

растворов. С уксусно-кислым свинцом и гидроокисью бария дают нерастворимый осадок [3]. В наших исследованиях с крепкой серной кислотой сапонин дал желтое окрашивание, быстро переходящее в красное с образованием пенящихся пузырьков (рисунок 7,8). Сапонины в больших количествах были обнаружены в водозапасающих тканях листьев, реакция проходила моментально. В стеблях такой активности не наблюдалось.

Таким образом, в результате проведенных гистохимического анализа на срезах листа и стебля обнаружены жирные масла, а также установлена их локализация: жирные кислоты - в секреторных клетках вокруг проводящих пучков листа, в клетках первичной коры стебля, сапонины в водозапасающих тканях листа.

По выявленным в результатах морфо-анатомических исследований мы можем сказать о следующих характерных особенностях:

- что растения от основания ветвистое
- стебли и листья покрыты длинными оттопыренными волосками, густые и шерстистые
- листья очередные, мясистые
- строение листьев центрический суккулентный тип без гиподермы
- расположение устьиц относится парацитному типу
- палисадная ткань однорядная
- строение стебля — пучковое: 9 проводящих пучков расположены в 1 круге.

Представленные исследование анатомо-морфологические признаков *S. lanata*, необходимые для диагностики лекарственного сырья. Наблюдения проводились в фазу цветения.

Полученные в работе результаты могут быть использованы для написания временной фармакопейной статьи, поиска новых источников биологически активных веществ, установление их химического состава и проведение биологического скрининга.

Литература

- 1 Гемеджиева Н.Г. Алкалоидные растения Казахстана и перспективы их использования (на примере Джунгаро-Северотяньшаньской провинции). – Алматы, 2012. - 312с.
- 2 Адекенов С.М. Биологически активные вещества из растений, их химическая модификация и биоскрининг. // Развитие фитохимии и перспективы создания новых лекарственных препаратов. – Алматы, 2004. – Книга 2.
- 3 Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятов А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 310с
- 4 Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1960. – С. 208
- 5 Пирс Э. Гистохимия М., 1962, С.376
- 6 Долгова А.А., Ладыгина Е.Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии.
- 7 Флора Казахстана, Т 3 – Алма-Ата: 1960
- 8 Иллюстрированный определитель растений Казахстана, том 1. – Алма-ата: Наука, 1969.
- 9 Мирославов Е.А. Структура и функция эпидермиса листа покрытосеменных растений. – Ленинград, 1974, С.46-47.
- 10 Васильева И.С., Пасешниченко В.А. Стероидные гликозиды растений и культуры клеток диоскореи, их метаболизм и биологическая активность. // Успехи биологической химии, т.40, 2000, с.153-204

УДК. 633.1

С.Д. Атабаева*, А. Нурмаханова, А. Ахметова, А.Ж. Бейсенова, С.С. Кенжебаева
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,
e-mail: saulcat@vandex.ru

Анатомические особенности строения корней пшеницы в условиях загрязнения ионами кадмия

В статье представлены анатомические особенности строения корней 5 сортов пшеницы Шагала, Казахстанская-3, Казахстанская ранняя, Мельтурн и Кайыр в условиях загрязнения среды ионами кадмия в концентрациях 0,15 мМ и 0,3 мМ (CdSO₄). У сортов Мельтурн и Шагала степень устойчивости по ростовым параметрам коррелировала с анатомическими изменениями в структуре корней.

Ключевые слова: кадмий, пшеница, экзодерма, эндодерма, центральный цилиндр

С.Д. Атабаева, А. Нурмаханова, А. Ахметова, А.Ж. Бейсенова, С.С. Кенжебаева

Кадмий иондарымен ластанған ортада бидай тамырының анатомиялық құрылыс ерекшеліктері

Мақалада кадмийдің 0,15 мМ және 0,3 мМ (CdSO_4) концентрациясымен ластанған ортада бидайдың 5 түрлі Шағала, Қазақстанская-3, Қазақстанская ранняя, Мельтурн және Қайыр сорттары тамырының анатомиялық құрылыс ерекшеліктері зерттелген. Бидайдың Мельтурн және Шағала сорттары тамыры құрылысының анатомиялық өзгерістері төзімділік деңгейімен корреляцияланатыны байқалған.

Түйін сөздер: кадмий, бидай, экзодерма, эндодерма, орталық цилиндр

S.D. Atabaeva, A. Nurmahanova, A. Ahmetova, A. Zh. Beisenova, S.S. Kenzhebayaeva

Anatomical peculiarities of wheat roots under cadmium contaminated conditions

It was studied the anatomical structure of roots of 5 wheat cultivars: Shagala, Kazakhstanskaya-3, Kazakhstanskaya rannaya, Meltur and Kayr under cadmium contaminated conditions (0,15 мМ and 0,3 мМ CdSO_4). In Meltur and Shagala cultivars the level of tolerance on growth parameters is correlated with anatomical changes in roots structure.

Keywords: cadmium, wheat, exoderma, endoderma, stele

Развитие современных технологий в промышленности и сельском хозяйстве приводит к интенсивному возрастанию количества тяжелых металлов (ТМ) в окружающей среде, на несколько порядков превышающие фоновые концентрации. Казахстан, по территории входящий в десятку самых крупных стран мирового сообщества, в настоящее время по всем параметрам относится к экологически уязвимым.

Более четверти территорий республики непригодны для жизни из-за испытаний на военных полигонах, из-за того, что фабрики и заводы оставляют после своей деятельности тонны токсичных промышленных выбросов, а сельское хозяйство использует тонны ядовитых химических веществ для борьбы с сорняками и насекомыми. В отдельных районах средняя продолжительность жизни людей сократилась на 15 – 20 лет по сравнению с развитыми странами [1].

Поэтому в связи с тяжелой экологической обстановкой в регионах выявление устойчивых к действию тяжелых металлов видов сельскохозяйственных культур, разработка анатомо-морфологических, физиолого-биохимических тест-систем является необходимым этапом на пути дальнейшего развития земледелия.

Материалы и методы

В качестве объектов исследований были взяты 5 сортов пшеницы Шағала, Қазақстанская-3, Қазақстанская ранняя, Мельтурн и Қайыр.

Растения выращивались в гидропонных условиях с различным содержанием Cd в факторостатных условиях при $t-22^0\text{C}$ днем и 18^0C ночью, с 14-ч фотопериодом.

Растения выращивали 7 дней в растворах, содержащих различные концентрации Cd (в виде соли CdSO_4). Растения выращивали в 3 вариантах: контроль, 0,15 мМ CdSO_4 ; 0,3 мМ CdSO_4 . Измерение биометрических показателей проводилось по общепринятым методам.

Консервация растений была проведена по методике Страсбургер-Флемминга [2]. Консервирующей жидкостью являлась смесь: спирт-глицерин-вода в пропорции 1:1:1. Фиксацию проводили в 96% этиловом спирте. Были зафиксированы надземные и подземные вегетативные органы исследуемых видов растений. Анатомические препараты были изготовлены с помощью микротомы с замораживающим устройством ТОС-2, а также делались вручную лезвием. Для ручной резки были использованы обыкновенные бритвы с двояковогнутым лезвием, применяемые для бритья. Срезы заключали в глицерин и бальзам в соответствии с общепринятыми методиками Прозиной М.Н. (1960) [3], Пермякова А.И. (1988) [4], Барыкиной Р.П. (2004) [5]. Толщина анатомических срезов составляла 10-15 мкм. Подготовлено более 500 постоянных и временных препаратов для микрофотографирования и проведения морфометрического анализа.

Для количественного анализа проведено измерение морфометрических показателей с помощью окуляр-микрометра МОВ-1-15 (при объективе х 9, увеличении х 10,7).

Микрофотографии анатомических срезов были сделаны на микроскопе МС 300 с видеокамерой САМ V400/1.3М.

Результаты и их обсуждение

С увеличением концентрации кадмия в среде выращивания у сортов пшеницы также наблюдалась тенденция к уменьшению толщины экзодермы и эндодермы корней.

При более низкой концентрации кадмия наименьшее изменение в толщине экзодермы происходило у корней сорта Кайыр (на 4% ниже контроля), а толщина эндодермы у этого сорта незначительно превышала контроль (на 4%). В наибольшей степени снизилась толщина экзодермы у сорта Шагала (на 37%), а эндодермы – у сорта Казахстанская-3 (на 43%) (рисунок 1).

При действии кадмия по некоторым сортам прослеживается корреляция между устойчивостью сорта и анатомическими показателями корня, в частности, экзодермы. При действии 0,3 мМ CdSO₄ у устойчивого по ростовым параметрам сорта Мельтурн толщина экзодермы превышала контроль на 14%, что указывает на активацию адаптивных реакций растений против данного стресса. Наименьшие изменения в толщине экзодермы наблюдались у сорта Кайыр. Толщина эндодермы у сорта Кайыр и Казахстанская-3 незначительно снизилась относительно контроля. Толщина экзодермы в наибольшей степени снизилась у неустойчивого по ростовым параметрам сорта Шагала (на 43%), а толщина эндодермы - у сорта Казахстанская-3 (на 43%).

По изменению толщины экзодермы и эндодермы при действии 0,3 мМ CdSO₄ сорта располагаются в следующем порядке (в % к контролю): по толщине экзодермы – Мельтурн (114%) > Кайыр (98%) > Казахстанская-3 (72%) > Казахстанская ранняя (68%) > Шагала (57%); по толщине эндодермы - Казахстанская ранняя (97%) > Кайыр (96%) > Мельтурн (92%) > Шагала (84%) > Казахстанская-3 (57%) (рисунки 1, 2).

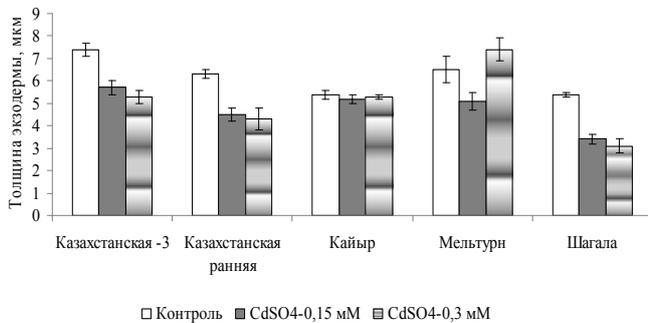


Рисунок 1 - Влияние ионов кадмия на толщину экзодермы корней пшеницы

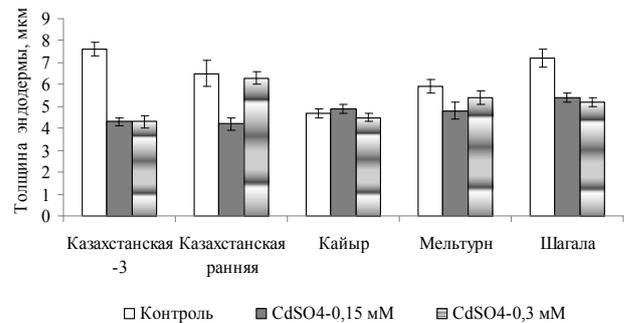
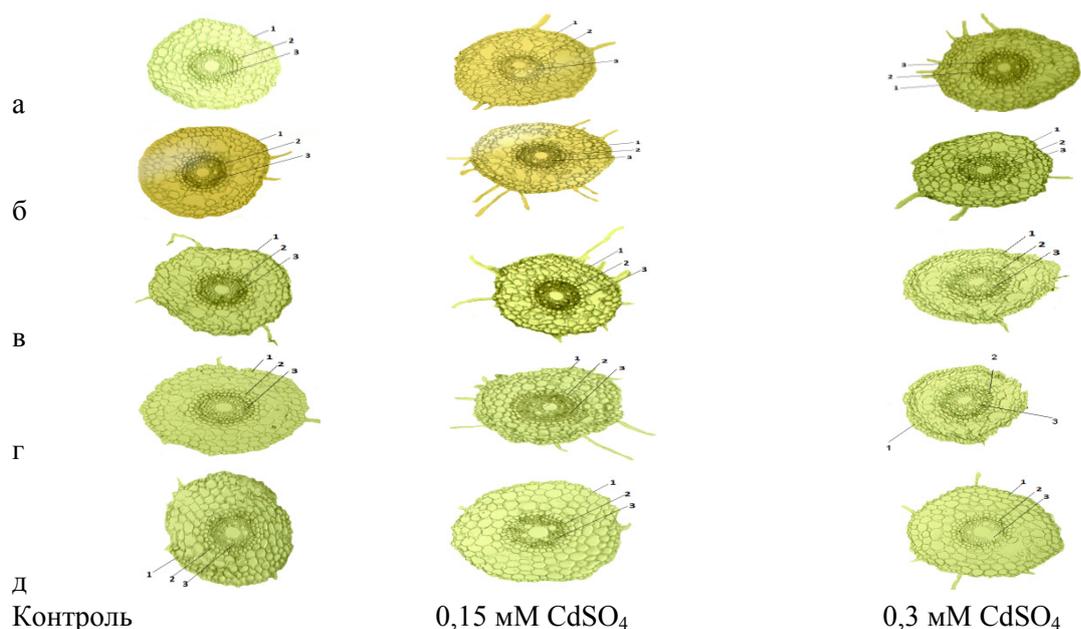


Рисунок 2 - Влияние ионов кадмия на толщину эндодермы корней пшеницы

Отношение толщины экзодермы к толщине эндодермы при действии 0,3 мМ CdSO₄ уменьшается в следующем порядке (в % к контролю): Казахстанская-3 (132) > Мельтурн (125) > Кайыр (103%) > Казахстанская ранняя (70%) > Шагала (69) (рисунок 3).

У некоторых сортов при низкой концентрации кадмия этот показатель превышал таковой у контрольных растений. У сортов Казахстанская-3, Казахстанская ранняя отношение толщины экзодермы к толщине эндодермы превышало контроль на 43 и 10% соответственно. При повышении концентрации кадмия до 0,3 мМ у сортов Казахстанская-3, Мельтурн и Кайыр этот показатель превышал контроль на 32, 25 и 3%, соответственно. Диаметр центрального цилиндра при действии ионов кадмия уменьшался. При действии 0,15 мМ CdSO₄ этот показатель у сортов Мельтурн, Шагала был на уровне контроля, в наибольшей степени снижался данный показатель у сорта Казахстанская ранняя (на 12%). При действии 0,3 мМ CdSO₄ наибольшие изменения в диаметре центрального цилиндра произошли у сорта Кайыр (на 33%), а у сортов Шагала и Мельтурн данный показатель был на уровне контроля. По изменению диаметра центрального цилиндра при действии 0,3 мМ кадмия сорта располагаются следующим образом: Шагала (101%) > Мельтурн (99%) > Казахстанская ранняя (96%) = Казахстанская-3 (96%) = Кайыр (67%). Диаметр центрального цилиндра с увеличением концентрации кадмия снижался. Прямой корреляции между устойчивостью сортов и анатомическими показателями не было обнаружено. Только у некоторых сортов, как Мельтурн и Шагала степень устойчивости коррелировала с анатомическими изменениями в структуре корней (рисунок 3).



а - Казахстанская-3; б - Казахстанская ранняя; в - Кайыр; г - Мельтурн; д - Шагала; 1 – экзодерма, 2 – эндодерма, 3 – центральный цилиндр

Рисунок 3 - Особенности анатомического строения корней сортов пшеницы в условиях действия ионов кадмия

Тот факт, что изменения в анатомическом строении не нашли прямого отражения на организменном уровне, указывает на то, что устойчивость на организменном уровне является результатом сложных взаимодействий физиологических, биохимических и анатомических адаптивных реакций в ответ на стресс.

Отношение толщины экзодермы к толщине эндодермы является важным показателем устойчивости растений. Чем выше эта величина, тем выше устойчивость растений, считают авторы [6]. Утолщение экзодермы является показателем адаптивных реакций против стрессоров [7].

По данным литературы тяжелые металлы обнаружены в клеточных стенках кортикальных клеток корней. При действии цинка у растений *Brassica juncea* наблюдалось уменьшение клеток палисадной паренхимы и эпидермальных клеток. Также наблюдалось снижение содержания крахмала. При действии кадмия были незначительные изменения в клетках эпидермиса и мезофилла. Отмечено увеличение количества вакуолей эпидермальных и кортикальных корней [8].

Таким образом, при действии тяжелых металлов у сортов пшеницы уменьшались толщина верхнего и нижнего эпидермиса, диаметр проводящих пучков листьев, а также уменьшались толщина эндодермы и экзодермы, а также диаметр центрального цилиндра.

Литература

- 1 <http://www.ca-oasis.info/oasis/?jrn=22&id=157>.
- 2 Пермяков А.И. Микротехника. – М.: Изд. МГУ, – 1988. – 62 с.
- 3 Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М., – 1960. – 208 с.
- 4 Пермяков А.И. Микротехника. – М.: Изд. МГУ, – 1988. – 58 с.
- 5 Барыкина Р.П. - Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – М.: МГУ, – 2004. – 312 б.
- 6 B.B. Maruthi Sridhar, S.V. Diehl, F.X. Hanc, D.L. Monts, Y. Sub, Anatomical changes due to uptake and accumulation of Zn and Cd in Indian mustard (*Brassica juncea*) // Environmental and Experimental Botany. - 2005. - №54, - P.131–141.
- 7 Singh A., Prasad R. Salt stress effect growth and cell wall bound enzymes in *Arachis hypogaea* L. seedlings // International journal of integrity Biology. - 2009. -Vol.7. - №2 - P. 117-123.
- 8 Mikovilovi V.S., Dragosavac D. Environmental impact on morphological and anatomical structure of Tansy Stevovi // African Journal of Biotechnology. -Vol. - № 9(16), P. 2413-2421.