

УДК 57.042:57.044: 574.24

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СМЕСЕЙ НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ПОБЕГАХ КРЕСС-САЛАТА (*LEPIDIUM SATIVUM*)¹

© 2006 А.В. Удиванкин²

В экспериментах на однолетнем растении кресс-салате (*Lepidium sativum*), выращенном на гидропонике, изучалось влияние ионов Cd, Al, Pb и их смесей на содержание цитозольных и мембраносвязанных белков в побегах растения. Выявлено. Предположены возможные механизмы реакций объекта, вызывающих изменения в содержании исследованных показателей.

Введение

Среди неорганических загрязнителей одними из наиболее токсичными являются тяжелые металлы. Это объясняется их сродством с физиологически важными органическими соединениями, с возможностью их инактивировать, а также способностью к медленному накоплению в организме, вызывая как ярко выраженные специфические, так и хронические неспецифические реакции.

К таким реакциям относятся образование комплексов «белок – металл», «пигмент – металл», нарушение процессов образования и транспорта белков и пигментов и другие реакции, показателями которых могут являться изменения в содержании различных групп белков и пигментов в растении. Исследования роли металлов в жизнедеятельности растений имеют продолжительную историю. Несмотря на постоянное внимание ученых, уделяемое разным аспектам этой проблемы, до сих пор остаются нераскрытыми многие аспекты действия тяжелых металлов. В данной работе мы ставили целью определить влияние тяжелых металлов на содержание мембраносвязанных и цитозольных белков, фотосинтетических пигментов, а также дать оценку совместному действию смеси металлов на выбранные показатели.

¹ Представлена доктором биологических наук профессором В.Г. Подковкиным.

² Удиванкин Алексей Валерьевич (udivankin@gmail.com), кафедра биологии Самарского муниципального университета Наяновой, 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 196.

Методика исследования

Объектом исследования служил кресс-салат (клоповник посевной – *lepidium sativum* L.). Выбор кресс-салата в качестве объекта объясняется быстрым ростом его побегов, высокой всхожестью семян и достаточно высокой чувствительностью к разного рода токсикантам.

Растения выращивались в люменостате с поддержанием постоянной температуры и длительности светового дня. Растения разных групп (численностью 40-80 растений каждая) выращивались на гидропонике с добавлением солей металлов или их смесей в концентрациях, эквивалентных 50 ПДК (установленных для вод природных водоемов). Длительность эксперимента составила 15 дней. По окончании эксперимента растения были отобраны для дальнейшего анализа.

Концентрацию белка определяли по методу Брэдфорда [1]. Экстракцию мембраносвязанных белков производили с использованием детергента Тритон X-100 с разделением центрифугированием при 10000g.

Экстракцию фотосинтетических пигментов проводили общепринятым методом с использованием охлажденного 80% ацетона, определение концентрации проводили фотометрическим методом на калориметре КФК-3 [6].

Результаты исследования

В результате проведенных нами исследований было установлено, что тяжелые металлы, алюминий и их смеси оказывают влияние на содержание цитозольных белков в побегах растения (см. таблицу).

Таблица

Содержание в побегах растений исследуемых групп, мг/г

Металл	Цитозольные белки	Мембраносвязанные белки	Каротиноиды
Cd	2,16±0,13	0,47±0,05	0,28±0,03
Pb	2,07±0,11	0,39±0,06	0,23±0,03
Al	0,73±0,08	0,38±0,04	0,12±0,03
Cd+Al	0,86±0,06	0,46±0,06	0,17±0,03
Pb+Al	1,02±0,09	0,42±0,11	0,18±0,03
K	1,77±0,10	0,33±0,06	0,16±0,02

Как видно из приведенных данных, у растений, выращиваемых в среде, содержащей алюминий, содержание водорастворимых белков ниже на 57% по сравнению с контрольной группой. У растений, выращенных в среде, содержащей смеси ионов Al+Cd и Al+Pb, также наблюдается снижение содержания водорастворимых белков на 51 и 45 % соответственно. Содержание цитозольных белков в растениях, произрастающих в среде, содержащей ионы Cd и Pb, было выше относительно контроля на 22 и 17 % соответственно.

Увеличение содержания водорастворимых белков у растений, подвергшихся воздействию Cd и Pb, вероятнее всего, связано с тем, что металлотионеины

(белки, синтез которых индуцируется при попадании металлов в клетку [3,6,7]) связывают ионы кадмия, тем самым уменьшая его токсичность. Алюминий, по всей видимости, не индуцирует синтез металлотионеинов, что подтверждается литературными источниками [8], однако все же обладает токсическим эффектом, снижая содержание цитозольных белков на 62%. Пониженное содержание белков при действии смеси тяжелых металлов с алюминием можно объяснить сочетанным действием факторов – мишенями в данных случаях являются различные процессы ввиду разной биологической роли данных металлов.

У растений, выращенных в среде с Cd и Pb, уровень мембраносвязанных белков выше относительно контрольных растений на 37 и 26 % соответственно, в то время как алюминий не оказал достоверного воздействия на данный показатель. У растений, выращенных в среде, содержащей смеси Al+Cd и Al+Pb, также наблюдается повышение содержания цитозольных белков на 36 и 30 % соответственно. Такие результаты также объясняются в различной природе действия данных металлов, при этом в данном случае первичную роль играют именно Cd и Pb.

Достоверных отличий в содержании хлорофиллов группы а и b в растениях опытных групп от контроля выявлено не было.

В таблице также представлены результаты анализа содержания каротиноидов в растениях исследуемых групп.

Было выявлено влияние ионов кадмия и свинца на содержание каротиноидов: растения группы Cd и Pb отличаются от контроля повышенным содержанием каротиноидов на 70 и 43 % соответственно. Повышение содержания каротиноидов возможно объяснить ответной реакцией растения с целью детоксикации ионов металлов: известно, что некоторые каротиноиды выполняют различного рода защитные функции [2].

Выводы

Содержание цитозольных и мембраносвязанных белков в побеге выбранного объекта подвержено действию тяжелых металлов и алюминия в невысоких концентрациях и длительной экспозиции. При этом действие алюминия носит иной характер, нежели чем кадмия и свинца.

Смеси кадмия и свинца с алюминием обладают действием как одного, так и другого агента; сколько-нибудь значимого синергического или антагонистического эффекта совместного действия данных факторов не выявлено.

Помимо основной цели данной работы нам представлялось интересным сопоставить чувствительность содержания белков и фотосинтетических пигментов как показателей токсического действия металлов. Выявлена большая подверженность действию тяжелых металлов исследованных белковых показателей, нежели чем пигментов (хлорофиллы а и b); содержание каротиноидов также в высокой степени подвержено действию тяжелых металлов.

Литература

- [1] Bredford, M. M., Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantity of protein utilizing the principle of protein dye binding / M.M. Bredford // Ann. Biochem. – 1976. №72. – С. 248-254.
- [2] Бриттон, Г. Биохимия природных пигментов. / Г. Бриттон; Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 422 с., ил.
- [3] Гавриленко, Е.Е. Накопление и взаимодействие ионов меди, цинка, марганца, кадмия, никеля и свинца при их поглощении водными макрофитами / Е.Е. Гавриленко, Е.Ю. Золотухина // Гидробиологический журнал. 1989. – Т 25. – №5. – С. 54-62.
- [4] Демидчик, В.В. Поступление меди в растения и распределение в клетках, тканях и органах / В.В. Демидчик, А.И. Соколик, В.М. Юрин // Успехи современной биологии. 2001. – Т. 121. – С. 190-197.
- [5] Северина, С.Е. Практикум по биохимии: учеб. Пособие / С.Е. Северина, Г.А. Соловьевой. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – С. 82.
- [6] Лебедева, А.Ф. Устойчивость цианобактерий и микроводорослей к действию тяжелых металлов: роль металлсвязывающих белков / А.Ф. Лебедева [и др.] // Вестн. МГУ, 1998. Биология. – №2. – Сер. 16. – С. 42-49.
- [7] Феник, С.И. Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам / С.И. Феник, Т.Б. Трофимьяк, Я.Б. Блюм // Усп. совр. биол. – 1995. – Т. 115. – Вып. 3. – С. 261-275.
- [8] Cobbett, C.S. Phytochelatins and their roles in heavy metal detoxification / C.S. Cobbett // Plant physiol., 2000. – V. 123. – P. 825-832.

Поступила в редакцию 25/IX/2006;
в окончательном варианте – 4/X/2006.

Paper received 25/IX/2006.
Paper accepted 4/X/2006.

EFFECT OF SOME HEAVY METAL SALTS AND THEIR MIXES ON CONCENTRATION OF PROTEINS AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN *LEPIDIUM SATIVUM* L. SPROUTS³

© 2006 A.V. Udivankin⁴

Effect of Cd, Al and Pb salts and their mixes on concentrations of proteins and photosynthetic pigments in *Lepidium Sativum* sprouts grown on hydroponics is studied.

³ Communicated by Dr. Sci. (Biology) Prof. V.G. Podkovkin.

⁴ Udivankin Aleksej Valerjevich (udivankin@gmail.com), Dept. of Biology, Najanova University, 443001, Samara, Russia.