

Российская академия наук
Отделение биологических наук РАН
Общество физиологов растений России
Научный Совет по физиологии растений и фотосинтезу РАН
Учреждение Российской академии наук
Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Российский университет дружбы народов

Всероссийский симпозиум
**ЭКОЛОГИЯ МЕГАПОЛИСОВ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ
И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

и

Школа для молодых ученых
по экологической физиологии растений

21-25 ноября 2011 г.



Москва 2011

Всероссийский симпозиум «Экология мегаполисов: фундаментальные основы и инновационные технологии» и Школа для молодых ученых по экологической физиологии растений. Научная программа и материалы докладов. – М.: Изд-во «Лесная страна», 2011. – 170 с.

Редакционная коллегия: Вл.В. Кузнецов, Н.Р. Зарипова, У.Л. Кислова, Л.Д. Кислов

Оригинал-макет: Л.Д. Кислов

Обложка: Н.Р. Зарипова

© Учреждение Российской академии наук
Институт физиологии растений
им. К.А. Тимирязева РАН, 2011

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель Оргкомитета:

Кузнецов Вл.В., чл.-корр. РАН
Институт физиологии растений
им. К.А. Тимирязева РАН (ИФР РАН, Москва) и
Российский университет дружбы народов (РУДН, Москва)

Сопредседатели Оргкомитета:

Добровольский Г.В., академик РАН (МГУ, Москва)
Карпачевский Л.О., профессор (МГУ, Москва)

Члены оргкомитета:

Журавлев Ю.Н., академик РАН (БПИ ДВО РАН, Владивосток)
Зарипова Н.Р., к.б.н. (ученый секретарь, ИФР РАН, Москва)
Кулижский С.П., профессор, директор Института (Томский ГУ, Томск)
Лукаткин А.С., профессор (Мордовский ГУ, Саранск)
Новицкий И.Ю. (Московская городская дума, Москва)
Плющиков В.Г., профессор (РУДН, Москва)
Саляев Р.К., чл.-корр. РАН (СИФИБР СО РАН, Иркутск)
Титов А.Ф., чл.-корр. РАН (КарНЦ РАН, Петрозаводск)
Холодова В.П., к.б.н. (ИФР РАН, Москва)
Чернов И.Ю. чл.-корр. РАН (МГУ, Москва)
Шевякова Н.И., проф. (ИФР РАН, Москва)

КОНТАКТЫ ОРГКОМИТЕТА

Кузнецов Владимир Васильевич
тел.: (499) 977-94-00,
факс: (499) 977-80-18
e-mail: *vlkuzn@ippras.ru*

Зарипова Нелли Раилевна
тел.: (499) 231-83-03,
e-mail: *ofr@ippras.ru*

Сайт симпозиума и школы:

http://www.ippras.ru/society_physiologists_plants/ssk/ecomeg2011

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ

г. Москва, ул. Ботаническая, 35, Институт физиологии растений
им. К.А. Тимирязева РАН

Дорогие коллеги!

От имени членов организационного комитета приветствуем участников Всероссийского симпозиума «Экология мегаполисов: фундаментальные основы и инновационные технологии» и Школы для молодых ученых по экологической физиологии растений, которые состоятся в Москве на базе Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН с 21 по 25 ноября 2011 г.

Урбанизация – одна из важнейших демографических тенденций нашего времени. За последние 100 лет городское население земного шара выросло почти в 20 раз, со 150 млн до 2.8 млрд. человек. С исторической точки зрения сравнительно недавно, в 1900 г. население лишь нескольких городов нашей планеты достигало 1 млн человек, тогда как в настоящее время численность населения 431 города перешагнула через 1 млн; некоторые из этих мегагородов, например Токио, имеет население более 36 млн, Москва – более 10 млн.

Концентрация городского населения сопровождается развитием ряда серьезных проблем, среди которых – загрязнение атмосферного воздуха и водоемов, деградация городских почв, ландшафтов и биоты. Это делает крайне актуальным разработку инновационных технологий по поддержанию стабильности городских фитоценозов, восстановлению плодородия почв, сохранению биоразнообразия. Создание подобных технологий предполагает, прежде всего, изучение фундаментальных основ адаптации растений, животных и почвенной микрофлоры к техногенному давлению человека на окружающую среду, а также исследование механизмов поддержания стабильности городских почв и путей их реабилитации.

Цель данного симпозиума – междисциплинарное обсуждение новейших достижений в области изучения фундаментальных процессов, которые претерпевают почвы крупных городов, исследования физиологии, биохимии и молекулярной биологии растений и других живых организмов, прежде всего, микроорганизмов, обитающих в экстремальных условиях мегаполисов. Данный симпозиум привлеч внимание широкого круга ведущих специалистов: биологов растений, почвоведов, микробиологов и экологов животных. Основное внимание в программе симпозиума, тем не менее, будет уделено физиологии и биохимии растений, выяснению молекулярных механизмов детоксификации тяжелых металлов, как одного из ведущих повреждающих факторов городской среды, обсуждению теоретических основ разработки современных технологий биоремедиации.

Приоритетная задача симпозиума – расширение теоретического уровня исследователей, прежде всего, молодых ученых, работающих в области изучения физико-химических основ адаптации живых организмов к неблагоприятным условиям среды. Тематика симпозиума соответствует приоритетным направлениям развития науки и техники и Программе фундаментальных исследований государственных академий. Программа симпозиума предусматривает пленарные лекции ученых из МГУ, ведущих институтов РАН, РАСХН и ряда других ведомств; устные сообщения и стендовые доклады, а также общие дискуссии. На симпозиум приглашены студенты, аспиранты и молодые ученые из десятков университетов разных городов России и СНГ. Кроме того, в рамках симпозиума будет проведена школа молодых ученых по экологической физиологии растений, на которой прочтут лекции по механизмам адаптации растений к тяжелым металлам, электромагнитным полям, неблагоприятным температурам и др. Помимо этого, будет организован круглый стол по биоинформатике и работе с научной литературой под председательством чл.-корр. РАН В.Е. Васьюковскова (ТИБОХ ДВО РАН).

По мнению организаторов, данный симпозиум будет не только способствовать активизации исследований в области экологии мегаполисов, разработке инновационных технологий по восстановлению городских почв и фитоценозов, но и активному вовлечению молодых исследователей в одну из бурно развивающихся областей современной науки – экологию крупных городов.

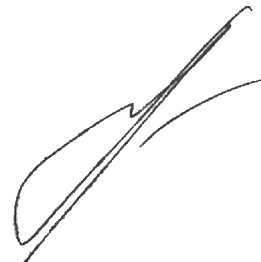
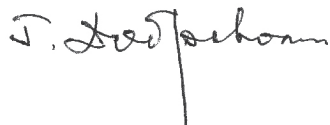
В заключение мы хотели бы пожелать всем вам, дорогие коллеги, продуктивной работы, интересных дискуссий, новых научных контактов и незабываемых впечатлений о Москве – одном из типичных и одновременно уникальных мегаполисов нашей планеты.

Сопредседатели организационного комитета:

академик РАН
Г.В. Добровольский

профессор
Л.О. Карпачевский

чл.-корр. РАН
Вл.В. Кузнецов



Порядок работы симпозиума и школы

21 ноября ПОНЕДЕЛЬНИК	22 ноября ВТОРНИК	23 ноября СРЕДА	24 ноября ЧЕТВЕРГ	25 ноября ПЯТНИЦА
10:00 - 17:00 Регистрация	09:00 - 10:00 Регистрация			10:00 - 14:00 Экскурсия
	10:00 - 10:45 Открытие	10:00 - 10:45 Пленарный доклад	10:00 - 10:45 Пленарный доклад	
	10:45 - 11:30 Пленарный доклад	10:45 - 11:30 Пленарный доклад	10:45 - 11:30 Пленарный доклад	
	11:30 - 12:00 Перерыв	11:30 - 12:00 Перерыв	11:30 - 12:00 Перерыв	
14:00 - 17:00 Экскурсия	12:00 - 14:00 Заседание 1	12:00 - 14:00 Заседание 3	12:00 - 14:00 Заседание 4	
	14:00 - 15:00 Обед	14:00 - 15:00 Обед	14:00 - 15:00 Обед	
	15:00 - 16:00 Стендовая сессия	15:00 - 16:00 Стендовая сессия	15:00 - 16:00 Лекция	
	16:00 - 18:00 Заседание 2	16:00 - 17:00 Лекция	16:00 - 17:30 Круглый стол	
		17:00 - 18:00 Лекция	17:30 - 18:00 Закрытие	
18:00-20:00 Неформальная встреча			18:00 - 21:00 Фуршет	

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА СИМПОЗИУМА И ШКОЛЫ

ПОНЕДЕЛЬНИК, 21 НОЯБРЯ

- 10:00 – 17:00 Регистрация участников (ИФР РАН, 1 корп., холл 2 этажа)
14:00 – 17:00 Обзорная экскурсия по городу

ВТОРНИК, 22 НОЯБРЯ

- 09:00 – 10:00 Регистрация участников (ИФР РАН, 1 корп., холл 2 этажа)
- 10:00 – 10:45 **ОТКРЫТИЕ СИМПОЗИУМА И ШКОЛЫ**
- 10:45 – 11:30 Пленарное заседание
Председатели: Кузнецов Вл.В., Кулижский С.П.
Карпачевский Л.О., Зубкова Т.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва)
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ МЕГАПОЛИСОВ
- 11:30 – 12:00 Перерыв
- 12:00 – 14:00 Заседание 1
Председатели: Лянгузова И.В., Корнева Е.Н.
- 12:00 – 12:25 **Корнева Е.Н.** (НИИиПИ Экологии города, Москва)
**ЦЕЛЕВАЯ СРЕДНЕСРОЧНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА
Г. МОСКВЫ НА 2003-2005 ГОДЫ КАК МЕХАНИЗМ РЕШЕНИЯ
ПРОБЛЕМ «УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ» ГОРОДА МОСКВЫ.
УНИКАЛЬНЫЙ ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ
ГОРОДА МОСКВЫ**
- 12:25 – 12:40 **Шарыгина И.О.** (ОАО «НИИ Атмосфера», С.-Петербург)
**ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА
КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**
- 12:40 – 12:55 **Ерофеева Е.А.** (ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Ниж. Новгород)
**ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ И
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИСТА *Betu-
la pendula* ROTH. И *Tilia cordata* MILL. ПРИ ДЕЙСТВИИ
АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ
АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА**

- 12:55 – 13:10 **Горелова С.В.**, Горбунов А.В., Ляпунов С.М., Окина О.И., Фронгасьева М.В. (ТГПУ, Тула)
ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ: АККУМУЛЯЦИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ В УРБОКОСИСТЕМАХ
- 13:10 – 13:25 **Коваль Е.В.** (ВГГУ, Киров)
СОСТОЯНИЕ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА И СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
- 13:25 – 13:40 **Опекунова М.Г.**, Захарян Л.С. (СПбГУ, С.-Петербург)
ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ
- 14:00 – 15:00 Обед
- 15:00 – 16:00** **СТЕНДОВАЯ СЕССИЯ** (ИФР РАН, 1 корп., холл 1 этажа)
- 16:00 – 18:00 Заседание 2
Председатели: Осмоловская Н.Г., Душков В.Ю.
- 16:00 – 16:25 **Осмоловская Н.Г.**, Богомазова М.В., Самута В.Ю., Попова Н.Ф., Куриленко В.В. (СПбГУ, С.-Петербург)
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ
- 16:25 – 16:40 **Пахарькова Н.В.**, Жигула Ю.С., Соболевская Ю.В., Харкевич К.Л. (СФУ, Красноярск)
ОСОБЕННОСТИ УСТОЙЧИВОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) И ЕЛИ СИБИРСКОЙ (*PICEA OBOVATA* LEDEB.) К СОВМЕСТНОМУ ДЕЙСТВИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА
- 16:40 – 16:55 **Фролова Л.В.** (ОГУ, Орел)
МЕТОДЫ БИОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ ВИШНИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ
- 16:55 – 17:10 **Душков В.Ю.** (ИХФ РАН, Москва)
БИОГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ОЗЕЛЕНЕНИЕ МЕГАПОЛИСОВ
- 17:10 – 17:25 **Гладков Е.А.** (ИФР РАН, Москва)
КЛЕТОЧНАЯ СЕЛЕКЦИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ, УСТОЙЧИВЫХ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ МЕГАПОЛИСОВ
- 17:25 – 17:40 **Капелькина Л.П.** (НИЦЭБ РАН, С.-Петербург)
КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

18:00 – 20:00 Неформальная встреча

СРЕДА, 23 НОЯБРЯ

- 10:00 – 11:30 Пленарное заседание
Председатели: Новицкий Ю.И., Холодова В.П.
- 10:00 – 10:45 **Лянгузова И.В.** (БИН РАН, С.-Петербург)
ДИНАМИКА АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ
- 10:45 – 11:30 **Серегин И.В.** (ИФР РАН, Москва)
ТЕХНОЛОГИЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ
- 11:30 – 12:00 Перерыв
- 12:00 – 14:00 Заседание 3
Председатели: Зубкова Т.А., Дмитриев А.П.
- 12:00 – 12:25 **Бухарина И.Л.** (УдГУ, Ижевск)
ОСОБЕННОСТИ КОНСОРТИВНЫХ СВЯЗЕЙ У ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УРБАНОСРЕДЕ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ
- 12:25 – 12:45 **Цыганова Е.Н.**, Звягинцев Д.Г., Лысак Л.В., Степанов А.Л. (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва)
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТОГУМУСОВОГО ПРЕПАРАТА
- 12:45 – 13:00 **Шеховцева О. Г.** (МГПУ им. Б. Хмельницкого, Мелитополь, Украина)
УРЕАЗА, КАК ФАКТОР РЕГУЛЯЦИИ АЗОТНОГО ОБМЕНА В АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ПОЧВАХ
- 13:00 – 13:15 **Палладина Т.А.** (ИБ им. Н.Г. Холодного НАНУ, Киев, Украина)
ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ К ЗАСОЛЕНИЮ И ДРУГИМ СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ
- 13:15 – 13:30 **Фазлиева Э.Р.**, Жуйкова Т.В. (НТГСПА, Ниж. Тагил)
ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ: НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ
- 13:30 – 13:45 **Гетте И.Г.**, Пахарькова Н.В. (СФУ, Красноярск)
ПРИМЕНЕНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗИМНЕГО ПОКОЯ РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ГРУПП

- 14:00 – 15:00 Обед
- 15:00 – 16:00 СТЕНДОВАЯ СЕССИЯ (ИФР РАН, 1 корп., холл 1 этажа)
- 16:00 – 17:00 Лекция 1
Мошков И.Е., Трунова Т.И. (ИФР РАН, Москва)
УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ГИПОТЕРМИИ
- 17:00 – 18:00 Лекция 2
Холодова В.П. (ИФР РАН, Москва)
ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ТЯЖЕЛЫМ
МЕТАЛЛАМ

ЧЕТВЕРГ, 24 НОЯБРЯ

- 10:00 – 11:30 Пленарное заседание
Председатели: Серегин И.В., Шевякова Н.И.
- 10:00 – 10:45 **Морозов Н.С.** (ИПЭЭ им. А.Н. Северцова, Москва)
ПТИЦЫ В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА: ОСОБЕННОСТИ
ПОПУЛЯЦИЙ, ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ И ВИДОВОЕ
БОГАТСТВО
- 10:45 – 11:30 **Лысак Л.В.** (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва)
ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ
СООБЩЕСТВ В ГОРОДСКИХ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ
МОСКОВСКОГО РЕГИОНА
- 11:30 – 12:00 Перерыв
- 12:00 – 14:00 Заседание 4
Председатели: Лысак Л.В., Киселева И.С.
- 12:00 – 12:25 **Дмитриев А.П.**, Гродзинский Д.М., Гуца Н.И. (ИКБГИ НАНУ,
Киев, Украина)
ДЕЙСТВИЕ БИОТИЧЕСКОГО И РАДИАЦИОННОГО СТРЕССА
НА РАСТЕНИЯ В 30-КИЛОМЕТРОВОЙ ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ
ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС
- 12:25 – 12:40 **Кизеев А.Н.** (ПАБСИ КНЦ РАН, Апатиты)
МЕХАНИЗМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ
ЧЕРНИКИ (*VACCINIUM MYRTILLUS* L.) К ДЕЙСТВИЮ
РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА

- 12:40 – 12:55 **Жигачева И.В.**, Бурлакова Е.Б., Генерозова И.П., Шугаев А.Г (ИБХФ РАН, Москва)
ПИРАФЕН И МЕЛАФЕН КАК АДАПТОГЕНЫ К УСЛОВИЯМ
ВРЕМЕННОГО ВОДНОГО ДЕФИЦИТА
- 12:55 – 13:10 **Дубровская Е.В.**, Позднякова Н.Н., Муратова А.Ю., Турковская О.В. (ИБФРМ РАН, Саратов)
ИЗМЕНЕНИЕ РОСТОВЫХ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ СОРГО ВЕНИЧНОГО (*SORGHUM BICOLOR* (L.)
MOENCH) ПОД ВЛИЯНИЕМ ФЕНАНТРЕНА
- 13:10 – 13:25 **Попова Н.Ф.**, Осмоловская Н.Г., Ву Вьет Зунг (СПбГУ, С.-Петербург)
ВЛИЯНИЕ CD НА МЕТАБОЛИТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ
АМАРАНТА *AMARANTHUS CAUDATUS* L.
- 13:25 – 13:40 **Сейдафаров Р.А.** (МАОУ СОШ № 7, Приютово, Башкортостан)
АККУМУЛЯЦИЯ МЕТАЛЛОВ ЛИСТЬЯМИ И КОРНЯМИ
ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ
- 14:00 – 15:00 Обед
- 15:00 – 16:00 Лекция 3
Новицкий Ю.И. (ИФР РАН, Москва)
ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РАСТЕНИЯ
- 16:00 – 17:30 Круглый стол
Васьковский В.Е. (ТИБОХ ДВО РАН, Владивосток)
ЗАЧЕМ И КАК РАБОТАТЬ С НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ
- 17:30 – 18:00 ЗАКРЫТИЕ СИМПОЗИУМА И ШКОЛЫ
- 18:00 – 21:00 Фуршет

ПЯТНИЦА, 25 НОЯБРЯ

- 10:00 – 14:00 Экскурсия в оранжерею Главного ботанического сада РАН им. Н.В.
Цицина,
Экскурсия в Центр коллективного пользования Российского
университета дружбы народов

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT SOWING DATES ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF SOME LINSEED (*Linum usitatissimum* L.) VARIETIES AND POPULATIONS

Endes* Z., Akinerdem** F., Özcan*** M.M.

* Selcuk University, Cumra High Educational College, 42500 Cumra-Konya, Turkey; tel: +9(0332)4475621, fax: +9(0332)4473425,

** Department of Field Croups, University of Selcuk, 42075 Konya, Turkey; tel: +9(0332)2232848, fax: +9(0332)2410108,

*** Department of Food Engineering, University of Selcuk, 42075 Konya, Turkey; tel: +9(0332)2232933, fax: +9(0332)2410108,

E-mail: zendes@selcuk.edu.tr

This research was conducted to determine the effects of different sowing dates on crude oil contents of seeds, and fatty acid composition components and quality of oils of nine linseed genotypes (Atalanta, Raulinus, Maroc SM, Avangard, Antares, Sarı-85, P-Kulu, P-Cihanbeyli, P-Halfeti) during 2007 and 2008 growing seasons under Konya ecological conditions. Significant statistical differences were found between sowing dates, varieties and populations with respect to yield, yield components and quality characteristics. The highest crude oil ratios (37.4 %) were obtained from Sarı-85 on the first sowing date. Three of the main fatty acids (linolenic, oleic and linoleic) contents varied between 46.9-58.5 %, 17.0–23.9 %, 11.0–14.9 % at the varieties and populations. However this percentage has been found to increase slightly by delayed sowings.

Today, only economically imported species included in the culture of linseed varieties, is *Linum. L. usitatissimum* that has blue and white flowers, means very useful thread in Latin and the name also emphasizes the importance of its place in history. Linseed with % 30 to 45 oil content is used in edible and non-edible industrial oil production. Linseed oil is used especially in paint and coatings industry as in many areas. However, the new breeding varieties in which linolenic acid rate was lowered (below % 3) find space in edible oil consumption. Linseed oil containing omega 3, omega 6, omega 9 essential fatty acid is increasing its importance of medical aspect the main fatty acid such as ALNa which is mostly found in linseed oil is also used in the body to produce brain and nerve tissue.

In this study, on Konya ecological conditions, the development, yield, yield components and quality characteristics of the domestic and foreign pepper linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties and populations which are obtained from the different locations, were determined and these characteristics between the direct and indirect relationships were studied by statistical analyzes and agricultural properties were stated. In this study conducted on Konya ecological conditions for two years nine linseed varieties and populations were tested in four different sowing dates and the yield and quality characteristics of the materials were determined. In the recommendations that will be made, besides the seed yield of varieties, the crude oil and protein yield should be taken into consideration. Viewed from this perspective in P-Kulu that has the highest seed yield, is seen as advantageous in terms of its high crude oil and protein yield. Delay in sowing dates showed positive effect on characters such as the oleic and linoleic acid and negative effect on characters such as the crude oil content, stearic, palmitic and linolenic acid

INCREASED POTASSIUM CONCENTRATIONS IN PLANTS INOCULATED WITH PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA

Öğüt M., Er F., Kocak R.

Selcuk University, Cumra High Educational College, 42500 Cumra-Konya, Turkey, tel: +9(0332)4475621, fax: +9(0332)4473425,

E-mail: rkocak@selcuk.edu.tr

Potassium (K) is an essential plant macro-nutrient, which is required as a cofactor for more than 40 enzymes. It also establishes cell turgor and maintains cell electroneutrality. Although soil total K content is high (0.1 to 40 g kg⁻¹) (Munson, 1985) bulk soil solution concentration is usually very low (100–1000 mM). While a major portion (>99 %) of the soil K is either structural K in feldspars or interlayer K in micaceous minerals, a minor portion (<1 %) of the soil K is exchangeable K adsorbed onto surfaces of clays and organic matter. The readily source of plant available K is either soil solution K or exchangeable K adsorbed to clays and organic matter. Nonexchangeable K can be released from the K-feldspars, illites and micaceous clays, mainly depending on soil solution K concentration. Inoculation of crops with plant growth promoting rhizobacteria is a means of enhancing mineral plant nutrition. For example, *Azospirillum brasilense* could modify total uptake and balance of mineral nutrients in inoculated plants. This study outlines the results of some of our field experiments performed with *Azospirillum* and phosphate solubilizing bacteria with respect to potassium nutrition of crops. A one year bean and wheat experiment were performed. The treatments included different combinations of inoculations with *Azospirillum* and *Trichoderma* and addition of different rates of rock phosphate. A one year field experiment was performed. The treatments included different combinations of *Azospirillum* inoculation and zinc application. A microcosm study was performed. The treatments included ten phosphate solubilizing microorganisms. Although inoculations with *Azospirillum* and *Trichoderma* did not significantly ($P>0.05$) increase K contents of bean plants at 45 days after planting and seeds in the bean field experiment, *Azospirillum* inoculation significantly ($P<0.05$) increased seed K content in the first wheat field experiment. The second wheat field experiment also revealed that inoculation with *Azospirillum* significantly ($P<0.05$) increased overall K contents of the seeds and the plant samples taken at three stages of growth. It is noteworthy to note that the treatment effect was only significant ($P<0.05$) in K content in the second field experiment. Inoculations with different phosphate solubilizing microorganisms also significantly ($P<0.05$) increased K contents of the plants grown in either the microcosms or in the field. Increased proton extrusion from plant roots inoculated with both *Azospirillum* and phosphate solubilizers was determined. It is generally accepted that protons extruded by roots are exchanged with cations, mainly potassium and ammonium, resulting in lowered pH in rhizosphere. Possible reasons for increased proton extrusion may include (i) Stimulation of plasmalemma ATPase of plant roots, (ii) Proton release by the inoculum in response to NH₄⁺-N uptake, (iii) Proton release by the inoculum associated with release of organic acid anions, (iv) relatively fast growth with high CO₂ evolution followed by formation of H₂CO₃.

GIS APPLICATIONS IN SOIL DATA ANALYSIS IN PRECISION AGRICULTURE APPLICATIONS IN APPLE GARDENS GROWN IN KARAMAN -ÇUMRA REGION

Tuşat* E., Erol* A.S., Er* F., Mikayilov** F., Yilmaz* G.

* Selcuk University, Cumra High Educational College, 42500 Cumra-Konya, Turkey, tel: +9(0332)3208004, fax: +9(0332)4473425;

** Department of Soil Science, University of Selcuk, 42075 Konya, Turkey; tel: +9(0332)2232934, fax: +9(0332)2410108,

E-mail: *farizm@selcuk.edu.tr* (for Mikayilov Fariz)

In this study, in Konya – Karaman region 52 cultivated agricultural gardens were selected. The locations related to these gardens were given in the figure. In WGS84 system the coordinates of the sampled points and the samples taken from 52 gardens have been recorded by GPS technique. Thus, the location information (geographic coordinates) consists of the latitude, the longitude and the height related to each sampled point has been obtained. As shown in the results, in terms of micro-element nutrition, the content of Zn in leaves is respectively 10,63-48,54 (18,45) in the 1st period and 10,52-56,77 (21,18) in the 2nd period.

This century's most important, most vital subject is to be able to meet the food needs of the world's population that reached 6.5 billion these days. It is certain that this issue will be even more important in the coming years when it is considered that world population is rapidly growing. It is required to benefit from these technologies to reduce the use of input in agricultural studies, to get environmental awareness, high efficiency, low cost and to minimize the loss of labor. These technologies are gps, gis, gnns.

In this study, within Konya – Karaman province in the selected region and on the land that has different soil and agricultural characteristics; the characteristic structure of the land has been determined in terms of soil structure of the land by providing GPS-GIS integration and spatial analysis. In summary precision agriculture is a production method that aims at transition from populist behavior pattern to the individual behavior pattern in vegetative and animal production.

In this study, in Konya – Karaman region 52 cultivated agricultural gardens were selected. The locations related to these gardens were given in the figure. In WGS84 system the coordinates of the sampled points and the samples taken from 52 gardens have been recorded by GPS technique.

CADMIUM EFFECT ON ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL CHANGES OF WHEAT PLANTS (*Triticum aestivum* L.)

Vozniuk N.V., Kosyk O.I.

Taras Schevchenko National University of Kyiv, Educational and Scientific Centre “Institute of biology”, Plant Physiology and Ecology Department; Volodymyrska st. 60, 01033 Kyiv, Ukraine, tel.: (044)5221427.

E-mail: *Nadia_Vozniuk@i.ua* (Vozniuk N.V.)

Cadmium concentration increase forces the research of mechanisms of its toxicity and general influence on plant organism, especially investigation in adaptive changes for the valuation of the level of plant resistance.

Therefore the aim of our research was to observe the tendency of anatomical and physiological changes of wheat plants for varying time of cadmium ions exposition.

Winter wheat shoots treated with 100 μ M cadmium acetate solution were used as an experiment plant material. The plants in control group were grown on water culture. The samples were taken several times during a week of cadmium exposition for measuring of rates of morphometric, anatomical and physiological parameters.

Cadmium influence on wheat plants leads to root and sprout growth inhibition: in cadmium-treated group of wheat plants root length decreased by half, the sprout length – by third.

We observed heavy metal affect on histological structures of both wheat root and wheat leaf. The change of shape and size of mesoderm and central cylinder root cells, and leaf assimilation tissues has also occurred. In cadmium-treated plants root mesoderm cells were bigger, and root central cylinder cells – smaller than in untreated ones. Treated wheat leaf assimilation tissue body decreased by one layer.

Also the change in heavy metal-treated plant leaf stomatal apperture was found. More than 2/3 of stomas were opened on the upper leaf epidermis of cadmium-treated plants, what proves the change of water metabolism.

The lipid peroxidation level is the cell stress indicator, and malonic dialdehyde (MDA) is the proved marker of it. MDA root cell content of all researched plants was half as much the leaf cell content. The lipid peroxidation level in treated plants on the 2nd day of exposition decreased significantly, especially in root cells. MDA concentration in root cells of treated plants showed no significant difference from the one of control group plants, but increased in leaf cells.

Those results show cadmium affects histological constitution, growth and water rate of the whole plant, may be caused by specific development of general adaptive syndrome.

THE METHOD OF DEACTIVATION OF RADIONUCLIDES FROM THE CITY SOIL WITH THE HELP OF EARTHWORMS

Zhirina* L.S., Shutenko** G.S., Sheshyn** I.N., Abushik V.V.*

* Non-governmental organisation “Viola”, p.b. 325, 241050 Bryansk, Russia, tel.: (4832)746057

** International agricultural organization “Friends of organic farming» (FOA); House 41/12, Schorsa st., 14017 Chernihiv, Ukraine, tel.: 1038(0462)641078

E-mail: zhirina@gmail.com (Zhirina L.S.)

After the Chernobyl accident is the problem of urban land reclamation, contaminated with radioactive substances. Methods known of land remediation time-consuming, costly and non-environmental. Since 2003, we are studying the biological methods, based on the ability of earthworms accumulate the heavy metals (radionuclides). We receive and use vermicompost, which forms insoluble complexes with radionuclides, preventing the migration of radionuclides in food chains. The studies are published in several papers. Objective: To determine the species of earthworms, which in concrete terms (ecosystem, soil composition, level of contamination) are the most efficient storage of cesium-137 and strontium-90. In 2003-2011 we conducted a study in the cities of the western part of the Bryansk region (Russia) and the Chernihiv region (Ukraine), contaminated with radionuclides. We have laid more than 140 plots in areas with a pollution level of radiation from 1 to 60 Ku/km² and 30 control sites. It was a place of rest, the area near the places of work and living of urban residents. We conduct research in a period of high activity of earthworms (April-September). Radiation levels, species diversity and numerical earthworms were determined in each of the 5 cm of soil, 2 times a month. We used a method of manual disassembly of invertebrates from soil samples an area of 0.25 m². Morphological and anatomical examination was carried out using a digital microscope 10x-600x, programs Progress 2000, MS Excel and Statistics 5.5. The number, species diversity and average size of earthworms significantly reduced the radiation level at 15-40 Ku/km². Here, we observed a significant delay in the development of worms: 57-62% consists of immature juveniles. In areas with pollution levels more than 40 Ku/km² numbers of earthworms in the 7 times lower than the control, while the number of immature juveniles up to 87% in June-August. On the territory of pollution 1-15 Ku/km² number of worms and their level of development do not differ from controls. In May and September, worms accumulate large amounts of heavy metals and lowered them from the upper soil layers in the lower speed 2-3.5 cm per year. But we can draw out the worms that have accumulated radionuclides to the surface and remove from the territory. These two methods have begun to use our few urban schools for the decontamination of their territory. Particularly active and effective conduct these work earthworms from ecological groups Anecic and Endogeic. For example, species such as *Lumbricus terrestris* (Linnaeus, 1758) – Anecic and *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826) – Endogeic. The number of earthworms will steadily increase to create favorable conditions for their habitat in the soil. The worms make the soil is well drained, and will help reduce the radionuclides in the deeper subsoil horizons. The main advantages of this biological method of cleaning the soil are low cost and low complexity, the use of clean technologies and conservation of soil. This technology is absolutely environmentally clean, but it works really only in areas where the contamination is not more than 15 Ku/km².

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРАВЛЕНИИ ВОСТОЧНО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОРЕНБУРЖЬЯ

Абузярова Ю.В.

Институт степи УрО РАН; ул. Пионерская 11, 460000 г. Оренбург, тел.: 8(3532)774432; факс: 8(3532)774432

E-mail: yabuzyarova@yandex.ru (Абузярова Ю.В.)

В современных условиях развития транспорта, на сегодняшний момент особая роль отводится автотранспорту. В связи с этим автопарк России, в частности и Оренбургской области, постоянно увеличивается. Известно, что наряду с прибавлением транспортных единиц возрастает и количество выбросов в окружающую среду. Именно на автотранспорт приходится 97 % выбросов от всех передвижных источников. Также следует отметить частое не соответствие автотранспорта и топлива государственным стандартам и ГОСТам.

Формирование самих дорог и выбросы выхлопных газов напрямую воздействуют на экосистемы прилегающих ландшафтов, особенно чувствительными являются растительный и почвенный покровы этих территорий.

В связи с этим возникла острая необходимость изучать современное состояние ландшафтов в зоне активной нагрузки автотранспорта (а именно почвенный и растительный покров). Так же стоит вопрос о поступлении выбросов в сельскохозяйственные угодья, располагающиеся в непосредственной близости к придорожным ландшафтам и выполнении лесополосами защитной функции.

Выхлопные газы содержат большое количество не только оксидов серы, азота, пыли, но и некоторые тяжелые металлы, относящийся к высокому и среднему классу опасности.

Тяжелые металлы способны образовывать сложные комплексы соединения с органическими веществами почвы, поэтому в почвах с высоким содержанием гумуса они менее доступны для поглощения. Избыток влаги в почве способствует переходу тяжелых металлов в низшие степени окисления и в растворимые формы. Анаэробные условия повышают доступность тяжелых металлов растениям. Поэтому дренажные системы, регулирующие водный режим, способствуют преобладанию окисленных форм тяжелых металлов и тем самым снижению их миграционных характеристик. Растения могут поглощать из почвы микроэлементы, в том числе тяжелые металлы, аккумулируя их в тканях или на поверхности листьев, являясь таким образом промежуточным звеном в цепи «почва — растение — животное — человек».

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА *hmg1* НА УСТОЙЧИВОСТЬ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ ТАБАКА К ДЕЙСТВИЮ ИОНОВ МЕДИ

Алексеева** В.В., Ермошин* А.А., Малёва* М.Г., Киселева* И.С., Чукина* Н.В., Рукавцова** Е.Б., Бурьянов** Я.И.

* Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина; пр. Мира 19, 620002 Екатеринбург, тел.: (343)2616685

** Филиал УРАН Института биоорганической химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова; пр. Науки 6, 142290 Пущино, тел.: 8(4967)330970, факс: 8(4967)330527

E-mail: lera@fibkh.serpukhov.su (Алексеевой В.В.)

Устойчивость растений к стрессам определяется рядом факторов, среди которых наиболее важными являются функционирование мембранных структур клетки, активность систем антиоксидантной защиты, а также гормональная регуляция антистрессовых программ. В цитоплазме растений существует мевалонатный путь биосинтеза изопреноидных соединений, с помощью которого синтезируются сесквитерпены, стерины мембран, brassinosteroids, цитокинины. Ключевой фермент этого пути – 3-окси-3-метилглутарил-КоА редуктаза – кодируется геном *hmg1*. В работе исследовано влияние окислительного стресса, вызванного действием ионов меди (100 мкМ CuSO_4 в течение 20 ч), на уровень ПОЛ, СОД, пероксидазы, пролина и содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений табака. Использованы трансгенные растения табака *Nicotiana tabacum* L., содержащие гетерологичный ген *hmg1* из *Arabidopsis thaliana* (L.) Heyhn. в прямой (смысловые формы) и обратной (антисмысловые формы) ориентациях относительно конститутивного промотора CaMV 35S. Показано, что смысловые формы трансгенных растений обладали повышенным уровнем антиоксидантной активности при действии данного стрессора, по сравнению с контрольными. Обнаружен положительный эффект повышенной экспрессии гена *hmg1* на устойчивость пигментного комплекса к окислительному стрессу, вызванному ионами меди. Подавление экспрессии гена *hmg1* в растениях антисмысловых форм приводило к более сильной деструкции хлорофиллов и снижению содержания каротиноидов под действием ионов меди. При действии стрессора в этих растениях, в отличие от смысловых форм и контроля, наблюдали снижение соотношения хлорофиллов *a/b* и более сильное увеличение отношения хлорофиллы/каротиноиды, что может свидетельствовать о расходовании каротиноидов в качестве антиоксидантов. Полученные результаты указывают на роль изопреноидов в защите растительных клеток от окислительного стресса, вызванного тяжелыми металлами. Материалы исследования могут быть использованы при создании растений с устойчивостью к действию тяжелых металлов. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 09-04-00980 и ФЦП ГК № П 1301.

О СОСТОЯНИИ СОРТОВ ВИНОГРАДА НА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ В ОКРЕСТНОСТЯХ Г.МАХАЧКАЛА

Алиева Земфира М.

Дагестанский государственный университет, 367000, г. Махачкала, ул. М.Гаджиева, 43а, тел.: (8722)675915.

E-mail: zemfirik@mail.ru

Изучали возможность выращивания сортов винограда на засоленных почвах с оценкой устойчивости по особенностям их морфогенеза. В этих целях использовали культивирование двух- и трехглазковых одревесневших стеблевых черенков винограда сортов Пино гри и Совиньон зеленый в растворах хлорида и сульфата натрия в концентрации 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} М. В контроле черенки культивировали в воде. Опыты проводились с января по май при комнатном освещении и температуре воздуха 18-25°C. Темпы морфогенеза оценивали по распусканию побегов, количеству побегов на черенках, числу листьев на побеге, длине побегов и корней, повреждению листьев и почек, изменению соотношения прироста корней. Исследуемые сорта отличались по жизнеспособности черенков при засолении среды. Так, у с. Пино гри по всем вариантам с засолением пророст побегов и корней был ниже, чем в контроле. В 10^{-2} М NaCl прирост побегов составил 82%, а в 10^{-3} М – 90% к контролю. В вариантах с сульфатным засолением прирост был ниже: в 10^{-2} М – 60%, в 10^{-3} М – 73% к контролю. Прирост корней у с.Пино гри в вариантах с более высокой степенью засоления сильно отличался от контроля и составил 32% в NaCl и 20% в Na_2SO_4 . В вариантах с более низкой степенью засоления прирост корней оказался несколько выше. Так, в NaCl прирост составил 78%, а в Na_2SO_4 – 39% к контролю. Число листьев на побегах также по вариантам с засолением было ниже, чем при культивировании в воде. По всем вариантам засоления и в контроле отмечены черенки, образывавшие по 2 побега. Наиболее высокий процент таких черенков в растворах 10^{-2} М NaCl (47%) и в 10^{-3} М Na_2SO_4 (46%), что выше, чем в контроле. У с.Пино гри отмечены большие солевые ожоги листьев и отмирание пазушных почек. Иная картина у черенков сорта Совиньон зеленый. Здесь, в вариантах с засолением NaCl прирост побегов совпал в обеих концентрациях и составил 147% к контролю. В 10^{-2} М NaCl прирост побегов был также выше контроля – 104%, а в 10^{-3} М Na_2SO_4 – 91%. Прирост корней в вариантах с хлоридным засолением также выше, чем в контроле и в 10^{-3} М составил 450% к контролю. В 10^{-2} М Na_2SO_4 прирост был выше, чем в 10^{-3} М этой же соли и составил 75% к контролю. Количество листьев на побегах у с.Совиньон зеленый совпадало с контрольным значением. Число черенков, образовавших 2 побега, по всем вариантам засоления превысило контроль (17%), В вариантах с NaCl эти цифры колебались в пределах 25 – 27%, в Na_2SO_4 – свыше 30%. Солевые повреждения листьев и почек были незначительны. Концентрация растворов 10^{-1} М оказалась летальна для обоих сортов. Солеустойчивость сортов винограда следует изучать в более низких концентрациях растворов солей. Сорт Совиньон зеленый проявил высокую устойчивость к хлоридному засолению, как и к сульфатному. Сорт Пино гри проявил себя как довольно неустойчивый сорт винограда.

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ НА КВАНТОВЫЙ ВЫХОД ФОТОПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОНОВ В ИНТАКТНЫХ ХЛОРОПЛАСТАХ ПЕРФУЗИРУЕМОЙ КЛЕТКИ

Алова А.В., Булычев А.А.

Кафедра биофизики, Биологический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; 119234 Москва, тел.: (495)9393503, факс: (495)9391115

E-mail: ava1945@mail.ru (Аловой А.В.)

Загрязнение атмосферы, связанное с промышленным и сельскохозяйственным производством, часто сопровождается повышением концентрации сернистого газа, диоксида азота, углекислоты или аммиака, незаряженные молекулы которых свободно проникают через клеточные мембраны, вызывая кислотный или щелочной сдвиг рН цитоплазмы ($pH_{\text{ц}}$). Сдвиги кислотно-щелочного баланса цитоплазмы могут существенно сказываться на фотосинтетической функции хлоропластов. Однако сведения о влиянии $pH_{\text{ц}}$ на фотосинтетическую активность интактных пластид практически отсутствуют. Это связано с трудностями определения и контролируемого смещения $pH_{\text{ц}}$ в целых листьях, а также с резким снижением квантового выхода фотохимической реакции фотосистемы II (ФС II) при выделении изолированных хлоропластов. Сочетание метода внутриклеточной перфузии междоузлий харовых водорослей и микрофлуориметрии с применением насыщающих световых импульсов представляется наиболее прямым адекватным подходом к изучению фотосинтетической активности при изменении рН и ионного состава среды в окружении пластид. Перфузия клетки растворами с добавлением ЭГТА сопровождается разрушением тонопласта и открывает непосредственный доступ экспериментальной среды к хлоропластам. При этом сохраняется нативное расположение хлоропластов в виде плотно упакованного одиночного слоя по периферии клетки. В данной работе изучено влияние рН перфузионного раствора на квантовый выход фотореакции ФС II (КВ ФСII) в темновых условиях, а также на фотосинтетический перенос электронов в условиях стационарного освещения. Показано, что модельная система “перфузируемая клетка” обеспечивает высокую функциональную активность хлоропластов – с потенциальным КВ ФС II до 0.7. Зависимость этого параметра от рН в интервале 6.0–8.5 имеет форму купола и отличается от рН зависимости для эффективного квантового выхода, измеряемого в условиях стационарного освещения. В условиях равной освещенности стационарная скорость потока электронов по нециклической цепи была выше при щелочных рН, чем в области кислых значений. Результаты говорят о том, что влияние кислых и щелочных газов на активность фотосинтетического аппарата растений может быть связано не только с непосредственным химическим воздействием проникающих веществ, но и с изменением рН цитоплазмы.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗОНЫ В НА АКТИВНОСТЬ ФОТОСИСТЕМЫ I В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ

Алова А.В., Булычев А.А., Ахалая М.Я.

Кафедра биофизики, Биологический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; 119234 Москва, тел.: (495)9393503, факс: (495)9391115

E-mail: ava1945@mail.ru (Аловой А.В.)

Озоновый слой атмосферы истощается под воздействием хлорфторуглеродов, образующихся в результате деятельности человека. Это приводит к повышению интенсивности ультрафиолетового излучения зоны В (УФВ-излучение) у поверхности Земли. Действие УФВ-излучения на живые объекты повреждает ДНК, белки, липиды, мембраны, фотосинтетический аппарат. Зеленые растения, использующие солнечный свет, не способны избежать воздействия УФВ-излучения; поэтому оно представляет для них потенциальную угрозу. Эффект УФВ-излучения на фотосистему II (ФС2) изучен для многих видов растений. Полагают, что ФС2 менее устойчива к действию УФВ-излучения, чем фотосистема I (ФС1). Сведения о влиянии УФВ-излучения на циклический транспорт электронов (ЦТЭ), которому отводят важную роль в защитных реакциях растений при стрессах, в литературе отсутствуют. В работе изучено влияние УФВ-излучения на кинетику фотоокисления P700 в листьях высших растений при действии длинноволнового красного света ($\lambda = 717$ нм), поглощаемого только ФС1, а также при освещении белым светом, возбуждающим обе фотосистемы. При облучении листьев *Chenopodium album* и *Ficaria verna* в качестве источника УФ-излучения использовали люминесцентные эритемные лампы ЛЭ-30 (доза УФВ-излучения — 11.5 кДж/м²). Окислительно-восстановительные переходы хлорофилла реакционного центра ФС1 P700 регистрировали по разности изменений поглощения в области 810 и 870 нм (ΔA_{810}). При действии интенсивного белого света после начального окисления P700 за доли секунды происходит его восстановление за счет притока электронов от ФС2. При освещении длинноволновым красным светом после импульса белого света наблюдали задержку начального окисления P700, которая обусловлена притоком электронов к ФС1 по циклическому пути. Полученные кривые темнового восстановления после фотоокисления P700 аппроксимировали суммой двух экспонент, быстрая компонента которой характеризует ЦТЭ. Показано, что УФВ-излучение оказывает негативное воздействие на ЦТЭ, но не вызывает существенного снижения нециклического потока электронов. Полученные данные свидетельствуют также о том, что УФВ-излучение не влияет на медленную фазу темнового восстановления P700⁺, обусловленную потоками электронов по альтернативным путям от эндогенных (стромальных) доноров. Подавление ЦТЭ при воздействии УФВ-излучения может сказаться на устойчивости растений к другим видам стресса.

НОВЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРЕПАРАТОВ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА

Апашева Л.М., Лобанов А.В., Комиссаров Г.Г.

Учреждение Российской академии наук Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, ул. Косыгина 4, 119991 Москва, тел.: (495)9397350

E-mail: gkomiss@yandex.ru (Комиссарову Г.Г.)

На территориях мегаполисов природные стрессовые условия, такие как пониженные температуры, засуха, усугубляются факторами техногенного происхождения, например, хроническим агрессивным засолением почв. Для успешного развития растений в черте города необходимы особые условия. Обоснованным и экологически безупречным способом повышения устойчивости растений к стрессам является включение в их физиологический цикл пероксида водорода (ПВ). ПВ участвует в процессах метаболизма растений как субстрат и сигнальная молекула. ПВ регулирует активность ферментов, определяет интенсивность процессов фотофосфорилирования и фотодыхания. К настоящему времени показано активное участие ПВ в фотосинтезе растений. Обнаружено, что ПВ ускоряет рост и развитие растений, влияет на их морфологию, стимулирует биосинтез фотосинтетических пигментов. В лаборатории фотобионики ИХФ РАН установлено антистрессовое действие ПВ при жестких условиях пониженных температур, дефицита влаги и засоления на фоне засухи на примере более 10 видов растений. Предпосевную обработку семян и проростков вели водными растворами ПВ в концентрациях 10^{-2} – 10^{-5} моль/л. В контроле для обработки использовали воду. Действие ПВ в качестве криопротектора показано при отрицательных температурах в интервале от -3 до -10 °С. Длительность обработки холодом контрольных и опытных групп растений составляла 24, 30 и 48 часов. Увеличение количества жизнеспособных растений в опыте превышало контроль на 40–90% в зависимости от зимостойкости исходного вида. Условия засухи моделировали путем изначального однократного полива корнеобитаемой среды. На 30-е сутки эксперимента количество выживших опытных растений, обработанных ПВ, превышало контроль на 30–70%. Для определения защищающих от засоленности свойств ПВ опытные семена обрабатывали ПВ, либо композицией, состоящей из полимера и ПВ, контрольные – водой. Семена высевали на культуральную среду, однократно увлажненную растворами NaCl. На 20-е сутки опыта количество растений, сохранивших жизнеспособность в условиях стресса, составило 30-60% от начального количества в опытной группе, тогда как в контроле выживших растений не оставалось. Предложен способ предпосевной обработки семян и растений, композицией из водного раствора ПВ и полимера, которая легко наносится на объект и обеспечивает пролонгированное поступление ПВ к растениям. Таким образом, ПВ – экологически чистый антистрессовый препарат, способствующий выживаемости растений в условиях города. Обнаруженные свойства ПВ защищены пятью патентами РФ.

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В АССИМИЛЯЦИОННОМ АППАРАТЕ РАСТЕНИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭМИССИЙ

Артюшенко Т.А.

Криворожский ботанический сад НАН Украины, ул. Маршака, 50, 50089 г. Кривой Рог, Украина, тел.: (+380564)384922, факс: (+380564)384803

E-mail: art.tatyana2@mail.ru (Артюшенко Т.А.)

Выполненные нами исследования особенностей функционирования аскорбатзависимой антиоксидантной системы в условиях промышленного загрязнения показали, что у растений *Acer negundo* L. зоны сильного загрязнения “Арселормиттал Кривой Рог” в фазу полного обособления листка наблюдался значительный рост содержания метаболитов аскорбиновой кислоты, которое достигало 46 и 502% для восстановленной и окисленных форм в сравнении с растениями дендрария Криворожского ботанического сада НАН Украины (условного контроля). С переходом к следующей фазе морфогенеза (завершение развития и вызревание листка) у контрольных растений клена наблюдалось снижение аскорбиновой кислоты в этих органах почти вдвое. Полученные данные согласовываются с результатами исследований A.Polle, которыми установлено, что в *Fagus sylvatica* L. в молодых листьях активность аскорбатпероксидазы была выше, чем в зрелых (A.Polle, 1995), то есть наблюдается тенденция относительно снижения восстановленной аскорбиновой кислоты в течение вегетационного периода. Существенный рост (в 5,3 и 7 раз) концентрации восстановленной и окисленных форм аскорбата на 5-10 сутки фазы завершения развития и вызревания листка отмечен у *A. negundo* в зоне сильного загрязнения “Арселормиттал Кривой Рог” относительно контроля соответственно. Вместе с этим на 80-85 сутки этой фазы количество аскорбиновой кислоты в листьях клена при действии промышленных эмиссий возросло лишь в 2,3-2,6 раза, тогда как окисленных форм – до 6,5 раз. Такое увеличение содержания низкомолекулярного антиоксиданта, а также продуктов его окисления указывает на нарушение редокс статуса в клетках и истощение антиоксидантных ресурсов в условиях накопления в них в избыточных количествах металлов, которые в свою очередь могут быть причиной повышения интенсивности свободнорадикальных процессов. Рост аскорбата в этом случае может рассматриваться как адаптивная реакция и является важным механизмом толерантности растений к загрязнителям. Работа выполнена по проекту № 36-1 «Транслокация тяжелых металлов и фтора в системе “почва – растение” и повышение устойчивости растений при действии абиотических факторов» целевой комплексной междисциплинарной программы научных исследований НАН Украины по проблемам устойчивого развития, рационального природопользования и сохранения окружающей среды.

ВЛИЯНИЕ МЕДИ И КАДМИЯ НА ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ РАСТЕНИЙ

Атабаева С.Д., Калдыбеккызы Г., Махашова А., Кенжебаева С.Д., Шоинбекова С.А.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби; пр. аль-Фараби, 71, 050040 Алматы, тел.: +7(727)3773329

E-mail: sauleat@yandex.ru

Реагируя на изменения среды, клетка модифицирует функциональную активность всех своих элементов, приспосабливаясь к новым условиям. Наиболее ранние изменения в ответ на действие внешних неблагоприятных факторов происходят на уровне наружной мембраны растительной клетки – плазмалеммы (ПМ). Одной из быстрых неспецифических реакций клеточных мембран, вызванной любым стрессом, является усиление перекисного окисления липидов (ПОЛ) мембран. При воздействии неблагоприятных факторов скорость ПОЛ резко увеличивается, в то время как содержание антиоксидантов уменьшается, что приводит к появлению избытка перекисных соединений. Целью работы было изучение влияния Cu и Cd на перекисное окисление липидов надземных органов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и диких видов злаковых растений пырея ползучего (*Agropyron repens* L.) и полевицы белой (*Agrostis alba* L.). Было обнаружено повышение уровня ПОЛ при действии на растения Cu и Cd, степень которого зависела от концентрации металла в среде. Исследуемые виды злаковых растений отличались по степени увеличения ПОЛ. При действии меди при относительно низких концентрациях (20 и 40 мг/л) степень повышения ПОЛ была ниже у *A. repens*, нежели у *H. vulgare*, *Ag. alba*. (при концентрациях Cu 20 и 40 мг/л у ячменя ПОЛ повышалось на 144 и 152%, полевицы белой – на 109 и 127%, пырея ползучего – на 43 и 119% по сравнению с контролем). Максимальное повышение ПОЛ наблюдалось при концентрации Cu до 60 мг/л у всех исследуемых видов: у ячменя и пырея ползучего на 167%, у полевицы белой – на 156%. Пырей ползучий также проявил сравнительно большую стабильность по сравнению с ячменем и полевицей при действии кадмия. При действии кадмия в концентрациях 20, 40 и 60 мг/л ПОЛ повышалось у пырея ползучего на 21,33 и 41%, у полевицы белой – на 46, 56 и 89%, у ячменя – на 52, 111 и 127%, соответственно. При действии обоих металлов в наибольшей степени наблюдалось повышение ПОЛ у растений ячменя. При действии Cu происходило более существенное повышение ПОЛ, нежели при действии Cd. Большая степень повышения ПОЛ при действии меди по сравнению с кадмием может объясняться тем, что медь является редокс-металлом, который генерирует реактивно окисленные вещества (РОВ). В отличие от меди, кадмий не участвует в окислительно-восстановительных циклах, но может индуцировать окислительный стресс косвенно. В присутствии Cd происходит разрушение хлорофилла и каротиноидов, также нарушается их биосинтез, что влечет за собой нарушения в электронно-транспортной цепи на уровне ФС I и ФС II, ведущие к генерации окисленных свободных радикалов.

Таким образом, тяжелые металлы вызвали повышение ПОЛ, степень повышения этого показателя зависела от видовой принадлежности растений.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ РАДИАЦИИ И АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ ПШЕНИЦЫ

Атабаева С.Д., Кенжебаева С.С., Сулейменова С., Пахратдинова Ж., Шоинбекова С.А.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби; пр. аль-Фараби, 71, 050040 Алматы, тел.: +7(727)3773329

E-mail: sauleat@yandex.ru

Пероксидаза (ПО) является одним из маркерных ферментов, и практически первой активируется в ответ на стресс. Этот мультифункциональный фермент в дополнение к антиоксидантной функции участвует в огромном числе биохимических реакций. Одна из них – «укрепление» клеточной стенки, играющая существенную роль в осморегуляции. В зависимости от локализации в растительных клетках различают растворимые (вакуоль, цитоплазма), ионсвязанные (мембраны, клеточная стенка) и ковалентносвязанные (клеточная стенка) формы пероксидазы. В нашей работе исследована активность всех трёх форм пероксидазы. Установлено, что растворимые пероксидазы, представленные цитоплазматической формой фермента, и слабосвязанные с клеточной стенкой пероксидазы, наиболее чувствительны к влиянию стрессовых факторов. Поскольку образование активных форм кислорода, в том числе перекиси водорода, в настоящее время считается одним из основных механизмов системной фитоустойчивости, изменение активности растворимых и слабосвязанных с клеточной стенкой форм пероксидазы может служить в качестве биоиндикатора развития устойчивости растений (Иванов и др. 2005) Было изучено действие высокой фотосинтетической радиации (ФАР) на различные формы пероксидазы различных сортов пшеницы, как Северянка, Казахстанская ранняя, Женис и Надежда. Установлено, что при высокой ФАР увеличивалась активность пероксидазы в различной степени. При воздействии высокой ФАР в течение 5 дней в наибольшей степени повышалась активность растворимой формы пероксидазы листьев у сорта Женис, в наименьшей степени – у сорта Надежда: Женис (на 341%) > Северянка (на 122%) > Казахстанская ранняя (на 27%) > Надежда (на 17%). Активность ионсвязанной и ковалентно-связанной пероксидазы изменялась в том же порядке, но повышались в меньшей степени.

При изучении действия высокой ФАР на накопление зеленой биомассы установлено, что сухая биомасса снижалась в следующем порядке – Женис (83% от контроля) > Северянка (77% от контроля) > Казахстанская ранняя (74% от контроля) > Надежда (59% от контроля), что согласуется с развитием защитных антиоксидантных реакций, в данном случае с увеличением активности различных форм пероксидазы.

ПОГЛОЩЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРОРОСТКАМИ ГИНКГО (*Ginkgo biloba* L.) ИЗ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Баранов В.И., Скрипец Х.И.

Львовский национальный университет им.И.Франка, ул. Грушевского 4, 79005, г.Львов, Украина, тел. 8(032) 050-956032050,

E-mail: Bio.lwiw@mail.ru

Загрязнение городов, в частности г.Донецка и гг.Червонограда,Сокаля, Калуша Львовской области, зависит не только от выбросов автотранспорта и отходов промышленности вносимых на данном этапе времени, но и от тех, которые накапливались десятилетиями, находятся в пределах городов или около них и в частности это относится к породным отвалам угольных шахт.

Породные отвалы угольных шахт Червоноградского горнодобывающего района оказывают достаточно мощное, многофакторное воздействие на окружающую среду. За счет смывов осадками, сдува ветром в атмосферу и грунтовые воды поступают тяжелые металлы и кислые стоки с их огромных площадей, так породный отвал Центральной обогатительной фабрики(ЦЗФ) при объеме около 20 млн.тон имеет площадь 76 га. К негативным эдафическим условиям отвала относятся высокое содержание тяжелых металлов с превышениями ГДК, кислотность, почти отсутствие органической массы и для озеленения отвала проводится поиск стойких к этим условиям растений, желательно со свойствами гипераккумуляторов ТМ. При выборе растения мы остановились на гинкго двулопастном, которое является довольно стойким к антропогенному влиянию. Проростки, полученные после холодной стратификации семян гинкго, собранных в г.Одессе, выращивались на субстратах отвала ЦЗФ – черного (неперегорелого) и красного(перегорелого) 6 месяцев в природных условиях (контроль – торф и дерновая почва). Проростки на породах имели меньшую длину надземной части, меньше листков, но большую корневую систему и большее содержание пигментов фотосинтеза, в основном за счет хлорофила В. Содержание ТМ определялось атомно-адсорбционным методом на спектрофотометре С115М1 при растворении золы в 1М HNO₃. По суме золы в корнях и надземной части наблюдалось снижение Zn,Pb,Cd,Mn,Cr, увеличение Cu и Fe, содержание Ni не изменялось. Четкой зависимости между содержанием ТМ в органах не было – так в надземной части было больше Zn, Cu во всех вариантах, в корнях в контроле было больше Mn, Fe и наоборот на породах. В то же время в содержании ТМ в органах отдельно по сравнению с контролем наблюдалась разница – при росте на обоих породах в корнях (за исключением меди) снижалось содержание всех элементов, в надземной части (за исключением кадмия и свинца) содержание всех элементов увеличивалось.

Таким образом гинкго в основном проявляет свойства "исключителя", при гибкой системе отбора элементов, при которой наиболее токсичные – свинец, кадмий слабо поглощаются, а более необходимые для метаболизма, не накапливаясь в корнях, транспортируются в надземную часть. Такой селективный отбор тяжелых металлов по видимому и создает адаптивный механизм выживания гинкго билоба в экстремальных условиях, что позволяет использовать эти растения для озеленения породных отвалов угольных шахт.

ЭКОТИПЫ РАСТЕНИЙ, УСТОЙЧИВЫХ К ПОВЫШЕННЫМ ДОЗАМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СРЕДЕ

Башмаков Д.И., Церковнова М.В., Ионова Н.Т., Сазанова К.А., Лукаткин А.С.

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»;
ул. Большевистская 68, Саранск, 430005, тел.: (8342)322507, факс: (8342)324554

E-mail: dimabashmakov@yandex.ru (Башмакову Д.И.)

В природе распределение территорий с аномальным (недостаточным или избыточным) содержанием в почвах ТМ обусловлено биогеохимическими особенностями экосистем и влиянием техногенных потоков вещества. Устойчивость популяций к ТМ меняется в широких пределах. Растения способны адаптироваться к повышенному содержанию ТМ в почве естественных геохимических аномалий. В условиях загрязнения неустойчивые индивидуумы быстро выпадают, устойчивые отбираются. Поэтому формирование устойчивых к ТМ популяций может происходить в короткие сроки. В то же время отсутствуют доказательства того, что любые виды могут образовывать металлоустойчивые популяции в условиях техногенных аномалий городов. В работе изучали степень металлоустойчивости при длительной экспозиции на ионах ТМ дикорастущих рудеральных видов: клена ясенелистного, или американского (*Acer negundo* L.), лопуха большого (*Arctium lappa* L.), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.s.l.), мари белой (*Chenopodium alba* L.) и череды трехраздельной (*Bidens tripartita* L.), собранных в разных по степени антропогенной нагрузки и загрязнению ТМ экотопах (промышленные, селитебные, лесопарковые, загородные зоны) городов Саранск, Рузаевка (Республика Мордовия), Первомайск и Саров (Нижегородская область). Семена проращивали в растворе Кнопа с добавлением сублетальных (1 мМ) или субоптимальных (10 мкМ) концентраций растворов солей, содержащих ионы Ni^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} или Cu^{2+} в течение 14 дней (14°C, 10 ч световой день, освещенность около 80 мкМ фотонов·м⁻²·с⁻¹). Для количественного сравнения металлоустойчивости отдельных видов применяли индекс толерантности (ИТ) Уилкинсона. Полученные результаты показали, что степень ингибирования всхожести и ростовых показателей зависела от вида растения и концентрации металлов. Сублетальные концентрации (1 мМ) всех изученных ТМ резко снижали всхожесть. По степени токсичности металлы располагались в ряду $Cu > Ni > Pb > Zn$. Сильнее всего ТМ ингибировали прорастание и рост семян лопуха, а менее всего – клена американского и одуванчика лекарственного. Исследования, проведенные на семенах из разных территорий, свидетельствуют, что металлоустойчивость популяций растений из г. Саранска в целом была наиболее высокой. В целом рассчитанные ИТ коррелировали с полученными ранее данными по загрязнению ТМ почв разных функциональных зон. Так, наибольшей толерантностью обладали растения промышленных зон. Полученные данные позволяют предполагать существование на неодинаковых по уровню загрязнения экотопах различных эдафотипов рудеральных растений, а также существование на одной и той же территории растений, различающихся по степени металлоустойчивости.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.1.1/624).

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИЗБЫТКА CuSO_4 и ZnSO_4 НА РАСТЕНИЯ *Mimulus guttatus* DC

Башмакова Е.Б., Холодова В.П.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; 127276, Москва, ул. Ботаническая, 35, тел.:(499)2318378, факс: (499)9778018

E-mail: elenab_77@mail.ru (Башмаковой Е.Б.)

Особое место среди проявлений антропогенного воздействия на почвы мегаполисов принадлежит загрязнению городской территории тяжелыми металлами (ТМ). Избыток солей ТМ в окружающей среде является мощным токсическим фактором, оказывающим влияние на физиолого-биохимические процессы в растительных организмах. В настоящее время проблема избытка двух или нескольких ТМ представляет большой фундаментально-практический интерес.

Задача состояла в выявлении адаптационного и фиторемедиационного потенциалов к меди и цинку и их совместному действию в избыточных концентрациях у декоративного растения *Mimulus guttatus* DC. Опыты проводили на 6-недельных растениях с 3-мя ярусами листьев. В модифицированную питательную среду Хогланда-Снайдерс вносили медь в концентрациях 10-100 мкМ CuSO_4 или (и) цинк в концентрациях 40-400 мкМ ZnSO_4 . Продолжительность опытов составила 14 дней. Металлоустойчивость растений оценивали по 2-м показателям: степень ингибирования роста и содержание фотосинтетических пигментов. В средних пробах корней и листьев определили содержание металлов.

На 14-е сутки при действии CuSO_4 50 мкМ снижался прирост свежей биомассы корня в 46 раз и побега в 3 раза сильнее, чем при действии ZnSO_4 200 мкМ. Сильные возрастающие повреждения растений были обнаружены в ряду Zn400; Cu50+Zn200; Cu100; Cu100+Zn400 мкМ. Содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях растений при действии CuSO_4 сохранялось на контрольном уровне, тогда как ZnSO_4 снижал уровень пигментов на 30-40%. К концу эксперимента при действии CuSO_4 50 мкМ накопление меди составило в корне 1200 и в листе 50, при действии ZnSO_4 200 мкМ – в корне 24292 и в листе 913 мкг/г сухой массы. CuSO_4 50 мкМ снижал содержание цинка в 5 раз в корне и 2 раза в листе; ZnSO_4 200 мкМ содержание меди в корне достоверно не менял, в листе уменьшал в 1,3 раза. При совместном внесении Cu50+Zn200 мкМ содержание меди уменьшилось в 1,5 и 4 раза в корне и листе соответственно, тогда как содержание цинка уменьшилось в корне в 41,5 и в листе в 3,5 раза по сравнению с индивидуальными воздействиями, что свидетельствует о двустороннем антагонизме и доминирующем действии меди.

Таким образом, растения *Mimulus guttatus* DC обладают достаточно низким к меди и умеренным к цинку адаптационными и фиторемедиационными потенциалами и могут быть использованы с фиторемедиационной целью городских почв при умеренном загрязнении медью или (и) умеренном и высоком загрязнении цинком.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 10-04-00799-а

РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛЕСНОГО ПАПОРОТНИКА *Matteuccia thurthiopteris* (L) TODARO В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Богданова Е.С.

Учреждение Российской академии наук Институт экологии Волжского бассейна РАН, 445004 Тольятти, ул. Комзина д.10

E-mail: cornales@mail.ru

Проблема устойчивости экосистем входящих в них сообществ организмов – одна из важнейших в современной экологии, т.к. результатом бурной индустриализации является загрязнение среды обитания всевозможными химическими элементами и их соединениями. Благодаря наличию механизмов устойчивости, действующих на разных уровнях организации, некоторые виды растений, способны расти и развиваться без серьезных нарушений физиологических процессов в присутствии довольно высоких концентраций тяжелых металлов (ТМ) в среде.

Цель работы: исследование роста и развития папоротника *Matteuccia thurthiopteris* (L.) Todaro в присутствии ионов ТМ и особенностей их накопления и распределения в растении. Данный вид папоротника является типичным представителем лесных экосистем.

Растения папоротника *M. thurthiopteris* выращивали на водной питательной среде Кнопа в отсутствии (контроль) и присутствии солей $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ в концентрации 100 мкМ.

Результаты показали, что, наибольшее количество металлов содержалось в корнеобитаемой среде: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ – 713,2 мкг/г, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ – 467,4, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ – 51,4 мкг/г сухого веса. В листьях растений содержания ионов Cd составило 9 мкг/г сухого веса, а ионы Cu и Pb в листья растения не поступали.

Экспозиция папоротников на средах, содержащих соли металлов, не приводила к гибели растений. Жизненное состояние ассимиляционных органов оценивали по росту листьев и их биомассе. Рост и развитие листьев заметно различались и зависели от природы металла. Длина побегов контрольных вариантов составляла от 29 до 55 см, а биомасса 37,5 г. Действие ионов Pb приводило к снижению длины листьев в 1,3 и их фитомассы 2 раза. Ионы Cu не оказывали влияния на длину листьев (46-50 см), но увеличивалась фитомасса в 1,3 раза. Под действием ионов Cd длина листьев увеличивалась в 1,2 раза и их масса 1,1 раза.

Таким образом, по аккумуляционной способности данный вид папоротника относится к исключателям. Среди исследованных металлов в листья поступали только ионы Cd. Ионы Cu и Cd не оказывали ингибирующего воздействия на рост и развитие фотосинтезирующей части растений. В то время как действие ионов Pb приводило к снижению длины и фитомассы листьев.

РОЛЬ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ФОРМИРОВАНИИ АГРО- И БИОЦЕНОЗОВ НА ПРИМЕРЕ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Бударин С.Н.

ФГОУ ВПО Российский Государственный Аграрный Университет – Московская Сельскохозяйственная Академия им. К.А. Тимирязева; ул. Тимирязевская, д.49 127550 Москва, тел.: (499)9760480, факс: (499)9760428

E-mail: snegin20000@rambler.ru (Бударину С.Н.)

Инвазивные растения, такие как гигантские борщевики, вызывают все больший интерес. Сначала проблемы с инвазивными сорняками появились на всех других континентах, а теперь интродуцированные виды осаждают Европу, оказывая серьезное негативное воздействие на биоразнообразие, разрушая природные экосистемы, причиняя существенный экономический ущерб и представляя опасность для здоровья людей. Универсальных способов борьбы с биологическими инвазиями пока не существует, поэтому каждый инвазивный вид требует специального изучения.

В России особенно проблемными по распространению борщевика, вызывающего сильнейшие ожоги, являются северный, северо-западный и центральные регионы.

Целью нашей работы является, изучение влияния выделений на рост и развитие семян культурных растений.

Для этого мы проростки ячменя, пшеницы и гороха поместили в сок борщевика Сосновского и наблюдали за ростом проростков. В результате получились немного разные значения с разными культурами. Так проростки пшеницы и ячменя в сильных (1/1 – 1/2) концентрациях сока борщевика не давали дальнейшего развития и не происходил рост. А в слабых концентрациях (1/8 и 1/16) происходил резкий рост и мощное развитие корневой системы, превышающий результаты контроля.

Проростки же гороха реагировали иначе, в слабых и средних концентрациях рост и развитие проростков останавливался, а в сильных и концентрированном соке происходил сильный рост и развитие корневой системы.

ИЗМЕНЕНИЕ РОСТА И СОДЕРЖАНИЯ САХАРОВ В ПРОРОСТКАХ КАБАЧКА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА СРЕДАХ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ МЕДИ

Бурмистрова Н.А., Кузнецова Н.А., Куликова А.Л.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: (499)2318371, факс: (499)9778018

E-mail: na_burmistrova@ippras.ru (Бумистровой Н.А.)

Медь является незаменимым элементом минерального питания, но превышение пороговых концентраций меди в окружающей среде оказывает значительное ингибирующее действие на рост и развитие растений. Токсическое действие меди связано с потерей избирательной проницаемости мембран, нарушением процессов фотосинтеза и дыхания, а также инактивацией ряда ферментов, участвующих в метаболизме углеводов и синтезе белка. Являясь металлом с переходной валентностью, медь, способствует образованию активных форм кислорода, вызывающих повреждения макромолекул и клеточных структур. В данной работе изучали влияние избыточных концентрации меди в питательной среде (0,15 мкМ CuSO_4 – контроль; 1,5; 3 и 5 мкМ CuSO_4 – опытные варианты) на рост и накопление углеводов в листьях и корнях 7-дневных проростков кабачка (*Cucurbita pepo* var. *Giromontina*, сорт Грибовский 37). Прирост биомассы растений был очень чувствителен к избытку меди и на протяжении 5 суток снижался на 33% от контроля при содержании меди в среде 1,5 мкМ, на 52% при 3 мкМ и на 68% при 5 мкМ CuSO_4 . Очень значительно тормозился прирост длины корня – на 58, 87 и 96% от контроля при 1,5, 3 и 5 мкМ CuSO_4 соответственно. Прирост длины надземной части растения в этих же опытных вариантах ингибировался в меньшей степени – на 14, 29 и 57%, но происходило заметное уменьшение размеров листьев растений. Избыток меди в среде приводил к изменению содержания и соотношения водорастворимых сахаров (сахарозы и фруктозы) в корнях и листьях растения.

При внесении в среду избытка меди содержание суммы водорастворимых сахаров в корнях кабачков возрастало: при наличии 1,5 и 3 мкМ меди в среде примерно на 50% и при 5 мкМ меди – на 15%. При этом изменение содержания сахарозы и фруктозы в корнях носило сходный характер. Изменения содержания сахаров в листе под действием избытка меди отличалось разнонаправленностью. Содержание сахарозы повышалось примерно на 60% от контроля при начальных концентрациях меди, а затем падало, превышая контрольный уровень только на 18% при 5 мкМ меди. Содержание фруктозы в листьях всех трех вариантов опыта снижалось под действием избытка меди и составляло 55, 50, 33% от контроля при 1,5, 3 и 5 мкМ CuSO_4 соответственно.

В данной работе было показано, что ингибирование накопления биомассы и увеличения линейных размеров растений кабачка находится в пропорциональной зависимости от степени увеличения концентрации ионов меди в среде. Влияние избытка меди на содержание водорастворимых сахаров в тканях кабачка имело более сложный характер, возможно отражающий изменение направленности превращений углеводов, торможение оттока сахаров из листа в корень, и общую перестройку метаболических процессов под действием стресса.

ОСОБЕННОСТИ КОНСОРТИВНЫХ СВЯЗЕЙ У ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УРБАНОСРЕДЕ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ

Бухарина И.Л.

Удмуртский государственный университет; ул. Университетская 1, 426034 Ижевск, тел. (3412) 916117

E-mail: buharin@udmlink.ru

Сложившиеся экологические условия на техногенных и урбанизированных территориях не позволяют эффективно и полноценно осуществлять создание или замену древесных насаждений. В природных условиях уровень жизнеспособности растений связан с наличием у них симбиотических взаимодействий с грибами и другими микроорганизмами. Установлено, что в природе до 83 % видов растений произрастают в сожительстве с грибами (экто- и эндомикориза), что обеспечивает растениям устойчивость и необходимое минеральное питание, даже в условиях дефицита минеральных элементов. В ряде стран (США, Германия, Япония, и др.) широко проводятся исследования и уже разработаны технологии использования микоризообразования для повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур.

Особенности микоризообразования и развития эпифитной микрофлоры у древесных растений, роль консортивных взаимодействий растений с различными группами живых организмов в формировании их устойчивости в условиях урбаноcреды далеко не изучена. В ряде литературных источников указывается на невозможность развития микоризы в условиях загрязнения почв тяжелыми элементами. Целью наших исследований было выявление видовой специфичности древесных растений по отношению к микоризообразующим грибам и эпифитной микрофлоре в условиях урбаноcреды. Исследования проведены в г. Ижевске. Модельные особи древесных растений (виды местной и интродуцированной флоры) произрастали в различных по интенсивности загрязнения условиях.

Исследования, проведенные нами, в т.ч. в рамках программы Евросоюза Erasmus Mundus совместно с учеными из Германии из Гумбольдского университета и научно-исследовательского института им. Лейбница (Leibniz-Institute for Vegetable and Ornamental Crops (IGZ)), подтвердили наличие эндомикоризы на корнях клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) и клена остролистного (*A. platanoides* L.), эктомикоризы на корнях ели обыкновенной (*Picea abies*), произрастающих в городской среде и обладающих развитой системой адаптивных реакций к условиям техногенной среды. Все модельные особи изучаемых нами видов древесных растений имели высокие баллы жизнеспособности, относительно высокую ассимиляционную активность и ряд других морфологических и физиолого-биохимических показателей, характеризующих высокие адаптивные возможности. Результаты получены на основании микроскопирования образцов корневой системы, DNA и PCR анализов.

Мы полагаем, что симбиотические связи с микоризообразующими грибами способствуют формированию адаптивных реакций у растений в урбаноcреды.

Анализ эпифитной микрофлоры древесных растений позволил выделить пять основных групп: *Alternaria*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*.

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВИДЫ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ В ФИТОРЕМЕДИАЦИИ КОМПЛЕКСНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.

Волков К.С., Холодова В.П., Кузнецов Вл.В.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, 127276, Россия, Москва, Ботаническая, 35. (499)231-83-78,

E-mail: volkov_ks@mail.ru

Адаптация растений к совместному действию абиотических стрессоров – тема вызывающая все больший резонанс среди исследователей в последние годы. Среди таких факторов первое место по количеству загрязненных территорий занимают засоление и тяжелые металлы (ТМ), в том числе медь, поскольку ее избыточное содержание в почве (от 2 до 2000 мг/кг почвы), может быть результатом не только хозяйственной деятельности человека, но и естественных почвообразовательных процессов.

Изучение механизмов устойчивости растений к действию сразу нескольких стрессорных факторов представляет не только несомненный теоретический интерес, но и закладывает фундамент для формирования инновационных подходов к стратегиям фиторемедиации комплексно загрязненных территорий, в том числе парковых и садовых фитоценозов мегаполисов. В последнем случае, очевидно, что подбор потенциальных видов-кандидатов для очистки почв следует вести среди растений отличающихся не только выраженной способностью к аккумуляции поллютантов, но и обладающих декоративной ценностью. Такой подход позволяет эффективно решать проблему очистки почвы и вместе с тем не снижать рекреационной ценности городских территорий. В качестве культуры, отвечающей таким требованиям, можно предложить растения *Mesembryanthemum crystallinum* и *M. criniflorum*

В наших исследованиях было достоверно установлен довольно высокая устойчивость к избытку CuSO_4 в среде, причем присутствие в среде хлористого натрия (в концентрации до 400 мМ) значительно снижало токсическое действие меди (25 и 50 мкМ), концентрации которой в 100 и 200 раз соответственно превышали содержание данного элемента в стандартной питательной среде. При этом протекторный эффект NaCl не был связан с ограничением поглощения растениями меди. Установлено, что в основе обнаруженного нами защитного эффекта лежит стабилизация NaCl водного статуса – одной из первичных физиологических мишеней токсического действия ТМ, о чем свидетельствует резкое падение осмотического потенциала клеточного сока и интенсивное накопление пролина – универсального низкомолекулярного химического шаперона – у растений, подвергнутых совместному действию хлористого натрия и сульфата меди.

Таким образом, представленные данные позволяют рассматривать изученные растения в качестве перспективных кандидатов при разработке технологий рекультивации земель с высокой степенью засоления и загрязнения ТМ. Не менее существенна также возможность использования растений *M. crystallinum* и *M. criniflorum* в качестве декоративных культур в парковых и садовых фитоценозах крупных городов.

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФЛУКТУАЦИИ ТРАНСМЕМБРАННОГО ОБМЕНА ВОДЫ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ОДУВАНЧИКА (*Taraxacum officinale* f. *dahlstedtii* Lindb. fil., *Taraxacum officinale* f. *pectinatiforme* Lindb. fil.) ГОРОДСКИХ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ

Воробьев^(**) В.Н., Алябьев^{*} А.Ю., Воробьев^{**} Г.В., Ибрагимова^{**} К.К.,
Хамидуллин^{**} А.Ф.

^{*} Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, ул. Лобачевского 2/31, а/я 30, 420111 Казань, тел.: (843)2319031, факс: (843)2927347

^{**} Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская, 18, 420008 Казань, тел.: (843) 5174178, факс: (843) 2387421

E-mail: vorobyev@mail.knc.ru

В структуре популяции одуванчика лекарственного выделяют две морфологические формы (*T. off. f. dahlstedtii* Lindb. fil. и *T. off. f. pectinatiforme* Lindb. fil.), которые на популяционном уровне проявляют различия в устойчивости к химическому загрязнению среды. Поскольку мембраны являются первичной мишенью действия токсикантов логично предположить, что это действие может привести к нарушению барьерных функций мембран и, как следствие, изменению устойчивости растений к неблагоприятному фактору. Методом импульсного ЯМР из полного набора релаксационных данных путем решения обратной задачи обмена нами определялась проницаемость мембранного сэндвича (плазмалемма + тонопласт) клеток корня в апикальной зоне для воды у морфологических разновидностей одуванчика лекарственного – разных возрастных состояний произрастающих в импактной и буферной зонах. Во всех исследуемых возрастных состояниях в буферной зоне проницаемость мембран *T. pectinatiforme* выше. Наибольшая проницаемость фиксируется у особей в виргинильном онтогенетическом состоянии, а наименьшая у особей старого генеративного состояния (q_3). В импактной зоне различия в проницаемости сохраняются для растений виргинильного и молодого генеративного (q_1) онтогенетических состояний. У особей старого генеративного состояния (q_3) проницаемость клеток корня *T. dahlstedtii* и *T. pectinatiforme* практически не различается. Калориметрические исследования растений импактной зоны показали, что тепловыделение у молодых (q_1) *T. dahlstedtii* ($5.3 \mu\text{W}$ / г. сырого веса) почти в два раза больше чем молодых *T. pectinatiforme* ($3.4 \mu\text{W}$ / г. сырого веса), тогда как показатель водопроницаемости у *T. dahlstedtii* в два раза ниже. Тепловыделение у старых (q_3) растений ($3.9\text{--}3.8 \mu\text{W}$ / г. сырого веса) практически одинаковое. Для оценки влияния неблагоприятных факторов на растения городских ценопопуляций одуванчика лекарственного нами взято отношение проницаемостей мембран клеток корня растений импактной зоны к буферной. Наблюдалось увеличение проницаемости растений молодого генеративного (q_1) онтогенетического состояния *T. pectinatiforme* в два раза, тогда как *T. dahlstedtii* только на 23%. Большие энергетические затраты *T. dahlstedtii* на стадии q_1 позволяют минимизировать повреждающее действие неблагоприятных факторов, что отражается в численности *T. dahlstedtii* в исследуемой ценопопуляции, которая составляет 82% от общей численности *T. dahlstedtii* и *T. pectinatiforme*.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИПИДОВ МЕМБРАН МОРСКИХ МАКРОФИТОВ *Ulva lactuca* И *Ulva fenestrata* К ИЗМЕНЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

Воробьева Н.С., Костецкий Э.Я., Санина Н.М., Давыдова Л.А.

Дальневосточный Федеральный Университет; ул. Октябрьская 27, 690000 Владивосток, тел.: (423)2457779, факс (423)2429510

E-mail: natali_1389@mail.ru (Воробьевой Н.С.)

В условиях изменения климата особенно уязвимыми оказываются растения, рост, развитие и функционирование которых определяется температурным фактором среды. Связующим звеном между изменяющимися условиями и ответом клеток на них являются биологические мембраны – одна из универсальных систем передачи информации. Для оптимального функционирования биомембран необходимо жидкокристаллическое состояние липидного матрикса, определяющее нормальное протекание мембраносвязанных процессов. Первичные эффекты действия температуры связаны в первую очередь с молекулярными компенсаторными механизмами на уровне клеточных мембран. Нами проведено исследование липидного состава плазматических и тиллакоидных мембран *Ulva lactuca* с белым и зеленым талломом и *U. fenestrata*, обитающих при различных температурных режимах в Адриатическом и Японском морях. Показано, что основными липидами для *U. fenestrata* и *U. lactuca* с зеленой частью таллома являются моногалактозилдиацилглицерол (МГДГ), дигалактозилдиацилглицерол (ДГДГ), сульфохиновозилдиацилглицерол (СХДГ), фосфатидилглицерол (ФГ), фосфатидилэтаноламин (ФЭ) и диацилглицеро-(N,N,N)-триметилгомосерин (ДГТС), а для *U. lactuca* с белой частью таллома – ФГ, ФЭ и ДГТС. В условиях высоких температур воды самым уязвимым является фотосинтетический аппарат клеток водорослей, что выражено в отсутствии главных липидов хлоропластов: МГДГ, ДГДГ и СХДГ в *U. lactuca* с белой частью таллома. При адаптации ульвы к высоким температурам наиболее значимые изменения происходят в содержании полиеновых жирных кислот ФГ, ФЭ, ДГДГ и ДГТС. Установлена обратная корреляция между уровнем жирных кислот n-3 серии и температурой обитания. Для липидов *U. lactuca* с белой частью таллома показано самое низкое содержание жирных кислот n-3 серии. С помощью дифференциальной сканирующей калориметрии выявлено, что фазовые переходы кристалл – жидкий кристалл основных мембранных гликолипидов и бетаинового липида ДГТС *U. lactuca* осуществляется в широком диапазоне температур, от -80 до 40°C. Показано, что при физиологической температуре обитания *U. lactuca* 26°C липиды мембран практически полностью находятся в оптимальном для функционирования жидкокристаллическом состоянии, за исключением ДГТС *U. lactuca* с белой частью таллома, в котором значительная часть липидных кластеров (32%) находится в кристаллическом состоянии.

УРЕАЗНАЯ И КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ГОРОДСКИХ ПОЧВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Вяль Ю.А.

Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского;
ул. Лермонтова 37, 440026 г. Пенза, тел.: (8412) 54-85-16, факс: (8412) 54-85-16

E-mail: vyal81@mail.ru

Исследование ферментативной активности городских почв как интегрального показателя их потенциальной биологической активности важно для установления механизмов функционирования системы «микроорганизмы – растение – почва» в условиях города.

Изучена уреазная и каталазная активность и фитотоксичность почв г. Заречный Пензенской области, развивающихся под фитоценозами, испытывающими различную антропогенную нагрузку.

Наибольшая каталазная активность выявлена у серых лесных и лугово-чернозёмных почв со слабой антропогенной нагрузкой (рекреационного типа): 0,88 – 0,93 мл 0,1 М KMnO_4 /г за 20 мин. Увеличение антропогенной нагрузки приводит к ингибированию каталазной активности в почвах каждого генетического ряда в среднем на 37-52%. Минимальная активность фермента (0,42 мл 0,1 М KMnO_4 /г за 20 мин) обнаружена в урбанозёмах, формирующихся в промышленной зоне.

Изучение уреазной активности выявило более высокую вариативность этого признака по сравнению с вариативностью каталазной активности. Серые лесные почвы лесопарковой зоны, испытывающие рекреационную нагрузку, по шкале Звягинцева относятся к группе среднеобогатённых и богатых уреазой (22-33 мг N-NH_4 /10 г за сутки). Установлено снижение уреазной активности на фоне как средних, так и высоких значений активности каталазы, что может расцениваться как большая чувствительность уреазы к антропогенному воздействию. Низкая активность обоих ферментов в урбанозёмах промышленной зоны свидетельствует об угнетении комплекса микробиологических и биохимических процессов.

Исследования фитотоксичности почв методом почвенных пластинок показали, что всхожесть семян редиса достоверно не отличалась от контроля (увлажненная фильтровальная бумага), что можно расценивать как отсутствие подавления прорастания семян. У 7-дневных проростков выявлено угнетение ростовых процессов корня – обычная стрессовая реакция подземных органов на неблагоприятные эдафические условия.

Таким образом, изучение ферментативной активности почв городских ландшафтов позволяет установить неблагоприятные изменения в системе «микроорганизмы – растение – почва» в условиях городских фитоценозов.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ г. КОСТОМУКШИ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Гайдыш И.С.

Петрозаводский государственный университет; пр. Ленина, 33; 185910,
г. Петрозаводск, тел.: (8142) 71-10-01, факс: (8142) 71-10-00

E-mail: *irinabikera@yandex.ru*

Почвы города являются одним из важнейших компонентов экологической составляющей городской среды. Степень ее трансформации (от естественных почв до урбаноземов) приводит к деградации растительного покрова и ухудшению экологии города. Важным моментом является оценка состояния почвенного покрова промышленных городов, поскольку к загрязнению городской среды выбросами автотранспорта добавляются выбросы промышленных предприятий. Одним из таких городов является г. Костомукша – малый северо-таежный город (Республика Карелия). Он построен в 1983 г. по принципу «город в лесу» на расстоянии 10 км от основного градообразующего предприятия – Костомукшского горно-обогатительного комбината (ГОКа). Город построен с учетом розы ветров и сохранением больших естественных участков леса на селитебной территории. Предыдущие исследования с использованием методов биоиндикации показали, что влияние комбината на город до настоящего времени остается незначительным. Большой интерес представляет оценка состояния природной среды за счет загрязнения самого города. Для этого было проведено исследование состояния почвы и был использован метод картирования территории с последующим анализом содержания тяжелых металлов (Cd, Pb) и уровнем pH в почвах города. Всего было исследовано 50 проб.

Диапазон значений pH на территории города от 3,08 до 5,89. Увеличение кислотности происходит за счет естественных причин (например, наличие хвойных пород), что ниже по сравнению с данными по подзолистым таежным почвам в ельниках (от 4,5 до 5). Причиной этого небольшого увеличения кислотности могут быть выбросы комбината, основным из которых является диоксид серы. Но, вероятно, больший вклад в закисление почв вносят выбросы автотранспорта (в основном, оксиды азота), поскольку максимальные значения кислотности почв были получены в пробах, взятых рядом с крупными автостоянками и основными автодорогами. Содержание кадмия на территории г. Костомукши составляет от 0,01 до 0,49 мг/кг, при ПДК равном 0,35 мг/кг. Содержание свинца варьирует от 1,74 до 18 мг/кг, что ниже значений ПДК для данного элемента (30 мг/кг). Для обоих металлов так же была отмечена зависимость увеличения их содержания в почвах рядом со стоянками автотранспорта и вблизи крупных автодорог.

Анализ полученных результатов показал, что уровень загрязнения почв тяжелыми металлами на территории города невысокий, что подтверждают ранее полученные данные о слабом влиянии комбината. Однако увеличение содержания свинца, кадмия и увеличение кислотности на пробных площадях, подверженных более сильному воздействию автотранспорта свидетельствует о большом негативном влиянии данного фактора на общее состояние природной среды г. Костомукши.

РЕАКЦИЯ МИТОХОНДРИЙ ЭПИКОТИЛЕЙ ПРОРОСТКОВ ГОРОХА (*Pisum sativa*) НА СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ И ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Генерозова И.П., Шугаев А.Г.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел: (499)2318340, факс (495)9778018

E-mail: igenerezova@mail.ru (Генерозовой И.П.).

В ранее проведенных исследованиях мы выращивали проростки гороха *Pisum sativa* сорт Флора-2 до 2- и 3-дневного возраста в условиях этиоляции, а затем обрабатывали их корни осмотиком маннитом 0.06 М концентрации в течение 2 дней. Эксперименты проводили при комнатной (22-24°) температуре. Было показано, что «3-дневные» проростки лучше переносили потерю воды, чем «2-дневные». В настоящей работе мы выращивали и проводили эксперименты с «3-дневными» проростками в условиях пониженной до 18 градусов температуры. Это позволяло «моделировать», до известной степени, состояние «2-дневных» проростков, поскольку в таких условиях проростки хуже росли и по ряду других показателей также напоминали «2-дневные». Так, в условиях действия осмотика у них было одинаковое с «2-дневными» содержание воды в тканях эпикотилия, а также аккумулировался пролин. Однако митохондрии, выделенные из тканей эпикотилей, показали более высокую потенциальную активность, измеренную при комнатной температуре, чем митохондрии «2-дневных» проростков при аналогичном воздействии, но выращенных при комнатной температуре. Так, скорость окисления субстрата (малата+глутамата) в состоянии 3, т.е. в присутствии АДФ, была выше в 2 раза. Доля фосфорилирующего цитохромного дыхания была выше на 60%, но при этом заметно возрастала и доля слабо фосфорилирующего альтернативного цианид-резистентного дыхания. По-видимому, развитие митохондрий мало тормозилось пониженной температурой, несмотря на более слабый рост эпикотилей. Кроме того, более активное альтернативное дыхание может свидетельствовать о том, что у митохондрий стимулировалась система защиты от активных форм кислорода. Это произошло, может быть, также и в ответ на понижение функционирования антиоксидантных ферментов цитоплазмы клетки при более низкой температуре.

ПРИМЕНЕНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗИМНЕГО ПОКОЯ РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ГРУПП

Гетте И.Г., Пахарькова Н.В.

Сибирский федеральный университет, проспект Свободный 79, 660041 Красноярск, тел.: (391) 2-44-82-13, факс: (391) 2-44-86-25

E-mail: chi6851@yandex.ru (Гетте И.Г.)

В связи с глобальным потеплением климата, происходящем, в том числе и на территории Сибири, встает вопрос об адаптивных механизмах растений, обеспечивающих защитную функцию. Способность погружаться в состояние покоя важное приспособление к периодическому наступлению неблагоприятных внешних условий, таким образом, особый интерес проявляется к изучению зимнего покоя растений, в условиях ускоренного изменения климата.

В качестве объектов исследования были выбраны растения произрастающих на территории заповедника «Столбы» г. Красноярск: *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb, *Polypodium vulgare* L., *Larix sibirica* Ledeb., *Pinus sylvestris* L., *Abies sibirica* Ledeb., *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sibirica* Du Tour., *Vaccinium vitisidaea* L., *Betula pendula* L.

Для характеристики зимнего покоя растений использовались хорошо зарекомендовавшие себя методы, в частности, метод регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ). Данные ТИНУФ регистрировались на флуориметре «Фотон-11». Для характеристики фотосинтетической активности использовался метод регистрации замедленной (ЗФ) флуоресценции хлорофилла. Параметры замедленной флуоресценции определяли на флуориметре «Фотон-10». Количество фотосинтетических пигментов определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре SPEKOL 1300 Analytik Jenna AG (Германия).

Результаты регистрации ТИНУФ показали, что у представителей отделов моховидные и папоротниковидные, в отличие от голосеменных и покрытосеменных, в зимнее время характерно состояние только вынужденного покоя, регулируемое температурой окружающей среды, при повышении которой возобновляется прежняя фотосинтетическая активность. С начала ноября этот параметр заметно снижается у представителей отделов голосеменных и покрытосеменных, что связано с переходом объектов исследования в состояние зимнего покоя. Так же отмечено снижение суммы хлорофиллов а и б в зимний период, особенно у представителей отделов моховидные и покрытосеменные, находящихся под снегом. Содержание каротиноидов в зимний период времени увеличивается у голосеменных растений, что связано с их функцией защиты фотосинтетического аппарата от избытка света.

КЛЕТОЧНАЯ СЕЛЕКЦИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ, УСТОЙЧИВЫХ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ МЕГАПОЛИСОВ

Гладков Е.А.

Учреждение Российской Академии Наук Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева; ул. Ботаническая 35, 127276, Москва, тел. (499) 2318334

E-mail: gladkovu@mail.ru

Городские растения – это важнейший элемент экосистемы мегаполисов. Растения оздоравливают окружающую среду, снижая концентрацию загрязняющих веществ, смягчая летнюю жару и сухость, ионизируют воздух, уменьшают шум и поглощают пыль. Однако, городские условия неблагоприятны для произрастания растений. Один из способов решения проблемы озеленения города, даже в неблагоприятных экологических условиях, является получение растений, устойчивых к загрязнениям почвы. Наряду с традиционными методами селекции перспективно использовать современные биотехнологические подходы, которые уже хорошо зарекомендовали себя при получении растений, толерантных к различным экологическим стрессовым факторам: засухе, засолению, низким и высоким температурам. Однако, современные фитобиотехнологические подходы не использовались для решения экологических проблем городов.

Целью данной работы являлась разработка биотехнологий создания растений толерантных к неблагоприятным факторам мегаполисов (солям тяжелых металлов), на примере газонной травы – полевицы побегоносной.

Для получения растений, устойчивых к тяжелым металлам была использована прямая схема селекции, включающаяся в себя культивирование каллуса в течение 2 пассажей на модифицированной среде Мурасиге-Скуга с токсикантом, регенерацию на среде Мурасиге-Скуга с токсикантом и укоренение растений на среде Мурасиге-Скуга с токсикантом. Таким образом, селективный фактор присутствовал в среде на всех этапах отбора, включая укоренение регенерантов, для того чтобы повысить вероятность получения устойчивых растений.

Данная схема селекции была использована при получении растений, толерантных к меди, цинку и свинцу. Например, для получения растений, устойчивых к меди была использована схема селекции, включающаяся в себя культивирование каллуса в течение 2 пассажей на модифицированной среде Мурасиге-Скуга с 150 мг/ л меди, регенерацию на среде Мурасиге-Скуга с 150 мг/ л меди и укоренение растений на среде Мурасиге-Скуга с 150 мг/ л меди. Продолжительность селекции составляла 4 месяца.

Большинство растений–регенерантов, полученных из устойчивых к меди клеточных линий, обладало повышенной толерантностью к меди, у растений полевицы показано наследование отселектированного признака в следующих поколениях. Таким образом, современные методы клеточной селекции можно использовать для получения растений, устойчивых к неблагоприятным экологическим факторам мегаполисов.

ПОСЛЕДСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ (НА ПРИМЕРЕ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА)

Гончарук* Е.А., Калашникова** Е.А., Загоскина* Н.В.

* Институт физиологии растений им К.А.Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: (499)9779433, факс: (499)9778018

** Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева; ул. Тимирязевская, 49, 127550, Москва, тел. /факс: (499)9760894

E-mail: phenolic@ippras.ru (Гончарук Е.А.)

Активное расширение мегаполисов, в том числе по направлению областных территорий, обуславливает необходимость решения проблемы возделывания сельскохозяйственных культур в этих районах, поскольку фитоценозы будут подвергаться интенсивному антропогенному воздействию. К наиболее распространенным поллютантам относятся тяжелые металлы, в том числе кадмий, проявляющий токсические свойства уже в низких концентрациях. Одним из интересных объектов по изучению его действия является лен – важная и перспективная техническая культура (что немаловажно в условиях техногенного загрязнения), относящаяся к растениям-аккумуляторам. Несмотря на то, что у этих растений устойчивость к металлу может не проявляться, однако его поступление может вызывать изменения в морфофизиологических и биохимических характеристиках, что и явилось предметом нашего исследования.

Объектом исследования являлись два сорта (Псковский-359 и Смоленский) льна-долгунца (*Linum usitatissimum*), выращиваемые в почвенной культуре в условиях вегетационного опыта в присутствии кадмия ($6,3 \times 10^{-5}$ М). Установили, что выращивание льна-долгунца в почвенной культуре, содержащей металл, не приводило к существенным биометрическим изменениям. Только в фазе «быстрого роста» отмечалось ингибирование роста стебля и снижение прироста сырой биомассы (в среднем на 9-15% по сравнению с контролем). В опытном варианте формировались нехарактерные для растений льна боковые побеги и, начиная с фазы «быстрого роста», онтогенетическое развитие растений проходило на 2-3 недели быстрее по сравнению с контролем. Основным продуктом переработки льна-долгунца является волокно, свойства которого непосредственно связаны как с анатомией стебля, так и с биохимическими характеристиками самого растения. Присутствие кадмия в почве вызывало изменения в анатомическом строении стебля льна-долгунца: уменьшалось число элементарных волокон и размеры клеток в пределах одного лубяного пучка были от 12 до 30 мкм. Возрастало «одревеснение» стебля, что выражалось в лигнификации большей части срединных пластинок лубяного пучка. Таким образом, присутствие кадмия в почве снижало рост растений льна-долгунца и вызывало изменения в их морфологических и биохимических характеристиках, а наблюдаемая при этом активация фенольного метаболизма, в частности образования лигнина, снижает качество льняного волокна. Все эти изменения носят защитно-приспособительный характер, что необходимо учитывать при возделывании этой важной культуры в техногенных зонах с повышенными концентрациями тяжелых металлов.

ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ: АККУМУЛЯЦИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ В УРБОКОСИСТЕМАХ

Горелова С.В.*, Горбунов А.В.**, Ляпунов С.М.**, Окина О.И.**, Фронтасьева М.В.**

* Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого; 300026 г. Тула, пр. Ленина, 125. Тел.: (4872)-35-78-08;

** Геологический институт РАН, 109017, г. Москва, Пыжевский пер., 7.

*** Объединенный институт ядерных исследований, Московская обл., г. Дубна

E-mail: gsvphysiology08@rambler.ru (Гореловой С.В.)

Деревья и кустарники являются основными биофильтрами городской среды, адсорбируя аэротехногенные выбросы на поверхности листьев, поглощая тяжелые металлы (ТМ) из воздуха и почв, и накапливая их в многолетних и однолетних органах. Перспектива использования древесных растений для фиторемедиации связана с их высокой биологической продуктивностью, повсеместностью использования в урбосистемах, способностью поглощать токсичные элементы из нескольких горизонтов почвы, благодаря большому объему корневой системы, возможностью адсорбировать пылевые и аэрозольные частицы на высоте 0,5-30 м, а также высокой адаптивной способностью ряда видов к воздействию поллютантов. Нами изучена способность 7 видов кустарников к аккумуляции ТМ листьями и побегами в городских экосистемах. Опытные образцы для изучения аккумуляции ТМ собраны в санитарно-защитной зоне предприятий металлургической промышленности. Основными поллютантами почв в которых являлись: Fe, Mn, Zn, Pb. Фоновой зоной выбран центральный парк культуры и отдыха, расположенный в центре города. Определение содержания ТМ проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) на спектрофотометре «Квант 2А» в химико-аналитической лаборатории ГИН РАН. Контроль точности измерений осуществлялся с использованием стандартных образцов IAEA-SOIL-7, IAEA-336 (*Lichen*), SRM 1572 (*Citrus Leaves*), SRM 1575 (*Pine Needles*). Согласно полученным результатам, кустарники по аккумулятивной способности (сравнение с характеристиками "Reference plants" (RP, мг/кг сухого вещества) (Markert, 1992)) можно распределить в следующий ряд:

- *Cotoneaster lucidus* Schlecht (Fe – в 48 раз больше, 7260; Pb – в 1.5–8 раз больше, 1.6-8; Mn – в 1.5 раза больше: 335; Ni – в 3.5–15 больше: 5–23);
- *Philadelphus coronarius* (Pb – в 17 раз больше, 17);
- *Crataegus monogina* Jacq. (Fe – в 18 раз больше: 2810; Ni – в 230 раз больше);
- *Crataegus sanguinea* Pall. (Ni – в 3.5 раз больше, 5–5.5)
- *Syringa vulgaris* L. (Fe – в 15 раз больше, 2310)

Параллельно изучению аккумулятивной способности кустарников, было проведено изучение их адаптивного потенциала в условиях урбоэкосистем по комплексу морфологических и физиологических параметров (фотосинтетические пигменты, компоненты АОС). Наиболее устойчивыми из изученных видов являются *Syringa vulgaris*, *Cotoneaster lucidus*, *Philadelphus coronarius*. По способности аккумулировать ТМ многие изученные кустарники превосходят деревья, в частности, известный аккумулятор ТМ – *Populus*. Перспективны для фиторемедиации почв от избытка Fe – *Cotoneaster lucidus*, *Syringa vulgaris*, Ni – *Cotoneaster lucidus*, *Crataegus monogina*, Pb – *Philadelphus coronarius*.

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ И АКТИВНОСТЬ АСКОРБАТПЕРОКСИДАЗЫ В ЛИСТЬЯХ КУСТАРНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Горелова С.В., Симакина М.Ю., Меньшикова Е.

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, пр. Ленина, 125. тел: 8(4872)357808, факс: 8(4872)357807

E-mail: gsvphysiology08@rambler.ru

В условиях крупных промышленно-развитых городов количество стресс-факторов, воздействующих на биоту, резко возрастает. При этом растения испытывают окислительный стресс, сопровождающийся выработкой активных форм кислорода (АФК). В нейтрализации перекиси значительная роль отводится системе скоординированных реакций аскорбат-глутатионового цикла. Важным фактором устойчивости растений является поддержание высокого уровня субстрата – аскорбиновой кислоты (АК). Нами изучено содержание АК и активность пероксидазы и аскорбатпероксидазы в листьях кустарников, произрастающих в условиях полиметаллического загрязнения, вызванного деятельностью предприятий металлургической промышленности. Нужно отметить, что в опытных точках на растения действует целая группа факторов: загрязнение почвы и воздуха тяжелыми металлами (ТМ: Fe, Mn, Zn, Pb), компоненты аэротехногенных выбросов автотранспорта. Установлено, что содержание АК в листьях кустарников в опытных точках снижается в 4.5-1.2 раза. В среднем, содержание АК уменьшается в 2 раза. При этом максимальным снижением количества АК в опытных точках, по сравнению с фоновой, характеризовались *Crataegus monogina* и *Crataegus sanguinea*, у которых содержание этого низкомолекулярного антиоксиданта уменьшалось в 3-28 раз. Реакция видов на разные источники загрязнения была различной. В зоне действия металлургического предприятия, основным компонентом выбросов которого являлись V, Cr, Fe, Zn наблюдалось уменьшение содержания АК по сравнению с точкой, где основными поллютантами в почве являлись такие ТМ, как Mn, Fe, Zn, Cd, Pb в 3-10 раз. Один из видов – *Syringa vulgaris* характеризовался повышением содержания АК в одной из точек пробоотбора на 50 % по сравнению с фоновой. Активность гваяколовой пероксидазы (ПО) в листьях кустарников в условиях полиметаллического загрязнения снижалась до 25 %. Однако, у двух других видов (*Syringa vulgaris* и *Symphoricarpos albus*) конститутивная активность ПО в стрессовых условиях увеличивалась на 30% и 45% соответственно. Активность аскорбатпероксидазы в условиях полиметаллического загрязнения у изученных видов кустарников увеличивалась на 17-46 %. Максимальным увеличением активности аскорбатпероксидазы в стрессовых условиях характеризовались *Syringa vulgaris* и *Caragana arborescens* (29-41% и 46 % соответственно). Таким образом, увеличение активности аскорбатпероксидазы является общей реакцией кустарников, на стресс, вызванный полиметаллическим загрязнением. В условиях влияния стрессоров различной природы устойчивость растений определяется в том числе, скоростью наращивания общего антиоксидантного потенциала. По этому показателю максимально устойчивыми к полиметаллическому загрязнению видами следует считать *Syringa vulgaris* и *Caragana arborescens*.

ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЙ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ *PLANTAGO MEDIA* L.

Гребенкина Т.М., Розенцвет О.А., Нестеров В.Н.

Институт экологии Волжского бассейна РАН; ул. Комзина, 10, 445003 г. Тольятти Самарской области, тел.: (8482)489209

E-mail: matane4ka@yandex.ru (Гребенкиной Т.М.)

Подорожник средний (*Plantago media* L.) один из широко распространенных видов травянистых растений. Растение адаптировано к различным условиям обитания: произрастает как на высокогорных лугах, так и в разреженных лесах, около дорог в пределах городской и пригородной зон. Известно, что растения из семейства *Plantaginaceae* являются широко используемым биологическим источником лекарственного сырья. *P. media* содержит в своем составе биологически активные соединения: горькие и дубильные вещества, витамины С, К и U, флавоноиды, полисахариды, жирные кислоты, липиды и др., состав и свойства которых можно рассматривать как дополнительный растительный ресурс лекарственных средств.

В настоящей работе исследованы динамика морфологических и физиолого-биохимических показателей в течение одного сезона вегетации в листьях *P. media* в зависимости от условий обитания. Для анализа отбирали растения, произрастающие на территории г. Тольятти, а также на территории национального парка Самарская Лука. Полученные результаты показали, что листья подорожника, собранного на территории города в начале и середине сезона обладали большей площадью поверхности (в 1,3-2,3 раза) по сравнению с листьями растений, развитие которых происходило на территории национального парка. Масса надземных органов у растений парковой зоны была меньше, чем у растений города. В то же время масса корневой системы у растений города в начале и середине сезона была меньше, чем у растений парковой зоны. В августе эти показатели выравнивались.

В июне и июле активность процессов ПОЛ в листьях растений, выросших в городских условиях, была выше по сравнению с растениями парка: в 1,4 и 1,1 раза соответственно. В августе же отмечен максимальный уровень для обеих групп растений, но активность процессов ПОЛ растений города ниже, чем у растений парковой зоны в 1,3 раза. Концентрация пигментов менялась в зависимости от времени и места обитания. Общее содержание пигментов в растениях города составляло 1,0-1,2 мг/г сырой массы, а в растениях парка – 1,5-1,7 мг/г. Пик накопления пигментов приходился на июль. Вклад каротиноидов в пигментный фонд городских растений (19,5–21,5 % от суммы пигментов) был выше по сравнению с пигментным составом растений парка (15,4–19,5 %).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о динамичности морфологических, физиологических и биохимических характеристик в течение сезона вегетации, а также их изменчивости в зависимости от условий обитания.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *Tagetes erecta* L. В КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ПОЧВ

Григориади А.С., Киреева Н.А.

Башкирский государственный университет; ул. Заки Валиди 32, 450074 Уфа, тел.: (347)2736712

E-mail: nysha111@yandex.ru (Григориади А.С.)

Загрязнение городской среды нефтяными углеводородами и тяжелыми металлами происходит в результате влияния транспорта и деятельности различных предприятий. Город Уфа – является центром нефтедобычи и нефтепереработки, на территории города находятся предприятия данной отрасли. Таким образом, реабилитация почвенного покрова, загрязненного нефтью и нефтепродуктами крайне необходима для поддержания качества окружающей среды, не оказывающего неблагоприятного действия на человека.

Целью работы являлась оценка эффективности комплексной биоремедиации почвы, загрязненной нефтяными углеводородами. Объект исследования – серая лесная почва, загрязненная нефтяными углеводородами. Были отобраны 2 участка с загрязнением 4,7 г/100г и 8,5 г/100г почвы. В первый год участки обрабатывали специализированным биопрепаратом Универсал на основе нефтеокисляющих бактерий *Rodococcus equi*. На второй год проводились фиторемедиационные мероприятия с использованием бархатцев прямостоячих (*Tagetes erecta*). Оценка степени деградации поллютантов осуществляли в конце вегетационного периода.

При обработке Универсалом степень деградации нефтяных углеводородов в почве в первый год составляла 67 и 71% в образцах средне и сильно загрязненной почве соответственно. На второй год на рекультивируемые участки были высажены растения бархатцев. Степень деградации поллютантов к концу эксперимента составляла 57 и 55%.

На втором этапе ремедиации оценивалось содержание тяжелых металлов (Pb и Cd) в почве. Однако концентрация Pb в почве и растениях не превышал нормативных показателей. Максимальное содержание Pb наблюдалась в образцах растений бархатцев при сильной степени загрязнения, показатель составлял 2,17 мг/кг. В отношении Cd при загрязнении во всех растительных образцах наблюдалось превышение допустимого уровня – в 3,7 и 6,1 раз для 3 и 6% концентрации поллютанты в почве соответственно.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что под посевами бархатцев происходило не только разложение углеводородов, но и фитоэкстракция тяжелых металлов. Извлечение Cd происходило значительно лучше, что может быть связано с его большей подвижностью в почве. Конечное содержание нефтяных углеводородов составляло 1,7 г/100 г и 3,5 г/100 г почвы на участках со средней и сильной степенью загрязнения. Таким образом, предложенное растение может успешно применяться для восстановления загрязненных урбанизированных почв.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ И ЛИПЫ СЕРДЦЕЛИСТНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Демьянова Т.Г., Скочилова Е.А., Закамская Е.С.

Марийский Государственный университет; ул. Осипенко 60, 424002 Йошкар-Ола, тел. 429223, факс: (8362)565781

E-mail: Psichiya@mail.ru (Демьяновой Т.Г.)

Среди компонентов живого вещества биосферы наиболее существенным фактором нейтрализации газообразных токсикантов является растительность, а особенно древесно-кустарниковые насаждения и естественные лесные массивы. На территории города Йошкар-Олы Республики Марий Эл широко используются зеленые насаждения. В условиях урбанизированной (техногенной) среды растения, сохраняя внешне неизменный вид, претерпевают значительные изменения физиологических процессов. Цель настоящего исследования – изучить изменение физиологических показателей березы повислой (*Betula pendula* Roth., одноствольное дерево) и липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill., одно- или многоствольное) под действием загрязнения атмосферного воздуха в условиях городской среды.

Сбор материала осуществляли с 10 средневозрастных генеративных растений. В работе исследовали следующие показатели: содержание аскорбиновой кислоты в листьях, интенсивность фотосинтеза, проницаемость клеточных мембран для электролитов. Исследования проводили в 2011 г. в различных районах г. Йошкар-Олы (Республика Марий Эл). Основной вклад в загрязнение воздушного бассейна вносят автотранспорт и промышленные предприятия города. В качестве районов исследования были выбраны четыре района: слабого загрязнения – парк культуры и отдыха им. 30-летия ВЛКСМ (район 1), ул. Осипенко (рядом с Агробиостанцией (район 2); умеренного загрязнения – ул. Суворова (ОАО «Марийский машиностроительный завод») (район 3), ул. К. Маркса (ОАО «Завод Контакт») (район 4). В изученных районах обнаружено превышение ПДК по сернистому ангидриду и пыли, однако, в районе 3 и 4 эти показатели были значительно выше, чем в районе 1 и 2. Содержание диоксида азота, оксида углерода и аммиака в атмосферном воздухе находится в пределах ПДК. Определение содержания аскорбиновой кислоты в листьях липы и березы выявило значительное увеличение данного показателя в районах умеренного загрязнения, по сравнению с районами слабого загрязнения. При возрастании степени техногенной нагрузки наблюдается увеличение содержания аскорбиновой кислоты в листьях, что свидетельствует об участии аскорбиновой кислоты в механизмах адаптации растений к условиям урбаноcреды. Закономерности содержания аскорбиновой кислоты в ассимиляционных органах растений отражают характер изменения фотосинтетической деятельности растений. Полученные результаты показали, что интенсивность фотосинтеза в листьях березы и липы снижается с усилением уровня загрязнения атмосферного воздуха. Наибольшие значения проницаемости мембран для электролитов наблюдаются у деревьев березы и липы, произрастающих в районе умеренного загрязнения (3, 4), по сравнению с районом слабого загрязнения (1, 2).

ДЕЙСТВИЕБИОТИЧЕСКОГОИРАДИАЦИОННОГОСТРЕССАНАРАСТЕНИЯ В 30-КИЛОМЕТРОВОЙ ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Дмитриев А.П., Гродзинский Д.М., Гуща Н.И.

Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины;
ул. акад. Заболотного 148, Киев 03680, Украина, тел.: (+38 044) 2578244,
факс: (+38 044) 5267104

E-mail: dmyt@voliacable.com

Способность к адаптации – одно из важнейших свойств растительного организма, которое проявляется на различных уровнях его структурной организации. В процессе эволюции растения выработали защитные механизмы, обеспечивающие устойчивость к действию биотических и абиотических стрессов. Вместе с тем в условиях крупных техногенных аварий у растений и их патогенов могут протекать микроэволюционные процессы, что может нарушить сложившийся экологический баланс в биоценозах.

Цель работы состояла в изучении влияния комбинированного стресса (биотического и радиационного) на растения в 30-километровой Зоне отчуждения ЧАЭС. Объектом исследований были выбраны растения пшеницы, ржи и кукурузы, а также возбудитель стеблевой ржавчины злаков гриб *Puccinia graminis* Pers., который относится к числу наиболее вредоносных патогенов.

Обнаружено, что хроническое облучение приводит к снижению болезнеустойчивости растений. Анализ естественной пораженности растений трех сортов пшеницы мучнистой росой или искусственно инфицированных бурой ржавчиной показал, что степень развития болезни у растений, выращенных из семян, собранных в зоне ЧАЭС, оказалась в 1.5–2.0 раза выше, чем у растений, выращенных из контрольных семян.

Анализ биохимической природы снижения устойчивости растений показал, что под влиянием малых доз облучения снижается удельная активность растительных ингибиторов протеиназ. Так, в зерне пшеницы и ржи их активность снижалась на 35-60 % по сравнению с контролем.

Возбудитель стеблевой ржавчины злаков *P. graminis* был выявлен на злаках и дикорастущих злаковых травах в зоне ЧАЭС. Полученные данные свидетельствуют об активных формо- и расообразовательных процессах в зоне ЧАЭС, в результате которых происходят изменения структуры популяции *P. graminis*. Обнаружена «новая» популяция возбудителя стеблевой ржавчины с высокой частотой встречаемости более вирулентных клонов по сравнению с другими регионами Украины.

Таким образом, комбинированное действие биотического и радиационного стресса на растения представляет потенциальную опасность для окружающей среды, минимум, по двум причинам. Во-первых, малые дозы хронического облучения могут снижать фитоиммунный потенциал, т.е. болезнеустойчивость растений. Во-вторых, они могут выступать в роли мутагенного фактора и вызывать усиление процессов расообразования у патогенных микроорганизмов, что может приводить к возникновению новых более вирулентных клонов.

ИЗМЕНЕНИЕ РОСТОВЫХ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОРГО ВЕНИЧНОГО (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) под ВЛИЯНИЕМ ФЕНАНТРЕНА

Дубровская Е.В., Позднякова Н.Н., Муратова А.Ю., Турковская О.В.

Учреждение Российской академии наук Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН; просп. Энтузиастов 13, 410049 Саратов, тел.: (8452)970403, факс: (8452)970383

E-mail: evdubrovskaya@rambler.ru (Дубровской Е.В.)

Исследовалась реакция растений сорго на присутствие фенантрена (10 и 100 мг/кг). Загрязнитель негативно влиял на ростовые характеристики (всхожесть, приживаемость и накопление биомассы растений), фотосинтетическую активность, проявляющуюся в снижении суммарного содержания пигментов и изменении их соотношения.

Через 1 и 2 месяца анализировалась активность внутриклеточных тирозиназ, лакказоподобных оксидази пероксидаз. Было установлено, что активность тирозиназ в тканях и корнях, и листьев положительно коррелировала с уровнем загрязнения на всем протяжении эксперимента, оксидазы обнаруживали активность лишь в первый месяц, которая также положительно коррелировала с концентрацией фенантрена. Максимальную активность проявляли внутриклеточные пероксидазы, при этом положительная корреляция с уровнем загрязнения наблюдалась в ходе первой половины эксперимента. Была выделена анионная пероксидаза сорго, которая была представлена тремя электрофоретически близкими изоформами, были определены ее основные молекулярно-кинетические характеристики.

Максимальная степень элиминации фенантрена была обнаружена в корневой зоне растений сорго при высоком уровне загрязнения, что может свидетельствовать о значительном вкладе растений в разложение загрязнителя.

БИОГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ОЗЕЛЕНЕНИЕ МЕГАПОЛИСОВ

Душков В.Ю.

Учреждение Российской академии наук Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, ул. Косыгина 4, 119991 Москва, тел.: (495)9397350

E-mail: vdushkov@yandex.ru (Душкову В.Ю.)

Академик В.Н. Сукачев сформировал новое научное направление – биогеоэкологию. В отличие от безразмерного понятия экосистема биогеоценоз исходно был выделен в качестве минимальной единицы биосферы, внутри которой эволюционно укладывается набор живых организмов (растений, животных и микроорганизмов), поддерживающих малый круговорот вещества и энергии, в результате чего биогеоценоз способен поддерживать гомеостаз биосферы (Сукачев, 1964; Тимофеев-Ресовский, 1961, 1988). Изучение особенностей функционирования различных биогеоценозов, поставленное В.Н. Сукачевым в 50-х годах прошлого столетия на специально организованных стационарах, вскрыло возможность не только ремонта и восстановления нарушенных биогеоценозов, но и ускоренного натурального моделирования сложных биогеоценологических сообществ (лесных куртин, полос, парков и т.д.) в различных климатических зонах (Роде и др., 1974; Душков и др., 1988, 1989). Такой биогеотехнологический подход при грамотном введении в нарушенные экосистемы значимых видов (дождевых червей, трав, кустарников, деревьев) позволяет ускоренно моделировать в природе усложненные аналоговые биогеоценозы, которые наращивают биопродуктивность, биоразнообразие и устойчивость как биоценозов, так и биосферы в целом. Учеными Российской академии наук накоплен значительный опыт по созданию таких биогеоценозов даже в условиях полупустыни (Душков, 1994, 2000, 2005). Данные разработки можно широко использовать и при озеленении населенных пунктов, особенно мегаполисов, и, в первую очередь, Москвы при расширении ее границ, так как это позволит положительно влиять на здоровье значительной части населения России. Важно отметить, что биогеотехнологический подход (биогеотехнология), позволяет быстро оценить биосферную значимость того или иного фитоценоза (лесной куртины, парка, хорошо озелененного дачного поселка и т.д.) и наметить необходимые мероприятия, способствующие поддержанию, а при необходимости и подъему их биосферных функций.

При расширении границ Москвы надо грамотно использовать имеющиеся природные ресурсы. Целесообразны затраты небольших финансовых вложений на мониторинг имеющихся значимых фитоценозов, и на дальнейшее их восстановление на основе использования недорогого биогеотехнологического подхода. Это значительно сократит материальные затраты на озеленение. Одновременно это позволит запроектировать и быстро создать в природе суперсовременный, новый по ландшафту мегаполис, в который будут «вкраплены» биосфероподдерживающие биогеоценозы и комплексы с уложенными биогеоценозическими связями. Отметим, что на формирование их в природе необходимо не менее 20 лет.

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИСТА *Betula pendula* ROTH. И *Tilia cordata* MILL. ПРИ ДЕЙСТВИИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА

Ерофеева Е.А.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского; пр. Гагарина, 23, 603950 Нижний Новгород, тел. (831)4656243, факс: (831)4652208

E-mail: ele77785674@yandex.ru (Ерофеевой Е.А.)

Увеличение флуктуирующей асимметрии (ФА) листа и интенсивности липопероксидации (ЛП) в нем в настоящее время рассматриваются в качестве неспецифических показателей стресса у растений. В то же время вопрос о том, всегда ли данные показатели дают согласованную оценку уровня «средового» стресса у растений, особенно при сочетании экстремальных значений абиотических факторов и техногенной нагрузки остается открытым.

В связи с этим во второй половине июля 2010 г. в условиях аномально высоких температур воздуха было изучено изменение величины ФА листа и интенсивности ЛП в нем у *Betula pendula* Roth. и *Tilia cordata* Mill. при действии автотранспортного загрязнения в широком диапазоне значений. Листовые пластинки собирали с 10 деревьев в каждом из 10-11 участков, расположенных вдоль автомагистралей г. Нижнего Новгорода с потоком автотранспорта от 0 до 5586 авто/ч. С помощью регрессионного анализа было показано существование зависимостей изученных показателей данных видов растений от величины потока автотранспорта ($p < 0.05$). Возрастание автотранспортной нагрузки вызывало статистически значимое увеличение интенсивности ЛП (оценивали по содержанию ТБК-реагирующих продуктов) у *B. pendula* и *T. cordata*. В то же время величина ФА листа у *B. pendula* при увеличении техногенной нагрузки возрастала, а у *T. cordata*, напротив, снижалась ($p < 0.05$). Ранее некоторыми авторами показано отсутствие изменения ФА у животных и растений при действии химического загрязнения, что связывают с действием стабилизирующего отбора отсекающего крайние варианты с высокими значениями асимметрии, что в итоге сказывается и на среднем уровне ФА. Известно, что *T. cordata* является видом менее устойчивым к засухе (мезофит) по сравнению с *B. pendula* (мезоксерофит), в связи с этим в июле 2010 г. в условиях сочетания водного дефицита и химического загрязнения у данного вида отмечалось усыхание и опадение листьев. Возможно, давлению отбора подвергались в первую очередь листья с высоким уровнем ФА, что и привело к снижению этого показателя. Вероятно, интенсивность ЛП, как более подвижный показатель менее подвержена действию отбора. Таким образом, в экстремальных условиях у растений не всегда может отмечаться согласованное изменение изученных морфологических и биохимических индикаторных показателей стресса.

ВЛИЯНИЕ ЭПИБРАССИНОЛИДА НА РОСТОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРОСТКОВ *BRASSICA NAPUS* ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕДИ

Ефимова М.В.^{*,**}, Ковтун И.С.^{***}, Хрипач В.А.^{***}, Холодова В.П.^{**}, Кузнецов Вл.В.^{**}

* Томский государственный университет, Биологический Институт; пр. Ленина, 36, 634050 Томск, тел./факс: (3822)529765

** Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: (499)2318334, факс: (499)9778018

*** Институт биоорганической химии НАНБ; ул. Купревича, 5, корп.2, 220141 Республика Беларусь, Минск

E-mail: stevmv555@gmail.com (Ефимовой М.В.)

Среди техногенных стрессоров наибольший интерес представляет изучение токсического воздействия тяжелых металлов на растения. Особую опасность представляет накопление в почве меди, поскольку это может привести к снижению биоразнообразия, падению продуктивности агро- и биоценозов, загрязнению продуктов питания и тем самым нанесению существенного вреда здоровью человека. Ключевая роль в формировании протекторных систем у растений принадлежит веществам гормональной природы. Особое место среди фитогормонов занимают стероидные гормоны растений – brassinosteroids. Они не только повышают продуктивность растений, но и вовлекаются в формирование и(или) мобилизацию стресс-защитных механизмов. Brassinosteroids крайне перспективны для создания эффективных экологически безопасных регуляторов и разработки на их основе современных фитотехнологий для очистки загрязненных территорий.

Исследовали влияние brassinosteroida – эпибрассинолида в различных концентрациях (ЭБЛ, 1 и 0,01 мкМ) на ростовые показатели 6-суточных проростков рапса *Brassica napus* при действии низких (10 мкМ) и высоких (125 мкМ) концентраций меди. Контролем служили проростки, растущие на дистиллированной воде.

Нами показано, что низкая концентрация меди оказывала стимулирующее влияние на рост гипокотилия и корня рапса. Стимулирующее влияние меди на рост гипокотилия усиливал раствор 0,01 мкМ ЭБЛ. Высокая концентрация меди (1 мкМ) подавляла рост осевых органов, при этом наибольшую чувствительность проявляла корневая система проростков. Экзогенный эпибрассинолид в высокой концентрации усиливал ингибирующее влияние токсичной концентрации меди, в то время как снижение концентрации эпибрассинолида способствовало проявлению его защитной роли, что выражалось в активации роста гипокотилия.

Таким образом, нами отмечена способность эпибрассинолида в низких концентрациях стимулировать рост осевых органов рапса и снимать негативное воздействие токсичных концентраций меди на ростовые показатели гипокотилия рапса.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ ЗАСВИЯЖСКОГО РАЙОНА Г. УЛЬЯНОВСКА

Ефремова* О.А., Коняев** И.С.

* Управление федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Ульяновской области; ул. Подлесная 24, 432030 Ульяновск, тел.: (8422)466987, факс: (8422)466987

** ФГБОУ ВПО Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова; площадь 100-летия со дня рождения В.И. Ленина 4, 432700 Ульяновск, тел.: (8422)441009

E-mail: o.a.efremova@yandex.ru (Ефремовой О.А.)

Засвияжский район представляет собой обширную промышленную зону, на которой располагается большинство ульяновских заводов. Вокруг заводских территорий сформировалась инфраструктура жилых комплексов, включающая три парковые зоны. Проводили мониторинг содержания поллютантов техногенного происхождения в почвах и растениях парка «Семья», находящегося близ ОАО «УАЗ», ОАО «УМЗ», ОАО «Автодеталь-сервис». Исследовали сезонную динамику накопления тяжелых металлов в почвах и в молодых побегах преобладающих древесных пород (березы, липы, тополя) в 2009 – 2011 гг. Отбор почвенных проб и растительных образцов проводили по стандартным методикам. Определение ТМ проводили на спектрофотометре С-115-М1.

В почвах парка отмечено превышение региональных фоновых значений валовых концентраций Zn в 1,5 раза, Pb в 10 раз, Cu в 1,3 раза. Содержание цинка и свинца в почвах достигает максимума в июле, затем снижается до минимума к ноябрю и начинает увеличиваться в апреле. Сезонных колебаний количества меди в почве не обнаружено. Во всех растительных образцах отмечено повышенное содержание Zn по сравнению с другими ТМ. В побегах березы и липы цинка аккумулируется в 3-5 раз больше, чем свинца. Для тополя и березы характерно резкое возрастание в побегах количества цинка (на 80%) в начале вегетационного периода (в апреле) и к июлю оно достигает максимума – 6,5 и 4,6 мг/кг соответственно. В молодых побегах и листьях липы происходит постепенное накопление цинка с апреля до июля и, достигнув максимума (8,3 мг/кг), не изменяется. Наибольшее количество цинка аккумулируется в листьях березы. Содержание Pb в побегах липы заметно увеличивается в апреле, постепенно повышается до июля (0,9 мг/кг) и далее не изменяется. Количество Cu в побегах всех изученных растений практически не изменяется в течение года. Наибольшее количество свинца и меди аккумулируется в листьях тополя.

Таким образом, наблюдается сезонная динамика накопления Zn и Pb в молодых побегах и листьях растений, коррелирующая с изменением их валовой концентрации в почве в течение года.

РОЛЬ АФК, ПЕРОКСИРЕДОКСИНОВ И ТИОРЕДОКСИНОВ В СТРЕСС-РЕАКЦИИ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Жадько С.И.

Институт Ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины; ул. Терещенковская 2, 01601 Киев, Украина, тел.: (044)2723236, факс: (044)2723236

E-mail: sjadko@hotmail.com (Жадько С.И.)

При различных стрессах в клетках растений происходит раннее увеличение содержания активных форм кислорода (АФК), включая H_2O_2 , в процессе развития стрессорной оксидативной вспышки (СОВ). При этом АФК могут выступать в качестве вторичных мессенджеров в индукции ответной стресс-реакции и увеличении устойчивости клеток. Считается, что одним из акцепторов и трансмиттеров АФК являются пероксиредоксины (ПР) и тиоредоксины (ТР).

Исследовали 12-14 дневную каллусную культуру ткани и листья растений *A. thaliana*. Осмотический стресс вызывали посредством действия 25-30% ПЭГ-6000, а оксидативный – 30-50 мМ H_2O_2 . Через 30, 60 и 90 мин воздействия определяли интенсивность СХЛ, содержание H_2O_2 , активность ПР и ТР. Для ингибирования СОВ и выявления АФК-индуцируемого увеличения активности ПР и ТР использовали 10 мМ раствор аскорбата (в дальнейшем как аскорбат+ПЭГ/ H_2O_2).

При действии ПЭГ и H_2O_2 у культуры ткани происходило раннее увеличение интенсивности СХЛ/АФК и содержания H_2O_2 в среднем на 27-33% к 30 мин с последующим медленным снижением этих показателей к 60 и 90 мин. Достоверное увеличение активности ПР и ТР происходило только к 60 и 90 мин в среднем на 13-17% и 16-18% соответственно. При действии аскорбат+ПЭГ/ H_2O_2 амплитуда СОВ снижалась на 45-55%, а активность ПР и ТР почти в 1.5-2 раза. Аналогичные изменения, но с меньшей амплитудой ответной реакции, происходили в листьях целых растений.

Таким образом, в клетках культуры ткани и листьях растений *A. thaliana* при осмотическом и оксидативном стрессах в первые минуты происходит стрессорное образование АФК, которые в качестве вторичных мессенджеров вызывают АФК-индуцируемое увеличение активности ПР и ТР- акцепторов и трансдукторов редокс сигналов АФК. При обоих воздействиях выявленные изменения имеют в общем схожие закономерности в динамике образования АФК и АФК-индуцируемом увеличении активности ПР и ТР. Однако молекулярные механизмы ответной реакции должны иметь свою стресс-специфичность. В частности, при действии осмотика ПЭГ и окислителя H_2O_2 , в механизм СОВ могут вовлекаться различные субстраты пероксидации в различных компартментах клетки и соответственно различные изоформы ПР и ТР. Следует отметить, что у исследуемой нами культуры ткани *A. thaliana*, растущей в темноте, такие процессы могут происходить в основном в митохондриях (МТ). Известно, что МТ *A. thaliana* содержат все необходимые компоненты для данных процессов. Это наличие электронно-транспортной цепи, где при стрессах образуется основное количество АФК СОВ, и присутствие в МТ митохондриальных форм ПР и ТР.

ПИРАФЕН И МЕЛАФЕН КАК АДАПТОГЕНЫ К УСЛОВИЯМ ВРЕМЕННОГО ВОДНОГО ДЕФИЦИТА

Жигачева И.В.*, Бурлакова Е.Б.*, Генерозова И.П.***, Шугаев А.Г.**

* Учреждение Российской академии наук Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, 119334 г. Москва, ул Косыгина,4, факс (499) 137-41-01;

** Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, г. Москва, ул Ботаническая, 35, тел: 9039340.

E-mail: zhigacheva@mail.ru (Жигачевой И.В)

Клеточные мембраны и мембраны органелл являются первичными мишенями действия стрессовых факторов. Стрессовые факторы модифицируют клеточные мембраны и в первую очередь мембраны митохондрий и хлоропластов, инициируя свободно радикальные процессы, которые, в конечном счете, приводят к активации перекисного окисления липидов (ПОЛ). Можно предположить, что препараты, снижающие содержание продуктов ПОЛ и обеспечивающие мембранам большую структурную и функциональную стабильность будут обладать антистрессовыми свойствами. Возможно, что регуляторы роста и развития растений повышают устойчивость растений, как к биотическому, так и к абиотическому стрессу, в том числе и к водному дефициту за счет снижения интенсивности ПОЛ. Такими регуляторами роста являются мелафен, представляющий собой меламинаковую соль бис(оксиметил)-фосфиновой кислоты и пирафен (соль бис(оксиметил)-фосфиновой кислоты 2,4,-триаминопиримидина). Мы исследовали влияние недостаточного увлажнения и обработки семян мелафеном или пирафеном на интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) и энергетику митохондрий шестидневных проростков гороха (*Pisum sativum*).

Недостаточное увлажнение имеет следствием активацию свободно радикального окисления в мембранах митохондрий проростков гороха, о чем свидетельствует 3-кратный рост интенсивности флуоресценции продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Изменения физико-химических свойств мембран отражается на энергетике митохондрий. При этом в 1,5 раза снижаются максимальные скорости окисления NAD-зависимых субстратов и в 1,4 раза скорости транспорта электронов на конечном участке дыхательной цепи. Замачивание семян в 3×10^{-12} М растворе мелафена или $2,5 \times 10^{-12}$ М растворе пирафена снижает содержание продуктов ПОЛ в мембранах митохондрий и различия в скоростях транспорта электронов в дыхательной цепи митохондрий, выделенных из растений контрольной группы и растений, подвергнутых временному водному дефициту. Предполагается, что защитный эффект мелафена и пирафена обусловлен влиянием препаратов на процессы свободно радикального окисления, находящего отражение в интенсивности перекисного окисления липидов.

ОКСИДНЫЙ СТРЕСС У РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ

Жук В.В.

Научно-учебный центр «Институт биологии» Киевского национального университета имени Тараса Шевченка; пр. Глушкова, 2, корп.12, 03127, Киев, тел. (044)5221427

E-mail zhuk_bas@voliacable.com (Жуку В.В.)

В условиях засухи уменьшается фиксация CO_2 и затраты энергии, что приводит к дисбалансу в продуцировании и утилизации активных форм кислорода (АФК). Среди АФК относительно длительным периодом существования отличается H_2O_2 , который образуется преимущественно путем дисмутации O_2^- и выполняет также сигнальную роль (Дмитриев, 2003). Несмотря на значительное внимание исследователей к проблеме оксидного стресса у растений, участие H_2O_2 в его формировании в природных условиях у пшеницы все еще остается слабо исследованным. Целью нашей работы было изучение оксидного стресса у растений пшеницы в условиях природной засухи и участие экзогенного H_2O_2 в его регуляции.

Объектами исследований были растения озимой мягкой пшеницы лесостепного экотипа сортов Полесская 90, Столичная и степного экотипа – сорт Тронка, которые выращивали в условиях Украинского Полесья на серой легкосуглинистой почве. В фазе выхода в трубку растения опытных вариантов обрабатывали водным раствором H_2O_2 в концентрации 10^{-4}M . В период цветения растений и формирования зерновки отмечена природная засуха, которая характеризовалась снижением влажности почвы до 30% от полной влагоемкости и повышением температуры воздуха до 40°C в полуденные часы. После обработки в листьях пшеницы определяли активность супероксиддисмутазы (СОД) (Beachamp, Fridovich, 1973), содержание H_2O_2 (Sagisaka, 1976). После созревания растений проводили анализ структуры урожая.

Показано, что в листьях слабоустойчивых сортов Столичная и Полесская 90 активность (СОД) существенно увеличивалась в фазе выхода в трубку – цветения. У устойчивого сорта Тронка активность СОД в период выхода в трубку была ниже, по сравнению с неустойчивыми сортами, но в период цветения и молочной спелости возрастала. Обработка растений пшеницы H_2O_2 снижала активность СОД в период выхода в трубку у сортов Столичная и Полесская 90 и не влияла – у сорта Тронка. В период молочной спелости зерна активность СОД снижалась у сортов Столичная и Полесская 90 и оставалась высокой у сорта Тронка. Содержание эндогенного H_2O_2 было высоким в фазе выхода в трубку у сортов Столичная и Полесская 90, и более низким – у сорта Тронка. После обработки растений H_2O_2 содержание эндогенного пероксида снижалось у сортов Столичная и Тронка, и повышалось у сорта Полесская 90. После созревания растений выявлено, что обработка растений пшеницы H_2O_2 снижала действие природной засухи, что повышало массу 1000 зерен и продуктивность растений. Таким образом, природная засуха индуцировала повышение содержания АФК в листьях пшеницы, а экзогенный H_2O_2 активировал антиоксидантную ферментную систему и снижал эндогенный уровень АФК в листьях.

РЕГУЛЯТОРНАЯ РОЛЬ ОКСИДА АЗОТА В ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ

Жук И.В.

Научно-учебный центр «Институт биологии» Киевского национального университета имени Тараса Шевченка; пр. Глушкова, 2, корп.12, 03127, Киев, тел.(044)5221427

E-mail iren_zhuk@mail.ru (Жук И.В.)

Длительное время NO рассматривали как загрязнитель воздуха и изучали его как агрессивный компонент смога. В последние годы показана регуляторная роль эндогенного оксида азота (NO) в формировании устойчивости растений к абиотическим стрессам, которая реализуется через сигнальные каскады в клетках (Емец и др., 2009, Красиленко и др., 2010). Нами в предыдущих работах показано, что NO влиял на активность антиоксидантной ферментной системы и водный режим растений яровой и озимой мягкой пшеницы в условиях природной засухи (Жук и др., 2009, Жук, Мусиенко, 2010). Однако эндогенная регуляторная роль NO у озимого тритикале остается неизученной. Целью нашей работы было изучение регуляторной роли NO у растений озимого тритикале в условиях действия природной засухи.

Озимое тритикале сорта Полесский 7 (семейство *Poideae*, вид *Triticosecale*), созданного в Институте земледелия Украинской академии аграрных наук и рекомендованного для культивирования в зоне Полесья, выращивали в условиях Киевской области в мелко деляночных опытах на дерново-подзолистой почве. Обработку растений опытных вариантов водным раствором нитропруссид натрия (НПН) в концентрации 0,5 мМ проводили в фазе выхода в трубку. В фазах цветения – формирования зерна отмечена природная засуха, которая характеризовалась снижением влажности почвы до 30% от полной влагоемкости и повышением температуры воздуха до 40 °С в полуденные часы. После обработки растений НПН во всех вариантах опыта изучали содержание воды в листьях, активность пероксидаз, а после созревания растений проводили анализ структуры урожая.

Показано, что через двое суток после обработки растений тритикале донором NO в верхних листьях снижалось содержание воды и оставалось на более низком, по сравнению с контролем, уровне до фазы молочной спелости зерна. Одновременно было проведено исследование активности пероксидаз, которая под действием NO снижалась и оставалась на более низком, по сравнению с контролем, уровне до фазы молочной спелости зерна. Анализ структуры урожая позволил установить, что под действием NO в условиях природной засухи более длительный период поддерживались ростовые процессы, что проявилось в увеличении высоты растений и длины последнего листа. Существенное снижение действия засухи у обработанных донором NO растений приводило к увеличению количества зерен в колосе, массы 1000 зерен, урожая зерна. Таким образом, эндогенная регуляторная роль NO в условиях природной засухи у озимого тритикале снижала действие стресса через регуляцию водного статуса листьев, активности антиоксидантных ферментов, участвующих в утилизации пероксида водорода.

ПРИМЕНЕНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ БЕЛКОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ С РАСТЕНИЯМИ

Захарченко* Н.С., Доктюшов** Е.В., Пиголева* С.В., Кочетков*** В.В., Пунтус*** И.Ф.,
Чепурнова**** М.А., Ветошкина**** Д.В., Тарасова**** П.В., Бурьянов* Я.И.

* Филиал Учреждения Российской академии наук Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН; пр-т Науки 6, 142290 Пущино, тел.: (4967)330970, факс (4967)330527

** Пущинский государственный университет; пр-т Науки 3, 142290 Пущино, тел.: (4967)732677, факс (4967)732711

*** Учреждение Российской академии наук Институт биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г.К. Скрыбина РАН; пр-т Науки 4, 142290 Пущино, тел.: (495)318580, факс (4967)9563370

**** Тульский государственный университет; пр-т Ленина 92, 300600 Тула, тел.: (4872)351840, факс: (4872)331305

E-mail: zachar@fibkh.serpukhov.su (Захарченко Н.С.)

Понимание молекулярно-физиологических механизмов взаимодействия микроорганизмов с растениями необходимо для успешного применения экологически безопасных микробиологических методов защиты окружающей среды. Развитие чувствительных методов наблюдения отдельных бактериальных клеток в корнях растений важно для исследования этих взаимодействий. Зеленый и красный флуоресцентные белки (GFP, RFP) – ценный инструмент для изучения различных биологических явлений. GFP и RFP, позволяют исследовать клетки неразрушенными и без добавления экзогенных субстратов. Кроме того, клеточные GFP и RFP-маркеры могут быть визуализированы с использованием стандартного микроскопического оборудования с обычным доступным набором флуоресцентных фильтров. В работе оценивали стабильную сохранность клеток *Pseudomonas* с различными растительными тканями (листья, стебли, корни) после колонизации с ассоциативными штаммами *P. putida* KT 2442::*gfp*(pNF142::TnMod) и *P. aurefaciens* BS 1393(pRFP-turbo) *in vitro* и *in vivo*. Маркерный ген *gfp* интегрирован в хромосому штамма *P. putida* KT 2442::*gfp*(pNF142::TnMod), маркерный ген *rfp* локализован на плазмиде pRFP-turbo. Проведена колонизация растений рапса (*Brassica napus* L.), табака (*Nicotiana tabacum*) и капусты (*Brassica oleracea* Convar. *capitata*) штаммами *P. putida* KT 2442::*gfp*(pNF142::TnMod) и *P. aurefaciens* BS 1393(pRFP-turbo). Микроскопическое исследование локализации микроорганизмов подтвердило присутствие их внутри и на поверхности растительных тканей. Содержание *Pseudomonas* на листовой поверхности во всех пассажах растений составило 1-2 тыс. колониеобразующих единиц (КОЕ) на 1 см² и в корнях 10-20 тыс КОЕ. Это указывает на стабильную ассоциацию бактерий с размножаемыми *in vitro* растениями.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ФИТОПАТОГЕНАМ И КСЕНОБИОТИКАМ

Захарченко* Н.С., Пиголева* С.В., Дьяченко* О.В., Лебедева* А.А., Кочетков** В.В., Пунтус** И.Ф., Локтюшов*** Е.В., Чепурнова**** М.А., Бурьянов* Я.И., Боронин** А.М.

* Филиал Учреждения Российской академии наук Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН; пр-т Науки 6, 142290 Пущино, тел.: (4967)330970, факс (4967)330527

** Учреждение Российской академии наук Институт биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г.К. Скрябина РАН; пр-т Науки 4, 142290 Пущино, тел.: (495)318580, факс (4967)9563370

*** Пущинский государственный университет; пр-т Науки 3, 142290 Пущино, тел.: (4967)732677, факс (4967)732711

**** Тульский государственный университет; пр-т Ленина 92, 300600 Тула, тел.: (4872)351840, факс: (4872)331305

E-mail: zachar@fibkh.serpukhov.su (Захарченко Н.С.)

В настоящее время микробиологические методы широко применяются для повышения устойчивости растений и охраны окружающей среды. Наиболее перспективным и экологически безопасным является метод колонизации растений *in vitro* полезными ассоциативными микроорганизмами.

Исследовано взаимодействие растений табака (*Nicotiana tabacum*), томата (*Lycopersicon esculentum*), капусты (*Brassica oleracea*), рапса (*Brassica napus*) и хрустальной травки (*Mesembryanthemum crystallinum*) с бактериями *Pseudomonas aureofaciens*, *Pseudomonas putida*, *Methylovorus mays* *in vitro* и *in vivo*. Микробиологическими и микроскопическими методами показана стабильная ассоциация этих микроорганизмов с растениями. Колонизованные растения отличались ускоренным ростом, лучшим укоренением, адаптацией к условиям *in vivo* и повышенной устойчивостью к бактериальным и грибным фитопатогенам *Erwinia carotovora*, *Sclerotinia sclerotiorum* и *Phytophthora infestans*. Растения, колонизированные бактериями с устойчивостью к канамицину и нафталину, проявляли стабильный рост на среде с этими соединениями.

Полученные результаты указывают на перспективность использования полезных ассоциативных микроорганизмов для разработки методов защиты растений от биотических и абиотических стрессовых факторов.

Работа поддержана грантами РФФИ № 10-04-00037, 09-08-00687

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ В ГОРОДЕ ВОЛОГДА

Зейслер Н.А., Вавилина Е.Ю., Бахтенко Е.Ю.

ФГБОУ ВПО «Вологодский государственный педагогический университет»,
кафедра ботаники, ул. С.Орлова, 6, г. Вологда, 160035, 8(8172)769196

E-mail: zejsler@yandex.ru (Зейслер Н.А.), bakhtenko@yandex.ru (Бахтенко Е.Ю.)

Ель колючая является одной из распространенных пород древесных растений, используемых при озеленении городских территорий. Преимуществами данного вида являются сохранение высоких декоративных качеств в течение всего года, нетребовательность к почвам, зимостойчивость, устойчивость к задымленности и загазованности воздуха.

Целью работы являлось изучение состояния ели колючей в условиях города Вологды. Исследования проводили в 2010-2011 годах. Определяли жизненное состояние ели по высоте, степени дефолиации и повреждения хвои, изменению габитуса растения; содержание пигментов фотосинтеза, пролина, активность каталазы, кислотность перидермы. Для оценки степени загрязнения окружающей среды измеряли перманганатную окисляемость и засоленность снежного покрова, почвы, запыленность воздуха.

Загрязнение окружающей среды приводило к увеличению перманганатной окисляемости, засоленности почвы и снега, усилению запыленности атмосферного воздуха. Отмечено накопление токсикантов у стен зданий и вблизи проезжей части автомобильной дороги. Установлена взаимосвязь между степенью загрязнения среды и ответной реакцией индикаторного вида и тест-объекта.

На территории города Вологды была проведена оценка жизненного состояния 509 растений. Большая часть деревьев находилась в сильно ослабленном состоянии и относилась к 3 классу жизнестойкости. В результате анализа степени антропогенной нагрузки и возрастной структуры насаждений ели колючей было установлено, что в условиях г. Вологды декоративные качества растений начинают ухудшаться в возрасте до 20 лет. При дальнейшем культивировании увеличивается степень дефолиации и дехромации. Это может быть связано как с большей устойчивостью молодых экземпляров к техногенному загрязнению, так и с отсроченным токсическим эффектом вредных веществ. Отличий голубой и зеленой форм ели по устойчивости к произрастанию на урбанизированной территории не выявлено.

Влияние техногенного загрязнения на физиологические показатели изучали на экспериментальных площадках в центральной части города, расположенных в разной степени удаленности от проезжей части автомобильной дороги и стен зданий. При этом все особи относились к 1 классу жизнестойкости, были примерно одного возраста, находились в одинаковых почвенных и атмосферных условиях. Было установлено, что при усилении загрязненности окружающей среды изменялась активность каталазы, снижалось содержание хлорофиллов а и b, кислотность перидермы, увеличивалось содержание пролина. Необходимо отметить, что данные изменения в большей степени проявлялись у рядовых посадок вдоль стен зданий.

Обсуждается связь физиолого-биохимических показателей с устойчивостью растений.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ЦИАНОБАКТЕРИЙ НА ДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ ИНКУБАЦИИ

Зыкова Ю.Н.* , Огородникова **С.Ю.

* Вятская государственная сельскохозяйственная академия; Октябрьский пр. 133, 610017 Киров, тел./факс: (8332)574314.

** Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; Коммунистическая 28, 167982 Сыктывкар, тел.: (8212)245202, факс (8212)240163

E-mail: svetao_05@mail.ru (Огородниковой С.Ю.)

В условиях прогрессирующего загрязнения окружающей среды остро встает вопрос о разработке новых и доступных методов биоремедиации городских почв. Многочисленные исследования показали, что потенциально большими адаптационными, биоремедиационными, антогонистическими способностями обладают цианобактерии (ЦБ).

Целью работы было изучить физиологические реакции ЦБ на действие тяжелых металлов при разных сроках инкубации. Исследования проводились на альгологически чистых культурах двух видов ЦБ из коллекции фототрофных микроорганизмов Вятской ГСХА: *Nostoc paludosum* Kutz. № 18, *Nostoc linckia* (Roth.) Born. et Flah. № 271. В конические колбы в питательную среду Громова № 6 без азота был помещен инокулят ЦБ с первоначальным титром клеток: *N. paludosum* – $2,14 \cdot 10^8$ млн/мл, *N. linckia* – $3,19 \cdot 10^8$ млн/мл. В первой серии в день закладки опыта в раствор ЦБ добавляли растворы солей тяжелых металлов (Cu^{2+} и Ni^{2+}) в дозе 20 мг/кг (в пересчете на почву) и инкубировали в течение двух недель. Во второй серии опытов ЦБ культивировали две недели при оптимальных условиях, затем вносили соли ТМ в такой же дозе. Через сутки оценивали накопление продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и содержание хлорофилла а в культуре ЦБ.

Установлено, что внесение поллютантов в культуры ностоков вызывает изменение интенсивности процессов ПОЛ. В опытах с *N. paludosum* через сутки после внесения Cu^{2+} и Ni^{2+} происходило возрастание накопления продуктов ПОЛ в 7 и 3 раза соответственно. В предыдущих наших исследованиях была выявлена коррелятивная зависимость между количеством нежизнеспособных клеток и накоплением продуктов ПОЛ. Инкубация культуры *N. paludosum* с ТМ в течение 2 недель также инициировала активацию процессов ПОЛ, но меньшей степени. Это свидетельствует о том, что двухнедельные культуры ЦБ более устойчивы к действию ТМ и количество нежизнеспособных клеток в них меньше. В варианте с *N. linckia*, напротив, повышенное содержание продуктов ПОЛ выявлено только при двухнедельной инкубации с Cu^{2+} и сопровождалось существенным снижением уровня хлорофилла а (35% от контроля). В остальных опытах с *N. linckia* добавление ТМ приводило к снижению интенсивности процессов ПОЛ. Инкубация ЦБ с ТМ в течение двух недель не вызывала существенных изменений в накоплении хлорофилла а, за исключением варианта *N. linckia*+ Cu^{2+} .

Таким образом, среди изученных ТМ Cu^{2+} является более токсичной для ЦБ, чем Ni^{2+} . На основании физиологических реакций (интенсивность ПОЛ и содержание хлорофилла) выявлено, что наиболее устойчивой культурой к действию солей меди и никеля является *N. linckia* и может быть использована для целей биоремедиации.

ИНГИБИРОВАНИЕ РОСТА КОРНЕЙ ПРОРОСТКОВ КАК ТЕСТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Иванов В.Б., Быстрова Е.И.

Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева РАН, Москва, 126276, Ботаническая ул., дом 35.

E-mail: ivanov_vb@mail.ru

В пределах большого города в окружающую среду попадает большое количество самых разнообразных химических соединений. Их разнообразие вызывает большие трудности в контроле состояния окружающей среды с помощью методов аналитической химии. Кроме того, существенно оценить возможные пути биологического действия разных химических соединений, особенно тех, механизмы биологического действия которых не изучены. Поэтому применение набора биологических тестов является необходимым звеном контроля окружающей среды.

Многолетние исследования, проведенные нами, в которых было изучено биологическое действие нескольких сотен разнообразных соединений, показали, что изучение действия соединений на рост корней проростков может быть использовано для выполнения поставленных задач. Высокие скорости деления клеток и роста клеток в корнях, а также закономерности организации роста корней на клеточном уровне позволяет с помощью простых тестов определить избирательность действия разных соединений на отдельные процессы роста и деления клеток по характеру замедления ими роста корней. Все соединения, обладающие мутагенным, эмбриотоксическим, канцерогенным действием, отличаются по характеру ингибирования роста корня. Их эффект резко усиливается со временем и они останавливают ветвление корня. Часто эффект этих соединений на животные и растения проявляется через нескольких поколений. Поэтому использование простых тестов для их выявления имеет большое значение. Дана классификация соединений по характеру их токсического действия.

ВЛИЯНИЕ ШЛАКООТВАЛА АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Иванов В.П., Марченко С.И.

Брянская государственная инженерно-технологическая академия; пр. Станке Димитрова 3, 241037 Брянск, тел.: (4832)740569, факс: (4832)741652

E-mail: ivpinfo@mail.ru (Иванову В.П.)

В последние десятилетия негативные явления техногенного стресса испытывают практически все растительные сообщества на урбанизированных территориях. С ростом промышленного производства происходит накопление различных, нередко токсических отходов, которые необходимо складировать и обеспечить безопасное хранение до их дальнейшей утилизации. Обычно отходы складировуют на достаточном удалении от крупных населенных пунктов, на не всегда оборудованных для этих целей площадях. Одной из задач экологических исследований является выявление негативных изменений в прилегающих к полигонам природных растительных сообществах в возможно ранние сроки для прогноза развития ситуации и принятия своевременных решений.

Исследования проводились в районе шлакоотвала бывшего завода алюминиевого литья (п. Думчино) в прилегающем лесном массиве Думчинского лесничества Мценского района Орловской области.

Шлакоотвал площадью 12 га, с объёмом около 3 млн. т отходов привёл к изменению микрорельефа, нарушению гидрологического режима территории, негативное воздействие на фитоценозы оказывают пылевые фракции в результате ветровой эрозии шлакоотвала, в почве отмечается высокая концентрация тяжёлых металлов, хлора, аммиака, гибель микрофлоры и т.д.

Для биоиндикации выбран метод оценки стабильности развития березы повислой (по величине флуктуирующей асимметрии листовых пластинок), изучено фитосанитарное состояние насаждений.

Изучалось влияние химических загрязнений (пыль, мелкие взвешенные частицы) на величину флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой на разном удалении от шлакоотвала «Думчинский». Оказалось, что состояние окружающей природной среды на прилегающих к шлакоотвалу Думчинский территориях нельзя считать удовлетворительным.

Установлена весьма высокая (по Чеддоку) тесная связь между величиной показателя стабильности развития березы повислой и содержанием в листьях никеля, железа, мышьяка, марганца и хрома, что подтвердил регрессионный анализ. Выполнено зонирование территорий, прилегающих к шлакоотвалу: предкризисное состояние экосистем отмечается на расстоянии до 500 м; удовлетворительное состояние сменяется хорошим на расстоянии более 1 км от отвала. Выявленная тенденция улучшения экологического состояния окружающей природной среды по мере удаления от шлакоотвала прослеживается и по другим показателям – фитосанитарному состоянию насаждений, состоянию подроста и подлеска, что свидетельствует о значительном негативном влиянии данного техногенного объекта на окружающую природную среду.

ВОЗДЕЙСТВИЕ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕРОЙ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Кадулин М.С.

Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 119991, ГСП-2, Москва, тел.:(495)9393573

E-mail: *tubmaxxl@mail.ru*

В наше время промышленные предприятия являются неотъемлемой частью современных городов. Обеспечивая благоприятные экономические условия для населения, они в то же время служат основным негативным экологическим фактором воздействия на природную среду, среду нашего обитания. Выбросы предприятий попадают в первую очередь в воздух и водоёмы, однако накапливаются и оказывают длительное воздействие, прежде всего, в почве. В связи с этим целью работы была оценка влияния загрязнения выбросов ГМК «Североникель» на микробные сообщества почв города Мончегорска.

Объектами исследования служили экосистемы, расположенные вдоль розы ветров на разном удалении от комбината. При этом наблюдалось улучшение состояния растительности и почв от эродированных техногенных пустошей в черте города до нетронутых лесных фитоценозов на полнопрофильных подзолах. На месте некоторых пустошей проводилась рекультивация, в ходе которой насыпался новый почвенный слой и высаживались деревья и кустарники.

В работе применяли полевую модификацию метода субстрат-индуцированного дыхания совместно с методом интеграции компонентов. В полевом эксперименте определяли дыхание почвы до и после внесения раствора сахарозы в почву. В лабораторном опыте определяли дыхание в образцах почвы с отобранными корнями растений до и после внесения раствора сахарозы, после чего рассчитывали микробное дыхание и микробную биомассу.

При удалении от комбината, от пустоши до ненарушенных лесных экосистем, происходило возрастание дыхания почвы от 15 до 180 мг/м²*ч, снижение доли микробного дыхания от 98 до 20%, возрастание микробной биомассы от 80 до 300 мг/г почвы. На участках рекультивации по сравнению с пустошью происходило возрастание дыхания почвы от 15 до 50 мг/м²*ч, снижение доли микробного дыхания от 98 до 30%, возрастание микробной биомассы от 80 до 250 мг/г почвы. Таким образом, в результате воздействия атмосферного загрязнения происходит резкое снижение микробной биомассы и дыхания городских почв. При этом высокая доля микробного дыхания (98%) свидетельствует об угнетении корневых систем и преобладающих процессах деструкции органического вещества почвы. В тоже время высокие значения исследованных параметров на участках рекультивации, сопоставимые с ненарушенными лесными экосистемами, подтверждают успешную реабилитацию городских территорий, подверженных техногенному воздействию.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА СОСТОЯНИЕ ТРАВЯНИСТЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Казнина Н.М., Титов А.Ф., Лайдинен Г.Ф., Батова Ю.В.

Учреждение РАН Институт биологии Карельского научного центра РАН;
ул. Пушкинская 11, 185910 Петрозаводск, тел.: (8142)762706, факс: (8142)769810

E-mail: kaznina@krc.karelia.ru (Казниной Н.М.)

Для оценки влияния техногенного загрязнения почв тяжелыми металлами на состояние травянистых фитоценозов были изучены растительные сообщества, находящиеся на расстоянии 0.5, 4.0 или 8.0 км от одного из крупнейших промышленных предприятий Республики Карелия – Кондопожского целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК), расположенного в черте города Кондопоги. Концентрацию тяжелых металлов (Cu, Ni, Pb и Zn) в почве определяли атомно-абсорбционным методом. Состояние растительных сообществ оценивали по следующим показателям: флористический состав, количество видов, биоморфная структура. Помимо этого исследовали влияние уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами на такие морфо-физиологические показатели как высота растений и содержание фотосинтетических пигментов у трех видов с наибольшей встречаемостью – *Dactylis glomerata* L., *Taraxacum officinale* Wigg. и *Vicia cracca* L. Проведенный химический анализ показал, что в почве всех исследованных участков валовое содержание тяжелых металлов в 1.5–4 раза превышает фоновый уровень, характерный для южной Карелии. При этом наиболее высокие концентрации металлов обнаружены на участках, расположенных в 0.5 км от ЦБК. Общее количество видов травянистых растений на обследованных территориях не зависело от расстояния до источника загрязнения и варьировало в пределах 29–32 в зависимости от участка. Однако с приближением к комбинату изменялся видовой состав: уменьшалось количество видов семейства *Poaceae*, а число видов, относящихся к группе разнотравья, наоборот, возрастало. Кроме того, увеличивалась доля аборигенных видов, по сравнению с адвентивными. Отметим и выявленные нами различия между изученными участками в соотношении разных жизненных форм растений. В частности, на участках, расположенных в 0.5 км от ЦБК, повышалась доля многолетних видов растений и снижалась доля однолетних. При анализе морфо-физиологических признаков оказалось, что растения разных участков практически не различались между собой по высоте, хотя варибельность этого признака существенно возрастала по мере приближения к комбинату. Помимо этого, у растений наблюдалось и некоторое увеличение содержания хлорофиллов и каротиноидов, повышалась доля хлорофиллов в светособирающих комплексах. В целом, при приближении к ЦБК увеличивается количество видов группы разнотравья за счет представителей местной флоры, и возрастает доля многолетних видов. У растений трех видов с наиболее высокой встречаемостью увеличивается варибельность морфологических признаков и содержание пигментов в листьях, что, по-видимому, способствует их лучшей адаптации к неблагоприятным условиям и позволяет им произрастать на загрязненной тяжелыми металлами территории без существенных нарушений жизнедеятельности.

ИЗМЕНЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ МЕМБРАН ХЛОРОПЛАСТОВ ГОРОХА В СВЯЗИ С ДЕЙСТВИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Кальясова Е.А., Телицына Н.Ю., Середнева Я.В., Синицына Ю.В., Веселов А.П.

Нижегородский государственный университет им Н.И. Лобачевского; пр. Гагарина,
23, 603950 Нижний Новгород, тел.: (831)465-84-01

E-mail: katelyn@bk.ru (Кальясовой Е.А.)

С развитием цивилизации и началом активного использования искусственных источников электрических и магнитных полей все более возрастает нагрузка со стороны этих физических факторов на компоненты биосферы. Особенно сильно подобное воздействие на живые организмы ощущается в крупных городах. В качестве первичных рецепторов электромагнитных полей на клеточном уровне предполагаются липиды бислоя мембран. Целью исследования стало изучение состояния компонентов перекисного окисления липидов (ПОЛ) мембран хлоропластов в ответ на действие импульсного магнитного поля (ИМП).

Объектом исследования служили 2-х недельные растения гороха *Pisum sativum* L., сорта Альбумен, выращенные в лабораторных условиях. Импульсное магнитное поле с амплитудой 1500 мкТл и частотой 15 Гц создавали с помощью генератора фирмы Electro-Biology Inc. Длительность обработки растений 15, 30, 60 и 120 мин, контролем служили растения, выдержанные в условиях нормального геомагнитного поля. Определяли содержание продуктов ПОЛ – диеновых конъюгатов (ДК) и оснований Шиффа (ОШ), липидных гидроперекисей (ГП).

Для развития процесса ПОЛ существенную роль играет накопление липидных гидроперекисей. В наших экспериментах происходило накопление ГП после 60- и 120-минутной обработок, до 121% и 146% соответственно, меньшие обработки не вызвали изменения данного параметра. 15-минутная обработка полем не вызвала ответа со стороны таких продуктов ПОЛ, как ДК и ОШ, тогда как 30- и 60-минутные воздействия приводили к снижению уровня ДК и ОШ в среднем на 20%. Таким образом, показано изменение содержания компонентов ПОЛ под действием ИМП, причем, несмотря на увеличение содержания ГП, содержание ДК и ОШ оставалось ниже контрольного. Накопление липидных гидроперекисей как правило связано с прямым воздействием АФК на липидный бислой мембран, в то время как образование ДК и тем более ОШ находится под большим контролем систем репарации и антиоксидантной защиты мембран. Успешной работой последних и можно объяснить поддержание уровня ДК и ОШ не выше контрольного. Изменение процесса ПОЛ отражается на состоянии мембран, что может лежать в основе восприятия живыми организмами данного физического фактора.

Работа выполнена при поддержке РФФИ 11-04-97101р

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Капелькина Л.П.

Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН; ул. Корпусная 18, 197110 Санкт-Петербург, тел.: (812)2307997; факс: (812)2352636

E-mail: *kapelkina@mail.ru* (Капелькиной Л.П.)

Городская среда характеризуется наличием многочисленных источников загрязнения (промышленных, транспортных, коммунально-бытовых), неравномерным их размещением, весьма сложным распространением загрязняющих веществ, неоднородностью почв и растительного покрова. Движение воздушных масс в городе, в отличие от загородных мест, корректируется высотой и характером застройки, направлением улиц и продуваемостью кварталов, соотношением заасфальтированной и озелененной площадей, возможностью сноса и смыва пыли, содержащей загрязняющие вещества, с крыш зданий, дорожных покрытий и переотложением их на других участках. Выхлопные газы автотранспорта в загородных условиях распространяются в стороны от шоссе, а в городских, отталкиваясь от стен близстоящих домов, дополнительно оказывают отрицательное воздействие. При сложном и многообразном составе выбросов вклад отдельных его компонентов в загрязнение природной среды, в том числе почвы, неодинаков. В реальных условиях крупного города с многоотраслевой промышленностью накопление загрязняющих веществ в почвах характеризуется значительной сложностью и неоднородностью и находится в большой зависимости не только от источников выбросов – промышленных предприятий и транспорта, но и таких показателей почв, как содержание органического вещества, емкость катионного обмена, реакция среды, гранулометрический состав. Одни вещества в результате вымывания из атмосферы аккумулируются в почвах, другие практически не задерживаются в ней и мигрируют по почвенному профилю, третьи подвергаются деградации и(или) трансформации. На поведение загрязняющих веществ в почвах большое влияние оказывают природные условия местности: количество выпадающих осадков, тип водного режима, рельеф территории, антропогенная деятельность. Проведена комплексная экологическая и агрохимическая оценка почв объектов озеленения Санкт-Петербурга. В почвах определялось содержание тяжелых металлов, мышьяка, нефтепродуктов, включая бенз(а)пирен, пестицидов (средств защиты растений), а также реакция среды, содержание гумуса, основных элементов питания растений и другие показатели. Проведено биотестирование проб почвы на организмах различного уровня организации. При отборе проб почв фиксировалось состояние древесной, кустарниковой и травянистой растительности. Установлено, что между степенью загрязнения почв металлами (общим содержанием) и состоянием древесной и травянистой растительности нет прямой корреляционной зависимости. Важное значение имеет видовая устойчивость древесных растений к атмосферному загрязнению, степень подготовки почв при создании зеленых насаждений, своевременность и качество проводимых уходов.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ МЕГАПОЛИСОВ

Карпачевский Л.О., Зубкова Т.А.

Факультет почвоведения МГУ им. М. В. Ломоносова, 119992, Москва, Ленинские горы, +7 495 939-44-47

Электронная почта: *dusy.taz@mail.ru* (Зубкова Т.А.)

Обычно мегаполисами считают городские агломерации, с населением более 2 млн. чел. Сейчас в мире насчитывается около 200 мегаполисов (максимально заселен г. Токио – 35 млн. чел.). В России два ярко выраженных мегаполиса: Москва и Санкт-Петербург. Мегаполисы составляют урбоэкосистемы: городские улицы, дворы, строения, насаждения вдоль улиц, скверы и бульвары, парки, промышленные предприятия, свалки (помойки). Наши города заселяют млрд. живых существ, количество которых намного превышает численность населения людей. Почвы мегаполиса загрязнены, рН их часто лежит в области щелочной реакции, что приводит к заселению почв болезнетворными микроорганизмами. Подщелачивание почв насчитывает уже много веков в старых городах, оно интенсивно нарастает в промышленных центрах. Можно заключить, что городская биосфера – артобиосфера – стала достаточно распространенным условием жизни многих организмов. Отмечается существование двух сопряженных процессов в антропосфере: возникновение новых экологических ниш и смена видов организмов в результате смены жизненных условий. Многочисленные наблюдения показывают, что часть городов в течение жизни нашей земной цивилизации погибла, что может служить предостережением человечеству. Можно предложить следующее правило совместного существования видов, близких по экологическим требованиям. Если экологические ниши у видов тождественны или очень близки, то между ними конкуренция самая большая. При заметном различии в нише организмы легко уживаются. Почвы мегаполисов вдобавок к естественному регулированию, также находятся под влиянием искусственных факторов. Это влияние характерно для антропогенных образований. Самые древние городские образования насчитывают уже 7 тыс. лет (те, которые сохранились как функционирующие структуры). Существуют руины старых городов, также старых мест поселения, содержащих как артефакты, так и нарушения почвенного покрова связанного с искусственными изменениями ландшафта. При этом естественный мир экосистем почти восстанавливается до исходного состояния. Но сегодняшние экосистемы приспособлены к новым условиям и могут стать ядром дальнейшей эволюции биоты. Создание человеком новых экологических ниш вступает в противоречие с сохранением старой архитектуры биосферы. Создание новых структур в ландшафте приводит к замене одного типа биосферы другим. Трудно предсказать все изменения и смены, исходя из анализа только сегодняшнего состояния биосферы. Но необходимо рассматривать антропосферу как весьма важный структурный элемент, приводящий к большим изменениям в биосфере в будущем. Очевидно, в мировом хозяйстве будет еще долго просматриваться тенденция к укрупнению населенных пунктов, формированию «одноэтажных америк», что будет лишь увеличивать количество мегаполисов.

СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ГОРОДСКОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ

Карташов А.В.^{*,***} Иванов Ю.В.^{**}, Пашковский П.П.^{**}, Радюкина Н.Л.^{**,***}

* ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36. Факс (3822)-52-95-85

** Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, 127276, г. Москва, ул. Ботаническая, д. 35. Факс: (495)-977-80-18

*** ФГБОУ ВПО Российский университет дружбы народов, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6. Тел.: (495)-434-53-00

E-mail: botanius@yandex.ru (Карташову А.В.)

Засоление – мощный абиотический фактор, вызывающий снижение эстетических свойств городских зеленых насаждений. Основным путем поступления засаливающих агентов в почву является применение противогололёдных средств: галита (NaCl), сильвина (KCl), ангидрита (CaSO₄) и глауберита (NaSO₄ × CaSO₄). Эти соединения с талыми водами и в виде воздушных аэрозолей распространяются на большие расстояния от полотна автомагистрали, вызывая засоление придорожных почв и повреждение растительности. В связи с этим особое значение приобретает поиск растений, обладающих повышенной устойчивостью к засолению и сохраняющих свои декоративные свойства. В настоящей работе изучена реакция на NaCl-засоление (100 мМ) дикорастущих травянистых растений (*Geum urbanum* L., *Thalictrum aquilegifolium* L., *Plantago major* L., *Artemisia lerchiana* L.), декоративные формы которых могут использоваться в городском озеленении. *G. urbanum* и *Th. aquilegifolium*, в отличие от *P. major* и *A. lerchiana*, характеризовались высокой чувствительностью к действию NaCl. Это выражалось в быстрой потере тургора, отмирании листьев нижнего яруса, остановке роста и высоком проценте неадаптировавшихся растений. Для оценки стрессового состояния растений использовали маркерные биохимические показатели: содержание пролина и ионов натрия, активность супероксиддисмутазы (СОД) и гваяколовых пероксидаз.

Все исследованные растения, в той или иной степени, накапливали ионы натрия в побегах и корневой системе. Существенные различия выявлены в аккумуляции пролина, активности СОД и гваяколовых пероксидаз. Растения, обладающие меньшей чувствительностью к засолению (*A. lerchiana* и *P. major*), характеризовались большей аккумуляцией пролина в побегах и высокой активностью гваяколовых пероксидаз в побегах и корневой системе. Растения *G. urbanum* и *Th. aquilegifolium*, напротив, обладали более высокой конститутивной активностью СОД.

Перспективность использования тех или иных видов декоративных растений для озеленения городов должна оцениваться не только по эстетическим качествам, но и по устойчивости к засолению. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения для озеленения городских территорий декоративных видов родов *Plantago* и *Artemisia*.

Работа поддержана грантом РФФИ №11-04-90804-моб_ст.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ СЕРА-СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ, ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ

Кенжебаева С.С., Асрандина С.Ш., Атабаева С.Д., Шоинбекова С.А.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби; пр. аль-Фараби, 71, 050040 Алматы, тел.: +7(727)3773329

E-mail: kenzhebaevas@mail.ru

Известно, что одним из эффективных способов стимуляции роста и развития растений, повышения урожайности, качества зерна озимой пшеницы, а также устойчивости растений к абиотическим и биотическим факторам является применение регуляторов роста.

Целью работы было испытание нового перспективного сера-содержащего регулятора роста Т-10" с целью повышения засухоустойчивости мягкой пшеницы. В качестве фактора, моделирующего засуху, использовали осмотик полиэтиленгликоль П-6000 в концентрациях 5, 10 и 20% в среде выращивания (0,1 мМ СаSO₄). Эксперименты проводили на 5- и 7-дневных проростках сорта яровой пшеницы Женис. Влияние регулятора роста Т-10" изучалось в концентрациях 0,0001% и 0,0001%. Было обнаружено, что скорость прорастания в вариантах без регулятора роста при увеличении концентрации ПЭГ-6000 в среде выращивания прогрессивно снижалась и была наименьшей (42% от контроля) у 5-дневных проростков при 20% концентрации осмотика. При добавлении Т-10" в концентрации 0,0001% скорость прорастания семян при концентрациях ПЭГ-6000 10% и 20% была выше по сравнению с вариантами без присутствия регулятора роста. Более значительный засухоустойчивый эффект регулятора роста Т-10" на скорость прорастания проявляется при его концентрации 0,00001% и высоких концентрациях ПЭГ-6000 (10% и 20%) в среде. При низкой концентрации осмотика положительный эффект регулятора не наблюдался. Таким образом, Т-10" оказывал наибольшее положительное действие на скорость прорастания при его концентрации 0,00001% в условиях средней (10%) и высокой (20%) концентрациях ПЭГ-6000. При концентрациях Т-10" в среде выращивания 0,0001% и 0,00001% его засухоустойчивый эффект проявлялся также в скорости удлинения корней, стимулируя их рост в среднем на 50-56% у 7-дневных проростков независимо от концентрации ПЭГ-6000. Стимулирующее действие регулятора роста обнаруживалось в увеличении накопления сухой массы корней и надземных органов при его концентрации 0,00001% и 20% концентрации ПЭГ 6000 (50 и 36%, соответственно) в среде, как ответной реакции на действие осмотика.

РАСШИРЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКОГО МУТАГЕНЕЗА

Кенжебаева С.С., Доктырбай Г., Атабаева С.Д., Шоинбекова С.А., Садуева Ж.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби; пр. аль-Фараби, 71, 050040 Алматы, тел.: +7(727)3773329

E-mail: *kenzhebaevas@mail.ru*

Известно, что основная роль в повышении урожайности важнейших сельско-хозяйственных культур принадлежит их генетическому улучшению. Вклад селекции в повышение урожайности за последние 30 лет оценивается в 40-80%. Благодаря селекции на протяжении последних 50 лет, например в США, обеспечивается ежегодная 1-2% прибавка урожая по основным культурам. Считается, что роль генетического улучшения сортов в повышении урожая и его качества будет непрерывно возрастать (Жученко., 2003). В основе селекционного улучшения культуры лежит исходное генетическое разнообразие и методы генетической реконструкции улучшаемых полезных признаков. Однако, в условиях интенсивного ведения сельского хозяйства с широким использованием генетически выровненных сортов сокращаются масштабы генетической изменчивости сортов, сопровождающиеся снижением продуктивности и устойчивости к факторам среды.

Целью работы было создание новых перспективных мутантных форм яровой мягкой пшеницы на основе индуцированного физического мутагенеза с использованием различных доз гамма-излучения и сортов казахстанской селекции с целью установления эффекта воздействия доз мутагена на хозяйственно-ценные признаки яровой пшеницы и индентификации в M2 поколении линии с хозяйственно-ценными признаками. Исследуемые сорта яровой пшеницы (Алмакен и Женис) различались по чувствительности к дозе гамма-излучения. При дозе облучения 100γ наибольшее число измененных форм (67,5% и 50,3%, соответственно) наблюдалась у сорта Алмакен по признакам продуктивная кустистость и число колосков в главном колосе, с коэффициентами варьирования, соответственно, 12,9% и 6,8-19,3% по сравнению со стандартом. У другого сорта Женис доза облучения 100γ вызывала наибольшее число измененных форм (48,2%, 39,9,5% и 31,6%) по признакам массе зерен с растения, продуктивная кустистость и масса зерен главного колоса с коэффициентами варьирования 4,9-255%, 20,0%-43,9% и 19,7-211,3%, соответственно. При повышении дозы облучения до 200 γ наибольшее число измененных форм у сорта Алмакен (37,7, 31,8 и 29,2%) выявлено по признакам число колосков в главном колосе, массе зерен с растения и длина главного колоса с коэффициентами варьирования, соответственно 6,8-19,3%, 27,7-71% и 6-20,4%. У сорта Женис при высокой дозе облучения число измененных форм (44,7, 35,2 и 28,4%) выявлено наибольшим по признакам продуктивная кустистость, массе зерен с растения и число колосков в главном колосе, соответственно. Наибольший коэффициент варьирования по отмеченным признакам был по массе зерен с растения (до 181,8%). У этого сорта дозы облучения 100 и 200 γ также вызывала большой процент измененных форм по высоте растений сорта (до 14,4%). Таким образом, ионизирующее гамма излучения вызывали различную изменчивость сортов яровой пшеницы в зависимости от дозы мутагенного фактора

МЕХАНИЗМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ЧЕРНИКИ (*Vaccinium myrtillus* L.) К ДЕЙСТВИЮ РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА

Кизеев А.Н.

Учреждение Российской академии наук Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН; ул. Ферсмана 18-а, 184209 Апатиты, тел.: (81555)63350, факс: (81555)79448

E-mail: ank1999@yandex.ru (Кизееву А.Н.)

Черника обыкновенная – основной доминант травяно-кустарничкового яруса северо-таежных лесов Кольского Севера. Исследованиям особенностей черники в экстремальных условиях естественного и антропогенного происхождения посвящено значительное количество работ, однако данные об их росте и развитии вблизи потенциальных источников малых доз радиации немногочисленны. Целью данной работы явилось изучение механизмов физиологической адаптации растений черники обыкновенной к действию радиационного фактора в районе расположения Кольской АЭС (КАЭС) – одного из потенциально опасных объектов атомной энергетики в Мурманской области.

Исследования парцеллярных кустов черники проводили в течение 2009-2011 гг. на 10 стационарных пробных площадках, расположенных в зоне наблюдения КАЭС (10-15 км). Отбирали почвенный покров. В отобранных образцах измеряли суммарную удельную α - β -активность (радиометрическим методом), содержание радионуклидов (гамма-спектрометрическим методом), химический состав (титриметрическим, спектрофотометрическим и атомно-абсорбционными методами). Для черники определяли физиологические (содержание фотосинтезирующих пигментов), морфологические (площадь листовой пластинки) и геоботанические (проективное покрытие) показатели по стандартным методикам.

Установлено, что в условиях повышения радиационного фона (в пределах естественных значений) в растительных тканях были выявлены признаки активности адаптивных механизмов, направленных на снижение абсорбции радионуклидов: 1. Активная фильтрация отдельных радионуклидов (^{232}Th , ^{137}Cs и др.), осуществляемая мембранами эпидермальных клеток корней и сосудисто-проводящей системой стеблей при высоком уровне энергообмена; 2. Активизация процессов роста и связанных с ним процессов метаболизма и энергообмена, и как результат – увеличение содержания пигментов (в хлоропластах и/или содержания самих хлоропластов, клеток палисадной паренхимы), размеров листьев и проективного покрытия. В результате удельная активность в пересчете на вес тканей снижается; 3. Ингибирование роста и соответствующих процессов обмена веществ и энергии, благодаря чему подавляется поглощение отдельных (^{40}K) радионуклидов. Предполагается, что функционирование этих адаптивных механизмов связано с избирательной фильтрацией/поглощением нерадиоактивных элементов (Mn), участвующих в синтезе хлорофиллов.

ГЕТЕРОЛОГИЧНАЯ ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ РАСТЕНИЙ, КОНТРОЛИРУЮЩИХ УСТОЙЧИВОСТЬ К КАДМИЮ, В КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЯХ *Rhizobium leguminosarum* *bv.* *viceae*

Ким В.Е., Чижевская Е.П., Цыганов В.Е.

Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии Российской академии сельскохозяйственных наук; шоссе Подбельского 3, 196608, Пушкин, Санкт-Петербург, тел.: (812)4761601, факс: (812)4704362

E-mail: vika_lev13@mail.ru (Ким В. Е.)

Процесс формирования клубеньков на корнях бобовых растений, чувствителен к внешним воздействиям, в том числе и к воздействию тяжелых металлов, среди которых одним из наиболее опасных является кадмий. Присутствие кадмия в почве негативно влияет на количество формируемых клубеньков, подавляет их функционирование. Одной из стратегий, используемых растениями в системах защиты от кадмиевого стресса, является синтез металлотионеинов, связывающих катионы тяжелых металлов. В то время как основная стратегия защиты бактерий заключается в синтезе и активации систем, выводящих металлы из цитоплазмы. У гороха посевного (*Pisum sativum*) выявлено два гена, кодирующих металлотионеины: *PsMT1* и *PsMT2*. В представляемой работе были получены две генетические конструкции, содержащие кодирующие области растительных генов *PsMT1*, *PsMT2*, слитые с промоторной областью гена *nifH* клубеньковых бактерий гороха. Ризобиальный ген *nifH* кодирует железосодержащую субъединицу нитрогеназы (ключевой фермент азотфиксации), имеет «сильный» промотор и экспрессируется только в симбиозе с растение-хозяином. Обе генетические конструкции были клонированы в составе вектора pSAMBIA0390 способного к репликации в клетках клубеньковых бактерий. Полученные плазмиды методом конъюгации были введены в типовой штамм клубеньковых бактерий *Rhizobium leguminosarum* *bv.* *viceae* 3841. В результате были отобраны два трансконъюганта штамма 3841: 3841-*PsMT1* и 3841-*PsMT2*. В данный момент ведется проверка способности полученных трансконъюгантов к образованию азотфиксирующих клубеньков на корнях растения-хозяина и анализ влияния различных концентраций хлорида кадмия на установление симбиотических отношений между трансгенными ризобиальными штаммами и горохом посевным (*Pisum sativum*) исходной линии SGE и мутантой линии SGE^{Cd}, характеризующейся повышенными, по сравнению с исходной линией, устойчивостью к кадмию и его накоплением в растениях.

Данная работа была финансово поддержана РФФИ (11-04-01675-а), Министерством образования и науки (государственные контракты 16.552.11.7047, П290), грантом Президента РФ (НШ-3440.2010.4).

МЕХАНИЗМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ У ДИКОРАСТУЩИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ИЗ МЕСТООБИТАНИЙ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Киселева* И.С., Фазлиева* Э.Р., Хлыстов** И.А.

* Уральский федеральный университет, пр.Ленина, 51, 620000 Екатеринбург, тел.: (343)26166856 факс (343)3507401

** Институт экологии растений и животных УрО РАН, ул. 8 марта, 202, 620140, Екатеринбург

E-mail: Irina.Kiselyova@usu.ru (Киселевой И.С.)

Изучали физиологические механизмы адаптации широко распространенных видов растений *Melilotus albus* M., *Trifolium medium* L., *Tussilago farfara* L., *Coronaria flos-cuculi* L. из местообитаний с разным уровнем техногенной нагрузки к медь-индуцированному стрессу. Установлено, что в ответ на действие 10 мМ CuSO_4 , который является стрессорным фактором для растений, происходит активация защитной антиоксидантной системы. У донника и клевера из разных местообитаний обнаружена активация супероксиддисмутазы в условиях медь-индуцированного стресса. Растения *M. albus* из импактной зоны обладают лучшей способностью синтезировать или накапливать пролин в сравнении с растениями из фоновых местообитаний, а *T. medium* имеет более активную пероксидазу. У *Tussilago farfara* L. из буферных местообитаний и импактной зоны активность СОД в условиях стресса была выше по сравнению с контролем (H_2O), в то время как содержание пролина было низким. В относительно благополучных местообитаниях у этих растений и активность СОД, и концентрация пролина были невысоки. У *Coronaria flos-cuculi* L. также отмечена более сильная активация СОД при стрессе в популяциях растений из биотопов с высоким уровнем техногенного воздействия. Это означает, что у разных видов растений из импактной и буферных популяций в условиях стресса произошла более существенная активация антиоксидантных систем в сравнении с объектами из фоновых условий. Тем самым у растений из местообитаний с высоким уровнем загрязнения техногенными поллютантами были усилены неспецифические приспособительные реакции. В фоновой зоне данный механизм защиты у растений при стрессовом воздействии был выражен слабее. Можно предположить, что растения, находящиеся в условиях сильного продолжительного стресса по сравнению с теми, которые не испытывают или в меньшей степени испытывают стресс, обладают большей устойчивостью к ионам меди.

ЗАМЕДЛЕНИЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ (*Zea mays* L.) И СНИЖЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КАДМИЕВОГО СТРЕССА

Клаус А.А., Лысенко Е.А., Холодова В.П.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, 127276, Москва, ул. Ботаническая, 35. Контактное лицо: Клаус А.А., тел.: 89167923453,

E-mail: klaus.alexander@rambler.ru

Кадмий – один из наиболее токсичных тяжёлых металлов, попадающих в окружающую среду в результате работы промышленных предприятий. В данном исследовании мы поставили цель оценить влияние кадмия на рост и накопление фотосинтетических пигментов растениями кукурузы при кратко- и долгосрочном выращивании. Мы также определяли количество кадмия, накапливаемого растениями в различных частях организма. Для того, чтобы оценить степень токсического воздействия кадмия на рост растений кукурузы, мы подвергали их воздействию кадмия на разных стадиях развития. Растения начинали подвергать воздействию стрессора в возрасте 3-х дней. В течение первых 6-ти суток стресса кадмий в концентрации 80 мкМ оказывал заметное влияние на такие параметры роста как высота растений, длина второго листа, площадь второго листа, причём первые достоверные отличия опытных значений параметров от контрольных наблюдались уже после вторых суток стресса. Мы оценили степень токсичности кадмия в различных концентрациях после 6 и 31 суток стресса. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что кадмий подавляет рост органов побега, таких как второй лист, в большей степени, чем рост корней. В опытах по длительному выращиванию растений в условиях кадмиевого стресса степень подавления роста растений заметно возрастала, что свидетельствовало о неспособности растений кукурузы вырабатывать эффективные механизмы устойчивости к кадмию. Также, в ходе длительного стресса замедлялось развитие растений кукурузы. Например, количество листьев 34-дневных растений заметно снижалось у растений, подвергавшихся 31 сутки стрессу, по сравнению с контрольными растениями. В условиях кадмиевого стресса снижалось содержание воды в тканях листьев и корней. Снижение накопления хлорофилла а и b и каротиноидов во втором листе проростков кукурузы наблюдалось только после 6 суток стресса, причём из всех рассмотренных фотосинтетических пигментов кадмий оказывал наибольшее влияние на накопление хлорофилла а. Накопление хлорофилла b и каротиноидов практически не изменялось после 6 суток стресса в диапазоне концентраций кадмия от 4 до 200 мкМ. Методом атомно-абсорбционной спектроскопии мы оценили накопление кадмия в различных тканях растений разных возрастов. Корни растений кукурузы накапливали кадмий в большей степени, чем побеги, причём нижние ярусы листьев также накапливали кадмий в больших количествах, чем листья верхних ярусов. Концентрации кадмия в диапазоне 0-200 мкМ в вышеописанных опытах не приводили к летальному исходу даже после 31 суток стресса. Однако, концентрация кадмия 250 мкМ оказывала летальное воздействие начиная с 7 суток стресса, а к 31 суткам стресса погибало 42 % от исходного числа растений.

АБК-КОНТРОЛИРУЕМАЯ ИНДУКЦИЯ ЭКСПРЕССИИ *TADHN* ГЕНА ДЕГИДРИНА В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНОВ КАДМИЯ

Ключникова Е.О., Аллагулова Ч.Р., Безрукова М.В., Юлдашев Р.А., Авальбаев А.М., Шакирова Ф.М.

Учреждение Российской академии наук Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН; ул. Проспект Октября 71, 450054 Уфа, тел.: (347)2356088, факс: (347)2356100

E-mail: shakirova@anrb.ru (Шакировой Ф.М)

В связи с поступательным загрязнением окружающей среды токсическими солями тяжелых металлов (ТМ), остро встает проблема познания молекулярных механизмов устойчивости растений к ТМ и систем их регуляции. Известно, что к числу характерных реакций растений на ТМ относится быстрое накопление АБК, что предполагает вовлечение в спектр защитных реакций, развиваемых в ответ на повреждающее действие ТМ, различных белков, гены которых находятся под контролем АБК. К таковым, в частности, относятся гены дегидринов принадлежащих к обширному классу LEA-белков (Late Embryogenesis Abundant – белков позднего эмбриогенеза), накапливающихся в норме в зародышах семян в ходе их обезвоживания, хотя усиление синтеза этих белков наблюдается и в вегетирующих растениях, подвергнутых обработке АБК и воздействию стрессовых факторов, вызывающих нарушение водного режима. В настоящее время появляется все больше сведений, указывающих на вовлечение разных дегидринов в защитные реакции растений, направленные на снижение степени повреждающего действия ионов ТМ. Цель нашей работы заключалась в оценке чувствительности гена дегидрина *TADHN* пшеницы к ионам кадмия и роли эндогенной АБК в стресс-индуцируемой транскрипции этого гена в растениях. С этой целью методом полуколичественной ОТ-ПЦР проведен анализ экспрессионной активности *TADHN* гена в 4-суточных проростках пшеницы в ходе обработки 1мМ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cd}$. Выявлено, что воздействие ионов кадмия вызывает более чем двукратное усиление экспрессии *TADHN* гена в проростках с максимумом, приходящимся на 6 ч, которому предшествует накопление АБК. О ключевой роли АБК в стресс-индуцируемой транскрипции *TADHN* гена свидетельствуют данные о предотвращении кадмий-индуцируемой экспрессии *TADHN* гена в проростках, предобработанных ингибитором новообразования АБК флуридоном. Полученные результаты могут свидетельствовать в пользу вовлечения исследуемого дегидрина в АБК-контролируемые защитные реакции растений пшеницы в ответ на воздействие ионов кадмия.

Работа поддержана грантом РФФИ 11-04-01642-а.

СОСТОЯНИЕ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА И СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Коваль Е.В.

Вятский государственный гуманитарный университет; ул. Свободы 122, 610002 Киров, тел./факс: (8332)370277.

E-mail: undina2-10@yandex.ru (Коваль Е.В.)

В условиях значительной антропогенной нагрузки актуальны работы по изучению ответных биохимических реакций растений на комплексное действие загрязняющих веществ. Целью данной работы было изучить состояние пигментного комплекса и накопление аскорбиновой кислоты в листьях растений, произрастающих в условиях городской среды. Опытные растения брали на участках с разной степенью автотранспортной нагрузки: участок 1 – перекресток ул. Воровского и Производственной (наибольшая), участок 2 – перекресток ул. Попова и Воровского; участок 3 – перекресток ул. Ленина и Милицейской (наименьшая). Фоновый участок был заложен в городской черте на удалении от дороги. В качестве объектов исследования были выбраны растения, встречающиеся в городах повсеместно: одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.) и подорожник большой (*Plantago major* L.). Содержание пластидных пигментов и уровень аскорбиновой кислоты в листьях исследуемых растений определяли спектрофотометрически по общепринятым методикам. В листьях подорожника, отобранных с перекрёстков города, отмечали сниженное, по сравнению с растениями фонового участка, содержание зелёных пигментов. Минимальное количество хлорофиллов содержалось в листьях подорожника, отобранных на участке с самой высокой автотранспортной нагрузкой (участок 1). Среди зелёных пигментов, хлорофилл b был более чувствительным к действию загрязняющих веществ. Содержание каротиноидов в листьях подорожника, произрастающих в условиях загрязнения, не изменялось и находилось на уровне с растениями фонового участка. Снижение накопления хлорофиллов отмечали только в листьях одуванчика, произрастающих в условиях высокой автотранспортной нагрузки (участок 1). На остальных участках (участки 1, 2 и фоновый участок) накопление хлорофиллов в листьях одуванчика было близко. Содержание каротиноидов в листьях одуванчика, напротив, увеличивалось в ряду перекрестков от менее загруженного автотранспортом к более загруженному. Известно, что каротиноиды выполняют протекторную функцию в растительном организме, по-видимому, их накопление в листьях одуванчика направлено на адаптацию к неблагоприятным условиям. В условиях городской среды происходит накопление аскорбиновой кислоты в листьях растений. Наибольшее ее содержание выявлено в листьях растений подорожника и одуванчика, произрастающих на участке 1. Известно, что аскорбиновая кислота является сильным экологопротектором и антиоксидантом и ее накопление в растительных тканях происходит в ответ на стрессовые воздействия. Таким образом, растения адаптируются к условиям городской среды повышенным накоплением веществ с антиоксидантными свойствами.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ *Lepidium ruderale* L. И *Capsella bursa-pastoris* L. К ТОКСИЧЕСКОМУ ДЕЙСТВИЮ НИКЕЛЯ И ЦИНКА

Кожевникова* А.Д., Эрлих* Н.Т., Белинская ** А.А., Хуторянская** М.Ю.,
Доброчаев ** А.С., Жуковская *Н.В., Серегин *И.В.

* Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35,
127276 Москва, тел.: (499)2318334, факс: (499)9778018

** ГОУ школа-интернат «Интеллектуал»; ул. Кременчугская 13, 121357 Москва,
тел./факс: (495)4455210

E-mail: ecolab-ipp@yandex.ru (Кожевниковой А.Д.)

В связи с загрязнением окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ) представляет интерес выявление устойчивых к ТМ видов растений с целью их использования для рекультивации почв. *Capsella bursa-pastoris* L. и *Lepidium ruderale* L. являются широко распространенными сорными растениями средней полосы России и часто встречаются на загрязненных ТМ почвах. Была оценена устойчивость данных видов к Ni и Zn и выяснены особенности распределения и накопления ТМ в этих растениях. Растения выращивали на ½ среды Хогланда в течение 7 недель в присутствии 0-40 мкМ Ni(NO₃)₂ или 2-160 мкМ Zn(NO₃)₂. Токсичность ТМ оценивали по изменению сырой массы корней и побегов и содержания хлорофилла и каротиноидов в листьях. Количественный анализ содержания ТМ проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Распределение ТМ по тканям изучали гистохимическими методами. Уменьшение сухой массы корней и побегов *L. ruderale* начиналось при 10 мкМ Zn и 5 мкМ Ni. Для *C. bursa-pastoris* резкое уменьшение сухой массы корней и побегов наблюдали при 20 мкМ Zn и 10 мкМ Ni. Ni вызывал образование некрозов и хлорозов листьев, в то время как Zn – только хлорозов. Содержание хлорофилла в листьях *C. bursa-pastoris* начинало снижаться при 10 мкМ Ni и 40 мкМ Zn, а у *L. ruderale* – при 20 мкМ Ni и 40 мкМ Zn. Содержание каротиноидов в листьях *C. bursa-pastoris* начинало снижаться при 20 мкМ Ni и 40 мкМ Zn, а у *L. ruderale* – при 20 мкМ Ni. Сублетальная концентрация Zn составляла для обоих видов 160 мкМ, а Ni – 20 мкМ для *C. bursa-pastoris* и 40 мкМ для *L. ruderale*. Содержание Ni и Zn в корнях растений обоих видов было выше, чем в побегах. Содержание Zn в побегах *L. ruderale* было выше, чем у *C. bursa-pastoris*, в то время как содержание Ni было выше в корнях *C. bursa-pastoris*, а в побегах – практически не различалось. У обоих видов растений ткани апикального участка корня накапливали ТМ, что приводило к ингибированию роста. В корнях Ni выявлялся в клетках ризодермы и эндодермы и накапливался в протопластах клеток коры. В побегах Ni был обнаружен только в трихомах *C. bursa-pastoris*. Zn был найден во всех тканях корня и побега. В совокупности полученные данные свидетельствуют, что при повышенных концентрациях ТМ в среде *L. ruderale* отличается в целом большей устойчивостью к Ni, а *C. bursa-pastoris* – к Zn, что может быть отчасти обусловлено меньшим накоплением соответствующих ТМ в органах более устойчивых видов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Гранта РФФИ 11-04-00513.

ЦЕЛЕВАЯ СРЕДНЕСРОЧНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА г. МОСКВЫ НА 2003-2005 ГОДЫ КАК МЕХАНИЗМ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ «УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ» ГОРОДА МОСКВЫ. УНИКАЛЬНЫЙ ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ ГОРОДА МОСКВЫ

Корнева Е.Н.,

НИиПИ экологии города, 127051, Москва, Большой Сухаревский переулок, д. 19, стр.1, Тел.: +7 (495) 786-6730, факс: +7 (495) 775-3446

E-mail: e.korneva@ecocity.ru (Корневой Е.Н.)

Первый саммит Земли состоялся в 1992 году в Бразилии в Рио-де-Жанейро, на котором было разработано ключевое понятие – «устойчивое развитие», то есть такое «развитие общества, которое позволяет удовлетворять нынешние потребности в природных ресурсах без ущерба для будущих поколений». В 2002 году на втором саммите ООН в Йоханнесбурге в ЮАР. На нем было констатировано, что решение задачи «устойчивого развития» требует многомиллиардных вложений, а богатые страны спорят с теми, кто беднее: «кто заплатит бешеные деньги за улучшение окружающей среды на планете?». Россия считала, что ответственность лежит на всех странах, как на богатых, так и на бедных. Как известно, проблема «устойчивого развития» имеет разные уровни решения – от всепланетного до регионального. Применима она и к развитию Москвы как мегаполиса. Однако в настоящее время более актуален перефразированный лозунг второго саммита Земли: «Глобальные проблемы – конкретные решения». Именно эта идеология была заложена в основу разработанной нашим институтом Целевой среднесрочной экологической программы города Москвы 2003-2005 гг.

Программа была сформирована на основании:

- Проектов, предоставленных основными Комплексами и предприятиями городского хозяйства (УТиС, УТЭХ, УЖКХиБ, МГУП «Мосводоканал», ГУП «Мосводосток» и др.);
- «Доклада о состоянии окружающей среды в г. Москве за 2000-2001 годы»;
- Анализа документов и решений Правительства Москвы в области охраны окружающей среды за последние 5 лет;
- Анализа инновационных разработок и новых технических решений в области охраны окружающей среды.

В основу **Программы** были положены: Национальная экологическая доктрина, прогноз социально-экономического развития Российской Федерации до 2010 года, целевая федеральная программа «Экология и природные ресурсы России (2002-2010 годы)», прогноз социально-экономического развития Москвы на 2002 и на период 2003-2005 годов, Генеральный план развития Москвы до 2020 г. и градостроительные планы развития административных округов города. **Программа** имела принципы формирования, цели, задачи, структуру, включала в себя механизмы реализации и была направлена на достижение определенных конкретных результатов, а также содержала в качестве приложения «**Перспективные направления экологической политики города Москвы до 2010 года**».

НАРУШЕНИЕ СТРУКТУРЫ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА УРБАНОЗЕМОВ г. ВОРОНЕЖА

Корчагина И.В., Свистова И.Д.

Воронежский государственный педагогический университет; ул. Ленина 86, 394043
Воронеж, тел.: (4732)2555952, факс: (4732)2545643

E-mail: irina.korchagina89@mail.ru (Корчагиной И.В.)

Проблема экологии городских территорий приобретает в настоящее время все большую актуальность. С экологических позиций территорию города необходимо рассматривать как особую урбоэкосистему (УЭС), существующую за счет постоянного внешнего “возмущающего” воздействия человека.

Пробы почвы отбирали в слое 10-20 см в разных городских зонах Центрального района г. Воронежа: рекреации (контроль), селитебная или зона жилой застройки и транспортная (3 метра от полотна оживленных автомагистралей). Всего проанализировано 10 проб дважды за сезон. Численность почвенных микроорганизмов определяли методом посева на агаризованных питательных средах. Аммонификаторы выделяли на среде бобово-пептонный агар (БПА), иммобилизаторы азота – на среде крахмалоаммиачный агар (КАА), грибы – на среде Чапека, подкисленной до рН 4,5. Содержание азотобактера в почве оценивали методом обрастания почвенных комочков. Для этого готовили почвенную пасту с добавлением 20% мела (для подавления роста грибов), раскладывали на поверхность агаризованной среды Эшби и подсчитывали количество комочков, обросших коричневыми слизистыми колониями азотобактера. Азотобактер – один из основных несимбиотических азотфиксаторов, который обогащает почву доступными для растений соединениями азота и играет важнейшую роль в круговороте азота. Высокая численность в контроле характерна для чернозема. Численность азотобактера в УЭС прогрессивно снижалась по мере усиления антропогенной нагрузки, наименьший процент обрастания почвенных комочков выявлен в урбаноземах транспортной зоны. По-видимому, это связано с накоплением в почве выбросов автотранспорта, в том числе тяжелых металлов, углеводородов, бензопирена.

Для оценки трофической структуры почвенной микрофлоры используют коэффициент иммобилизации азота (отношение численности бактерий на средах КАА и БПА). Этот показатель характеризует долю связанного в почве минерального азота, доступного для растений, и отражает напряженность круговорота азота в экосистеме. Коэффициент иммобилизации азота в урбаноземах г. Воронежа снижался в 3 раза даже в почве селитебных зон.

Кроме того, выявлены нарушения таксономической структуры микробного сообщества почвы. В 3-4 раза возрастает доля мицелиальных форм микроорганизмов, что вызывает опасения экологов и медиков. Известно, что в городских почвах возрастает встречаемость токсигенных, аллергенных и патогенных грибов.

В УЭС нарушение структуры микробного сообщества возрастают в следующем ряду: рекреации < селитебные < транспортные зоны.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ КУКУРУЗЫ К СТРЕССОВЫМ ПОНИЖЕННЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ

Кравченко А.Н., Клименко О.А.

Институт генетики и физиологии растений Академии Наук Молдовы; ул. Лесная 20, МД 2002 Кишинев, тел.: (+373 22)660414, факс: (+373 22)556180

E-mail: kravchenko@mail.md (Кравченко А.Н.)

В современных биологических исследованиях методы гаметофитного отбора и селекции *in vitro* являются одними из инновационных и эффективных способов изучения генетических и физиологических механизмов устойчивости растений к действию стрессовых факторов окружающей среды. Комплексные методы оценки и отбора устойчивых генотипов являются наиболее перспективными, так как с их помощью можно определить устойчивость на различных стадиях онтогенеза растений. В связи с этим цель данного исследования состояла в изучении влияния такого стрессового фактора как пониженная (+10-12°C) температура на этапах регенерации растений *in vitro*, прорастания семян, а также зрелого мужского гаметофита. В качестве исходного материала для исследований были использованы 16 инбредных линий кукурузы и 20 гибридов F₁. При этом оценивали следующие признаки: всхожесть семян в нормальных и стрессовых условиях, длина проростка и корешка в холоде, увеличение длины проростка при действии пониженных температур; каллусогенез, соматический эмбриогенез, регенерация растений в нормальных и стрессовых условиях, частота образования соматических эмбриоидов и регенерантов после обработки первичного каллуса и эмбриогенного каллуса пониженной температурой; полевая жизнеспособность пыльцы, жизнеспособность мужского гаметофита в условиях пониженных температур, устойчивость пыльцы к данному стрессу (всего 16 признаков). Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов. Выяснено, что большая часть изменчивости всех изученных признаков определялась фактором стрессовой обработки, при этом, стресс вызывал достоверное снижение показателей данных признаков. В тоже время были отмечены генотипы (в частности линии В73 и 459), у которых при действии пониженной температуры наблюдалось достоверное превышение значений некоторых признаков по сравнению с контролем. Кроме того, действие стресса вызывало изменение значений коэффициента наследуемости признаков *in vitro*. Корреляционный анализ выявил взаимосвязи изучаемых признаков, что является важным для более эффективного отбора устойчивых генотипов. Интересно отметить, что между признаками «увеличение длины проростка в холоде», «частота каллусогенеза в условиях пониженных температур» и «жизнеспособность пыльцы при действии стресса» существуют достоверные положительные корреляционные связи. Таким образом, полученные данные могут использоваться как в настоящее время, так и для дальнейшей разработки новых методов анализа и отбора устойчивых генотипов.

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕГГЕМОГЛОБИНА В КОРНЕВЫХ КЛУБЕНЬКАХ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КЛЕВЕРА (*Trifolium* L.), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ УВЛАЖНЕНИЯ.

Крашенинников В. Н., Хрянин В. Н.

Пензенский государственный педагогический университет им. В. Г. Белинского, ул. Лермонтова 37, 440026 Пенза, тел.: (8412)548516, факс: (8412)562566

E-mail: khryanin@spu-penza.ru (Хрянину В. Н.)

В условиях постоянного роста городов и, как следствие, возрастания антропогенного воздействия на пригородные биоценозы является важным изучение взаимодействия растений и микроорганизмов. Растения семейства бобовых, ввиду способности вступать в симбиотические взаимоотношения с азотфиксирующими бактериями, представляют особый интерес для исследования. Одной из главнейших характеристик азотфиксирующей активности корневых клубеньков бобовых является содержание леггемоглобина. В данной работе нами было проведено сравнение содержания гемопротеида леггемоглобина в клубеньках различных видов растений рода клевер, произрастающих в различных условиях влажности – в пойме небольшой реки и на ее водоразделе рядом с районным центром Пензенской области – Шемышейкой. Для исследования были выбраны 5 видов клевера: к. горный, к. альпийский, к. луговой, к. ползучий, к. пашенный. Выбор названных видов обусловлен их широким распространением на территории Пензенской области, а также достаточно широкими экологическими ареалами данных видов. Для исследования использовали клубеньки растений в фазе цветения, т. к. именно в этой фазе наблюдается наибольшее содержание леггемоглобина в клубеньках. Измерения проводили в 3-х биологических повторностях. Леггемоглобин выделяли высаливанием сульфатом аммония в диапазоне 40-80% насыщения. Содержание леггемоглобина определяли по оптической плотности в изобестической точке $\lambda = 525 \text{ nm}$ и $E_{\text{мм}} = 9,52$ на спектрофотометре Varian Cary 50. В ходе исследования было установлено, что в условиях достаточного увлажнения содержание леггемоглобина в корневых клубеньках у всех представленных видов выше, чем в условиях недостатка влаги. Так, в условиях поймы содержание леггемоглобина составляет у к. горного – 7,67 мг/г сырого веса, у к. альпийского – 9,08 мг/г сырого веса, у к. лугового – 10,77 мг/г сырого веса, у к. ползучего – 7,40 мг/г сырого веса, у к. пашенного – 6,21 мг/г сырого веса. На водоразделе содержание леггемоглобина составляет у к. горного – 3,18 мг/г сырого веса, у к. альпийского – 3,36 мг/г сырого веса, у к. лугового – 2,12 мг/г сырого веса, у к. ползучего – 1,16 мг/г сырого веса, у к. пашенного – 2,84 мг/г сырого веса. Таким образом, по содержанию леггемоглобина можно судить об интенсивности процессов азотфиксации в клубеньках. Наиболее активны в условиях поймы клубеньки к. альпийского и к. лугового; в условиях водораздела – клубеньки к. альпийского и к. горного. Наиболее устойчивы к изменению условий увлажнения клубеньки к. пашенного.

ПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭКЗОГЕННЫХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ КАЛИЕВЫХ КАНАЛОВ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ГИПЕРТЕРМИИ

Крытынская* Е.Н., Дитченко* Т.И.

* Белорусский Государственный университет; пр. Независимости, 4 220030 г. Минск, тел.: (017)209913, факс: (017)2095808

E-mail: krylena@inbox.ru (Крытынской Е.Н.)

С целью разработки научных основ применения активаторов устойчивости растений на основе карбоновых кислот в качестве средств защиты при действии стрессовых факторов абиотической природы исследованы изменения функциональной активности внутри-выпрямляющих K^+ -каналов (ВВКК), наружу-выпрямляющих K^+ -каналов (НВКК) плазматической мембраны растительной клетки, развивающиеся при длительном воздействии повышенных температур. Регистрацию электрофизиологических показателей производили с помощью стандартной микроэлектродной техники. В работе использовали режим фиксации потенциала на плазмалемме. Оценку функциональной активности каналов осуществляли по величине прироста проводимости при потенциале реверсии тока плазматической мембраны в ответ на введение в наружный раствор экзогенных янтарной и салициловой кислот в концентрациях 10^{-5} и $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Электрофизиологические измерения производили на 3, 10 и 17-е сут после инкубирования клеток харовой водоросли *Nitella flexilis* в условиях гипо- и гипертермии, что позволяло проследить динамику развития реакции калиевых каналов плазматической мембраны растительной клетки на действие повышенных температур ($+32^\circ\text{C}$, термостат).

Из анализа МВАХ K^+ -каналов, полученных при содержании в среде 10^{-3} моль/л K^+ , установлено, что экзогенная салициловая кислота (СК) способствовала частичному восстановлению до контрольного уровня ($+22^\circ\text{C}$) проводимости плазмалеммы в точке нулевого тока для ВВКК и НВКК, резкое падение которой отмечалось уже на 3-е сутки инкубации клеток в условиях гипертермии, и полному устранению негативного эффекта гипертермии на 10-17 сутки экспозиции клеток, что свидетельствует о протекторном действии кислоты. Янтарная кислота (ЯК) в концентрации 10^{-5} моль/л на 3-и сутки гипертермии не вызывала достоверных модификаций в работе НВКК, но способствовала частичному восстановлению проводимости при потенциале реверсии тока ВВКК (~15-20%). При 10-суточной инкубации клеток в растворах 10^{-5} , $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л ЯК регистрировали полное восстановление проводимости ВВКК и частичное – НВКК (~25%). Оптимальная концентрация, при которой ЯК на 17 сутки полностью нивелировала негативное влияние повышенной температуры, составила $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. С увеличением концентрации K^+ в среде до $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л, протекторное действие обеих кислот ослабевает. Так, по мере увеличения продолжительности воздействия температуры $+32^\circ\text{C}$ до 17-и суток ранее заявленного полного устранения негативного эффекта гипертермии под действием СК и ЯК не регистрировали.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОРНЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИЗБЫТКЕ НИКЕЛЯ И ПРИЕМОМ АМЕЛИОРАЦИИ

Ктиторова И.Н., Скобелева О.В., Пищик В.Н., Аникина Л.М.

Агрофизический НИИ РАСХН; Гражданский пр. 14, 195220 Санкт-Петербург, тел. (812)5344565

E-mail: ktitorov@mail.ioffe.ru (Ктиторовой И.Н.)

Измеряли скорость роста корней и побегов проростков пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и биофизические параметры зоны роста корней: диаметр (D), продольную (δl) и поперечную ($\delta D/D$) растяжимость клеточных стенок, гидравлическую проводимость мембран (L_p) и внутрикорневое осмотическое давление (Π) в контроле (1/10 раствор Кнопа) и в присутствии 0,1 мМ NiSO₄ без добавок и с добавками защитных веществ – гистидина (1 мМ), КJ (5 мМ), тиомочевины (1 мМ), кремнийсодержащего хелатного микроудобрения (КХМГ) (20 мг/л) и бактериального препарата, содержащего *Bacillus subtilis* в конц. не менее 10⁶ кое/мл. За сутки экспозиции с Ni прирост длины побегов не изменялся, а прирост длины корней снижался до уровня 30-40% от контроля, что типично для растений “исключателей”. При этом δl снижалась до 50-60%, $\delta D/D$ увеличивалась до 120%, L_p – до 130%, D – до 120 %, Π – до 130% от контрольных значений, что указывало на снижение продольной растяжимости и увеличение порога текучести клеточных стенок как основные причины торможения роста растяжением. Если введению в среду Ni предшествовала 4-часовая экспозиция с гистидином, то за сутки рост корней снижался до уровня 62-67% от контроля, значения δl – до уровня 80-85% от контроля, а значения $\delta D/D$ и L_p не отличались от контроля. Механизм защиты, по-видимому, опосредован накоплением гистидина в цитозоле, связыванием Ni и предотвращением его действия на плазмалемму и клеточную стенку со стороны цитозоля. В то же время, значения δl были ниже контрольного уровня, указывая на сохранение активности Ni в апопласте. В среде с Ni и КХМГ у корней была та же скорость роста и значение δl , как у корней, предобработанных гистидином, в среде с Ni, однако значения $\delta D/D$ и L_p – как у корней в среде с Ni. По-видимому, КХМГ, содержащий гуминовые кислоты, в большей степени предотвращает действие Ni со стороны апопласта, тогда как действие со стороны цитозоля, приводящее к росту $\delta D/D$ и L_p , сохранялось. На фоне антиоксидантов (КJ или тиомочевины) скорость роста корней в присутствии Ni увеличивалась в среднем на 30% и значения биофизических параметров корней приближались к контролю. Это указывало на существенную роль АФК в развитии Ni-индуцированного стресса в зоне роста корней пшеницы. Введение в среду бактериального препарата увеличивало скорость роста корней в среднем на 25%, что могло быть связано как с уменьшением поглощения Ni корнями, так и со снижением уровня стресса в присутствии рост-стимулирующих бактерий. Полученные результаты могут быть использованы для разработки амелиоративных препаратов комплексного действия, а измерение биофизических параметров зоны роста корней пшеницы – лечь в основу экспресс-метода оценки их эффективности.

СРАВНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕДИ В СРЕДЕ НА РОСТ, НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ И МОРФОЛОГИЮ КОРНЕЙ СОИ И ОГУРЦА

Кузнецова Н.А., Куликова А.Л.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул.Ботаническая 35, 127276 г. Москва. Тел: (499)231-83-67. Факс: (495)977-80-18.

E-mail: qwer1131@yandex.ru (Кузнецовой Н.А.)

Изучали действие повышенных концентраций меди в среде (1,5 – 10 мкМ CuSO_4) на рост, накопление биомассы и морфологию корней двухнедельных проростков сои (*Glycine max* L., сорт Доринца) и огурца (*Cucumis sativus* L., сорт Монастырский). Растения выращивали на 1/2 среды Хогланда-Снайдерс, действие избытка меди длилось в течение 5 дней. Повышение концентрации меди до 1,5 мкМ (т.е. в 10 раз по сравнению с контролем) практически не влияло на рост и накопление биомассы у сои, в то время как накопление биомассы растениями огурца ингибировалось на 30%. При наличии в среде 3 мкМ CuSO_4 , прирост биомассы растений сои составлял 87% от контроля, прирост длины главного корня 82%; у огурца эти параметры равнялись соответственно 47% и 19%. Наличие 5 мкМ меди в среде снижало ростовые параметры сои примерно на 50%, прирост биомассы огурца уменьшался на 70%. 10 мкМ CuSO_4 ингибировали прирост биомассы растениями сои на 65%, прирост длины корня на 73%, а прирост биомассы растения огурца на 93%. Наличие в среде меди в концентрации свыше 5 мкМ практически останавливало линейный рост главного корня огурца. Избыток меди в среде приводил к значительному изменению морфологии корня у обоих видов растений – увеличению количества боковых корней, развивающихся на главном корне и уменьшению расстояния от кончика корня до места закладки боковых корней. При этом новообразованные корни были более короткими и толстыми, чем уже имеющиеся. Действие избытка меди на изменение морфологии корня более четко проявлялось у растений сои. Изучение совместного действия экзогенной 3-индолилуксусной кислоты (10^{-5} - 10^{-7} М) и избыточных концентраций меди на изменения роста корней позволяет предположить участие ауксина в механизме влияния повышенных концентраций меди на архитектуру корня.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 10-04-00799-а.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ УСТОЙЧИВОСТИ МУТАНТА ГОРОХА SGECd^t К КАДМИЮ

Кулаева О.А., Цыганов В.Е.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, лаборатория молекулярной и клеточной биологии. Россия, Санкт-Петербург, Пушкин-8, ш. Подбельского, д.3, тел. (812)4761601

E-mail: koa1983@yandex.ru (Кулаевой О.А.)

Изучение молекулярно-генетических и клеточных механизмов устойчивости к тяжелым металлам и их накопления в тканях растения является одной из наиболее актуальной проблем, имеющей большое как фундаментальное, так и прикладное значение.

В данном исследовании был проведен сравнительный анализ влияния кадмия на корневые системы растений гороха посевного исходной линии SGE и мутанта SGECd^t, характеризующегося повышенными, по сравнению с исходной линией, устойчивостью к кадмию и его накоплением в растениях.

В ходе изучения фенотипических проявлений данного мутанта была выявлена концентрация хлорида кадмия, при которой исходная линия SGE и мутант SGECd^t не различаются по биомассе корней и проростков. Было показано, что мутантная линия способна поддерживать организацию митотических и кортикальных микротрубочек при концентрации хлорида кадмия, вызывающей их деполимеризацию у исходной линии. Были проанализированы проявления фенотипа устойчивости в зависимости от времени воздействия различных концентраций кадмия. Исследование изменения уровня экспрессии фенилаланинаммоний лиазы при действии различных концентраций хлорида кадмия показало, что у SGECd^t не происходит активации защитных систем при концентрациях хлорида кадмия, вызывающих таковую у исходной линии. С использованием молекулярных SSAP маркеров мутация *cdt* была локализована в 6 группе сцепления гороха. Дальнейшая локализация мутации была проведена с использованием микросинтезии геномов гороха посевного и диплоидной люцерны. В результате было проведено точное картирование мутации *cdt* и созданы условия для позиционного клонирования гена *cdt*.

Таким образом, показано, что мутант SGECd^t является менее чувствительным к стрессу, вызываемому кадмием, благодаря чему у его корневых систем сохраняется способность к делению и росту растяжением. Мутант SGECd^t является удобной моделью для изучения молекулярно-генетических, физиологических и клеточных механизмов, лежащих в основе устойчивости растений к кадмию.

Данная работа была финансово поддержана РФФИ (11-04-01675-а), Министерством образования и науки (государственные контракты 16.552.11.7047, П290), грантом Президента РФ (НШ-3440.2010.4).

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МЫШЬЯКОМ ПОЧВ И РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КОКШЕТАУ

Курманбаева А.С., Сафронова Н.М., Маханова С.К., Абильмажинова Т.Т.

Кокшетауский государственный университет им. Ш.Уалиханова, Казахстан

E-mail: aygul6868@mail.ru (Курманбаева А.С.)

В настоящее время одной из актуальных проблем загрязнения окружающей среды Акмолинской области является проблема регионального загрязнения мышьяком. В городе Кокшетау это обусловлено естественным природным повышенным фоновым содержанием As в почве (фоновое содержание 20 мг/кг при предельно допустимой концентрации (ПДК) 2 мг/кг), а также техногенной нагрузкой действующих предприятий.

Целью работы было сопоставить уровень загрязнения мышьяком территорий города и степень его накопления в растительной биомассе.

Образцы проб были отобраны вблизи десяти действующих предприятий города, контрольный участок в 60 км от города, с учетом климатических и почвенных условий. В качестве объекта исследований была выбрана полынь горькая. Это растение встречалось на всех исследуемых точках.

Пробы почв отбирали с глубины 0-20 см. Содержание тяжелых металлов в почвенных образцах определялось методом атомной спектрометрии. Определение содержания мышьяка в растительных образцах проводили полярографическим методом.

Анализ проб почвы вблизи промышленных объектов г. Кокшетау показал, что во всех исследуемых точках содержание мышьяка превысило предельно-допустимую концентрацию. В целом содержание мышьяка в почвах города варьировало от 6,6 мг/кг до 47 мг/кг. Максимальное содержание As выявлено возле ТОО Механизация, занимающегося строительством автомобильных дорог, ПДК здесь было превышено в 23,5 раза и вблизи асфальтового завода «Юна» – в 14,45 раз. На других изучаемых объектах превышение ПДК составляло от 3,3 до 16,5 раз.

Средняя концентрация содержания мышьяка в почвах города Кокшетау составляла 19,5 мг/кг. Средняя концентрация мышьяка в почве по городу Кокшетау превышает ПДК в 9,8 раза и ниже фоновой на 0,5. Но в четырех точках наблюдается превышение фоновой концентрации от 1,1 до 2,4 раза, все они располагаются в районе Северной промышленной зоны.

Содержание мышьяка в растениях, собранных вблизи исследуемых предприятий, превышало ПДК от 6,7 до 96 раз. Максимальное содержание токсиканта – 48 мг/кг, наблюдалось в районе асфальтового завода «Юна». Минимальная концентрация мышьяка в органах растений отмечена на территории предприятия Сары-Арка – 3,4 мг/кг.

Коэффициент накопления, или биоабсорбции, мышьяка доходил до величины 1,7. Максимальное значение аккумуляции для мышьяка наблюдалось при среднем загрязнении почвы в районе асфальтового завода Юна.

Таким образом, было установлено, что между содержанием мышьяка в почвах и его накоплением в растениях нет прямой зависимости.

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА А У ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ КАК ОДНОГО ИЗ МЕХАНИЗМОВ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ АДАПТАЦИЙ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЧИТА)

Кутузова О. Г.

Забайкальский Государственный гуманитарно-педагогический университет им. Н. Г. Чернышевского, ул. Бабушкина, 129 672002 г. Чита тел.(3022)32-42-45, факс(3022)26-73-17

E-mail: kutuzova25@mail.ru (Кутузову О.Г.)

Растения, произрастающие в условиях городской среды испытывают высокую техногенную нагрузку, вызванную различными факторами, где трудно определить влияние какого-то одного фактора в отрыве от других. Большое влияние на формирование средовых условий оказывает железная дорога, предприятия промышленного назначения, выбросы автотранспорта, система коммуникаций и многое другое. Все это приводит к изменению теплового режима, влажности воздуха и почвы, изменению в соотношении концентраций различных газов, нарушение снежного покрова, понижение активной солнечной радиации и многих других. Городские условия среды характеризуются особыми средовыми условиями, которые оказывают негативное воздействие на рост и развитие растений, в свою очередь растение адаптируется к данным условиям через глубокие изменения физиологических, а как следствие и морфологических параметров. К одним из таких параметров относится хлорофилл а, содержание которого чутко реагирует на изменение условий обитания растений. И именно данный показатель, может служить средством, применяемым для биомониторинга. Т. к. основная функция растений – кислородообразующая, то изучение содержания хлорофилла а у древесных видов растений, произрастающих в условиях города, становится актуальным на сегодняшний день, что в свою очередь послужило основой нашего исследования.

Объектами исследования были выбраны листья четырех видов древесных растения, часто используемых в озеленении ландшафтов города Читы: *malus baccata*, *ulmus pumila*, *syringa josikaea*, *prunus svaveolens*.

Активность фотосинтетического аппарата древесных видов растений, как одного из основных показателей, измерялась колориметрическим методом, с помощью КФК – 2. Помимо физиологических параметров (содержание хлорофилла а, интенсивность транспирации) были определены и некоторые морфологические (среди которых: процент пылевого загрязнения, площадь листовой поверхности, удельная плотность и дисперсность листа, облиственность и длина побега), благодаря которым удалось установить зависимость между морфологическими и физиологическими параметрами у древесных видов растений, произрастающих на территории города Читы, в условиях с различной степенью техногенного воздействия. И данная зависимость может послужить основой для изучения механизмов адаптации растений к условиям городской среды, испытывающих высокую техногенную нагрузку.

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ МЕДИ ДЛЯ БРАХИКОМЫ ИБЕРИСОЛИСТНОЙ (*Brachycome iberidifolia*) И ЛЬНА КРУПНОЦВЕТКОВОГО (*Linum grandiflorum* L.) В УСЛОВИЯХ IN VITRO

Литвинова* И.И., Гладков** Е.А.

*Московский Государственный Университет Инженерной Экологии; ул. Старая Басманная 21/4, 105066, Москва, тел.: 8(499)2670701, факс: 8(499)2614961

**Учреждение Российской Академии Наук Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева; ул. Ботаническая 35, 127276, Москва, тел.: (499)2318334

E-mail: ilina-15@ya.ru (Литвиновой И.И.)

Для большинства растений медь – один из наиболее токсичных тяжелых металлов. Медь является одним из основных загрязнителей почвенного покрова крупных городов. На 7,5% территории города Москвы содержание меди доходит до 2 ОДК, на 1,4% территории оно составляет 2–4 ОДК и на 0,6 % площади — выше 4 значений ОДК (выше 528 мг/кг). Из-за высокого уровня загрязнения меди у городских растений существенно снижаются декоративные качества, многие растения погибают. Один из способов решения проблемы озеленения города, является получение растений, устойчивых к меди с помощью клеточной селекции.

Первый этап работы – оценка фитотоксичности меди в культуре клеток. Объектами исследования были брахикома иберисолистная (*Brachycome iberidifolia*), лен крупноцветковый (*Linum grandiflorum* L.) – декоративные двудольные растения, широко используемые в городском озеленении, а также входящие в состав мавританского газона. Для оценки чувствительности растений к меди, каллусы высаживались на среду Мурасиге-Скуга с добавлением различных концентраций меди (от 10 мг/л до 150 мг/л). Токсичность меди проявилась уже при концентрации 10 мг/л, а при концентрации меди 30 мг/л процент погибших каллусов был очень существенный – у льна крупноцветкового Голубого составлял 43%, у брахикома иберисолистной – 39%. При увеличении концентрации меди до 50 мг/л процент погибших каллусов увеличивался до 60% и 57% соответственно. На концентрации 100 мг/л процент погибших каллусов у обоих растений был более 80%. Чувствительность к меди трех сортов льна крупноцветкового (Голубой, Рубрум, Шарм) существенно различалась, наши данные показывают, что лен крупноцветковый Рубрум более устойчив, чем два других сорта. При концентрации меди 40 мг/л процент погибших каллусов льна у сортов Рубрум составлял – 52%, Голубой – 58%, Шарм – 63%. Таким образом, брахикома иберисолистная и лен крупноцветковый продемонстрировали очень высокую чувствительность по отношению к меди.

В качестве селективной была выбрана концентрация меди 30 мг/л для льна крупноцветкового и 20 мг/л для брахикома иберисолистной. Разработана схема селекции для получения 2 сортов декоративного льна, толерантного к меди. На данный момент, получены регенеранты льна крупноцветкового Рубрум в условиях in vitro, устойчивые к меди.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕПОРТЕРНОГО ГЕНА β -ГЛЮКУРОНИДАЗЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТЕНИЙ И УРОВНЯ ЭКСПРЕССИИ ЦЕЛЕВЫХ ГЕНОВ

Доктюшов*Е.В., Захарченко** Н.С., Чепурнова*** М.А., Бурьянов** Я.И.

* Пушкинский государственный университет; пр-т Науки 3, 142290 Пущино, тел.: (4967)732677, факс (4967)732711

** Филиал Учреждения Российской академии наук Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН; пр-т Науки 6, 142290 Пущино, тел.: (4967)330970, факс (4967)330527

*** Тульский государственный университет; пр-т Ленина 92, 300600 Тула, тел.: (4872)351840, факс: (4872)331305

E-mail: zachar@fibkh.serpukhov.su (Захарченко Н.С.)

Разработка и оптимизация новых эффективных методов генетической трансформации растений – важная задача для получения растений-биоремедиаторов. В генетической инженерии растений все больше внимания уделяется развитию методов трансформации, позволяющих избежать длительных процедур получения культур тканей. Одним из таких методов является метод вакуумной агроинфильтрации. Для вакуумной инфильтрации использовали семена табака (*Nicotiana tabacum* L.). Стерильные семена помещали в культуру агробактерий *A.tumefaciens* СВЕ(рTiBo542), содержащих бинарный вектор рВ1121 с геном β -глюкуронидазы (*gus*). β -глюкуронидаза применяется для спектрофотометрического, флуориметрического и гистохимического анализов. После агроинфильтрации семена перекладывали в чашки Петри на селективную среду МС, содержащую 50 мг/л канамицина и 500 мг/л цефотаксима. Эффективность трансформации определялась как соотношение количества трансформированных побегов к общему числу регенерантов. Побеги длиной 2-3 см переносила в широкие стеклянные пробирки со средой МС, с уменьшенной в два раза концентрацией антибиотиков (25 мг/л канамицина, 250 мг/л цефотаксима), подрачивали и использовали для анализа. Анализ экспрессии гена *gus* проводили флуориметрическим и гистохимическим методами. В качестве контроля были использованы нетрансформированные побеги растений. Гистохимический анализ трансформированных растительных тканей с помощью субстрата X-GLUC позволил выявить зоны тканей, экспрессирующих ген *gus*. Проведенный ПЦР анализ ДНК подтвердили трансгенную природу полученных растений. Эффективность трансформации растений этим методом составила 20%. В полученных трансгенных растениях флуориметрическим методом определен уровень экспрессии репортерного гена *gus*. В настоящее время проводится исследование экспрессии слитых с репортерным геном целевых генов, ответственных за поглощение и деградацию токсичных соединений.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ – ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И МОДИФИКАЦИЯ ИХ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Лукаткин А.С.

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»,
ул. Большевистская 68, Саранск, 430005, тел. (8342)322507; факс: (8342)324554;

e-mail: aslukatkin@yandex.ru (Лукаткину А.С.)

Термин «тяжелые металлы» (ТМ) в последнее время стал одним из обозначений токсикантов растений. Однако многие из них относятся к группе эссенциальных элементов (Cu, Fe, Co, Ni, Zn, Mo и др.), которые токсичны для растений лишь при очень высоких концентрациях; и наоборот, многие неэссенциальные элементы (Pb, Cd, Ti и др.) в очень малых дозах оказывают стимулирующее действие на растения. Поэтому само понятие «тяжелые металлы» требует уточнения с точки зрения обозначения, что же такое ТМ, по отношению к плотности металла, силе его воздействия, токсическому эффекту на растения.

Основные направления исследования тяжелых металлов в растениях включают как традиционные (агроэкологические и эколого-физиологические) направления (в частности, происхождение токсичных ТМ и их химизм при взаимодействии с жизненными процессами; движение ТМ в почвах и растениях; поиск металлоустойчивых растений для технологий фиторемедиации), так и новые направления. Среди них выделяются следующие: изучение механизмов стратегий адаптации живой клетки к ТМ; механизмы устойчивости растений к ТМ; окислительный стресс в растениях при действии ТМ; роль арбускулярной микоризы и ризосферных микроорганизмов в фиторемедиации загрязненных ТМ почв; управление биоаккумуляцией ТМ для улучшения плодородия почв и защиты окружающей среды. Особого внимания заслуживают инновационные направления, к числу которых можно отнести фитоменеджмент (комплексное управление растительными ресурсами участков с загрязнением почв ТМ и радионуклидами); применение регуляторов роста и биологически активных веществ для уменьшения поглощения растениями ТМ или снижения окислительного стресса, индуцированного ТМ; использование методов геномики и геной инженерии в целях создания биосенсоров на токсичные ТМ в окружающей среде и для очистки от ТМ.

Синтетические регуляторы роста могут применяться для нивелирования негативных эффектов, индуцированных избытком ТМ в растениях. В частности, их можно использовать для снижения повреждающих эффектов ТМ на растения; уменьшения поглощения растениями ТМ; уменьшения последствий хронического отравления растений ТМ; усиления выведения ТМ из осевых органов растений; использования в фиторемедиации; активации ряда антиоксидательных ферментов и увеличения концентрации низкомолекулярных антиоксидантов.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.1.1/624).

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА ЗЛАКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Лушникова Т.А.

Курганский государственный университет; ул. Гоголя 25, 640069, Курган, тел.: 8(3522)464179

E-mail: *lushnikova-ta@yandex.ru* (Лушниковой Т.А.)

К экологическим проблемам городов относится загрязнение тяжелыми металлами, которые в очень высокой степени вовлечены в антропогенную деятельность и отличаются такой высокой технофильностью. В работе изучалось влияние тяжелых металлов (на примере кадмия и свинца) на рост и некоторые показатели энергетического обмена проростков злаковой культуры (на примере пшеницы). В опыте пророщенные зерновки высаживались в вегетационные сосуды с полной питательной смесью Кноппа с добавлением солей кадмия и свинца в различных концентрациях. Растения контрольного варианта выращивались в сосудах на полной питательной смеси Кноппа. Схема опыта: 1 вариант – контроль, 2 вариант – 0,01 % раствор нитрата кадмия, 3 вариант – 0,001% раствор нитрата кадмия, 4 вариант – 0,01% раствор нитрата свинца, 5 вариант – 0,001% раствор нитрата свинца.

Проведенные исследования показали, что выращивание проростков злаковых растений на среде содержащей соли кадмия и свинца снижает интенсивность фотосинтеза и содержание пигментов в листьях проростков растений. С увеличением концентрации солей изучаемых тяжелых металлов ингибирующее действие этих элементов усиливается. У 12-дневных проростков пшеницы при их выращивании на 0,001%-ном растворе нитрата кадмия интенсивность фотосинтеза снизилась на 59 %, а на 0,01% растворе этой соли – на 71 %. Внесение соли свинца по сравнению с солью кадмия оказало наибольшее ингибирующее действие на фотосинтетическую активность проростков пшеницы. Добавление в среду выращивания нитратов кадмия и свинца уменьшает и интенсивность дыхания проростков пшеницы. Одновременно под влиянием солей этих металлов значительно повышается доля дыхания поддержания и снижается доля дыхания роста у проростков растений. С увеличением концентрации солей изучаемых тяжелых металлов ингибирующее действие на дыхание роста усиливается. Так, у 5-дневных проростков пшеницы под влиянием 0,01% растворе нитрата кадмия дыхание роста снизилось с 53 до 13 %, а на 0,001% растворе этой соли кадмия – до 23%. Сходная картина наблюдалась и при анализе полученных результатов по влиянию нитрата свинца различной концентрации на показатели дыхания. Соли кадмия в несколько большей степени снизили долю дыхания роста у проростков пшеницы. Важно также отметить, что при увеличении продолжительности воздействия на растения изучаемых солей тяжелых металлов, их негативное действие на дыхательный метаболизм несколько снизилось.

На фоне изменений в энергетическом обмене наблюдается ингибирование роста проростков пшеницы. Анализ полученных данных показал, что внесение в среду выращивания солей свинца и особенно кадмия значительно снизило длину и массу побегов проростков пшеницы.

ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В ГОРОДСКИХ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Лысак Л.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д.1, строение 12, 119991, Москва, ГСП-1, тел.: (495) 939 22 17, факс: (495) 939 29 47

E-mail: lvlysak@mail.ru (Лысак Л.В.)

Городская почва – сложный объект, располагающийся на стыке природных и городских систем, где происходит наложение антропогенных процессов на естественные процессы почвообразования.

Целью работы было изучение бактериальных сообществ городских почв в условиях различных типов загрязнения и выявление механизмов сохранения бактериями жизнеспособности в загрязненных почвах.

На основе количественных синэкологических критериев изучена структура бактериальных сообществ городских почв. Показано, что под влиянием антропогенных воздействий в почвах, загрязненных нефтью, полихлорбифенилами, цементной пылью и хозяйственно-бытовыми отходами наблюдаются разноплановые трансформации бактериальных сообществ, выражающиеся в упрощении структуры бактериальных комплексов и доминировании резистентных форм. При загрязнении нефтью и полихлорбифенилами доминируют бактерии рода *Rhodococcus*, при хозяйственно-бытовом загрязнении – представители семейства *Enterobacteriaceae*, при загрязнении цементной пылью и строительным мусором – представители рода *Arthrobacter*. Впервые выявлена тенденция к накоплению потенциально патогенных для растений и человека бактерий (в основном представителей сем. *Enterobacteriaceae*) в городских загрязненных почвах, что свидетельствует о нарушении экологической функции почвы как «бактериального фильтра», и представляет опасность как для растений, так и человека.

Выявлены группы потенциально патогенных (роды *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*) и аллергенных бактерий (род *Rhodococcus*, *Micrococcus*), наиболее часто встречающиеся в загрязненных почвах городских экосистем. Установлены местообитания (верхний горизонт почвы, опад), где эти бактерии накапливаются.

Таким образом, под действием антропогенных факторов в городских загрязненных почвах происходят значительные трансформации почвенных бактериальных сообществ, проявляющиеся в изменении показателей общей численности, физиологического состояния и таксономической структуры бактериальных комплексов, что может оказать негативное влияние на развитие растений в условиях мегаполиса.

ДИНАМИКА АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ

Лянгузова И.В.

Учреждение Российской академии наук Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, ул. Проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, тел.: (812)271-01-55, факс: (812)346-36-43.

E-mail: irina@lya.spb.ru (Лянгузовой И.В.)

В г. Мончегорске (67°55' с.ш., 32°48' в.д., население 50–70 тыс. чел.) расположен крупнейший в Европе комбинат «Североникель» – градообразующее предприятие цветной металлургии. Максимум ежегодных объемов атмосферных выбросов (230 тыс. т SO₂ и 15 тыс. т мелкодисперсной полиметаллической пыли, содержащей смесь сульфидов и оксидов тяжелых металлов (ТМ), в основном Ni и Cu) приходился на период 1973–1992 гг. Затем к 1999 г. ежегодный объем выбросов SO₂ снизился в 8 раз, твердых веществ – в 5 раз и в последующий период (1999–2008 гг.) оставался относительно стабильным. Под воздействием аэротехногенного загрязнения произошло разрушение лесных экосистем, и в радиусе примерно 5 км от комбината образовалась техногенная пустошь, тем не менее местное население проводит сбор лекарственного сырья, ягод и грибов в окрестностях г. Мончегорска. В связи с этим представляет интерес проследить динамику уровня загрязнения компонентов лесных экосистем ТМ. За период исследования (1981–2008 гг.) на территории импактной зоны, в радиусе 15 км от комбината, среднее содержание кислоторастворимых форм Ni и Cu в органогенном горизонте Al-Fe-подзолистых почв составило 530±30 и 955±95 мг/кг почвы, что в 55 и 95 раз больше соответствующих фоновых значений. К концу периода исследований (2002–2008 гг.), несмотря на значительное сокращение объемов атмосферных выбросов, наблюдается достоверное возрастание уровня загрязнения лесных почв ТМ, в пределах импактной зоны индекс техногенной нагрузки увеличился в 3 раза, что свидетельствует о том, что при современных объемах выбросов ТМ процесс самоочищения Al-Fe-подзолистых почв не может даже начаться.

На фоне резкого сокращения объемов атмосферных выбросов произошло достоверное снижение содержания Ni, Cu, Fe в листьях (хвое) всех исследованных видов растений и талломах *Cladina stellaris*, которое обусловлено уменьшением доли их поступления из воздуха. Максимальным накоплением ТМ отличаются мхи и лишайники: в пределах импактной зоны содержание Ni и Cu в лишайниках р. *Cladina* и в зеленых частях *Pleurozium schreberi* превышает их концентрацию в листьях высших растений в 3–6 раз. В то же время на этой же территории содержание Ni и Cu в растениях травяно-кустарничкового яруса различается в 3–9 раз в зависимости от их видовой принадлежности. В 2008 г. в пределах импактной зоны содержание Ni в лекарственном сырье (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Arctostaphylos uva-ursi*) в 5–8 раз превышало ПДК, при этом содержание Cu в лекарственном сырье остается ниже ПДК на всей исследованной территории. В настоящее время содержание Ni, Cu в ягодах видов р. *Vaccinium* не превышает их ПДК для продовольственного сырья и пищевых продуктов.

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЛИСТЬЯМИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРЕССА

Маракаев* О.А., Смирнова* Н.С., Загоскина** Н.В.

* Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, ул. Советская 14, 150000 Ярославль, тел.: (4852)478298, факс: (4852)478298

** Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: (499)2318334, факс: (499)9778018

E-mail: olemar@yandex.ru (Маракаеву О.А.)

В промышленных мегаполисах, к которым относится и город Ярославль, в атмосфере содержится значительное количество тяжелых металлов (ТМ), образуемых выбросами транспортно-дорожного комплекса, предприятий нефтехимии, машиностроения и легкой промышленности. И в этом плане важнейшая роль в оптимизации и очистке городской среды принадлежит древесным растениям, ежегодно сбрасывающим листья с поступившими в них токсикантами.

Целью нашего исследования являлось определение уровня аккумуляции ТМ в листьях различных древесных растений, произрастающих в парках пяти административных районов г. Ярославля с различной степенью антропогенной нагрузки.

Установили, что лиственные породы растений более активно накапливают тяжелые металлы, чем представители хвойных. Это можно объяснить особенностями строения их листьев, препятствующих проникновению вредных веществ. По суммарному накоплению проанализированных элементов – цинка, меди, свинца, кадмия, железа, марганца – древесные растения располагаются в ряду: *Populus nigra* > *Salix alba* > *Ulmus laevis* > *Betula pendula* > *Tilia cordata* > *Fraxinus excelsior* > *Quercus robur* > *Acer platanoides* > *Crataegus sanguinea* > *Sorbus aucuparia* > *Pinus sylvestris*. Наибольшее содержание цинка в листьях отмечено в Краснопереконском, Кировском и Ленинском районах (110 – 132 мг/кг сухой массы). Аккумуляция меди превышена лишь в Ленинском районе (*P. nigra* – 27 мг/кг). Наибольшее накопление свинца характерно для растений парка ЯМЗ Ленинского района (*P. nigra* – 8,2 мг/кг, *U. laevis* – 7,4 мг/кг), а наименьшее – для растений Заволжского района (1,3-3 мг/кг), хотя и здесь в окрестностях автодорог наблюдается превышение уровня ПДК (*B. pendula* – 7,6 мг/кг). Для кадмия в растениях всех районов превышения ПДК не отмечено. Для железа отмечено превышение ПДК у древесных растений парка НПЗ Фрунзенского района (*S. alba* – 368 мг/кг, *B. pendula* – 362 мг/кг) и в парке ЯМЗ Ленинского района (292 – 300 мг/кг). Содержание марганца у растений различных районов города сильно варьирует: в Заволжском районе его концентрация в листьях существенно ниже показателей ПДК, кроме парка поселка Резинотехника, где наблюдается превышение ПДК в 0,9 раз; во Фрунзенском, Кировском и Ленинском районах отмечено существенное превышение ПДК у растений парковых зон. Выявленные различия по накоплению ТМ у различных древесных растений промышленного города должны стать основой для разработки приемов оптимизации среды посредством озеленения и поддержания стабильного состояния растительности в урбанизированном ландшафте.

ГРИБНЫЕ ЭПИФИТЫ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ «ЛЕДЯНОГО» ДОЖДЯ В ГОРОДЕ И ПРИГОРОДНОМ ЛЕСУ

Марфенина О.Е., Иванова А.Е., Бареева Л.Ф., Глушакова А.М., Соина В.С.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Ленинские горы, Москва, 119991, тел +7(495)939-35-86, факс +7(495)939-09-89,

e-mail: marfenina@mail.ru

В декабре 2010 г. в Москве случился необычный «ледяной» дождь. В результате на поверхности деревьев образовалась ледяная корка толщиной до 2 см. Подобные ледяные дожди относительно регулярно наблюдаются в Канаде. В современной биосфере необычные погодные явления и их последствия для микроорганизмов могут быть интересны с точки зрения изменения климата. Известно, что городские экосистемы отличаются от природных по растительному покрову, почвам, микробным комплексам и т.д. Весьма интересно сравнение сообществ эпифитных организмов на поверхностях растений в природных биотопах и в городах с измененными микроклиматическими условиями.

Целью работы было определение грибных эпифитов (мицелиальных грибов и дрожжей) на поверхности древесных растений в условиях «ледяного дождя» на малонарушенных лесной и городской территориях. Объектами исследования были в городе (Воробьёвы горы) – *Picea abies*, *Betula pendula*, *Tilia cordata*; в пригороде (Одинцовское лесничество, Московская обл.) – *P. abies*, *B. pendula*, *Corylus avellana*. Отбор проб веточек (до 0,5 см, обледеленных и не покрытых ледяной коркой) проводили в январе и феврале 2011 г. Методы исследования: 1) посеvy из смывов с поверхностей веточек, 2) из растаявшей ледяной корки, 3) обрастание веточек на питательных средах (Чапек, глюкозо-пептонно-дрожжевом агаре), 4) сканирующая электронная микроскопия (на базе ИГ РАН). В городе в ледяном чехле на поверхности деревьев численность культивируемых мицелиальных грибов оказалась ниже, но видовое разнообразие выше, чем в пригородном лесу. Этот факт скорее всего, отражает грибную «загрязненность» воздушной городской среды по сравнению с пригородными территориями. В ледяных чехлах в пригородном лесу преобладали грибы рода *Penicillium* и также *Aspergillus*, в городе – *Aspergillus*, *Fusarium*, зигомицеты, стерильные мицелии. С поверхности растений из-под ледяных чехлов в пригородном лесу выделяли виды родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Trichoderma*, в городе при повышенном разнообразии плесневых грибов абсолютно доминировали по численности тёмноокрашенные грибы родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Chaetomium*, *Sordaria*. Наоборот, численность дрожжей в городе в ледяном чехле была выше, а видовой состав скуднее, чем в пригородном лесу. В лесу наибольшее разнообразие дрожжей выявлено на поверхности растений под ледяным чехлом, где преобладал вид *Rhodotorula minuta*, а в городе в ледяном чехле и на поверхности растений абсолютно доминировал *Cryptococcus victoriae*.

Методом сканирующей микроскопии на поверхности древесных растений выявлено значительное увеличение присутствия мицелия под ледяным чехлом, а также наличие прорастающих спор, колоний дрожжей, что отмечалось и в пригородном лесу, и в городе.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-04-00857а.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВЕ ПРИ ТЕХНОГЕНЕЗЕ

Микайылов* Ф.Д., Самофалова** И.А.

* Кафедра почвоведения университета «Сельчук», 42075, Конья, Турция,
tel: +9(0332)2232934, fax: +9(0332)2410108

** ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА имени акад. Д.Н. Прянишникова, Пермь,
tel: 8(342)2126448, fax: 8(342)2124772

E-mail: farizm@selcuk.edu.tr, samofalovairaida@mail.ru

Городские почвы отличаются от естественных высокой загрязненностью тяжелыми металлами (ТМ) и нефтепродуктами, загрязнение которыми происходит в городах вокруг АЗС, вдоль дорог.

Согласно литературным данным, в загрязненной нефтью почве резко изменяется интенсивность окислительно-восстановительных ферментативных процессов. По мнению Ф.Х. Хазиева и Ф.Ф. Фатхиева (1982), важнейшими из почвенных ферментов-деструкторов углеводов нефти являются ферменты каталаза и дегидрогеназа. В загрязненных нефтяными углеводородами почвах происходит снижение активности этих ферментов, что может служить критерием загрязненности почвы и способности ее к самоочищению. Ингибитором ферментативной активности является избыток органического вещества нефти, обогащенного серой, сероуглеродом, меркаптанами и др. ТМ, связываясь с сульфгидрильными группами белков, также негативно воздействуют на ферментативную активность почв.

Цель исследований – разработать методику определения кинетических параметров ферментативных реакций, которые могут служить индикатором степени загрязнения почвы, как тяжелыми металлами, так и нефтепродуктами. Кинетические параметры ферментативных процессов в почве характеризуют состояние ферментов и влияние на них окружающей среды, в которую ферменты поступают, стабилизируются и функционируют.

В энзимологии, при исследовании механизма ферментативного катализа, широко применяются кинетические методы – это определение начальной скорости ферментативной реакции в зависимости от различных факторов: температуры, pH, концентрации фермента и субстрата, наличия кофакторов, адсорбции ферментов и т.д. Одной из основных задач ферментативной кинетики является нахождение значения начальной скорости v_0 от времени, которая решается двумя методами: методом эмпирического дифференцирования (*графический, или дифференциальный метод*) и *аналитическим методом*. Для устранения влияния различных факторов на кинетику ферментативных реакций, оперируют не скоростью реакции вообще, а скоростью реакции в начальный момент времени $t=0$, т.е. начальной скоростью v_0 , когда всевозможные нежелательные факторы еще не успевают проявить своего действия.

Использование определения начальной скорости ферментативных реакций дает возможность более точно определить значения кинетических параметров, что позволяет оценить уровень активности ферментов деструкторов и определить мероприятия по очищению и рекультивации конкретной территории.

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В УРБООКОСИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ СИБИРИ)

Михайлова Т.А., Шергина О.В.

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН; ул. Лермонтова, 132, 664033 Иркутск-33, тел.: (3952)424595, факс: (3952)510754

E-mail: mikh@sifibr.irk.ru (Михайловой Т.А.)

На урбанизированных территориях действует целый ряд негативных антропогенных факторов, среди которых доминирующие позиции занимает техногенное загрязнение. Поэтому для оценки качества окружающей среды в городах возникает необходимость исследования процессов биогеохимической миграции загрязняющих веществ, в том числе в системе почва-растение. Ведь именно почва и древесные растения, как компоненты экосистемы города, выполняют основные средообразующие и санитарно-защитные функции. Результаты таких исследований дают возможность не только выявить и спрогнозировать негативные изменения в урбоекосистемах, но и разработать научно обоснованные рекомендации для оптимизации состояния растений и почвенного покрова в городах.

Полигоном наших исследований служат города Восточной Сибири: Иркутск, Ангарск, Усолье-Сибирское, Шелехов и ряд других. Полученные результаты свидетельствуют, что при техногенном загрязнении городской среды происходит активное накопление и интенсивная миграция элементов-загрязнителей в системе почва-древесные растения. Показано, что поллютанты неорганической природы (тяжелые металлы и диоксид серы) оказывают сильное негативное воздействие на питательный статус деревьев и физико-химические свойства почв. Так, обнаружено перемещение и накопление сульфат-иона и подвижных форм свинца, кадмия, меди, цинка и других элементов во всех генетических горизонтах городских почв, вплоть до почвообразующего, при этом их содержание может превышать фоновые значения от 2 до 25 раз. Особенно активная аккумуляция тяжелых металлов выявляется в верхних горизонтах почв, соответственно обнаруживается прямая корреляция их содержания с концентрацией этих элементов в хвое и листьях древесных растений. Показано, что подвижные формы тяжелых металлов и серы изменяют миграционную способность и доступность обменных катионов почвенного поглощающего комплекса для корневых систем растений, это приводит к изменению трендов основных биогенных элементов и их дисбалансу в ассимилирующей фитомассе древесных растений – существенно увеличивается доля свинца, а также серы на фоне снижения долей азота, фосфора, кальция, магния, калия, марганца. Дисбаланс элементов питания наиболее выражен на самых загрязненных участках городской территории с высокой рекреационной нагрузкой, визуально это проявляется в ухудшении многих показателей жизненного состояния деревьев. В целом полученные данные свидетельствуют о высокой значимости почвенного покрова и древесных растений в перераспределении потоков загрязняющих веществ на урбанизированных территориях.

БЕРЕЗА ПОВИСЛАЯ (*Betula pendula* L.) – БИОИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБООСИСТЕМЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Михеева М.А.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»; Университетская пл. 1, 394006 Воронеж, тел.: (4732)665654

E-mail: *marin-m@yandex.ru*

В течение последних десятилетий изучение загрязнения тяжелыми металлами биотических компонентов окружающей среды является весьма актуальным направлением. Использование биосистем разного уровня позволяет проводить мониторинг с меньшими экономическими затратами и получать репрезентативные данные о состоянии экосистемы.

Целью данного исследования является оценка содержания тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Ni и др.) в побегах березы повислой на территории города Воронежа. Отбор годичных побегов осуществлялся в летние месяцы 2009-2010 гг. в 18 точках с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха и почвенного покрова. Придорожные участки были выбраны вдоль крупных магистральных улиц: Ленинского и Московского пр-тов. Интенсивность движения оценивается более 2200 автомобилей в час. Образцы из промышленных районов отобраны в зоне влияния 7 крупных источников загрязнения – предприятия химической, топливно-энергетической, машиностроительной отраслей. В качестве контроля выступали образцы, взятые примерно в 10 км к северу от Воронежа.

В исследованиях использовался полуколичественный метод анализа – дитизионовый метод (разработан в 1997 г. И.В. Серегиним и В.Б. Ивановым) с некоторыми модификациями. Все срезы фотографировались цифровой камерой-окулярном для микроскопа, затем производилась обработка снимков по шкале насыщенности с помощью инструмента «Пипетка» в программе Adobe Photoshop CS2 9.0b и «Гистограмма» в программе ScopePhoto. Локализацию металлов определяли по характерному окрашиванию и оценивали по пятибалльной шкале. При отсутствии изменений присваивался балл – 0.

Анализ образцов показал, что в наибольшей степени тяжелые металлы накапливаются в ксилеме и сердцевине – в 43% проб, меньше всего – в перидерме (21%). Опираясь на эти данные можно сделать вывод о поступлении тяжелых металлов преимущественно через корневую систему. В течение вегетационного периода в 39% случаев наблюдается повышение концентрации, что указывает на некоторый аккумулярующий эффект. В ходе исследования на территории города выявлены зоны с наивысшим содержанием тяжелых металлов в побегах березы повислой: ост. Остужева, ост. ДК Кирова, ост. Лебедева, район Центрального автовокзала; завод СК-2, шинный, ТЭЦ-2, «Электросигнал». По условной шкале содержание тяжелых металлов составляет 3 и более баллов, что соответствует среднему и высокому значению. В образцах из условно чистой зоны тяжелые металлы не обнаружены. На основе полученных данных построена картосхема загрязнения территории города Воронежа тяжелыми металлами.

ПТИЦЫ В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА: ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ, ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ И ВИДОВОЕ БОГАТСТВО

Морозов Н.С.

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН; Ленинский проспект 33, 119071 Москва, тел.: (499)1357139

E-mail: *moroz_ov@orc.ru* (Морозову Н.С.)

Одна из наиболее примечательных особенностей структуры населения птиц городских ландшафтов – повышенная плотность населения целого ряда видов. Ее олицетворением являются облигатные синантропы, такие как сизый голубь (*Columba livia*). Но их численность высока на участках собственно застройки, где число видов птиц невелико, а негативные факторы (хищники, морозы, бескормица) ослаблены. Успех этих видов в городе объясняют способностью быстро освоить новую, свободную экологическую нишу, то есть в конечном итоге – экологическим высвобождением. Объяснение нельзя признать универсальным, поскольку на озелененных и природных территориях городов, например, в крупных лесопарках с высоким видовым богатством птиц, у целого ряда менее синантропных видов максимальные значения плотности населения также превышают аналогичные показатели в природных ландшафтах. В Московском мегаполисе примерами могут служить кряква (*Anas platyrhynchos*), ястреб-тетеревятник (*Accipiter gentilis*), серая ворона (*Corvus cornix*), большая синица (*Parus major*), лазоревка (*P. caeruleus*). Птицам городских популяций свойственны также ослабленная реакция на людей как на источник опасности, частое употребление антропогенных кормов, использование искусственных субстратов и материалов для строительства гнезд, тенденция к оседлости (у мигрирующих видов) и ряд других особенностей. Как, несмотря на явные «издержки» обитания в городе, происходит формирование локальных популяций с повышенной плотностью? Почему этому повышению не препятствуют те факторы (особенно – ценотические), которые удерживают ее на более низком уровне в природных ландшафтах? Этот феномен чрезвычайно важен, но крайне мало изучен. Наши исследования в Москве и анализ литературных данных позволяют сделать следующие выводы. Некоторые факты свидетельствуют против представлений о важной роли межвидовой конкуренции в организации населения птиц даже на природных территориях городов. В первую очередь, это одновременный «успех» (рост численности и высокие уровни плотности населения) близкородственных, экологически сходных видов, например некоторых синиц и дроздов, в освоении одних и тех же городских ландшафтов и биотопов, наперекор принципу Гаузе. В отдельных случаях к тому же установлено, что высокая численность достигнута ими в отсутствие обеднения состава остальных видов птиц. Например, в городских лесопарках формирование повышенной плотности населения птиц может происходить в условиях значительного видового богатства хищников, в т.ч., при высокой численности таких разорителей гнезд, как серая ворона. При этом успех гнездования видов-жертв не обязательно низок, но заменить на «является определяющей причиной роста их численности. Феномен повышенной плотности населения птиц в урбандшафтах вряд ли обусловлен одним ведущим фактором, тем более – одним и тем же в разных регионах, в разных типах городских биотопов, у разных видов-урбанистов. Необходимы многолетние исследования этого феномена и взаимодействия его определяющих факторов.

НАКОПЛЕНИЕ ТОКСИГЕННЫХ ВИДОВ МИКРОМИЦЕТОВ И ФИТОТОКСИЧНОСТЬ УРБАНОЗЕМОВ г. ВОРОНЕЖА

Назаренко* Н.Н., Свистова ** И.Д.

* Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I; ул. Мичурина 1, 394087 Воронеж, тел.: (4732)2538651, факс: (4732) 2538651

** Воронежский государственный педагогический университет; ул. Ленина 86, 394043 Воронеж, тел.: (4732)2555952, факс: (4732)2545643

E-mail: rektorat@vspu.ac.ru (Свистовой И.Д.)

Впервые выявлены нарушения видовой структуры комплекса микромицетов урбаноземов г. Воронежа по сравнению с фоновыми почвами (чернозем выщелоченный). Нарушения усиливаются в ряду городских зон: рекреации – селитебные – промышленные – транспортные. В почве первых двух городских зон обнаружена смена доминирования типичных для чернозема видов грибов, что соответствует адаптивному диапазону «стресса» в реакции комплекса микромицетов на урбаногенную нагрузку. В почве промышленных зон снижается численность и видовое разнообразие грибов, что соответствует адаптивному диапазону «резистентности», а в транспортных зонах – диапазону «репрессии» комплекса микромицетов.

Проявляется «концентрация доминирования» 10 индикаторных на урбаногенную нагрузку видов грибов. Среди них выделены 8 заносных видов, не встречающиеся в фоновых почвах. Доминирующее положение занимают токсигенные виды микромицетов родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, в том числе темнопигментированные виды родов *Alternaria* и *Stachybotrys*. Вероятно, синтез микотоксинов с антибиотическим и фунгицидным действием помогает этим видам выигрывать обостряющуюся в городских почвах конкуренцию.

Обнаружено возрастание фитотоксичности урбаноземов по сравнению с фоном, в промышленных и транспортных зонах 10-кратное. Показано, что рост почвенного фитотоксикоза определяется не только абиогенными факторами (накопление поллютантов), но и биогенными (токсины большинства индикаторных видов грибов обладают широким спектром биологического действия, проявляя и фитотоксическую активность).

Накопление микотоксинов в почве крупного областного центра ухудшает рост и развитие растений, а передача и концентрирование микотоксинов в пищевых цепях микроорганизмы – почва – растения – животные – человек представляет также угрозу здоровью городского населения. Необходимо привлечь внимание городских природоохранных учреждений к проблеме контроля содержания не только основных поллютантов, но и токсигенных видов грибов в почве. Нами предложены чувствительные параметры микробиомониторинга урбаноземов (численность и индикаторные виды микромицетов, фитотоксическая активность почв методом биотеста), определен оптимальный срок его проведения (июль).

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И АККУМУЛИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ

Нестеров В.Н., Розенцвет О.А.

Институт экологии Волжского бассейна РАН, Российская федерация, 445003, г. Тольятти, Самарской обл., ул. Комзина, 10.

E-mail: nesvik1@mail.ru

Высокая степень аккумуляции и элиминации металлов водными погруженными растениями, вероятно, имеет несколько причин. В растениях суши аккумуляция металлов в листьях определяется в основном их оттоком из корней. У водных погруженных растений растворенные элементы поглощаются из воды всей поверхностью; имеет значение и анатомо-морфологическое строение исследованных видов, характеризующейся слабо развитыми покровными, механическими тканями. Все эти причины могут способствовать как активному накоплению, так и выведению металлов из тканей растений.

Целью исследования было установить порог накопления меди водным погруженным растением на примере *Hydrilla verticillata* (L. fil.) Royle.

Растения (20 г) выращивали в водной среде объемом 5 л. Ежедневно в течение 10 сут в среду инкубации добавляли $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ таким образом, чтобы концентрация соли изменялась в интервале 10–100 мкМ. Перед каждым внесением последующей порции нитрата меди часть растений переносили в водную среду, не содержащую ТМ – период реабилитации и выдерживали в течение 5 суток. Затем анализировали содержание меди в тканях растений.

Полученные результаты показали, что *H. verticillata* способна аккумулировать медь в количествах, характерных для гипераккумуляторов растений суши (от 1,3 до 8,9 мг/г сух. массы). Максимальные величины поглощенной меди зафиксированы на 9 сутки эксперимента. В результате реабилитации растений количество меди в тканях снижалось на 5–49 % в зависимости от уровня накопления. При этом, пропорционально увеличению накопленного металла наблюдали угнетение роста биомассы, фотосинтеза (снижение количества фотосинтетических пигментов), увеличение продуктов ПОЛ. Изменения физиологических параметров были тесно связаны с комплексом изменений, протекающих как на уровне мембранных систем клеток растений (выход электролитов), так и на уровне групп липидных молекул (повышение относительного вклада насыщенных жирных кислот).

С практической точки зрения *H. verticillata* является хорошим кандидатом для фиторемедиации водных объектов загрязненных медью, однако разрастаясь в избыточных количествах, эти растения, вероятно, способны привести к вторичному загрязнению водной среды при отмирании.

ПОЧВЕННАЯ И АЭРОМИКОФЛОРА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА САМАРЫ

Овчинникова Т.А., Петухова Е.А.

Самарский государственный университет, ул. акад. Павлова 1, 443011 Самара
тел.: 8 (846) 3345443

E-mail: ecology@ssu.samara.ru (Овчинниковой Т.А.)

Микофлора городской среды в последние годы стала предметом повышенного внимания исследователей. Условия городской среды вызывают изменения качественного и количественного состава грибной микрофлоры, появление штаммов с высокой агрессивностью, увеличение их патогенности по отношению к растениям, животным и человеку.

Целью настоящей работы было исследование видового состава и количественных показателей грибной микрофлоры в почве и воздушной среде центральной части города Самары. Отбор почвенных образцов (на глубине 0,5-1,5 см) производился в трех пунктах города, находящихся в пределах 3-5 км от географического центра города в июле и октябре 2008 года. Посев почвенной суспензии и воздушной микофлоры (методом седиментации) проводился на агар Чапека.

Установлено, что почвенная микофлора исследуемой территории представлена 21 видом грибов, принадлежащих к десяти родам: *Alternaria* (*Alt. alternata sensu lato*); *Aspergillus* (*Asp. fumigatus*, *Asp. ochraceus*, *Asp. restrictus*); *Cladosporium* (*Cl. cladosporioides*); *Fusarium* (*F. semitectum*, *F. sporotrichilla*); *Hyphoderma* (*H. roseum*); *Mucor* (*M. ramosissimus*, *Mucor* spp.); *Paecilomyces* (*P. carneus*, *P. inflatus*, *P. marquandi*); *Penicillium* (*P. albo-cinereascens*, *P. cianeum*, *P. citrinum*, *P. cyclopium*, *P. funco-flavum*, *P. nigrikans*); *Trichoderma* (*T. viride*); *Syncephalastrum* (*Syncephalastrum* spp.).

Аэромикофлора имела сходный, но более бедный видовой состав и была представлена тринадцатью видами: *Alternaria* (*Alt. alternata sensu lato*); *Aspergillus* (*Asp. fumigatus*, *Asp. ochraceus*); *Cladosporium* (*Cl. cladosporioides*); *Curvularia* (*C. lunata*); *Fusarium* (*F. semitectum*); *Mucor* (*Mucor* spp.); *Paecilomyces* (*P. carneus*, *P. inflatus*); *Penicillium* (*P. cyclopium*, *P. nigrikans*); *Trichoderma* (*T. viride*); *Syncephalastrum* (*Syncephalastrum* spp.).

Сравнительный анализ показал, что в воздухе города доминируют грибы рода *Alternaria* (46%), размножающиеся в филлоплане древесных и кустарниковых растений, а в почве – грибы рода *Penicillium* (32%), для которого отмечается высокая устойчивость к техногенному загрязнению.

Состав почвенной и воздушной микофлоры в летний и осенний период оказался сходным. Оценка идентифицированных видов с позиции их опасности для здоровья человека показала, что около 23% видов, выделенных из атмосферного воздуха и 14 % видов, выделенных из почвы г. Самары, являются доказанными источниками аллергенов, а более 50% микофлоры воздуха и почвы представлены условно-патогенными видами.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Опекунова М.Г., Захарян Л.С.

Санкт-Петербургский государственный университет; ВО, 10-ая линия д.33/35, 199178 Санкт-Петербург, тел./факс: (812)3238552

E-mail: m.opkunova@mail.ru (Опекуновой М.Г.)

Одним из важных аспектов оценки состояния окружающей среды является изучение миграции и аккумуляции химических элементов в системе почва-растение. В крупных городах при многофакторном и поликомпонентном загрязнении накопление тяжелых металлов в депонирующих средах – почвах и растениях – надежно отражает особенности и интенсивность антропогенного стресса.

Санкт-Петербург относится к числу крупнейших промышленных центров РФ. В 2009-2010 гг проведен комплекс экологических исследований с применением биоиндикации на территории Василеостровского и Московского районов г. Санкт-Петербурга. Определено содержание Ni, Cu, Pb, Cd, Co, Mn, Zn, Cr и Fe в корке тополя *Populus balsamifera* L. и их подвижных форм в почвогрунтах. Как показали проведенные исследования, в распределении подвижных форм ТМ в почвах районов наблюдаются существенные различия. Большинство проб характеризуются высоким содержанием подвижных форм Ni, Cu, Pb, Zn и Cd, в несколько раз превосходящим ПДК. Средние концентрации этих металлов в 2-4 раза выше допустимых значений, а максимальные величины подвижных форм Cu и Cd достигают 12 ПДК. Уровень содержания подвижных форм Co и Mn не превышает установленных нормативов. Загрязнение почв Василеостровского района существенно выше, чем в Московском районе.

Отобранные пробы корки тополя *Populus balsamifera* L. отличаются высоким уровнем содержания большинства ТМ, значительно превышающим кларк по В.В. Добровольскому (1998) и фоновые показатели, полученные на примере некоторых малонаселенных пунктов Ленинградской области. Сравнительный анализ изменения химического состава корки тополя за последние 10 лет свидетельствует о нарастании загрязнения Ni и Cu, обусловленного, прежде всего, нагрузкой со стороны автотранспорта. Вместе с тем, отмечается заметное снижение концентраций Zn и Pb, а содержание Co и Mn в корке тополя либо незначительно уменьшилось, либо сохранилось на прежнем уровне.

Применение метода главных компонент факторного анализа позволило выявить семь основных факторов, влияющих на миграцию химических элементов в системе почва-растение, и определить их вклад в общий уровень загрязнения территории. Наибольший вклад вносит аэротехногенное загрязнение (31,4%), обусловленное выбросами автомобильного транспорта. Весомый вклад в общий уровень загрязнения вносят локальные источники, расположенные на территории районов, а также трансграничный перенос воздушных масс.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ МИКРООРГАНИЗМЫ – РАСТЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ ОТ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ.

Орлова* Е.В., Степанова** А.Ю.

* ФГБ ОУ ВПО Московский Государственный Университет Инженерной Экологии, 105066, Москва, ул. Старая Басманная, 21/4, Москва, 105066 Россия

** Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: 8(499) 231 83 34

E-mail: gsc@ippras.ru, ekatia@inbox.ru

Для мегаполисов серьезной проблемой является загрязнение земель. В городах кроме засоления, действия тяжелых металлов наблюдается также загрязнение почв органическими поллютантами, происходящее при эксплуатации автотранспорта, сети АЗС и автосервисов. Увеличение их числа приводит к росту содержания в почве нефтепродуктов. Для почвы такого крупного мегаполиса, как Москва, остро стоит вопрос загрязнения почвы нефтью и продуктами ее переработки, в связи с наличием крупного нефтеперерабатывающего завода в ЮВАО.

Одним из мягких, но достаточно эффективных способов очистки почвы от нефтезагрязнений является биоремедиация, которая не наносит повреждения почвенному покрову, как в случае с механической очисткой, и улучшает эстетический вид загрязненного участка. Целью нашей работы было создание комплекса растения-микроорганизмы для очистки почвы от нефти. В качестве объекта исследований нами были выбраны следующие растения: люцерна посевная *Medicago sativa* и райграс многолетний *Lolium perenne*, которые, по данным литературы, широко используются для фиторемедиации, хорошо растут в умеренном климате и микроорганизмы *Acinetobacter oleovorum* (712 штамм) и *Candida maltoza* (569 штамм) из коммерческого препарата «Олеоворин». Было показано, что штамм 569 хорошо утилизирует нефтепродукты при температуре от 18°C до 42°C, штамм 712 интенсивно растет в более узком температурном режиме, при более высоких температурах (от 35°C до 42°C). Для наших целей целесообразнее было использовать штамм 569, поскольку он имеет более широкий рабочий диапазон температур, с оптимальной температурой, соответствующей температурному режиму почвы умеренного климата. Начальное содержание нефти в почве составляло 5%, что определяется как «очень высокое». Было показано, что использование люцерны и райграса приводило к уменьшению содержания нефти в почве к 56 суткам на 49% и 50,5%, соответственно. Использование микроорганизмов приводило к более интенсивной утилизации нефтепродуктов в почве и к 56 суткам количество загрязнителя снизилось на 61%. Степень утилизации нефти повышалась на 10% при комплексном использовании штамма 569 и люцерны, при этом происходило стимулирование роста люцерны. В случае с райграсом, внесение 569 штамма приводило к замедлению роста растения и снижению утилизации нефти в почве. Таким образом, для очистки почвы от нефтезагрязнений рекомендуется использовать систему микроорганизмы *Candida maltoza* штамм 569 – люцерна *Medicago sativa*.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Осмоловская Н.Г., Богомазова М.В., Самута В.Ю., Попова Н.Ф., Куриленко В.В.

Санкт-Петербургский государственный университет; Университетская наб. 7/9, 199034 г. Санкт-Петербург, тел.: (812)3289695. Факс: (812)3289703.

E-mail: natalia_osm@mail.ru (Осмоловской Н.Г.)

Исследовали закономерности аккумуляции приоритетных загрязняющих ТМ (Cu, Zn, Fe, Pb) в органах однолетних цветочных растений – цинерарии *Cineraria maritime*, бархатцев *Tagetes patula*, шалфея *Salvia officinalis* L. и петунии *Petunia hybrida*, сезонно высаживаемых на территории г. Кронштадта, с целью оценки перспектив их использования для технологий фиторемедиации. Среди изученных ТМ все растения наиболее интенсивно аккумулировали Fe, содержание которого в корнях шалфея и петунии достигало 3000 мг/кг сухой биомассы, а у цинерарии и бархатцев – 1800-2000 мг/кг. При этом Fe эффективно передвигалось в надземную часть растений с коэффициентом переноса (КП), составившим 1-2 у шалфея и цинерарии и 2-4 у бархатцев и петунии, в побегах которой отмечены концентрации Fe до 6300 мг/кг. В отличие от железа максимальные уровни накопления Cu наблюдались в корнях у бархатцев (1900 мг/кг) с тенденцией к снижению в ряду шалфей (1450) > цинерария (860) > петуния (460). Cu слабо перемещалась в побег, где ее концентрации не превышали 25-70 мг/кг, а величины КП составили у шалфея 0,01-0,03 и порядка 0,05-0,15 у других видов. Интенсивная аккумуляция Fe и Cu в корнях указанных растений положительно коррелировала с высокими показателями содержания этих металлов в городских почвах, что является одним из важных условий технологий фиторемедиации. Уровни накопления Zn в корнях оказались значительно ниже, чем Cu (до 65 мг/кг у шалфея и петунии и 28-47 мг/кг у бархатцев и цинерарии), однако, подвижность Zn заметно превосходила подвижность Cu, и КП варьировал от 1,7-2,0 у бархатцев и шалфея до 0,5-1,4 в других растениях. Содержание Pb в корнях всех растений было минимальным (от 15 до 34 мг/кг), что вполне согласовывалось с низким уровнем содержания подвижных форм этого металла в обследованных почвах, а КП для Pb были в пределах 0,5-1,0. Параллельно в экспериментах, выполненных в водной культуре при концентрациях Zn и Pb 100 и 200 мкмоль/л на *T. patula* была показана способность этих растений к аккумуляции намного больших концентраций ТМ в корнях (до 5000 мг/кг Zn и 15800 мг/кг Pb), а также наличие антагонизма в поступлении Pb и Fe и синергизма в поступлении Zn и Fe. Повышение уровня фосфата в растворе снижало биодоступность Zn и Pb, очевидно, ввиду формирования малорастворимых форм ТМ в среде, внесение цитрата и малата также снижало накопление этих металлов, указывая на меньшую биодоступность хелатированных форм Zn и Pb для данных растений. В целом, полученные данные свидетельствуют в пользу возможности рассмотрения исследованных декоративных растений как кандидатов для целей фиторемедиации в условиях загрязнения городской среды ТМ.

ОЦЕНКА ФИТОРЕМЕДИАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РАСТЕНИЙ РАПСА *Brassica napus* L. В УСЛОВИЯХ Cd и Zn ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

Осмоловская Н.Г., Лю Жуй, Кучаева Л.Н., Попова Н.Ф.

Санкт-Петербургский государственный университет; Университетская наб. 7/9, 199034 г. Санкт-Петербург, тел.: (812)3289695. Факс: (812)3289703.

E-mail: natalia_osm@mail.ru (Осмоловской Н.Г.)

Одной из проблем, тесно связанных с анализом устойчивости растений к действию тяжелых металлов, является оценка возможности их использования для целей очистки среды. Рапс известен как культура, способная накапливать в надземных органах радионуклиды и тяжелые металлы, и хотя его рассматривают как возможного фитомелиоранта, фиторемедиатора или близкого к группе гипераккумуляторов, сведения о биоаккумуляторной способности рапса в отношении Zn и Cd весьма противоречивы. На загрязненных почвах в побегах рапса обнаруживали Cd от 10-30 до 200-300 мг/кг сухой биомассы и Zn от 300 до 1300 мг/кг, а в условиях водной культуры сообщали о накоплении рапсом Zn до 7000 мг/кг. Нами проведен сравнительный анализ поглощения и распределения Zn и Cd в органах растений рапса в условиях водной культуре при раздельном внесении указанных ТМ в раствор в концентрациях 30-100-300-500 мкМ. В области низких (30 мкМ) концентраций Cd поглощался рапсом интенсивнее, чем Zn и накапливался преимущественно в корнях, тогда как Zn активнее переносился в побег. При 100 мкМ Cd и Zn уровни их аккумуляции в корнях достигали 260 и 200 мг/кг, а на фоне 300 мкМ – 1300 и 900 мг/кг соответственно. Zn транспортировался в побег эффективнее, чем Cd, и при воздействии ТМ в концентрации 300 мкМ содержание Zn в листьях рапса достигало 450, а Cd – 245 мг/кг. Максимальный уровень Zn в листьях (600 мг/кг) был отмечен на растворе с 500 мкМ Zn при его содержании в корнях 2800 мг/кг. В диапазоне концентраций Cd до 100 мкМ, а Zn – до 300 мкМ не наблюдалось явных признаков фитотоксичности металлов, тогда как при больших концентрациях особенно Cd ингибировал рост растений. Под воздействием Zn и Cd в растениях повышалось содержания S, в листьях – только сульфатной, а в корнях – также органической, но лишь при воздействии Cd, что позволяет предполагать возможность участия SH-групп фитохелатинов в механизмах детоксикации Cd, но не Zn в корнях рапса. Поступление обоих ТМ в корни практически полностью блокировалось в присутствии синтетического хелатора ЭДТА, часто применяемого в качестве «эффектора фиторемедиации», тогда как природный хелатор – цитрат снижал в 1,6 и в 3 раза поглощение и транспорт Cd в побег, но не влиял на поглощение Zn, что дает основание говорить о доступности комплекса Zn-цитрат для корней рапса. 2 сут обработка растений со стороны корня цитратом или малатом по окончании Cd или Zn воздействия сопровождалась 60% десорбцией ТМ из корней и их частичным оттоком из листьев, свидетельствуя о малой вероятности вовлечения этих кислот в ксилемный транспорт металлов. Выявленные высокие уровни аккумуляции Zn и Cd в надземных органах рапса позволяют сделать вывод о перспективности рапса как потенциального фиторемедиатора для целей очистки среды от этих металлов.

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ К ЗАСОЛЕНИЮ И ДРУГИМ СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ

Палладина Т.А.

Институт ботаники им. Н.Г.Холодного НАНУ; ул. Терещенковская 2, 01601 Киев, Украина, тел.: (044)4862273, факс: (044) 2723236

E-mail: tatiana_palladina@ukg.net

Использование соли для недопущения гололеда на улицах приводит к засолению почвы, губительному для городской флоры, особенно из-за действия Na^+ , токсического для всех растительных организмов. В Киеве первыми жертвами засоления стали растущие на тротуарах конские каштаны (*Aesculus hypocastanes* L.), причем попытки объяснить их гибель появлением каштановой моли были несостоятельными, а вслед за ними стали засыхать липы и другие деревья. Поскольку идеи замены почвы под деревьями и высаживания вместо них *Ginkgo biloba* L. являются фантастическими, усилия следует направить на поиск других способов борьбы с обледенением, а также повышение солеустойчивости растений. Нами был выявлен солепротекторный эффект дешевого и нетоксического препарата Метиур, синтезированного в Украине как стимулятор роста. На основании результатов вегетационных и полевых опытов на кукурузе, отличающейся исключительной солечувствительностью, нами был запатентован способ ее выращивания на засоленных почвах с помощью Метиура. Изучение механизма его солепротекторного действия на проростках кукурузы, экспонированных на NaCl , выявило способность Метиура усиливать в клетках систему антиоксидантной защиты и поддерживать осмотический и ионный гомеостаз. При этом Метиур нормализовал липидный состав плазмалеммы и активизировал H^+ -насосы плазмалеммы и тонопласта, усиливая функционирование в них вторично-активных Na^+ - H^+ -насосов, удаляющих Na^+ из цитоплазмы, а также, очевидно, вторично-активных переносчиков других ионов. Поэтому адаптогенный эффект Метиура должен проявляться также на древесных видах при действии разных стрессовых факторов. Таким образом, применение Метиура может стать перспективным способом повышения устойчивости флоры мегаполисов как основа для создания инновационной технологии.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛАЗМАЛЕММЫ И ПОГРАНИЧНОЙ ЗОНЫ КЛЕТОК ЛИСТА ГАЛОФИТА *Mesembryanthemum crystallinum* ПРИ ДЕЙСТВИИ NaCl

Парамонова Н.В.

Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева Российской академии наук, Москва, Тел.: 499-231-83-55. Факс: (499)977-80-18.

E-mail: paranva@mail.ru

Галофиты, как известно, растения, приспособленные к жизни на засоленных почвах. Для того чтобы выявить ультраструктурные особенности плазмалеммы и других мембран клетки, позволяющие галофитам расти при засолении, было проведено сравнение этих структур у растений хрустальной травки, выросших на полной питательной среде без NaCl (контроль) и в присутствии (последние 8 дней) 300 мМ NaCl (вариант NaCl). Материал фиксировали на 41 день по стандартной методике.

Плазмалемма в клетках контрольных растений имеет ровные или извилистые очертания. К плазмалемме часто плотно прилегает эндоплазматический ретикулум, который другим своим концом тесно контактирует с хлоропластами. В некоторых участках клетки плазмалемма отходит от клеточной стенки (КС), образуя расширенные участки периплазменной зоны, в которой наблюдаются выпячивания плазмалеммы, везикулы, рыхлые клубки мембран. В варианте с NaCl наблюдается существенная перестройка в расположении цитоплазмы, которая происходит вследствие значительного увеличения площади плазмалеммы и тонопласта в этом варианте. Большие органеллы – ядро, хлоропласты, митохондрии чаще всего были сосредоточены в крупной части цитоплазмы, вдающейся в вакуоль. Другая, утонченная часть цитоплазмы благодаря сильному возрастанию поверхности плазмалеммы и тонопласта и прежнему объему клетки, ограниченному клеточной стенкой, образует множество длинных складок, располагающихся параллельно поверхности КС. Цитоплазма в таких участках выглядит многослойной: тонкие участки цитоплазмы перемежались с содержимым периплазменной зоны или вакуоли. В местах локализации тонкой цитоплазмы образуются не только складки, а и многочисленные совместные инвагинации тонопласта и плазмалеммы в вакуоль. В периплазменной зоне часто обнаруживаются отходящие от плазмалеммы каналцы. Плазмалемма также образует инвагинации, контактирующие с наружной мембраной хлоропласта, либо непрерывно соединяющиеся с нею. В хлоропластах, находящихся на некотором расстоянии от плазмалеммы, наружная мембрана обочочки вытягивалась в каналцы, направленные к плазмалемме.

Полученные данные позволили установить, что у галофита NaCl активирует развитие плазмалеммы и тонопласта, тем самым увеличивая их адсорбирующую поверхность и обеспечение клеток основными элементами минерального питания. По-видимому, этими особенностями объясняются полученные нами ранее данные о том, что при низкой концентрации железа в среде, только в условиях засоления значительно больше поступало Fe в растения хрустальной травки, и обнаруживался железосодержащий белок – ферритин.

ОСОБЕННОСТИ УСТОЙЧИВОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*Pinus sylvestris* L.) И ЕЛИ СИБИРСКОЙ (*Picea obovata* Ledeb.) К СОВМЕСТНОМУ ДЕЙСТВИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА

Пахарькова Н.В., Жигула Ю.С., Соболевская Ю.В., Харкевич К.Л.

Сибирский федеральный университет, пр. Свободный, 79, 660041 Красноярск, тел.: (391)2446740, факс: (391)2448625

E-mail: nina.pakharkova@yandex.ru (Пахарьковой Н.В.)

Эволюция растительности совершалась в условиях достаточно чистого атмосферного воздуха, современные виды растений, в том числе и древесные, не обладают специфической приспособленностью к действию токсичных газов, которые могут приводить к существенным изменениям адаптивных реакций к различным стрессорам, в том числе низким и отрицательным температурам. Исследования проводились в 2007-2011 гг. на территории г. Красноярска и его окрестностей. В качестве объектов исследований использовались побеги отдельно стоящих деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в возрасте 30-40 лет. Для оценки уровня загрязнения проводили анализ смывов неорганических соединений с поверхности хвои и элементный анализ хвои исследуемых растений. Определение неорганических анионов проводили по стандартной методике на жидкостном хроматографе LC-20 Prominence. Элементный полуколичественный анализ хвои выполняли методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии на спектрометре с волновой дисперсией ARL Advant`X. Количественное определение хлорофиллов проводили в 80% ацетоне на спектрофотометре SPEKOL 1300 Analytik Jenna AG. Для определения активности фотосинтетического аппарата растений и глубины зимнего покоя измеряли параметры быстрой и замедленной флуоресценции на флуориметрах «Фотон-10» и «Фотон-11». В качестве показателя глубины покоя использовали отношение интенсивностей флуоресценции, соответствующих низкотемпературному и высокотемпературному максимумам кривой ТИНУФ. Проведенные исследования показали, что для растений из различных по уровню загрязнения районов в течение зимнего периода характерна различная глубина покоя. В районах, подверженных техногенному загрязнению воздушной среды растения раньше выходят из состояния покоя, что влечет за собой большую вероятность их повреждения во время весенних заморозков. Однако, нужно отметить, что сосна обыкновенная и ель сибирская используют разные стратегии устойчивости к загрязнению окружающей среды. У ели в загрязненных районах наблюдается более раннее старение хвои и перераспределение пигментов и фотосинтетической активности в сторону хвои младших возрастов. У сосны значительная часть токсикантов аккумулируется в отдельных хвоинках и удаляется в процессе дефолиации, поэтому оставшаяся хвоя фотосинтезирует достаточно активно, что способствует большей устойчивости сосны обыкновенной к загрязнению воздушной среды по сравнению с елью сибирской.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГОРОДСКИХ ГАЗОНОВ

Писарчук А.Д., Терещенко Н.Н.

ГНУ Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии, г. Томск, ул. Гагарина, д.3, тел.: (83822)533390, факс: (83822)515093

E-mail: dipoil@mail.ru

Нефтепродукты – опасные загрязнители городских почв. Участки почвы вокруг АЗС, стоянки городского транспорта, а также территории промышленных предприятий, регулярно подвергающиеся углеводородному загрязнению, для поддержания нормального состояния газонов нуждаются в постоянной очистке или замене грунта. Однако даже после комплексной рекультивации почва может отличаться повышенной фитотоксичностью, главным образом из-за ингибирующего действия токсинов, активно продуцируемых в условиях углеводородного загрязнения почвенными микроорганизмами. Одним из наиболее эффективных приемов восстановления растительности на городских почвах с различной степенью загрязнения нефтепродуктами является предпосевная обработка семян растений бактериальными культурами, устойчивыми к токсичному действию ксенобиотиков.

Целью наших исследований была оценка эффективности бактерий *Pseudomonas putida* и *Pseudomonas sp.* (штамм В-6798) для предпосевной обработки семян растений, высеваемых на почву, загрязненную нефтепродуктами и отличающуюся высоким уровнем фитотоксичности.

Исследования проводились на почве с 20%-й степенью загрязнения нефтепродуктами. В опытных вариантах семена пшеницы (сорт Иргина) перед высевом замачивали на 30 мин. в накопительной культуре *Pseudomonas putida* и *Pseudomonas sp.* (формальдегидрезистентный штамм В-6798, любезно предоставленный кафедрой экологической и сельскохозяйственной биотехнологии Томского государственного университета). В контрольном варианте семена предварительно замачивали в дистиллированной воде. В каждый сосуд помещали по 20 семян пшеницы. Длительность опыта – 7 суток, температура воздуха +22..+24 °С. Повторность опыта 3-кратная. Устойчивость растений к фитотоксичному фону оценивали в биотесте по разнице всхожести и сухой зеленой массы проростков в опытных вариантах и контроле (варианте без бактерий).

Очевидно, что бактерии способны частично нейтрализовать токсическое действие загрязненной почвы, способствуя повышению всхожести и зеленой массы проростков пшеницы по сравнению с контролем. При этом максимальное 23%-е увеличение всхожести растений обеспечила обработка семян накопительной культурой *Pseudomonas sp.* штамм В-6798. По влиянию на прирост зеленой массы обе бактериальные культуры достоверно не различались, способствуя в среднем 10%-му увеличению массы проростков. Таким образом, прием предпосевной обработки семян исследованными бактериальными культурами может быть рекомендован для повышения эффективности восстановления нарушенных городских газонов путем частичного снижения фитотоксичности почвы в зоне ризосферы.

ИЗМЕНЕНИЯ ЛИПИДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ ХРОМА И НИКЕЛЯ

Писковая О.Н.

Криворожский ботанический сад НАН Украины, ул. Маршака, 50, г. Кривой Рог, 50089, Украина, тел.(0564) 38-49-22, факс: (0564) 38-48-03

E-mail: piskovajaolga@rambler.ru (Писковой О.Н.)

При действии тяжелых металлов (ТМ) степень проявления соответствующих стрессовых реакций растительного организма значительным образом определяется состоянием интегральных липидных компонентов. Среди ТМ хром и никель по темпам накопления в биосфере принадлежат к группе приоритетных загрязнителей, токсичность действия которых до сих пор остается полностью не выясненной. Поэтому нами было исследовано влияние комплексного действия хрома и никеля на основные липидные компоненты клеток проростков кукурузы.

Объекты исследования – проростки кукурузы, выращиваемые в водной культуре в следующих вариантах: 10^{-5} М Ni + 10^{-5} М Cr, 10^{-5} М Ni + 10^{-4} М Cr, 10^{-4} М Ni + 10^{-5} М Cr, 10^{-4} М Cr + 10^{-4} М Ni. Качественный и количественный состав общих липидов определяли на шестые сутки.

Действие смеси хрома и никеля на растения значительно уменьшает содержание общих липидов в клетках и приводит к варьированию уровня фосфолипидов (ФЛ), диглицеридов (ДГ), высших жирных кислот (ВЖК) и эфиров стероидов (ЭС). Уже на шестые сутки после действия на растения смеси ТМ практически во всех вариантах наблюдалось снижение концентрации ФЛ, особенно в варианте 10^{-5} М Ni + 10^{-4} М Cr (на 13,3% относительно контроля). Однако в варианте 10^{-5} М Ni + 10^{-5} М Cr их количество осталось практически неизменным.

Уменьшение содержания ФЛ в клетках сопровождалось одновременным увеличением пула ВЖК в вариантах 10^{-5} М Ni + 10^{-5} М Cr и 10^{-5} М Ni + 10^{-4} М Cr на 4,3% и 3,6% соответственно. В то же время у растений в вариантах 10^{-4} М Ni + 10^{-5} М Cr и 10^{-4} М Cr + 10^{-4} М Ni фиксируется снижение их содержания. Таким образом можно допустить, что хром в любой концентрации проявляет синергический эффект только совместно с максимальными концентрациями никеля и вызывает уменьшение пула ВЖК в клетках проростков. Наряду с этим установлено повышение уровня ДГ и ЭС в проростках даже при минимальных концентрациях хрома и никеля в смеси по сравнению с контролем.

Анализируя вышеприведенные результаты можно констатировать, что уже на начальных этапах онтогенеза растений кукурузы при действии хрома и никеля наблюдается снижение количества фосфолипидов с одновременным повышением пула ВЖК, ДГ и ЭС, что связано с увеличением процессов гидролиза липидных компонентов в растительных клетках.

БИОМОНИТОРИНГ ПРОЦЕССОВ РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Плешакова* Е.В., Маркин* И.Ю., Любунь** Е.В.

* Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского; ул. Астраханская, 83, 410012 Саратов, тел.: (8452)503858

** Учреждение Российской академии наук Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов; просп. Энтузиастов, 13, 410049 Саратов, тел.: (8452)970403

E-mail: plekat@rambler.ru (Плешаковой Е.В.)

При разработке одной из перспективных биотехнологий очистки почв от тяжелых металлов, основанной на использовании растений совместно с ростостимулирующими микроорганизмами, для диагностики происходящих процессов использовали показатели активности почвенных ферментов. В микрополевых условиях на экспериментальных площадках очищали почву от мышьяка и комплексного загрязнения свинцом и кадмием. Концентрация тяжелых металлов соответствовала 15 ПДК. Для ремедиации почв использовали растительно-микробную ассоциацию: подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.) сорта «Саратовский 20», суданская трава (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) сорта «Саратовская 1183» и микробный штамм *Aeromonas* sp. MG3, устойчивый к тяжелым металлам и мышьяку. В качестве показателей восстановления биологической активности почв, загрязненных тяжелыми металлами, изучали активность почвенных ферментов: дегидрогеназ, каталаз, пероксидаз, неорганических и органических фосфатаз, липаз.

Обнаружено, что мультязагрязнение почвы кадмием и свинцом существенно ингибировало активность оксидоредуктаз: дегидрогеназ и каталаз, а также неорганических и органических фосфатаз, что, возможно, связано с кумулятивным действием тяжелых металлов на данные ферменты. При этом фиторемедиационные приемы не восстанавливали биохимическую активность до уровня незагрязненной почвы. В почве с мышьяком, напротив, данные приемы увеличили активность дегидрогеназ и каталаз, которая через 2 месяца стала выше, чем до ремедиации и способствовали восстановлению фосфатазной активности. В условиях поллютантного стресса наблюдалась индукция почвенных пероксидаз, имеющих преимущественно растительное происхождение. Их активность интенсифицировалась при использовании растительно-микробной ассоциации, более отчетливо – в почве с комбинацией тяжелых металлов, что может быть связано с защитной реакцией растений в ответ на стресс. Активность липаз в почве не ингибировалась под действием тяжелых металлов и не стимулировалась фиторемедиационными приемами, показывая недостаточную информативность данного показателя в загрязненной тяжелыми металлами почве.

В целом, показатели активности исследованных окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов отражали преимущества использования растительно-микробной ассоциации для ремедиации почвы, что позволяет использовать их для мониторинга процессов очистки почв от тяжелых металлов.

МЕЛИОРАТИВНЫЙ ЭФФЕКТ СУЛЬФАТА ЖЕЛЕЗА (II) НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯЧМЕНЬ

Погромская Я.А., Зуза В.А.

Донецкая опытная станция Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» Национальная академия аграрных наук Украины; ул. Садовая 16, пгт. Новгородское, г. Дзержинск, 85294, Украина, тел./факс: +38(06247)25487

E-mail: joanar@mail.ru (Погромской Я.А.)

При явной перспективе использования солей железа в качестве мелиоранта промышленно загрязненных почв применение их на черноземе обыкновенном мало изучено. Поэтому была поставлена задача выявить мелиоративные эффекты FeSO_4 на черноземе обыкновенном промышленных районов Донбасса при применении основного азотно-фосфорного удобрения.

Полевой опыт заложен на черноземе обыкновенном тяжелосуглинистом города Константиновка. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в норме 300 и 2400 кг/га внесен в почву за два года до закладки опыта, аммиачная селитра и суперфосфат $\text{N}_{45}\text{P}_{60}$ в предпосевную культивацию. Культура ячмень яровой, сорт Прерия.

Прирост урожая 2 ц/га получен на низкой дозе мелиоранта 300 кг/га и только без применения удобрений. Высокая норма FeSO_4 2400 кг/га не зависимо от уровня минерального питания снижает урожай ячменя на 3 ц/га.

Содержание Fe_2O_3 в почве, определяемого по Тамму, на фоне 300 кг/га FeSO_4 снижается до 63,8 мг/100 г почвы и повышается до 115,4 мг/100 г почвы на фоне мелиоранта 2400 кг/га (99,7 мг/100 г почвы в контроле). Содержание Fe в соломе при 300 кг/га FeSO_4 снижается до 85 мг/кг, а на фоне 2400 кг/га увеличивается до 160 мг/кг (111 мг/кг в контроле). Внесение $\text{N}_{45}\text{P}_{60}$, снижая количество окисного железа в почве без мелиоранта до 46,8 мг/100 г почвы, увеличивает его содержание на фоне 300 кг/га FeSO_4 до 80,0 и уменьшает при 2400 кг/га до 64,1 мг/кг почвы. Соответственно накопление Fe в соломе ячменя, снижаясь при внесении $\text{N}_{45}\text{P}_{60}$ без мелиоранта до 80 мг/кг, увеличивается на фоне 300 кг/га FeSO_4 до 105 мг/кг и уменьшается до 50 мг/кг при 2400 кг/га.

Эффект объясняется тем, что мелиорант в низких дозах, встраиваясь в почвенный комплекс, вовлекает Fe в менее доступные для растений формы. А внесение $\text{N}_{45}\text{P}_{60}$ способствует извлечению железа из этого комплекса. Высокие дозы мелиоранта приводят к накоплению избытка Fe, доступного для растений. Внесение $\text{N}_{45}\text{P}_{60}$ связывает избыток Fe, не затрагивая комплекс Fe-почва.

Без мелиоранта внесение $\text{N}_{45}\text{P}_{60}$ снижает подвижность Fe, поэтому комплекс Fe-почва, образующийся при внесении FeSO_4 , качественно отличается от состояния железа в черноземе обыкновенном Донбасса в отсутствие мелиоранта.

ПРОБЛЕМА РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛОВ ДОНБАССА

Погромская* Я.А., Рыктор** И.А.

* Донецкая опытная станция Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» Национальная академия аграрных наук Украины; ул. Садовая 16, пгт. Новгородское, г Дзержинск, 85294, Украина, тел./факс: +38(06247)25487

** Донецкий национальный университет, НИО «Нетопливное использование углей и утилизация отходов энергетической промышленности»; ул. Университетская 24, Донецк, 83001, Украина

E-mail: irina_ri@i.ua (Рыктор И.А.)

При фиторекультивации шахтных пород техногенных ландшафтов Донбасса растения подвергаются ряду стрессовых факторов. Поэтому актуально повышение адаптационных способностей используемой в фиторекультивации терриконитов овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds) с помощью применения буроугольных гуминовых удобрений (БГФ), разработанных на базе НИО.

С помощью вегетационных опытов исследовано влияние буроугольного удобрения БГФ в составе грунтосмесей с различными соотношениями породы Авдеевского коксохимического завода и породы террикона на адаптивные возможности овсяницы луговой.

Внесение буроугольных удобрений приводит к увеличению зеленой массы на 60-84 % и снижению массы корней растений овсяницы на 36-70 %, снижению совокупной удельной пероксидазной активности на 28–31%, снижению содержания хлорофилла *a* и величины отношения *hla/hlb* за счет оптимизации питания и условий произрастания. Увеличение доли терриконита с 5% до 25% не влияет на прирост массы растений в умеренном температурном режиме (17–19 °С) и снижает прирост на 9%. при повышенных температурах (25–35 °С). Повышение температуры приводит к снижению пероксидазной активности на 12-15% без использования удобрений и увеличению на 3 и 22 % при внесении БГФ на фоне содержания терриконита 5% и 25% соответственно. Это говорит о большей агрессивности состава терриконовых пород при 25–35 °С.

Внесение БГФ при достаточном увлажнении создает условия для развития специфической микрофлоры терриконовых пород, тионовых бактерий *Th. ferrooxidans*, разлагающих пирит до элементной серы и серной кислоты. Поэтому при рекультивации пород с добавлением терриконитов, особенно в условиях повышенных температур и влажности, необходимо учитывать специфичность микрофлоры грунта, проводя обязательную предварительную нейтрализацию пород карбонатами биогенных элементов калия или кальция до нейтральных и слабощелочных рН.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХВОИ ЯКУТСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ *Pinus sylvestris* L. В ТЕЧЕНИЕ ГОДОВОГО ЦИКЛА

Пономарев А.Г., Перк А.А., Татарина Т.Д., Васильева И.В., Бубякина В.В.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН; пр. Ленина 41, 677980 Якутск, тел.: (4112)335690, факс: (4112)335812

E-mail: anaponomarev@yandex.ru (Пономареву А.Г.)

Якутск является крупнейшим городом мира, расположенным в зоне многолетней мерзлоты (криолитозона). Основными древесными видами, слагающими лесопарковую часть города, являются лиственница Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), способные выдерживать экстремальные зимние температуры (-60 °С и ниже). Проводили исследование суммарных белков и дегидринов хвои *P. sylvestris* L. (окрестности г. Якутска) с одновременной оценкой морозоустойчивости растений в течение годового цикла с использованием кондуктометрического метода.

Показателем морозоустойчивости служила величина электропроводности водных вытяжек из хвои растений, которая прямо пропорциональна повреждающему клеточные мембраны фактору. Степень морозоустойчивости оценивали как по электрическому сопротивлению водных вытяжек, так и в виде коэффициента морозоустойчивости. Изменения удельного электрического сопротивления вытяжек растений при выходе электролитов из ткани по времени аппроксимировались степенной функцией. Наблюдение за изменением коэффициента морозоустойчивости хвои сосны обнаружено его максимальные значения в течение зимних месяцев (0,58-0,68), а минимальные (0,49-0,53) – во время вегетации. Величина корреляции между коэффициентами морозоустойчивости растений и температурами воздуха дней отбора проб была отрицательной и составила $R = -0,59-0,78$.

Изучение суммарных белков показало, что к самым заметным полипептидам хвои сосны, обнаруживаемым во все сезоны, следует отнести белки с мол. м. 14, 26, 27, 49 и 51 кД. Ряд мажорных белков с мол. м. 15, 18, 23, 29, 31, 46, 64 и 70 кД имел выраженную годовую динамику с повышением количества во время покоя, что коррелировало с максимумом морозоустойчивости.

Иммунохимическое исследование содержания дегидринов в хвое сосны выявило летом один мажорный дегидрин с мол. м. 66 кД, уровень которого возрастал к зиме. Осенью идентифицировались еще два дегидрина с мол. м. 15 и 141 кД. При отрицательных температурах количество дегидрина с мол. м. 15 кД заметно увеличивалось и одновременно появлялись также два дегидрина с мол. м. 122 и 127 кД. Выявленные особенности изменения ряда суммарных белков и дегидринов позволяют предполагать их важную роль в формировании морозоустойчивости *P. sylvestris*, обеспечивающую данному виду повсеместное распространение в условиях криолитозоны Центральной Якутии.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 09-04-98556-р_восток_а).

ВЛИЯНИЕ Cd НА МЕТАБОЛИТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ АМАРАНТА *Amaranthus caudatus L.*

Попова Н.Ф., Осмоловская Н.Г., Ву Вьет Зунг

Санкт-Петербургский государственный университет, 199034 г. Санкт-Петербург, Университетская наб. 7/9, Биолого-почвенный факультет, Тел.: (812)3289695. Факс: (812)3289703.

E-mail: nata_ly@ya.ru (Попова Н.Ф.)

Обеспечение поддержания низких концентраций тяжелых металлов (ТМ) в цитозоле растительных клеток, в частности, может определяться механизмами ТМ гомеостаза, основой которого является согласованное действие механизмов ограничения притока ТМ в клетку, хелатирования ионов ТМ в цитозоле и секвестирования ионов и/или ТМ комплексов в вакуоль. Одну из несомненных ролей в этих процессах могут играть органические кислоты, участвующие как в экстра-, так и в внутриклеточном связывании ТМ, ограничивая их поступление в растение или формируя нетоксичные комплексы в растительных клетках. Ионы ТМ оказывают повреждающее действие как на транспортные системы растения, так и на внутриклеточные процессы, приводящее к изменению общего метаболитного и ионного статуса растения. Нами была исследована зависимость воздействия экзогенного внесения Cd на метаболитный и ионный состав растений амаранта от уровня кислотности среды (рН 4 или 6,9) и присутствия хелатора (цитрата) в опытном растворе, содержащем KNO_3 . Было показано, что в отсутствие хелатирующего агента увеличение рН до нейтрального значения повышало аккумуляцию Cd в корнях, но снижало перенос Cd в побег. В присутствии же хелатора цитрата аккумуляция Cd как в растении в целом, так и в корнях снижалась, особенно на фоне рН 6,9 (в 3 раза), что позволяет предположить эффективность хелатирования кадмия цитратом и ограничения, таким образом, его поступления в растения амаранта. При этом прирост надземной биомассы в присутствии Cd был лишь незначительно меньше по сравнению с вариантом без ТМ, тогда как подземной — снижался практически в 2 раза независимо от наличия/отсутствия хелатора в среде. Добавление в раствор Cd приводило к снижению аккумуляции K и Mg, особенно драматичному в корнях (до 8 раз), тогда как уровень Ca, напротив, в корнях несколько увеличивался на фоне Cd, особенно при нейтральном рН в присутствии хелатора (цитрата), что согласуется с представлениями о конкурентных отношениях Ca/Cd при поступлении в растения. При этом закисление среды не изменяло тенденции накопления ионов в органах растений амаранта. Экзогенный Cd оказывал влияние и соотношение органических компонент в органах растения. Содержание водорастворимого оксалата снижалось (в 2 раза) под действием Cd (сходный эффект оказывало рН 4). Уровни других органических кислот – сукцината и малата – в листе увеличивались при закислении среды, а внесение Cd, особенно в сочетании с хелатором, тормозило их аккумуляцию. В то же время в корнях на фоне внесения в среду Cd в сочетании с хелатором наблюдалось резкое (в 7 раз) снижение содержания этих кислот. На накопление сахарозы в листе закисление среды и добавление Cd в среду оказывало сходное действие, приводя к ее аккумуляции в листовой пластинке, тогда как внесение хелатора полностью снимало этот эффект.

РАЗРАБОТКА ГЕНЕТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ПСЕВДО-ФИТОХЕЛАТИНОВОГО ГЕНА ДЛЯ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Постригань Б.Н., Князев А.В., Вершинина З.Р., Чемерис А.В.

Учреждение Российской академии наук Институт биохимии и генетики уфимского научного центра РАН; пр. Октября 71, 450054 Уфа, тел.: (347)2356088, факс: (347)2356088

E-mail: postrigan@bk.ru (Постриганю Б.Н.)

Одной из наиболее актуальных проблем нескольких последних десятилетий является неизбежно нарастающее техногенное загрязнение окружающей среды, в частности, тяжелыми металлами. Однако общепринятые технологии рекультивации земель требуют больших капиталовложений, малоприменимы в городских условиях и могут сопровождаться возникновением нежелательных побочных эффектов. В связи с этим, для очистки и стабилизации загрязненных участков наиболее привлекательным выглядит применение растений-гипераккумуляторов, или так называемая «фиторемедиация». За связывание тяжелых металлов в растениях отвечают, помимо других механизмов, специальные пептиды – металлотионеины и фитохелатины. Наибольший интерес представляют короткие ферментативно синтезируемые, цистеин богатые пептиды – фитохелатины с общей структурой $[\gamma\text{-Glu(Cys)}]_n\text{-Gly}$, где $n = 2\text{—}11$. При создании растений, пригодных для использования в фиторемедиации, видится перспективным использование синтетических “псевдофитохелатиновых” генов, непосредственно кодирующих фитохелатин с несколько измененной структурой, характеризующейся отсутствием γ -пептидной связи глутамина в силу матричной природы их синтеза. Это возможно благодаря тому, что в фитохелатинах основную нагрузку по связыванию тяжелых металлов выполняют мотивы $\gamma\text{-Glu-Cys}$ через комплексообразование. В рамках стратегии по созданию трансгенных растений, пригодных для использования в фиторемедиации загрязненных тяжелыми металлами почв сконструирован *de novo* и клонирован синтетический псевдофитохелатиновый ген, кодирующий аналог фитохелатина с формулой $\text{Met(GluCys)}_6\text{Gly}$. Этот пептид, в отличие от природных фитохелатинов, продуцирующихся ферментативно, способен синтезироваться матричным путем. Создана генно-инженерная конструкция на основе бинарного вектора pCAMBIA 1305.1, несущего исследуемый ген под управлением вирусного конститутивного 35S промотора. Получены модельные трансгенные растения табака, в которых такая конструкция при экспрессии псевдофитохелатинового гена обуславливала дополнительную устойчивость при воздействии кадмия в концентрациях до 200 мкМ относительно нетрансгенного контроля.

СУКЦЕССИЯ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ОПАДА ЛИПЫ (*Tilia cordata* Mill.) В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ

Потребич В.В., Иванова А.Е.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова; 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12; тел.: +7(495)939-3586, факс: +7(495)939-0989

E-mail: leroffka@mail.ru (Потребич В.В.)

В почвах урбанизированных территорий складываются весьма специфические условия для формирования целлюлозолитических микробных сообществ, играющих важную роль в лесных биогеоценозах. Это обусловлено свойствами самих городских почв и также особенностям эксплуатации городских территорий (вывозом листового опада, подсыпкой торфокомпостных смесей). Целью данной работы была характеристика сукцессии культивируемых микроскопических грибов при разложении опада липы в городской и зональной почвах в условиях мегаполиса г. Москвы. Объекты исследования расположены в г. Москве (Тушино): ненарушенная дерново-подзолистая почва лесопарка Алешкинский и урбанозем в жилом квартале 40-летнего возраста застройки. Анализ проводили методом изоляции опада. В верхние горизонты почв в ноябре 2009 г. (по окончании листопадного периода) был помещен нестерильный опад липы в мешках с диаметром пор 2 и 0,1 мм. Отбор проб осуществляли в течение 2 лет посезонно. Анализировали потерю массы листьев, состав и структуру грибных сообществ с поверхности разлагающегося опада методом отпечатков, а также из интактной зоны (прилегающей к опаду 0,5 см) и из верхних горизонтов почв методом посева почвенных разведений на питательные среды (Чапека, Гетчинсона). Интенсивность деструкции опада была выше в лесопарке, чем в урбаноземе. В почве лесопарка разложение только за первый год составило до 60% в варианте без участия животных и почти полностью опад разложился в мешках с крупными порами. В урбаноземе потеря массы происходила в 1,5 раза медленнее, в варианте без участия животных за первый год составила 40%, к концу второго года – 60%. Наиболее интенсивно разложение происходило в весенний период. Анализ сукцессии микроскопических грибов при разложении опада липы показал, что при одномоментных анализах в разные сезоны в урбаноземе на опаде выделяли значительно меньшее видовое богатство, чем в почве лесопарка. Подобные однократные анализы могут привести к ошибочному заключению о деградациии целлюлозолитических грибов в городской почве. Но в ходе сукцессии в урбаноземе был обнаружен сходный запас видов и пул целлюлозолитических грибов, характерный зональной дерново-подзолистой почве. Однако в урбаноземе сукцессия грибов при разложении опада липы отличалась резкой сезонной сменой видового состава и несколько иным составом сезонных доминантов по сравнению с почвой лесопарка, в которой сукцессионные изменения происходили постепенно. Эти отличия нивелировались летом, но оказались более выражены на поздних этапах разложения опада осенью, что подтверждено статистически с использованием кластерного анализа. Показано постепенное увеличение сходства комплексов целлюлозолитических грибов интактной зоны с грибами с поверхности опада в ходе сукцессии.

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА

Простокишина* Е.П., Козлов* Ю.П., Фейгин** А.А., Шульгин*** И.А.

* Российский Университет Дружбы Народов; ул. Миклухо-Маклая, д.6, 117198 г. Москва, тел.:(495)4345300

** 1586 Окружной военный госпиталь Министерства обороны РФ, г. Москва

*** Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова; Ленинские горы, ГСП-1, 119991, г. Москва, тел.: (495)9392942

E-mail: ufarin@yandex.ru (Шульгину И.А.)

В целях биоэкологического мониторинга техногенной среды Московского мегаполиса может изучаться изменчивость ряда морфофизиологических признаков листьев и, в том числе, их пигментный аппарат, ростовые параметры, расчлененность и зазубренность краев пластинки на половинках листа и т.д. В нашей работе анализировали биоиндикатор – листья крапивы (*Urtica dioica* L.), произрастающей в экологически разных условиях (в условно чистом лесном массиве Подмосковья и на загрязненном участке рядом с автотрассой Москвы). Отбирали визуально асимметричные по форме листья и измеряли ширину половинок листа и количество на них зубцов. Рассматривалось так же содержание зеленых и желтых пигментов, их форм и соотношений как в целом листе, так и его половинках. Установлено, что листья растений у автотрассы были более узкими, с меньшим содержанием пигментов. В обоих случаях из общего числа отобранных листьев доля симметричных по ширине их половинок варьировала от 30 до 40%, причем доля асимметричных листьев была больше в «грязном» районе. При этом доля листьев с различным количеством зубцов на половинках листьев в обоих районах была одинаковой (64%) и асимметрия была связана с увеличением количества зубцов (на 1-3) на правой половине листа, а левые половинки листа были шире, причем в районе шоссе степень асимметрии выражена сильнее. Подчеркивается, что анализ морфофизиологического строения листьев представляет значимый интерес как непосредственно для физиологии растений, экологии, ботаники, так и для экологического мониторинга состояния условий произрастания растений в техногенной и естественной среде. Отмечается, что анализ структур листа представляет собой зрительно-напряженную работу, способную влиять на функциональное состояние зрительной системы. В этой связи у студентов с нормальным зрением исследовали абсолютную аккомодацию (АА) и пространственно-контрастную чувствительность (ПКЧ) до начала работы и после нее (через 1 акад. час). Выявлено, что у одних из студентов при работе с листьями показатели АА и ПКЧ не изменялись, у других изменялась только АА, тогда как у третьих изменялась АА и снижалась величина ПКЧ. Эти изменения свидетельствовали о снижении функциональных возможностей зрительной системы (т.е. об утомлении) всего лишь после часа работы, что необходимо учитывать в методиках проведения подобных учебных и научно-исследовательских работ в современной зрительно-техногенной среде мегаполисов.

НЕКОТОРЫЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРУГОВОРОТА АЗОТА В ПОЧВАХ ГОРОДА САМАРЫ В СВЯЗИ С ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Прохорова Н.В., Овчинникова Т.А., Морозова Н.А.

Самарский государственный университет, ул. акад. Павлова 1, 443011 Самара
тел.: 8 (846) 3345443

E-mail: ecology@ssu.samara.ru (Прохоровой Н.В.)

В настоящей работе исследовали индикационные возможности азотобактера в связи с загрязнением почв тяжелыми металлами (ТМ), а также оценивали взаимосвязь его активности с содержанием в почвах основных форм азота. Отбор почвенных проб проводился трижды в течение лета 2008 года (июнь, июль, август) на территории города Самары в пределах санитарно-защитных зон крупных промышленных предприятий и соответствующих им по положению на территории города парков (4 + 4 пробные площади). Физико-химическое состояние исследуемых почв оценивали по содержанию органического углерода и рН. Выделение из них азотобактера проводили методом почвенных комочков на безазотистой среде Эшби. Общее состояние азотобактера оценивали по показателям относительной численности (процент обрастания почвенных комочков). Об активности бактерий судили по диаметру колоний и интенсивности их пигментации на 7-ые сутки инкубации. Определение нитратов осуществляли методом Гранваль-Ляжу, нитритов – с использованием реактива Грисса. Количественное определение кислоторастворимых форм ТМ в почве проводилось атомно-абсорбционным методом. В целом соотношение концентраций ТМ в изучаемых почвах отражал следующий элементный ряд: $Zn > Cu > Pb > Ni > Cr > Cd$. Ни в одной из исследуемых почвенных проб их содержание не превосходило ПДК и ОДК. Достоверно более высокими были уровни аккумуляции ТМ в почвах некоторых промышленных зон. Для почв рекреационных зон были характерны более низкие значения рН (6,9-7,9) и более высокое содержание органического углерода (2,55% - 3,38%). Для почв промышленных зон значение рН колебалось от 7,3 до 8,3, а содержание органического углерода – от 2,2 до 2,8%. Анализ микробиологических характеристик колоний азотобактера показал, что в почвах промышленных зон города его относительная численность была более низкой и в период исследований варьировала от 0 до 27%. В почвах парковых зон этот показатель изменялся от 0 до 100%. Во всех исследуемых почвенных образцах из промышленных зон было отмечено снижение численности азотобактера от июня к августу. В почвах рекреационных зон содержание азотобактера оставалось высоким на протяжении всего летнего периода. Максимальный диаметр колоний и максимальная интенсивность их пигментации были установлены для почвенных образцов с максимальной численностью микроорганизмов. Азотобактер проявил достоверную и высокую положительную корреляцию с содержанием гумуса ($r=0.71$), а так же с содержанием нитратов и нитритов ($r=0,7$ и $0,65$ соответственно), однако значимых корреляций относительной численности азотобактера с содержанием ТМ в почвах разных функциональных зон города Самары не обнаружено.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРЕСС-САЛАТА (*Lepidium sativum*) КАК ТЕСТОВОГО ОБЪЕКТА ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НАЛИЧИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ

Радченко И.В., Осипов В.А., Смуров А.В.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, биологический факультет, Ленинские горы д. 1, стр. 12., Москва, 119991

E-mail: IVManakova@rambler.ru (И.В. Радченко)

Как известно, изменения внешних условий среды инициируют практически мгновенную реакцию живых организмов на уровне биофизических, биохимических и физиологических процессов. Эти процессы предшествуют, являются пусковыми механизмами, тех или иных морфологических изменений на уровне клетки, органа и всего организма. Выявление наличия и степени интенсивности реакции живых организмов на уровне биофизических, биохимических и физиологических процессов служит основой экспресс диагностики качества среды, позволяющей обнаруживать появление негативных факторов практически в режиме “on line”, и в том же режиме оценивать потенциальные, отстоящие во времени, риски морфологических изменений или, даже гибели.

Достаточно часто для токсикологической оценки окружающей среды в качестве тест объекта используется кресс-салат (*Lepidium sativum*), обладающий вышеперечисленными свойствами. Нами для экспресс оценки устойчивости растений к потенциально неблагоприятным факторам городских экосистем в работе использован метод флуоресценции хлорофилла.

В 6 горшках одновременно были высажены семена кресс-салата сорта «Курлед» («Johnsons», Великобритания). Для посадки тестовых образцов использовали универсальный нейтральный почвогрунт «Огородник» Через 14 дней после прорастания опытные растения однократно были политы суспензией талого снега с примесями солей нефтепродуктов и антигололедных реагентов. Отбор снега проводили в придорожной полосе на пересечении Севастопольского и Балаклавского проспектов в январе 2011 года.

При воздействии на кресс-салат потенциальных токсикантов, содержащихся в талой воде, мы наблюдали экспоненциальные изменения параметров флуоресценции: снижение квантового выхода фотохимического превращения световой энергии в фотосинтезе и снижение относительной скорости нециклического электронного транспорта.

Таким образом, кресс-салат, можно рекомендовать в качестве типового объекта для биотестирования и биоиндикации. Биоиндикационными морфологическими реакциями растения на загрязнение почвы является изменение окраски листьев (появление хлорозов, желтая или бурая окраска), различные формы некрозов, преждевременное увядание и гибель, которые экспрессно (через несколько часов, после внесения токсикантов в почву) можно достоверно прогнозировать с использованием флуориметрических методов биотестирования.

ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТЕНИЙ РАПСА (*Brassica napus* L.) ГЕНОМ ТРАНСФАКТОРНОГО БЕЛКА OSMYB4 ПОВЫШАЕТ УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Ралдугина* Г.Н., Марей** М.М., Шумкова* Г.А., Радионов* Н.В.

* Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: (499)2318302, факс: (499)9778018

** Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая 6, 117198 Москва

E-mail: galina@ippras.ru (Ралдугиной Г.Н.)

Загрязнение почв токсическими металлами растет быстрыми темпами и токсичность тяжелых металлов (ТМ) представляет большую проблему для экологии, особенно эта проблема актуальна для больших городов, т.к. использование тяжелых металлов ограничено, как правило, городами и пригородными областями. Поэтому поиск или создание растений, которые накапливают и выводят ТМ из почвы, является очень актуальной проблемой. В ИФР РАН были получены трансгенные растения рапса (*Brassica napus* L.), содержащие ген трансфакторного белка Osmyb4. Было показано, что такие трансгенные растения устойчивы к действию низких температур, выдерживая понижение температуры до -7°C . Было сделано предположение, что эти растения будут также устойчивы и к токсическому действию ТМ. Трансгенные растения первого и второго поколения, экспрессировавшие трансген, были размножены черенкованием и выращены в условиях гидропоники на среде Хоагланда. После образования растениями 4-5 листьев к среде добавляли повышенные концентрации CuSO_4 (от 50 до 150 мкМ) и ZnSO_4 (от 1000 до 3000 мкМ). В качестве контроля использовали нетрансформированные растения, полученные через культуру тканей. Через 15 суток определяли биомассу растений, их оводненность и содержание в них ионов металлов. Результаты исследования показали что трансгенные растения рапса обнаруживали меньшую (в 1,5 раза) степень ингибирования накопления сырой биомассы на среде, содержащей повышенные концентрации CuSO_4 и в 1,3 раза меньше при действии ZnSO_4 по сравнению с нетрансформированными формами, что свидетельствует в пользу их более высокой устойчивости к ТМ. Исследование содержания меди в листьях показали, что хотя Cu^{2+} накапливались в небольших количествах примерно одинаково в трансгенах и в контролях, однако трансгенные растения выживали при высоких концентрациях CuSO_4 , при которых контрольные растения погибали. На среде с высоким содержанием ZnSO_4 обе линии растений накапливали Zn^{2+} в больших количествах в надземных органах, однако в связи с большим накоплением биомассы трансгенными растениями общее содержание металла в каждом растении было выше. Это свойство делает трансгенные растения лучшими гипераккумуляторами Zn.

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ЭКСПРЕССИИ АБК-ЗАВИСИМЫХ ГЕНОВ У ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ КАДМИЯ И НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Репкина Н.С., Таланова В.В., Топчиева Л.В., Титов А. Ф.

Учреждение РАН Институт биологии Карельского научного центра, Петрозаводск
185910, Ул. Пушкинская 11

E-mail: ntr9@ya.ru

В естественных условиях, как правило, на растения оказывают влияние сразу несколько неблагоприятных факторов среды как природного, так и техногенного происхождения (например, тяжелые металлы и низкие температуры). Известно, что в механизмах устойчивости растений к действию низких температур участвуют АБК-зависимые гены, однако сведения относительно их участия в ответных реакциях на действие тяжелых металлов практически отсутствуют. Учитывая это, нами изучено изменение уровня экспрессии генов *Wrab15* и *Wrab18* при действии одного из наиболее токсичных тяжелых металлов – кадмия и низкой закалывающей температуры.

Эксперименты проводили в камерах искусственного климата на семидневных проростках пшеницы (*Triticum aestivum* L.), которые в течение 7 суток подвергали действию сернокислого кадмия (100 мкМ) и низкой температуры (+4°C) при постоянных других условиях. Уровень экспрессии генов, кодирующих белки *Wrab15* и *Wrab18* в листьях, анализировали методом ПЦР в режиме реального времени на приборе iCycler с оптической приставкой iQ5 («Bio-Rad», США).

В ходе исследований установлено, что при кратковременном воздействии низкой температуры (1-5 ч) уровень экспрессии генов *Wrab15* и *Wrab18* не изменялся. Через 1 сутки происходит значительное повышение (в 10 раз) уровня экспрессии указанных генов, сохраняющееся и при 2-3 суточном действии холода. При продолжительном воздействии наблюдается слабое снижение по сравнению с максимумом уровня экспрессии как гена *Wrab15*, так и гена *Wrab18*. В случае кратковременного воздействия (1-5 ч) кадмия на проростки изменения уровня экспрессии этих генов также, как и при действии холода не наблюдалось. При увеличении продолжительности воздействия до 1 суток происходит рост экспрессии этих генов. В дальнейшем с увеличением времени воздействия (2 – 6 сут) усиление экспрессии генов продолжается и достигает максимального значения на 7 сутки.

На основании полученных данных об усилении экспрессии генов *Wrab15* и *Wrab18* в листьях проростков пшеницы под влиянием низких температур и кадмия можно предположить их участие в защитных реакциях растений на действие этих стресс-факторов.

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ СВИНЦА И ЦИНКА В ПОЧВАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Роньжина Е.С.

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,
Советский проспект, 1, 236000 г. Калининград, тел.: (4012)210847, факс: (4012)916846

E-mail: ron-box@mail.ru

Особое положение Калининградской области, ее расположение в центре Европы, привело к прогрессивному ухудшению экологической обстановки в регионе. Особенно четко регистрируется загрязнение ее территории тяжелыми металлами. Из них к первому классу опасности относятся свинец и цинк. Эти тяжелые металлы, несмотря на облегченный гранулометрический состав и промывной водный режим почв Калининградской области аккумулируются в поверхностном 10-ти сантиметровом горизонте почв.

Проведена оценка вклада основных источников загрязнения воздушной среды, почв и воды свинцом в Калининградской области:

- На долю автомобильного, морского и железнодорожного транспорта приходится порядка 75% выбросов тяжелых металлов;
- Доля выбросов тяжелых металлов стационарными промышленными предприятиями и коммунальными службами составляет около 15%;
- На трансграничный перенос тяжелых металлов западными, северо-западными и юго-западными ветрами из Скандинавии и Польши приходится примерно 10%.

Проведен многолетний мониторинг уровня свинца в почвах и дикорастущих растениях Калининградской области. Полученные результаты свидетельствуют:

- Уровень загрязнения почв Калининградского региона свинцом и цинком можно оценить как очень высокий, особенно в непосредственной близости (в 0-300 м полосе) от основных городских и пригородных транспортных магистралей.
- Аномальная зона выделяется на северо-востоке г. Калининграда, где уровень свинца достигает 1000 мг/кг абсолютно сухой почвы. Наиболее благоприятные условия сложились в южной части г. Калининграда, где содержание тяжелых металлов в почвах приближается к фоновым значениям.
- За каждые два года уровень свинца и цинка в почвах Калининградской области увеличивается в 1.5-2.0 раза.
- Содержание свинца и цинка в растениях, отобранных в экологически неблагополучных зонах Калининградского региона, также указывает на чрезвычайное загрязнение этих территорий. Накопление этих металлов в различных органах растений коррелирует с очень высокими значениями их концентрации в почвах (например, в листьях *Tilia cordata* Mill., листьях злаков содержание свинца находилось на уровне 75-110 мг/кг).

В целом, проведенные исследования показали высокую степень загрязнения почв Калининградского региона свинцом и цинком. Растения являются первым звеном, поглощающим и аккумулирующим токсиканты в условиях городской среды.

СОСТАВ И ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ЯКУТСКА

Сабарайкина С.М.*, Солдатова В.Ю.**

* Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН; пр. Ленина 41, 677007 Республика Саха (Якутия), г. Якутск, тел.: (411)2336663, факс (411)2335812

** Северо-Восточный Федеральный Университет им. М.К. Аммосова; ул. Кулаковского 48, 677017 Республика Саха (Якутия), г. Якутск, тел.: (411) 2496980

E-mail: sabaraikina@mail.ru (Сабарайкиной С.М.)

Зелёные насаждения являются одной из главных составляющих архитектурного ландшафта любого города.

Цель настоящей работы – выявление состава и особенностей жизнедеятельности древесных растений зеленых насаждений г. Якутска. Задачи исследования: 1) проведение инвентаризации и составление списка видов, используемых в озеленении; 2) проведение таксономического, географического, экологического анализов, анализа жизненных форм и распространения видов по территории города; 3) оценка жизненного состояния и выявление основных лимитирующих факторов роста и развития растений в условиях города.

1. В г. Якутске произрастают 20 видов древесно-кустарниковых растений, относящихся к 13 родам и 6 семействам. Наиболее широко представлены виды семейств *Salicaceae*, *Betulaceae*, *Pinaceae*.

2. Только 6 видов встречаются на территории города «очень часто» и «часто», составляя основу зеленых насаждений (80% по количеству особей). По числу видов преобладают кустарники – 60%.

3. В озеленении города использованы местные виды (85%), инорайонные культуры встречаются редко (15% – карагана древовидная, яблоня ягодная).

4. Экологические особенности дендрофлоры определяются мезофитами (80%), в меньшей степени (15%) мезоксерофитами и (5%) мезотрофами. Зимостойкими являются все виды.

5. По данным оценки жизненного состояния 55% обследованных древесных насаждений оцениваются как «здоровые».

6. В результате оценки антропогенного рода воздействий территория г. Якутска характеризуется наиболее резкими нарушениями в центральной части, а на окраинах и в рекреационной зоне состояние среды более благополучное. На показатель флуктуирующей асимметрии в городской среде огромное влияние имеет насыщенность транспортной нагрузки; расстояние от источника загрязнения; открытость и защищенность участка, а также уровень качества дороги. В частности, на территории г. Якутска наблюдаются высокие корреляционные связи между показателями пыли, оксида углерода и ФА, в зоне автотрасс.

АДАПТАЦИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ К ПОВЫШЕННОМУ СОДЕРЖАНИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СРЕДЕ

Савочкин Ю.В., Иванов Ю.В.

Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: (499)2318359, факс: (499)9778018

E-mail: savochkinmail@mail.ru (Савочкину Ю.В.)

В условиях современных мегаполисов основными источниками поступления соединений тяжелых металлов в окружающую среду являются городской автотранспорт, а также предприятия тяжелой промышленности, располагающиеся как в черте города, так и в близлежащих районах. Из-за очень высокой стабильности тяжёлых металлов и продолжающейся эмиссии в биосферу, они представляют серьёзную угрозу для экологической безопасности городов. В связи с этим изучение особенностей их влияния на компоненты городских зеленых насаждений с целью прогнозирования состояния и недопущения их деградации является весьма актуальным.

Среди тяжёлых металлов для настоящего исследования выбраны цинк ($ZnSO_4$) и свинец ($Pb(CH_3COO)_2$), относящиеся, соответственно, к группам эссенциальных и неэссенциальных элементов.

Семена сосны после поверхностной стерилизации высевали в подготовленные камеры на подложку из стерильного хлопка. Проращивали в дистиллированной воде с содержанием $ZnSO_4$ 1,26/100 мкМ (контроль/опыт) и 0/100 мкМ $Pb(CH_3COO)_2$, соответственно. Сеянцы выращивали 6 недель в условиях фитотрона (16 ч световой день) на питательной среде с соответствующим содержанием цинка и свинца.

Общий размер сеянцев (от кончика главного корня до кончика первичной хвои) снижался при действии цинка на 16,1%, а при действии свинца на 39,2%. Потеря темпов накопления биомассы сеянцев в этих же условия составляла 12,7 и 30,7% для цинка и свинца соответственно. Морфометрический анализ показал, что наиболее чувствительным органом к действию тяжёлых металлов, в обоих вариантах опыта, оказалась корневая система сеянцев. Цинк ингибировал прирост главного корня на 21,8%, а свинец – на 50,2% по сравнению с контролем.

Следующим органом по чувствительности к тяжёлым металлам оказалась первичная хвоя сеянцев. Её прирост при действии цинка снижался на 10,5%, а при действии свинца – на 6,3%. Установлена чёткая взаимосвязь между токсическим действием исследуемых металлов и размерами семядолей и стволиков сеянцев. Так, цинк ингибировал прирост стволиков в длину лишь на 0,9%, в то время как свинец – на 8,2%, а семядолей – на 2,1 и 9,7% соответственно.

Полученные данные об изменении биометрических параметров сеянцев при действии исследуемых металлов, свидетельствуют о более высокой токсичности свинца для сосны обыкновенной.

Таким образом, изучение особенностей и закономерностей развития растений в неблагоприятных условиях существования должно происходить с учётом определенного набора критических факторов и физиологических параметров.

ВЛИЯНИЕ РИБАВ-ЭКСТРА И ИОНОВ СВИНЦА НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ МЕМБРАН В РАСТЕНИЯХ ПШЕНИЦЫ И ФАСОЛИ

Сазанова К.А., Овечкина О.А., Башмаков Д.И., Лукаткин А.С.

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»,
ул. Большевистская 68, Саранск, 430005, тел. (8342)322507; факс: (8342)324554;

e-mail: krissaz@rambler.ru (Сазановой К.А.)

Согласно данным, опубликованным в “Mineral Commodity Summaries 2008”, мировая добыча свинца в последнее время стала устойчиво расти и вышла на максимальный с начала 1980-х гг. уровень 3,55 млн. т. Техногенное рассеивание этого металла происходит главным образом в крупных городах. Ареалы рассеяния Pb распространяются и на пригородные территории, где выращивают сельскохозяйственную продукцию.

Свинец не относится к эссенциальным элементам, но обнаруживается в каждом растении. Ионы Pb^{2+} индуцируют повышенное образование активированных форм кислорода, что на фоне изменения активности ферментов антиоксидантной защиты растений приводит к окислительному стрессу, который сопровождается разрушением клеточных мембран, увеличением их проницаемости и массовому выходу электролитов из клеток. В последнее время большое внимание уделяется природным регуляторам роста (РР), которые нетоксичны для растений и окружающей среды, в низких концентрациях повышают антистрессовую способность растений. Одним из них является препарат Рибав-Экстра – экстракт из микоризных грибов женьшеня, содержащий комплекс аминокислот и биологически активных веществ. В работе исследовали действие Рибав-Экстра и ионов свинца на проницаемость клеточных мембран листьев пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.). В предварительных экспериментах были выяснены наиболее эффективные концентрации Рибав-Экстра и длительность обработки семян для пшеницы ($10^{-4}\%$, 8 ч) и фасоли ($10^{-3}\%$, 1 ч). Обработанные РР семена (контроль замачивали в дистиллированной воде) проращивали при освещенности около 80 мкМ фотонов/ $m^2 \cdot c$, фотопериоде 16 ч., температуре 22-24°C на растворах, содержащих 10 мкМ или 1 мМ Pb^{2+} . Спустя 7 суток роста определяли выход электролитов из высечек листьев кондуктометрическим методом и рассчитывали коэффициенты повреждения клеточных мембран. Ионы Pb^{2+} вызвали увеличение выхода электролитов из листьев изученных растений и при 10 мкМ, и при 1 мМ. Предварительная обработка семян фасоли РР способствовала снижению выхода электролитов по отношению к контролю, тогда как у пшеницы вызывала повышение. Сравнение действия РР на фоне Pb^{2+} показало, что Рибав-Экстра способствовал стабилизации клеточных мембран, снижая выход электролитов из листьев фасоли при обеих концентрациях Pb^{2+} и из клеток листьев пшеницы – при субоптимальной концентрации Pb^{2+} . Таким образом, РР Рибав-Экстра частично снимал негативное действие ионов свинца на состояние клеточных мембран растений пшеницы и фасоли. На основании расчета коэффициентов повреждения можно сделать заключение, что более сильный эффект Рибав-Экстра оказал на растения фасоли.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.1.1/624).

ОТКЛИК ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПИРОФОСФАТОМ НАТРИЯ

Свинолупова* Л.С., Огородникова **, С.Ю.

* Вятский государственный гуманитарный университет; ул. Свободы 122, 610002 Киров, тел./факс: (8332)370277.

** Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; Коммунистическая 28, 167982 Сыктывкар,

E-mail: svetao_05@mail.ru (Огородниковой С.Ю.)

Химическое загрязнение окружающей среды является серьезной экологической проблемой. К числу загрязнителей техногенного происхождения относится пирофосфат натрия, который может появиться в окружающей среде в ходе работы предприятий по уничтожению химического оружия, применения фосфорсодержащих пестицидов и синтетических моющих средств. В полевом опыте изучали ответные биохимические реакции дикорастущих растений на действие пирофосфата натрия (ПФН). Надземную часть растений (подорожник большой и одуванчик лекарственный) однократно опрыскивали раствором ПФН (0,1 моль/л). Определяли интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), содержание антоцианов и пластидных пигментов в растительных тканях.

Отмечали сходные биохимические реакции разных видов растений на действие ПФН. Установлено, что ПФН вызывал активацию процессов перекисного окисления липидов в растительных тканях. В большей степени инициация ПОЛ отмечена в листьях дикорастущих растений в первые сутки опыта (в 3,5 раза для одуванчика, в 2,4 раза для подорожника). Наряду с интенсификацией процессов ПОЛ после обработки ПФН происходило снижение уровня хлорофиллов в листьях растений. Уменьшение содержания хлорофиллов, по-видимому, происходило в результате окислительной деструкции молекул. Также через 24 часа после обработки ПФН отмечали активацию процессов ПОЛ в корнях подорожника, что свидетельствует об активной транслокации токсиканта из надземных органов в корни.

В ответ на обработку ПФН происходило возрастание уровня антоцианов в листьях растений. В первые сутки опыта содержание антоцианов в листьях подорожника и одуванчика возрастало в 1,5 и 2,5 раза соответственно. Содержание каротиноидов в листьях опытных растений было близко к контролю.

На вторые сутки опыта отмечали восстановление уровня зеленых пигментов в листьях и снижение активности ПОЛ в тканях опытных растений до контрольного уровня. Вместе с тем происходило снижение концентрации антоцианов и каротиноидов, выполняющих роль низкомолекулярных антиоксидантов в растительных клетках.

Таким образом, однократная обработка растений ПФН индуцирует активацию про-/антиоксидантной системы растений, которая проявляется в накоплении низкомолекулярных антиоксидантов и активации процессов ПОЛ. Восстановление уровня зеленых пигментов в листьях на вторые сутки после обработки ПФН является результатом успешной работы антиоксидантной защиты дикорастущих растений. Активация окислительных процессов в корнях после обработки надземной части растений свидетельствует о системном действии ПФН.

АККУМУЛЯЦИЯ МЕТАЛЛОВ ЛИСТЬЯМИ И КОРНЯМИ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Сейдафаров Р.А.

МАОУ СОШ № 7, ул. Бульвар Мира 3, 452017 Республика Башкортостан, поселок Приютово, тел. (факс): 8(34786)72200

E-mail: sedafarov@yahoo.com (Сейдафарову Р.А.)

Город Стерлитамак является крупным промышленным центром Предуралья (более 300 тыс. т. загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу ежегодно) и характеризуется полиметаллическим типом загрязнения окружающей среды. В связи с этим актуальным является вопрос о способности листовых древесных растений, произрастающих в непосредственной близости от источников загрязнения, накапливать различные металлы в течение вегетации. Была изучена аккумулирующая способность листьев, скелетных (> 3 мм в диаметре) и полускелетных (1-3 мм в диаметре) корней липы мелколистной, произрастающей в черте города на расстоянии 3 км от источников техногенных выбросов (зона загрязнения). Для сравнения были выбраны древостои в 40 км от города (зона контроля). Листья собирались с модельных деревьев, корни отбирались до глубины 30 см. Также определялось содержание металлов в почве. Сбор фактического материала осуществлялся в конце каждого месяца вегетации. Установлено, что листья липы мелколистной способны накапливать в течение вегетационного периода следующие металлы: Cu (26,2 – 45,4 мг/кг), Pb (5,0 – 8,7 мг/кг), Zn (< 0,35 мг/кг), Mn (823,4 – 1301,6 мг/кг), Cr (2,0 – 45,2 мг/кг), Ni (98,0 – 110,2 мг/кг), Co (2,7 – 3,9 мг/кг), Cd (0,98 – 1,9 мг/кг). Концентрации указанных металлов в зоне контроля в среднем в 7-10 раз меньше, чем в зоне загрязнения. Содержание данных металлов в скелетных и полускелетных корнях липы мелколистной в зоне загрязнения следующее: Cu (53,8 – 74,4 мг/кг), Pb (1,0 – 2,3 мг/кг), Zn (< 0,20 мг/кг), Mn (1206,5 – 1598,7 мг/кг), Cr (12,4 – 21,5 мг/кг), Ni (32,6 – 44,8 мг/кг), Co (1,9 – 3,5 мг/кг), Cd (0,74– 1,4 мг/кг). В зоне контроля в корнях отмечены лишь следы меди, марганца, свинца и кобальта. Примечательно, что в течение вегетации концентрация меди и марганца в листьях существенно (на 30-40 %) уменьшается, в то время как их содержание в корнях увеличивается (на 25-30 %). По-видимому, возможно вести речь о миграции данных элементов из листьев в корни к концу вегетационного периода. В почве под насаждениями липы мелколистной в зоне загрязнения обнаружены следующие металлы: Co (24,5 – 30,0 мг/кг), Cu (33,1 – 42,5 мг/кг), Ni (117,1 – 205,9 мг/кг), Cr (120,8 – 168,0 мг/кг), Cd (0,32 – 1,2 мг/кг), Mn (1017,1 – 1275,4 мг/кг). К концу вегетации происходит некоторое уменьшение содержания в почве кобальта, меди, хрома и марганца. Вероятно, это связано с поглощением данных металлов поглощающими (< 1 мм в диаметре) корнями липы. В зоне контроля содержание указанных металлов в почве меньше в 8-11 раз. В целом можно отметить, что липа мелколистная характеризуется хорошей способностью аккумулировать металлы и может быть рекомендована в качестве вида, способного выполнять средостабилизирующую роль в промышленных центрах Предуралья с полиметаллическим загрязнением окружающей среды.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Сейдафаров Р.А., Сафиуллин Р.Р., Хамидуллин Ш.Ф., Гареева К.Ф.

МАОУ СОШ № 7, ул. Бульвар Мира 3, 452017 Республика Башкортостан, поселок Приютово, тел. (факс): 8(34786)72200

E-mail: sedafarov@yahoo.com (Сейдафарову Р.А.)

Были изучены эколого-биологические особенности липы мелколистной, березы повислой, тополя бальзамического и клена остролистного, произрастающих на территории промышленного поселка Приютово (смешанный тип загрязнения; более 100 тыс. т. выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ежегодно) Республики Башкортостан. В районе исследования были выбраны древостои указанных видов в непосредственной близости от источников загрязнения (200-700 метров) и в зоне контроля (25-30 км от источников загрязнения). Были исследованы различные параметры вегетативных органов.

У березы, липы и тополя наблюдается уменьшение площади листовой пластинки при усилении загрязнения: у березы – с 13,2 до 9,7 см²; у липы – с 39,1 до 29,8 см²; у тополя – с 30,9 до 20,2 см². У клена остролистного при усилении загрязнения площадь листа увеличивается: с 72,8 до 83,9 см². При усилении загрязнения наблюдается увеличение устьичного индекса березы повислой (с 185 до 375 шт./см²), липы мелколистной (с 163 до 412 шт./см²) и клена остролистного (с 123 до 234 шт./см²). Данная особенность может быть связана с тем, что при повышенном уровне Устьичный индекс тополя бальзамического при увеличении загрязнения уменьшается (с 313 до 224 шт./см²).

Проводящая система листьев исследованных видов характеризуется чувствительностью по отношению к увеличению степени промышленного загрязнения (уменьшение в среднем с 5 до 15 мм/мм²). Листья липы, березы и клена характеризуются высоким относительным содержанием воды (ОСВ). Данный параметр варьирует от 83,5 % до 96,5 % вне зависимости от изменения уровня загрязнения. У липы и березы отмечено усиление транспирации при увеличении загрязнения (в среднем с 210,5 до 403,6 мг/г сырого веса в час). У тополя и клена – уменьшение (с 242,5 до 93,2 мг/г).

Липа, береза и клен характеризуются увеличением корнено насыщенности почвы при увеличении загрязнения как в отношении массы (в среднем с 3256,3 до 9127,5 г/м²), так и в отношении длины корней (с 404579,0 до 975994,4 см/м²). Увеличение корнено насыщенности может являться защитной адаптационной реакцией, направленной на компенсацию повреждений надземных вегетативных органов и накопление токсикантов в скелетных корнях.

Таким образом, наиболее широкими адаптивными возможностями характеризуются береза повислая и клен остролистный. Данные виды могут быть рекомендованы для создания санитарно-защитных насаждений вблизи источников загрязнения в поселке Приютово.

МЕХАНИЗМЫ ГИПЕРАККУМУЛЯЦИИ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Серегин И.В., Кожевникова А.Д.

Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, ул. Ботаническая, 35, 127276; Москва. Тел.: (499)2318324. Факс: (495)9778018

E-mail: ecolab-ipp@yandex.ru

Растения делят на две основные группы: исключатели, накапливающие тяжелые металлы (ТМ) преимущественно в корнях, и аккумуляторы, накапливающие ТМ в побегах (из них известно около 450 видов гипераккумуляторов). Способность к гипераккумуляции определяется высокой эффективностью механизмов детоксикации, благодаря чему гипераккумуляторы устойчивы к ТМ. В процессе эволюции механизмы, определяющие устойчивость к ТМ, должны были возникнуть раньше, чем способность к гипераккумуляции. И эти свойства находятся под независимым генетическим контролем. Так, экотипы *Noccaea caerulescens* (ранее *Thlaspi caerulescens*) с неметаллоносных почв накапливают больше Zn, но менее устойчивы по сравнению с экотипами, произрастающими на каламиновых почвах. Для Ni такой закономерности не выявлено. гипераккумуляторы по сравнению с исключателями обладают: 1) повышенной скоростью поглощения ТМ из окружающей среды, что определяется конститутивно высокой экспрессией в корнях гипераккумуляторов генов транспортеров, например ZIP4; 2) эффективными механизмами детоксикации и изоляции ТМ в вакуолях клеток эпидермы листа, что согласуется с более высоким уровнем экспрессии гена, кодирующего тонопластный Zn^{2+}/H^{+} антипортер MTP1; 3) большей мобильностью ТМ по тканям корня в результате пониженного накопления ТМ в вакуолях клеток корня и отсутствия барьерных тканей, а также повышенной скоростью загрузки ТМ в ксилему. Важную роль в этом играют органические хелаторы: гистидин (для Ni, Zn) и никотианамин (для Ni). Предобработка гистидином стимулировала загрузку Ni и Zn в ксилему только у гипераккумулятора *Noccaea caerulescens*. Конститутивно повышенное содержание гистидина в корнях *N. caerulescens* и пониженное накопление ТМ в вакуолях клеток корня у *N. caerulescens* по сравнению с исключателем *Thlaspi arvense*, позволяет предположить, что образование комплекса Ni и Zn с гистидином предотвращает поступление ТМ в вакуоли клеток корня *N. caerulescens*. В загрузке ТМ в ксилему участвует АТФаза Р-типа НМА4, высокий уровень экспрессии генов которой достигается за счет увеличения их числа у гипераккумуляторов. Гистидин-зависимая загрузка ТМ в ксилему не универсальна у всех видов Brassicaceae. Содержание никотианамина и уровни транскрипции генов никотианаминсинтазы (*NAS2*, *NAS4*) у гипераккумуляторов выше по сравнению с исключателями. В загрузке и разгрузке комплексов никотианамина с Ni участвуют транспортеры YSL. Органические кислоты, фитохелатины и металлотионеины принимают участие в детоксикации ТМ, но не определяют способность растений к гипераккумуляции.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Гранта РФФИ 11-04-00513.

РЕГУЛЯЦИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ САЛАТА (*Lactuca sativa* L.) К УФ-А РАДИАЦИИ ПУТЕМ ПРЕДОБЛУЧЕНИЯ СВЕТОМ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН 550 – 730 НМ

Смирнов А.Ю., Любимов В.Ю., Шабнова Н.И., Креславский В.Д.

Институт фундаментальных проблем биологии РАН; ул. Институтская, 2, (142290) Пущино, тел.: (4967)733601, факс: (4967)330532

E-mail: smirnovarseniy@mail.ru (Смирнову А.Ю.)

Известно, что УФ излучение повреждает различные молекулы-мишени и системы ФА, особенно ФС2, прежде всего, такие компоненты как Q_A , Q_B , PQ и белок D1. С другой стороны, оно активизирует различные защитные системы, усиливает синтез фотозащитных соединений, поглощающих УФ, активность и синтез антиоксидантных ферментов, а также накопление низкомолекулярных антиоксидантов. Важную роль в фотозащите ФА от УФ-радиации и процессах фотореактивации может играть видимый свет низкой интенсивности, в частности, в красной области спектра. Изучено влияние облучения УФ-А и предоблучения светом разных длин волн низкой интенсивности (1 Вт м^{-2} и 1.5 Вт м^{-2}) в диапазоне 550-730 нм (зеленый свет, $\lambda_m = 550$, красный свет (КС), $\lambda_m = 625, 660$ и дальний красный свет (ДКС), $\lambda_m = 730$ нм; (время облучения 10 мин)) на пул фотосинтетических и УФ-А-поглощающих пигментов, фотосинтез и пероксидазную активность листьев 8-10-дневных проростков салата (*Lactuca sativa* L., сорт Берлинский). УФ-облучение приводило к снижению скорости фотосинтеза (Pn) и содержания хлорофилла (a+b) в листьях. Предоблучение КС в отличие от ДКС и зеленого света частично снимало эти эффекты, что может объясняться повышением антиоксидантной активности в листьях растений, предоблученных КС, и, соответственно, снижением содержания активных форм кислорода. Предоблучение ДКС (КС → ДКС), в свою очередь, снимало защитные эффекты КС от негативного действия УФ-радиации. Предполагается, что КС индуцирует устойчивость фотосинтетического аппарата к УФ-облучению путем повышения пероксидазной активности и пула УФ-поглощающих пигментов, а медиатором формирования защитных механизмов при действии УФ-радиации является активная форма фитохрома, вероятно фитохрома В, который действуя через сигнальные медиаторы, такие как Ca^{2+} и факторы транскрипции, индуцирует синтез различных защитных соединений, включая антиоксидантные ферменты и УФ-поглощающие пигменты. Учитывая, что на зеленом свете и на ДКС пул активной формы фитохрома минимален, закономерно отсутствие защитного эффекта от предоблучения растений светом этих длин волн.

ЭКЗОГЕННЫЙ ПУТРЕСЦИН ПОВЫШАЕТ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ *Atropa belladonna* L. ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МЕДЬЮ

Стеценко Л.А., Шевякова Н. И., Кузнецов Вл. В.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: (499)2318334, факс: (499)9778018

E-mail: larstet@mail.ru (Стеценко Л.А.)

Обработка растений веществами способными проникать в растения и образовывать подобно гистидину хелатные комплексы с тяжелыми металлами (ТМ) способствует транспорту металлов по растению и снижению их токсичности. Целью настоящей работы являлось изучение влияния экзогенного путресцина на аккумуляцию меди, оценка возможности использования растений *At. belladonna* в фиторемедиации.

Семена красавки проращивали в перлите, проростки переносили на водную среду Джонсона и выращивали в условиях фитотрона 14 недель (фаза бутонизации). Условия водной культуры позволили точно дозировать содержание сульфата меди (50 мкМ и 100 мкМ) и путресцина (0,25-5,0 мМ). В листьях верхушки побега за 24 ч действия 100 мкМ CuSO_4 содержание меди в среднем выросло с 4,2 до 7,0 мкг/г сухой массы. При совместном действии 100 мкМ CuSO_4 и 1 мМ Пут за тот же период наблюдали повышение содержания меди в листьях верхушки побега на 10 %, в цветках на 12 % и в стеблях на 34 % по сравнению с растениями, которые находились на среде 100 мкМ CuSO_4 . В следующей серии опытов использовали изолированные листья красавки как модель для исследования влияние экзогенного Пут на поступление меди в ткани листа. Черешками листья помещали в питательный раствор Джонсона, а в опытных вариантах в раствор вводили добавки 50 и 100 мкМ CuSO_4 или CuSO_4 совместно с 1 мМ Пут. Листья, выдержанные на питательной среде без добавок содержали 3,7 мкг Cu /г сухой массы, а листья экспонированные в среде 50 и 100 мкМ CuSO_4 содержали 7,5 мкг Cu /г сухой массы и 19 мкг Cu /г сухой массы соответственно. Добавление в среду 1 мМ Пут на фоне 50 мкМ CuSO_4 увеличило содержание меди в листьях до 20,2 мкг Cu /г сухой массы, а в присутствии 100 мкМ CuSO_4 – до 36,7 мкг Cu /г сухой массы.

Полученные данные свидетельствуют, что обработка растений *At. belladonna* экзогенным Пут повышала накопление меди в надземных органах на 10 – 30%, а в модельных опытах на изолированных листьях содержание меди увеличилось в 2-3 раза по сравнению с контролем. Можно предположить, что в местах локализации алкалоидов мог быть повышенный уровень ПА, предшественников их синтеза, а одновременное присутствие ПА (в частности Пут) и значительных количеств меди способствовало их взаимодействию (хелатированию), что облегчало условия транспорта металла по тканям листа.

Работа выполнена при поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований (№ 07-04-00995 и № 07-04-00241) и Программы Президиума РАН “Молекулярная и клеточная биология”.

ПРОЛИН ЗАЩИЩАЕТ РАСТЕНИЯ *Atropa belladonna* ОТ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СОЛЕЙ НИКЕЛЯ

Стеценко Л.А., Шевякова Н.И., Ракитин В.Ю., Кузнецов Вл.В.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: (499)2318334, факс: (499)9778018

E-mail: larstet@mail.ru (Стеценко Л.А.)

Растения *Atropa belladonna* L. выращивали в водной культуре и в возрасте 8 нед. в питательную среду однократно вносили NiCl₂ до конечных концентраций 0 (контроль), 50, 100, 150, 200, 250 и 300 мкМ. Через 4 суток действия хлористого никеля в растениях измеряли содержание воды, анализировали содержание пролина, Ni, Fe, свободных полиаминов (ПА), а также интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ). Добавление в среду 100–150 мкМ Ni приводило к значительному снижению прироста биомассы и содержания воды в тканях растений по сравнению с контролем; 200 мкМ Ni вызывал серьезные повреждения растений, еще совместимые с жизнеспособностью *A. belladonna*, тогда как концентрации Ni 250 и 300 мкМ оказались летальными. В надземной части растений наибольшее количество Ni аккумулировали листья верхушки побега, которые содержали 220 мкг Ni/г сухой массы при добавлении в среду 200 мкМ Ni; при этом в корнях содержание Ni достигало 1500 мкг/г сухой массы. Обработка растений экзогенным пролином в присутствии 200 мкМ Ni в среде ингибировала поступление этого элемента в ткани, увеличивала содержание железа в листьях и, особенно, в корнях, снижала интенсивность ПОЛ и стабилизировала водный статус листьев. При действии 200 мкМ Ni наблюдали некоторое снижение содержания свободного путресцина и увеличение уровней спермина и спермидина в листьях по сравнению с контролем. Токсическое действие никеля сопровождалось не только стимуляцией накопления высокомолекулярных ПА, но и их окислительной деградацией, что проявлялось в 14-кратном увеличении содержания 1,3-диаминопропана. Защитный эффект экзогенного пролина в условиях действия высоких концентраций никеля проявлялся в снижении интенсивности ПОЛ, в уменьшении дефицита железа и в торможении окислительной деградации ПА.

Работа выполнена при поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований (№ 07-04-00995 и № 07-04-00241) и Программы Президиума РАН “Молекулярная и клеточная биология”.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ КАЛЬЦИЯ В СРЕДЕ НА РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ *Trichoderma viride*, *Fusarium moniliforme* И *Aspergillus terreus*

Стручкова И.В., Безухова О.В.

Нижегородский государственный университет, г. Нижний Новгород
Тел: (831)465-20-40, Факс: (831)465-97-58

E-mail: bezuhova.olga@gmail.com (Безуховой О.В.)

В условиях современного мегаполиса широко используются кальцийсодержащие материалы. В физиологии грибов имеются устоявшиеся представления о необходимости Ca^{2+} в процессах апикального роста гиф мицелия, а также ветвлении. И при низком, и при очень высоком содержании экзогенного Ca^{2+} грибной мицелий способен расти и развиваться, но характер этого развития будет значительно изменяться в зависимости от концентрации Ca^{2+} , вида гриба и ряда других внешних и внутренних факторов. Так как деструктивная и ферментативная активность грибов тесно связана с их ростовыми и морфологическими характеристиками, представляло интерес исследовать, как различные концентрации кальция в среде будут изменять динамику роста, характер ветвления и прорастание спор микромицетов – биодеструкторов промышленных материалов. Перечисленные характеристики роста изучались для биодеструкторов *Trichoderma viride*, *Fusarium moniliforme* и *Aspergillus terreus* на агаризованных средах, содержащих $CaCl_2$ в концентрациях 0.025 – 5 г/л. Установлено, что высокие концентрации (2.5 г/л и 5г/л) ингибируют прорастание спор у всех исследуемых видов. У гриба *A. terreus* при этих концентрациях кальция на первый день происходит ингибирование, а со второго по пятый день – активация роста по сравнению с контролем. У *T. viride* и *F.moniliforme* подобная активация роста не зафиксирована. При низких концентрациях наблюдается активация прорастания спор и роста колонии в целом по сравнению с контролем для всех исследуемых видов грибов. При концентрации 0.5 г/л зафиксирована наибольшая частота ветвления для *A. terreus* и *T. viride*. У *T. viride* при концентрациях 2.5г/л и 5г/л наблюдается зонообразование – формирование чередующихся кольцевых зон с разной плотностью мицелия и разной интенсивностью секреции окрашенных экзометаболитов. Таким образом, показано, что образование зональности в колониях может быть обусловлено повышенным содержанием кальция в питательной среде. Формирование кольцевых зон связано с изменением режимов функционирования колонии, что имеет практический интерес с точки зрения биодеструкции материалов антропогенного происхождения.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КРУГЛОГОДИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ МЕГАПОЛИСОВ

Судаков В.Л., Аникина Л.М., Удалова О.Р., Желтов Ю.И.

Агрофизический НИИ РАСХН, Гражданский пр.14, Санкт-Петербург 195220, Тел. (812)5344565

E-mail: suvitaliy@yandex.ru (Судаков ВЛ)

Для снабжения населения мегаполисов экологически чистой овощной продукцией в условиях интенсивного техногенного загрязнения воды, воздуха и почвы, необходимо разрабатывать методы культивирования растений в наименьшей степени влияющие и практически независимые от состояния окружающей среды. На основе закономерностей и механизмов взаимодействия растений со средой обитания, в Агрофизическом НИИ разработаны технологии круглогодичного производства разнообразной растительной продукции методами светокультуры, исключающие ее загрязнение вредными для здоровья человека веществами, в том числе и солями тяжелых металлов. Экономическая эффективность разработанных технологий обеспечивается высоким качеством производимой продукции, рациональной организацией световой среды произрастания растений и эффективных почвозаменителей. Конструктивно комфортная среда произрастания растений реализуется выбором моделей и типов светотехнического оборудования с точки зрения их энергосберегающих эксплуатационных характеристик и применением малообъемных технологий выращивания растений. В осветительных блоках светустановок используются серийные лампы ДНаТ-600 с наивысшим соотношением световой поток – затрачиваемая мощность, рассчитанное световое поле обеспечивает равномерную облученность растений на протяжении всего периода вегетации. Малообъемные технологии с использованием верхового торфа со специальными добавками, в объеме 0,15 литра на растение, экологичны – торф по окончании цикла выращивания растений без всякой дополнительной обработки может использоваться как удобрение, какие – либо стоки отсутствуют. Созданные в Агрофизическом НИИ светустановки нового поколения и разработанные технологии обеспечивают двух – трехкратное сокращение сроков вегетации и высокую продуктивность овощных и других культур. Сроки вегетации томатов составляет ~ 80 – 90 суток от высадки семян, продуктивность при плотности посадки 20 растений на 1 м² ~ 20 кг/м², огурцов соответственно 80 – 90 суток, 12 растений на 1 м² и 30 кг/м². Содержание нитратов в продукции значительно ниже установленных уровней ПДК.

Использование разработанных в Агрофизическом НИИ светустановок и технологий ускоренного выращивания растений позволяет также проводить, моделируя различного рода антропологические и техногенные воздействия, широкий спектр исследований влияния отдельных физических и абиотических факторов на рост и развитие растений, для разработки экологически сбалансированных приемов управления продуктивностью сельскохозяйственных культур, их устойчивостью к стрессовым воздействиям.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЧАСТИЯ H^+ -САХАРОЗНОГО СИМПОРТЕРА В ФОРМИРОВАНИИ ВЫЗВАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СИГНАЛАМИ ИЗМЕНЕНИЙ ФОТОСИНТЕЗА И ТРАНСПОРТА АССИМИЛЯТОВ У ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Сухов В.С., Калинин В.А., Орлова О.В., Сурова Л.М., Шерстнева О.Н., Воденев В.А.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, пр. Гагарина 23, 603950, Нижний Новгород, тел.: (831)4656106, факс: (831)4623085

E-mail: vssuh@mail.ru (Сухову В.С.)

Электрические сигналы, представленные у растений потенциалом действия (ПД) и переменным потенциалом (ВП), играют важную роль в адаптации растений к действию природных и техногенных факторов. К развитию комплексного адаптивного ответа приводит широкий спектр функциональных изменений, включая изменения фотосинтетических процессов и транспорта ассимилятов по флоэме. Механизмы таких модификаций остаются в настоящее время недостаточно изученными и требуют как экспериментального, так и теоретического исследования. Целью настоящей работы стал теоретический анализ участия H^+ -сахарозного симпортера в развитии вызванных электрическими сигналами изменений фотосинтеза и транспорта ассимилятов.

Для теоретического анализа была использована математическая модель, описывающая систему из ситовидного элемента, клетки мезофилла и соединяющего их апопласта. Описание ситовидного элемента опиралась на ранее разработанную модель возбудимой клетки, у которой также учитывалось наличие H^+ -сахарозного симпортера в мембране. Клетку мезофилла упрощенно описывали как объем, в котором происходит синтез сахарозы в ходе фотосинтетических процессов и ее утилизация. При описании транспорта сахарозы из клетки мезофилла в ситовидный элемент учитывали только апопластный путь.

Показано, что предложенная модель описывала при имитации ПД снижение загрузки сахарозы во флоэму, причем время развития таких изменений было сопоставимо с длительностью формирования вызванного электрическими сигналами снижения транспорта ассимилятов в эксперименте. Изменения активности фотосинтетических процессов в этом случае не наблюдалось. При имитации ВП модель описывала как снижение загрузки сахарозы, так и инактивацию фотосинтаза, развивающуюся за время порядка 30 минут. Последний результат согласуется с показанной для некоторых растений медленной инактивацией фотосинтетических процессов, индуцированной электрическими сигналами.

В целом полученные результаты теоретически показывают возможность влияния ПД и ВП на процесс загрузки углеводов во флоэму и возможность развития медленной инактивации фотосинтеза вследствие этого процесса при ВП.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 11-04-97071-р_поволжье_а.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ГЛУТАТИОНПЕРОКСИДАЗЫ У ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ С РАЗЛИЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К АБИОТИЧЕСКОМУ СТРЕССУ

Сыщиков Д.В.

Криворожский ботанический сад НАН Украины; ул. Маршака 50, 50089 Кривой Рог, Украина, тел.: (+380564) 384922, факс: (+380564) 384803

E-mail: 2007dmitry@rambler.ru

В процессах защиты растительной клетки при стрессовом воздействии абиотических факторов активное участие принимает глутатионзависимая антиоксидантная система. Ее ферментам принадлежит важная роль в процессах обрыва цепей свободнорадикальных реакций. Несмотря на широкий спектр исследований в этой области, на сегодня вопросы раскрытия механизмов формирования адаптаций растений остаются недостаточно изученными. К их числу относится и выяснение роли антиоксидантных ферментов в обеспечении толерантности к стрессовому воздействию тяжелых металлов.

Объектами исследований были проростки кукурузы гибридов Премия и Днепровский, которые выращивались в виде водных культур на дистиллированной воде, содержащей ионы Cd^{2+} в концентрации 40 мг/л. Активность глутатионпероксидазы (ГПО) определялась по методу С.М.Гуревича в неочищенных гомогенатах и после солевого фракционирования. Экспериментальные данные позволяют констатировать, что у проростков обоих гибридов преимущественная часть активности сосредоточена в корневой системе. Так, у гибрида Премия интенсивность функционирования фермента в листьях в 2,5 и 2,2 раза меньше чем в корнях (в контроле и при внесении Cd соответственно). У гибрида Днепровский эта тенденция более выражена, о чем свидетельствует существенная разница между значениями активности ГПО в листьях и корнях, в 3,2 и 2,9 раза без внесения в среду Cd и в его присутствии соответственно. Проведенные исследования также свидетельствуют, что при влиянии Cd активность ГПО возрастала только в вегетативных органах толерантного гибрида Днепровский. Так, в листьях проростков интенсивность функционирования фермента при действии Cd увеличивалась на 27%, а в корнях – на 15%. У растений неустойчивого гибрида Премия активность ГПО при Cd стрессе уменьшалась на 20 и 30% в листьях и корневой системе соответственно. Анализ данных энзиматической активности ГПО в вегетативных органах различных по устойчивости гибридов не позволил выявить существенных отличий в распределении ферментативной активности между листьями и корневой системой в сравнении с аналогичными вариантами опытов без солевого фракционирования. Так, более интенсивно ферментативная система функционирует в корнях проростков как неустойчивого гибрида Премия, так и толерантного. Полученные данные также свидетельствуют, что активация ГПО при действии Cd наблюдается только у проростков более устойчивого гибрида.

Таким образом, у проростков кукурузы преимущественная доля активности ГПО сосредоточена в корневой системе, а активация ее функционирования при действии ионов Cd наблюдается только у металлоторолерантного гибрида Днепровский.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕГАПОЛИСОВ: РЕСУРСЫ БИБЛИОТЕКИ РАН

Тараховская* Е.Р., Панова** А.В.

* Санкт-Петербургский государственный университет; Университетская наб. 7/9, 199034 Санкт-Петербург, тел.: (812)3289695

** Библиотека РАН; Биржевая линия 1, 199034 Санкт-Петербург, тел.: (812)3282992

E-mail: elena.tarakhovskaya@gmail.com (Тараховской Е.Р.)

Информационное обеспечение является ключевым компонентом научных исследований. В связи с быстрым ростом количества печатных и электронных периодических изданий поиск, обобщение и анализ информации в области поставленной задачи нередко становится серьезной проблемой. Это напрямую касается исследований в области экологической безопасности, поскольку они совмещают в себе объекты, задачи и методики нескольких смежных отраслей науки. В настоящее время экологические исследования проводятся на стыке биологии, почвоведения, медицины, химии, физики, геологии и географии. Также, эти исследования связаны с социально-экономическими аспектами и вопросами технического прогресса. Многоплановостью данной проблемы объясняется появление в течение последних десятилетий большого количества баз данных (БД), посвященных различным аспектам экологической безопасности. Основным информационным ресурсом Библиотеки РАН, имеющим экологическую направленность, является БД «Вредные вещества в окружающей среде» (http://www.rasl.ru/e_resours/index.php#3). Объем базы в настоящее время составляет около 13 тыс. записей, и она постоянно пополняется. При отборе материала для включения в эту БД предпочтение отдается работам обзорного характера, а также работам, содержащим значительную степень новизны. Особенностью базы является более подробное описание экологической ситуации в Северо-Западном регионе РФ и близлежащих государствах. Экологическим проблемам мегаполисов и поискам путей их решения посвящена значительная часть БД (около 30% записей). Хорошо отражены такие вопросы как источники техногенного загрязнения, содержание, миграция и трансформация поллютантов разной химической природы в системе атмосфера-вода-почва-растение, проблемы фиторемедиации. Анализ информационного материала позволяет составить список отечественных и зарубежных периодических изданий и БД, предоставляющих наиболее полную и разностороннюю информацию об экологических проблемах крупных городов, в том числе и в аспекте физиологии растений. Список возглавляют такие издания как: “Environmental Monitoring and Assessment”, “Science of the Total Environment”, “Chemosphere”, “Water, Air and Soil Pollution”, “Journal of Environmental Protection and Ecology”, “Экология урбанизированных территорий”, “Безопасность жизнедеятельности”, “Почвоведение”, “Водные ресурсы”, “Гигиена и санитария”.

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА СТЕВИОЗИДА В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Тимофеева* О.А., Невмержицкая* Ю.Ю., Михайлов* А.Л., Стробыкина* А.С.,
Стробыкина** И.Ю.

* Казанский (Приволжский) федеральный университет; ул. Кремлевская, 18, 420008 Казань, тел.: (843)2337604, факс: (843)2337840

** Институт органической и физической химии КНЦ РАН; ул. Арбузова, 8, 420088 Казань, тел.: (843)2739365, факс: (843)2731872

E-mail: *Olga.Timofeeva@ksu.ru*

Цель работы состояла в выявлении протекторных свойств гиббереллиноподобного дитерпеноида стевиозида на растения озимой пшеницы при действии низких температур и тяжелых металлов. Объектом исследования служили проростки озимой пшеницы Мироновская 808. Показано, что CdSO_4 , CuSO_4 и ZnSO_4 ингибировали рост растений, активность лектинов клеточной стенки и увеличивали активность растворимых лектинов у озимой пшеницы. Высокая концентрация тяжелых металлов (1 мМ) оказывала большее токсическое действие на растения по сравнению с низкой (10 мкМ).

Стевиозид в концентрации 10^{-8} М стимулировал рост озимой пшеницы, увеличивал морозоустойчивость растений, повышал активность растворимых и снижал активность лектинов клеточной стенки.

В условиях выращивания растений на среде с тяжелыми металлами стевиозид (10^{-8} М) уменьшал эффект кадмия и цинка на рост растений и изменения активности лектинов, что свидетельствует о его протекторном действии на растения озимой пшеницы в условиях стресса, вызываемого этими тяжелыми металлами. При совместном действии стевиозида и CuSO_4 рост растений замедлялся в большей степени, чем при действии одного только CuSO_4 . Известно, что регуляторы роста могут проявлять протекторные свойства в условиях токсического действия ряда тяжелых металлов. С другой стороны, применение этих же соединений в условиях действия других тяжелых металлов может приводить к усилению накопления и/или токсического действия металлов на растения. Наблюдаемая в наших экспериментах модификация влияния тяжелых металлов на рост проростков озимой пшеницы после предобработки раствором стевиозида, по-видимому, обусловлена видом поллютанта и его химическими свойствами.

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ: НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ

Фазлиева Э.Р., Жуйкова Т.В.

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

E-mail: elvira_nt@list.ru (Фазлиевой Э.Р.)

Целью настоящей работы было – изучение особенностей накопления тяжелых металлов (ТМ) вегетативными органами подорожника большого (*Plantago major* L.), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.), донника белого (*Melilotus albus* M.) и изучение признаков антиоксидантной защиты. Для исследований было отобрано по 10 растений каждого вида из пяти природных популяций фоновых и техногенно нарушенных территорий. Суммарная токсическая нагрузка на почвы, оцененная по содержанию в них тяжелых металлов которых, изменялась от 1,0 до 22,78 отн. ед. В ходе исследования были установлены концентрации тяжелых металлов в подземных и надземных органах исследуемых видов. В среднем в подземных органах растений накапливается от 5 до 96 мкг/г меди, от 10 до 70 мкг/г цинка и 256 до 3300 мкг/г железа. В надземных частях растений концентрации исследуемых токсикантов варьируют в следующих пределах: 2 – 46 мкг/г (Cu), 8 – 50 мкг/г (Zn), 77 – 1870 мкг/г (Fe). Выявлена общая закономерность: с увеличением концентрации тяжелых металлов в почвах возрастает их содержание в подземных и надземных органах. Процессы накопления химических элементов в растительных органах и антиоксидантный статус рассмотрены на примере меди. Установлено, что по мере возрастания металла в почвах уменьшается коэффициент накопления (отношение концентрации Cu в корнях к ее содержанию в почве), что свидетельствует о наличии некоторого «корневого барьера», ограничивающего свободное поступление металла в подземные органы. При увеличении концентрации металлов в корнях содержание их в листьях либо возрастает, но не пропорционально росту концентраций соответствующих элементов в подземных органах, либо остается без изменения, о чем свидетельствуют коэффициенты перехода (отношение концентрации металла в надземных органах к его содержанию в подземных – КП) исследуемых металлов. Возможно, содержание химических элементов в надземной части растений контролируется процессами их транспорта из корневой системы, а основными механизмами защитывыступают физиолого-биохимические процессы в листьях растений. Физиологическую устойчивость растений оценили по изменению содержания низкомолекулярного антиоксиданта пролина и активности супероксиддисмутазы (СОД). Содержание пролина и активность СОД у растений зависела от величины антропогенного воздействия. У *M. albus* и *P. major* активность СОД из фоновой популяции была низкая и возрастала в буферных и импактных зонах почти в 5 раз, у *Tr. officinale* – в 2 раза. Содержание пролина у растений *Tr. officinale* и *P. major* из фоновой зоны выше, чем из загрязненных местообитаний. У *M. albus* наоборот при увеличении антропогенного воздействия возрастает содержание пролина. Таким образом, у исследуемых видов, произрастающих в условиях высокого химического загрязнения почвы выявлены механизмы биохимической адаптации, проявляющиеся в существенной индукции синтеза пролина и активации ферментов антиоксидантной защиты.

ГАЗОПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА КЕМЕРОВО

Филиппова А. В., Рак А. С., Зуева О. М.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кемеровский государственный университет, ул. Красная, 6, 650043, г. Кемерово, тел.:(3842)580166, факс: 8(3842)583885

E-mail: *sasha1977@ngs.ru* (Филипповой А. В.)

Зеленые насаждения города Кемерово занимают площадь почти 450 га, включая Рудничный сосновый бор (около 300 га). На долю парков, большинство из которых расположено в Центральном районе, приходится около 100 га. Комплекс факторов городской среды оказывает отрицательное влияние на структуру и функциональные свойства древесных насаждений парков. Атмосфера города загрязнена пылью, выхлопными газами автотранспорта, газообразными выбросами промышленных производств, концентрация которых сохраняется на высоком уровне. Древесные растения могут усваивать и вовлекать в метаболизм различные загрязнители, при этом в листьях и хвое наблюдается увеличение общего содержания серы, азота и других веществ.

В связи с вышесказанным представляет интерес оценить жизненное состояние и поглотительную способность древесных растений парковых территорий в условиях города Кемерово.

Определение жизненного состояния древесных растений показало, что большинство посадок тополя советского, яблони ягодной и ели колючей оцениваются как «здоровые». Показатель жизненного состояния каждого вида составил 91-94 %. Посадки сосны обыкновенной и рябины сибирской угнетены, их показатели составили 71,5 и 76,8 %.

Выявлены отличия в накоплении сульфатной серы древесными растениями. В ассимиляционном аппарате лиственных пород накапливается в 2-3,5 раза больше сульфатной серы, чем у хвойных. Максимальной поглотительной способностью обладают: клен ясенелистный, вяз приземистый, берёза бородавчатая, лиственница сибирская. Указанные виды обладают устойчивостью к действию атмосферных поллютантов. Анализ уровня накопления серы в хвое и листьях и степени загрязнения воздуха серосодержащими поллютантами показал, что сосна обыкновенная, тополь бальзамический, вяз приземистый чутко реагируют на максимальные разовые концентрации, накапливая серу в соответствии с уровнем загрязнения, а клен ясенелистный, береза бородавчатая, лиственница сибирская – на фоновые концентрации серосодержащих поллютантов в атмосфере.

Таким образом, устойчивость древесных растений в условиях городской среды проявляется на уровне максимально возможной для каждого вида сульфатной емкости. Большинство растений способны к аккумуляции в тканях значительного количества сульфат-ионов за счет поглощения серы из атмосферы (2-2,3 раза выше контрольного) без повреждающего эффекта, демонстрируя, с одной стороны, высокую потенциальную газопоглотительную способность, а с другой – толерантность к токсическим соединениям.

МЕТОДЫ БИОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ ВИШНИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

Фролова Л.В.

ГОУ ВПО «Орловский государственный университет»; ул. Комсомольская 95, г. Орел, тел. (4862) 777-818

E-mail: FrolovaLuda@yandex.ru

Техногенное загрязнение территорий городов и пригородов приводит к снижению качества растительной продукции, выращиваемой в городском частном секторе и пригородных дачных и садоводческих хозяйствах. Современное садоводство развивается в условиях техногенного действия, поэтому большое значение имеет изучение пределов приспособляемости культур к неблагоприятным экологическим факторам; созданию сортов, обладающих комплексным механизмом защиты от неблагоприятного влияния окружающей среды. Техногенный прессинг на растительные сообщества происходит как со стороны промышленности и транспорта. Для получения экологически чистой продукции в таких условиях необходимо вести селекцию плодовых культур на адаптивность к техногенному загрязнению. Проведенные нами исследования направлены на создание комплексной методологии адаптивной селекции к условиям техногенного прессинга плодовых культур. Объектами исследований были сорта вишни районированные в Орловской области. В своей работе мы проводили отбор сортов на устойчивость к действию тяжелых металлов – Zn^{2+} и Pb^{2+} . Первоначально отбирали сортимент интересующей древесной плодовой породы при помощи разработанного нами экспресс-метода оценки устойчивости к преобладающим тяжелым металлам в почве определенного района. Затем отобранный сортимент культивировали *in vitro* на селективных средах, получая вегетативное потомство устойчивого сорта, и проводили наблюдения за его состоянием в естественных условиях. Концентрации доступных для растений ионов были выбраны с учетом норм ПДК почвы. Проведен химический анализ частей микрорастений для определения количественного содержания ТМ. Наибольшее количество Zn^{2+} содержится в стебле, в меньшей степени в листьях и корне. При увеличении концентрации цинка выявлены сортовые различия в его накоплении органами микрорастений. На средах, содержащих ионы Pb^{2+} , наибольшее его количество содержится в корне, затем стебле и листьях. Выделены устойчивые к повышенным концентрациям Zn^{2+} в среде сорта вишни Конкурентка, Превосходная Колесниковой, Мценская, Шоколадница, Тургеневка. Комплексная методология селекции на адаптивность к техногенному прессингу с применением методов биотехнологии позволяет получить предварительную оценку устойчивости плодовых культур к ТМ и проследить динамику развития микрорастений на селективных питательных средах, определить признаки поражения, механизмы адаптации и размножить ценные генотипы для любых типов насаждений. Окончательный результат отбора устойчивых растений получают после проведения химического анализа по наименьшей аккумуляции ТМ в органах растений.

СВЕТО-ТЕМПЕРАТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЯНЦЕВ БЕРЕЗЫ

Холопцева Е.С., Дроздов С.Н., Платонова О.В.

Учреждение Российской академии наук Институт биологии КарНЦ РАН 185910 г. Петрозаводск, 11, тел.:(8142) 762712, факс:(8142) 769810

E-mail: holoitseva@krc.karelia.ru (Холопцевой Екатерине Станиславовне)

В послеледниковый период в процессе исторического развития растительного покрова широкое распространение получили березовые формации. К настоящему времени в Российской Федерации ими занято более половины территории находящейся под листовыми древесными породами. По занимаемой площади береза стоит на третьем месте после лиственницы и сосны, являясь одной из основных лесобразующих пород. Ценность березы определяется ее пластичностью, неприхотливостью, способностью расти и возобновляться в различных почвенно-климатических условиях. Она дает высококачественное сырье для многих отраслей народного хозяйства, причем все ее части – древесина, сок, береста, почки, ветки – с давних пор широко используются человеком. Помимо этого она имеет огромное санитарно-гигиеническое значение. Многие виды березы и их декоративные формы широко используются в зеленом строительстве в парках и лесопарках, в степном лесоразведении и облесении оврагов. Однако, несмотря на широкие возможности хозяйственного использования и большое лесоводческое значение, береза недостаточно изучена.

В Карелии произрастают два вида древовидных берез – пушистая (*Betula pubescens* Ehrh) и повислая (*B. pendula* Roth) и ее очень ценная форма с узорчатой древесиной (*B. pendula* Roth var. *carelica*).

Задачей данной работы было изучение эколого-физиологической характеристики сеянцев березы, путем определения в планируемом многофакторном эксперименте уровней света и температуры внешней среды, обеспечивающих достижение потенциального максимума нетто-фотосинтеза исследуемых интактных растений при естественном содержании в воздухе CO₂.

Объектами изучения были 2-х-летние сеянцы березы повислой и карельской. Растения выращивали из сертифицированных семян в пластиковых сосудах в регулируемых условиях среды. Планируемый двухфакторный эксперимент проводили в установке для исследования CO₂-обмена. Обработка полученных данных методом множественного регрессионного анализа позволила получить ряд уравнений, отражающих зависимость интенсивности нетто-фотосинтеза растений от факторов среды – света и температуры воздуха при трех уровнях температуры почвы. Анализ уравнений показал, что наибольший максимум видимого фотосинтеза у сеянцев березы повислой достигается при температурах почвы +15°

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТОГУМУСОВОГО ПРЕПАРАТА

Цыганова Е.Н., Звягинцев Д.Г., Лысак Л.В., Степанов А.Л.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д.1, строение 12, 119991, Москва, ГСП-1, тел. (495)9393405, факс: (495)9393405

E-mail: sowest88@yandex.ru (Цыганова Е.Н.)

В настоящее время в результате антропогенной деятельности происходит широкомасштабное загрязнение окружающей среды токсичными веществами. Загрязняющие вещества накапливаются в почве, делая её непригодной для роста и развития растений. Поэтому необходимо проведение мероприятий по ремедиации почв, восстановления их плодородия. Перспективным, по нашему мнению, является производство бактогумусовых препаратов, сочетающих в себе свойства гуминовых кислот и бактериальных удобрений. Такие препараты имеют широкий спектр действия, одновременно улучшают физические и химические свойства почв и способствуют формированию в почве полезной и эффективной микрофлоры.

Целью нашей работы была оценка влияния бактогумусового препарата (БГП) на биологическую активность почвы.

Изучение жизнеспособности бактерий в БГП показало способность гуминовых кислот поддерживать численность бактерий в течение не менее 6 месяцев. Это означает, что микроорганизмы могут длительное время сохраняться в составе БГП.

Оценка влияния БГП на активность дыхания почвенных микроорганизмов показала, что внесение БГП в чистую почву не оказывает существенного воздействия на интенсивность дыхания почвенных микроорганизмов, а внесение БГП в почву, загрязнённую медью, способствует повышению эмиссии CO_2 , что свидетельствует о способности БГП к ингибированию отрицательного воздействия тяжелых металлов на живые организмы и таким образом, к детоксикации почв.

Было показано изменение структуры сапротрофного бактериального комплекса под действием БГП в сторону увеличения разнообразия. При внесении БГП в загрязнённую почву наблюдалось восстановление бактериального сообщества до уровня чистой почвы.

Вегетационный опыт с растениями кресс-салата показал, что применение препарата на загрязнённой почве способствовало значительному повышению биомассы кресс-салата.

Проведённые физиологические тесты выявили стимулирующее влияние БГП по отношению к растениям, предположительно цитокининового типа.

По результатам работы можно заключить о возможности использования БГП в целях ремедиации почв.

РОЛЬ ПОЛИАМИНОВ И ПРОЛИНА В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ РОДА *Amaranthus* К НИКЕЛЮ

Черемисина А.И., Шевякова Н.И., Кузнецов Вл.В.

Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел: (499)2318355, факс: (499)9778018

E-mail: aicheremisina@mail.ru (Черемисиной А.И.)

В связи с широким распространением загрязнения почв никелем возникает необходимость использовать растения – аккумуляторы никеля для очистки почв. По этой причине возникла необходимость проведения скрининга большого числа видов растений, в том числе и представителей дикорастущих рудеральных сообществ, которые не только способны концентрировать Ni или другие ТМ, но и накапливать высокую надземную биомассу, то есть обладать выраженной стресс-толерантностью к факторам техногенного загрязнения. Нами был проведен скрининг растений рода *Amaranthus* по способности аккумулировать никель. Объекты исследований: гибриды растений рода: *A. paniculatus* f. *cruentus* (Вишневый джем), *A. paniculatus* (Бронзовый век) и *A. caudatus* f. *viridis* (Изумруд). Растений выращивали в камере фитотрона на питательной среде Джонсона. 6-недельные растения амаранта трех гибридов подвергали действию различных доз NiCl₂: 0 (контроль), 50, 100, 150, 200, 250 мкМ и исследовали накопление в различных органах растения Ni, фотосинтетических пигментов, уровень окислительного стресса (СОД, МДА) и накопление защитных метаболитов (пролина, полиаминов). При всех концентрациях никеля, особенно при 100 мкМ NiCl₂, в молодых листьях и корнях резко увеличилось содержание полиаминов (путресцина, спермидина) и продукта окисления спермидина (1,3-диаминопропана). Обработка листьев экзогенными полиаминами повысила содержание никеля в растениях, что свидетельствует о действии полиаминов, как хелатирующих соединений, снижающих токсичность никеля. Также было обнаружено накопление другого совместимого метаболита – пролина, который участвует в детоксикации активных форм кислорода. Сделан вывод, что пролин и полиамины участвуют в адаптации растений амаранта к никелевому стрессу.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОТКЛОНЕНИЙ АССИМИЛЯЦИОННЫХ ОРГАНОВ ХВОЙНЫХ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Черных П. В., Ершова А. Н.

Воронежский Государственный Педагогический Университет; ул. Ленина 86, 394043 Воронеж, тел.: 8(473)2533000

E-mail: p.v.chernih@gmail.com (Черных П.В.)

Ассимилирующие органы играют роль регуляторного звена в функционировании растительных организмов и весьма чувствительны к изменению условий произрастания. Некрозы быстрее всего проявляются у растений хвойных пород, которые способны накапливать большие количества тяжелых металлов, поступающих как с аэральным потоком, так и с корневым поглощением почвенных растворов. Исследовали часто встречающуюся в посадках городов ель колючую *Picea pungens* L. Оценку состояния растения проводили по общепринятым методикам. Пробы отбирались с разновозрастных растений в течении 2009 и 2010 гг. в шести разных административных районах г. Воронежа. Районы были условно объединены в группы по степени загрязнения воздуха: *зона слабого, среднего и сильного загрязнения*, в зависимости от нахождения от автомагистралей. Образцы хвои брали на высоте 2 м., при $n = 20$. Результаты обрабатывались методами математической статистики.

Анализ полученных данных показал, что в 2009 г количество некротических поражений хвои составлял от 28 до 90%, а в 2010 г – 21-92%. Эти показатели варьировали независимо от возраста деревьев или зон загрязнения. Выявлено, что минимальные значения в зоне слабого загрязнения в течении двух лет наблюдений составляли до 10%. В зоне среднего загрязнения показатель вырос до 45%, а у образцов в зоне сильного загрязнения – до 100%. Показано, что здоровых деревьев *Picea pungens* на выбранных для изучения территориях г. Воронежа не было. У всех образцов был выявлен тип хлороза *побронзовение*. Среди некрозов обнаружены *точечные, пятнистые и верхушечные* типы. После гибели клеток пораженные участки оседали, высыхали и за счет выделения дубильных веществ окрашивались в бурый цвет, затем появлялись разрывы тканей. Это приводило к сокращению ассимилирующей площади анализируемых растений, торможению прироста побегов, наблюдалось растрескивание покоящихся почек и преждевременное (пролептическое) образование новых побегов. Подобные изменения у анализируемых растений можно отнести к ответной реакции на действие антропогенных факторов, включая и выбросы тяжелых металлов. Появление некрозов у растений коррелировало со степенью загрязнения анализируемых зон, что позволяет использовать *Picea pungens* L. в качестве индикатора состояния окружающей среды административных районах крупных городов.

ТЕХНОГЕННЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОНЫ СОЛЕОТВАЛОВ И АДАПТАЦИЯ К НИМ РАСТЕНИЙ

Четина О.А.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, ул. Букирева, 15, 89027900067

E-mail: *lymar1@yandex.ru* (Четиной О.А.)

На Верхнекамском месторождении солей солевые отвалы ежегодно занимают более 20-25 га. Основной компонент отходов галит (NaCl более 90 %), который загрязняет все элементы ландшафтов.

Техногенные поверхностные образования (ТПО) у исследуемых солеотвалов были отнесены к группе натурфабрикатов, подгруппам абралиты, литостраты. Абралиты представляют собой супесчаные грунты, подстилаемые на глубине около 50 см карбонатными глинами. Литостраты образованы однородными суглинистыми породами.

Негативными свойствами ТПО, сформированными под влиянием отходов производства, являются хлоридно-натриевое засоление (сумма солей в корнеобитаемых слоях до 3,7 %), щелочность (до 8,8 рН), солонцеватость (по обменному натрию), повышенное содержание тяжелых металлов. Зона устойчивого высокого засоления корнеобитаемых слоев ТПО образовалась на участках постоянного поступления поверхностных и грунтовых соленых вод. Признаки техногенного засоления и подщелачивания ТПО прослежены на протяжении нескольких десятков метров от солеотвалов.

Растительные сообщества в зонах устойчивого засоления характеризовались низкими проективным покрытием (10-30 %) и видовым разнообразием.

Растения, произрастающие возле солеотвалов, накапливали значительное количество свободных ионов Na^+ (до 2-3 % сухой массы) и особенно Cl^- (до 3-5 %). Растения с высокой солеустойчивостью (молокан, марь, одуванчик, мать-и-мачеха) характеризовались наибольшим количеством засоряющих ионов с преимущественной аккумуляцией их в надземных органах. Бескильница проявила соленепроницаемость, отличаясь пониженным содержанием свободного Cl^- . Растения с пониженной солеустойчивостью (донники, клевер, нивяник, горец, полынь) стремились ограничить поглощение свободных ионов и локализовать ионы Na^+ в корнях.

При адаптации к техногенному засолению происходило накопление низкомолекулярных органических соединений; в зоне устойчивого засоления у растений повышалось количество пролина, моносахаров и сахарозы, по сравнению с зоной неустойчивого засоления. Содержание этих осмопротекторов выше у растений с пониженной солеустойчивостью, чем у галофитов.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ В РАЙОНЕ ОРСКО-НОВОТРОИЦКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Чикенева И.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Оренбургский государственный педагогический университет; ул. Советская 19, 460000 Оренбург, тел.: 8(3532)772452, факс: 8(3532)772452.

E-mail: *Chikene3va@yandex.ru* (Чикенева И.В.)

Изучение последствий антропогенного загрязнения природной среды и связанного с ним техногенного накопления тяжелых металлов в почвах и растениях в настоящее время приобрело исключительно важное значение.

Выбросы, поступающие с промышленных предприятий, оказывают мощное техногенное воздействие на окружающие природные комплексы степной зоны, вызывая нарушения естественного развития биогеоценозов, изменяя интенсивность биологического круговорота, характер почвообразующих процессов и структуру растительных сообществ. В связи с промышленным освоением целинных земель происходила мощная трансформация растительного и почвенного покрова. По уровню антропогенной нагрузки на природную среду Оренбургская область находится на 3-м месте среди территорий Уральского региона.

В степях восточной части Оренбуржья сосредоточено большое количество промышленных объектов, прежде всего металлургических. Преобладающее развитие тяжелой промышленности и ее структура свидетельствуют о том, что район является типичным уральским промышленным комплексом. Ядро комплекса образует Орско-Новотроицкий промышленный узел, площадью около 1,8 тыс. км², в пределах которого, сконцентрировано большое количество экологически опасных объектов широкого спектра отраслей (8 крупных предприятий). Санитарно-защитные зоны для отдельных предприятий не организованы. Чрезмерная концентрация промышленных объектов, несовершенная технология процессов очистки, разбросанность жилых массивов и близкое их расположение к промзонам приводят к тому, что окружающая среда находится под мощным антропогенным прессом. Здесь располагаются одни из самых крупных в России предприятий: ООО «Уральская сталь» (Орско-Халиловский металлургический комбинат (ОХМК)), ОАО НОСТА), ООО «Южполиметалл» (ОАО «Южуралникель» – (ЮУНК)), ОАО «ОРМЕТО» (Южно-Уральский машиностроительный завод), АО «ОНОС» (Орскнефтеоргсинтез), ОАО «Новотроицкий завод хромовых соединений». Основными загрязнителями являются ОХМК и ЮУНК, где выбросы вредных веществ по области составляют 25,5 и 41,9%.

Изучение накопления тяжелых металлов в почве и растениях важно, как для оценки состояния самих почва-растение, так и для биосферы в целом, в плане понимания круговорота веществ, а также для научной и практической работы по экологическому мониторингу. Поэтому необходима оценка современного состояния растительного покрова отражающего техногенное влияние в зонах промышленных предприятий.

АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Чикенева И.В., Устиновская Т.Ю.

ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный педагогический университет;
ул. Советская 19, 460000 Оренбург, тел.: 8(3532)772452, факс: 8(3532)772452.

E-mail: *Chikene3va@yandex.ru* (Чикеневой И.В.)

Оренбургская область – один из крупнейших регионов Российской Федерации с богатейшими минерально-сырьевыми ресурсами с развитыми промышленными комплексами. Характеризуется как зона со сложной экологической обстановкой. Высокое загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, а также деградация флоры и фауны на востоке области обусловлены влиянием предприятий горнодобывающей, черной и цветной металлургии, в центральной зоне – нефтегазохимической промышленностью, машиностроением, в северной и западной зонах – нефтяной, деревообрабатывающей, лесной, пищевой и легкой промышленностью, машиностроением. Необходимо отметить захламление территории области бытовыми и сельскохозяйственными отходами.

Техногенная нагрузка на окружающую среду приводит к резкому ухудшению ее качества, вплоть до непригодности к проживанию. Здесь большой вклад вносят эксплуатация действующих и поиск новых нефтяных месторождений. На месторождениях нефти и газа Предуралья ежегодно образуется более 1 млрд. м³ токсичных промышленных стоков. Их обезвреживание превратилось в серьезнейшую экологическую проблему. Геологизация нефтегазового производства одновременно является важнейшим направлением его экологизации. Одной из наиболее значимых проблем в нефтегазовой отрасли является оценка ее воздействия на окружающую среду с использованием, как качественных, так и количественных методов оценки. Для территории промышленных узлов характерен высокий модуль техногенной нагрузки. Это касается, прежде всего, Оренбургского и Орского (Новотроицк, Гай) промузлов, где нагрузка превышает 30 т/км². Несколько меньшими, но достаточно высокими техногенными нагрузками характеризуются нефтегазоносные районы в западной части области (от Бугурусланского на севере до Первомайского на юге). В эту же категорию попадает и Кувандыкский район (Кувандык, Медногорск), где расположены криолитовый завод и медносерный комбинат. Новотроицк может быть включен Минприроды РФ в список экологических горячих точек страны. Выявлено, что на территории предприятия в шламонакопителе содержится около 5 млн т опасных отходов, где со всеми другими складываются отходы производства II–III классов опасности, что повышает уровень опасности хранилища. Соответствующих проектных решений предприятие не имеет. Это крупнейший на территории России экологически опасный объект. Ежегодно предприятие увеличивает объемы хранения опасных отходов на 240 тыс. т без соответствующих на то разрешений.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Шарыгина И.О.

Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха (ОАО «НИИ Атмосфера») 194021 Санкт-Петербург, ул. Карбышева д.7, тел./факс: (812)2973031

E-mail: orep2973031@gmail.com (Шарыгиной И.О.)

В настоящее время мало изученным остается вопрос об ответной реакции растительных сообществ на определенные уровни загрязнения атмосферного воздуха в условиях городской среды.

Для исследования данного вопроса были проведены работы по определению зависимостей между показателями состояния древостоя на пробных площадках Санкт-Петербурга и показателями состояния атмосферного воздуха города. В результате мониторинга состояния объектов зеленых насаждений, который проводится на 100 пробных площадках города, определяется балл состояния древостоя (Бсд) и индекс состояния (Iс) деревьев на каждой пробной площадке.

Для оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на качество зеленых насаждений Санкт-Петербурга были проведены сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха, в которых участвовали более 14200 источников и 1500 участков автомагистралей города. Расчеты были проведены для 5-ти основных фитотоксичных загрязняющих веществ – азота диоксида, серы диоксида, взвешенных веществ, аммиака, фтористых соединений. При проведении сводных расчетов для диоксида серы и диоксида азота в качестве критериев оценки использовались предельные значения среднегодовых концентраций в атмосферном воздухе, установленные для растительности Директивой 2008/50/ЕС, а также нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, оказывающие вредное воздействие на лесные насаждения в районе музея-усадьбы Ясная Поляна. Проанализированы также данные средних выпадений серы и азота ($\text{мг/м}^2/\text{год}$) на территорию города по 250-ти метровой сетке.

Установлено, что концентрации диоксида серы находятся в прямой умеренной связи с баллом состояния древостоя (Бсд) ($R=0,479$), а концентрации взвешенных веществ – в прямой заметной связи ($R=0,550$). Тесной связи не существует, так как на оценку состояние дерева помимо воздействия загрязнения атмосферы влияет целый ряд других факторов. Для остальных загрязняющих веществ зависимости не выявлены, что может объясняться достаточно ровным повышенным или пониженным фоном данных веществ в целом по городу. Обратная заметная связь выявлена между концентрациями диоксида серы и индексом состояния (Iс) липы ($R= -0,556$). Умеренная прямая связь отмечается между выпадениями азота и серы на подстилающую поверхность и баллом состояния древостоя (Бсд) – ($R=0,361$) и ($R=0,460$) соответственно.

ЭКЗОГЕННЫЙ ПУТРЕСЦИН (ПУТ) ПОВЫШАЕТ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАСТЕНИЙ РАПСА И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ К НАКОПЛЕНИЮ НИКЕЛЯ

Шевякова Н.И., Ильина Е.Н., Кузнецов Вл.В.

Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел: (499)2318355, факс: (499)9778018

E-mail: nshevyakova@mail.ru (Шевяковой Н.И.)

Дикорастущие растения - аккумуляторы Ni (их более 400 видов) принадлежащие к семейству *Brassicaceae*, могут накапливать в надземных органах ТМ в концентрациях, в 100-1000 раз больше их средних концентраций в тканях большинства видов растений. Однако широкое использование таких растений-сверхаккумуляторов ТМ в целях очистки почв затруднено тем, что большинство таких видов образуют небольшую надземную биомассу, не позволяющую обеспечить удаление из почв экономически значимого количества металла. В связи с этим для разработки технологии фиторемедиации на коммерческой основе большой интерес привлекает применение различных синтетических (ЭДТА) и природных низкомолекулярных лиганд-хелаторов ТМ (цитрат, оксалат, малат и другие), повышающих поглощение растением ТМ, их транспорт и компартментацию в вакуолях, что обеспечивает их детоксикацию в клетках. Мы исследовали возможность повышения фиторемедиационного потенциала и снижение токсичности Ni у растений *Brassica napus* L (рапс) с помощью полиаминов (ПА) – универсальных защитных метаболитов и возможных хелаторов Ni.

Было установлено, что растения, произраставшие в течение 7 дн в присутствии 125-250 мкМ NiCl₂ в питательной среде, накапливали Ni в семядольных листьях (170-310 мг Ni /г сухой массы), а в молодых (550-800 мг Ni /г сухой массы), но недостаток Fe вызывал хлороз молодых листьев. При действии высокой концентрации металла (500 мкМ) в листьях всех ярусов аккумуляция Ni достигала токсического порога (650-1080 мг/г сухой массы). При исследовании возможной роли ПА необходимо было выяснить потенциальную возможность накопления ПА у рапса при действии Ni. Было показано, что у 5-нед растений рапса, произраставших в течение 5 дн в водной культуре в присутствии в среде растущей концентрации NiCl₂ (250 мкМ), в листьях резко повышалось содержание свободных ПА, среди которых лидировал путресцин (Пут), количество которого повышалось в 4 раза по сравнению с контролем (среда без Ni). Такая ответная реакция растений на высокую концентрацию никеля имела адаптивный характер, позволяя растениям аккумулялировать этот металл в достаточно высоких количествах в листьях, не снижая их ростовой активности. Для подтверждения гипотезы проанализировали содержание Ni и Fe в листьях рапса, обработанного Пут (5 дн по 1 мМ). Было установлено, что молодые листья, обработанные ПА, аккумулялировали в 2-3 раза больше Ni и содержали в 2-3 раза больше Fe. Обнаруженный эффект снижения токсичности Ni при искусственном увеличении внутриклеточной концентрации ПА в растениях рапса мог быть вызван образованием хелатного комплекса с Ni, что впервые показано для рапса как перспективного вида для использования в целях фиторемедиации.

РАСТЕНИЯ ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ МЕГАПОЛИСОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВИДЫ ДЛЯ ИХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Шевякова Н.И., Маджугина Ю.Г., Кузнецов Вл.В.

Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел: (499)2318355, факс: (499)9778018

E-mail: nshevyakova@mail.ru (Шевяковой Н.И.)

Применение технологии фиторемедиации может оказаться весьма перспективным для обезвреживания свалок бытовых отходов (ТБО) – мощного источника ТМ и других токсичных веществ для загрязнения окружающей территории. В связи с этим при проведении биологической рекультивации полигонов и создании на них газонов необходимо подбирать виды газонных трав, которые обладают высокой фиторемедиационной способностью. Следует отметить, что в нашей стране такой подход находится в самом начале развития или вовсе не используется. В то же время технология фиторемедиации активно разрабатывается и внедряется в США, Великобритании, Испании, Канаде, Китае и ряде других стран. Фиторемедиация не требует больших затрат, проста в практическом исполнении и применима в любых экологических условиях.

Целью работы было исследование характера зарастания полигонов захоронения ТБО, расположенных в “Хметьево” в северо-западном районе Московской обл. На основании скрининга рудеральных видов растений, осваивающих полигоны ТБО в “Хметьево” и аккумулирующих ТМ, был найден вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* L. Roth) – многолетний злак, который отличался наибольшей аккумуляцией ТМ, особенно Ni. В листьях вейника содержание Ni. составило больше 700, а в корневищах – 346 мг/кг сухой массы. На полигоне ТБО, закрытом для эксплуатации в течение 15 лет, вейник образовал монопопуляцию растений с высокой продуктивностью (15 ц/га), что способствовало “перехватыванию” подвижных форм ТМ из слоев ТБО и поддержанию их концентрации в перекрывающих грунтах на неопасном для растений уровне (в 5-10 раз ниже порогового). При культивировании растений в факторостатных условиях была установлена устойчивость вейника к ТМ в фазе прорастания семян и в вегетативном состоянии. Взрослые растения оказались устойчивыми к периодическому скашиванию, были способны накапливать ТМ в надземной массе, а также аккумулировать один из совместимых протекторов – пролин, что указывает на его адаптацию к ТМ-стрессу. Сделан вывод, что вейник наземный и другие рудеральные виды, первыми осваивающие загрязненные ТМ грунты, могут использоваться для рекультивации полигонов ТБО.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ Г. МАРИУПОЛЯ (УКРАИНА)

Шеховцева О. Г.

Мелитопольский государственный педагогический университет им. Б. Хмельницкого: ул. Ленина 20, Мелитополь 72312, Запорожская обл., Украина, тел.: (0619) 440464

E-mail: helga22@inbox.ru (Шеховцевой О.Г.)

Процесс транслокации ТМ в экосистемах, связан с их миграцией в условиях аэрогенного загрязнения, при этом токсические вещества депонирует почвенный покров. Приоритетными ТМ являются вещества 1 и 2 класса опасности: свинец (Pb) и медь (Cu), которые токсичны для почвенной биоты, а высокие концентрации приводят к перестройкам в альгомикробных сообществах. Поэтому изучение особенностей состояния и распределения поллютантов в почвах, мониторинг влияния загрязняющих веществ на почвенную биоту является актуальной проблемой. Анализ проведенных исследований верхнего горизонта почв г. Мариуполя за период 2008-2010 гг. показал, что содержание поллютантов в почвах различных зон техногенных ландшафтов не одинаково. Почвы санитарно-защитной зоны чаще содержат повышенные разовые концентрации Pb (73,92 мг/кг) и Cu (4,3 мг/кг) по сравнению с рекреационной и селитебной. Средние показатели Cu в исследуемых почвах находятся в пределах от 3,04 мг/кг до 4,5 мг/кг, что ниже региональных кларков, но не соответствует допустимым общесанитарным нормам. Содержание Pb в исследуемых почвах находится в пределах от 18,5 мг/кг до 51,5 мг/кг. Показатели исследований выше региональных кларков микроэлементов почв, характерных для степной зоны юга Украины (10 мг/кг). Валовые значения Pb в почвах санитарно-защитной и рекреационной зон промпредприятий города превышает предельно допустимые концентрации. При исследовании альгомикробных сообществ, на территориях, находящихся возле металлургических комбинатов прослеживается изменение численности почвенной микробиоты в сторону снижения. Общая численность бактерий (1,3 тыс. КОЕ/г почвы), в сравнении с фоновыми почвами, меньше в 9,5 раз. Микробный состав почвенного покрова представлен гетеротрофными бактериями родов *Pseudomonas* и *Bacillus*. Вероятно, что количество бактерий-деструкторов снижено так, как в городе проводится утилизация растительного опада. Водоросли являются чувствительными показателями загрязненной почвы, при этом образуют специфические альгосинузии с резким снижением их видового разнообразия. Наиболее часто в почвах г. Мариуполя встречаются нитевидные цианобактерии, представители родов *Microcoleus* и *Phormidium*. Отдел *Bacillariophyta* представлен наиболее часто встречающимися видами из родов *Hantzschia* и *Navicula*, которые проявляют высокую резистентность к негативным воздействиям ТМ. Отдел *Chlorophyta* представлен небольшим биоразнообразием в основном одноклеточными видами-убиквистами. Самым меньшим числом видов представлен отдел *Xanthophyta*. Низкая встречаемость зеленых и желтозеленых водорослей свидетельствует о том, что почвы изучаемого урболандшафта находятся под антропогенным прессингом.

УРЕАЗА, КАК ФАКТОР РЕГУЛЯЦИИ АЗОТНОГО ОБМЕНА В АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ПОЧВАХ

Шеховцева О. Г.

Мелитопольский государственный педагогический университет им. Б.Хмельницкого: ул. Ленина 20, Мелитополь 72312, Запорожская обл., Украина, тел.: (0619) 440464, 440360

E-mail: helga22@inbox.ru (Шеховцевой О.Г.)

Ферментация почв обеспечивает функциональные связи между биокомпонентами экосистемы, тем самым отражая состояние почвенной биоты. Ферментативная реакция почвенной биоты и растений обычно носит адаптивный характер и регулируется множеством факторов: температурой, реакцией почвенного раствора (рН), концентрацией фермента, наличием ингибиторов и т.д. Использование количественных показателей почвенных ферментов при оценке общей биоактивности и плодородия почв является в настоящее время общепринятым. Эти показатели в различной степени реагируют на смену экологических условий, что используется для диагностики деградационных процессов, происходящих в верхнем почвенном горизонте урбанизированных территорий под влиянием поллютантов. Относительный уровень ферментативной активности диагностирует интенсивность и направленность почвообразовательных процессов, как в естественных условиях, так и при различных антропогенных воздействиях на почву. Целью работы является исследования уреазной активности, взаимосвязи фермента с общей численностью водорослей, показателями рН, почвенного плодородия в урбоэкосистемах на примере изучения экологического состояния почв города Мариуполя Донецкой обл. (Украина). Экспериментальные данные по исследовании почвенной альгофлоры, уреазной активности создают предпосылки для дальнейшего мониторинга почв урбанизированных территорий. Минимальные значения уреазной активности (4,3-4,7 мкг N-NH₄) в верхних горизонтах почв наблюдаются на исследуемых территориях, находящихся возле промышленных комплексов г. Мариуполя. Среднее значение уреазы в антропогенно-измененных почвах составляет 6,4 мкг N-NH₄, в сравнении с зональными почвами, в 2 раза ниже. Средние показатели численности водорослей городских почв (12,2 тыс. кл./г) ниже зональных (15,6 тыс. кл./г). В результате исследований за 2008-2010 гг. по данным регрессионного анализа рассчитаны коэффициенты корреляции для уреазы с гумусом (0,68), рН (-0,52), численностью водорослей (0,63). Установлена связь уреазной активности с содержанием минерального азота в почвах урбанизированных территорий. Рассчитан коэффициент корреляции, который соответствует для азота нитратного R = -0,88 и азота аммонийного R = 0,74. Учитывая тесную связь с содержанием минерального азота, уреазную активность можно рассматривать в качестве перспективного показателя качества почвы и уровня ее обогащенности минеральными формами соединений азота, которые могут ассимилироваться растениями и микроорганизмами, при временном закреплении азота в органическом веществе.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТОНЦИДНЫХ СВОЙСТВ РАСТЕНИЙ В ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Широкова Н.П.

Государственный педагогический университет; набережная Тухачевского, 14, 644099, Омск, тел.: (3812)248105

E-mail: natalivita@mail.ru (Широковой Н.П.)

Фитонциды – это биологически активные вещества различной природы, продуцируемые растениями, обладающие антимикробными свойствами и играющие важную роль в иммунитете растений и во взаимоотношениях организмов в биогеоценозах. Летучие фитонциды интактных растений даже в малых концентрациях способны изменять и улучшать состав воздушной среды, подавляя жизнедеятельность патогенных микроорганизмов и нейтрализуя вредные химические соединения, содержащиеся в воздухе, а также положительно воздействовать на организм человека. В настоящее время, в связи с развитием таких направлений, как фитодизайн, фитотерапия, ароматерапия перед медициной и биологией стоят серьезные задачи по исследованию влияния фитонцидов на живые организмы.

Целью работы являлось изучение влияния летучих фитонцидов, выделяемых интактными растениями, на численность микроорганизмов воздуха закрытых помещений. Для исследований были взяты растения: *Aloe arborescens*, *Kalanchoe daigremontianum* (*Bryophyllum daigremontianum*), *Pelargonium zonale*, *Petroselinum crispum*, *Ocimum basilicum*. Посев микроорганизмов из воздуха проводился методом осаждения в чашки Петри с мясо-пептонным агаром. Опытные чашки Петри после посева помещали в открытом виде под стеклянный колпак с растением. Закрытые контрольные чашки Петри были рядом с колпаком. Через три дня и контрольные, и опытные чашки ставили в термостат при температуре 28°C; на седьмой день подсчитывалось количество колоний и рассчитывалось микробное число. Фитонцидная активность определялась как процент снижения числа колоний микроорганизмов под воздействием летучих выделений растений по сравнению с контрольным уровнем. Учитывалась также площадь листовой поверхности растений.

В ходе проведенных исследований было установлено, что летучие фитонциды всех исследуемых растений значительно снижали численность микроорганизмов. Так, летучие выделения *Aloe arborescens* снижали количество колоний микроорганизмов на 59%, летучие фитонциды *Ocimum basilicum* – на 55%. Максимальное снижение количества колоний микроорганизмов наблюдалось в опыте с *Kalanchoe daigremontianum* (на 77%).

Таким образом, используя зеленые растения в интерьере закрытых помещений, человек может не только получать эстетическое удовольствие, но и реально улучшать состояние воздуха помещений.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ НА ОСНОВЕ ПИПЕРИДИН-4-ОЛОВ НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПШЕНИЦЫ

Шоинбекова* С.А., Курманкулов** Н.Б., Жилкибаев* О.Т., Кенжебаева* С.С.

* Казахский национальный университет им. аль-Фараби; пр. аль-Фараби, 71, 050040 Алматы, тел.: +7(727)3773329;

** Институт химических наук им. А.Б. Бектурова; ул. Ш. Уалиханова, 107, 050010 Алматы, Тел.: +7(727)2911626;

E-mail: Sshoinbekova@mail.ru

Одним из приоритетных направлений экономического развития Казахстана является развитие агропромышленного комплекса. Эффективное развитие зернового рынка обеспечивается снижением себестоимости производства зерна путем внедрения инновационных технологий во все этапы его производства. Из-за климатических условий, количества и своевременности выпадения осадков, особенностей почвы уровень устойчивости и эффективности производства зерна в республике пока остается достаточно низким, характеризуется нестабильностью и низкой конкурентоспособностью. Поэтому разработки, связанные с обеспечением устойчивого гарантированного урожая важнейших зерновых культур, актуальны. Одним из резервов повышения продуктивности высокого и качественного урожая зерновых является использование высокоэффективных регуляторов роста растений (РРР). Создание новых синтетических РРР оправдано эффективностью их действия и комплексным решением проблем, связанных с адаптацией к климатическим условиям, разбалансированностью почвенных биоценозов. Известно, что в Казахстане 65% пахотных земель засолены, из-за чего ограничивается урожайность сельскохозяйственных культур. Из-за солевого стресса и нехватки воды в организме растений нарушаются процессы обмена веществ. Несмотря на перспективность, в настоящее время регуляторы роста растений в Казахстане используются недостаточно. Поэтому изучение влияния новых синтезированных соединений на рост пшеницы при засолении является актуальной темой. Целью исследований является изучение влияния новых, синтезированных в Институте химических наук им. А. Б. Бектурова МОН РК производных на основе пиперидин-4-олов: *гидрохлорид 1-метил-4-[3-(нафт-1-илокси)проп-1-ин-1-ил]пиперидин-4-ола (КН-2)* и *гидрохлорид-1-метил-4-[3(4-хлорфенокси-)проп-1-фенил]пиперидин-4-ола (АЭС-17)* на рост пшеницы при разных уровнях засоленности. Установлено, что повышение концентрации соли приводит к снижению роста побегов и длины корней. Снижается и суммарное содержание хлорофилла в условиях засоления: например, в пшенице сорта «Казахстанская-3» в среде с 0,2% NaCl уровень хлорофилла составил $87,5 \pm 0,01$ % от контроля, а в 0,8% NaCl – $61,3 \pm 0,01$ %. При добавлении АЭС-17 и КН-2 количество хлорофилла несколько увеличивается: в 0,2% NaCl с АЭС-17 составляет $97,8 \pm 0,01$ %, с КН-2 – $109,0 \pm 0,01$ %, при 0,8% NaCl с АЭС-17 этот показатель равен $133,2 \pm 0,01$ %, с КН-2 – $69,2 \pm 0,01$ %.

Таким образом, использование синтезированных производных на основе пиперидил-4-олов эффективно в условиях засоления почвы.

РОСТРЕГУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ НОВЫХ НАФТИЛОКСИПРОПИНИЛОВЫХ ПИПЕРИДОЛОВ НА РОСТ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ

Шоинбекова* С.А., Курманкулов** Н.Б., Кенжебаева* С.С., Жилкибаев* О.Т.

* Казахский национальный университет им. аль-Фараби; пр. аль-Фараби, 71, 050040 Алматы, тел.: +7(727)3773329;

** Институт химических наук им. А.Б. Бектурова; ул. Ш. Уалиханова, 107, 050010 Алматы, Тел.: +7(727)2911626;

E-mail: Sshoinbekova@mail.ru

Развитие агропромышленного комплекса Казахстана традиционно связано с производством зерновых культур. Эффективное развитие зернового рынка, получение высоких и стабильных урожаев, обеспечивается снижением себестоимости производства зерна путем внедрения инновационных технологий во все этапы его производства, сбалансированной химизацией сельского хозяйства, применением природных и синтетических регуляторов роста. В Институте химических наук им. А.Б. Бектурова проводятся исследования по поиску новых эффективных регуляторов роста растений, среди которых были синтезированы новые нафтилоксипропиниловые пиперидолы: *гидрохлорид 1-метил-4-[3-(нафт-1-илокси)проп-1-ин-1-ил]пиперидин-4-ола (КН-2)*, *гидрохлорид-1-метил-4-[3(4-хлорфенокси-)проп-1-фенил]пиперидин-4-ола (АЭС-17)*, *гидрохлорид-1-метил-4-[3-(нафт-2-илокси)проп-1-ин-1-ил]пиперидин-4-ол (АБ-2)*. Целью наших исследований является изучение влияния новых нафтилоксипропиниловых пиперидолов на рост пшеницы и ячменя. Было установлено, что синтезированные соединения обладают рострегулирующей активностью, их оптимальная концентрация – 10^{-4} - $10^{-5}\%$. Так, в 12-тидневных ростках пшеницы сорта «Казахстанская-3» длина побега в контроле составляла $8,08 \pm 0,01$ см, с **КН-2** – она равна $15,09 \pm 0,02$ см; с **АЭС-17** – $14,99 \pm 0,01$ см, с **АБ-2** – $13,84 \pm 0,02$ см; длина корней в контроле – $7,3 \pm 0,01$ см, с **КН-2** – $10,83 \pm 0,01$ см, с **АЭС-17** – $10,04 \pm 0,01$ см, с **АБ-2** – $10,76 \pm 0,02$ см; в 10-тидневных ростках ячменя сорта «Байшешек» длина побега в контроле – $8,15 \pm 0,01$ см, с **КН-2** – $16,05 \pm 0,02$ см, с **АЭС-17** – $16,04 \pm 0,01$ см, с **АБ-2** – $15,94 \pm 0,02$ см; длина корней в контроле – $6,45 \pm 0,01$ см, с **КН-2** – $11,66 \pm 0,01$ см, с **АЭС-17** – $11,34 \pm 0,02$ см, с **АБ-2** – $11,86 \pm 0,02$ см. Кроме того, установлено, что синтезированные соединения **АЭС-17** и **АБ-2** увеличивают и количество корней. Добавление новых рострегуляторов повышает содержание хлорофилла (хлорофилл а/ хлорофилл в / хлорофилл (а+в) $\pm 0,01$ (мг/л)), в растениях: пшеницы – контроль – 9,48 / 4,42 / 13,90; с **КН-2** – 12,07 / 4,96 / 17,03; с **АЭС-17** – 11,60 / 5,27 / 16,87; с **АБ-2** – 10,58 / 4,58 / 15,16. Для ячменя эти показатели равны: контроль – 11,25 / 5,51 / 16,76; с **КН-2** – 12,51 / 5,73 / 18,24; с **АЭС-17** – 11,80 / 4,38 / 15,18; с **АБ-2** – 11,97 / 5,67 / 17,64.

Таким образом, новые нафтилоксипропиниловые пиперидолы в концентрациях – 10^{-4} - $10^{-5}\%$ являются эффективными ростстимулирующими соединениями для пшеницы и ячменя.

Cl⁻/H⁺-АНТИПОРТЕР КАК МЕХАНИЗМ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ЗАСОЛЕНИЮ

Шувалов А.В., Орлова Ю.В., Андреев И.М., Мясоедов Н.А., Беляев Д.В., Балнокин Ю.В.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; ул. Ботаническая 35, 127276 Москва, тел.: (499)2318334, факс: (499)9778018

E-mail: Laursen1243@mail.ru (Шувалову А.В.)

Хлорид является самым распространенным галогеном на земле. Соли образованные этим галогеном водорастворимы, и поэтому его воздействию в той или иной степени подвержены все живые организмы. Регуляцию анионного, в том числе и хлоридного, обмена на клеточном и субклеточном уровне организации осуществляют белки, кодируемые семейством генов CLC (chloride channels). Представители данного семейства обнаружены у всех организмов (бактерий, животных, растений и грибов). К CLC относятся хлоридные каналы и анион-протонные обменники, в частности хлоридно-протонные антипортеры.

Наличие Cl⁻/H⁺-антипортера у растений продемонстрировано пока в единственной работе (Jossier et al., 2010). Авторы показали, что Cl⁻/H⁺-антипортер у арабидопсиса, кодируемый геном CLC-а, регулирует работу устьичного аппарата. Мутация в данном гене приводила к потере способности регулировать ширину устьичной щели, что резко снижало адаптивные возможности растения по отношению к водному дефициту и засолению.

В настоящей работе нами обнаружен Cl⁻/H⁺-обмен через мембрану, выделенную из клеток корня соленакапливающего галофита *Suaeda altissima*. Растения были выращены в водной культуре в присутствии NaCl. При создании на мембране концентрационного градиента Cl⁻, направленного внутрь везикул, регистрировался трансмембранный перенос H⁺ из везикулярного люмена в наружную среду. Cl⁻/H⁺-обмен сопровождался генерацией электрического потенциала на мембране («минус» внутри везикул). Обнаруженный Cl⁻/H⁺-обменник функционировал в диапазоне pH от 7 до 8, с оптимумом pH 7,5, что соответствует значению цитоплазматического pH. Помимо экспериментальных данных, демонстрирующих функцию Cl⁻/H⁺-обмена, нами была показана экспрессия в корнях одного из генов, относящегося к семейству CLC. Выдвинута гипотеза, что Cl⁻/H⁺-антипортер в корнях *Suaeda altissima* может выполнять следующие функции:

1. Активный экспорт Cl⁻ из цитоплазмы,
2. Снижение движущей силы поступления Na⁺, за счет деполяризации мембраны
3. Деполяризуя плазмаллему, Cl⁻/H⁺-антипортер активирует H⁺-АТФазу, что приводит к увеличению ΔpH. Возрастание ΔpH, в свою очередь, стимулирует экспорт Na⁺ из цитоплазмы через Na⁺/H⁺-антипортер.

Работа поддержана грантом РФФИ № 09-04-00-709-а.

ОТВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ ХЛОПЧАТНИКА НА ПОВЫШЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Якубова М.М., Юлдошев Х.Ю., Хамрабаева З.М., Хомидов Х.Н.

Таджикский национальный университет, биологический факультет, кафедра биохимии; пр. Рудаки 17, 734025 Душанбе, Республика Таджикистан, тел.: (99237)2211177

E-mail: awst2001@mail.ru (Якубовой М.М.)

Из литературных источников известно, что за последние 250 лет концентрация CO_2 в атмосфере повысилась почти на 28%. В связи с этим возникает вопрос: повышение концентрации CO_2 является стрессовым или растения постепенно адаптируются к такому его увеличению? Получен интересный факт, свидетельствующий об изменении содержания питательных веществ в листьях, особенно на соотношение N/C. CO_2 , являясь прежде всего субстратом фотосинтеза, существенно влияет на интенсивность данного показателя. Из литературных данных известно, что соотношение CO_2/O_2 в атмосфере вызывает почти 40% снижение фотосинтеза у C_3 -видов. Повышение концентрации CO_2 является своего рода модулятором ростовых процессов, что приводит к изменениям в анатомии, морфологии и фенологии и, конечно, на ассимиляцию CO_2 . Важным аспектом исследования адаптационных механизмов фотосинтетических реакций на влияние обогащения углекислотой является изучение зависимости интенсивности фотосинтеза от внутриклеточной концентрации CO_2 .

Изучены приспособительные реакции фотосинтетического аппарата на уровне фотосинтетических и фотодыхательных показателей у различных сортов и линий хлопчатника. Обнаружено, что при увеличении концентрации CO_2 от 300 ppm до 500 ppm интенсивность фотосинтетического поглощения CO_2 увеличивалась у всех исследованных сортов и линий хлопчатника (от 25 до 50 мг CO_2 /дм². час). А при концентрации 600 ppm в системе наблюдалось резкое уменьшение фотосинтеза у линий 65/30 и Л – 53 по сравнению с сортами Хисор, Мехргон и Л – 15. Интенсивность фотодыхания при концентрации CO_2 400 – 500 ppm практически не меняется, но резко снижается при концентрации CO_2 – 600 ppm (от 8 до 4 мг CO_2 /дм². час). У сортов Хисор, Мехргон и Л – 15 изменение концентрации CO_2 в эксперименте особо не повлияло на интенсивность фотодыхания. Это указывает на высокую активность энергообеспечивающей системы фотосинтетического аппарата сортов Хисор, Мехргон и Л – 15 и устойчивости их фотосинтетического аппарата в ответной реакции на изменение концентрации CO_2 . Следовательно, процессы фотосинтеза и дыхания, каждый отдельно, а также дополняя и заменяя друг друга, снабжают клетки энергией и метаболитами, обеспечивают рост, адаптацию и устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды.

РОЛЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В ФОРМИРОВАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ИОНАМ КАДМИЯ

Яруллина Л. М.

ГОУ ВПО “Башкирский государственный университет” ул. З. Валиди, 32, 450074 Уфа, тел/факс: (347)2299671;

E-mail: Lilechek89_89@mail.ru

Глобальной проблемой современности является загрязнение почвы тяжелыми металлами, и прежде всего кадмием (Cd). Cd попадает в окружающую среду в результате производственных процессов и использования различных удобрений. Как и любой стресс, воздействие тяжелых металлов приводит к окислительному взрыву – генерации активных форм кислорода (АФК). Важная роль в защите растительных клеток от разрушающего действия АФК отводится антиоксидантным ферментам, таким как каталаза (КАТ), супероксиддисмутаза (СОД), пероксидаза (ПО). Объектом исследования служили растения пшеницы (*Triticum aestivum*). Растения выращивали при комнатной температуре (20-22 °С) на светоплощадке с 16-ти часовым светопериодом и освещенностью 16 тыс. лк. Перед посевом семена стерилизовали 80%-ным этанолом (3 мин), промывали дистиллированной водой, выкладывали в кювету на фильтровальную бумагу, смоченную водопроводной водой, и проращивали в течение 3-х суток. Далее проростки переносили в чашки Петри на растворы ацетата кадмия в различной концентрации (5-500 мкМ). Определение активности КАТ, СОД, ПО и содержания белка производили в течение 48 ч после посадки проростков на среду с добавлением ионов кадмия. Контролем служили проростки, растущие на воде. Результаты проведенных исследований показали, что ионы кадмия оказывают на растения пшеницы токсическое действие в зависимости от концентрации, которое проявляется, прежде всего, в снижении роста корней. Обработка растений пшеницы солями кадмия приводила к достоверному повышению активности СОД, что подтверждает предположение о повышенном образовании АФК в условиях токсического стресса. Значительное повышение активности СОД в листьях пшеницы при воздействии Cd(NO₃)₂ свидетельствует о том, что СОД является эффективным ферментом защиты растения от повреждений, вызываемых окислителями. Известно, что КАТ и ПО играют важную роль в уменьшении последствий окислительного стресса, катализируя разложение образующейся перекиси водорода. Однако при воздействии Cd(NO₃)₂ в концентрации 500 мкМ наблюдалось понижение активности каталазы во времени. Такое падение активности фермента могло быть вызвано двумя причинами: либо ионы кадмия снижают синтез белка в пшенице, либо продукты метаболизма токсиканта *in vivo* ингибируют активность каталазы. Исследования показали, что обработка ацетатом кадмия в концентрации 50 мкМ не приводит к нарушению синтеза белка. При концентрации 500 мкМ синтез белка в проростках снижается. Таким образом, одним из механизмов развития окислительного стресса в растительных клетках при воздействии ионов кадмия, является снижение активности каталазы, обусловленное падением синтеза белка.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Абильмажинова Т.Т. 91
Абузярова Ю.В. 22
Авальбаев А.М. 80
Алексеева В.В. 23
Алиева З.М. 24
Аллагулова Ч.Р. 80
Алова А.В. 25, 26
Алябьев А.Ю. 39
Андреев И.М. 164
Аникина Л.М. 88, 141
Апашева Л.М. 27
Артюшенко Т.А. 28
Асрандина С.Ш. 74
Атабаева С.Д. 29, 30, 74, 75
Ахалая М.Я. 26

Б

Балнокин Ю.В. 164
Баранов В.И. 31
Бареева Л.Ф. 100
Батова Ю.В. 69
Бахтенко Е.Ю. 64
Башмакова Е.Б. 33
Башмаков Д.И. 32, 132
Безрукова М.В. 80
Безухова О.В. 140
Белинская А.А. 82
Беляев Д.В. 164
Богданова Е.С. 34
Богомазова М.В. 110
Боронин А.М. 63
Бубякина В.В. 120
Бударин С.Н. 35
Булычев А.А. 25, 26
Бурлакова Е.Б. 59
Бурмистрова Н.А. 36
Бурьянов Я.И. 23, 62, 63, 94
Бухарина И.Л. 37
Быстрова Е.И. 66

В

Вавилина Е.Ю. 64
Васильева И.В. 120
Вершинина З.Р. 122
Веселов А.П. 70
Ветошкина Д.В. 62
Воденеев В.А. 142
Волков К.С. 38
Воробьева Н.С. 40
Воробьев В.Н. 39
Воробьев Г.В. 39
Ву Вьет Зунг 121
Вяль Ю.А. 41

Г

Гайдыш И.С. 42
Гареева К.Ф. 135
Генерозова И.П. 43, 59
Гетте И.Г. 44
Гладков Е.А. 45, 93
Глушакова А.М. 100
Гончарук Е.А. 46
Горбунов А.В. 47
Горелова С.В. 47, 48
Гребенкина Т.М. 49
Григориади А.С. 50
Гродзинский Д.М. 52
Гуща Н.И. 52

Д

Давыдова Л.А. 40
Демьянова Т.Г. 51
Дитченко Т.И. 87
Дмитриев А.П. 52
Доброчаев А.С. 82
Доктырбай Г. 75
Дроздов С.Н. 149
Дубровская Е.В. 53
Душков В.Ю. 54
Дьяченко О.В. 63

Е, Ж, З, И

Ермошин А.А. 23
Ерофеева Е.А. 55
Ершова А.Н. 152
Ефимова М.В. 56
Ефремова О.А. 57
Жадько С.И. 58
Желтов Ю.И. 141
Жигачева И.В. 59
Жигула Ю.С. 114
Жилкибаев О.Т. 162, 163
Жуйкова Т.В. 146
Жук В.В. 60
Жук И.В. 61
Жуковская Н.В. 82
Загоскина Н.В. 46, 99
Закамская Е.С. 51
Захарченко Н.С. 62, 63, 94
Захарян Л.С. 108
Звягинцев Д.Г. 150
Зейслер Н.А. 64
Зубкова Т.А. 72
Зуева О. М. 147
Зуза В.А. 118
Зыкова Ю.Н. 65
Ибрагимова К.К. 39
Иванова А.Е. 100, 123
Иванов В.Б. 66
Иванов В.П. 67
Иванов Ю.В. 73, 131
Ильина Е.Н. 157
Ионова Н.Т. 32

К

Кадулин М.С. 68
Казнина Н.М. 69
Калашникова Е.А. 46
Калдыбеккызы Г. 29
Калинин В.А. 142
Кальясова Е.А. 70
Капелькина Л.П. 71
Карпачевский Л.О. 72
Карташов А.В. 73
Кенжебаева С.Д. 29
Кенжебаева С.С. 30, 74, 75, 162, 163
Кизеев А.Н. 76
Ким В.Е. 77

Киреева Н.А. 50
Киселева И.С. 23, 78
Клаус А.А. 79
Клименко О.А. 85
Ключникова Е.О. 80
Князев А.В. 122
Коваль Е.В. 81
Ковтун И.С. 56
Кожевникова А.Д. 82, 136
Козлов Ю.П. 124
Комиссаров Г.Г. 27
Коняев И.С. 57
Корнева Е.Н., 83
Корчагина И.В. 84
Костецкий Э.Я. 40
Кочетков В.В. 62, 63
Кравченко А.Н. 85
Крашенинников В. Н. 86
Креславский В.Д. 137
Крытынская Е.Н. 87
Ктиторова И.Н. 88
Кузнецова Н.А. 36, 89
Кузнецов Вл.В. 38, 56, 138, 139, 151, 157, 158
Кулаева О.А. 90
Куликова А.Л. 36, 89
Куриленко В.В. 110
Курманбаева А.С. 91
Курманкулов Н.Б. 162, 163
Кутузова О.Г. 92
Кучаева Л.Н. 111

Л

Лайдинен Г.Ф. 69
Лебедева А.А. 63
Литвинова И.И. 93
Лобанов А.В. 27
Локтюшов Е.В. 62, 63, 94
Лукаткин А.С. 32, 95, 132
Лушникова Т.А. 96
Лысак Л.В. 97, 150
Лысенко Е.А. 79
Любимов В.Ю. 137
Любунь Е.В. 117
Лю Жуй 111
Лянгузова И.В. 98
Ляпунов С.М. 47

М, Н, О

Маджугина Ю.Г. 158
Малёва М.Г. 23
Маракаев О.А. 99
Марей М.М. 127
Маркин И.Ю. 117
Марфенина О.Е. 100
Марченко С.И. 67
Маханова С.К. 91
Махашова А. 29
Меньшикова Е. 48
Микайылов Ф.Д. 101
Михайлов А.Л. 145
Михайлова Т.А. 102
Михеева М.А. 103
Морозова Н.А. 125
Морозов Н.С. 104
Муратова А.Ю. 53
Мясоедов Н.А. 164
Назаренко Н.Н. 105
Невмержицкая Ю.Ю. 145
Нестеров В.Н. 49, 106
Овечкина О.А. 132
Овчинникова Т.А. 107, 125
Огородникова С.Ю. 65, 133
Окина О.И. 47
Опекунова М.Г. 108
Орлова Е.В. 109
Орлова О.В. 142
Орлова Ю.В. 164
Осипов В.А. 126
Осмоловская Н.Г. 110, 111, 121

П, Р

Палладина Т.А. 112
Панова А.В. 144
Парамонова Н.В. 113
Пахарькова Н.В. 44, 114
Пахратдинова Ж. 30
Пашковский П.П. 73
Перк А.А. 120
Петухова Е.А. 107
Пиголева С.В. 62, 63
Писарчук А.Д. 115
Писковская О.Н. 116
Пищик В.Н. 88
Платонова О.В. 149

Плешакова Е.В. 117
Погромская Я.А. 118, 119
Позднякова Н.Н. 53
Пономарев А.Г. 120
Попова Н.Ф. 110, 111, 121
Постригань Б.Н. 122
Потребич В.В. 123
Простокишина Е.П. 124
Прохорова Н.В. 125
Пунтус И.Ф. 62, 63
Радионон Н.В. 127
Радченко И.В. 126
Радюкина Н.Л. 73
Рак А.С. 147
Ракитин В.Ю. 139
Ралдугина Г.Н. 127
Репкина Н.С. 128
Розенцвет О.А. 49, 106
Роньжина Е.С. 129
Рукавцова Е.Б. 23
Рыктор И.А. 119

С

Сабарайкина С.М. 130
Савочкин Ю.В. 131
Садужева Ж. 75
Сазанова К.А. 32, 132
Самофалова И.А. 101
Самута В.Ю. 110
Санина Н.М. 40
Сафиуллин Р.Р. 135
Сафронова Н.М. 91
Свинолупова Л.С. 133
Свистова И.Д. 84, 105
Сейдафаров Р.А. 134, 135
Серегин И.В. 82, 136
Середнева Я.В. 70
Симакина М.Ю. 48
Синицына Ю.В. 70
Скобелева О.В. 88
Скочилова Е.А. 51
Скрипец Х.И. 31
Смирнова Н.С. 99
Смирнов А.Ю. 137
Смуров А.В. 126
Соболевская Ю.В. 114
Соина В.С. 100

Солдатова В.Ю. 130
Степанова А.Ю. 109
Степанов А.Л. 150
Стеценко Л.А. 138, 139
Стробыкина А.С. 145
Стробыкина И.Ю. 145
Стручкова И.В. 140
Судаков В.Л. 141
Сулейменова С. 30
Сурова Л.М. 142
Сухов В.С. 142
Сыщиков Д.В. 143

Т, У

Таланова В.В. 128
Тарасова П.В. 62
Тараховская Е.Р. 144
Татарина Т.Д. 120
Телицына Н.Ю. 70
Терещенко Н.Н. 115
Тимофеева О.А. 145
Титов А.Ф. 69, 128
Топчиева Л.В. 128
Турковская О.В. 53
Удалова О.Р. 141
Устиновская Т.Ю. 155

Ф, Х, Ц

Фазлиева Э.Р. 78, 146
Фейгин А.А. 124
Филиппова А. В. 147
Фролова Л.В. 148
Фронтасьева М.В. 47
Хамидуллин А.Ф. 39
Хамидуллин Ш.Ф. 135
Хамрабаева З.М. 165
Харкевич К.Л. 114
Хлыстов И.А. 78
Холодова В.П. 33, 38, 56, 79
Холопцева Е.С. 149
Хомидов Х.Н. 165
Хрипач В.А. 56
Хрянин В.Н. 86
Хуторянская М.Ю. 82
Церковнова М.В. 32
Цыганова Е.Н. 150
Цыганов В.Е. 77, 90

Ч, Ш, Э, Ю, Я

Чемерис А.В. 122
Чепурнова М.А. 62, 63, 94
Черемисина А.И. 151
Черных П. В. 152
Четина О.А. 153
Чижевская Е.П. 77
Чикенева И.В. 154, 155
Чукина Н.В. 23
Шабнова Н.И. 137
Шакирова Ф.М. 80
Шарыгина И.О. 156
Шевякова Н.И. 138, 139, 151, 157, 158
Шергина О.В. 102
Шерстнева О.Н. 142
Шеховцева О. Г. 159, 160
Широкова Н.П. 161
Шоинбекова С.А. 29, 30, 74, 75, 162, 163
Шувалов А.В. 164
Шугаев А.Г. 43, 59
Шульгин И.А. 124
Шумкова Г.А. 127
Эрлих Н.Т. 82
Юлдашев Р.А. 80
Юлдошев Х.Ю. 165
Якубова М.М. 165
Яруллина Л.М. 166

A – Z

Abushik V.V. 21
Akinerdem F. 17
Endes Z. 17
Er F. 18, 19
Erol A.S. 19
Kocak R. 18
Kosyk O.I. 20
Mikayilov F. 19
Öğüt M. 18
Özcan M.M. 17
Sheshyn I.N. 21
Shutenko G.S. 21
Tuşat E. 19
Vozniuk N.V. 20
Yilmaz G. 19
Zhirina L.S. 21

helicon

Компания ХЕЛИКОН

ВСЕ ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

КОМПЛЕКСНОЕ ОСНАЩЕНИЕ ЛАБОРАТОРИЙ

Оборудование

для:

- ▶ ПЦР
- ▶ Пробоподготовки
- ▶ Центрифугирования
- ▶ Анализа нуклеотидных последовательностей
- ▶ Клонирования
- ▶ Иммуно-ферментного анализа
- ▶ Общелабораторное оборудование



Реактивы

для:

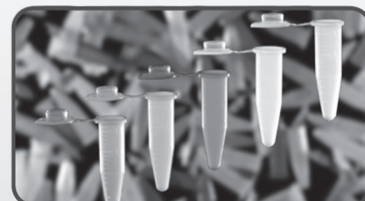
- ▶ Электрофореза
- ▶ Клонирования
- ▶ Трансфекции
- ▶ Культуральных работ
- ▶ Вторичной детекции
- ▶ Рестрикции и модификации нуклеиновых кислот
- ▶ Выделения и очистки нуклеиновых кислот



Пластик

для:

- ▶ ПЦР
- ▶ ИФА
- ▶ Культуральных работ



119992, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 40 МГУ им. М. В. Ломоносова
Телефон (495) **933-2736**; факс: (495) **930-0084**, mail@helicon.ru, www.helicon.ru

Представительство в **НОВОСИБИРСКЕ**: 630128 г. Новосибирск, ул. Демакова, 23, оф. 201, тел.: (383) 214-60-82, факс: (383) 217-43-89, e-mail: novosibirsk@helicon.ru
Представительство в **САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**: 195220 г. Санкт-Петербург, ул. Гжатская, 27 А, оф. 245, тел./факс: (812) 248-91-30, e-mail: spb@helicon.ru

