

# ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СЕЛЕНОМ И КРЕМНИЕМ НА НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАСТЕНИЯХ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ

А.А. Ланушкина, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева  
127550, Москва, ул.Прянишникова, д.6. Noisia4u@yandex.ru

Работа выполнена под руководством доктора биологических наук, профессора И.В. Верниченко

Изучено влияние предпосевной обработки семян селеном и кремнием на накопление ряда тяжелых металлов зерном ячменя сорта Надежный. Показано действие испытанных микроэлементов на содержание кадмия, свинца, цинка, меди, никеля и хрома в основной и побочной продукции при оптимальных условиях и в одном стрессе.

Ключевые слова: ячмень, селен, кремний, тяжелые металлы, протекторный эффект, засуха.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.16

Наиболее важная задача при возделывании сельскохозяйственных культур - получение стабильных урожаев хорошего качества. Однако, этому нередко препятствуют различного рода неблагоприятные факторы, к которым можно отнести недостаточное количество выпадающих осадков, т. е. засуху [2].

В настоящее время существенное внимание уделяют изучению накопления сельскохозяйственными растениями тяжелых металлов. Это имеет важное значение в связи с экологическими проблемами и является одним из показателей качества получаемой продукции [1, 6]. Поэтому, изучение путей снижения содержания тяжелых металлов в растениях при различных условиях увлажнения имеет важное значение.

Цель исследований - изучить влияние предпосевной обработки семян селеном и кремнием на урожайность растений ячменя в условиях оптимального и недостаточного увлажнения.

**Методика.** Вегетационный опыт был проведен в 2016-2017 г. Опыты закладывали в 4-кратной повторности на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве, привезенной с Долгопрудной агрохимической опытной станции. Она характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,1%, рН<sub>KCl</sub> 4,5, Нг – 4,20 мг-экв/100 г почвы, S – 12,0 мг-экв/100 г почвы, V – 74%. Обеспеченность почвы обменным калием (по Кирсанову) была на уровне 2-го класса, подвижным фосфором (по Кирсанову) - 4-го класса, валовое содержание селена составило 64,3 мкг/кг [3]. При набивке сосудов дополнительно вносили NPK в дозе 150, 100, 100 мг/кг соответственно, кроме того почва была известкована по полной гидролитической кислотности [5].

В вегетационном опыте изучали влияние кратковременной почвенной засухи (14% ПВ). Воздействие стрессового фактора создавалось на VI этапе органогенеза (в фазе выхода в трубку) путем прекращения полива.

Схема опыта включала варианты с предпосевной обработкой семян (п.о.с.) Se и Si путем смачивания соответствующими растворами (5% от массы семян) в норме 2,5 и 50 г элемента на гектарную норму семян соответственно. Микроэлементы применяли в виде растворов солей Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O, на контроле семена обрабатывали дистиллированной водой. После прорастания семян в сосудах оставляли по 15 растений.

Содержание кадмия, свинца, цинка, меди, никеля и хрома определяли в соответствии с методическим указанием по определению тяжелых металлов в растениях [4]. Анализ проводили на спектрофотометре атомно-абсорбционном АА - 7000 "Shimadzu".

**Результаты и их обсуждение.** В проведенных опытах установлено, что почвенная засуха на IV этапе органогенеза (начало выхода в трубку) существенно влияет на накопление в зерне и соломе ячменя отдельных тяжелых металлов.

Рассматривали влияние обработки семян изучаемыми микроэлементами на содержание в растениях ячменя тяжелых металлов.

При оптимальных условиях выращивания применение селена и селена с кремнием снизило накопление хрома в соломе ячменя по сравнению с контрольным вариантом (обработкой дистиллированной водой). Так же селен отрицательно повлиял на накопление ячменем кадмия и снизил его содержание в соломе в 1,2 раза по сравнению с контролем. На содержание свинца, цинка, меди и никеля в вегетативных органах опытных растений п.о.с. этим микроэлементом достоверного влияния не оказала (табл. 1).

1. Содержание тяжелых металлов в соломе ячменя, мг/кг

Условия увлажнения	п.о.с.	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr
Контроль	H <sub>2</sub> O	0,53	4,8	11,5	2,4	6,8	1,6
	Se	0,46	5,1	11,9	2,3	7,2	1,3
	Si	0,64	5,4	17,7	3,4	8,1	2,0
	Se + Si	0,64	5,0	12,3	2,8	7,2	1,3
	2(Se+Si)	0,63	4,9	13,7	3,3	8,4	2,2
Недостаток влаги	H <sub>2</sub> O	0,71	4,7	20,9	5,4	13,1	4,2
	Se	0,81	4,7	19,5	3,9	10,0	2,9
	Si	1,03	5,5	22,5	5,8	15,3	3,7
	Se + Si	0,83	4,3	14,6	3,8	13,5	3,1
	2(Se+Si)	0,84	4,8	23,0	3,9	10,9	3,1

В условиях недостаточной обеспеченности влагой совместная обработка семян селеном и кремнием позволила снизить накопление цинка в соломе с 21,0 до 14,6 мг/кг. В случае с медью селен, селен и кремний, примененные совместно, а также обработка двойной дозой селена с кремнием уменьшили ее концентрацию в 1,4 раза. Содержание никеля в соломе ячменя снизилось при обработке селеном и двойной дозой селена и кремния по сравнению с контролем. Что касается содержания хрома, то все виды обработки семян испытанными элементами показали отрицательную тенденцию к его накоплению, т.е. существенно снижали его

содержание в растениях, что несомненно положительно. Наиболее активно проявила себя п.о.с. селеном, что позволило снизить концентрацию хрома в 1,5 раза, в то время как применение кремния всего в 1,1 раза.

**2. Содержание тяжелых металлов в зерне ячменя, мг/кг**

Условия увлажнения	п.о.с.	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr
Контроль	H <sub>2</sub> O	0,45	4,1	23,0	4,3	19,6	3,3
	Se	0,13	4,0	23,7	3,5	6,8	2,9
	Si	0,22	4,3	28,1	5,1	10,6	3,2
	Se + Si	0,15	4,3	20,7	3,7	9,1	3,1
	2(Se+Si)	0,20	4,2	22,7	3,8	7,8	3,5
Недостаток влаги	H <sub>2</sub> O	0,23	4,6	29,2	1,2	4,0	3,9
	Se	0,22	4,3	30,7	1,7	5,0	3,9
	Si	0,07	4,4	24,8	2,6	10,0	4,3
	Se + Si	0,04	4,2	21,7	1,4	7,0	4,3
	2(Se+Si)	0,09	4,4	28,4	2,7	7,3	4,2

Влияние предпосевной обработки семян ячменя изучавшимися элементами на накопление отдельных тяжелых металлов в полученном зерне (табл. 2), было более заметным по сравнению с накоплением в соломе. Так, например, при оптимальном увлажнении на концентрацию меди в зерне существенно влияло применение селена, селена совместно с кремнием и их двойной дозы - в среднем она снизилась в 1,2 раза. В случае с никелем, все испытанные п.о.с. так же отрицательно влияли на его накопление, но наиболее выражено селен - содержание никеля в этом случае в зерне ячменя снизилось почти втрое.

В условиях почвенной засухи следует отметить, что применение совместно селена и кремния снизило накопление в зерне ячменя кадмия в 3 раза, только кремния - в 2 раза и двойной дозы селена с кремнем - в 2,3 раза в сравнении с контрольным вариантом. На содержание

цинка заметно влияла обработка семян селеном с кремнием, а также только кремнием, снизившая его концентрацию в зерне. На снижение концентрации в зерне ячменя свинца, меди, никеля и стронция испытанные микроэлементы не оказали положительного воздействия.

**Заключение.** Наиболее выраженную роль в накоплении тяжелых металлов в растениях ячменя оказала предпосевная обработка семян селеном, активно проявляя себя в случае аккумуляции кадмия в зерне при оптимальных условиях выращивания. Несколько меньше она была при совместной обработке селеном и кремнием и их двойной дозой, что отчетливо проявляется при накоплении растениями никеля в зерне в условиях достаточного увлажнения и кадмия при недостатке влаги.

#### Литература

1. Аристархов, А.Н. Приоритеты применения различных видов, способов и доз микроудобрений под озимые и яровые сорта пшеницы в основных природно-сельскохозяйственных зонах России / А.Н. Аристархов, Н.Н. Бушуев, К.Г. Сафонова // *Агрохимия*. – 2012. – №9. – С. 26–40.
2. Верниченко, И.В. Изучение проекторного действия Se, Si, и Zn на устойчивость зерновых культур к почвенной засухе / Верниченко, И.В. Яковлев П.А. // *Агрохимический вестник*. - 2014. - № 4. - С. 14-17.
3. Журбицкий, З.И. Теория и практика вегетационного метода / З.И. Журбицкий. - М.: Наука, 1968. - 266 с.
4. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (изд. 2-е, перераб. и дополненное). - 1992.
5. Практикум по агрохимии/ Под ред. В.В. Кидина. - М.: КолосС, 2008. - 601 с.
6. Шагитова, М.Н. Фитотоксичность тяжелых металлов / М. Н. Шагитова // *Мат. межд. науч.-практ. конф. «Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений в современных условиях»*. – Минск, 2007. – С. 225–229.

## INFLUENCE OF PRESOWING SEEDS TREATMENT WITH SELENIUM AND SILICON ON ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN BARLEY PLANTS UNDER DROUGHT CONDITIONS

A.A. Lapushkina

RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127550 Moscow, Russia, E-mail: noisia4u@yandex.ru

*The effect of presowing seed treatment with selenium and silicon on the accumulation of a number of heavy metals by barley grain (Hordeum distichon) of the Nadezhniy grade was studied. The effect of the tested trace elements on the content of cadmium, lead, zinc, copper, nickel and chromium in the products and by-products under optimal conditions and water stress is discussed.*

*Key words: selenium, silicon, heavy metals, protective effect.*

УДК 631.51

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**Х.А. Хусайнов, к.б.н., А.В. Тунтаев, Т.М. Мищенко, Чеченский НИИСХ  
366021, Чеченская республика, Грозненский район, пос. Гикало, ул. Ленина, д. 1  
E-mail: [haron-h14@mail.ru](mailto:haron-h14@mail.ru)**

*Приведены результаты исследований по агроэкологической оценке почвенно-климатических условий сухостепной зоны Чеченской Республики в рамках выполнения государственного задания по разработке основ адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Рассматривались следующие аспекты: агроклиматическое районирование территорий, изменение коэффициента увлажнения и теплообеспеченности лета в зависимости от высоты над уровнем моря, характеристики зимнего и безморозного периодов, годовое количество осадков, плодородие почв, система орошения. В процессе исследований выявлена зависимость формирования продуктивности культур от определенных факторов. В частности, установлено, что основными факторами, способствовавшими невысокой урожайности полевых культур являются: условия недостаточного увлажнения (III агроклиматический район) и засушливости климата (II агроклиматический район), жаркое лето с частыми суховеями и дефицит осадков в период вегетации полевых культур, в основном низкий уровень плодородия почв, система орошения, требующая*