УДК 582.4: 575

Н.Ж. ОМИРБЕКОВА

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ $CdCl_2$ НА АНАТОМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы)

Изучено действие $CdCl_2$ на анатомическую структуру растений пшеницы сорта Казахстанская 3 и Женис. Установлено, что водный раствор 0,01% $CdCl_2$ влияет на количественные показатели внутренней анатомической структуры пшеницы. Выявлено, что сорт Женис более толерантен к действию $CdCl_2$, чем сорт Казахстанская 3.

Литературные данные свидетельствуют о том, что соли кадмия влияют на морфологические параметры и метаболизм растительного организма. Например, показано влияние ионов кадмия на изменение морфологических показателей овса (*Avena sativa* L.), на клеточное деление и рост растений, на синтез белка и нуклеиновых кислот при прорастании семян пшеницы, кукурузы и гороха - достоверно либо повышается, либо уменьшается содержание нуклеиновых кислот и белков, на активность ферментов азотного метаболизма растений пшеницы /1-5/. Согласно исследованиям Гомеса и др. (2001 г.), при обработке солями кадмия - $CdCl_2$ и $Cd(NO_3)_2$ значительно увеличивается, по сравнению с контролем индукция частоты изменений сестринских хроматид у конских бобов (*Vicia faba* L.) Коэффициент корреляции для $CdCl_2$ составлял 0,91, а для $Cd(NO_3)_2$ - 0,90 /6/.

По способности к аккумуляции тяжелых металлов выделяют две контрастные группы растений: исключатели, у которых поглощаемые тяжелые металлы задерживаются в корневой системе и практически не поступают в побеги, и гипераккумуляторы, у которых они накапливаются в больших количествах в надземных органах без видимого нарушения метаболизма /7/.

Установлено, что обработка семян $CdCl_2$ индуцирует у мягкой пшеницы изменения, которые выражаются в появлении в первом поколении (M_1) мощных растений с продуктивными селекционно-ценными признаками – удлиненные колосья, более крупные зерновки, по массе зерна с главного колоса, массе 1000 зерен и др. Эти растения, обладали характерными признаками исходного сорта, но по ряду количественных признаков превосходили контрольные варианты. Признаки измененных форм стабильно передаются в поколениях M_2 - M_4 /8/.

В связи с этим представляло интерес изучить влияние 0,01% водного раствора $CdCl_2$ на изменчивость количественных показателей внутренней анатомической структуры пшеницы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальным материалом служили 14-дневные проростки двух сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) местной селекции: сорт Казахстанская 3 и сорт Женис. Для этого семена пшеницы замачивали в 200 мл 0,01% водного раствора $CdCl_2$ в течение 5 ч. при температуре 25° С. Обработанные семена промывали 30 мин в проточной воде, затем по 5 мин. трижды стерильной водой. Семена помещали в пластиковые чашки Петри и проращивали 48 часов на смоченной водой фильтровальной бумаге в термостате при температуре 25°С. Через 48 часов проростки проращивали при комнатной температуре на свету. В процессе проращивания проростки поливали проточной отстойной водой. Контролем служили необработанные семена пшеницы.

Для анатомических исследований вегетативные органы растений фиксировали по общепринятым методикам /9,10/. Срезы материала проводили на микротоме с замора-

живающим устройством ТОС-2. Микрофотографирование объектов исследования проводили на микроскопе Axioskop 40, Carl Zeiss. Статистическая обработка проведена согласно Рокицкому П.Ф. /11/.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

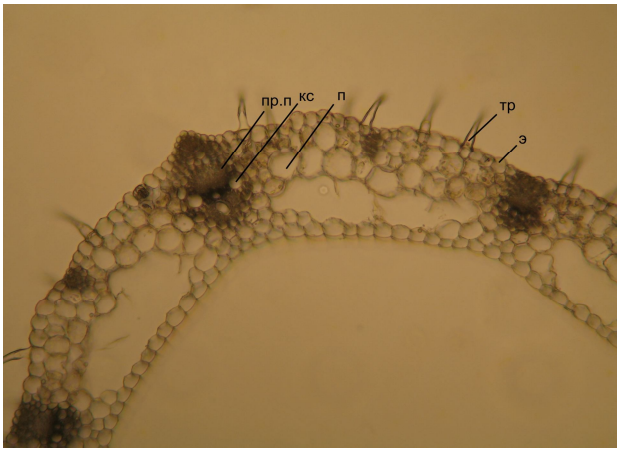
Известно, что кадмий, как тяжелый металл, обладает мутагенным и токсическим действием /12/. Однако практически нет сведений о том, какими морфофизиологическими особенностями определяется способность растений накапливать тяжелые металлы в надземных органах, либо в корнях.

В данном исследовании при гистологическом анализе выявлено, что 0,01% водный раствор $CdCl_2$ изменяет анатомическую структуру вегетативных органов пшеницы. Выявлено, что сорт Казахстанская 3 более чувствителен к действию соли кадмия, чем сорт Женис.

Результаты исследований влияния хлористого кадмия на рост и развитие внутренней анатомической структуры стебля мягкой пшеницы представлены в таблице 1 и рисунках 1, 2.

Таблица 1 - Влияние $CdCl_2$ на морфометрические показатели стебля пшеницы

Сорт	Варианты	Толщина эпидермиса, мкм	Толщина выполненной части, мкм	Площадь проводящих пучков, $x10^{-3}$ $мм^2$	Площадь ксилемных сосудов, $x10^{-3}$ $мм^2$
Казахстанская 3	Контроль	25,05±1,59	149,91±4,72	70,04±8,85	2,43±0,33
	Опыт	27,57±1,18	175,14±3,52***	51,91±2,86	2,99±0,13
Женис	Контроль	31,21±0,96	177,10±16,23	75,37±6,35	2,20±0,25
	Опыт	25,79±1,65**	175,05±7,17	39,79±2,71***	2,47±0,30
- при P<0,01; * - при P<0,001					



Необработанные семена Обработанные кадмием семена

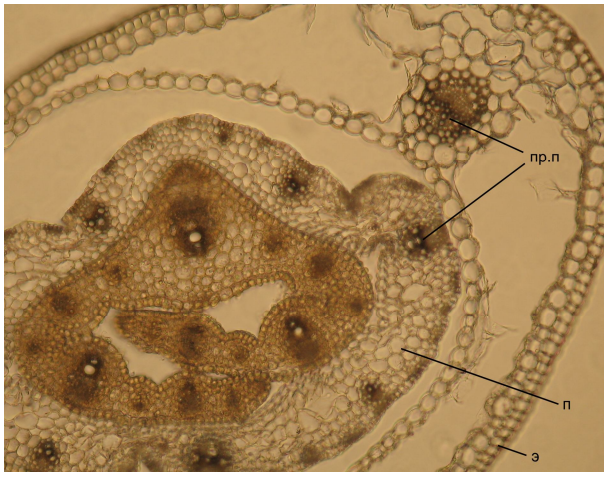
э – эпидермис; пр.п - проводящий пучок; п – паренхима; скл – склеренхима; фл –флоэма; кс – ксилема; в.кан - водоносный канал; м.о - механическая обкладка пучка (х 63)

Рисунок 1 - Влияние $CdCl_2$ на анатомическое строение стебля сорта Казахстанская 3

Стебель пшеницы представлен соломиной цилиндрической формы, внутри полый или выполненный, состоит из узлов и междоузлий. В строении стебля различают следующие ткани: эпидермис, гиподерму, зеленую ассимиляционную паренхиму, бесцветные участки паренхимы и сосудисто-волокнистые проводящие пучки. К эпидермису прилегает механическая ткань – гиподерма. Ассимиляционная ткань размещается островками в

склеренхимной гиподерме и состоит из тонкостенных паренхимных клеток с хлоропластами /13/.

При изучении влияния соли кадмия на анатомическое строение стебля мягкой пшеницы сорта Казахстанская 3 установлено, тяжелый металл изменяет только толщину выполненной части на 16% (175,14±3,52 мкм) в сравнении с контролем (149,91±4,72 мкм).



Необработанные семена

Обработанные кадмием семена

э – эпидермис; пр.п - проводящий пучок; п – паренхима; скл – склеренхима; фл –флоэма; кс – ксилема; в.кан - водоносный канал; м.о - механическая обкладка пучка (х 63)

Рисунок 2 - Влияние $CdCl_2$ на анатомическое строение стебля пшеницы сорта Женис

При изучении действия $CdCl_2$ на стебли сорта Женис показано, что уменьшается на 48% площадь проводящих пучков (39,79±2,71 х10^{-3} мм^2) по сравнению с контролем (75,37±6,35 х10^{-3} мм^2) и утончается толщина эпидермиса на 18% (25,79±1,65 мкм) по сравнению с контрольным вариантом (31,21±0,96 мкм). При этом $CdCl_2$ не влияет на площадь ксилемных сосудов стебля. Вероятно, различия в морфометрических показателях стебля зависят от реакции генотипов исследуемых сортов на действие соли тяжелого металла.

Распределение различных металлов в побегах имеет свои особенности. Это зависит от физико-химических свойств их ионов, а также определяется принадлежностью растений к типу исключателей или гиперакумуляторов. Кадмий и свинец поступают в надземные органы растений-исключателей в ограниченном количестве. В побегах эти металлы обнаружены в проводящих тканях и эпидермисе /14/.

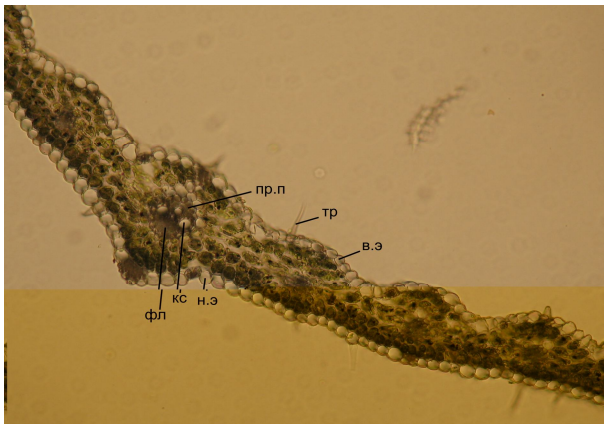
Во внутренней структуре листовых пластинок пшеницы под воздействием $CdCl_2$ также наблюдается изменение морфометрических показателей: толщины эпидермальных клеток и листовой пластинки, площади проводящих пучков и сосудов ксилемы (таблица 2, рисунки 3, 4).

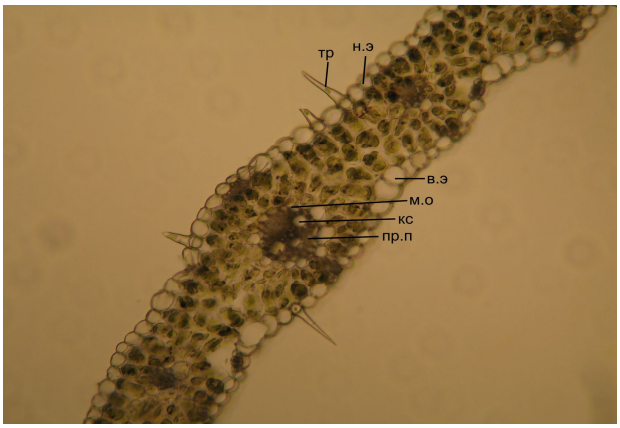
Листовые пластинки пшеницы плоские, верхняя и нижняя стороны ровные или слаборебристые. Главная жилка простая, на нижней поверхности листовой пластинки образует небольшой, тупой выступ. Между крупными жилами расположено по две-три средних и мелких жилки. Вокруг крупных и средних сосудистых пучков имеются склеренхимные обкладки. Клетки, примыкающие к верхнему и нижнему эпидермису, образуют палисадную ткань /13/.

Выявлено, что при действии $CdCl_2$ у сорта Казахстанская 3 изменяется толщина как верхнего (27%), так и нижнего эпидермиса (18%), толщина листовой пластинки (44%) и площадь ксилемных сосудов (22%). У листовых пластинок опытного варианта сорта Женис увеличивается площадь ксилемных сосудов (17,5%).

Таблица 2 – Влияние $CdCl_2$ на морфометрические показатели листьев пшеницы

Сорт	Вари-ант	Толщина эпидермиса, мкм		Толщина листовой пластинки, мкм	Площадь проводящих пучков, $x10^{-3}мм^2$	Площадь ксилемн. сосудов, $x10^{-3}мм^2$
		верхний	нижний			
Казах-станская 3	Контроль	18,97±0,80	18,22±1,00	99,81±8,73	39,76±5,00	2,79±0,20
	Опыт	4,21±0,70***	21,68±0,70**	143,93±4,50***	37,47±1,60	2,19±0,10*
Женис	Контроль	29,25±1,30	27,66±1,57	137,38±3,50	55,82±3,00	2,74±0,10
	Опыт	30,0±1,90	26,26±0,88	146,26±3,00	51,39±1,80	3,22±0,10**
*- при P< 0,05; **- при P<0,01;*** - при P<0,001						

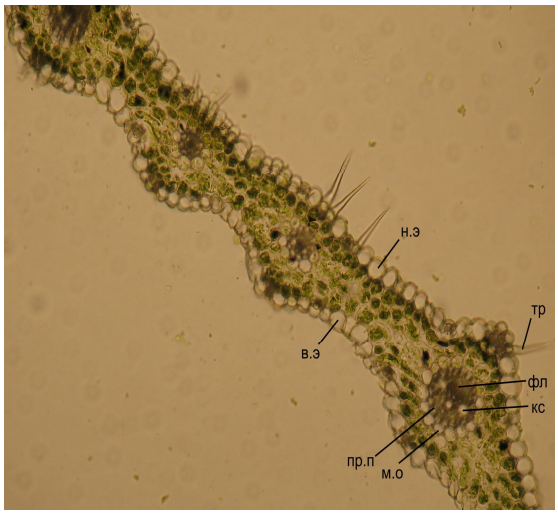




Необработанные семена Обработанные кадмием семена

в.э - верхний эпидермис; н.э - нижний эпидермис; пр.п - проводящий пучок; кс – ксилема; фл – флоэма; в.кан - водоносный канал; м.о - механическая обкладка пучка (х 63)

Рисунок 3 - Влияние $CdCl_2$ на анатомическое строение листовой пластинки сорта Казахстанская 3



Необработанные семена Обработанные кадмием семена

в.э - верхний эпидермис; н.э - нижний эпидермис; пр.п - проводящий пучок; кс – ксилема; фл – флоэма; в.кан - водоносный канал; м.о - механическая обкладкапучка (х 63)

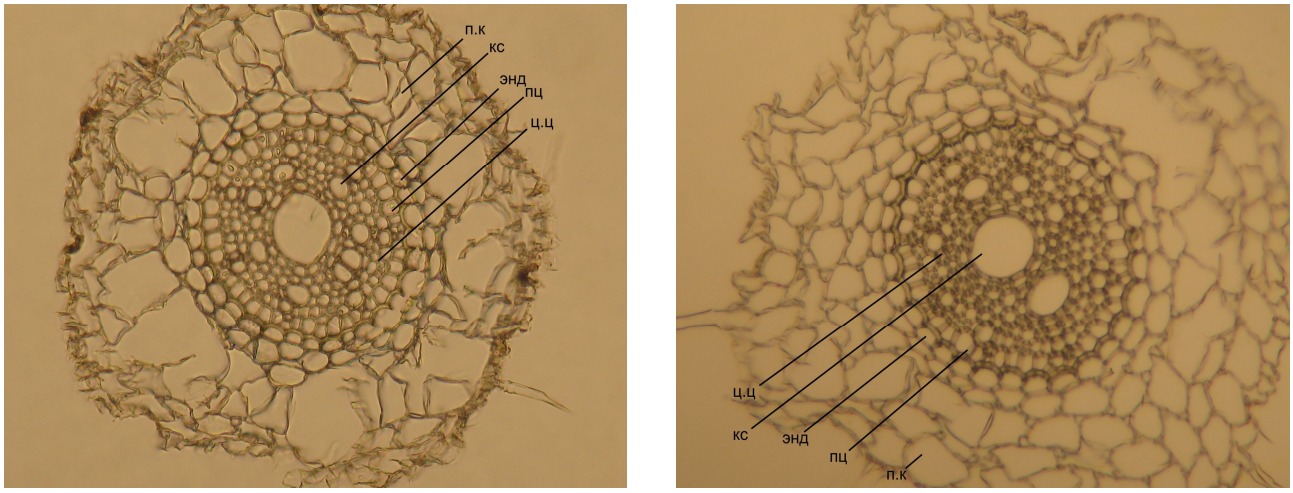
Рисунок 4 - Влияние $CdCl_2$ на анатомическое строение листовой пластинки сорта Женис

Действие $CdCl_2$ вызывает некоторые изменения внутренней структуры корней растений (таблица 3, рисунки 5, 6).

Корень пшеницы снаружи покрыт ризодермой, поверхность которой сильно увеличена за счет образования корневых волосков. За ризодермой образуется первичная кора, основную массу которой составляют живые паренхимные клетки. Внутренний слой коры представлен клетками эндодермы, которая состоит из живых несколько вытянутых в длину тонкостенных клеток. Проводящая система корня представлена радиальным пучком, в которой элементы флоэмы чередуются с элементами ксилемы /13/.

Таблица 3 – Влияние $CdCl_2$ на морфометрические показатели корня пшеницы

Сорт	Варианты	Толщина первичной коры, мкм	Диаметр центрального цилиндра, мкм	Толщина эндодермы, мкм	Площадь ксилем-ных сосудов, $x10^{-3}мм^2$
Казахстанская 3	Контроль	168,13±6,67	194,39±5,84	26,92±6,41	2,73±0,23
	Опыт	149,16±11,31	175,05±3,86**	22,06±0,74	2,71±0,14
Женис	Контроль	162,99±7,43	141,49±2,06	19,16±0,51	1,97±0,09
	Опыт	153,18±9,08	141,22±1,80	18,79±1,25	2,03±0,08
**- при P < 0,01					

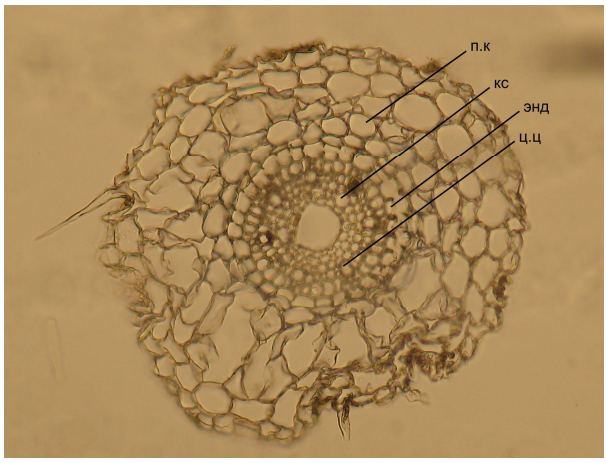


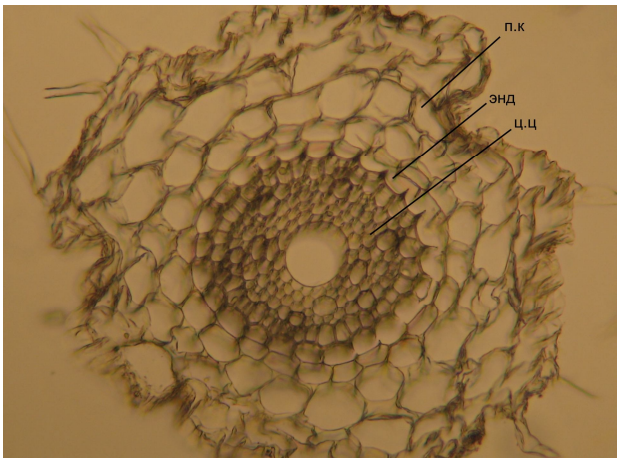
Необработанные семена Обработанные кадмием семена

п.к - первичная кора; энд -эндодерма; ц.ц -центральный цилиндр;
пц - перицикл; кс - ксилема (х 63)

Рисунок 5 - Влияние $CdCl_2$ на анатомическое строение корня пшеницы сорта Казахстанская 3

Следует отметить, что $CdCl_2$ практически не оказывает влияния на анатомическую структуру корневой системы пшеницы. Однако, наблюдаются незначительные уменьшение толщины слоя клеток первичной коры и толщины эндодермы как у сорта Казахстанская 3, так и Женис. При этом статистически достоверно уменьшается диаметр центрального цилиндра корня от 194,3±5,8 мкм до 175,0±3,8 мкм. Согласно литературным данным, большую часть площади поперечного сечения корня занимают клетки коры, которые могут накапливать Cd, Pb, Sr. У растений, в частности у кукурузы, кадмий, как, и свинец накапливается главным образом в ризодерме и коре, содержание этих металлов в эндодерме было ниже, чем в клетках прилегающего к эндодерме слоя коры /14,15/.





Необработанные семена Обработанные кадмием семена

п.к - первичная кора; энд – эндодерма; ц.ц - центральный цилиндр;
пц - перицикл; кс – ксилема (х 63)

Рисунок 6 – Влияние $CdCl_2$ на анатомическое строение корня пшеницы сорта Женис

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что $CdCl_2$ изменяет статистически достоверно количественные показатели в тканях стебля (толщину эпидермиса и выполненной части, а также площадь проводящих пучков), листьев (толщину верхнего и нижнего эпидермиса, толщину листовой пластинки и площадь ксилемных сосудов), корня (диаметр центрального цилиндра). Изменение анатомической структуры вегетативных органов при действии тяжелого металла зависит от генотипа растительного организма: сорт Женис более устойчив к действию к $CdCl_2$, чем сорт Казахстанская 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф., Титов А.Ф.. Шибаева Н.А. Изменение морфологических показателей *Avena sativa* под действием кадмия // Тез. докл. Межд. конф. “Проблемы сохранения биоразнообразия в наземных и морских экосистемах Севера”.- Апатиты- 2001.
2. Мельничук А.П. Влияние ионов кадмия на клеточное деление и рост растений. - Киев: Наук. Думка, 1990. - 148 с.
3. Stolt P., Asp H., Hultin S. Genetic variation in wheat cadmium accumulation on soils with different cadmium concentrations // Journal of agronomy and crop science.- 2006.- Vol.192, № 3.- P. 201-208.
4. Лишко А.К. Действие кадмия на процессы синтеза белка и нуклеиновых кислот на ранних этапах прорастания семян // Авт. канд. диссертации, Тбилиси, 1985.
5. Омирбекова Н.Ж. Особенности азотного метаболизма генотипов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum L.*), полученных с помощью слабого мутагена $CdCl_2$ // Вестник КазНУ (серия биологическая), 2008, № 1 (36), С. 179-181.
6. Gomes-Arroyo S., Cortes-Eslava J., Bedolla-Cansino R.M. and all. Sister chromatid exchanges induced by heavy metals in *Vicia faba* // Biologia Plantarum. - 2001. - 44 (4). - P. 591-594.
7. Baker A.J.M. Accumulators and Excluders-Strategies in Response of Plants to Heavy Metals //J. Plant Nutr. - 1981. - V. 3. - P.643-654.
8. Чунетова Ж.Ж., Омирбекова Н.Ж., Шулембаева К.К. Морфогенетическая изменчивость сортов мягкой пшеницы индуцированная $CdCl_2$ // Генетика. 2008 – №11. - С. 1503-1507.
9. Пермяков А.И. Микротехника. – М.: МГУ, 1988. – 58 с.
10. Барыкина Р.П. и другие. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – М.: МГУ, 2004. – 312 с.
11. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. М.Колос, 1973. 327 с

12. Селезнева Е.М., Гончарова Л.И., Белова Н.В. Влияние ионов кадмия на некоторые морфофизиологические и биохимические показатели ячменя //Агрохимия. - 2008. - № 4.- С. 82-86.
13. Носатовский А.И. Пшеница. Биология. М.: Колос., 1965.- 568 с.
14. Серёгин И.В., Иванов В.Б. Гистохимические методы изучения распределения кадмия и свинца в растениях // Физиология растений. – 1997. - Т. 44. - С. 915-921.
15. Серёгин И.В., Шпигун Л.К., Иванов В.Б. Распределение и токсическое действие кадмия и свинца на корни кукурузы // Физиология растений. – 2004. - Т. 51. - С. 582-591.

***

Казахстанская 3 және Жеңіс жұмсақ бидай сорттарының анатомиялық құрылымына $CdCl_2$ әсері зерттеліп, $CdCl_2$ 0,01% сулы ерітіндісі бидайдың ішкі анатомиялық құрылымының сандық көрсеткіштеріне әсері байқалды. Зерттеу нәтижелері, Казахстанская 3 сортына қарағанда, Жеңіс сортының $CdCl_2$ әсеріне төзімді екендігі анықталды.

***

Influence of $CdCl_2$ on anatomic structure of soft wheat, sorts of Kazakhstanskaya 3 and Zhenis was investigated. It was set that aquatic solution of 0.01% $CdCl_2$ has influence on a quantitative index of wheat inner anatomic structure. It was recognized that Zhenis sort is more tolerant to the effect of CdCl2 than Kazakhstanskaya 3.

УДК 577.4 : 633.494

Б. К. САДЫКОВ

ВЫРАЩИВАНИЕ ТОПИНАМБУРА (HELIANTUS TUBEROSUS) В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

(Казахстанский университет Дружбы народов, г. Шымкент)

Исследованы условия и результаты выращивания топинамбура (Heliantus tuberosus) в Твери, Алматинской и Южно-Казахстанской области. Выяснено что топинамбур не накапливает тяжелые металлы даже в условиях повышенного свинцового загрязнения почвы (до 20 мг/кг). Накопление нитратов также не превышает 103,0 -115,6 мг/кг в клубнях при ПДК NO_3 - 250 мг/кг.

В последние три десятилетия внимание исследователей привлечено к однолетнему клубненосному растению топинамбур (Helianthus tuberosus L.) семейства астровых (Asteraceae), подсемейства трубкоцветных (Cubuliflora). Топинамбур нетребователен к почвам. Обладая высоким фотосинтетическим потенциалом, накапливает большое количество сухого вещества и энергии. Коэффициент полезного действия (КПД) фотосинтетически активной радиации (ФАР) у топинамбура очень высокий – 1,8 – 2,7 %. Благодаря этому топинамбур формирует в благоприятных условиях до 142 т/га зеленой массы и до 160 т/га клубней. У большинства полевых культур КПД использования ФАР – 0,5 – 1,1 % /1/. Общая площадь выращивания топинамбура в мировом земледелии достигла 2,5 миллионов гектаров. По инициативе Н.В.Вавилова в Москве в 1933 году состоялась Первая Всесоюзная конференция по топинамбуру и было опубликовано большое количество рекомендаций по введению в культуру /2-4 и др./. Затем, после 57-летнего перерыва возобновились конференции: "Топинамбур и топинсолнечник - проблемы возделывания и использования": 2-я Всесоюзная конференция - г. Иркутск, август 1990 г.; 3-я Всесоюзная конференция - г.Одесса, октябрь 1991 г.; 4-я Межрегиональная конференция - г. Воронеж,