

Поглощение кадмия растениями пшеницы

З.М. Курамшина, Ю.В. Смирнова

Стерлитамакский филиал БашГУ, г. Стерлитамак

Бурное развитие промышленности в последние десятилетия стало причиной глобального загрязнения окружающей среды, в том числе тяжелыми металлами (ТМ). В отличие от других поллютантов, например пестицидов, ароматических углеводородов, диоксинов, поверхностно активных веществ, ТМ не разлагаются живыми организмами, накапливаются в растениях и передаются по пищевым цепям, конечным звеном которых является человек. Особую опасность представляет накопление ТМ в сельскохозяйственной продукции, в растениях, широко возделываемых в практике растениеводства, таких как пшеница [1].

Массовое загрязнение металлами окружающей среды приводит к явно выраженным поражениям растений, животных и человека, и поэтому сравнительно легко диагностируется. Более сложно оценить неблагоприятное воздействие относительно невысоких концентраций тяжелых металлов. На растениях внешне это не проявляется, но медленно и малозаметно отрицательно влияет на здоровье человека, обуславливая развитие целого ряда заболеваний. Загрязнения именно такого рода встречаются наиболее часто [2].

Целью настоящей работы явилось изучение способности растений пшеницы мягкой *Triticum aestivum* к поглощению кадмия при искусственном загрязнении почвы данным металлом.

Объектом исследования служили растения мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Омская 35. Семена перед посевом промывали в мыльной воде, стерилизовали 96%-ым этанолом в течение 1 мин, трижды ополаскивали в дистиллированной воде, подсушивали, затем использовали в экспериментах.

Растения выращивали в вегетационных сосудах (20 × 20 см) с выщелоченным черноземом при температуре 18–20°C при искусственном освещении. В почву металл вносили в виде раствора соли $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, однократно после посева семян, рассчитывая соответствующую концентрацию ионов металла (10, 200 мг/кг почвы). Контрольные растения поливали дистиллированной водой. Растения выращивали в течение 30 суток, затем измеряли биомассу побегов, определяли локализацию ионов кадмия в корнях и содержание металла в побегах.

Определение локализации кадмия в корнях пшеницы проводили с помощью гистохимического метода, основанного на способности раствора дитизона образовывать с

кадмием нерастворимый комплекс – дитизонат кадмия, который окрашивается в красно – фиолетовый цвет. На расстоянии 10–15 мм от апекса в корнях 30-ти дневных растений пшеницы делали поперечные срезы. Помещали на предметное стекло, наносили 3–4 капли 0,5 мг/мл свежеприготовленного раствора дитизона (смесь с ацетоном и дистиллированной водой), добавляя 1–2 капли ледяной уксусной кислоты, и через 2 минуты рассматривали под микроскопом [3].

Количество кадмия в побегах растений определяли атомно-адсорбционной спектрофотометрией (Spectra AA200, Австралия), сжигая материал в смеси HNO_3 и H_2O_2 [4]. Эксперименты проводили не менее чем в трех биологических повторах и четырех аналитических повторностях. Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью стандартных программ пакета Microsoft Office, данные представлены в виде среднего значения \pm стандартное отклонение.

В ходе экспериментов было установлено, что биомасса побегов растений, выросших в присутствии кадмия, снижалась, в отличие от контрольных растений, не подвергшихся влиянию металла. Из литературных источников известно, кадмий ингибирует рост, снижает урожайность растений, влияет на поглощение питательных веществ, гомеостаз растений. Снижение биомассы под действием кадмия может быть прямым следствием ингибирования синтеза хлорофилла и фотосинтеза. Чрезмерное количество данного ТМ в окружающей среде может вызвать ингибирование активности различных ферментов, индукцию окислительного стресса, включая изменения в активности ферментов системы антиоксидантной защиты растений [2].

Нами было установлено, что при выращивании растений в природной почве, искусственно не загрязненной кадмием, данный ТМ все же присутствовал в побегах растений в небольших количествах, что объясняется фоновым содержанием кадмия в почвах Республики Башкортостан, а также выбросами промышленных предприятий. Однако содержание кадмия в побегах пшеницы было ниже установленной ПДК [1].

При выращивании пшеницы в почве, искусственно загрязненной кадмием, содержание металла закономерно возрастало с повышением его концентрации в среде выращивания. Так при концентрации 10 мг/кг почвы (20-кратное превышение ПДК для почвы) содержание кадмия в побегах пшеницы составило 1,95 мг/кг сухого веса, при 200 мг/кг (400-кратное превышение ПДК) – 4,36 мг/кг.

Гистохимический анализ распределения кадмия в корнях *Triticum aestivum* показал, что количество дитизоната кадмия увеличивалось в тканях с повышением концентрации металла в почве (рис. 1). Металл был обнаружен как в клетках ризодермы и первичной коры, так и в клетках центрального цилиндра. Большая часть кристаллов дитизоната кадмия присутствовала в зоне клеточных стенок.

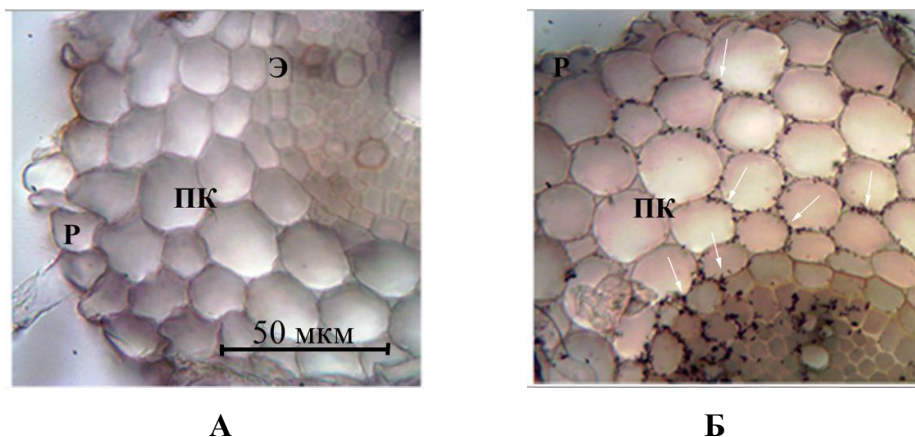


Рис. 1. Локализация ионов кадмия в клетках корней растений *Triticum aestivum* L., выращенных в условиях загрязнения почвы кадмием: А – растения, выросшие в почве без металла; Б – Cd^{2+} 10 мг/кг почвы; Р – ризодерма, ПК – первичная кора, Э – эндодерма. Стрелками указаны места локализации кристаллов дитизоната кадмия.

Таким образом, при выращивании пшеницы на почвах, загрязненных кадмием, происходит значительное накопление ТМ как в корневой системе, так и в надземной части растения, в первую очередь отвечающей за формирование растениеводческой продукции.

Список литературы

1. Квеситадзе Г.И., Хатисашвили Г.А., Евстигнеева З.Г. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. – М.: Наука, 2005. – 199 с.
2. Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Тяжелые металлы и растения. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. – 194 с.
3. Серегин И.В., Иванов В.Б. Гистохимические методы изучения распределения кадмия и свинца в растениях // Физиология растений. – 1997. – Т. 44. – С. 915–921.
4. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.