

ПОДСЕКЦИЯ «ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

Влияние мутации по генам рецепторов цитокинина на транскрипцию хлоропластных генов *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.

Данилова Мария Николаевна

(Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева РАН, Россия, Москва, MariaDanilova86@yandex.ru)

Регуляция биогенеза хлоропластов – одно из наиболее важных проявлений функциональной активности цитокининов. В настоящее время активно изучается механизм транскрипции хлоропластного генома и участие фитогормонов в этом процессе. Цитокинины регулируют экспрессию генов растительного организма с помощью двукомпонентной системы трансдукции сигнала: связываясь с мембранными рецепторами, они инициируют каскад передачи сигнала, приводящий к активации специфических цитокинин-чувствительных генов. К настоящему времени у *Arabidopsis thaliana* выявлено три рецептора цитокинина: АНК2, АНК3 и АНК4.

Цель данной работы заключалась в исследовании возможного влияния мутации по генам, кодирующим один из трех рецепторов цитокинина, на транскрипцию хлоропластных генов *Arabidopsis thaliana*, а также в изучении влияния на этот процесс экзогенных фитогормонов.

Работу выполняли на трансгенных растениях *Arabidopsis thaliana*, у которых был инактивирован один из трех генов рецепторов цитокинина. Розеточные листья трехнедельных растений арабидопсис на свету опрыскивали водой или раствором синтетического аналога природного цитокинина 6-бензиламинопурина (БАП, 5 мкМ) и по истечении 6 часов определяли интенсивность транскрипции хлоропластных генов. Оценку влияния цитокинина на интенсивность транскрипции хлоропластных генов проводили при помощи метода *qpcr*-он транскрипции. Для анализа нами были выбраны следующие гены: *rrn16* (16S рибосомная РНК), *rbcl* (большая субъединица РБФК), *atpB* (β -субъединица АТФ-синтазы), *psaB* (P700- апобелок А2 ФС1), *psbA* (D1 белок ФСII), *psbD* (D2 белок ФСII). Результаты *qpcr*-он транскрипции показали, что мутации по генам рецепторов цитокинина АНК2, АНК3, АНК4 подавляли экспрессию вышеперечисленных генов, при этом наибольший ингибирующий эффект на транскрипцию оказывало отсутствие АНК3 рецептора цитокинина. Обработка этих растений раствором цитокинина вызывала повышение уровня транскрипции всех исследуемых генов. Полученные результаты указывают на возможность вовлечения АНК3 киназы в регуляцию цитокинином транскрипции хлоропластных генов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №11-04-01008).

Автор выражает искреннюю благодарность за помощь в проведении работы своим руководителям – к.б.н., с.н.с. Кудряковой Н.В. и д.б.н., с.н.с. Кузнецову В.В.

Ассоциативные ризобактерии повышают засухоустойчивость фацелии

Муратова Рузилья Рамильевна

(Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Россия, Санкт-Петербург, ruzilia1@yandex.ru)

В связи с глобальным изменением климата и расширением площадей засушливых земель, исследование влияния засухи приобретает особую актуальность. Засуха ингибирует многие метаболические процессы, лимитирует рост и продуктивность растений. В связи с этим представляет большую актуальность изучение физиологических особенностей фацелии рясинколистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) при инокуляции ризобактериями в условиях нормального увлажнения (НУ) и почвенной засухи (ПЗ).

Исследования проводились в условиях вегетационного опыта на биостанции РГПУ им. А.И. Герцена (пос. Вырица) в 2010 г. Для предпосевной инокуляции семян использовали

препараты: азоризин, 5С-2, мизорин, флавобактерин (ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, г. Пушкин). Основные физиологические показатели определены по стандартным методикам.

Выявлено, что инокуляция семян ризобактериями снижает торможение роста растений в высоту, сохраняется листовая поверхность, которая у инокулированных растений превышала контрольные на 40-60%. Содержание хлорофилла у обработанных растений после ПЗ было больше и приближалось к аналогичному показателю у растений, выросших при НУ. При дефиците влаги в растительных клетках проницаемость мембран увеличилась в среднем на 40% по сравнению с растениями, выросшими при НУ. При использовании ризобактерий в условиях ПЗ увеличивается содержание пролина (18-45%) и аскорбиновой кислоты относительно контроля, что говорит об усилении защитных механизмов. При засухе масса сухого вещества растений снижалась во всех вариантах, но в меньшей степени у растений, инокулированных такими бактериальными препаратами как 5С-2 и мизорин.

Таким образом, ассоциативные ризобактерии при кратковременной почвенной засухе в фазу бутонизации и цветения стабилизируют нормальный рост и развитие фацилии, способствуют сохранению листовой поверхности и содержанию в ней пигментов. В растениях повышается концентрация свободного пролина и аскорбиновой кислоты, выполняющих защитную функцию, а так же меньше нарушается целостность мембран. У растений, обработанных ризобактериями, увеличивается водоудерживающая способность, что в условиях водного стресса способствует сохранению содержания воды в тканях.

Низкотемпературный стресс и изучение взаимосвязи корень – побег у проростков пшеницы

Нохсоров Василий Васильевич

*(ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»
Биолого-географический факультет, Россия, Якутск, NohVasyaVas@mail.ru)*

Подобно тому, как среда обитания делится на воздух и почву, так и растительный организм состоит из двух адаптивных форм - побега и корня. Вместе с тем листья и корни физически связаны между собой, физиологически коррелируют друг с другом и представляют собой основные ассимилирующие органы растения. В связи с этим мы поставили задачу изучить взаимосвязь корень – побег на примере изменения содержания желтых пигментов в листьях 7-дневных проростков пшеницы при действии кратковременного холодого стресса на их корневую систему.

В работе использовали 7-дневные растения пшеницы сорта «Приленская-19», холодовой шок создавали путем помещения их корневой системы в термостат (MULTITEMP II 2219) с питательной средой Гельригеля (1/4 доза солей), поддерживая температуру 1⁰С, 2⁰С, 4⁰С, 6⁰С на 30 и 180 мин. Качественный и количественный состав каротиноидов анализировали методом тонкослойной хроматографии.

Изменение содержания индивидуальных каротиноидов побегов пшеницы изучали при холодовом шоке (1,2,4 и 6⁰С) корней растений в течении 30 и 180 мин. Холодовой шок (6⁰С) практически не оказывает влияние на содержание каротиноидов. Сходное действие наблюдалось и при 30-минутном воздействии низких положительных температур на корни. Однако в случае погружения в холодную питательную смесь Гельригеля (1, 2 и 4⁰С, 180 мин) корней пшеницы в побегах заметно повышалось содержание лютеина+зеаксантина (223,2; 194,7; 165,8%) и β-каротина (144,4; 242,6; 123,7%) соответственно.

Таким образом, холодовой шок корней 7- дневных растений пшеницы (30 и 180 мин) при низких положительных температурах (1, 2, 4⁰С) приводит к значительному увеличению содержания как лютеина+зеаксантина, β-каротина, так и общей суммы каротиноидов.

Наши эксперименты доказывают существование на уровне организма тесной взаимосвязи между корнем и побегом. Из представленных данных видно, что кратковременное локальное охлаждение корня вызывает повышение содержания каротиноидов в листьях 7- дневного побега пшеницы.

Работа поддержана Грантом Президента РС (Я) для студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов, 2011 г.

Автор выражает благодарность доктору биологических наук Петрову Климу Алексеевичу, а также кандидату биологических наук Чепалову Валентину Азовичу.

**Особенности ультраструктуры клеток суспензионной культуры
Polyscias fruticosa (L.) Harms. в связи с синтезом терпеноидов**

Соловьева Любовь Васильевна¹, Гафиятова Э.И.¹, Суханова Е.С.², Кочкин Д.В.²
¹Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Россия, Казань, ²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия, Москва, *Ljybava-8881@yandex.ru*

Биотехнология растений дает широкие возможности для коммерческого получения многих вторичных метаболитов из растений субтропических и тропических зон, а также исчезающих потенциально ценных лекарственных видов. Таковыми являются растения рода *Polyscias* (сем. *Araliaceae*), которые обладают целым спектром фармакологического действия благодаря содержанию тритерпеновых сапонинов. Несмотря на возможность сохранения культивируемыми клетками способности к биосинтезу многих фармакологически ценных соединений, в условиях *in vitro* могут происходить изменения вторичного метаболизма, что должно отражаться на ультраструктурной организации клеток. Полученная недавно культура клеток *Polyscias fruticosa* в этом аспекте не была изучена.

Целью работы был ультраструктурный анализ клеток суспензионной культуры *Polyscias fruticosa* в связи с синтезом тритерпеновых гликозидов.

Для электронно-микроскопических исследований материал фиксировали по общепринятой методике при переходе культуры от лаг-фазы к стационарной (8-е сутки).

Культура состояла из гетерогенных по стадиям развития клеток, объединенных в кластеры. В центре дифференцированных клеток располагалась большая центральная вакуоль, а по периферии – более мелкие литические вакуоли. В полости последних часто обнаруживались остатки цитоплазматических структур и гранулярно-хлопьевидные включения. Хондриом представлен вытянутыми, палочковидными митохондриями с небольшим количеством крист. Пропластыды плеоморфны, часть из них содержала крупные крахмальные зерна. Пластоглобулы пластид варьировали по электронной плотности. Цитоглобулы преимущественно средней электронной плотности, иногда образовывали скопления. Известно, что тритерпеноидные соединения синтезируются в цитозоле из мевалоната. Именно в этом компартменте нами дополнительно выявлялись округлые включения со сложной внутренней структурой. Липидный матрикс таких включений содержал локальные зоны, часто представленные в виде «сети» и образованные более осмиофильным веществом.

Тонкослойная хроматография спиртовых экстрактов из биомассы культуры клеток *P. fruticosa* показала наличие не менее двух тритерпеновых гликозида с Rf 0,17 и 0,28.

На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что клетки новой линии суспензионной культуры *Polyscias fruticosa* сохраняют способность к синтезу тритерпеновых сапонинов, которые преимущественно накапливаются в клетке в структурах, являющихся производными от липидных капель цитоплазмы - цитоглобул.

Авторы выражают глубокую признательность старшему научному сотруднику Казанского института биохимии и биофизики РАН Ф.А. Абдрахимову, доценту кафедры физиологии и биотехнологии растений КФУ Й.Р. Абдрахимовой, профессору кафедры физиологии растений МГУ имени М.В. Ломоносова А.М. Носову

**Регуляция 24-эпибрассинолидом экспрессии гена цитокининоксидазы в растениях
пшеницы при солевом стрессе**

Сомов Кирилл Александрович, Иванова К.А., Яхина Е.Р., Юлдашев Р.А.

*(Учреждение Российской академии наук Институт биохимии и генетики Уфимского
научного центра РАН, Россия, Уфа)*

Ранее нами было показано защитное действие предобработки 24-эпибрассинолидом (ЭБ) на растения пшеницы в условиях натрий хлоридного засоления. Важный вклад в реализацию антистрессового действия ЭБ при засолении, по-видимому, вносит снижения концентрации

гормонов цитокининовой природы в растениях. Хорошо известен ярко выраженный протекторный эффект цитокининов в отношении стрессовых факторов, вызывающих обезвоживание. Вместе с тем, необходимо понять, что лежит в основе поддержания концентрации цитокининов в ЭБ-предобработанных растениях в условиях засоления на уровне контроля. Основываясь на том, что важную роль в регуляции содержания цитокининов играет фермент цитокининоксидаза, ответственный за процесс деградации цитокининов, нами методом ОТ-ПЦР был проведен анализ экспрессионной активности гена цитокининоксидазы в предобработанных и необработанных ЭБ проростках пшеницы в условиях натрий хлоридного засоления. В ходе экспериментов выявлено, что засоление вызывало постепенное увеличение транскрипции гена цитокининоксидазы в проростках пшеницы, чем, по-видимому, обусловлено вызываемое 2%-ным хлоридом натрия снижение концентрации эндогенных цитокининов. В то же время в предобработанных ЭБ проростках, подвергнутых засолению, уровень транскриптов гена цитокининоксидазы соответствует таковому в контрольном варианте, что, в свою очередь, коррелирует с поддержанием в этих растениях концентрации цитокининов на уровне контроля. Полученные результаты свидетельствуют о способности 24-эпибрасинолида регулировать экспрессионный статус гена цитокининоксидазы, что позволяет ЭБ контролировать количественный уровень цитокининов в растениях пшеницы при натрий-хлоридном засолении.

Индукция аутофагии в клетках корней пшеницы в условиях стеринного истощения

Сулкарнаева Альбина Гарифулловна

(Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, Казань, albinusik_89@mail.ru)

Стерины являются важными компонентами биологических мембран, оказывающими упорядочивающее воздействие на их структуру. Важной особенностью стерinov является высокое сродство к сфинголипидам, что способствует формированию ими липидных микродоменов (рафтов), на которых локализуются сигнальные комплексы. Истощение стерinov может приводить к нарушению структуры мембранных рафтов, целостности и функциональной активности мембран и приводить в результате к гибели клеток по пути аутофагии. Аутофагия («самопоедание») клеток играет важную роль во многих физиологических процессах и поддержании гомеостаза. Аутофагия сопровождается образованием аутофагических вакуолей (аутофагосом), содержащих фрагменты цитоплазмы и органеллы.

Целью настоящего исследования явилось изучение процесса формирования аутофагосом в клетках корней пшеницы при истощении стерinov. Истощение стерinov в клетках корней достигалось действием полиенового антибиотика нистатина, который специфически связывается с эндогенными стеринами и образует в мембранах каналы, вызывая вытекание из клетки ионов, воды, аминокислот и белков. Для сравнения было взято две концентрации нистатина - 1 мкМ и 10 мкМ. Было показано, что в корнях интактных проростков пшеницы, обработанных нистатином, в течение 12 ч происходило увеличение содержания перекиси водорода, проницаемости мембран для ионов и образования аутофагосом, детектированных с применением специфического флуоресцентного красителя Lyso Tracker Red DND-99, а также снижение жизнеспособности корневых клеток. Методом ПЦР анализа в реальном времени было показано, что при 12 ч действии нистатина наблюдалась увеличение экспрессии генов пероксидаз в 6 раз по сравнению с контролем. Увеличение в 8-9 раз экспрессии аутофагических генов atg4 и atg6 происходило лишь к 24 ч действия антибиотика. Полученные результаты свидетельствуют о том, что индуцированное нистатином стеринное истощение и нарушение мембранной проницаемости клеток сопровождается окислительным стрессом и приводит к гибели клеток путем аутофагии.

Скрининг растений рода *Amaranthus*: антагонизм никеля и железа и хелатирующая роль полиаминов

Черемисина Александра Игоревна

(Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений
им. К.А. Тимирязева РАН, Россия, Москва, aicheremisina@mail.ru)

Использование дикорастущих растений-сверхаккумуляторов Ni для очистки загрязненных территорий препятствует их небольшая надземная биомасса, не способная обеспечить значимый с практической точки зрения вынос металлов. 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 наращивать высокую надземную биомассу, то есть обладать выраженной стресс-толерантностью к факторам техногенного загрязнения. Одними из представителей рудеральных растений являются растения из семейства Амарантовые (*Amaranthaceae*). Гибридные семена растений рода *Amaranthus*: *A. paniculatus f. cruentus* (Вишневый джем), *A. paniculatus* (Бронзовый век) и *A. caudatus f. viridis* (Изумруд) 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 на фоне низкой (2 мкМ) или высокой (100 мкМ) концентраций Fe и исследовали накопление в различных органах растения Ni и Fe, фотосинтетических пигментов и уровень окислительного стресса (СОД, МДА, пролин). Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшую Ni-аккумулирующую способность имел красностебельный гибрид Вишневый джем. Снижение содержания Fe в нем могло явиться следствием проявления антагонизма железа и никеля. Причиной проявления антагонизма в растениях между Ni и Fe в условиях загрязнения почв никелем может являться, в первую очередь, Ni-индуцируемый окислительный стресс, который приводит к нарушению в апопласте восстановления Fe³⁺ до Fe²⁺, а также целостности мембран и функционирования специфических белково-переносчиков Fe²⁺. Оптимальная концентрация Fe, необходимая растениям для нормального осуществления физиологических функций, находится в весьма узких пределах. Данное исследование показало, что для повышения фиторемедиационного потенциала растений для Ni и улучшения их жизнеспособности, с одной стороны, требуется поддержание в клетках гомеостаза железа, а с другой – накопление защитных метаболитов (пролина, полиаминов), способных снижать токсичность Ni.

Инициация соматического эмбриогенеза у сосны сибирской

Шуваев Денис Николаевич, Ворошилова Е.В.

(Сибирский федеральный университет, институт фундаментальной биологии и биотехнологии, Россия, Красноярск, shuvaev.denis@yandex.ru)

Сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), являющаяся одним из основных лесобразующих видов в горах южной Сибири, подвергается постоянному антропогенному воздействию. Для сохранения генофонда сосны сибирской актуально применение современных биотехнологий, позволяющих проводить массовое тиражирование высокопродуктивных форм данного вида. Одной из таких технологий является соматический эмбриогенез. Цель исследования заключалась в разработке биотехнологии получения эмбрионного каллуса (ЭК) у сосны сибирской.

Объектом исследования послужили семена, собранные у деревьев из естественного древостоя, клонов, а также гибридные семена, полученные в результате контролируемого опыления. В качестве материала для индукции ЭК были взяты изолированные зиготические зародыши сосны сибирской на стадии глобулярного зародыша, семядольного кольца и зрелых семян. Экспланты стерилизовали и в асептических условиях переносили на питательные среды MS и LV с регуляторами роста 2,4-Д и 6-БАП.

Результаты исследования показали, что в течение первого месяца культивирования на эксплантах образуется ЭК. При субкультивировании на среду LV масса ЭК, полученного от

взрослых деревьев сосны сибирской составила от 0,3 до 0,76 гр. Вес ЭК клоновых деревьев составил от 0,47 до 2,00 гр. Наиболее активный рост ЭК был отмечен для эксплантов, полученных в результате контролируемого опыления клонов, пыльцой деревьев из естественного древостоя. В данном случае масса ЭК составила от 0,80 до 3,45 гр. Цитозмбриологический анализ каллусной массы показал, что на 7-10 сутки культивирования в ней происходили изменения. Соматические клетки удлинялись до 200 мкм и подвергались неравномерному делению, с образованием эмбриональной инициали и длинной клетки эмбриональной трубки.

Таким образом, в экспериментальных условиях был осуществлен контролируемый переход соматических клеток сосны сибирской на путь эмбриогенеза.

**Cl⁻/H⁺-обмен в мембранах клеток корня *Suaeda altissima*
Шувалов Алексей Витальевич, Орлова Ю.В.**

*(Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; Россия, Москва,
laursen1243@mail.ru)*

В растениях, в отличие от других групп организмов, функционирование Cl⁻/H⁺-обмена мало изучено. Цель настоящей работы состояла в функциональной идентификации Cl⁻/H⁺-антипортера в клетках корня галофита *Suaeda altissima*. Исследование проведено на мембранной фракции, обогащенной везикулами ПМ. Мембранную фракцию получали центрифугированием суспензии микросом в ступенчатом градиенте плотности сахарозы. Перенос H⁺ через мембрану регистрировали по изменению дифференциальной абсорбции (ΔA₄₉₂₋₅₄₀) ΔpH-индикатора акридинового оранжевого (АО), и изменению параметров флуоресценции pH-индикатора пиранина, загруженного в везикулы. Генерацию отрицательного трансмембранного электрического потенциала (Δψ) внутри везикул регистрировали по изменению дифференциальной абсорбции (ΔA₅₅₄₋₅₂₄) Δψ-индикатора, сафранина О. Регистрацию дифференциальной абсорбции проводили на двухволновом спектрофотометре «Hitachi 557», а параметров флуоресценции на спектрофлуориметре «Hitachi 850». При создании на мембране концентрационного градиента Cl⁻, направленного внутрь везикул, наблюдался выход H⁺, то есть происходило защелачивание везикулярного люмена. При этом регистрировалась генерация отрицательного Δψ внутри везикул. ΔpCl-зависимое защелачивание везикулярного люмена зависело как от величины ΔpCl, так и от трансмембранного электрического потенциала. Δψ нужной величины и знака создавали соответствующим диффузионным потенциалом ионов K⁺ в присутствии валиномицина. С увеличением ΔpCl и смещением Δψ в область положительных значений защелачивание усиливалось. Наблюдаемый в экспериментах ΔpCl-зависимый перенос H⁺ через мембрану, сопровождаемый генерацией отрицательного Δψ при наложении на мембрану концентрационного градиента Cl⁻, указывает на наличие в мембране Cl⁻/H⁺-антипортера. Его физиологическая роль может заключаться в выведении Cl⁻ из цитоплазмы в экстрацеллюлярное пространство (в случае локализации в ПМ) или в вакуоль (в случае локализации в тонопласте) в условиях хлоридного засоления. Функционирование Cl⁻/H⁺-антипортера в клетках сопровождается деполяризацией ПМ, что стимулирует работу H⁺-АТФазы и снижает движущую силу пассивного транспорта Na⁺ из наружной среды в клетку.

Работа поддержана грантом РФФИ № 09-04-00-709-а.

The role of epibrassinolide in the realization of photomorphogenetic program depending on light spectral composition

Kovtun Irina Sergeevna

(Tomsk State University, Russia, Tomsk, kovtunirina@sibmail.com)

The idea about participation of phytohormones in the light signal transduction had been developed recently. The key role in this process belongs to the special class of phytohormones – brassinosteroids. We studied the influence of selective light and epibrassinolide (EBL) in concentration 0,01 μM on morphogenesis, pigment content and the weight of five-day seedlings of *Arabidopsis thaliana*. The etiolated seedlings were used as a control.

The typical features of etiolated seedlings – long hypocotyls and small cotyledons. The light caused significant phenotypic changes compared with the control depending on spectral composition of light. Seedlings had short hypocotyls and big cotyledons under blue light (BL). However, under green light (GL), seedlings had phenotype partly similar to etiolated one – area of cotyledons became bigger than in control, but hypocotyls were longer. Pigment content was highest on BL in comparison with GL or darkness.

The exogenous EBL effected on seedling growth, which appeared in increase an axis organs' size under BL or GL. Especially, the response reaction of root system on hormone was more expressed in comparison with hypocotyl and cotyledons one.

Important sign of realization of light-regulated program is a photosynthetic pigment presence. The content of pigment increased under GL and decreased under BL due to exogenous EBL.

Significant increase of the wet weight was shown under GL depending of EBL presence. Under BL and in darkness observed the same effect of hormone, but less pronounced. The stimulative effect of EBL on the storage of the dry weight was shown in the dark and under BL.

So, in these experiments was shown the influence of exogenous EBL on development of five-day seedlings and the physiological effect of green light was noted.

The research was supported by Federal Agency of Education (State Contract no. P1369).

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

Изучение алкалоидного комплекса *Nymphaea candida* Баланда Оксана Владимировна

*(Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
факультет Экологии и Биотехнологий, Украина, Киев, russorok@ukr.net)*

Известно, что алкалоидоносные растения составляют примерно 10% мировой флоры. Наземным алкалоидоносам посвящено множество научных работ, водным - внимания уделено значительно меньше. Хорошо изученными в этом плане являются растения рода *Nuphar*. Все известные алкалоиды кубышки близки по своему строению, в их основе лежит полный или частично развернутый хинолизидиновый цикл, один кислород входит в состав фуранового кольца, а другой, если он есть в алкалоиде, в гидроксильную группу. Необходимо отметить, что соединения этого класса обладают специфическим, зачастую уникальным физиологическим действием, именно поэтому водные алкалоидоносы являются перспективным сырьем для производства биологически активных веществ, которые могут быть использованы в фармакологии, а также при разработке препаратов для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений.

Алкалоиды из корневищ *Nymphaea candida* J. et C. Presl. и *Nuphar lutea* (L.) Smith. после экстракции разделяли с помощью хромато-масс-спектрометрии. Исследования проводили на "Waters Integrity System": последовательно соединенных жидкостного хроматографа, диодно-матричного (PDA) и масс-спектрометрического (MS) детекторов. Система имеет "particle beam" интерфейс, который разработан для проведения идентификации нелетучих соединений, которая проблематична или невозможна на традиционных газовых хромато-масс-спектрометрах.

На традиционном газовом хромато-масс-спектрометре нами было исследовано спектры веществ алкалоидной природы из *Nymphaea candida* и *Nuphar lutea*. В спектре *Nuphar lutea*. идентифицированы такие алкалоиды как: неотиобинуфаридин, дезоксинуфаридин, 6-гидроксотиобинуфаридин. Анализ спектра *Nymphaea candida* оказался невозможным так как алкалоидов этого растения нет в библиотеке масс-спектров. Поэтому для идентификации алкалоидного спектра *Nymphaea candida* мы провели сравнительный анализ данных соединений с уже изученным алкалоидным спектром *Nuphar lutea*. Таким образом, была получена хроматограмма веществ из корневищ *Nymphaea candida* состоящая из 13 пиков. Масс-спектры каждого из пиков свидетельствуют об общей природе всех 13 веществ, большинство из них являются изомерами.

Дезоксинуфаридин и неотиобинуфаридин выявлены в алкалоидных спектрах как *Nymphaea candida*, так и *Nuphar lutea*. Разница анализа состоит в том, что *Nymphaea candida*

содержит также касторамин и (+,-)-3-эпинуфарамин и комплекс нераспознанных изомеров алкалоидной природы, которые не выявлены в *Nuphar lutea*.

Анализ накопления Ni в растениях-гипераккумуляторах и исключателях из рода *Alyssum* L.

Бакланов Илья Андреевич

(Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Россия, Москва)

Разные виды растений различаются по устойчивости к действию тяжелых металлов и способности к их накоплению. По классификации, предложенной Brooks (1977), выделяют две основные группы растений: исключатели, накапливающие металлы преимущественно в подземных органах, и аккумуляторы, способные накапливать их в побеге. Небольшую группу среди аккумуляторов составляют гипераккумуляторы, накапливающие, в случае Ni, более 1000 мкг/г сухой массы.

Целью работы являлся анализ накопления Ni в растениях-гипераккумуляторах и исключателях. Объектами исследования были растения из рода *Alyssum* L.: гипераккумуляторы *A. lesbiacum* и *A. obovatum* и исключатели *A. saxatile ssp. saxatile* и *A. saxatile ssp. orientale*. Растения выращивали в факторостатной камере на водной культуре в течение двух месяцев: первый месяц – на ¼ растворе Хогланда; второй месяц – на том же растворе в присутствии различных концентраций нитрата никеля (10-1000 мкМ для гипераккумуляторов, 3-50 мкМ для исключателей). Контролем служили растения, выращенные в отсутствие Ni. О накоплении металла в различных органах растений (листья, стебли, корни) судили по результатам количественного анализа, проведенного методом атомно-адсорбционной спектрометрии.

Было установлено, что гипераккумуляторы, по сравнению с исключателями, способны расти и развиваться без видимых проявлений токсического действия Ni в присутствие высоких концентраций металла (до 600 мкМ). У гипераккумуляторов Ni накапливался преимущественно в побеге, в корнях его было меньше. У гипераккумулятора *A. lesbiacum* Ni накапливался в больших концентрациях, по сравнению с *A. obovatum*. У *A. lesbiacum* накопление металла происходило главным образом в стеблях, у *A. obovatum* – в листьях. С увеличением концентрации Ni в среде выращивания гипераккумуляторов увеличивалось его накопление. У исключателей Ni накапливался в корнях и присутствовал в надземных органах в меньших количествах.

Таким образом, растения-гипераккумуляторы проявляют более высокую устойчивость к действию Ni, чем растения-исключатели. Как различные гипераккумуляторы, так и различные исключатели из рода *Alyssum* отличаются по устойчивости к Ni и способности накапливать этот металл.

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

Исследование возможности синтеза фенольных соединений растениями брусники и клюквы в условиях *in vitro*

Берзина Екатерина Васильевна, Хусаинова М.Ф.

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия, Нижний Новгород, berezina_ek@52.ru)

Введение растений в культуру *in vitro* приводит к изменениям в их метаболизме. Изучать это явление для клюквы и брусники важно, т.к. данные растения имеют большое пищевое значение, обладают широким спектром действия на организм. Цель работы – сравнить содержание общих растворимых фенольных соединений (ОРФС), флавонолов (Фл) в листьях интактных, стерильных растений и каллусах брусники и клюквы.

Объекты исследования: брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pers., сорт Алая заповедная), клюква крупноплодная (*O. macrocarpus* (Ait.) Pers., сорта Ранний черный (РЧ), Стивенс, Ховес). Стерильные растения выращивали на питательной среде Андерсона, каллусы – на WPM и Андерсона с фитогормонами: НУК/кинетин; НУК/БАП; 2,4-Д/кинетин; 2,4-Д/БАП (по 0.5 мг/л); содержание фенолов определяли спектрофотометрически (UV-1700 (Shimadzu)).

Анализ стерильных растений и каллусов показывает сохранение способности синтезировать фенолы. Содержание ОРФС (мг/г сырой массы) в листьях пробирочных растений брусники – 103, клюквы крупноплодной – 71-88 в зависимости от сорта, болотной – 24. Для пробирочных растений брусники уровень ОРФС в два раза выше, чем для интактных в период цветения, но несколько ниже, чем в период плодоношения; для клюквы отмечено его снижение в 1.4-1.9 раз. В каллусах содержание ОРФС существенно уступает листьям интактных растений: максимум – 35 мг/г сырой массы (сорт Стивенс, WPM, НУК/БАП). Содержание Фл *in vitro* у брусники, клюквы болотной, крупноплодной сортов Стивенс и Ховес снижается, у сорта РЧ остается на прежнем уровне. Доля Фл в ОРФС для клюквы крупноплодной не изменяется (49-58%), для остальных растений уменьшается (с 53% до 18% (брусника), с 50% до следовых количеств (клюкwa болотная). Максимум Фл в каллусах клюквы крупноплодной превышает их содержание в пробирочных растениях, но уступает листьям интактных; в целом, их доля – от 0% до 97% (в зависимости от среды).

Выявленное сохранение синтеза фенолов *in vitro* свидетельствуют о высоком биосинтетическом потенциале пробирочных растений и каллусов клюквы и брусники, что в перспективе делает возможным их использование для получения ценных веществ фенольной природы в промышленном масштабе.

Влияние гриба рода *Trichoderma* на устойчивость растений

Валиулина Альбина Фаритовна, Долинская Е.В.

(Институт Фундаментальной Биологии и Биотехнологии, Россия, г. Красноярск
valiulina1988@mail.ru)

В природе существуют определенные динамические взаимоотношения между растительными организмами и микрофлорой прикорневой зоны растений. Жизнедеятельность растений зависит от соотношения фитопатогенов и их антагонистов в почве, которое влияет на ростовые процессы. Значительный ущерб развитию растений в условиях Сибири наносят грибы рода *Fusarium*. Однако существуют микроорганизмы, сдерживающие развитие патогенной микрофлоры - это грибы рода *Trichoderma*, которые вырабатывают вещества пептидной природы и таким образом способны оказывать стимулирующее действие на рост и развитие растений.

В качестве объектов исследования использовали растения пшеницы районированного сорта Омская-32 и микромицеты штаммов Z3-06 *Fusarium sporotrichioides*, M99/5 *Trichoderma asperellum*. Семена заражали грибом рода *Fusarium*, а часть семян опудривали спорами гриба-антагониста рода *Trichoderma*.

Грибы рода *Fusarium* оказывали ингибирующее действие на все физиолого-морфологические параметры, под его действием снижался рост и развитие растений, резко уменьшалось количество основных метаболитов таких как белки и углеводы, нарушался транспорт электронов. Ингибирующее действие данного патогена проявлялось уже на ранних стадиях развития растения, под его влиянием уменьшалась энергия прорастания и всхожесть семян, увеличивалась зараженность растительного организма. Однако внесение гриба рода *Trichoderma* снимало ингибирующее действие патогена. *Trichoderma* стимулировала накопление белков и углеводов, под ее влиянием увеличивалось содержание хлорофилла *a* и *b*.

Таким образом, грибы рода *Trichoderma* проявляли свою активность в экстремальных условиях, и как показали исследования данный антагонист оказывал двоякое действие: с одной стороны, влияя на патоген, снимал его ингибирующий эффект, тем самым благоприятно действовал на растение; с другой стороны, взаимодействуя с корнем растения, проникал в его слои и включался в метаболизм и стимулировал накопление белков и углеводов.

Изучение осеннего старения ассимиляционных органов березы с помощью спектроскопии отражения в условиях Кольского Заполярья

Кизеев Алексей Николаевич

(Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН, Россия, Анапты, aleksei.kizeev@mail.ru)

Осеннее старение растений сопровождается изменениями в содержании и составе пигментов, определяющих окраску листьев. Изменение цвета листьев связано с трансформацией хлорофиллов и каротиноидов, которые являются доминирующими пигментами и принимают непосредственное участие в фотосинтезе. В последнее время привлекательным является возможность анализа пигментов растений *in vivo* с использованием метода спектроскопии отражения. Целью данной работы являлось изучение изменений, происходящих в пигментном комплексе ассимиляционных органов растений березы в ходе осеннего старения по спектрам отражения интактных тканей.

Объектом исследований послужили листья березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), произрастающей в естественных условиях в Мурманской области. Исследования проводили с сентября по ноябрь 2010 г. Измерение спектров отражения в видимой области (400-700 нм) для листьев березы осуществляли с помощью портативного оптоволоконного рефлектометра (OceanOptics, США), после чего спектрофотометрически определяли содержание хлорофиллов и каротиноидов.

В результате проведенной работы были получены данные о коэффициентах отражения и о содержании пигментов в листьях березы. Выявлены области спектра с максимальной чувствительностью коэффициентов отражения к содержанию искомым пигментов. В ходе осеннего старения листьев березы было отмечено повышение отражения в красной области спектра вследствие деградации хлорофиллов, тогда как отражение в синей области спектра повышалось незначительно, из-за сохранения каротиноидов, выполняющих защитную функцию. Также были установлены зависимости между рядом спектральных индексов и содержанием пигментов, что дает возможность проследить относительные изменения между пигментами в процессе старения листьев. Применение метода спектроскопии отражения и оценка соотношений между хлорофиллами *a* и *b*, а также между хлорофиллами и каротиноидами помогли выявить и охарактеризовать отдельные этапы и темпы старения листьев березы.

Содержание антиоксидантов фенольного типа в лекарственных растениях Ботанического сада РГУ им. И. Канта

Масленников Павел Владимирович

(Российский государственный университет им. И. Канта, факультет Биоэкологии, Россия, Калининград, pashamaslennikov@mail.ru)

Лекарственные растения составляют особую группу объектов исследования, благодаря высокой биологической активности, с одной стороны, и практической неизученности накопления в них низкомолекулярных антиоксидантов, с другой. Показательно, что в последние годы отношение клиницистов к лекарственным растениям кардинальным образом изменилось: подчеркивается важность последних в сохранении и поддержании здоровья населения. Показано, что лекарственные растения являются важным источником поступления биологически активных веществ (БАВ) и природных антиоксидантов для организмов высших трофических уровней, в том числе и человека. В этой связи, поиск и исследование перспективных природных источников веществ, обладающих антирадикальной и антиоксидантной (АОА) активностью, является весьма актуальной задачей. Исследовалось суммарное содержание антиоксидантов фенольного типа в листьях 67 видов лекарственных растений, произрастающих в Ботаническом саду РГУ им. И. Канта. Содержание водорастворимых антиоксидантов определялось амперометрическим методом на приборе «Цвет Яуза 01-ААА» по методике Яшина Я.И. В результате проведенной работы было установлено, что максимальный уровень антиоксидантов фенольного типа был характерен для листьев растений мяты перечной (14,8±1,1 мг/г), левзеи сафлоровидной (11,5±0,9 мг/г), вероники длиннолистной (7,8±0,5 мг/г), душицы обыкновенной (6,5±0,4

мг/г), многоколосника фенхельного (5,6±0,3 мг/г), монарды двойчатой (5,5±0,3 мг/г). Из 6 видов с максимальным уровнем водорастворимых антиоксидантов 5 видов относятся к семейству губоцветные (*Lamiaceae*), 1 вид к семейству норичниковые (*Scrophulariaceae*). В листьях алтея лекарственного, расторопши пятнистой, зверобоя обыкновенного, окопника лекарственного, дрока красильного, переступеня двудомного, водосбора обыкновенного, шлемника байкальского, шалфея лекарственного, кровохлебки лекарственной, герани кроваво-красной, бузины травянистой, подофилла Эмоди, лаконоса американского, спаржи лекарственной содержание фенольных антиоксидантов составило в среднем 0,95-4,2 мг/г сухого веса. В листьях 46 видов лекарственных растений (30 семейств) АОО составила – 0,06-0,83 мг/г. Сравнительный анализ АОО лекарственных растений позволил выявить виды с высоким содержанием антиоксидантов фенольного типа, которые можно рекомендовать для сбора в качестве источников природных антиоксидантов.

Морфобиологические характеристики и продуктивность пшениц.

Николаева Юлия Евгеньевна

*(Академия наук Таджикистана Институт физиологии растений и генетики,
Таджикистан, Душанбе, ovod2004@mail.ru)*

Целью работы: явилось изучение некоторых морфобиологических признаков ряда сортов пшеницы выращенных в условиях Таджикистана, для выявления высокопродуктивных сортов. Сорта пшеницы взятые из коллекции Института физиологии растений и генетики АН РТ. Растения выращивались на опытном участке Института физиологии растений и генетики в 2007-2010 годах. Хлорофилл определялся по методике, предложенной Ермаковым, с использованием спектрофотометра СФ-26.

Содержание хлорофилла определялось в фазе начала колосения. Сорт Навруз хлорофилл *a* - 76,91 мг/100 г, хлорофилл *b* - 46,97 мг/ 100 г. 2-ой сорт Сомони хлорофилл *a* - 74,42 мг/100 г хлорофилл *b* - 41,03 мг/100 г. 3-ий сорт Шамь хлорофилл *a* 116,58 мг/100 г, хлорофилл *b* - 58,52 мг/100 г. 4-ый сорт Ватан хлорофилл *a* - 74,47 мг/100 г, хлорофилл *b* - 45,07 мг/100 г. Сорт 5-ый Кауз хлорофилл *a* - 56,47 мг/100 г, хлорофилл *b* - 36,8 мг/100 г. По весу зерен и по их количеству всех превосходит сорт Шамь. Он также лидирует по массе соломы. Фенотипически у сорта Шамь более толстые стебли и колосья, большее количество колосков. Второй по продуктивности идет сорт Ватан у него самый длинный колос. Затем сорта Навруз и Сомони. Самый длинный стебель наблюдается у сорта Навруз, однако у него небольшая масса соломы из чего можно заключить, что сорт склонен к полеганию. Менее продуктивным является сорт Кауз. Наследования количественных признаков было проверено на протяжении трех лет на одной и той же делянки. В связи с этим перспективными представляются сорта Шамь и Ватан. Шамь как сорт с толстым и не полегающим стеблем, Ватан как сорт с длинным колосом. Содержание хлорофилла высокое у сорта Навруз немного меньше у сортов Сомони и Ватан, затем следует Кауз.

Содержание хлорофилла определяет относительную продуктивность растения. Как свидетельство этого мы видим пониженный уровень его у самого непродуктивного сорта. Содержание хлорофилла у самого продуктивного сорта Шамь высокое. У сорта Ватан содержание хлорофилла вполне высокое, что говорит о его перспективном применении в дальнейшей работе для выведение новых сортов.

Определение количественного содержания флавоноидов в лекарственных растениях Центральной Якутии

Сидорова Розалия Николаевна

*(Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Амосова, Биолого-
Географический факультет, Россия, Якутск, alsironi@mail.ru)*

В условиях дороговизны синтетических препаратов актуальным является изучение и применение лекарственных средств природного происхождения. Среди биологически активных веществ (БАВ), выделенных, из растений большой теоретический и практический интерес представляют фенольные соединения, в частности флавоноиды. Для флавоноидов выявлено свыше 40 видов их биологического действия. Это обусловлено в

основном тремя причинами: антиоксидантным действием, мембраностабилизирующей способностью и многообразием влияния на ферментные системы. Обладая разнообразным биологическим действием, флавоноиды практически нетоксичны. Биохимические и физиологические особенности растений формируются под воздействием условий произрастания. Как известно, экстремальные экологические условия Якутии способствуют повышенному синтезу БАВ в растениях этого региона. На основании вышеуказанного целью работы является определение количественного содержания флавоноидов в лекарственных растениях Центральной Якутии.

В качестве объектов исследования выбраны наиболее используемые и распространенные лекарственные растения: *Betula platyphylla* Sukacz *Vaccinium vitis-idaea* L., *Sandusorba officinalis*, *Tanacetum vulgare* L., *Achillea millefolium*, *Plantago major* L., *Rosa acicularis* Lindl. Определение суммы флавоноидов проводили спектрофотометрическим методом. Наибольшее содержание флавоноидов наблюдается в кровохлебе лекарственной, тысячелистнике обыкновенном, пижме обыкновенной, подорожнике большом, произрастающих в Чурапчинском районе. В результате определения количественного содержания флавоноидов в растениях по морфологическим группам наибольшее накопление флавоноидов наблюдается в надземных органах по убывающей: в цветках> листьях>стеблях. По данным ИК-спектров установлен одинаковый флавоноидный состав у пижмы обыкновенной и подорожника большого. Методом ТСХ установлено, что основным компонентом флавоноидной фракции исследуемых растений является рутин.

Влияние острого γ -облучения на физиолого-биохимические показатели проростков семян костреца безостого в поколениях

Свинобоева Надежда Владимировна, Шейн А. А.

(ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»,
Российская Федерация, Россия, Якутск, nadenka_87@mail.ru)

Изучение адаптивного потенциала кормовых растений, произрастающих в экстремальных условиях Центральной Якутии, является одной из задач определения границ выживаемости растений, включая выявление оптимальных значений физиолого-биохимических показателей. Цель работы заключается в изучении физиолого-биохимических показателей костреца безостого в поколениях в ответ на действие острого γ -облучения.

В работе использованы семена костреца безостого (*Bromopsis inermis*), подвергшиеся предпосевному γ -облучению. Физиологические критерии - энергия прорастания семян и всхожесть проростков, биохимическими – содержание низкомолекулярных антиоксидантов (НМАО), малонового диальдегида (МДА), хлорофиллов и каротиноидов, а также активность фермента пероксидазы.

По результатам экспериментальных данных выявлено, что независимо от дозы предпосевого облучения, степени солонцеватости/зашелоченности почвы и года сбора семян наблюдается четкая тенденция роста показателя общего содержания НМАО (в 1,5–1,9 раз), увеличение активности пероксидазы (до 1,9 раз) и снижение интенсивности процессов перекисного окисления липидов (в 1,1–1,2 раза), по сравнению со значениями для контрольных семян, взятых для проращивания в грунте.

На протяжении 2006–2008 гг. концентрация МДА сохранялась на уровне $\approx 8,40$ ммоль/г ткани. В условиях повышения засоления и защелоченности почв наблюдалось снижение всех изученных показателей, что связано с изменением стратегии поведения костреца безостого – сбалансированность антиоксидантно-прооксидантного статуса при меньших энергетических затратах, при этом способность проходить полный физиологический цикл развития растений позволяет утверждать о закреплении в поколениях семян F1-F3 биохимической адаптивной ответной реакции на действие физико-химических факторов среды.

Оптимизация микрклонального размножения ценных сортов *Syringa vulgaris* L.

Сошинкова Татьяна Николаевна, Гурьянова А.Ю.

*(Институт Физиологии Растений им. К.А.Тимирязева РАН, Россия, Москва,
soshinkova@mail.ru, criska-orange@mail.ru)*

К роду *Syringa* относится около 30 видов, распространенных в Юго-Восточной Европе и в Азии, преимущественно в Китае, в диком виде. Сирень обыкновенная имеет ряд декоративных форм, благодаря чему нашла широкое применение в озеленении городских территорий. Известно, что сортовая сирень плохо размножается традиционными методами - черенкованием, прививанием. Альтернативным способом размножения и поддержания генофонда ценных сортов является микрклональное размножение. Целью данной работы была оптимизация микрклонального размножения, начиная от этапа введения в культуру *in vitro* ценных сортовых генотипов сирени до укоренения полученных черенков. В работе нами были использованы следующие сорта сирени: Красавица Москвы, Сенсация, Экселент, Моник Лемуан. Для оздоровления посадочного материала от вирусов в качестве эксплантов нами были выбраны изолированные почки растений. В ходе работ по введению в культуру были использованы различные способы стерилизации эксплантов, время экспозиции в стерилизующем растворе. Наиболее оптимальным оказалось использование 6% раствора гипохлорита натрия, подобрано время экспозиции – 6 минут. Изолированные почки стебля, взятые с 20-летних растений со средней части кроны, после стерилизации помещали в чашки Петри на питательные среды. На первом этапе нами было использовано 4 варианта питательных сред: MS, ½ MS, DCR, WPM с добавлением цитокинина - БАП в диапазоне концентраций от 0,01 мг/л до 1 мг/л. Лучшие результаты наблюдались на средах DCR и WPM с концентрацией гормона 0,5 мг/л. На этапе укоренения полученных черенков (ризогенеза) использовались среды с различными комбинациями сахарозы, витаминов и гормонов. Почти 95% образование корней наблюдалось на среде DCR с содержанием ауксина НУК до 1 мг/л или без добавления гормона. Для всех этапов были подобраны наиболее оптимальные составы сред и концентрации гормонов, причем скорость пролиферации, накопление биомассы для разных сортов на одних и тех же вариантах сред была строго индивидуальна.

Таким образом, нами был оптимизирован метод микрклонального размножения различных сортов сирени, который может быть использован для промышленного культивирования *in vitro* ценных сортовых генотипов.

Оценка краснолистных и зеленолистных клоновых подвоев яблони и сорто-подвойных комбинаций по ряду хозяйственно-биологических показателей

Трутнева Людмила Николаевна

*(Мичуринский государственный аграрный университет, Плодоовощной институт
имени И.В. Мичурина, Россия, Мичуринск, trutneval@mail.ru)*

Известно, что антоцианы обладают ценными биологически активными свойствами: Р-витаминной активностью, антиоксидескими, фотопротекторными, антиоксидантными свойствами. Антоцианы защищают растения от ультрафиолетовой радиации, способствуют повышению зимостойкости и морозостойкости, засухоустойчивости и жаростойкости, лучшей укореняемости, устойчивости к выпреванию, к некоторым болезням и вредителям.

Изучали содержание антоцианов по методике Соловьевой М.А., содержание хлорофилла по Годневу Т.В., жаростойкости в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», устойчивости к парше, мучнистой росе, зеленой яблонной тле по методике Деметьевой М.И. у краснолистных (парадизка Будаговского (ПБ), 60-160, 62-396) и зеленолистных (зеленолиственный мутант парадизки Будаговского – ПКЗ, 71-7-22, зеленолиственный мутант подвоя 62-396) слаборослых клоновых подвоев яблони, а также у привитых на них сортов Антоновка обыкновенная, Мелба, Коричное полосатое.

В результате исследований выявлено более высокое содержание антоцианов у краснолистных подвоев и сортов, привитых на них. По хлорофиллу не отмечено четкой закономерности. Сорта на краснолистом подвое парадизка Будаговского имели меньшее его количество в отличие от ее зеленолиственного мутанта ПКЗ. У сортов, привитых на

краснолистный подвой 60-160, было больше хлорофилла, чем у зеленолистного подвоя 71-7-22. Меньше жаростойкими оказались сорта на зеленолистных подвоях и сами подвои. Исследования устойчивости к парше, мучнистой росе, зеленой яблонной тле показали преимущества краснолистных подвоев и сортов, привитых на них.

Таким образом, краснолистные подвои и сорта, привитые на них, содержат больше антоцианов, более жаростойки и устойчивы к болезням и вредителям. Сорта на краснолистом подвое ПБ содержат меньше хлорофилла по сравнению с ПКЗ, а сорта, привитые на 60-160, имеют больше хлорофилла по сравнению с 71-7-22.

Сравнение количества фенольных соединений у клюквы болотной и крупноплодной

Хусаинова Мария Фагимовна, Березина Е.В.

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия, Нижний Новгород, khusainova_maria@mail.ru)

В работе проведено сравнение количества фенолов в листьях клюквы болотной и крупноплодной (окультуренный вид, эндемик Северной Америки) в разные периоды вегетации. Представители рода *Oxycoccus* Hill (1756) находят применение в промышленной и хозяйственной деятельности человека, широко используются в производстве лекарственных препаратов и биологически активных добавок во многом благодаря фенолам, которыми богата клюква. Цель работы – сравнение двух видов клюквы по содержанию фенольных соединений в период цветения и плодоношения.

Объекты исследования – клюква крупноплодная (сорта Ранний черный (РЧ), Стивенс, Ховес) (Ботанический сад ННГУ), клюква болотная (Пустынский заказник). В листьях определяли общие растворимые фенольные соединения (ОРФС) и флавонолы (Фл) спектрофотометрически (UV-1700 (Shimadzu)).

В период цветения сорта крупноплодной клюквы Стивенс, Ховес, РЧ обладали наибольшим количеством ОРФС (мг/г сырой массы): 131,7; 123,2; 125,2 соответственно (статистически не различимы при $p \leq 0,05$). При плодоношении уровень фенолов в листьях клюквы сортов Стивенс, Ховес понизился до 116,2 и 105,7 соответственно; у сорта РЧ подобных изменений не наблюдали. Для клюквы болотной содержание ОРФС при цветении было наименьшим – 28,2 мг/г с.м., при плодоношении оно повышалось до 95,4 мг/г с.м. Уровень флавонолов в листьях культурного вида больше, чем у дикорастущей клюквы как при цветении, так и при плодоношении. При этом, количество Фл при плодоношении повышалось у всех исследуемых растений: у клюквы крупноплодной в 1,5-2 раза, у болотной – в 6 раз. При цветении Фл составляли 49-58% от ОРФС у клюквы крупноплодной, а при плодоношении их доля возрастала до 87-95%. В то время как для клюквы болотной при переходе от цветения к плодоношению доля Фл увеличилась с 32 до 63%.

Таким образом, наибольшее количество ОРФС и Фл в листьях при цветении и плодоношении имеет клюква крупноплодная, наименьшее – болотная. В период цветения в ее листьях содержится в 3-6 раз, а в период плодоношения в 1,5-2 раза меньше ОРФС и Фл по сравнению с культурным видом. Также установлено увеличение уровня флавонолов в листьях в период плодоношения. Вероятно, количественное увеличение фенольных соединений у дикорастущего вида при переходе от цветения к плодоношению является приспособлением для более сложных условий обитания.

Comparative analysis of *in vitro* free radical scavenging activity and total flavonoid content in Abkhazian and Armenian *Laurus nobilis* leaf extracts

Hovhannisyan Davit Genrievich, Rukhkyan M., Martirosyan A.

(Russian-Armenian (Slavonic) University, Faculty of Biomedicine, Yerevan, Armenia, raubioinf@gmail.com)

Laurus nobilis Linn. (*Lauraceae*) is an aromatic evergreen tree native to the Mediterranean region. Leaves of *L. nobilis* are used as a spice and in folk medicine. In Caucasus laurel is widely cultivated in regions with maritime climates such as the coastal region of Georgia or Abkhazia.

However, recently the cultivation of laurel also has been started in Armenia in north of Tavush province (Noyemberyan) which borders with South Georgia.

In the present study we carried out a comparative analysis of the free radical scavenging activity of ethanol and aqua extracts of *L. nobilis* with simultaneous monitoring of the total flavonoid content. Free radical scavenging capacity was evaluated measuring the scavenging activity on the DPPH radical. The flavonoids content in examined extracts was studied using AlCl_3 assay.

All of the extracts in this research exhibited different extent of antioxidant activity. The result showed that the ethanol leaf extract of *L. nobilis* from Abkhazia, which contain highest amount of flavonoids (1 ± 0.045 mg flavonoid/g sample), exhibited the greatest antiradical activity (IC_{50} : 0.9 ± 0.05). We have also found the relationship of total flavonoid contents with antiradical activity. Thus, flavonoids may play an impotent role in radical scavenging activity of *L. nobilis* leaf extracts. In the longer term, bay leafs from Abkhazia identified as having high levels of antioxidant activity *in vitro* may be of value in the design of further studies to unravel novel treatment strategies for disorders associated with free radicals induced tissue damage.