

ный теплообменник с игольчатым или иным оребрением.

Выводы

Использование регенеративных холодильно-газовых машин Стирлинга является эффективным способом получения низкотемпературного теплоносителя, востребованным в бурно развивающихся криохимических технологиях. Холодильно-газовые машины Стирлинга показывают высокую эффективность даже в сравнении с современными автокаскадными холодильными системами на смесевых хладагентах. Развитие данных способов охлаждения тормозится высокой стоимостью производства, что объясняется сложностью изготовления, но при условии массового выпуска машин данного типа этот фактор нивелируется.

Литература

1. Третьяков Ю.Д. Низкотемпературные процессы в химии и технологии // Соросовский образовательный журнал, №4, 1996.
2. Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология: Учеб. пособие для вузов. -М.: ИКЦ "Академкнига", 2006. -325с.:ил.
3. Воскресенский П.И. Справочник по химии. -М.: Просвещение, 1970.-352с.:ил.
4. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. -М.:Наука, 1972.-720с.:ил.
5. Вайсбергер А. Органические растворители. -М.: Изд. Иностранной литературы 1958.
6. Киррилов Н.Г. Холодильные машины Стирлинга умеренного холода // Интернет—газета Холодильщик.ru, №10(46), 2008.
7. Розенфельд Л.М., Ткачев А.Г. Холодильные машины и аппараты. Холодильные машины и аппараты. -М.:Госторгиздат. 1960.
8. Podcherniaev O., Boiarski M., Lunin A. Comparative Performance of two-stage cascade and mixed refrigerant systems in a temperature range from -100 °C to -70 °C. //International refrigeration and air conditioning conference. PurdueUniversity. 2002.

Получение растений *Agrostis stolonifera* L. устойчивых к высоким концентрациям свинца с помощью клеточной инженерии

К.б.н. доц. Гладков Е.А.^{1,2,3}, ст.преп. Гладкова О.Н.¹,
доц. Глушецкая Л.С.¹, д.б.н. проф. Долгих Ю.И.^{1,2}

¹Университет машиностроения

² Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений
им. К.А. Тимирязева РАН,

³Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана
gladkovu@mail.ru

Аннотация. Разработана технология получения газонной травы *Agrostis stolonifera*, устойчивой к солям свинца. Для получения растений, толерантных к свинцу, была использована прямая схема селекции, включающая в себя культивирование каллуса в течение 2 пассажей на модифицированной среде МС с 650 мг/л свинца, регенерацию и укоренение растений на среде МС с 650 мг/л свинца. Полученные растения сохраняли высокие декоративные качества при высоких концентрациях свинца и могут быть использованы в качестве исходных форм при получении толерантных к данному металлу сортов.

Ключевые слова: газонные травы, тяжелые металлы, клеточная селекция, токсичность

В почвах городских экосистем содержится значительное количество тяжелых металлов, сопоставимое с содержанием их в естественных геохимических аномалиях либо даже превосходящее его. Растения, произрастающие на почвах, загрязненных тяжелыми металла-

ми, плохо адаптируются к ним [1 – 2].

Негативное влияние тяжелых металлов на растения зависит от многих факторов:

- чувствительность вида, генотипа;
- концентрации металлов и их токсичности;
- почвенных условий;
- действия различных экологических факторов [3 – 8].

Существенное различие в чувствительности может наблюдаться не только у видов, но и у сортов, например сорта земляники обладают существенно разной металлоустойчивостью [4].

Ионы тяжелых металлов могут повышать чувствительность растений к экологическим факторам, например свинец может уменьшать область толерантности к температурным условиям [9].

Среди основных аспектов экологического риска от поглощения большого количества тяжелых металлов растениями – это потеря растительного покрова как результат фитотоксичности [6], что может происходить при сверхвысоких концентрациях тяжелых металлов в почве.

Свинец – один из приоритетных загрязнителей почвенного покрова городов среди тяжелых металлов. Свинец малоподвижный тяжелый металл, однако при определенных условиях (кислая реакция среды, низкое содержание органического вещества, высокий уровень загрязнения) он переходит в состояние, доступное для растений [2].

Наиболее подвержены загрязнению свинцом пригороды, окрестности промышленных предприятий, придорожные полосы. Очаги загрязнения имеются в окрестностях практически всех городов. Внешние симптомы негативного действия свинца – хлороз листьев, уменьшение листовой поверхности, торможение роста. Толерантность растений к избытку свинца существенно различается, поэтому симптомы токсичности у различных культур могут возникнуть при разном валовом содержании свинца в почве – от 100 до 500 мг/кг [2], газонные травы чувствительны к действию высоких концентраций свинца в почвенном покрове. Таким образом, обладая средним уровнем фитотоксичности, свинец оказывает неблагоприятное воздействие на растения. Один из возможных способов решения этой проблемы – создание растений, толерантных к этому металлу.

Технологии клеточной селекции хорошо зарекомендовали себя при получении растений толерантных к различным экологическим стрессовым факторам, разработаны технологии для газонных трав [10 – 14]. Однако практически нет работ по получению устойчивых к свинцу растений с помощью клеточной селекции. Цель работы – получение растений газонной травы *Agrostis stolonifera*, устойчивых к свинцу.

Объекты и методы

Объектом нашего исследования была газонная трава – полевица побегоносная (*Agrostis stolonifera* L.).

Первичный каллус массой 15 – 20 мг высаживали на селективную среду МС, содержащую $Pb(NO_3)_2$. После культивирования в течение 1 месяца отбирали светлые экспланты, увеличившиеся в размере. Культивирование отобранных каллусов во 2 пассаже проводили при тех же условиях, что и в первом пассаже. Затем проводили регенерацию растений и укоренение на среде МС с токсикантом. При добавлении меди в твердую питательную среду среда не застывала, поэтому в чашки Петри помещалась фильтровальная бумага на вате, которая была смочена жидкой питательной средой. Стандартное отклонение рассчитывали с помощью программы Microsoft Office Excel 2003.

Результаты и обсуждение

Каллусы полевицы побегоносной были относительно толерантны к свинцу. Добавление 650 мг/л свинца (в пересчете на чистый металл) вызывало снижение роста тканей в 2 раза (см. рисунок 1), однако жизнеспособность сохраняло большинство каллусов.

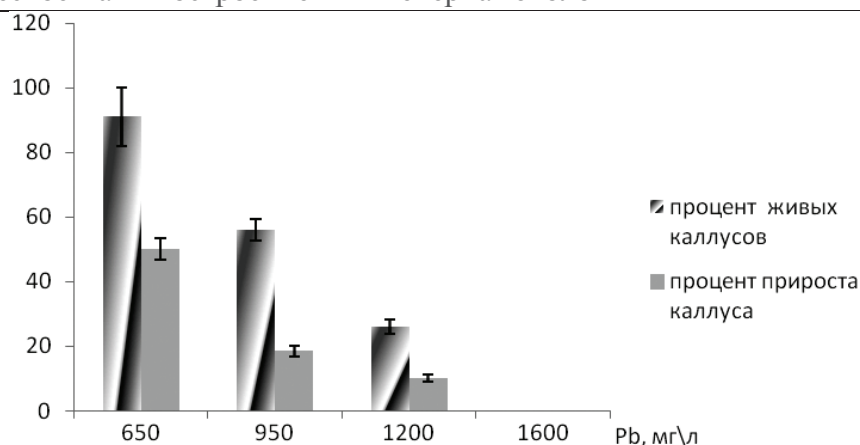


Рисунок 1. Влияние свинца на рост и гибель каллусов полевицы

Концентрация свинца – 1600 мг/л являлась летальной. Интенсивность роста отдельных каллусов различалась в полтора – два раза. Часть каллусов погибала на среде со свинцом, а некоторые сохраняли рост на уровне контроля. В качестве селективных были выбраны концентрации свинца 650 мг/л и 950 мг/л.

Для получения толерантных к свинцу растений была использована схема селекции, включающая в себя культивирование каллуса в течение 2 пассажей на модифицированной среде МС с 650 мг/л (или 950 мг/л на всех этапах для создания более жестких условий) свинца, регенерацию и укоренение растений на среде МС при той же концентрации токсиканта. Было получено 56 растений в условиях *in vitro* (42 – после селекции на среде МС с 650 мг/л свинца, 14 – после селекции на среде МС с 950 мг/л свинца), однако укореняемость в почве растений, полученных после более жестких условий была невысокая.

Для проверки устойчивости к высоким концентрациям свинца часть регенерантов после селекции на среде МС с 650 мг/л свинца, и исходные растения были высажены в почву с концентрацией свинца выше порога токсичности (2500 мг/кг). Прирост обычных растений в контроле составлял 10 см, у растений регенерантов – 10,5 см. Большинство регенерантов обладало повышенной устойчивостью к свинцу (прирост 40% растений составлял 10,5 – 10,8 см, прирост остальных, кроме одного, от 9,4 до 11,4 см), только один из регенерантов был неустойчив к свинцу. Прирост исходных растений в почве, содержащей свинец, составлял 4,4 см, у некоторых растений наблюдались обильные пожелтения.

Таким образом, большинство исследуемых растений-регенерантов, полученных из устойчивых к ионам свинца клеточных линий, обладало повышенной толерантностью к этому металлу. Полученные с помощью клеточной селекции растения, сохраняли высокие декоративные качества при высоких концентрациях свинца и могут быть использованы в качестве исходных форм при получении сортов толерантных к данному металлу.

Литература

1. Растения в экстремальных условиях минерального питания //Под ред. М.Я. Школьника, Н.В. Алексеевой-Поповой. -Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1983, 176 с.
2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. -М.: Мир. 1989. 439 с.
3. Гладков Е.А., Гладкова О.В Оценка комплексной фитотоксичности экологических факторов и получение растений, обладающих комплексной устойчивостью// Вестник Казахского национального университета, серия биологическая, № 3(29), 2006,с. 96 – 101.
4. Абызов В.В Изучение устойчивости сортов земляники к воздействию солей тяжёлых металлов// Матер. Всерос. науч.-метод. конф., г. Орел, 2008.С.7 – 9.
5. Пронина Н.Б. Экологические стрессы: причины, классификация, тестирование, физиол.-биохим. механизмы. –М.:МСХА, 2000, 310 с.
6. McLaughlin M.J., Smolders E., Degryse F., Rietra R. Uptake of metals from soil into vegetables. In Dealing with Contaminated Sites – from Theory to Practical Application. Springer, 2010.

7. Гладков Е.А., Гладкова О.В. Оценка комплексной фитотоксичности тяжелых металлов и получение растений, обладающих комплексной устойчивостью // Биотехнология, 2007, №1, с.81 – 85.
8. Ernst W.H.O. Effects of Heavy Metals in Plants at the Cellular and Organismic Level // Ecotoxicology. Ecological Fundamentals, Chemical Exposure and Biological Effects / Ed: Schuurmann G., Markert B. Heidelberg: Wiley Publ. House. 1999. P. 587 – 620.
9. Духовский П., Юкнис Р., Бразайтите А., Жукаускайте И. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных стрессоров // Физиология растений, 2003, т. 50, №2. С. 165 – 173.
10. Гладков Е.А., Долгих Ю.И., Гладкова О.В. Получение многолетних трав, устойчивых к хлоридному засолению, с помощью клеточной селекции // Сельскохозяйственная биология, 2014, № 4, с. 106 – 111.
11. Гладков Е.А., Гладкова О.В. Способ получения толерантных к ионам кадмия однодольных растений in vitro. Патент на изобретение № 23106696. Опубликовано 27.09.2007, бюл.27.
12. Гладков Е.А., Долгих Ю.И., Бирюков В.В., Гладкова О.В. Клеточная селекция газонных трав, толерантных к ионам меди // Биотехнология, 2006, № 5, С. 63 –66.
13. Gladkov E.A., Gladkova O.N., Glushetskaya L.S. // Estimation of Heavy Metal Resistance in the Second Generation of Creeping Bentgrass (*Agrostis stolonifera*) Obtained by Cell Selection for Resistance to These Contaminants and the Ability of This Plant to Accumulate Heavy Metals. Applied Biochemistry and Microbiology, 2011, Vol. 47, No. 8, pp. 776 – 779.
14. Гладков Е.А., Гладкова О.Н., Глушечкая Л.С. Получение растений устойчивых к ионам тяжелых металлов и возможность их использования для фиторемедиации // Вестник Казахского национального университета, серия биологическая, № 3(29), 2006, с. 101 – 106.

**Модель управления производством
на принципах экологической безопасности и результаты апробации**

Д.т.н. проф. Графкина М.В.¹, к.э.н. Сдобнякова Е.Е.²

¹Университет машиностроения

²Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

8 (499) 2671605, +7 (915) 190-27-67

ecotami@mail.ru, info.imo.miit@gmail.com

Аннотация. Приведено обоснование необходимости экологической политики в управлении производственной деятельностью. Предложены модель и основные инструменты управления предприятием, основанные на принципах экологической безопасности, обобщены сравнительные показатели оценки и выявлена система расчета эколого-экономической эффективности, действующие как при запуске нового производства, так и при последующей модернизации. Рекомендуемые инновации прошли апробацию в промышленности. Анализ полученных результатов подтвердил эффективность применения инновационных методов управления предприятием. Представлены численные показатели, определяющие экономический эффект за счет совершенствования технологических операций в монетарном и материальном выражении.

Ключевые слова: управление производством, принципы экологической безопасности, эколого-экономическая эффективность, инструменты управления производством, показатели оценки эколого-экономической эффективности

Деятельность промышленных предприятий в настоящее время проходит в условиях ужесточения конкурентной борьбы, нестабильности экономической конъюнктуры, повыше-