

13 суток в сравнении с весенними посевами. Определены максимальные уровни урожайности семян при посеве в ранние весенние сроки. Разработанные математические модели могут иметь практическое значение для прогнозирования составляющих продуктивности семян укропа в зависимости от продолжительности вегетационного периода. Высокую семенную продуктивность укропа обеспечивает обра-

ботка раствором иммуноцитифита, достоверная прибавка урожая 0,13 т/га в сравнении с намачиванием в воде. Вегетационный период укропа при четырех-, пяти- и шестистрочном размещении сокращается на 1 – 2 суток. Прибавки урожайности при пяти- и шестистрочном посеве по сравнению с контролем трехстрочным посевом не было, а при четырехстрочном она составила 3,2%.

Список литературы

1. Епифанцев, В.В. Изучение приемов возделывания малораспространенных овощных культур в условиях южной зоны Амурской области/В.В. Епифанцев, Д.Д. Асланиян//Пути воспроизводства плодородия почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур в Приамурье: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 2000. – Вып.5. – С.68 – 78.
2. Епифанцев, В.В. Особенности постановки опытов с овощными культурами. - Благовещенск: ДальГАУ, 2007. - 35 с.
3. Епифанцев, В.В. Адаптивные технологии возделывания овощных культур в условиях среднего Приамурья: Монография – Благовещенск: ДальГАУ, 2012. - 296 с.

Reference

1. Epifantsev, V.V. Izuchenie priemov vozdelvaniya malorasprostranennykh ovoshhnykh kul'tur v usloviyakh yuzhnoi zony Amurskoi oblasti (The Study of the Techniques of Cultivation of Rare Vegetables in the Climate of the Southern Zone of the Amur Region), V.V. Epifantsev, D.D. Aslanyan // Puti vosproizvodstva plodorodiya pochv i povysheniya urozhnainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Priamur'e, sb. nauch. tr. Dal'GAU, Blagoveshhensk, 2000, Vyp.5, PP.68 – 78.
2. Epifantsev, V.V. Osobennosti postanovki opytov s ovoshhnymi kul'turami (Specifics of Conducting Experiments with Vegetable Crops), Blagoveshhensk, Dal'GAU, 2007, 35 p.
3. Epifantsev, V.V. Adaptivnyye tekhnologii vozdelvaniya ovoshhnykh kul'tur v usloviyakh srednego Priamur'ya: Monografiya (Adaptive Techniques of Vegetables Cultivation in the Climate of Middle Priamurye: Monograph), Blagoveshhensk, Dal'GAU, 2012, 296 p.

УДК 635.655

ГРНТИ 68.35.31

Ефремова О.С., канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.;

Фисенко П.В., канд. биол. наук., ст. науч. сотр.,

ФГБНУ «Приморский НИИСХ»

Россия, Приморский край, Уссурийский район, пос. Тимирязевский

E-mail: fe.smc_rf@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ИОННОГО СТРЕССА НА УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ РЕГЕНЕРАНТОВ СОИ

В статье представлены результаты исследований влияния ионов кадмия в питательной среде на регенерационную способность сои. Применяемые в эксперименте ионы кадмия оказали практически ингибирующее действие на процесс регенерации некоторых генотипов исходных форм сои. Несмотря на низкую продуктивность семядольных узлов, нормально развитые in vitro регенеранты от шести исходных форм были переведены ex vitro. Получено 46 фертильных растений, которые были размножены для проведения генетического анализа. Проведен генетический анализ четырех

регенерантных линий сои с участием шести праймеров к различным ди- и тринуклеотидным микросателлитным повторам, которые инициировали 69 фрагментов, 17 из которых оказались полиморфными (24,6%), остальные – мономорфные, то есть присутствовали в спектрах всех исследованных растений. Размер выявленных фрагментов варьировал от 300 до 1000 пар нуклеотидов (п.н.), в зависимости от праймера число полиморфных фрагментов варьировало от двух до восьми. На основе анализа бинарной матрицы рассчитаны индексы генетического различия исследуемых линий. Наибольшее значение генетических дистанций обнаружено между исходной формой Ходсон и регенерантной линией R1585 (0,3321), а наименьшее между линиями R1585 и R1597 (0,0392), а также R1571 и R1569 (0,0594). Выявлены достоверные генетические отличия регенерантов от исходной формы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ (ИОНЫ), *INVITRO*, МУТАГЕННЫЙ ФАКТОР, СЕМЯДОЛЬНЫЙ УЗЕЛ, СЕЛЕКТИВНАЯ СРЕДА, РЕГЕНЕРАЦИЯ, ГЕН, ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ.

UDC 635.655

Efremova O. S., Cand.Agr.Sci., Senior Researcher

Fisenko P.V., Cand.Biol.Sci., Senior Researcher

Primorskij Research Institute of Agriculture

Village of Timiryazevskij, Ussurijsk District, Primorye Territory, Russia

E-mail: fe.smc_rf@mail.ru

INFLUENCE OF ION STRESS ON THE LEVEL OF GENETIC VARIANCE OF SOY REGENERANTS

The article presents the findings of investigation of cadmium ions influence in nutrient medium on regenerative capacity of soy. Cadmium ions used in the experiment had practically inhibiting effect upon regeneration process of certain genotypes of soy initial forms. Despite the low productivity of cotyledonary nodes, normally developed in vitro regenerants of six initial forms were transferred to ex vitro. The authors grew 46 fertile plants which were reproduced for genetic analysis. We also conducted genetic analysis of four soy regenerant lines with participation of six primers for different di- and tri-nucleotide microsatellite repetitions, which initiated 69 fragments, 17 of them were polymorphic (24.6%), the rest were monomorphic, i.e. they were present in spectra of all studied plants. The size of the identified fragments ranged from 300 to 1000 nucleotide pairs (n.p.), depending on the primer the number of polymorphic fragments varied from 2 to 8. On the basis of the analysis of binary matrices the authors calculated the indices of genetic difference of the investigated lines. The largest value of genetic distances was found between the original form Hodson and the regenerant line R1585 (0.3321), and the smallest --- between the lines R1585 and R1597 (0.0392), and also between R1571 and R1569 (0.0594). The authors identified reliable genetic distinctions between regenerants and the initial form.

KEY WORDS: HEAVY METALS (IONS), IN VITRO, MUTATION FACTOR, COTYLEDONARY NODE, SELECTIVE MEDIUM, REGENERATION, GENE, GENETIC VARIANCE.

Введение. Важную роль в обменных процессах растений играют тяжелые металлы (ТМ). Связываясь на поверхности клеток или проникая в них, они могут взаимодействовать с функциональными группами белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и других соединений, а

также замещать ионы других металлов, связанные с этими группами. Накопление металлов в молекулах нуклеиновых кислот приводит к нарушению функционирования клеток [1]. В результате возникают

различные нарушения метаболизма, начинающиеся с момента поступления ТМ в растения [2].

Высокой способностью к проникновению в растительный организм обладает кадмий. Он является одним из наиболее токсичных тяжелых элементов для всех групп живых организмов. У растений кадмий вызывает ингибирование роста стеблей и корня, вызывает некрозы и хлорозы. Данные эффекты объясняются влиянием кадмия на многочисленные биохимические и физиологические процессы, протекающие в растительной клетке, а активное использование экспериментального мутагена является перспективным методом, стимулирующим генетические исследования в данной области [3-9].

В связи с этим, для получения нового исходного материала в целях выделения ценных генотипов, наряду с классическим методом – гибридизацией, используются возможности создания *in vitro* данных форм с применением в питательных средах ионов тяжелых металлов как мутагенных факторов.

Вместе с этим следует отметить узкий спектр исследований по сое в изложенном направлении, что подтверждает необходимость проведения экспериментов по использованию тяжелых металлов в качестве селективного фона *in vitro* при работе с культурой ткани в условиях расширения генотипической изменчивости хозяйственно ценных и адаптивных признаков сои.

Целью данной работы было определить в условиях *in vitro* влияние ионов кадмия на регенерационную способность сои и оценить уровень генетической изменчивости регенерантов.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии ФГБНУ «Приморского НИИСХ» (2013-2016 гг.). Предметом исследований были районированные в Приморском крае сорта сои: Приморская 13, Ходсон, Приморская 81, Приморская 69, Приморская 301 и регенеранты: R86, R362, R1 и R565.

Стерилизация сред, инструментов, посуды осуществлялась согласно опубликованным рекомендациям Р.Г. Бутенко [10]. Стерилизацию семян проводили концентрированной серной кислотой по рекомендациям для микробиологических опытов В.А. Тильбы [11].

Стерильные семена первоначально помещали на питательную среду Мурасиге и Скуга [12] в половинном составе макро- и микросолей с добавлением цитокинина 6-Бензиламинопурина (БАП) – среда А (контроль) и как мутагенного фактора $CdCl_2 \cdot 2,5H_2O$ (10 мг/л, 5 мг/л) – среда А+ ТМ.

Перевод пробирочных растений с хорошей корневой системой осуществляли в почвенный грунт (стерильный, ранее проавтоклавированный). Дальнейшее развитие растений R_0 получали в условиях культуральной комнаты: освещенность 3,5-4,0 тыс. люксов, $t^0 - 25^0C$, фотопериод 16 часов.

ПЦР анализ полученных образцов проводили в двух-трех повторностях, используя термоциклеры MjMini (Bio-Rad) и C-1000 Touch (Bio-Rad) в 25 мкл реакционной смеси. Продукты амплификации разделяли электрофорезом в 2% агарозном геле в присутствии бромистого этидия. Визуализацию фрагментов ДНК проводили облучением УФ с помощью геледокументирующей системы Gel-Doc XR+ (Bio-Rad). Для определения длины фрагментов использовался маркер молекулярных масс 100 bp DNA Ladder. Для каждого праймера составлены бинарные матрицы, где присутствие или отсутствие фрагмента с одной молекулярной массой обозначается «1» или «0», соответственно. На основании бинарных матриц рассчитаны основные показатели генетической изменчивости. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением пакетов программ POPGENE, TFPGA.

Результаты и обсуждения

Известно, что в питательной среде кадмий находится в более доступном состоянии, чем в почве. В работах Е.А. Гладкова ингибирующее действие

кадмия на культуру клеток полевицы побегоносной проявлялось при его концентрации 5 мг/л (в перерасчете на ионы). Значительное ингибирующее влияние на каллусные клетки оказывал кадмий при концентрации 10 мг/л, а при концентрации 20 и 30 мг/л значительная часть каллусных клеток темнела и погибала. При концентрации кадмия 60 мг/л наблюдалась полная гибель клеток [13].

В связи с этим в нашем эксперименте для определения регенерационной способности семядольных узлов была взята концентрация ионов кадмия 10 мг/л.

Эффективность регенерации оценивали исходя из числа регенерирующих эксплантов (отношение числа узлов, отозвавшихся на регенерацию к общему числу семядольных узлов данного варианта данной исходной формы) и продуктивности семядольных узлов (число побегов в среднем на один узел).

В результате опытов при таком действии токсиканта нам удалось экспланти-

ровать небольшое количество семядольных узлов (табл. 1). Генотипы по-разному отозвались на регенерацию. У исходной формы Приморская 301 как на контрольном варианте, так и на среде с кадмием регенерация практически отсутствовала (5%). Наибольшим числом регенерировавших семядольных узлов на среде, содержащей кадмий, характеризовались Приморская 13 (50%) и R1 (40%), единичные узлы были получены у сорта Ходсон и форм R362 (5%) и R565 (5%). Ингибирующее действие ионы кадмия оказали на регенерационную способность сорта Приморская 81.

По продуктивности семядольного узла (число снятых побегов) на среде с ионами кадмия были выделены три генотипа: Приморская 13 (55%), R1(55%) и R565 (30%). Малопродуктивными оказались формы R362 (15%), R86 (15%) и сорт Приморская 301 (10%). Продуктивность узлов у генотипов сортов Приморская 81, Приморская 69 и Ходсон отсутствовала.

Таблица 1

Эффективность регенерации семядольных узлов на селективной среде, содержащей 10 мг/л ионов Cd⁺² (2013г.)

Сорт, форма	Количество введенных <i>in vitro</i> семян, шт.		Число регенерировавших семядольных узлов				Продуктивность семядольного узла			
	контроль	Cd ⁺²	контроль		Cd ⁺²		контроль		Cd ⁺²	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Ходсон	20	20	9	45	1	5	12	60	0	0
Приморская 13	20	20	15	75	10	50	13	65	11	55
Приморская 301	20	20	1	5	1	5	1	5	2	10
Приморская 81	20	20	6	30	0	0	4	20	0	0
Приморская 69	20	20	13	65	4	20	11	55	0	0
R362	20	20	7	35	1	5	8	40	3	15
R1	20	20	13	65	8	40	13	65	11	55
R86	20	20	17	85	6	30	12	60	3	15
R565	20	20	14	70	3	15	12	60	6	30

Полученные побеги культивировали на среду микроклонирования для дальнейшего развития. Несмотря на низкую продуктивность семядольных узлов на селективной среде с ионами кадмия, нормально развитые *in vitro* регенеранты от шести исходных форм были переведены *ex vitro* (табл. 2). Растения выращивались в условиях культуральной комнаты. Из числа адаптированных растений (28 шт.) боль-

шинство фертильных регенерантов представлено сортом Приморская 13 (5 шт.), что составило 45,5% от общего числа регенерантов сорта, но вдвое меньше по сравнению с контролем. Также фертильными оказались растения исходных форм: Приморская 301 - 1шт., R362 - 2шт., R1- 1 шт., R86 - 3 шт., R565 - 3 шт., которые будут проходить дальнейшее размножение и изучение в полевых условиях

Таблица 2

Результаты перевода в условия *ex vitro* пробирочных растений (R_0), регенерированных на селективной среде, содержащей 10 мг/л ионов Cd^{+2} , (2013г.)

Сорт, форма	Число регенерантов <i>ex vitro</i>													
	всего, шт.		фертильные, шт.				стерильные, шт.				не получившие дальнейшего развития, шт.			
	кон-троль	Cd^{+2}	контроль		Cd^{+2}		Контроль		Cd^{+2}		контроль		Cd^{+2}	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Ходсон	10	0	10	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Приморская 13	10	11	9	90	5	45,5	0	0	2	18,2	1	10	4	36,3
Приморская 301	1	2	1	100	1	50	0	0	0	0	0	0	1	50
Приморская 81	3	0	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Приморская 69	10	0	8	80	0	0	0	0	0	0	2	20	0	0
R362	4	3	3	75	2	66,7	0	0	0	0	1	25	1	33,3
R1	5	3	5	100	1	33,3	0	0	0	0	0	0	2	66,7
R86	10	3	8	80	3	100	0	0	0	0	2	20	0	0
R565	10	6	10	100	3	50	0	0	2	33,3	0	0	1	16,4

Исходя из результатов предыдущего года в 2015 году концентрация ионов кадмия в селективной среде была уменьшена в два раза (5 мг/л Cd^{+2}). Данные регенерации семядольных узлов различных генотипов приведены в таблице 3.

Генотипы, как и ранее, по-разному отозвались на регенерацию. По сравнению с контролем наименьшим количеством регенерировавших узлов отличились Приморская 69 и R565. Наибольшим числом регенерировавших семядольных

узлов на среде, содержащей ТМ, характеризовались R1 и R362. По продуктивности семядольного узла (число снятых побегов) на среде с ионами кадмия были выделены два генотипа: Приморская 301 и R362. Малопродуктивными оказались формы R565, R86 и сорт Приморская 69.

Полученные на селективных средах побеги культивировали для дальнейшего развития и перевода в условия *ex vitro* культуральной комнаты (табл.4).

Таблица 3

Эффективность регенерации семядольных узлов на селективной среде, содержащей 5 мг/л ионов Cd^{+2} (2014г.).

Сорт, форма	Количество введенных <i>invitro</i> семян, шт.		Число регенерировавших семядольных узлов				Продуктивность семядольного узла			
	контроль	Cd^{+2}	контроль		Cd^{+2}		контроль		Cd^{+2}	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Ходсон	20	20	16	80	12	60	28	175	6	50
Приморская 13	20	20	10	50	8	40	12	120	7	87,5
Приморская 301	20	20	15	75	8	40	19	127	10	125
Приморская 81	20	20	16	80	10	50	21	131	8	80
Приморская 69	20	20	11	55	4	20	12	109	1	25
R362	20	20	10	50	15	75	21	210	14	93
R1	20	20	14	70	14	70	22	157	8	57
R86	20	20	16	80	7	35	29	181	3	43
R565	20	20	15	75	3	15	21	140	3	100

Таблица 4

Результаты перевода в условия *ex vitro* пробирочных растений (R_0), регенерированных на селективной среде, содержащей 5 мг/л ионов Cd^{+2} (2014 г.)

Сорт, форма	Число регенерантов <i>ex vitro</i>													
	всего, шт.		фертильные, шт.				стерильные, шт.				не получившие дальнейшего развития, шт.			
	кон- троль	Cd^{+2}	контроль		Cd^{+2}		контроль		Cd^{+2}		контроль		Cd^{+2}	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%		
Ходсон	10	6	10	100	3	50	0	0	2	33	0	0	1	17
Приморская 13	10	4	9	90	0	0	0	0	0	0	1	10	4	100
Приморская 301	10	1	10	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
Приморская 81	10	11	10	100	8	73	0	0	2	18	0	0	1	9
Приморская 69	10	3	8	80	0	0	0	0	1	33	2	20	2	67
R362	10	14	10	100	10	71	0	0	3	21	0	0	1	7
R1	10	7	10	100	3	43	0	0	1	14	0	0	3	43
R86	10	6	10	100	4	67	0	0	0	0	0	0	2	33
R565	10	3	10	100	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Число адаптированных растений (55 шт.) было получено в два раза больше, чем в предыдущий год. Вероятнее всего, это связано с уменьшением концентрации ионов кадмия в питательной среде. Большинство фертильных регенерантов представлено сортом Приморская 81 (8 шт.), что составило 73% от общего числа регенерантов сорта и формой R362 (10 шт.) – 71%. Также фертильными оказались растения исходных форм: Ходсон-3шт., R1-3 шт., R86 - 4 шт., R565 - 3 шт. Далее регенеранты были размножены в селекционном питомнике для проведения генетического анализа.

В 2016 г. проведен генетический анализ четырех регенерантных линий сои с участием шести праймеров к различным ди- и тринуклеотидным микросателлитным повторам, которые инициировали 69 фрагментов, 17 из которых оказались полиморфными (24,6%), остальные – мономорфные, то есть присутствовали в спектрах всех исследованных растений. Размер выявленных фрагментов варьировал

от 300 до 1000 пар нуклеотидов (п.н.), в зависимости от праймера число полиморфных фрагментов варьировало от 2 до 8.

На основе анализа бинарной матрицы рассчитаны индексы генетического различия исследуемых линий. Наибольшее значение генетических дистанций обнаружено между исходной формой Ходсон и регенерантной линией R1585 (0,3321), а наименьшее между линиями R1585 и R1597 (0,0392), а также R1571 и R1569 (0,0594) (рис.1, табл.5). Выявлены достоверные генетические отличия регенерантов от исходной формы.

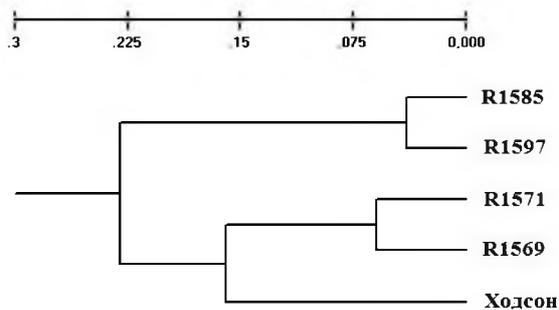


Рис. 1. UPGMA дендрограмма филогенетических взаимоотношений регенерантов, полученных с использованием ионов Cd^{+2} .

Таблица 5

Генетические дистанции четырех соматоклональных линий сои по данным ISSR-анализа

Сорт, регенерантная линия	450	338	Ходсон	401	392
R1585	***				
R1597	0,0392	***			
Ходсон	0,3321	0,2790	***		
R1571	0,2377	0,1900	0,1442	***	
R1569	0,1671	0,1671	0,1671	0,0594	***

Материал, созданный с использованием ионов тяжелых металлов в питательной среде, требует дальнейшего глубокого изучения в лабораторных и полевых условиях по продуктивности и устойчивости к биотическим и абиотическим факторам.

Выводы

В результате проведенных исследований применяемые в эксперименте ионы кадмия в питательной среде оказали инги-

бирующее действие на процесс регенерации некоторых генотипов исходных форм сои. Получено 46 фертильных растений от шести исходных форм. Проведен подбор праймеров к различным ди- и тринуклеотидным микросателлитным повторам и дана оценка генетической изменчивости соматоклональных линий сои с помощью метода ISSR. Выявлены достоверные генетические отличия регенерантов от исходной формы.

Список литературы

1. Артамонов, В. И. Биотехнология – агропромышленному комплексу / В. И. Артамонов. - М. : Наука, 1989. – 160с.
2. Кошкин, Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур / Е. И. Кошкин. – М: Дрофа, 2010. – 640 с.
3. Генетический и структурный анализ устойчивости гороха посевного к токсичным концентрациям кадмия / В.Е. Цыганов, А.И. Жернаков, О.А. Кулаева и др. // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. - Ч.6. – Петрозаводск, Русское ботан.об-во, 2008. – С. 140-142.
4. Гладков, Е.А. Биотехнологические методы получения растений полевицы побегоносной *Agrostis stolonifera*, обладающих устойчивостью к кадмию и свинцу / Е.А. Гладков // С.-х. биология. – 2008. – №3. – С.83-87.
5. Коротченко, И.С. Влияние тяжелых металлов на содержание фотосинтетических пигментов в листьях моркови / И.С. Коротченко // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2011. – №4. – С.86-91.
6. Белимов, А.А. Микробиологические аспекты устойчивости и аккумуляции тяжелых металлов у растений / А.А. Белимов, И.А. Тихонович // С.-х. биология. – 2011. – №3. – С.10-15.
7. Кулаева, О.А. Молекулярно-генетические основы устойчивости высших растений к кадмию и его аккумуляции / О.А. Кулаева, В.Е. Цыганов // Экологическая генетика. – 2010. – Т.VIII, №3. – С.3-15.
8. Воронина, Л.П. Влияние Zn и Cd на поступление питательных элементов в ячмень / Л.П. Воронина, Е.В. Морачевская, К.В. Павлов // Экологическая агрохимия / под ред. В.Г. Минеева; МГУ–М., 2008. – С. 83-91.
9. Effect of cadmium on nodulation and N₂-fixation of soybean in contaminated soils / Y.X. Chen, Y.F. He, Y. Yang [et all.] // Chemosphere. – 2003. – Vol. 50. – P. 781-787.
10. Бутенко, Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / Р.Г. Бутенко. – М., Наука, 1964. – 272 с.
11. Тильба, В.А. К вопросу определения численности клубеньковых бактерий сои в почве // Микробиологические и биохимические исследования почв : материалы науч. конф. по методам микробиол. и биохим. исследований почв, 28-31 окт. 1969 г., Киев / ВАСХНИЛ [и др.] – Киев : Урожай. 1971. – С. 51-55.
12. Murashige, T. Arevised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Scoog. // Phisiol plant. – 1962. – Vol. 15, №13. – P. 473-497.
13. Гладков, Е.А. Биотехнологические методы получения растений, устойчивых к тяжелым металлам. 1. Сравнительная оценка токсичности тяжелых металлов для каллусных культур и целых растений / Е.А. Гладков // Биотехнология. – 2006. - №3. – С. 79-82.

Reference

1. Artamonov, V.I. Biotekhnologiya – agropromyshlennomu kompleksu (Biotechnology for Agroindustrial Complex), V.I. Artamonov, M. : Nauka, 1989, 160 p.
2. Koshkin, E.I. Fiziologiya ustoichivosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Physiology of Crops' Resistance), E.I. Koshkin, M: Drofa, 2010, 640 p.
3. Geneticheskij i strukturnyj analiz ustoichivosti gorokha posevnogo k toksichnym kontsentratsiyam kadmiya (Genetic and Structural Analysis of Sown Pea Resistance to Toxic Concentrations of Cadmium), V.E. Tsyganov, A.I. Zhernakov, O.A. Kulaeva i dr., Fundamental'nye i prikladnye problemy botaniki v nachale KhKhI veka, Ch.6., Petrozavodsk, Russkoe botan.ob-vo, 2008, PP. 140-142.

4. Gladkov, E.A. Biotekhnologicheskie metody polucheniya rastenij polevitsypobegonosnoi Agrostisstolonifera, obladayushhikh ustoichivost'yu k kadmiyu i svintsu (Biotechnologic Methods of Producing Metropolitan Bent *Agrostisstolonifera* having Resistance to Cadmium and Lead), *S.-kh. biologiya*, 2008, No3, PP. 83-87.
5. Korotchenko, I.S. Vliyanie tyazhelykh metallov na sodержanie fotosinteticheskikh pigmentov v list'yakh morkovi (Heavy Metals Influence on the Content of Photosynthetic Pigment in the Carrot Leaves), *Vestnik KrasGAU*, Krasnoyarsk, 2011, No 4, PP. 86-91.
6. Belimov, A.A., Tikhonovich, I.A. Mikrobiologicheskie aspekty ustoichivosti i akumul'yatsii tyazhelykh metallov u rastenij (Microbiologic Aspects of Plant Resistance and Accumulation of Heavy Metals), *S.-kh. biologiya*, 2011, No 3, PP.10-15.
7. Kulaeva, O.A., Tsyganov, V.E. Molekulyarno-geneticheskie osnovy ustoichivosti vysshikh rastenij k kadmiyu i ego akumul'yatsii (Molecular-Genetic Bases of Higher Plants Resistance to Cadmium and Its Accumulation), *Ekologicheskaya genetika*, 2010, T.VIII, No3, PP.3-15.
8. Voronina, L.P., Morachevskaya, E.V., Pavlov, K.V. Vliyanie Zn i Cd na postuplenie pitatel'nykh elementov v yachmen' (Zn and Cd Influence on the Inflow of Nutrients into Barley), *Ekologicheskaya agrokimiya*, pod red. V.G. Mineeva, MGU, M., 2008, PP. 83-91.
9. Effect of cadmium on nodulation and N₂-fixation of soybean in contaminated soils, Y.X. Chen, Y.F. He, Y. Yang [et all.], *Chemosphere*, 2003, Vol. 50, P. 781-787.
10. Butenko, R.G. Kul'tura izolirovannykh tkanei i fiziologiya morfogeneza rastenij (Culture of Isolated Tissues and Physiology of Morphogenesis of Plants), M., Nauka, 1964, 272 p.
11. Til'ba, V.A. K voprosu opredeleniya chislennosti kluben'kovykh bakterij soi v pochve (Re: Question of Determination of Number of Soy Nodule Bacterium in Soil), *Mikrobiologicheskie i biokhimicheskie issledovaniya pochv : materialy nauch. konf. po metodam mikrobiol. i biokhim. issledovaniy pochv*, 28-31 okt. 1969 g., Kiev, VASKhNIL [i dr.], Kiev : Urozhai, 1971, PP. 51-55.
12. Murashige, T. Arevised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures, T. Murashige, F. Scoog., *Phisiol plant*, 1962, Vol. 15, №13, P. 473-497.
13. Gladkov, E.A. Biotekhnologicheskie metody polucheniya rastenij, ustoichivykh k tyazhelym metallam. 1. Sravnitel'naya otsenka toksichnosti tyazhelykh metallov dlya kallusnykh kul'tur i tselykh rastenij (Biotechnologic Methods of Growing the Plants Resistant to Heavy Metals. 1. Comparative Assessment of Heavy Metals Toxicity for Tylosis Crops and Whole Plants), *Biotekhnologiya*, 2006, No 3, PP. 79-82.

УДК 635.63(271.61)

ГРНТИ 68.35.51

Зорина Е.В., аспирант;

Самуйло В.В., д-р техн. наук, профессор;

Кузин В.Ф., д-р с.-х. наук, член-корр. РАСХН, профессор

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,

г. Благовещенск, Амурская область, Россия

E-mail: imsh_dalgau@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАЛООБЪЕМНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОГУРЦОВ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Овощеводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства, так как позволяет удовлетворять потребности в свежей витаминной продукции в течение всего года. Для обеспечения населения области овощной продукцией необходимо сочетать производство овощей открытого и защищенного грунта. Производство овощей защищенного грунта играет важную роль в круглогодичном снабжении населения овощами. На территории Амурской области производством овощей защищенного грунта занимается сельскохозяйственный производственный кооператив «Тепличный», в настоящее время ООО «Тепличный». Основным овощем в хозяйстве является огурец, который возделывают на 75% площади теплиц. За год выращивают более тысячи тонн огурцов. Для производства огурцов на предприятии используется малообъемная