

ВПЛИВ РІЗНИХ СПОЛУК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ВРОЖАЙ, ПОЖИВНУ ЦІННІСТЬ ТА НАКОПИЧЕННЯ ¹³⁷CS У ЗЕЛЕНІЙ МАСІ ВІВСА

Біденко Володимир Миколайович
кандидат сільськогосподарських наук
Поліський національний університет
ORCID: 0000-0002-6763-277X
E-mail: volodimerbidenko2@ukr.net

Мамченко Віталій Юрійович
кандидат сільськогосподарських наук
Поліський національний університет
ORCID: 0000-0002-7208-6363
E-mail: 79mamchenko@gmail.com

Ковальчук Тетяна Іванівна
кандидат сільськогосподарських наук
Поліський національний університет
ORCID: 0000-0002-8682-3280
E-mail: tanyana72@ukr.net

Про дефіцит мікроелементів у ґрунтах, рослинах, організмі тварин у своїх працях ще у 1971, 1972 роках вказував М. О. Судаков [1], що на Поліссі Житомирщини відмічається низький вміст Мангану, Цинку, Кобальту, місцями Купруму, а особливо Йоду. Це є однією із причин поширення у цій зоні специфічних захворювань рослин, тварин та людей. У рослин при прояві цих захворювань спостерігається хлороз, розетковість, дрібнолистість, у тварин та людей відмічається гіпокобальтоз, аліментарна анемія, переродження щитовидки, випадання волосся тощо. Відповідно до вищевикладеного, завданням наших досліджень було, вивчити вплив різних сполук мікроелементів Мангану, Кобальту, Купруму, Цинку на врожай зеленої маси вівса, його поживну цінність та перехід Цезію-137 із ґрунту у рослину. Порівняти ефективність застосування комплексонатів вищевказаних мікроелементів із солями. У результаті досліджень було встановлено, що поверхневе підживлення вівса солями і комплексонатами мікроелементів сприяло підвищенню врожаю зеленої маси на 22,8 і 18,8%, відповідно, нагромадженню у вегетативній масі сирого та перетравного протеїну, клітковини, мікроелементів та зниження переходу Цезію-137 із ґрунту у зелену масу рослини в 1,7 і 1,8 рази.

Ключові слова: ґрунт, рослини, овес, мікроелементи, радіонукліди.

DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.10>

За даними наукової літератури відомо, що найбільш раціональними і ефективними методами у зниженні радіоактивного забруднення продукції рослинництва є традиційні методи, які сприяють підвищенню врожаю культур, покращенню їх поживної цінності. Це внесення мінеральних добрив таких, як калійні, фосфорні та проведення такого заходу, як вапнування ґрунтів. Проте впровадження цих заходів має і певні недоліки, так як відомо, що зона Полісся Житомирщини належить до біогеохімічної провінції з низьким вмістом у ґрунтах, рослинах і кормах мікроелементів Йоду, Цинку, Купруму, Мангану, Флуору, Літію, Бору та інших [1, 2]. Макроелементи здатні знижувати засвоєння мікроелементів

рослинами [3, 4]. Тому, поряд із застосуванням макроелементного підживлення культур, необхідно проводити їх підживлення мікроелементами.

Відомо, що у ґрунті радіонукліди знаходяться у мікро кількостях, тому внесення мінеральних добрив у формі мікродобрив (різних форм та комплексів мікроелементів) може сприяти зниженню накопичення радіонуклідів у рослинах. Проте, як повідомляє академік І.М. Гудков робіт такого плану зовсім мало. Проводячи аналіз даних наукової роботи А.Д. Robsona, Н. Pendas та А. Kabata-Pendas академіком І.М. Гудковим приведено схему можливої взаємодії між макро-, мікроелементами і Цезієм-137 та Стронцієм-90, таблиця 1.

Таблиця 1

Можливі взаємодії між макро-, мікроелементами та Цезієм-137 і Стронцієм-90

Антагонізм	Елемент	Синергізм
B, Cu, F	N	B, Cu, Fe, Mo
Al, As, B, Be, Ca, Cd, Cr, Cu, F, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Si, Sr	P	B, Co, Cu, Mn, Mo, Zn
Al, F, Cd, Cs, Hg, Mo, Rb, Se	K	B, Cu, Li, Mn, Zn
Al, B, Ba, Cd, Co, Cs, Fe, Ni, Pb, Si, Sr	Ca	Cu, Li, Mn, Zn
Al, Ba, Be, Co, Cu, Cr, F, Fe, Mn, Ni, Zn	Mg	Al, Zn
As, Ba, Fe, Mo, Pb, Se	S	F, Fe
Ba, Ca, Cd, F, Fe, Li, Mg, Zn	Sr	Pb
Cu, K, Li, Na	Cs	Cd, Ni

Із таблиці видно, що антагоністами по відношенню до Стронцію-90 можуть виступати мікроелементи – Флуор, Ферум, Кадмій, Літій і Цинк, макроелементи – Кальцій, Барій, Магній. Синергістом є Плюмбум.

По відношенню до Цезію-137 антагоністами виступають мікроелементи – Купрум і Літій, макроелементи – Калій і Натрій. Синергістами радіо цезію є Кадмій і Нікол. Наведені табличні дані показують і другий можливий взаємозв'язок між мікроелементами і радіонуклідами, коли мікроелементи сприяють надходженню до рослин макроелементів, а останні виступаючи у ролі антагоністів впливають на зменшення надходження до рослин цезію та стронцію.

У передових країнах світу з метою підвищення врожайів сільськогосподарських культур використовують комплексні сполуки, які мають назву – стимулятори росту, хелатні сполуки, комплексонати. Мікроелементи, які містяться у них мають вищу доступність для рослин, чим відповідно і визначають їх більш вагомий вплив на врожай та поживну цінність рослин.

Дослідження, які тривали понад чотири роки були проведені під керівництвом академіка І. М Гудкова, науковцями його кафедри радіобіології та радіоекології з вивченням впливу позакореневого підживлення водними розчинами та комплексонатами мікроелементів цинку та марганцю. Було встановлено, що застосування вищевказаних мікроелементів у кількості 220 і 300 г/га сприяло зменшенню накопичення у вегетативній масі і насінні люпину і ріпаку вмісту ¹³⁷Cs в 1,5 – 2,5 рази і ⁹⁰Sr на 25-35%. Позакореневе підживлення цих культур сприяло підвищенню їх продуктивності на 20-25%, збільшенню виходу в урожаї деяких поживних речовин [5, 6,7, 8, 9, 10]. Наша наукова робота присвячена дослідженню впливу комплексонатів чотирьох мікроелементів:

Мангану, Кобальту, Цинку та Купруму на врожай зеленої маси вівса, його поживну цінність та перехід ¹³⁷Cs із ґрунту у зелену масу рослини.

Матеріали та методи досліджень. З метою проведення експерименту були відібрані поля с. Селець Народицького району Житомирської області. Ґрунти господарства переважно дерно-підзолисті, піщані та супіщані. Обробіток ґрунту, зяблеву оранку під овес проводили у кінці травня. Після оранки – боронування, потім посів вівса. Дослід був закладений у 3-х кратній повторності. Загальна площа складала – 90 м², облікова – 10 м². Радіонукліди, ¹³⁷Cs визначали за допомогою гама спектрометра СЕГ-0,5, ⁹⁰Sr – на приладі РІ-БГ. На контрольні ділянки вівса, мікродобриво не вносили, обприскування проводили лише водою, на дослідні - вносили солі і комплексонати мікроелементів в розрахунку на чистий елемент: Купруму – 300 г, Цинку – 225 г, Мангану – 200 г, Кобальту – 450 г.

В траві та зеленій масі вівса визначали суху речовину, сирий протеїн, сиру клітковину, сирий жир, БЕР. Суху речовину у вівсі та траві визначали шляхом висушування при температурі 60-65 °С, сирий протеїн - по Кельдалю, цукор - по Бертрану, сиру клітковину – методом Геннеберга і Штопана, сирий жир – екстрагуванням сірчанним ефіром по Рушковському, БЕР – розрахунковим методом БЕР= ОР – (СП+Ск+Сж).

Мікроелементи, важкі метали визначали на атомно - адсорбційному спектрометрі.

Мікроелементи впливають на обмінні процеси у рослинах, сприяють їхньому росту та розвитку, а значить збільшенню урожайності.

Солі мікроелементів і комплексонати позитивно вплинули на урожайність зеленої маси вівса, таблиця 2.

Таблиця 2

Урожай зеленої маси вівса, ц/га

№ п/п	Варіант досліджу	Урожай культури	Приріст урожаю, ц/га	У % до контролю
1.	Контроль (без мікродобрив)	37,8 ± 5,26	-	100
2.	Солі мікроелементів	46,5 ± 7,50	8,64	122,8
3.	Комплексонати мікроелементів	45,0 ± 2,59	7,14	118,8

Із таблиці видно, що урожайність вівса на зелений корм у контролі становила – 37,8 ц/га, на ділянках, де застосували солі мікроелементів врожайність складала – 46,5 ц/га, що більше на 8,64 ц, або на 22,8%, при P>0,05. Урожай зеленої маси вівса на ділянках, яких використовували комплексонати мікроелементів була також більшою, ніж у контролі на – 7,14 ц/га, у відсотках відповідно на – 18,9%, при недостовірній різниці (P>0,05).

Таким чином, як солі, так і комплексонати мікроелементів сприяли збільшенню урожаю зеленої маси вівса у порівнянні до контролю на 22,8 і 18,8%.

У зеленій масі вівса визначали вміст поживних речовин, які як відомо характеризують якість рослини, її кормову цінність. Дані вмісту основних метаболітів представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Вміст органічних речовин у зеленій масі вівса, г в 1 кг

Варіант досліджу	Суха речовина	Сирий протеїн	Перетравний протеїн	Сира клітковина	Сирий жир	Сирий БЕР
Контроль	245±0,0	42,2±2,1	29,2±1,5	42,6±0,8	5,8±0,2	113,6±3
Солі мікроелементів	246±0,0	41,5±2,1	29,5±1,5	47,1±1,6*	6,1±0,0	115,7±6,2
Комплексонати мікроелементів	245±0,0	43,1±0,7	29,8±0,5	49,7±0,9***	6,0±0,1	105,7±3,1

Аналізуючи дані таблиці можна зробити висновок, що солі та комплексонати мікроелементів сприяли суттєвому збільшенню вмісту сирого клітковини у зеленій масі вівса, у контролі вміст клітковини складав – 42,6 г, на дослідних ділянках вміст клітковини становив – 47,1 і 49,7 г в 1 кг (P<0,05, P<0,01). Результати наших досліджень підтверджуються роботами С.А. Сташаускаете (1962), що окремі мікроелементи, зокрема Цинк та Купрум сприяють синтезу диса-

харидів і полісахаридів із моносахаридів.

Відмічалася тенденція збільшення вмісту жиру у вівсі на дослідних ділянках у порівняння із контрольними. Так, вміст сирого жиру на дослідних ділянках становив – 6,0 - 6,1 г, на контрольних ділянках – 5,8 г в 1 кг, відповідно. Стосовно інших показників різниць виявлено не було.

Отже, застосування солей та комплексонатів мікроелементів сприяло незначному покращенню поживності зе-

леної маси вівса, в якому відмічалася тенденція збільшення вмісту жиру та достовірне збільшення вмісту сирової клітковини.

Дані вмісту мінеральних речовин, зокрема макро-, мікроелементів, важких металів Кадмію та Плюмбуму представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Вміст макроелементів і мікроелементів, важких металів, г, мг в 1 кг зеленої маси вівса

Варіант досліджу	Макроелементи				Мікроелементи, важкі метали						
	Ca	P	K	Mg	Cu	Zn	Mn	Co	Fe	Cd	Pb
Контроль	1,12 ±0,03	1,5 ±0,30	11,3 ±1,0	0,28 ±0,1	1,45 ±0,1	12,3 ±0,0	25,3 ±0,7	0,07 ±0,0	16,1 ±0,18	0,07 ±0,0	0,07 ±0,0
Солі мікроелементів	1,13 ±0,0	1,49 ±0,0	10,6 ±1,3	0,31 ±0,0	2,24 ±0,0***	17,1 ±0,5***	29,9 ±0,5***	0,11 ±0,0	17,5 ±1,0	0,07 ±0,0	0,06 ±0,0
Комплексонати мікроелементів	1,01 ±0,02	1,44 ±0,06	10,6 ±0,3	0,29 ±0,0	2,01 ±0,0**	17,6 ±0,3***	29,5 ±0,36**	0,15 ±0,0***	17,31 ±1,31	0,06 ±0,0	0,07 ±0,05

Із таблиці видно, що по вмісту Кальцію, Фосфору, Калію і Магнію зразки зеленої маси вівса контрольних та дослідних ділянок практично не відрізнялися. Достовірна різниця була отримана по відношенні до зразків контрольних і дослідних ділянок по мікроелементах Купруму, Цинку, Мангану та Кобальту. Так, якщо вміст Купруму в контролі складав – 1,45 мг/кг, то на дослідних ділянках, на яких застосовували солі і комплексонати мікроелементів він рівнявся – 2,24 і 2,01 мг/кг, що достовірно більше. Вміст Цинку у зеленій масі контрольних ділянок становив – 12,3 мг/кг, у дослідних – 17,1, 17,6 мг/кг, відповідно. Достовірно більшим був і вміст Мангану на дослідних ділянках – 29,9 і 29,5 мг/кг, в

контролі – 25,3 мг/кг. Значне збільшення було отримано і по Кобальту, в контролі вміст його становив – 0,07 мг/кг, на дослідних ділянках, яких застосовували солі мікроелементів – 0,11 мг, але при $P > 0,05$, а на ділянці, якій застосовували комплексонати мікроелементів – 0,15 мг/кг ($P < 0,001$). Відмічалася тенденція і збільшення вмісту Феруму, у контролі вміст складав – 16,1 мг/кг, на дослідних ділянках – 16,7 і 16,3 мг/кг, при недостовірній різниці. Різниць по вмісту Плюмбуму та Кадмію у зразках нами не було виявлено.

Результати радіометричного аналізу проб зеленої маси вівса представлені в таблиці 5.

Таблиця 5

Вміст ^{137}Cs у зеленій масі вівса, Бк/кг

Варіант досліджу	Питома радіоактивність, ^{137}Cs Бк/кг	Кп, %	у % до контролю	Питома радіоактивність, ^{90}Sr Бк/кг	Кп, %	у % до контролю
Контроль	56,2 ± 2,77	0,30	100	не виявлено	-	-
Солі мікроелементів	32,4 ± 6,68*	0,18	57,6	не виявлено	-	-
Комплексонати мікроелементів	30,5 ± 6,00*	0,16	54,2	не виявлено	-	-

Проведення радіометричного аналізу проб на вміст Цезію-137 показало, що обприскування вівса солями та комплексонатами мікроелементів сприяло суттєвому зниженню питомої радіоактивності зразків. Так, при обприскування солями мікроелементів зниження вмісту ^{137}Cs у масі вівса було на – 42,4% ($P > 0,05$), а при обприскуванні комплексонатами – на 45,8% меншим, при $P > 0,05$, або у 1,7 і 1,8 рази, в порівнянні до контролю.

Таким чином, застосування солей та комплексонатів мікроелементів сприяло зниженню вмісту радіоцезію у зеленій масі вівса на 42 і 46%, або в 1,7 і 1,8 рази.

Висновки. Підживлення вівса солями і комплексонатами мікроелементів сприяло підвищенню врожаю зеленої маси культури на 22,8 і 18,8 %, або на 8,64 та 7,14 ц/га, від-

повідно, при $P > 0,05$. У зеленій масі вівса спостерігалось збільшення кількості сирого та перетравного протеїну ($P > 0,05$), достовірне збільшення сирової клітковини з 42,6 до 47,1 у варіантах застосування солей мікроелементів, з 42,6 до 49,7, у варіантах використання комплексонатів мікроелементів ($P < 0,05$, $P < 0,01$). На ділянках застосування солей і комплексонатів мікроелементів порівняно із контролем з ними спостерігалось достовірне збільшення у зеленій масі мікроелементів міді, цинку та марганцю. Зниження вмісту ^{137}Cs у рослині, варіантах, де застосовували солі мікроелементів становило – 1,7 рази, а при використанні комплексонатів мікроелементів – в 1,8 рази ($P > 0,05$).

Список використаної літератури:

1. Судаков М.О., Береза В.І, Погурський В.Г. та ін. Мікроелементози сільськогосподарських тварин. Київ, Урожай. 1991. 194 с.
2. Барбер С. А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. Москва. Агропромиздат, 1988. 376 с.
3. Власюк П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. Киев, Наукова думка, 1969. 516 с.
4. Гудков І. М. Проблеми, що виникають при вапнуванні ґрунтів та застосуванні добрив з метою зменшення надходження радіонуклідів у сільськогосподарські рослини. Науковий вісник НАУ. 1998. Вип. 4 С. 219 – 225.
5. Гудков І. М., Віннічук М. М. Сільськогосподарська радіобіологія. Житомир: Вид-во ДАУ, 2003. 472 с.
6. Гудков І. М., Грисюк С. М., Лазарев М. М. та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Вивчити механізми взаємодії стронцію-90 та цезію-137 і мікроелементів з метою розробки прийомів мінімізації надходження цих радіонуклідів в кормові рослини і організм сільськогосподарських тварин», Київ, 2004. 116 с.
7. Груша В. В., Гудков І. М. Вплив позакореневого підживлення рослин мікроелементами на накопичення ^{137}Cs . Науковий вісник НАУ. 2003. № 63. С. 263 – 267.
8. Гудков І. М., Грисюк С. М., Кіцо В. О. та ін. Зменшення надходження ^{90}Sr ^{137}Cs в сільськогосподарські рослини

під впливом мікроелементів. Науковий вісник НАУ. 1998. Вип. 10. С. 264 – 269.

9. Гудков И. М., Грисюк С. М., Кицно В. О. и др. Радиозащитное действие некоторых микроэлементов в опытах с растениями на загрязненных радионуклидами землях. Проблемы экологической безопасности АПК 1999. Вып. 4. С. 43 – 48.

10. Гудков И. М., Грисюк С. М., Кицно В. О. и др. Противолучевая защита растений с помощью солей металлов в условиях радиоактивного загрязнения территории. Радиационная биология. Радиоэкология. 1999. Вып. 39. № 2 – 3. С. 349 – 353.

11. Десять лет после аварии на Чернобыльской АЭС: Национальный доклад Украины в МАГАТЭ. Под ред. В. И. Хо-лоши. Киев. Минчернобыль. 1996. 105 с.

References:

1. Sudakov M.O., Bereza V.I., Pohurskyi V.H., 1991. Mikroelementozy silskohospodarskykh tvaryn [Microelementosis of farm animals]. Kyiv: Urozhai.

2. Barber S. A., 1988. Biologicheskaya dostupnost' pitatel'nyh veshchestv v pochve [Bioavailability of nutrients in the soil]. Moskva: Agropromizdat.

3. Vlasyuk P. A., 1969. Biologicheskie elementy v zhiznedeiyatel'nosti rasteniy [Biological elements in plant life]. Kiev: Naukova dumka.

4. Hudkov I. M., 1998 Problemy, shcho vynykaiut pry vapnuvanni gruntiv ta zastosuvanni dobryv z metoiu zmeshennia nadkhodzhenia radionuklidiv u silskohospodarski roslyny [Problems arising from soil liming and fertilizer application in order to reduce the entry of radionuclide's into agricultural plants]. Naukovyi visnyk NAU, issue. 4 pp, 219 – 225.

5. Hudkov I. M., Vinnichuk M. M., 2003. Silskohopodarska radiobiolohiia [Agricultural radiobiology]. Zhytomyr: Vyd-vo DAU.

6. Hudkov I. M., Hrysiuk S. M., Lazarev M. M., 2004 Zvit pro naukovo-doslidnu robotu «Vvychyty mekhanizmy vzaiemodii strontsiu-90 ta tseziu-137 i mikroelementiv z metoiu rozrobky pryiomiv minimizatsii nadkhodzhenia tsykh radionuklidiv v kormovi roslyny i orhanizm silskohospodarskykh tvaryn» [Research report "To study the mechanisms of interaction of strontium-90 and cesium-137 and trace elements in order to develop techniques to minimize the intake of these radionuclides in fodder plants and the body of farm animals]. Kyiv.

7. Hrusha V. V., Hudkov I. M., 2003 Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia roslyn mikroelementamy na nakopychennia 137Cs [Influence of foliar feeding of plants with microelements on accumulation 137s]. Naukovyi visnyk NAU, issue 63, pp, 263 – 267.

8. Hudkov I. M., Hrysiuk S. M., Kitsno V. O., 1998. Zmeshennia nadkhodzhenia 90Sr i 137Cs v silskohospodarski roslyny pid vplyvom mikroelementiv [Reduction of 90Sr and 137Cs in agricultural plants under the influence of trace elements]. Naukovyi visnyk NAU, issue, 10, pp. 264 – 269.

9. Gudkov I. M., Grisyuk S. M., Kicno V. O., 1999. Radiozashchitnoe dejstvie nekotorykh mikroelementov v opytah s rasteniyami na zagryaznennykh radionuklidami zemlyah. Problemy ekologicheskoy bezopasnosti APK [Radioprotective effect of some trace elements in experiments with plants on radionuclide-contaminated lands. Problems of ecological safety of agrarian and industrial complex]. Issue 4, pp. 43 – 48.

10. Gudkov I. M., Grisyuk S. M., Kicno V. O., 1999. Protivoluchevaya zashchita rasteniy s pomoshch'yu solej metallov v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya territorii. Radiacionnaya biologiya. Radioekologiya [Radiation protection of plants with the help of metal salts in the conditions of radioactive contamination of the territory] Radiation biology. Radioecology, . issue, 39. (2), pp. 349 – 353.

11. V. I. Holoshi, 1996. Desyat' let posle avarii na Chernobyl'skoj AES [Ten years after the Chernobyl accident]. Kiev. Minchernobyl'.

Bidenko Vladimir Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences

Manchenko Vitaliy Yuriyovych, Candidate of Agricultural Sciences

Kovalchuk Tetyana Ivanivna, Candidate of Agricultural Sciences

Polissya National University (Zhytomyr, Ukraine)

Influence of various microelement compounds on yield, nutritional value and accumulation of 137Cs in green mass of oats

M.O. Sudakov [1] pointed out the deficiency of microelements in soils, plants, and animals in his works back in 1971 and 1972, and that the low content of manganese, zinc, cobalt, in some places copper, and especially iodine is noted in Polissya, Zhytomyr Region. This is one of the reasons for the spread of specific diseases of plants, animals and humans in this area. Chlorosis, rosette, small-leavedness are observed in plants at manifestation of these diseases, hypocobaltosis, alimentary anemia, degeneration of a thyroid gland, hair loss, etc. are noted at animals and people. In accordance with the above, the task of our research was to study the effect of various compounds of trace elements Manganese, Cobalt, Copper, Zinc on the yield of green mass of oats, its nutritional value and the transition of Cesium-137 from soil to plant. Compare the effectiveness of the use of complexes of the above trace elements with salts. As a result of research it was found that surface fertilization of oats with salts and complexes of trace elements increased the yield of green mass by 22.8 and 18.8%, respectively, the accumulation in the vegetative mass of crude and digestible protein, fiber, trace elements and reduced transition of cesium-137 from soil in the green mass of the plant 1.7 and 1.8 times.

Key words: soil, plants, oats, microelements, radionuclide's.

Дата надходження до редакції: 11.11.2021 р.