

УДК 633.63:631.8

КОЭФФИЦИЕНТ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ КОРНЕПЛОДАМИ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

*В.А. Ошкин, старший научный сотрудник, тел. +79084787387, oshkin@yahoo.com
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: интенсификация, антропогенная нагрузка, тяжёлые металлы, внекорневая подкормка, мелафен, нереутилизуемые микроэлементы, коэффициент биологического поглощения.

Работа посвящена определению содержания тяжёлых металлов в корнеплодах сахарной свёклы под влиянием внекорневой подкормки растений мелафеном и микроэлементами. Результаты исследований выявили, что при применении используемых препаратов снижается содержание ТМ и уменьшается КБП.

Введение. Потребление продуктов питания возрастает с каждым днём быстрыми темпами, так как население планеты продолжает увеличиваться и на ноябрь 2016 года составляет 7,45 млрд человек [10]. Чтобы обеспечить такое огромное количество людей продовольственными товарами необходимы громадные объёмы производства. В настоящее время сельское хозяйство продолжает оставаться самой обширной, и, пожалуй, единственной, отраслью получения пищевого сырья.

В связи с этим, интенсификация агропромышленного производства возрастает с каждым годом многократно. Увеличивается внесение минеральных удобрений, механизация агроприёмов почти полностью заменяет ручное производство на всех этапах. Это неумолимо приводит к колоссальной нагрузке на агрофитоценозы, в том числе и на окружающую среду в целом.

Агроэкосистемы испытывают значительную антропогенную нагрузку, поскольку почвы сельскохозяйственного назначения загрязняются тяжёлыми металлами (ТМ) [6, 7, 8]. Эта проблема наблюдается во всём мире, в том числе и в Ульяновской области. ТМ при избыточном попадании в объекты окружающей среды ведут себя как экотоксиканты, оказывая вредное воздействие не только на отдельный организм или группу организмов, а на экосистему в целом [1].

Производство сахарной свёклы относится к одной из самых высокоинтенсивных технологий возделывания. Поэтому крайне важно проводить исследования по определению содержания ТМ в корнеплодах.

Материалы и методы исследований. Проведены исследования по изучению влияния внекорневой подкормки вегетирующих растений регулятором роста мелафен [3, 4, 9] и нереутилизирующимися микроэлементами (бор, цинк, марганец) на содержание ТМ в корнеплодах сахарной свёклы.

На базе лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Ульяновская» по общепринятым методам было определено валовое содержание тяжёлых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий, никель) в отобранных образцах корнеплодов сахарной свёклы.

Объектом исследования служили образцы корнеплодов сахарной свёклы (*Beta vulgaris*) гибрида Манон селекции бельгийской компании «SESVanderHave».

Первая внекорневая подкормка растений сахарной свёклы проводилась в фазу 5-6 настоящих листьев в баковой смеси одновременно со вторым опрыскиванием гербицидами, вторая подкормка – в период формирования корнеплодов. Растворы нереутилизирующихся [2, 5] микроэлементов приготавливали в концентрации 0,05%, а именно: бор (в виде борной кислоты – H_3BO_3), цинк (в виде сульфата цинка – $ZnSO_4$), марганец (в виде сульфата марганца – $MnSO_4$). Концентрация раствора мелафена – $1 \cdot 10^{-7}\%$.

Опыты проводились в специализированном свекловодческом КФХ «Сяпуков Е.Ф.» Цильнинского района Ульяновской области. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднесуглинистый.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты анализов содержания ТМ в корнеплодах сахарной свёклы представлены в таблице 1.

Под влиянием используемых регуляторов роста и микроэлементов происходит уменьшение содержания ТМ в корнеплодах сахарной свёклы. Наибольшее снижение по всем определяемым тяжёлым металлам наблюдается на варианте с совместным внесением всех используемых препаратов.

В среднем фоновое содержание ТМ в почве опытного участка соответствует их содержанию в почвах Ульяновской области и не превышает ПДК (табл. 2).

Интенсивность накопления тяжёлых металлов растениями сахарной свёклы можно оценить по коэффициенту биологического поглощения (КБП), который представляет собой отношение содержания элемента в золе корнеплодов сахарной свёклы к его содержанию в почве. Показатель КБП является интегральной величиной, характеризующей избирательную способность растения и отражающей долю поглощённых элементов (табл. 3).

Таблица 1 – Содержание ТМ в корнеплодах сахарной свёклы

№	Вариант	мг/кг				
		Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
1	Контроль	0,925	21,700	0,550	0,395	1,350
2	Мелафен	0,375	5,650	0,400	0,200	0,600
3	H ₃ BO ₃	0,805	19,000	0,550	0,380	1,250
4	ZnSO ₄	0,755	14,050	0,500	0,380	1,200
5	MnSO ₄	0,690	12,050	0,500	0,375	1,115
6	H ₃ BO ₃ + Мелафен	0,340	5,500	0,400	0,195	0,550
7	ZnSO ₄ + Мелафен	0,315	4,700	0,300	0,155	0,500
8	MnSO ₄ + Мелафен	0,305	4,550	0,300	0,155	0,450
9	ZnSO ₄ + MnSO ₄	0,450	7,350	0,400	0,225	0,650
10	H ₃ BO ₃ + ZnSO ₄	0,655	10,200	0,450	0,370	0,900
11	H ₃ BO ₃ + MnSO ₄	0,565	7,750	0,400	0,325	0,840
12	ZnSO ₄ + MnSO ₄ + H ₃ BO ₃	0,425	6,500	0,400	0,220	0,600
13	ZnSO ₄ + MnSO ₄ + Мелафен	0,200	2,350	0,150	0,070	0,300
14	H ₃ BO ₃ + ZnSO ₄ + Мелафен	0,300	4,250	0,300	0,120	0,450
15	H ₃ BO ₃ + MnSO ₄ + Мелафен	0,275	4,050	0,300	0,120	0,350
16	ZnSO ₄ + MnSO ₄ + H ₃ BO ₃ + Мелафен	0,180	2,000	0,150	0,070	0,050
ПДК		55	100	32	3	85

Таблица 2 – Содержание тяжёлых металлов в почве, мг/кг воздушно-сухой почвы

ПДК	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий	Никель	Хром
	55	100	32	3	85	100
Ульяновская область	21,3	50,5	17,0	1,51	42	50
Почва опытного участка	20,5	50,9	16,9	1,52	42	50,1

Расчёты по КБП ТМ в получаемой продукции опытной культуры показывают, что данный показатель меньше единицы на всех вариантах. Наименьшие показатели по данному коэффициенту наблюдаются на вариантах с совместным внесением микроэлементов и мелафена.

Заключение. Уменьшение КБП по содержанию ТМ в корнеплодах под действием внекорневых подкормок мелафеном и нереутилизирующимися микроэлементами имеет чрезвычайно важное значение как

Таблица 3 – Коэффициент биологического поглощения тяжёлых металлов корнеплодами сахарной свёклы

№	Вариант	ТМ				
		Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
1	Контроль	0,046	0,428	0,030	0,256	0,032
2	Мелафен	0,018	0,111	0,022	0,130	0,014
3	H ₃ BO ₃	0,040	0,375	0,030	0,247	0,030
4	ZnSO ₄	0,037	0,277	0,028	0,247	0,028
5	MnSO ₄	0,034	0,238	0,028	0,244	0,026
6	H ₃ BO ₃ + Мелафен	0,017	0,108	0,022	0,127	0,013
7	ZnSO ₄ + Мелафен	0,016	0,093	0,017	0,101	0,012
8	MnSO ₄ + Мелафен	0,015	0,090	0,017	0,101	0,011
9	ZnSO ₄ + MnSO ₄	0,022	0,145	0,022	0,146	0,015
10	H ₃ BO ₃ + ZnSO ₄	0,032	0,201	0,025	0,240	0,021
11	H ₃ BO ₃ + MnSO ₄	0,028	0,153	0,022	0,211	0,020
12	ZnSO ₄ + MnSO ₄ + H ₃ BO ₃	0,021	0,128	0,022	0,143	0,014
13	ZnSO ₄ + MnSO ₄ + Мелафен	0,010	0,046	0,008	0,045	0,007
14	H ₃ BO ₃ + ZnSO ₄ + Мелафен	0,015	0,084	0,017	0,078	0,011
15	H ₃ BO ₃ + MnSO ₄ + Мелафен	0,014	0,080	0,017	0,078	0,008
16	ZnSO ₄ + MnSO ₄ + H ₃ BO ₃ + Мелафен	0,009	0,039	0,008	0,045	0,001

фактор, ограничивающий поступление и трансформацию ТМ в корнеплодах сахарной свёклы.

Библиографический список

1. Алексеев, Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 147 с.
2. Костин, В.И. Изучение взаимодействия микроэлементов и мелафена на технологические качества корнеплодов сахарной свёклы / В.И. Костин, В.А. Исайчев, В.А. Ошкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. - №4 (28). – С. 64-69.
3. Костин, В.И. Экологическая эффективность применения регулятора роста нового поколения мелафена и борной кислоты в популяции сахарной свёклы / В.И. Костин, В.А. Ошкин, Е.Е. Сяпуков // XXVII Любимцевские чтения – 2013 «Современные проблемы эволюции и экологии»: Сборник материалов международной конференции. – Ульяновск: УлГПУ, 2013. – С. 353-356.
4. Костин, В.И. Эффективность фиторегулятора нового поколения мелафена в

- свеклосахарном производстве / В.И. Костин, В.А. Ошкин, Е.Е. Сяпуков // Вавиловские чтения – 2013: Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 126-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова и 100-летию Саратовского ГАУ. – Саратов, 2013. – С. 52-54.
5. Ошкин, В.А. Использование нереутилизирующихся микроэлементов для внекорневой подкормки сахарной свёклы / В.А. Ошкин // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – Том 1. - С. 100-102.
 6. Ревич, Б.А. «Горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / под ред. В.М. Захарова. – М.: Акрополь, Общественная палата РФ, 2007. – 192 с.
 7. Соколов О.А., Черников В.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 1: Атлас распределения тяжёлых металлов в объектах окружающей среды. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.
 8. Сидоренко Г.И., Кутепов Е.Н. Проблемы изучения и оценки состояния здоровья населения / Г.И. Сидоренко, Е.Н. Кутепов // Гигиена и санитария. – 1994. - №8. - С. 33-36.
 9. Kostin, V.I. Prospects of use of growth regulators of new generation and microelements-synergists in technology of cultivation of a sugar beet / V.I. Kostin, A.V. Dozorov, V.A. Isaychev, V.A. Oshkin // Proceedings of International scientific and technical Conference named after Leonardo da Vinci. №2. – Berlin: Wissenschaftliche Welt e. V., 2014. – P. 41-50.
 10. 2016 World Population Data Sheet [Электронный ресурс]: Population Reference Bureau. – Connecticut Ave., NW, 2016. – Режим доступа: <http://www.prb.org/pdf16/prb-wpds2016-web-2016.pdf>.

COEFFICIENT OF BIOLOGICAL ABSORPTION OF HEAVY METALS ROOT CROPS OF SUGAR BEET

Oshkin V. A.

Keywords: *intensification, anthropogenous loading, heavy metals, extra root top dressing, melafen, unsalvaged microelements, coefficient of biological absorption.*

Work is devoted to determination of content of heavy metals in root crops of sugar beet under the influence of extra root top dressing of plants of a melafen and microelements. Results of researches revealed that in case of use of the used medicines content of HM decreases and CBA decreases.