**УДК 631:581.1**

**Товстик Е.В.**

**Попыванов Д.В.**

**Шуплецова О.Н.**

**УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО (*HORDEUM VULGARE* L.) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ПОЧВЕННОМ ФОНЕ С ИЗБЫТОЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КАДМИЯ**

*Исследовали транслокацию цинка и кадмия в системе почва – растение проростков ячменя сорта Белгородский 100. Присутствие избыточного кадмия в почве снижало всхожесть семян и накопление биомассы проростков по сравнению с контролем на 7 и 19,8 % соответственно. Подтверждено негативное влияние избыточного кадмия в почве на аккумуляцию цинка растениями ячменя.*

*Ключевые слова: ячмень, проростки, аккумуляция металлов, цинк, кадмий.*

Широкое географическое распространения ячменя (*Hordeum vulgare* L.) обусловлено универсальностью его использования наряду с его биологическими особенностями. Значительные адаптивные свойства ячменя обеспечивают возможность выращивания этой культуры в различных почвенных и климатических условиях. Ячмень выделяется среди всех культур по способности роста в высокогорных районах, так, есть сведения о возделывании культуры в горах Тибета на высоте 4500 метров над уровнем моря [1].

Одним из факторов, ограничивающих рост зерновых культур, являются соединения тяжелых металлов в почве [2]. Изучение механизмов транслокации ионов ТМ как токсичного, так и эссенциального действия в растения, по-прежнему, актуально . Остается нерешенным вопрос о существовании связи между устойчивостью организмов и накоплением в них ТМ. Поэтому создание генетической базы зерновых культур, адаптированных к неблагоприятным почвенным условиям и способных произрастать на загрязненных землях без значительной потери урожая, необходимо сочетать с селекцией сортов с низким уровнем аккумуляции токсичных ионов.

В данной работе была исследована способность к аккумуляции цинка и кадмия проростков растений-регенерантов ячменя при выращивании на почвенном фоне с избыточным содержанием кадмия, в т.ч. в условиях применения цинксодержащих удобрений. В эксперименте использована дерново-подзолистая почва, пробы которой были отобраны на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров, Кировская область)

Исследовали транслокацию цинка и кадмия в системе почва – растение 10-суточных проростков ячменя сорта Белгородский 100, индуцированной от исходного генотипа Белгородский 100, в лабораторных условиях с использованием пластиковых контейнеров объемом 0,5 л, заполненных почвой, с внесением ионов кадмия (в составе ацетата) 6 мг/кг почвы при рНKCl 4,5. Концентрацию ионов цинка и кадмия в растительных тканях определяли методом инверсионной вольтамперометрии [3].

Контейнеры выдерживали при комнатной температуре (20 °С), по мере высыхания почвы производили ее полив. По окончанию 10-ти суток учитывали всхожесть – число проросших семян, выраженное в процентах от их общего количества. Проростки извлекали из почвы, делили их на побеги и корни, затем взвешивали сырые побеги, отмывали и высушивали корни. После высушивания проростки снова взвешивали [4].

Присутствие избыточного кадмия в почве снижало всхожесть семян и накопление биомассы проростков по сравнению с контролем на 7 и 19,8 % соответственно. Подтверждено негативное влияние избыточного кадмия в почве на аккумуляцию цинка ячменем. Внесение цинксодержащего удобрения активизировало накопление, как цинка, так и кадмия в растительной ткани. Содержание кадмия увеличивалось (мг/кг сухой фитомассы): в корнях с 5,6±0,92 до 7,2±1,71 (внесение сульфатной формы) и 7,8±0,84 (внесение хелатной формы); в побегах с 0,26±0,044 до 0,31±0,052 и 0,38±0,044 соответственно.

**Библиографический список**

1. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.Hh

2. Шуплецова О.Н., Товстик Е.В. Аккумуляция кадмия и цинка регенерантами ячменя на провокационном почвенном фоне с кадмием. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021;182(4):9-17. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-9-17.

3. 3. Сборник методик измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М., 2004.

4. Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2014. 194 с.

**Информация об авторах**

Товстик Евгения Владимировна (Россия, Киров) – к.б.н., научный сотрудник лаборатории биотехнологических методов селекции сельскохозяйственных растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, Россия, г. Киров ул. Ленина 166а.

Попыванов Дмитрий Владимирович (Россия, Киров) – к.б.н., старший научный сотрудник, зав. лабораторией биотехнологических методов селекции сельскохозяйственных растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, Россия, г. Киров ул. Ленина 166а, 1fast@mail.ru.

Шуплецова Ольга Наумовна (Россия, Киров) – д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологических методов селекции сельскохозяйственных растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого

Tovstik E.V.

Shupletsova O.N.

Popyvanov D.V.

RESISTANCE OF SPRING BARLEY (HORDEUM VULGARE L.) PLANTS GROWING ON SOIL BACKGROUND WITH EXCESSIVE CADMIUM CONTENT

*The study is devoted to the translocation of zinc and cadmium in the system soil - a plant of barley seedlings of the Belgorodsky 100 variety. The presence of excess cadmium in the soil reduced the germination of seeds and the accumulation of seedling biomass compared to the control by 7 and 19.8%, respectively. The negative effect of excess cadmium in the soil on the accumulation of zinc by barley plants was confirmed.*

*Key words: barley, seedlings, metal accumulation, zinc, cadmium.*

Tovstik Evgeniya Vladimirovna (Russia, Kirov) – Ph.D. Research Associate, Laboratory of Biotechnological Methods of Breeding Agricultural Plants, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Russia, Kirov st. Lenina 166a.

 Popyvanov Dmitry Vladimirovich (Russia, Kirov) – Ph.D., Senior Researcher, Head of the Laboratory of Biotechnological Methods of Breeding Agricultural Plants, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Russia, Kirov st. Lenina 166a, 1fast@mail.ru.

Shupletsova Olga Naumovna (Russia, Kirov) – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Biotechnological Methods of Breeding Agricultural Plants, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Russia, Kirov st. Lenina 166a.

1. Rodina N.A. Barley breeding in the North-East of the Non-Chernozem region. Kirov: Zonal Research Institute of Agriculture of the North-East, 2006. 488 p.

2. Shupletsova O.N., Tovstik E.V. Accumulation of cadmium and zinc by barley regenerants against a provocative soil background with cadmium. Works on applied botany, genetics and selection. 2021;182(4):9-17. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-9-17.

3. Collection of methods for measuring the mass concentration of ions of copper, lead, cadmium, zinc, bismuth, manganese, nickel and cobalt by voltammetry on the Ecotest-VA voltammetric analyzer. M., 2004.

4. Titov A.F., Kaznina N.M., Talanova V.V. Heavy metals and plants. Petrozavodsk, Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2014. 194 p.