РОЛЬ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ В ИНТРОДУКЦИИ И СЕЛЕКЦИИ ОВОЩНЫХ, ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Материалы
Международной научно-методической конференции, посвященной 130-летию со дня рождения профессора С.И. Жегалова и 80-летию со дня создания лаборатории физиологии и биохимии растений ВНИИССОК

25 февраля 2011 года

Москва
2011

Министерство сельского хозяйства РФ,
Российская академия сельскохозяйственных наук,
Общероссийская общественная академия
нетрадиционных и редких растений,
Всероссийский научно-исследовательский институт
селекции и семеноводства овощных культур РАСХН,
Отдел физиологии и биохимии растений ВНИИССОК

РОЛЬ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ В ИНТРОДУКЦИИ И СЕЛЕКЦИИ ОВОЩНЫХ, ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Материалы
Международной научно-методической конференции, посвященной 130-летию со дня рождения профессора С.И. Жегалова и 80-летию со дня создания лаборатории физиологии и биохимии растений ВНИИССОК

Москва
Издательство Российского университета дружбы народов
2011

УДК 577.3; 58.035. 58.039.612.06
635.342.631.52 575.129
ББК 42
Р 68

Р68 Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции овощных, плодово-ягодных и лекарственных растений: Материалы Международной научно-методической конференции, посвященной 130-летию со дня рождения профессора С.И. Жегалова и 80-летию со дня создания лаборатории физиологии и биохимии растений ВНИИССОК. – М.: РУДН, 2011. – 390 с.

ISBN 978-5-209-03959-4

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Чекмарев П.А.	д.с.-х.н., член-корреспондент РАСХН	Россия
Пивоваров В.Ф.	д.с.-х.н., академик РАСХН	Россия
Гинс М.С.	д.б.н.	Россия
Гинс В.К.	д.б.н.	Россия
Кононков П.Ф.	д.с.-х.н.	Россия
Борисов В.А.	д.с.-х.н.	Россия
Аллахвердиев С.Р.	д.б.н.	Турция
Гамбарова Н.Г.	д.б.н.	Азербайджан
Кинтя П.К.	д.х.н.	Молдова
Шалыго Н.В.	д.б.н.	Белоруссия
Байков А.А.	ученый секретарь	Россия

©Коллектив авторов, 2011
©Российский университет дружбы народов, 2011

Приветствие участникам конференции

Мне очень приятно отметить, что крепкие творческие узы связывают физиологов и биохимиков ВНИИССОК с учеными институтов РАН, университетов и других научных учреждений. Это сотрудничество зародилось еще в прошлом столетии, когда в 1993 году в стенах института прошла первая совместная конференция по роли физиологии и биохимии в интродукции и селекции овощных культур. В 2006 году мы с Вами отмечали 125-летие со дня рождения основателя Грибовской овощной селекционной опытной станции профессора Жегалова Сергея Ивановича и 75-летие организации химической лаборатории, приемником которой является отдел физиологии и биохимии.

В современных условиях наука может успешно решать фундаментальные и прикладные задачи только в тесном содружестве и взаимодействии ученых из разных научных учреждений не только России, но и зарубежных стран. О этом свидетельствуют материалы, опубликованные в настоящем сборнике. Решение актуальных проблем сельского хозяйства: создание сортов; повышение их устойчивости и продуктивности; обеспечение семенами овощных, лекарственных и других сельско-хозяйственных культур; разработка агротехнологических приемов; улучшение качества сельскохозяйственной продукции – все это обусловлено успехами биохимии и физиологии.

Желаем всем участникам конференции успешной работы и благополучия.

Академик Россельхозакадемии,
Заслуженный деятель науки РФ,
лауреат Государственной премии РФ
в области науки и техники

В.Ф. Пивоваров.

СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ И ЭФФЕКТИВНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Аллахвердиев С.Р[1]., Атик А[2]., Расулова Д.А[3]., Аббасова З.И[3]., Гани-заде С.И[3]., Зейналова Э.М[3].

[1]Бартынский Университет, Лесной факультет, Бартын, Турция
E-mail: surhay@mail.ru
[2]Лесное Управление Бартынской области, Бартын, Турция
[3]Национальная Академия Наук Азербайджана, Институт Ботаники, Баку, Азербайджан

В масштабе земного шара стрессовые факторы окружающей среды, такие как почвенное засоление, засуха, токсичные газы, тяжелые металлы, радиация и другие, крайне неблагоприятны для ведения сельскохозяйственного производства. По имеющимся литературным данным, лишь около 10% территории нашей планеты классифицируется как не стрессовая категория (1). Более того, около 20% территории земли характеризуется минеральным стрессом, 26% - засушливым и 15% - холодным стрессом (2). По данным других исследователей, солевому воздействию подвержено более 40% орошаемых земель, в особенности наиболее продуктивных регионов земного шара, таких как Средиземноморский бассейн, Калифорния и южная Азия (3).

Согласно современным представлениям, биотические (микроорганизмы и другие животные организмы) и абиотические (свет, температура, вода, радиация, химические и физические факторы) стрессы являются неотъемлемыми спутниками живой природы, порождаемые ею и деятельностью человека, и наносящие значительный ущерб растительным и животным организмам. Munns (4) констатирует, что большинство физиологических исследований в области солеустойчивости посвящены трем вопросам: водным отношениям, фотосинтезу и накоплению специфических метаболитов, предполагая, что один или многие из этих процессов ограничивают рост на засоленных почвах.

Анализ научно-исследовательских работ, выполненных в области солеустойчивости растений показывает, что достаточно подробно освещены некоторые механизмы устойчивости растений

к солям и механизмы адаптации растений к солевому стрессу на клеточном, организменном и популяционном уровнях. Негативное воздействие на растения засоления почв, связывают с высоким осмотическим давлением почвенного раствора и непосредственно с токсичностью солей. В условиях засоления в тканях растений накапливаются токсичные промежуточные продукты обмена: диамины, путресцин и кадаверин, которые не образуются у нормально развивающихся растений. При солевом стрессе подавляется синтез белка и усиливается распад уже сформированного белкового комплекса. Подавление синтеза белка проявляется в заметном снижении скорости роста растений.

Также установлено, что высокие концентрации солей в субстрате являются причиной нарушения координированной деятельности звеньев метаболизма и различных физиологических процессов между собой (5). Так, при засолении, в числе первичных физиологических нарушений наблюдаются изменения в осморегуляции, в биоэнергетических процессах, структурной целостности мембран и структурном состоянии ядерной ДНК.

Вышеприведенные факты свидетельствуют о необходимости поиска путей повышения устойчивости высших растений к почвенному засолению. Следует отметить, что с 80-х годов XX века, с целью индуцированного повышения устойчивости растений к различным стрессовым факторам среды, в том числе к солям, исследователи в своих экспериментах использовали фитогормоны (ауксины, цитокинины, гиббереллины) и их синтетические аналоги – полистимулины и другие фитоактивные соединения. В этом плане, сотрудниками лаборатории солеустойчивости растений Института Ботаники НАН Азербайджана в 80-е и 90-е годы прошлого столетия на широком спектре культур, в условиях засоления, выполнены исследования с полистимулинами ауксиновой и цитокининовой природы, и получены положительные результаты.

Со временем были разработаны новые биологические технологии, способствующие повышению плодородия почв, продуктивности растений и прекращению отравления природы химическими удобрениями и пестицидами.

Современные биологические технологии возделывания сельскохозяйственных растений и лесных культур должны обеспечить возможность получения экологически безопасной продук-

ции и сохранить чистоту окружающей среды. Сущность биотехнологии заключается в использовании культур клеток бактерий, дрожжей, животных и растений, метаболизм и биосинтетические возможности которых обеспечивают выработку специфических веществ.

Одной из таких биотехнологий является ЭМ – технология (ЭМ – эффективные микроорганизмы), сущность которой состоит в использовании потенциальных жизненных возможностей микроорганизмов, способствующих обеспечению почвы легкодоступными элементами питания и растений необходимыми продуктами своей жизнедеятельности – ферментами, витаминами, аминокислотами и др.

Проблема взаимоотношения высших растений с микроорганизмами является одной из актуальных, а это связано с тем, что оптимальное функционирование растений может осуществляться лишь при тесном взаимодействии с различными не патогенными по действию микроорганизмами.

В настоящее время в экономически развитых странах пересматривается аграрная политика, сущность которой сводится к переходу от интенсивных способов ведения сельскохозяйственного производства к биологическим или к так называемым органическим способам. В данную концепцию полноправно вписывается технология эффективных микроорганизмов, которая зародилась в Японии (профессор Теруо Хига) в 1988 году, а в 1997 году под руководством профессора П.А. Шаблина, в России, был создан препарат

«Байкал ЭМ 1» на основе анабиотических микроорганизмов Байкальской экосистемы. Микробиологическое удобрение «Байкал ЭМ 1», представляет собой устойчивое сообщество полезных (не патогенных) микроорганизмов, разлагающих органику в легкодоступные для растений формы, обогащающие почву витаминами, аминокислотами и продуктами своей жизнедеятельности. ЭМ – препарат – это созданный по специальной технологии концентрат в виде жидкости, в которой выращено большое количество анабиотических (полезных) микроорганизмов, в реальности обитающих в почве. ЭМ – препарат содержит молочно – кислые, фотосинтезирующие, азотсодержащие бактерии, дрожжевые грибки, ферменты, аминокислоты и т.д.

Литературные данные свидетельствуют о том, что «Байкал ЭМ 1» не обладает мутагенным, тератогенным, канцерогенным, аллергогенным и пирогенным действием и эти особенности препарата очень важны с точки зрения его влияния на здоровье человека и окружающую среду. Как правильно отмечает Блинов В.А. (Саратовский государственный аграрный университет), «ЭМ - технология является единственной современной технологией, которая охватывает все области АПК: почву, растения, животных, переработку сельскохозяйственного сырья, получение экологически чистой продукции».

Нами, ранее были проведены широкомасштабные исследования по применению препарата «Байкал ЭМ 1» на различных древесных культурах и получены положительные результаты. Препарат применяли при замачивании семян и опрыскивании всходов и саженцев, выращенных в засушливых условиях и на слабозасоленных, и бедных элементами минерального питания почвах северо-запада Турции. Выращенные свыше 10 тысяч саженцев были высажены в лесные массивы Бартынского и Зонгулдакского областей Турции. Анализ морфологических и некоторых физиологических параметров растений выявил эффективность действия данного препарата.

Принимая к сведению результаты предыдущих исследований, мы задались целью определить степень влияния препарата «Байкал ЭМ 1» на некоторые ростовые параметры яровой пшеницы и фасоли, выращенных в условиях хлоридного засоления почвенного субстрата.

Во всех опытах, проводимых с препаратом «Байкал ЭМ 1» проводилось замачивание семян и опрыскивание всходов в период их появления, затем в фазу бутонизации и обильного цветения. Замачивание семян проводилось в водном растворе препарата с концентрацией 1:100 (на 10 литров воды 100 мл препарата) в течение 10-14 часов, в зависимости от структуры семян.

По истечении срока замачивания, семена пшеницы и фасоли высаживали в вегетационные сосуды, емкостью 12 кг сероземной почвы. Контролем служили сосуды (по 5 сосудов для каждого варианта) с почвой без NaCl и с NaCl (0,4 %). Опытные варианты были представлены сосудами (5), в которых присутствовала соль и семена были обработаны препаратом «Байкал ЭМ 1». Одновре-

менно в почву вносили NaCl в 0,4%-ой концентрации. Как известно, данная концентрация соли для этих культур считается выше пороговой. При опрыскивании применяли водный раствор препарата с концентрацией 1:2000 (0,5 мл препарата на 1 литр воды). Опрыскивания всходов и саженцев проводились в вечерние часы, с целью предотвращения ожогов листьев, от наиболее активных в дневное время солнечных лучей.

Сравнительный анализ выявил следующее: всхожесть и энергия прорастания семян пшеницы в засоленной среде, без обработки препаратом, составили соответственно 18 и 16 %, в то время как у семян, обработанные препаратом эти показатели равнялись соответственно 42 и 38 %; у семян фасоли в условиях засоленного субстрата всхожесть составила 23 %, а энергия прорастания – 21%, а у семян обработанных препаратом в условиях 0,4 % NaCl всхожесть и энергия прорастания составили соответственно 51 и 44 %.

У обеих культур в засоленной среде всходы обработанных препаратом семян появились, в среднем, на 2-4 дня раньше и имели более интенсивную окраску, чем у контрольных (соль и отсутствие обработки препаратом). Максимальная прибавка урожая пшеницы в условиях засоления и обработки препаратом, по сравнению с контролем (соль и отсутствие препарата) составила, в среднем, 25,4 %. Прибавка урожая пшеницы в условиях хлоридного засоления и обработки препаратом, получена за счет лучшей выживаемости растений, более высокой продуктивной кустистости, увеличения массы зерна и массы 1000 зерен. Прибавка урожая у фасоли в опытном варианте (соль + обработка препаратом), по сравнению с контролем (соль и отсутствие препарата) составила, в среднем, 27,3 %.

Таким образом, стимулирующее действие микробиологического удобрения «Байкал ЭМ 1» на ростовые процессы растений яровой пшеницы и фасоли при 0,4%-ом хлоридном засолении почвы, выражается в более высокой всхожести и энергии прорастания семян, а также в прибавке урожая. Применение препарата дает возможность получать экологически чистые продукты питания. Наряду с этим, существенным достоинством этого препарата является его безвредность для человека, животных, почвенных живых организмов и окружающей среды.

Литература

1. Christiansen M.N. World environmental limitations to food and fiber culture. In: Breeding Plants for Less Favorable Environments. Wiley Interscience, New-York, 1982.
2. Blum A. Breeding crop varieties for stress environments. CRC Critical Reviews in Plant Sciences, 1986, Vol. 2, Iss. 3, 199-237.
3. Wyn Jones R.G., Gorham J. The potential for enhancing the salt tolerance of wheat and other important crop plants. Outlook Agric., 1986, Vol 15, 33-29.
4. Munns R. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypothesis. Plant Cell and Environment, 1993, Vol. 16, 15-24.
5. Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений. Л.: Колос, 1977, 216 с.

PLANT RESISTANCE AND EFFECTIV MICROORGANISMS

Allahverdiyev S.R.,[1] Atik A.,[2] Rasulova D.A.,[3] Abbasova Z.I.,[3] Gani-zade S.I.,[3] Zeynalova E.M.[3]

[1]Bartin State University, Faculty of Forestry, Bartin, Turkey
[2]Bartin Forest Administration, Bartin, Turkey.
[3]Institute Botany of National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku.

Stimulating action of microbiological fertilizer « Baikal EM 1 » on growing processes of plants of a spring wheat and a string bean at 0,4 % NaCl of soil, is expressed in higher germinating capacity and energy of germination of seeds, as well as in an increase of a crop. Application of a preparation provides the way to receive environmentally wholefoods nutrition. Alongside with it, essential dignity of this preparation is its harmlessness for the person, animal, soil alive organisms and an environment.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДОВ РАСТЕНИЙ РОДА *SORBUS* L. И РОДА *ARONIA* L. В УСЛОВИЯХ ГОРОДА САРАТОВА

Е.А. Арестова

ГНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока Россельхозакдемии, г. Саратов, Россия, arestova.elena@mail.ru

Представители родов *Sorbus* L. и *Aronia* L. относящиеся к семейству *Rosaceae,* подсемейству *Pomoideae*, широко распространены во флоре Земли. Естественные ареалы видов находятся в голарктическом царстве занимающем практически все северное полушарие земного шара. В Саратовской области естественно произрастает лишь рябина обыкновенная, остальные изученные виды являются интродуцентами [1].

Рябины и аронии ценные высоковитаминные, плодовые и лекарственные растения. Плоды богатые биологически активными веществами, являются сырьем для пищевой промышленности. В прикладном аспекте важной характеристикой дикоплодовых интродуцентов является качество плодов. Внешний вид описывался по трем показателям: окраска, размер, масса (табл.). Химический состав плодов определялся по 3 показателям, определяющим вкусовую и пищевую ценность плода: кислотности, содержанию сахаров и витамина С.

Применялись общепринятые при биохимических исследованиях методы дающие возможность получать сравнимые результаты [2, 3]. Кислотность определялась титрованием децинормальным раствором щелочи при индикаторе фенолфталеине. Количество сахаров определяюсь по Бертрану или Макс-Мюллеру. Количественное определение витамина С проводилось по методу, основанному на редуцирующих свойствах аскорбиновой кислоты.

По всем признакам виды и гибриды существенно отличаются друг от друга и от местного вида - рябины обыкновенной (табл.).

Таблица

Характеристика плодов видов и гибридов рябины и аронии

Вид, гибрид	Окраска плодов	Размер, мм	Масса, мг	Сухое вещество, %	Общая кислотность, %	Аскорбиновая кислота, мг%	Общие сахара, %
Sorbus aucuparia	красно-оранжевая	8,3	36,6	39,9	0,87	24,9	3,9
S. aucuparia x Crataegus sanguinea	гранатно-красная	8,4	47,1	75,5	1,34	23,2	26,4
S. aucuparia x Aronia melanocarpa	черная	11,5	94,5	37,7	1,11	30,3	4,0
S. americana	ярко красная	6,0	31,3	53,1	0,82	22,3	6,9
S. amurensis	ярко красная	5,7	19,6	62,5	1,46	19,2	5,3
S. comixta	красная	6,1	31,4	86,4	1,52	21,4	10,7
S. discolor (кр.)	красно-оранжевая	5,2	19,1	52,6	1,27	17,6	5,2
S. discolor (ж.)	желтая	5,1	19,2	52,7	1,26	35,8	5,1
S. domestica	ярко желтая с розовой “щечкой”	20,2	257,5	79,1	0,74	8,3	33,7
S. intermedia	оранжевая	7,2	48,0	51,9	0,74	41,7	4,6
S. x hibrida	красная	8,7	47,2	46,8	0,77	26,4	3,7
S. Mougeottii	оранжевая	7,3	47,9	55,5	0,69	15,3	4,7
S. sibirica	красная	7,8	32,9	64,1	1,58	18,1	9,6
Aronia prunifolia	черная	10,8	74,6	42,1	0,89	7,0	4,4
A. melanocarpa	черная	11,2	77,9	43,2	0,91	7,0	2,2

В условиях интродукции сохраняется типичная для таксонов окраска, размеры и масса плодов. Очень показательным является пример с рябиной двуцветной. У нее и в природных условиях и в

условиях интродукции образуются плоды двух окрасок: желтые и красно-оранжевые.

Содержание сухого вещества варьирует от 37,7 % (у рябины ликерной) до 86,4 % (у рябины смешанной). Все интродуценты содержат сухого вещества в плодах больше, чем местная рябина обыкновенная (39,9 %).

Общая кислотность в плодах характеризуется относительно близкими величинами от 0,69 (у рябины мужо) до 1,58 (у рябины сибирской), существенной разницы между видами не наблюдается.

Содержание аскорбиновой кислоты значительно разниться у испытываемых плодов. Наименьшее количество у ароний и рябины домашней (7,0-8,3 мг%), наибольшее у рябины промежуточной (41,7 мг%).

Содержание сахаров изменяется от 2,2 % (у аронии черноплодной до 10,7 % (у рябины смешанной). Максимальные значения у рябин гранатной и домашней (24,6 и 33,7 % соответственно).

Сравнение по биохимическому составу с рябиной обыкновенной, как аборигенной породой, показало, что по количеству сухого вещества и сахара она имеет меньшие количественные показатели, чем интродуценты, по титруемой кислотности - средние, а по содержанию аскорбиновой кислоты входит в группу с повышенным содержанием.

Различное содержание кислот, витаминов и сахаров в плодах придают им специфические вкусовые особенности. Плоды рябин амурской, двуцветной и промежуточной имеют терпкий, горьковатый, кисло-сладкий вкус, а плоды рябины американской, обыкновенной и мужо – горько-сладкий.

Литература:

1. Деревья и кустарники СССР. Т 3. - М; Л: Изд-во АН СССР, 1954. - С. 458 - 486
2. Ермаков. А.И, Арасимович Е.В., Смирнова-Иконникова М.И., Мурри И.К. Методы биохимического исследования растений. - М; Л.: Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы, 1952. 520 с.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Под. ред. ГА Лобанова - Мичуринск, 1973. 396 с.

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ, ОБРАБОТАННОГО СВЕРХКРИТИЧЕСКИМ ФЛЮИДНЫМ ЭКСТРАКТОМ АМАРАНТА

А.А. Байков[1], М.С. Гинс[1], С.А. Глазунова[2], Л.Э. Гунар[3], В.А. Караваев[2], И.П. Левыкина[2], Ф.Д. Лепешкин[4], М.К. Солнцев[2]

[1]Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур, Московская область, Россия
[2]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет
[3] Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, технологический факультет, Москва, Россия
[4]Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова, Москва, Россия,
+7 (495) 939 41 88, e-mail: karavaev@phys.msu.ru

В работе оценивали фотосинтетическую активность растений ячменя в первые две – три недели после их обработки экстрактом амаранта; полученные данные сопоставляли с изменением основных показателей структуры урожая. Экстракт краснокрашенных растений амаранта (*Amaranthys tricolor* L., сорт Валентина селекции ВНИИССОК) был получен методом сверхкритической флюидной экстракции с использованием диоксида углерода и 10%-го этанола в научном секторе химических процессов в сверхкритических средах Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН. Опыт проводили в 2010 г. на полевой опытной станции РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. Растения ячменя сорта Михайловский опрыскивали 1%-ным раствором экстракта в фазу «конец кущения – начало выхода в трубку». Фотосинтетическую активность оценивали с помощью люминесцентного метода, основанного на регистрации медленной индукции флуоресценции (МИФ) листьев растений. Для измерения МИФ листья отделяли от стебля, помещали в держатель и освещали широкополосным синим светом интенсивностью около 50 Вт/м^2; флуоресценцию регистрировали на длине волны 686 нм. В качестве параметра МИФ использовали отношение $(F_M–F_T)/F_T$, где F_M – значение, соответствующее максимуму кривой индукции флуоресценции, а F_T – ста-

ционарный уровень флуоресценции. Ранее было показано [1], что этот параметр изменяется пропорционально удельной (в расчете на хлорофилл) фотосинтетической активности $\Delta O_2/(\Delta t \cdot$ хлорофилл).

Таблица 1. Значения показателя $(F_M–F_T)/F_T$ растений ячменя, обработанных сверхкритическим флюидным экстрактом амаранта (обработка 27.05.2010 г.).

Дата отбора	Контроль	Амарант
28.05.2010	0,28 (100%)	0,35 (125%)
31.05.2010	0,28 (100%)	0,42 (150%)
07.06.2010	0,30 (100%)	0,40 (133%)
14.06.2010	0,32 (100%)	0,40 (125%)

Таблица 2. Основные показатели структуры урожая ячменя, обработанного сверхкритическим флюидным экстрактом амаранта.

Показатель	Контроль	Амарант
Урожайность, т/га	3,0	3,7
Общая кустистость, шт.	3,5	3,7
Продуктивная кустистость, шт.	3,2	3,5
Масса 1000 зерен, г	28,2	31,5

Опрыскивание растений ячменя экстрактом амаранта приводило к увеличению значений $(F_M–F_T)/F_T$ (таблица 1); наиболее сильное стимулирующее действие экстракта на фотосинтетический аппарат наблюдалось в течение одной недели после обработки. При измерениях термолюминесценции (ТЛ) листьев ячменя было установлено существенное увеличение интенсивности ТЛ при температурах -10 °С – 0 °С (полоса А), что также свидетельствует о стимулировании фотосинтеза (данные не приведены). Увеличение фотосинтетической активности в течение трех недель после обработки вегетирующих растений экстрактом амаранта способствовало усилению ростовых процессов и, в итоге, привело к повышению урожайности (таблица 2).

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проекты 09-04-12177-офи_м и 09-04-00978а).

1. Karavaev V.A., Polyakova I.B., Solntsev M.K., Yurina T.P. Journal of Luminescence, 1998, v.76&77, p.335.

УДК 581.524:635.53

ДЕЙСТВИЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНОВ PASTINACA SATIVA НА ОВОЩНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, Россия, МО, Раменский район, д. Верея, стр.500, тел. 558 – 45 – 22 e-mail; niioh@yandex.ru

Многие растения в составе своих клеток, из которых состоят различные органы – корень, листья, стебель, цветки и семена содержат разнообразнейшие органические и минеральные соединения. В процессе жизнедеятельности они выделяются в почву, воздух и воду. Сюда могут быть отнесены эфирные масла, алкалоиды, кумарины, фенольные соединения.

Выделяемые растениями вещества аллелопатической природы, при растворении в почвенном покрове или воздухе, могут передвигаться на значительные расстояния и оказывать существенное влияние не только на соседние, но и на сравнительно далеко обитающие от них организмы [1].

Химическое взаимодействие растений посредством специфических органических выделений называется аллелопатией [2-5].

Pastinaca sativa (пастернак), как и любое другое растение, обладает аллелопатически активными веществами. В семенах найдены кумарины, во всех частях растения содержится эфирное масло; больше всего его в семенах – 1,5–3,6%; в корнеплодах – от 70 до 350 мг на 100 г сырого веса. В состав эфирного масла входят эфиры гептиловой и гексиловой кислот, октилбутиловый эфир

масляной кислоты, имеющий специфический запах. В соке корнеплода обнаружена дегидроаскорбиновая кислота.

Целью нашей работы было изучение аллелопатической активности экстрактов из различных органов *Pastinaca sativa*.

Работа выполнена во ВНИИ овощеводства в 2008-2010 г.г. в качестве объектов для проведения исследований использован растительный материал вегетативных и генеративных органов *Pastinaca sativa* сорта Кулинар.

Для приготовления водной вытяжки брали 10 г навески семян и растирали в ступке с песком. К подготовленной навеске добавляли 100 мл дистиллированной воды. Во избежание образования болезнетворной микрофлоры воду доводим до кипения. Экспозиция экстракции составляла 1 час. Затем проводили фильтрацию раствора.

В качестве тест-объектов использовали - *Raphanus sativus* (редис), *Lactuca sativa* (салат), *Brassica chinesis var. Japonica* (японская капуста), *Lepidium sativum* (кресс – салат), *Brassica juncea* (горчица), которые раскладывали в чашки Петри и проращивали в термостате при постоянной температуре (23 °С).

Схема опыта: 1. контроль – дистиллированная вода; 2. вытяжка из корнеплода; 3. вытяжка из стебля; 4. вытяжка из листьев; 5. вытяжка из цветков и соцветий; 6. вытяжка из семян. Повторность опыта трехкратная.

В контрольном варианте прорастание всех тест-объектов было отличное и составило 98,0 – 99,0%. Выявлено, что экстракт из корнеплода не оказал ни какого действия на процессы прорастания тест-объектов и процент прорастания был на уровне контроля (табл. 1).

Однако, включая в анализ аллелопатической активности длину проростка, отмечаем, что их развитие под действием аллелопатических веществ корнеплода *Pastinaca sativa* отличалось в худшую сторону. Например, проростки *Raphanus sativus* оказались на 23 мм меньше, чем в контроле. Ту же картину и с другими тест - объектами, *Lactuca sativa* образовал проростки длиной 12 мм, что на 23 мм меньше контроля (табл. 2). Это говорит нам о содержании аллелопатически агрессивных веществ в корнеплодах овощной культуры.

Таблица 1 – Зависимость прорастания тест-объектов от экстрактов из генеративных и вегетативных органов *Pastinaca sativa*, %

Варианты опыта	Тест-объект				
	Raphanus sativus	*Lactuca sativa*	*Brassica chinesis var. Japonica*	*Lepidium sativum*	*Brassica juncea*
Контроль	98,0	99,0	98,0	98,0	99,0
Семена	10,0	43,0	12,0	13,0	45,0
Цветки	88,0	60,0	97,0	57,0	95,0
Лист	90,0	98,0	43,0	20,0	90,0
Стебель	98,0	98,0	97,0	92,0	91,0
Корнеплод	98,0	98,0	98,0	98,0	99,0
$НСР_{05}$	2,2	2,0	1,9	2,3	2,0

Экстракты, полученные из стебля *Pastinaca sativa*, отличались слабым аллелопатическим действием. Видно, что *Raphanus sativus* и *Lactuca sativa* при этом проросли на уровне контроля, но развитие проростков было замедленное, что сказалось на общем их развитии (длина проростков составила соответственно 20,0 и 10,0 мм, что ниже контроля на 33,0 и 25,0 мм). Если говорить о *Lepidium sativum* и *Brassica juncea,* видим снижение прорастания на 6,0 и 8,0% соответственно по сравнению с контролем. В этом варианте проявилось не только снижение способности прорастания семян, но и значительное подавления развития проростков, их длина составила 7,0 и 5,0 мм соответственно, что ниже контрольного варианта на 28,0 и 31,0 мм.

Интересно, на наш взгляд, повели себя тест - объекты при действии на них экстрактов, полученных из листьев *Pastinaca sativa*. Не отреагировал на их действие только *Lactuca sativa*, его всхожесть составила 98,0%, это только на 1,0% ниже контроля. При этом подавление развития проростков выражено ярче, чем в вариантах с экстрактами из стебля и корнеплода, длина проростка была ниже контрольного на 30,0 мм. *Raphanus sativus* отреагировал и снижением процента проросших семян на 8,0% и значительным подавлением процесса развития самого проростка, его длина составила всего 7,0 мм, что на 46,0 мм ниже контрольных проростков. *Brassica chinesis var. Japonica* и *Lepidium sativum* оказались

очень чувствительными к аллелопатическим веществам извлеченным из листьев *Pastinaca sativa*. Эти тест – объекты отреагировали снижением процента проросших семян – 43,0 и 20,0% соответственно. Логично и то, что при сильном подавлении прорастания усиливается подавление процессов роста *Brassica chinesis var. Japonica* на 29,0 мм, а *Lepidium sativum* на 33,0 мм. *Brassica juncea* показала прорастание на уровне 90,0%, однако, длина проростка ниже контроля на 33,0 мм, это дает основания говорить о влиянии аллелопатических веществ выделенных из листьев.

Таблица 2 – Характеристика образовавшихся проростков тест – объектов под действием экстрактов *Pastinaca sativa*, мм

Варианты опыта	Тест-объект				
	Raphanus sativus	*Lactuca sativa*	*Brassica chinesis var. Japonica*	*Lepidium sativum*	*Brassica juncea*
Контроль	53,0	35,0	35,0	35,0	36,0
Семена	2,0	3,0	1,0	3,0	1,0
Цветки	9,0	5,0	5,0	7,0	1,0
Лист	7,0	5,0	6,0	2,0	3,0
Стебель	20,0	10,0	10,0	7,0	5,0
Корнеплод	30,0	12,0	23,0	20,0	22,0

Экстракты из цветков и соцветий *Pastinaca sativa* отразились на прорастании семян тест – объектов. *Raphanus sativus* при этом снизил свою всхожесть до 88,0 %, и это ниже контрольного варианта на 10,0 %. Развитие проростков *Raphanus sativus* в этом варианте было замедленным, и их длина составила в среднем 9,0 мм, а в контрольном варианте 53,0 мм. *Lactuca sativa* также снизил всхожесть, она составила 60, 0 %. Проростки были плохо развиты, их длина не превышала 5,0 мм. Но семена *Brassica chinesis var. Japonica* и *Brassica juncea* в этом варианте проросли достаточно хорошо – 97,0 и 95,0 % соответственно.

Действуя вытяжкой из семян на тест – объекты видим, насколько значительно снизилась их всхожесть. Сильнее всего подавление происходило при воздействии экстрактом на *Raphanus sativus*, *Brassica chinesis var. Japonica* и *Lepidium sativum* – процент

прорастания составил 10, 0; 12,0 и 13,0 % соответственно. Более устойчивыми тестами к выделениям *Pastinaca sativa* в этом варианте оказались *Lactuca sativa* и *Brassica juncea* – 43,0 и 45,0 % соответственно. Проростки практически не развиты, их длина была ниже контрольных на 51, мм (*Raphanus sativus*); 33,0 мм (*Lactuca sativa*); 34,0 мм (*Brassica chinesis var. Japonica*); 33,0 мм (*Lepidium sativum*) и 37,0 мм (*Brassica juncea*).

В заключении можно констатировать, что в тканях всех органов *Pastinaca sativa* содержится достаточное количество аллелопатически активных веществ, которые способны воздействовать на тест – объекты. Особенно ярко проявили себя экстракты из семян и в меньшей степени из цветков и листьев. Слабее всего действие экстрактов из корнеплодов. Наши исследования показывают, что даже при слабом действии на процессы прорастания семян, отмечено отрицательное воздействие на развитие самих проростков, а значит и дальнейшее развитие растения.

Литература

1. Чернобривенко, С.И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовые взаимоотношения в посевах / С. И. Чернобривенко. – М.: Советская наука, 1965. 193 с.

2. Гродзинский, А.М. Краткий справочник по физиологии растений / А.М. Гродзинский, Д.М. Гродзинский.– Киев: Наукова думка, 1973. – 591 с.

3. Гродзинский, А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление /А.М. Гродзинский. - Киев: Наукова думка, 1991. – 430 с.

4. Einhellig, F.A.Allelopathy: Current status and future goals/ F.A. Einhellig // Allelopathy, organisms, processes, and applications. - Washington, DC: American Chemical Society.-1995.- P. 1-24.

5. Einhellig, F.A. Interaction among allelochemicals and other stress factors of the plant environment / F.A. Einhellig //Allelochemicals, Role in Agriculture and Forestry.- Washington DC: American Chemical Society. - Vol. 330. -1987.- P. 343–357.

НАКОПЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В КУЛЬТИВИРУЕМОМ ЗВЕРОБОЕ ПРОДЫРЯВЛЕННОМ В УСЛОВИЯХ НОВОСИБИРСКА И ГОРНОГО АЛТАЯ

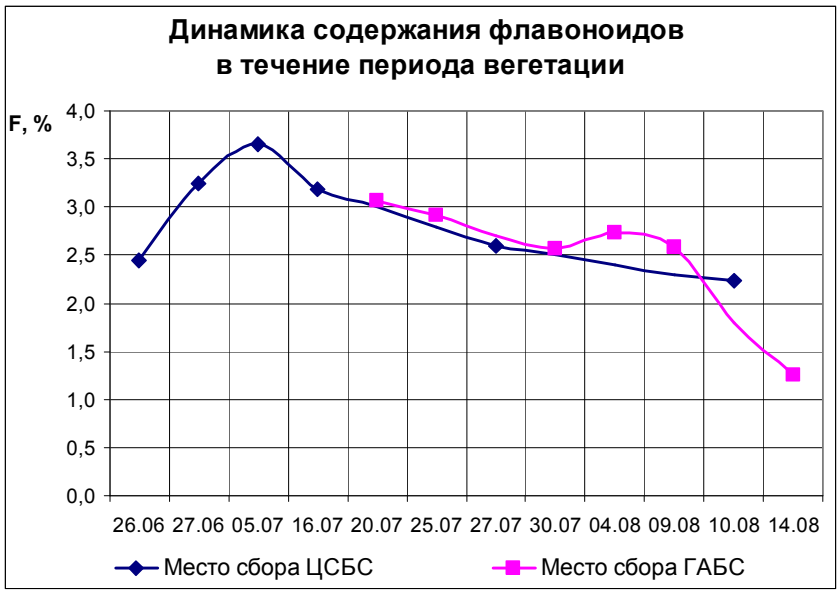
И.И.Баяндина[1], Ю.В.Загурская[2], Е.В.Дымина[1], Л.П. Казанцева[3]

[1]ФГОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия, 8(383)2672932, e-mail: bayandina@ngs.ru

[2]Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово, Россия

[3]Алтайский филиал Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ГАБС), п. Камлак, Россия

По современным представлениям метаболизм биологически активных веществ лекарственных растений в большой мере определяется эндогенными факторами, но в значительной мере зависит и от экзогенных факторов. Для всех растений важную роль играют климатические (температура, влажность, освещенность и т.п.) и эдафические факторы (физические и химические свойства почвы). Целью наших исследований являлось изучение влияния климатических и эдафических условий на накопление флавоноидов в культивируемом зверобое продырявленном (*Hypericum perforatum* L.). Районы исследований находятся в зоне резко континентального климата. Районы отличаются высотой над уровнем моря, среднегодовым количеством осадков и длиной безморозного периода. Температурные условия теплого периода года почти одинаковы, а зимний период в Новосибирске более суровый. Среднегодовое количество осадков в Горном Алтае примерно в два раза больше, чем в Новосибирске, что создает благоприятные условия для выращивания многолетних морозостойких культур, в том числе и зверобоя продырявленного. По суммарной степени загрязнения воздушной и водной среды в Западной Сибири наивысшие показатели характеризуют Кемеровскую область, средние значения принадлежат Новосибирской области, а загрязнение окружающей среды в Республике Алтай минимально.Таким образом, Республика Алтай выбрана нами в качестве контрольной территории.

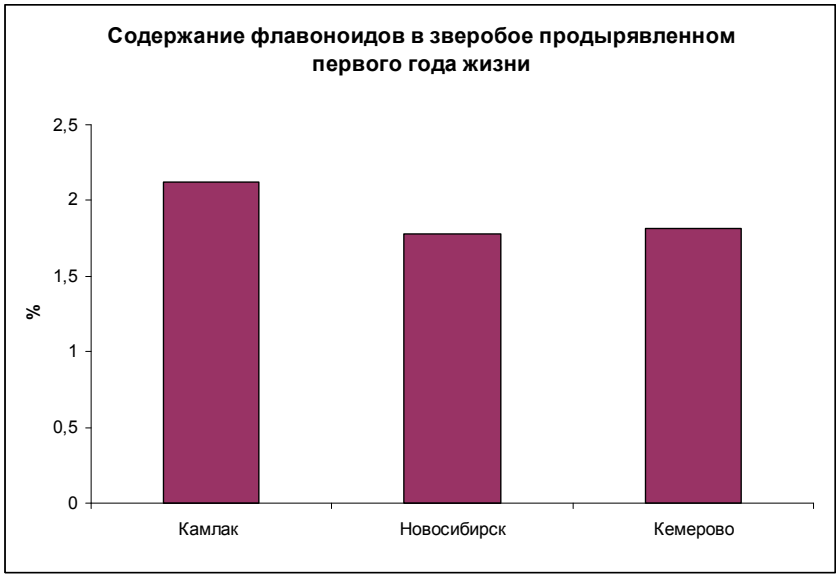


В зверобое продырявленном определили содержание суммы флавоноидов, в пересчете на рутин (Беликов и др., 1990). Сначала мы провели сравнение сезонной изменчивости содержания флавоноидов в растениях зверобоя продырявленного сорта Золотодолинский третьего года жизни, выращенного в Новосибирске (ЦСБС) и в Камлаке (Горный Алтай)(ГАБС). Была изучена динамика изменчивости содержания флавоноидов в побеге и в отдельных органах (листьях, стеблях, бутонах, цветках, коробочках). Наибольшим содержанием флавоноидов обладают бутоны – 7,99%, цветки накапливают максимально 7,30%, а коробочки – 5,17%. Максимальное содержание флавоноидов в листьях зверобоя – 5,97%, а в стеблях – 1,76%. На графике приведена динамика изменения содержания флавоноидов в побеге в течение вегетационного периода в условиях Новосибирска и Горного Алтая.

Таким образом, в зверобое продырявленном накапливается значительное количество флавоноидов во всех органах (кроме стеблей) во время цветения от фазы бутонизации до стадии отцветания.

На следующем этапе исследований растения зверобоя продырявленного были выращены рассадным способом из генетиче-

ски однородных семян в трех регионах Западной Сибири: г. Кемерово (КузБС), г. Новосибирск (Сад мичуринцев НГАУ) и пос. Камлак (ГАБС). Расхождение по срокам выполнения агротехнических мероприятий во всех регионах было менее 3 суток. Сбор образцов для определения содержания фенольных соединений в листьях растений 1 года жизни осуществлялся 14 – 16 сентября 2010 года. На гистограмме показано содержание флавоноидов в листьях зверобоя продырявленного первого года жизни, выращенного в различных регионах.



Максимальное содержание флавоноидов обнаружено в листьях растений, выращенных в Камлаке. Оно достоверно отличалось от содержания флавоноидов в растениях, выращенных в Новосибирске и Кемерово и составило 2,12%.

Работа поддержана РФФИ (грант №10-04-98011-р_сибирь).

ИСКУССТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ЭТИЧЕСКИЙ МЕТОД ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО ПОЛУЧЕНИЯ, УСИЛЕНИЯ И РАЗНОСТОРОННЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕННЫХ СВОЙСТВ ЭКЗО МЕТАБОЛИТОВ РАСТЕНИЙ IN VIVO

Бланк Эмануил Ихилович
PhD, Toronto, Canada

Исходными предпосылками для разработки технологии «Фитенсор» явились несколько общеизвестных фактов и связанных с ними предположений:

1. Явление усиления запахов растительности перед дождем
2. Причины активации процесса выделения молока млекопитающих
3. Существенные отличия свойств сложных органических продуктов , полученных из «живого» и «неживого» при равенстве химического состава
4. Важные этические последствия появления новой «бескровной» технологии.

Исходя из явления, упомянутого в первом пункте, мы предположили, что летучие органические соединения интенсивнее выделяются листовой поверхностью и цветками растений из-за связанного с приближением гроз понижения атмосферного давления.

Очевидно, что и причиной активации процесса выделения молока млекопитающих также является локальное понижение атмосферного давления в области молочных желез.

Именно понижение атмосферного давления, общее для интенсификации процессов выделения определенных экзо метаболитов растений и млекопитающих, привело к попытке использования этой аналогии в технологическом плане .

А что, если растительность можно «раздаивать», как млекопитающих? Возможно ли, постепенно увеличивать «надои» растений с помощью искусственного понижения атмосферного давления? Можно ли получать ценные продукты, не уничтожая живые организмы?

Для проверки данных предположений мы поместили ряд различных растений в «Фитенсор» - специально сконструирован-

ную нами барокамеру, оборудованную датчиками атмосферного давления, температуры и влажности воздуха.

Давление внутренней среды в Фитенсоре регулировали с помощью вакуумного насоса. Специальными лампами и вентиляторами создавали различные уровни температуры и освещенности.

Фитенсор **(Фот.1)**

В начале, при отработке методики экспериментов, были определены некоторые предельные для жизнедеятельности ряда растений показатели низкого атмосферного давления .

Самыми чувствительными оказались хвойные растения, необратимые повреждения которых наступали даже при минутном снижении уровня давления от 1,0 - нормального атмосферного давления (НД) до 0,3 НД. Большинство испытанных растений получили видимые повреждения при уровнях разрежения 0,2НД .

Последующую серию опытов провели с растениями Мирта (Myrtus Communis). Ежедневно, каждые 15 минут, в течении 6 часов атмосферное давление в Фитенсоре понижали до 0,5 НД. Процесс понижения давления продолжался пять минут, пять ми-

нут удерживалось давление 0,5 НД, затем вакуум «сбрасывался» открытием клапана, и давление в течение 10-12 секунд доходило до нормального уровня 1,0 НД. В начале и в конце ежедневного эксперимента фиксировали время, необходимое для достижения относительной влажности воздуха в Фитенсоре с уровня 50% до 80% как при нормальном уровне атмосферного давления, так и при процессе падения давления до 0,5 НД. Почвенный субстрат изолировали полиэтиленовой пленкой. Его влажность в процессе экспериментов поддерживали в пределах 90% - 100% ППВ с помощью весового контроля.

Таблица 1

Длительность достижения относительной влажности воздуха с 50% до 80% в Фитенсоре с растениями Мирта при нормальном атмосферном давлении

Дни эксперимента п/п	Период до достижения 80% относительной влажности при +25С мин	Период до достижения 80% относительной влажности при +35С мин
1	133	48
2	95	34
3	70	21
4	59	18
5	57	17
6	59	16
7	58	16

Приведенные данные свидетельствуют, что периодическое изменение уровней пониженного атмосферного давления приводит к стойкому и значительному увеличению выделения влаги растениями Мирта как в нормальных условиях температуры и атмосферного давления, так и в условиях повышенных температур и понижающегося атмосферного давления. То есть эффект «раздаивания» под действием пониженного атмосферного давления, действительно имеет место.

Таблица 2

Длительность достижения относительной влажности воздуха с 50% до 80% в Фитенсоре с растениями Мирта при падении атмосферного давления до 0,5НД

Дни эксперимента п/п	Период до достижения 80% относительной влажности при +25С мин	Период до достижения 80% относительной влажности при +35С мин
1	64	18
2	51	16
3	35	17
4	28	12
5	20	8
6	19	9
7	20	8

Приведенные данные свидетельствуют, что периодическое изменение уровней пониженного атмосферного давления приводит к стойкому и значительному увеличению выделения влаги растениями Мирта как в нормальных условиях температуры и атмосферного давления, так и в условиях повышенных температур и понижающегося атмосферного давления. То есть эффект «раздаивания» под действием пониженного атмосферного давления, действительно имеет место.

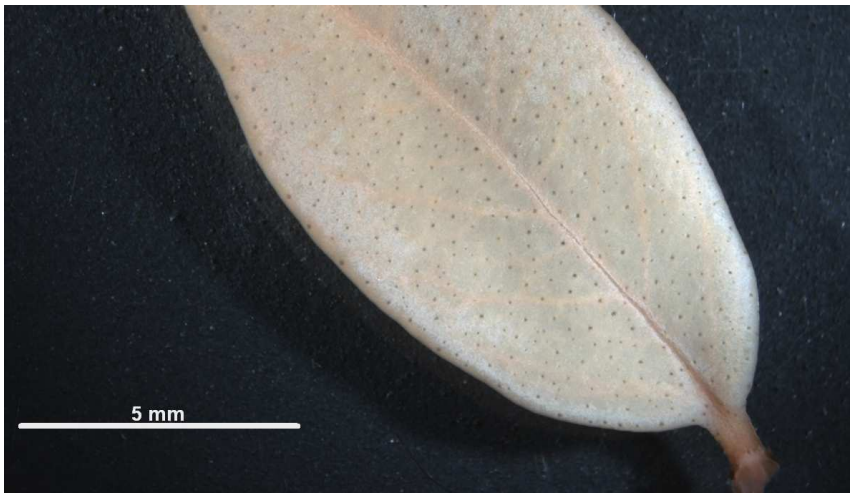
Данные Таблицы 3 демонстрируют процесс постепенного , но, что очень важно и интересно, неполного возврата к параметрам выделения влаги, существовавшим у растений Мирта до начала периода воздействия пониженного давления. Таким образом, можно предположить, что под действием пониженного давления в растениях Мирта, возможно, происходит некоторая адаптационная перестройка проводящих каналов и, возможно, устьиц и вместилищ терпеновых соединений листового аппарата в сторону их увеличения.

Таблица 3

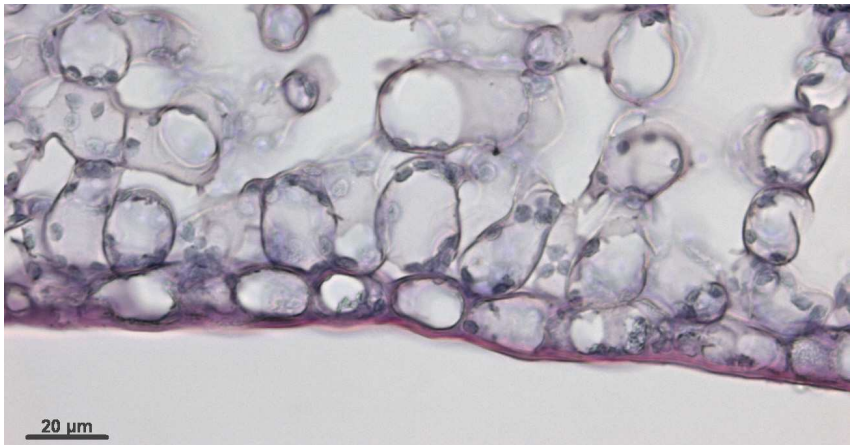
Длительность достижения относительной влажности воздуха с 50% до 80% в Фитенсоре с растениями Мирта после прекращения периода периодического понижения давления

Дни эксперимента п/п После прекращения действия пониженного давления	Период до достижения 80% относительной влажности при +25С мин	Период до достижения 80% относительной влажности при +35С мин
1	60	9
2	95	12
3	70	17
4	59	20
5	57	23
6	59	27
7	97	27

Вместилища терпенов (эфирных масел) в листе растений Мирта видны в виде мелких пятнышек. (**Фот.2**)



Так выглядят вместилища и железки в листьях растений Мирта до обработки пониженным атмосферным давлением (вместилища с содержимым вишневого цвета).(**Фот.3**)



Так выглядят вместилища и железки в листьях растений Мирта после 7 дневной обработки пониженным атмосферным давлением (вместилища с содержимым вишневого цвета). Протопласты основных клеток эпидермы с темным содержимым. Так что возможно, что они также выполняют функцию секреции. (**Фот.4**)

В результате хромато-спектрометрического исследования паровой фазы воздуха из пространства Фитенсора с растениями Мирта до обработки пониженным атмосферным давлением были обнаружены следующие соединения: лимонен, 3- Карен, 2- Карен. В процессе 7 дневной обработки растений Мирта пониженным атмосферным давлением, помимо многократного (более 1000%) увеличения указанных выделений, дополнительно был обнаружен карвон и некоторые другие соединения класса терпенов. Идет методическая подготовка к попыткам обнаружения Миртукоммулона и его фрагментов (Изобутирофенона), близких по структуре к терпенам, обладающих выраженным антимикробным, противовоспалительным и противоопухолевым действием.

Важно отметить , что при исследовании гексанового экстракта из водного раствора масла миртового дерева (Производство фирмы «STYX» Австрия), карвон и некоторые другие соединения обнаружены не были. Этот факт наводит на предположение о гораздо большем спектре веществ, выделяемых растениями in vivo по сравнению с экстрактами из переработанных растений.

Одним из первых продуктов разработанной нами технологии «вакуумного доения растений» являются жидкие, твердые вещества и газообразные среды, обогащенные метаболитами, выделенными в окружающий воздух живыми растениями . Многообещающей является их биологическая активность. Так переохлажденная дистиллированная вода «Фитенсор ливинг эссенсиз», насыщенная воздухом из Фитенсора с растениями Мирта, Каланхое, Алое Вера, содержит лимонен, 3- Карен, 2- Карен, карвон и, возможно, фрагменты Миртукоммуллона. При этом, более 98% из испаренных растениями веществ в условиях периодически понижаемого атмосферного давления составляет эндогенная вода растений, изучение биологической активности и свойств которой имеет большую научную и технологическую перспективу. Так испарение жидкости «Фитенсор ливинг эссенсиз» с помощью ультразвукового увлажнителя в замкнутом пространстве легкового автомобиля позволило в течение 2 часов нейтрализовать 37 колоний микроорганизмов, обнаруженных до обработки , и включавших 2 колонии золотистогоо стафилококка, 5 колоний гемолитического стрептококка и 5 колоний эпидермального стафилококка. Противомикробная, антиопухолевая и противовоспалительная актив-

ность материалов, насыщенных метаболитами живых растений, их сосудорасширяющее, релаксирующее, а, в определенных условиях, и тонизирующее, действие, может оказаться высоко востребованным как в индустрии питания и производства напитков, так и в изготовлении новых лекарств, санитарно-гигиенических средств и парфюмерно-косметических изделий.

В свою очередь, широкая технологическая реализация принципа «не убий» по отношению к растениям позволит не только получить ценнейшие вещества и сохранить миллионы растений, из которых многие виды встречаются все реже, но также будет способствовать развитию этических подходов во взаимоотношениях с Природой и воспитанию Человека.

ПРОТИВООПУХОЛЕВЫЙ ЭФФЕКТ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ «ФИТОЧАЙ «АМАРАНТИЛ»

[1]Бодягин Д.А, [2]Гинс М.С., [1]Исакова Е.Б., [2]Кононков П.Ф., [1]Бухман В.М., [3]Каган М.Ю., [2]Гинс В.К.

[1]ГУ НИИ по изысканию новых антибиотиков им. Г.Ф.Гаузе РАМН, Москва; [2]Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур РАСХН, Московская область; [3]Лечебно-диагностический центр МК-клиник, Москва

Широкое использование лекарственных методов лечения рака выдвинуло новые задачи по снижению их токсического воздействия при сохранении эффективности их противоопухолевого действия. Такими средствами могут стать биологически активные добавки к пище созданные на основе растений, обладающих ценными пищевыми и лекарственными показателями и способными проявлять противоопухолевые свойства. К таким растениям относится амарант. Так известно, что овощные виды широко использовались для питания и в качестве лечебного средства в странах Латинской Америки, Юго-Восточной Азии, Индии, Китае еще за 4 тысячи лет до нашей эры [1].

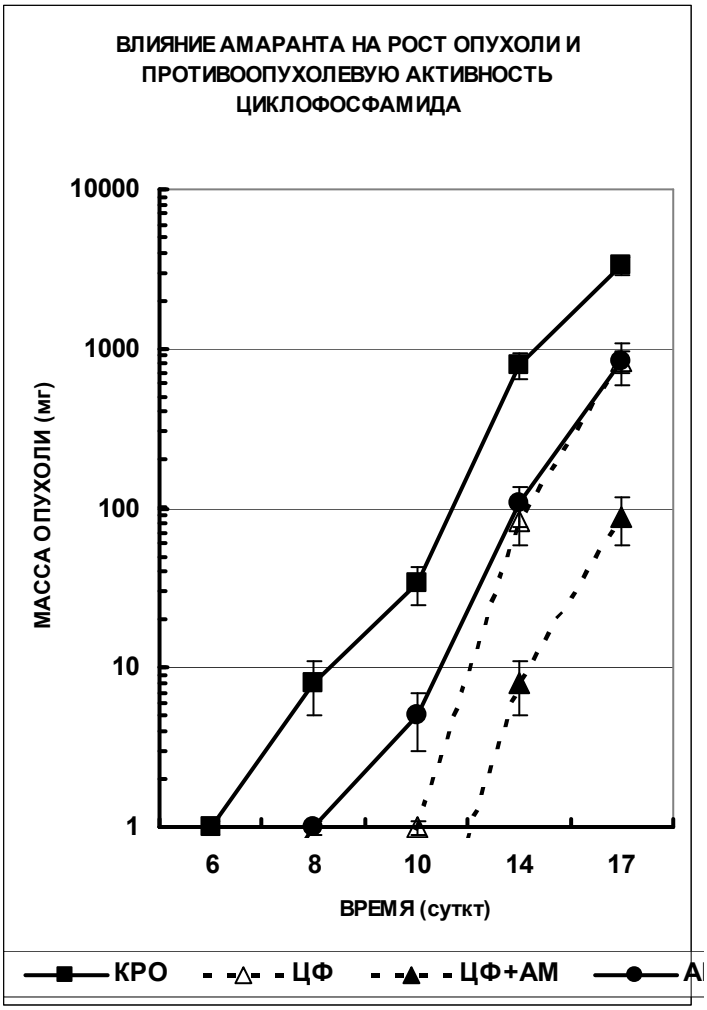
На основании многочисленных исследований нами показано, что листовая биомасса краснокрашенных растений амаранта (Amaranthys tricolor L., селекции ВНИИССОК [2] содержит биологически активные вещества: красно-фиолетовый пигмент амарантин (бетацианин), незаменимые аминокислоты, аскорбиновую кислоту, фенольные соединения, в том числе простые фенолы и фенолкарбоновые кислоты, оксикоричные кислоты, флавоноиды, конденсированные и полимерные полифенолы, пектин и д.р. [3] Благодаря этим веществам водные экстракты амаранта обладают бактерицидным и антимикотическим действием, влияют на устойчивость иммунной системы, стимулируют рост и развитие бифидо- и лактобактерий. Из листьев растений амаранта (Amaranthys tricolor L.) были выделены галоктозилглицерины, с потенциальной активностью ингибиторов циклооксигеназы и роста опухолевых клеток [4].

В связи с этим особый интерес представляет изучение противоопухолевого действия биологически активных веществ экстрактов, полученных из биологически активной добавки к пище «Фиточай «Амарантил» и их способности влиять на терапевтический эффект цитостатического препарата.

Опыты были поставлены на мышах самцах линии ($C_{57}BL_6$ x DBA/2)F1 массой 23-25 г., полученных из питомника РАМН «Крюково» и содержащихся в виварии НИИНА РАМН на стандартных брикетированных кормах.

Токсичность водного экстракта БАД к пище «Фиточай «Амарантил» (АМ) проверяли при пероральном его введении. Экстракт вводили в дозах 0,5 мл, 1 мл и максимально возможном объеме для данной массы животных – 1,5 мл. Достигнуть летальных доз не удалось. Масса тела животных не менялась, по сравнению с контролем, на протяжении 30 суток наблюдения. Противоопухолевую активность водного экстракта амаранта изучали на модели перевиваемой Т-клеточной лимфомы Р-388. Опухоль перевивали под кожу бока в дозе $1x10^6$ кл/мышь. Животных разделяли на группы: 1-контроль роста опухоли (КРО); 2-группа животные получавшие АМ в дозе 0,5 мл ежедневно 5 дней; 3-группа получавшая препарат сравнения циклофосфамид (ЦФ) в дозе 50 мг/кг однократно внутрибрюшинно; 4-группа получавшая ЦФ в дозе 50 мг/кг однократно внутрибрюшинно и АМ в дозе 0,5 мл

ежедневно 5 дней. ЦФ вводили через 72 часа после перевивки опухоли. АМ вводили с 3 по 7 день опыта. В каждой группе было по 10 животных.



Как видно из рисунка в первой группе опухоли появлялись уже на 6 день опыта и к 17 суткам достигали массы 4 г. В этот день отмечалась первая гибель в контрольной группе животных, поэтому объем опухоли далее не измерялся, а наблюдали только за продолжительностью жизни во всех подопытных группах. В груп-

пе животных получавших один АМ опухоли появлялись на 8 день опыта. В группе ЦФ опухоли появлялись на 10 день. К 14 и 17 дням эксперимента в обеих группах (АМ и ЦФ) масса опухоли практически была одинаковой и составляла 1000 и 900 мг, соответственно. Что составляло 87,6% и 77,5% торможения роста опухоли. Наиболее интересные результаты были получены в группе комбинированного воздействия обоих препаратов. Торможение роста опухоли составило на 14 день 98,7% и на 17 день 97,5%. Эти результаты представлены на рисунке.

Продолжительность жизни в группе КРО составила 20,3±1,0 дня; в группе животных получавших АМ – 21,7±0,85 дня; получавших ЦФ – 25,5±0,85 дня; в группе комбинированного воздействия ЦФ+АМ – 26,1±0,68 дня. Более того в последней группе наблюдалось излечение 20% мышей, которых наблюдали 60 дней.

Таким образом, водный экстракт полученный из БАД к пище «Фиточай «Амарантил» проявил определенную противоопухолевую активность сравнимую с ЦФ, примененным в дозе 50 мг/кг. Комбинированное воздействие обоих препаратов приводило не только к увеличению продолжительности жизни животных, но и к 20% излечению их. Использование БАД к пище «фиточай «Амарантил» является перспективным для комбинированной химиотерапии опухоли. Представляется важным дальнейшее изучение на широком спектре экспериментальных опухолей, водных экстрактов с целью открытия новых возможностей разработки схем лечения опухолей с использованием комплекса биологически активных веществ с антиоксидантной активностью, полученных из БАД к пище «Фиточай «Амарантил».

Результаты исследований запатентованы [5].

Литература

1. Кононков П.Ф., Гинс В.К., Гинс М.С., Амарант – перспективная культура XXI века. М.:РУДН. 1999. 298 с.
2. Патент РФ № 4050 от 22.052008 Амарант овощной сорт Валентина

3. Гинс М.С. «Биологически активные вещества амаранта: Амарантин: свойства, механизмы действия и практическое использование. М.:РУДН. 2002. 183 с.
4. Bolledula et al. // Bioactive constituents of *Amaranthys tricolor* J. Agric. Food Chem., Vol. 52, No. 23, 2004.
5. Гинс М.С., Бодягин Д.А., Кононков П.Ф., Исакова Е.А., Гинс В.К., Бухман В.А. Патент РФ № 2377008 от 27.10.2009.

СОДЕРЖАНИЕ В-КАРОТИНА В ОВОЩАХ И ОВОЩНЫХ ПОЛУФАБРИКАТАХ

Бординова В. П., Макарова Н. В.

ГОУ ВПО Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия, 8 (846) 3322069, fpp@samgtu.ru

Оксидативный стресс является причиной многих серьёзных заболеваний, а также является одной из составляющих процесса старения [1]. Развитие стресса происходит в результате действия реактивных форм кислорода, которые разрушают такие важные компоненты клетки как липиды и ДНК. Веществами, тормозящими процесс окисления являются антиоксиданты. Ими могут выступать вещества преимущественно фенольной природы, витамины, красящие пигменты растений и др.. Наиболее известен среди этих соединений провитамин β-каротин. Он является эффективным профилактическим средством для борьбы с сердечно-сосудистыми, онкологическими заболеваниями, защищает от воздействия радиации.

В связи с вышеизложенным, наша статья посвящена определению содержания β-каротина в овощах и овощных полуфабрикатах. В качестве объектов исследований были выбраны: морковь, томат, перцы желтый и красный, тыквенный концентрат, томатный сок, томатный концентрат, перцевая масса.

Содержание β-каротина определялось в экстрактах образцов концентрацией 0,1 г/мл. В качестве растворителя использовался 50%-й водный этиловый спирт. Исследования проводились на приборе КФК-3-01 при длине волны 470 нм. Результаты были пе-

ресчитаны в единицах β-каротина по калибровочной кривой и представлены на рисунках 1, 2.

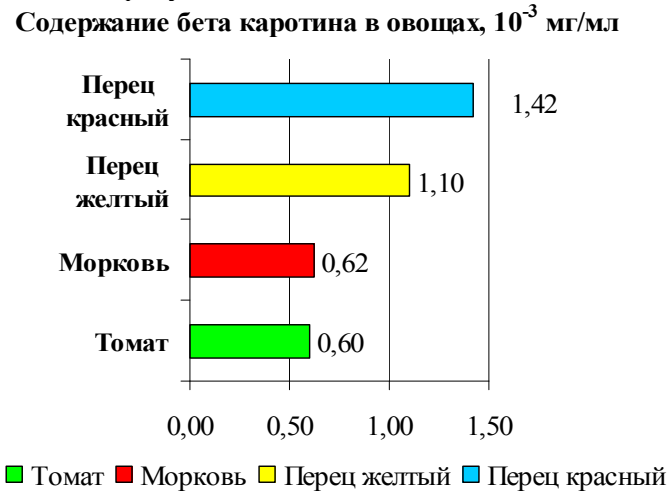


Рис. 1

Исследованные овощи (рис.1), по увеличению содержания провитамина расположились в следующей последовательности: томат, морковь, перец желтый, перец красный. Содержание β-каротина соответственно 0,6 ; 0,62; 1,10; 1,42 · 10^{-3} мг каротина/мл исходного продукта. Таким образом, лидирующее положение занимают перцы красный и желтый. Интересно отметить, что эти образцы и в других исследованиях показали превосходство [2].

Среди овощных полуфабрикатов (рис.2) лидер – томатный концентрат, несмотря на то, что сам томат имеет самое низкое содержание провитамина. Худшие результаты имеют тыквенный концентрат и томатный сок: 0,20 и 0,50 · 10^{-3} мг каротина/мл исходного продукта. Также высокое содержание каротина имеет перцевая масса: 2,10 · 10^{-3} мг каротина/мл исходного продукта. Но, тем не менее, она уступает томатному концентрату и занимает 2-е место в эстафете.

Таким образом, из результатов исследований можно сказать, что среди овощей наиболее богаты β-каротином являются перцы, а среди полуфабрикатов – томатный концентрат и перцевая масса, и можно сделать вывод о том, что данные образцы являются

сильными антиоксидантами и их можно использовать для выработки функциональных продуктов питания.

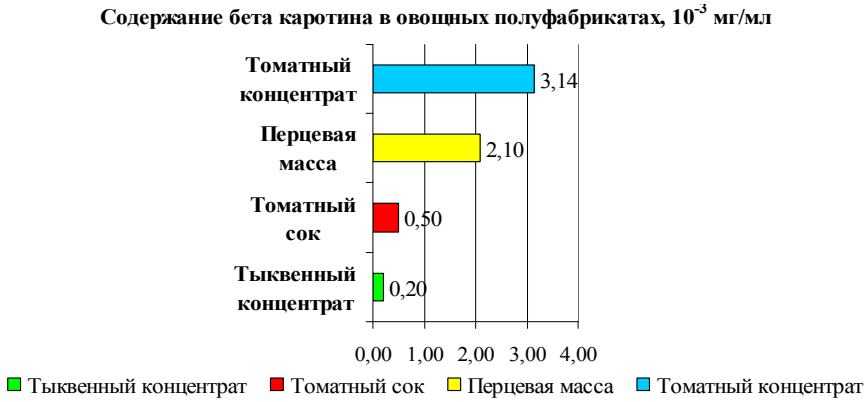


Рис.2

Литература:

1. Roginsky V., Lissi E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. – Food Chem. – 2005, Vol. 92, №92. – P. 235-254.

2. Макарова Н.В., Бординова В.П. Сравнительная характеристика антиоксидантных свойств экстрактов овощей. – Пищевая промышленность. – 2010, № 7, стр. 44 – 46.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО БИОХИМИИ И ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ ВО ВНИИ ОВОЩЕВОДСТВА

Борисов В.А., доктор с/х наук, профессор (ВНИИО)

Исследования по физиологии и биохимии овощных культур начались во ВНИИО (ранее НИИОХ) фактически одновременно с образованием института в 1930 году. У истоков этих исследований стояли такие крупные учёные, как академик АН СССР Рубин Б.А., чл.-корреспондент АН СССР Реймерс Ф.Э, академик ВАСХНИЛ Авдонин Н.С., а в более позднее время они были продолжены докторами наук Беликом В.Ф., Палиловым Н.А., Кружилиным А.С., Квасниковым Б.В., Вендило Г.Г. и другими.

До настоящего времени сохраняют научную ценность результаты исследований института по фитопериодичной реакции

различных по происхождению овощных растений, по снижению стрелкования растений и способам яровизации семян, по усилению ростовых процессов при помощи стимуляторов и гормонов животного происхождения (Реймерс Ф.Э., Палилов Н.А., Андреева Р.А.), по регулированию уровня содержания углекислоты в воздухе теплиц для повышения урожайности томатов и огурца (Дорохов Л.М.), по определению уровня клеточного сока в растениях для диагностики водного режима овощных культур (Белик В.Ф., Тюрина С.М.), по изучению жаростойкости растений и роли различных ферментов в этом процессе (Кружилин А.С.). Большая научная работа была проведена В.Ф. Беликом с сотрудниками по закалке семян и рассады теплотребовательных овощных растений (огурец, томат, перец), а также по разработке способов использования ИКЭС и луча лазера при подготовке семян с целью стимулирования роста и развития растений. (1).

Биохимические исследования в институте были направлены на изучение ферментных систем различных по скороспелости сортов овощных культур, биохимического состава овощей, повышению биосинтеза каротина и аскорбиновой кислоты, а также сохраняемости овощей в зимний период и устойчивости их к грибным заболеваниям (Рубин Б.А, Квасников Б.В, Палилов Н.А.), действию удобрений на биохимическое качество овощей (Авдонин Н.С., Вендило Г.Г., ГусевМ.И., Борисов В.А. и другие).

В настоящее время лаборатория агрохимии и биохимии ВНИИО проводит детальное изучение качества овощной продукции в различных почвенно-климатических зонах России (Нечерноземная, Черноземный центр, Северный Кавказ, Нижнее Поволжье, Западная Сибирь, Дальний Восток) в многолетних стационарных опытах в овоще-кормовых севооборотах с использованием различных предшественников, минеральных, органических удобрений, стимуляторов роста, многолетних и однолетних трав, способов обработки почвы, орошения и применения пестицидов.

В результате многолетних исследований выявлено положительное действие органической, органо-минеральной и органоминерально-биологической систем удобрения овощных культур по сравнению с чисто минеральной на биохимический состав овощей. Установлено, что чисто бобовые предшественники (клевер, люцерна) положительно влияют на урожайность овощных культур, а

злаковые травы (костёр, овсяница, тимофеевка) улучшают биохимические показатели качества (сухое в-во, сахара, витамины). Зеленая масса бобово-злаковых смесей (горох+овёс, вика+овёс), запаханная в качестве сидератов под овощные культуры резко снижает содержание нитратов в овощной продукции, улучшает биосинтез витаминов, сахаров, ферментов (2).

В многочисленных опытах с удобрениями овощных культур выявлена положительная роль калийных удобрений на снижение содержания нитратов в продукции, а также большое значение совместного внесения минеральных удобрений с стимуляторами роста (циркон, эпин, гумат калия) для повышения урожайности культур и повышения содержания сухих веществ, сахаров, каротина, аскорбиновой кислоты в корнеплодах моркови, столовой свеклы и кочанах капусты, а также в сохранении высокого качества овощей в зимний период.

В последнее время большое внимание уделяется ведущей роли овощей как важнейшего источника природных антиоксидантов (β-каротина, аскорбиновой кислоты, бетанина, ликопина), препятствующих образованию свободных радикалов. Лабораторией агрохимии и биохимии ВНИИО, совместно с Лапиным А.А. и Зеленковым В.Н., были разработаны рекомендации по применению метода гальваностатистическойкулонометрии в определении антиоксидантной активности овощей, продуктов их переработки, а также почвы, на которой эти овощи произрастают. Выявлено, что избыточно высокие дозы минеральных удобрений существенно снижают антиоксидантную способность выращенной овощной продукции. Определена значительная разница в суммарном содержании природных антиоксидантов (по количеству квертицина или рутина) в зависимости от культуры, сорта и агротехнических приёмов возделывания (3).

Известно, что основой для получения высококачественной овощной продукции является уровень плодородия почв, её агрофизические, агрохимические и биологические свойства. На переудобренных почвах или загрязнённых пестицидами и тяжёлыми металлами нельзя получить овощи, пригодные для полноценного питания человека. Одним из способов определения пригодности почв для получения экологически безопасной продукции является определение её биохимической или ферментативной активности.

Исследования ВНИИО в этом направлении (4) показали, что применение биокомпостов, гуматов и регуляторов роста растений в сочетании с умеренными дозами минеральных туков увеличивают активность биохимических процессов в аллювиальной луговой почве и способствуют получению овощной продукции высокого качества.

Литература

1. Белик В.Ф., Андреева Р.А. Физиолого-биохимические исследования по овощным и бахчевым культурам //Научно-технический прогресс в овощеводстве.- М. – 1980. – НИИОХ. - с.227-242
2. Борисов В.А., Литвинов С.С., Романова А.В. Качество и лёжкость овощей. – М.: ВНИИО. – 625с.
3. Лапин А.А., Зеленков В.Н., Борисов В.А. Применение метода гальваностатической кулонометрии в определении антиоксидантной активности овощей и продуктов их переработки. – Начно-методическое пособие. – М.: РАЕН, - 2008 – 52с.
4. Борисов В.А., Котляров Д.Ю., Никольская Г.В. Биохимическая активность аллювиальных луговых почв при систематическом применении удобрений в овоще-кормовом севообороте.// Сб. научных трудов. – М.: ВНИИО, т.2. 2006. – с.124-130.

ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ КОРНЕПЛОДНЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР НА СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ.

А.И. Бохан, М.И. Федорова

РУП «Институт овощеводства», г. Минск, Беларусь

Пищевая ценность корнеплодных растений определяется содержанием в них основных компонентов химического состава. На концентрацию химических веществ влияют видовые и сортовые особенности, условия и место выращивания, фаза.

Одним из важных резервов расширения ассортимента и увеличения производства овощей является интродукция новых видов, к числу которых относятся малораспространенные корнеплодные овощные культуры вида *Raphanus sativus L.* дайкон и редька китайская (лоба).

Родиной дайкона является Япония, его более тысячи лет назад вывели на основе китайской разновидности, редьки - лоба. Сегодня дайкон в стране восходящего солнца считается основной овощной культурой. В Японии выведено более 400 сортов и гибридов этого растения. Он занимает первой место по посевной площади (около 70 тыс. га), а также по производству и потреблению (более 2,6 млн.т. в год) и входит в состав ежедневного меню каждого японца. Народнохозяйственное значение очень велико, эта культура является санитаром почек и печени, способствует выводу из организма лишней воды. Обладает свойством сдерживать рост бактерий и подавлять вредную микрофлору кишечника. Дайкон является пищевым источником фосфора, серы, железа. В биохимическом составе корнеплодов дайкона преобладают калий, кальций, натрий и фосфор.

В Беларуси районирован один сорт дайкона Гастинец белорусской селекции. Сорт среднеспелый, вегетационный период 70–80 дней. Корнеплод белый удлиненно – цилиндрический длиной 20–27см. Масса товарного корнеплода 390–650г. Лежкость при хранении 2–3 месяца.

В 2006-2010 гг. нами были проведены исследования по изучению сортообразцов дайкона на содержание основных компо-

нентов химического состава в условиях Беларуси. Анализ корнеплодов коллекционных сортообразцов показал, что сортообразцы Розовый блеск Мисато и Миясиге превзошли стандарт сорт Гастинец по содержанию сухого вещества (от 9,0% до 10,9 против 8,8 у стандарта) (Таблица 1).

Лучшими по среднему многолетнему содержанию аскорбиновой кислоты были сорта Саша (14,7мг/100г) и Гастинец (7,8мг/100г) (таблица 1).

В последние годы внимание селекционеров привлекает отбор исходных и селекционных форм с пониженным содержанием нитратного азота. По низкому содержанию нитратов выделились образцы: Миновасе (852мг/кг), Дубинушка (901мг/кг).

Таблица 1 - Содержание основных компонентов химического состава в сортообразцах дайкона 2006-2010 гг.

Название сортообразца	Сухое вещество, %	Сахара (сумма), %	Аскорбиновая кислота, мг/100г
Дайкон японский белый длинный	8,6	4,6	6,8
Саша	8,0	4,1	14,7
Гастинец St	8,8	4,2	7,8
Розовый блеск Мисато	10,9	4,4	3,2
Миясиге	9,0	4,3	4,0

Перспективно широкое вовлечение в селекцию китайской редьки (лоба). Лоба – скороспелая культура, за 50-70 суток вегетации в условиях Беларуси урожайность корнеплодов достигает 30-50 т/га. По содержанию сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты лоба значительно превосходит летнюю редьку и редис. Лоба обладает неострым вкусом, что позволяет употреблять ее не только в свежем виде, но и в соленом, маринованном, вареном, сушеном.

В результате изучения 25 сортообразцов лобы на содержание основных компонентов химического состава в условиях Беларуси были выделены образцы:

- с повышенным содержанием аскорбиновой кислоты: Лебидка, Трояндова ;
- с повышенным содержанием сухого вещества: Красавица Подмосковья, Лоба зеленая (таблица2).

На основании многолетнего изучения коллекционных сортообразцов дайкона и лобы в условиях Беларуси выделены образцы с повышенным содержанием сухого вещества и аскорбиновой кислоты. Дайкон и лоба могут быть использованы в питании человека как ценнейший источник витаминов, диетических волокон и минеральных веществ в зимне-весенний период, когда дефицит в свежих овощах наиболее ощутим.

Таблица 2 - Содержание основных компонентов химического состава в лучших сортообразцах лобы 2006-2010 гг.

Название сортообразца	Сухое вещество, %	Сахара (сумма), %	Аскорбиновая кислота, мг/100г
Лебидка	12,7	3,8	29,4
Трояндова	10,5	3,4	31,0
Красавица Подмосковья	15,2	3,6	26,2
Да-цин-пи	13,9	3,8	27,2
Лоба зеленая	16,1	3,5	

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДОНАГНЕТАЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ КОРНЕЙ И СКОРОСТИ РОСТА РАСТЕНИЙ ПРИ БЛОКИРОВАНИИ КАЛЬЦИЕВЫХ КАНАЛОВ

Н.В. Будаговская

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Россия, г. Москва, e-mail: postnabu@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Кальций-зависимые сигнальные системы играют важную роль в регуляции функциональной активности растений на разных уровнях организации: клеточном, органном и организменном. В проведении сигналов участвуют кальциевые каналы [1]. Их роль в сигнализации лучше изучена на мембранном уровне. Менее исследовано участие кальциевых каналов в сигнализации и регуляции функций на уровне отдельных органов и целого растения. Также недостаточно исследована роль кальциевых каналов в функциональной координации пространственно удаленных органов: корней и листьев. Для решения этих задач использовалось блокирование кальциевых каналов. В наших предыдущих экспериментах было показано, что внесение блокатора кальциевых каналов верапамила в корневую зону вызывало снижение скорости роста как корней, так и надземной части растений – стеблей и листьев у разных сельскохозяйственных растений [2, 3, 4, 5]. Однако снижению скорости роста растений, вызванному внесением верапамила, предшествовало небольшое ее повышение. Так как рост растений связан с водным обменом, было сделано предположение, что кратковременное ускорение роста растений в начальный период действия верапамила могло быть вызвано увеличением скорости транспорта воды. В связи с этим были проведены эксперименты по исследованию влияния верапамила на водный обмен и рост растений. Результаты экспериментов представлены в данной работе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись растения кукурузы гибрида Пионер. Водонагнетающую активность корней оценивали по интенсивности экссудации, которую определяли по методу Anderson и House [6] с некоторыми модификациями на изолированных корнях (пятисантиметровая апикальная часть) 6-10-дневных проростков, помещенных в растворы верапамила (0,25 мМ, 0,5 мМ, 1,0 мМ, 6,0 мМ), в контрольных вариантах использовалась водопроводная вода без добавления верапамила. Измерения проводили в течение нескольких часов при 30^{o}C, применялось термостатирование. На графиках представлены результаты, полученные в первые 2 ч и последующие 2 ч эксперимента. Для иссле-

дования влияния верапамила на состояние растений в более длительных экспериментах использовалась водная культура для выращивания растений. Измерялись размеры надземной части и корней в процессе выращивания растений и оценивалось их состояние.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 и 2 представлены результаты экспериментов, характеризующие водонагнетающую активность корней кукурузы в отсутствии блокатора кальциевых каналов верапамила и при его добавлении.

Можно видеть (рис. 1), что в контрольном варианте интенсивность экссудации, измеренная с интервалом в 2 ч, мало изменяется в течение 4 ч. Близкие значения интенсивности экссудации были получены также в последующие часы эксперимента. Такой же уровень интенсивности экссудации в контрольном варианте сохранялся и через сутки. В варианте с верапамилом в концентрации 0,25 мМ (рис. 2) интенсивность экссудации в первые 2 ч эксперимента превосходила контрольный уровень, в последующие 2 ч снижалась ниже контрольных значений, а через сутки отмечалось прекращение экссудации и обращение транспорта воды в корнях (отрицательные значения на графике). При увеличении концентрации верапамила (0,5 мМ, 1,0 мМ) имела место аналогичная закономерность изменения интенсивности экссудации в течение 4 ч: усиление транспорта воды в корнях в первые 2 ч и ослабление в следующие 2 ч (рис. 3). Однако отмеченное усиление водного тока в начале эксперимента было меньше, а последующее снижение его сильнее, чем в экспериментах с 0,25 мМ верапамила. При этом также наблюдался концентрационный эффект изменения экссудации: начальный всплеск экссудации при 1,0 мМ верапамила был меньше, а дальнейшее угнетение экссудации больше, чем при 0,5 мМ. В экспериментах с 6,0 мМ верапамила не было зарегистрировано усиления экссудации, а нарушение водонагнетающей активности корней происходило сразу же в первые часы измерения экссудации (рис. 3).

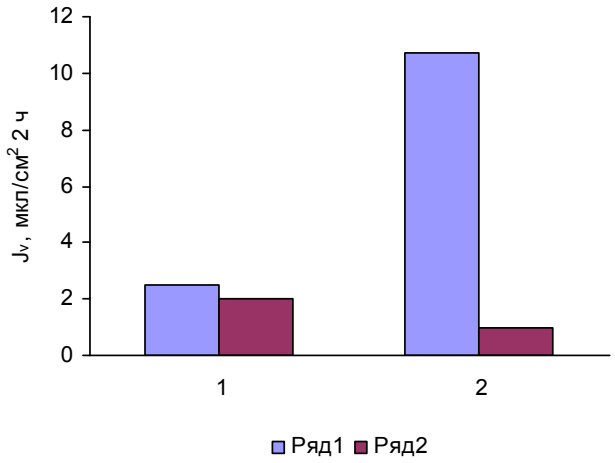


Рис. 1. Влияние верапамила на интенсивность экссудации корней кукурузы за 2 ч (- 1-2 ч) и (- 2-4 ч), 1 – контроль, 2 – вариант с верапамилом (0,25 мМ).

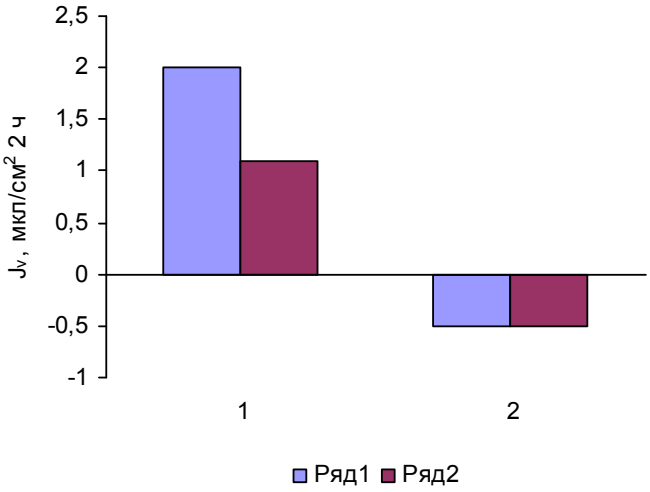


Рис. 2. Влияние верапамила на интенсивность экссудации корней кукурузы за 2 ч (- 1-2 ч) и (- 2-4 ч), 1 – контроль, 2 – вариант с верапамилом (0,25 мМ) после 24 ч экспозиции с верапамилом.

Неоднозначность ответной реакции корней на действие верапамила может объясняться изменением концентрации кальция в растениях в процессе эксперимента. Блокатор кальциевых каналов верапамил вызывает снижение концентрации кальция в тканях растений [4]. Кальций участвует в регуляции проницаемости водных каналов и уменьшение его концентрации усиливает трансмембранные водные потоки [7]. В связи с этим обусловленное верапамилом усиление интенсивности экссудации в начальный период эксперимента может быть связано с усилением транспорта воды в корнях при понижении концентрации кальция. Возможно, кальциевые и водные каналы функционально связаны, что обеспечивает регуляцию трансмембранного транспорта воды. Потеря водонагнетающей активности корней и обращение водного тока в корнях при увеличении времени действия блокатора кальциевых каналов или при повышении его концентрации, по-видимому, связано со структурными нарушениями мембран и корня в целом, вызванными дефицитом кальция.

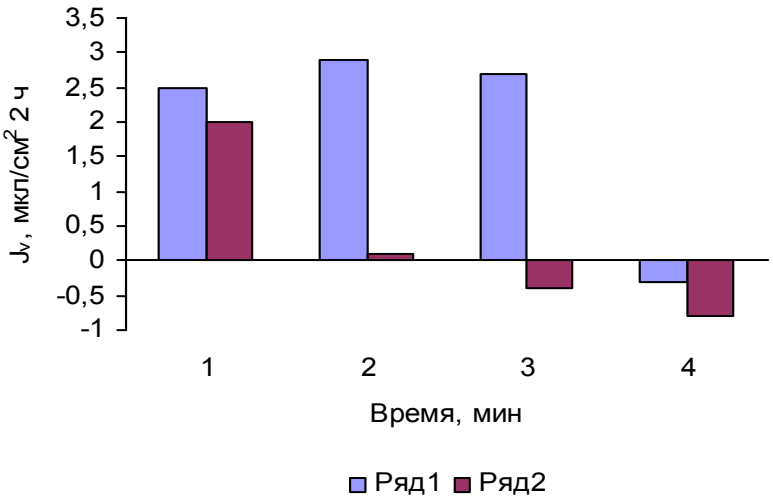


Рис. 3. Влияние верапамила на интенсивность экссудации корней кукурузы за 2 ч (- 1-2 ч) и (- 2-4 ч), 1 – контроль, 2 – вариант с верапамилом (0,5 мМ), 3 – вариант с верапамилом (1,0мМ) 4 – вариант с верапамилом (6,0 мМ).

Индуцированное верапамилом снижение или прекращение водонагнетающей активности корней приводило к нарушению водообеспечения надземной части в экспериментах на целых растениях. Было отмечено снижение тургора листьев и стеблей, замедление роста надземной части у растений варианта с добавлением верапамила. Верапамил вызывал также угнетение роста корней. Снижение скорости роста растений могло быть вызвано как обусловленными верапамилом нарушениями водного обмена в системе целого растения, так и нарушениями в кальций-зависимых сигнальных системах и, соответственно, в снижении функциональной активности.

Наблюдаемый нами небольшой пик ростовой активности в начальный период действия верапамила мог быть вызван кратковременным усилением водного транспорта в растениях, продемонстрированным экспериментальными данными настоящей работы. Следующее за повышением уменьшение скорости роста растений могло быть обусловлено нарушениями в структурной организации растений в результате увеличения уровня дефицита кальция.

Таким образом, вызванные блокатором кальциевых каналов нарушения ростовой активности растений в значительной степени связаны с нарушениями транспорта воды и дефицитом кальция в растениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев С.С., Максимов Г.Б., Маркова.И.В. Роль ионов кальция в регуляции гравитропизма. Exp. Biol. Vilnius.Lietuva.1991. N 4. P. 71-92.

2. Budagovskaya N.V. Effect of calcium channels blocker and growth regulators on the state of photoautotrophic and geterotrophic plant tissues. The FASEB Journal, 1997, 11, 1435.

3. Budagovskaya N.V., Alekhin V.I., Guliaev V.I. Effect of calcium channel blockage on functional activity of plants. *European Journal of Biochemistry,* 2001, 268, (Suppl 1), 102.

4. Budagovskaya N.V., Guliaev V.I. Effect of calcium channel blocker on growth dynamics of plants studied by laser interference auxanometry. In: Horst W.J., Schenk M.K., Bürkert A., Claassen

N., Flessa H., Frommer W. B., Goldbach H., Olfs H-W., Römheld V., Sattelmacher B., Schmidhalter U., Schubert S., Wirén N.V., Wittenmayer L. (Eds) Plant Nutrition: Food Security and Sustainability of Agro-Ecosystems through Basic and Applied Research, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 2001, pp 204-205.
5. Budagovskaya N.V., Rapid response reactions of buckwheat plant shoots on changes in sodium chloride concentration at the root zone and blockage of calcium channels. The European Journal of Plant Science and Biotechnology 2010, 4, 128-130.
6. Anderson W. P., House C.R. A correlation between structure and function in the root *Zea mays* L., J. Exp. Bot.1967, 18, 544.
7. Chaumont F., M. Moshelion, M. Daniels. Regulation of plant aquaporin activity. Biol. Cell, 2005, 97, 749-764.

УДК 581.524:635.53

СТАБИЛЬНОСТЬ ПРОЯВЛЕНИЯ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ЗОНТИЧНЫЕ

А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, Россия, МО, Раменский район, д. Верея, стр.500, тел. 558 – 45 – 22 e-mail; niioh@yandex.ru

Наибольший эффект ОАС отмечен в контроле (30,8). Все изученные сельдерейные культуры имели отрицательные значения показателя ОАС аллелопатического эффекта, кроме *Pastinaca sativa* – 8,8. Контроль оказался и самым стабильным вариантом. Наиболее нестабильным оказался аллелопатический эффект экстракта *Anethum graveolens*. Максимальное значение показателя S_{gi} (81,8%) отмечено у *Anethum graveolens*.

Аллелопатия является одним факторов обеспечивающих поддержание равновесия в экологических системах, последовательную смену растительных сообществ. Аллелопатия выполняет регуляторную функцию онтогенетического развития и фитоценотического взаимоотношения. Познание принципов химических взаимоотношений растений способствует пониманию роли агрофитоценозов, предшественников, монокультуры, повторных посе-

вов, степени насыщенности севооборотов, почвоутомления (Гродзинский, 1986).

Использование знаний об аллелопатических свойствах семян, весьма эффективно в практике селекции, семеноводства и селекции (Овчаров, 1969; Николаева и др., 1999).

Аллелопатический эффект подвержен значительной изменчивости в зависимости от эндогенных и экзогенных факторов, в том числе от биологических особенностей как растений доноров, так и акцепторов (Балеев, Бухаров, 2009). Это свидетельствует о целесообразности проведения исследований и получения характеристики донорных объектов по степени изменчивости, адаптивности и стабильности проявления аллелопатической активности.

Работа выполнена во ВНИИ овощеводства в 2008-2010 гг. В качестве объектов - доноров для проведения исследований использовали семена сельдерея корневого (сорт Купидон), петрушки корневой (сорт Любаша), пастернака (сорт Кулинар) и укропа (сорт Кентавр).

Для приготовления водной вытяжки 10 г навески семян растирали в ступке с песком. К подготовленной навеске добавляли 100 мл дистиллированной воды. Во избежание образования болезнетворной микрофлоры воду доводили до кипения. Экспозиция экстракции составляла 1 час. Затем проводили фильтрацию раствора через бумажный фильтр.

В качестве объектов – тестеров использованы семена овощных культур - редис (*Raphanus sativus*), салат (*Lactuca sativa*), японская капуста (*Brassica chinesis var. Japonica*), кресс – салат (*Lepidium sativum*), горчица (*Brassica juncea*). Семена раскладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу, приливали экстракт и проращивали в термостате при постоянной температуре (23 °С). В качестве контроля использована вода.

Повторность опыта трехкратная, всхожесть определяли по ГОСТу 12038 – 84 «Семена сельскохозяйственных культур, методы определения всхожести». Статистическая обработка данных выполнена по Б.А. Доспехову (1985). Для расчета параметров, характеризующих адаптивную способность и стабильность генотипов, использовали методику, разработанную А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой (1985).

Максимальную аллелопатическую активность проявляли семена *Anethum graveolens*. *Lepidium sativum* в этом варианте стабильно в течение трех лет совсем не имели проросших семян. Экстракт из семян *Anethum graveolens* снижал всхожесть культур-акцепторов, особенно *Lactuca sativa* (в среднем за три года исследований на 90,0 %), а так же *Raphanus sativus* (на 30,0%), слабее было действие на *Brassica chinesis var. Japonica* и *Brassica juncea* в среднем процент прорастания составлял 92,0 и 72,0% соответственно, что на 6,0 % ниже контрольного варианта (табл. 1).

Под влиянием экстракта из семян *Apium graveolens Lepidium sativum* в течение трех лет испытаний не имел проростков. Наиболее активно на вытяжку из семян *Apium graveolens* реагировал *Lactuca sativa*, при этом процент прорастания составил в среднем 21,0 %, что на 78,0 % ниже контроля. Использование в качестве тестера *Raphanus sativus* и *Brassica chinesis var. Japonica* выявило небольшое снижение всхожести семян в течение опыта (на 19,0 – 6,0% соответственно).

Экстракт из семян *Petroselinum crispum* умеренно и относительно стабильно снижал всхожесть семян *Lactuca sativa, Brassica juncea, Brassica chinesis var. Japonica* (на 10,0 – 39,0%). Причем эффект на этих тест - культурах в разные годы был достаточно стабилен. У *Lepidium sativum* под влиянием экстракта из семян *Petroselinum crispum* в течение 2008 года отмечено отсутствие прорастания семян, однако в 2009 и 2010 году отмечено минимальное прорастание. Процент прорастания семян *Raphanus sativus* находилось ниже уровня контроля (на 16,0%).

Стабильным аллелопатическим влиянием на всхожесть семян всех тестеров обладал экстракт из семян *Pastinaca sativa*. Снижение всхожести семян *Lactuca sativa* и *Brassica juncea* течение трех лет не превышало 10,0 – 21,0 %. Несколько сильнее экстракт из семян *Pastinaca sativa* влиял на всхожесть семян *Lepidium sativum* снижая их всхожесть в среднем на 23,0%.

Таблица 1-Влияние экстрактов из семян сельдерейных культур (5,0%) на прорастание тест-объектов, % (2008 – 2010 г.г.)

Экстракты	Тест-объект				
	Raphanus sativus	*Lactuca sativa*	*Brassica chinesis var. Japonica*	*Lepidium sativum*	*Brassica juncea*
2008 г.					
контроль	98,0	99,0	98,0	85,0	65,0
Anethum graveolens	97,0	7,0	98,0	0	75,0
Apium graveolens	98,0	20,0	92,0	0	51,0
Petroselinum crispum	98,0	51,0	92,0	0	56,0
Pastinaca sativa	98,0	96,0	83,0	53,0	56,0
$НСР_{05}$	2,0	2,5	2,0	2,6	2,2
2009 г.					
контроль	98,0	99,0	98,0	98,0	99,0
Anethum graveolens	50,0	12,0	90,0	0	70,0
Apium graveolens	70,0	20,0	90,0	0	70,0
Petroselinum crispum	77,0	68,0	77,0	10,0	88,0
Pastinaca sativa	70,0	85,0	71,0	47,0	60,0
$НСР_{05}$	1,5	1,7	2,2	1,1	1,1
2010 г.					
контроль	98,0	99,0	98,0	98,0	99,0
Anethum graveolens	57,0	9,0	89,0	0	70,0
Apium graveolens	70,0	23,0	90,0	0	84,0
Petroselinum crispum	72,0	60,0	91,0	18,0	90,0
Pastinaca sativa	80,0	87,0	71,0	55,0	86,0
$НСР_{05}$	1,1	1,0	0,9	1,0	1,5
среднее за 2008-2010 г.г.					
контроль	98,0	99,0	98,0	94,0	88,0
Anethum graveolens	68,0	9,0	92,0	0	72,0
Apium graveolens	79,0	21,0	91,0	0	68,0
Petroselinum crispum	82,0	60,0	87,0	9,0	78,0
Pastinaca sativa	83,0	89,0	75,0	52,0	67,0

Дисперсионный анализ позволил выявить высокую достоверность различий между эффектами генотипов – доноров, средовых факторов (тестеров) и их взаимодействия, что дает возможность осуществить анализ в соответствии с методикой А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой (1985).

В контроле использована дистиллированная вода, при этом продуктивность генотипа (среднее значение аллелопатической активности по варианту) составила значение 95,3, что оказалось максимальным в пределах опыта. Общая адаптивная способность (отклонение от среднего по опыту) также имела наибольшее значение (30,8), что указывает на стабильно высокое проявление признака на разных фонах (табл. 2).

Показатель σ^2_{CACi} = 81,3 свидетельствует о стабильности признака всхожести семян всех изученных тест объектов в контроле, что указывает на практически полное отсутствие влияния на признак аллелопатической активности.

Продуктивность генотипа (среднее значение аллелопатической активности по варианту) последовательно снижалась с 73,3 до 48,3 в ряду: *Pastinaca sativa, Petroselinum crispum, Apium graveolens, Anethum graveolens.*

Для ОАС отмечено аналогичное от 8,8 до – 16,2 изменение значений показателя. Причем, только *Pastinaca sativa* имел положительное значение общей адаптивной способности.

Таблица 2 - Параметры адаптивной способности и стабильности генотипов (2008-2010 г.г.)

Вариант	$U+\upsilon_i$	υ_i	σ^2_{CACi}	σ_{CACi}	S_{gi}
контроль	95,3	30,8	81,3	9,0	9,4
Anethum graveolens	48,3	-16,2	1558,0	39,5	81,8
Apium graveolens	51,9	-12,6	1473,7	38,4	74,0
Petroselinum crispum	53,5	-11,0	1079,9	32,9	61,5
Pastinaca sativa	73,3	8,8	265,1	16,3	22,2

Минимальное значение вариансы САС характерно для *Pastinaca sativa* (16,3). *Petroselinum crispum, Apium graveolens* и *Anethum graveolens*, для которых значение САС изменялось в пределах от 32,9 до 39,5, оказались наименее стабильны.

Показатель относительной экологической стабильности (S_{gi}) изменялся от 9,4% в контроле до 22,2 – 81,8% в опытных вариантах. Максимальное значение этого показателя отмечено у *Anethum graveolens* (S_{gi}=81,8%) и *Apium graveolens* (Sgi= 74,0%).

Таким образом, для *Apium graveolens* и *Anethum graveolens* было характерно сильное (они полностью подавляли прорастание семян кресс-салата), но нестабильное проявление аллелопатии. *Pastinaca sativa* и *Petroselinum crispum* отличались менее значительным и более выровненным (по отношению ко всем изученным тест-объектам) проявлением аллелопатической активности. Полученная информация может быть использована при подборе информативных тестеров для оценки аллелопатической активности сельдерейных культур. Рассмотренные в работе взаимоотношения доноров и тестеров представляют интерес как модельный объект для изучения явления аллелопатии с привлечением математико-статистических методов.

Литература

1. Николаева М.Г. Биология семян / М.Г. Николаева, И.В. Лянгузова, Л.М. Поздова. – СПб: НИИ химии, 1999. – 232 с.
2. Физиологические основы всхожести семян / К.Е.Овчаров. – М.: Наука, 1969. – 279 с.
3. Кильчевский А.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева // Генетика. – 1985. – т.21. - № 9. – С. 1491 – 1497
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Гродзинский А.М. Экспериментальная аллелопатия / А.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1986. – 235 с.
6. Baleev D.N. Allelopathic activity of seeds family of celery /A.F. Buharov , D.N. Baleev// «Selekcia i semenarstvo» Plant breeding and seed production, Novi Sad.- 2009.- vol. 15.- № 4.- p. 29-33.

ИЗУЧЕНИЕ АНТИСТРЕССОВОГО И СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА ИЗ ОТХОДОВ ПАНТОВОГО ОЛЕНЕВОДСТВА НА ПРОРОСТКИ СОИ

А.Н. Васюкова, Н.Ф.Иванкина, С.С. Лобазир

ФГОУ ВПО Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия (4162)53-43-22
alex77_66@mail.ru

В экономике сельского хозяйства Амурской области соя имеет исключительно большое значение. Однако в условиях Приамурья сорта сои используют лишь 75-80 % своего потенциала урожайности. Это обусловлено не только нарушениями технологии возделывания, но и отклонениями гидротермического коэффициента от оптимального показателя. Амурская область относят к «зоне рискованного земледелия»: сезонно-мерзлотные почвы с глубоким промерзанием, недостаток влаги в апреле-мае, холодные затяжные вёсны, избыток осадков в июле-августе и ранние осенние заморозки обусловливают краткость вегетационного периода и не позволяют сортам многих сельскохозяйственных культур в полной мере реализовывать свои потенциальные возможности [1,6]. Поэтому поиск путей повышения адаптивной устойчивости сои, а также исследование препаратов, обладающих адаптогенным, антистрессовым и тонизирующим свойствами, остаётся актуальным.

Важную научную проблему – повышение устойчивости к неблагоприятным факторам среды, болезням и вредителям – возможно решить с помощью регуляторов роста природного происхождения. В эту группу можно отнести препараты, полученные на основе гуминовых кислот, стероидных гликозидов, продуктов метаболизма грибов-эндофитов. Помимо росторегулирующей активности фиторегуляторы влияют на метаболизм в тканях растений, в которых синтезируются внутриклеточные соединения, определяющие устойчивость растений к патогенам и стрессовым факторам окружающей среды [3, 4, 7].

Известно, что высокой адаптогенной и антистрессовой активностью обладают препараты из пантов и отходов пантового оленеводства. Химический состав вторичного сырья пантового оленеводства (хвостов, репродуктивных органов, окостеневших рогов, бугорков черепных костей) разнообразен и во многом повторяет химический состав пантов оленей. Иммуномоделирующие свойства этих препаратов доказаны на опытах с лабораторными животными и цыплятами-бройлерами в производственных условиях [5].

В задачу наших исследований входило изучение действия препарата из отходов пантового оленеводства и влияния его различных доз на развитие проростков сои при оптимальных и пониженных температурах в начальный период онтогенеза.

Лабораторные опыты проводили в 2009 году по общепринятым методикам. Объектами исследования служили семена сои районированных сортов Соната, Луч Надежды и Гармония урожая 2005 года, выращенные в хозяйстве Грибское. Для изучения отбирали семена, не поражённые болезнями и вредителями, без механических повреждений.

Семена предварительно замачивали в дистиллированной воде на 24 часа, затем проращивали в растильнях между слоями хлопчатобумажной ткани при влажности 80 % от полной влагоёмкости. Ростовой средой служили растворы различных доз водного экстракта биологически активного препарата: 25 %-ной (вариант А) и 12 %-ной концентрации (вариант В), в контроле – вода (вариант К). Температурные условия: 8-10 °С и 22 °С. Учитывали лабораторную всхожесть, энергию прорастания, развитие проростков.

Анализ численности проросших семян в лабораторном опыте на третий день после посева, проведённый для оценки энергии прорастания, показал существенные различия по данному показателю (табл. 1).

Использование растворов биологически активного препарата способствовало значительному увеличению числа проросших семян по сравнению с контролем. Действие различных доз препарата на прорастание и развитие проростков неоднозначно.

Стимулирующий эффект тем значительнее, чем ниже концентрация биопрепарата.

Таблица 1 –Действие препарата из отходов пантового оленеводства на прорастание семян различных сортов сои в условиях оптимальных и низких положительных температур

Сорт	Вариант опыта	При температуре 23 °С			При температуре 10 °С		
		Лабораторная всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Средняя длина проростков, см	Лабораторная всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Средняя длина проростков, см
Гармония	А	96,7	93,1	1,48	73,3	54,5	0,31
	В	96,7	96,6	1,53	80,0	62,5	0,32
	К	90,0	77,8	0,86	46,7	78,6	0,27
Луч надежды	А	76,7	95,7	1,16	13,3	50,0	0,30
	В	100	83,3	1,56	33,3	75,0	0,36
	К	100	96,7	1,19	6,7	50,0	0,30
Соната	А	83,3	96,0	1,64	0	-	-
	В	86,7	91,7	2,54	0	-	-
	К	80,0	96,7	1,93	6,6	33,3	0,28

Лабораторная всхожесть семян сои при оптимальном температурном режиме в вариантах опыта превышала контроль на 3-6%.

Энергия прорастания в вариантах с растворами препарата также выше контроля.

Анализ факторов, влияющих на всхожесть и энергию прорастания, позволил выявить некоторую зависимость между этими величинами и длиной периода вегетации сортов. Самую слабую устойчивость к пониженной температуре показал скороспелый сорт Соната (период вегетации – 95 дней). Это согласуется с литературными данными [2, 6]. Растворы препарата оказали заметное влияние на прорастание семян в условиях низких температур. Лабораторная всхожесть в вариантах опыта превышала контроль на 23-33% у семян сорта Гармония и на 7-26 % у сорта Луч надежды.

Наибольший эффект выявлен в опыте с наименьшей концентрацией биологически активного препарата. Визуальные наблюдения показывают, что проростки варианта В более мощные, средняя

длина превышает контроль на 32 – 78 %, причём различия сортовой отзывчивости существенны. Появление боковых корней первого порядка на четвёртый день проращивания отмечено в первом варианте у 62% проростков, во втором – у 88 %. У проростков, развивавшихся на воде, боковые корни появились позже. Акселерация корневой системы обеспечивает лучшее питание опытных растений, что в полевых условиях, несомненно, отразится на адаптивной устойчивости и, как следствие, на урожайности сои. Аналогичная закономерность наблюдалась при развитии примордиальных листьев: на шестой день опыта в варианте с наименьшей концентрацией биологически активного препарата их появление отмечено у 90% проростков, в контроле – только у 22 %.

Таким образом, раствор биологически активного препарата с наименьшей концентрацией оказал более выраженное стимулирующее действие на рост и развитие проростков, а также на их устойчивость к низким температурам.

В задачу наших дальнейших исследований входила оценка эффективности укороченных сроков обработки растворами БАВ семян сои в условиях полевого опыта с целью довести разработанный приём до практического применения.

Полевые опыты в полевых условиях проводили в 2007 – 2010 гг. в южной зоне Амурской области на лугово-чернозёмовидных почвах.

Воздушно-сухие семена сои сорта Гармония урожая 2008 года обрабатывали водными растворами БАВ в концентрациях 0,012 % (опыт 1) и 0,025 % (опыт 2) при экспозиции 2 часа. Обработку осуществляли при температуре 20-22 °С, семена во время обработки периодически помешивали. В качестве контроля использовали семена, выдержанные в водопроводной воде, абсолютным контролем служили сухие семена. Посев проводили в полевых условиях с шириной междурядий 45 см, расстояние между растениями в рядках 10 см.

В течение вегетационного периода почву рыхлили и освобождали от сорняков. Со времени появления первых всходов и до конца периода вегетации проводили фенологические наблюдения. Полевую всхожесть определяли через 2 недели после появления всходов. Во время уборки подсчитывали число выживших расте-

ний. Все цифровые данные обрабатывали общепринятыми статистическими методами.

Действие регуляторов роста на жизнеспособность особенно сильно проявилось на первых этапах роста и развития сои. В варианте опыта с высокой концентрацией БАВ снизилась всхожесть растений. Кроме того, отмечено отставание в росте и гибель опытных растений в фазе всходов.

Всхожесть и выживаемость растений зависит от концентрации регуляторов роста. Так, в варианте с повышенным содержанием БАВ полевая всхожесть падала. В этом же варианте отмечена большая гибель растений. Ввиду весенней засухи 2008 года полевая всхожесть сильно снизилась не только в опыте, но и в контроле.

Таблица 2 – Влияние растворов БАВ на всхожесть и выживаемость растений сои (средние за три года)

Показатели	Абсолютный контроль	Водный контроль	Опыт 1	Опыт 2
Всхожесть, %	76,7	81,7	88,03	82,5
Выживаемость, %	81,1	92,7	99,3	92,6

Таким образом, проведённые нами исследования подтверждают данные лабораторных опытов, свидетельствующие о том, что непродолжительное пребывание семян сои в растворах регуляторов роста более эффективно по сравнению с 24-часовой обработкой и проращиванием в среде, содержащей БАВ. Наиболее благоприятное действие обработка семян оказала на физиологические функции, в меньшей на вегетативный рост.

Так как к стрессовым факторам наиболее чувствительны Ранние стадии жизненного цикла, актуальность изучения процессов прорастания семян для выявления характера влияния регуляторов роста и собственного адаптационного потенциала не вызывает сомнений. Всё вышеизложенное позволяет заключить, что при изучении влияния регуляторов роста на растения с целью их

практического использования первостепенное внимание следует уделять выявлению физиологических закономерностей.

Литература

1. Балакай, Г.Т. Соя: экология, агротехника, переработка / Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – С. 14-58.

2. Бобриков, В.А. Изучение холодостойкости сортов сои в период посев – всходы / В.А. Бобриков. – Науч.-техн. бюл./Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1983, вып. 38. – С. 54-63.

3. Зауралов, О.А. Холодоустойчивость и физиологические показатели у теплолюбивых растений под влиянием обработки кинетином / О.А. Зауралов //Сельскохозяйственная биология. – 2002. - № 1. – С.94-97.

4. Защитно-стимулирующие и адаптогенные свойства препарата ГУМИ – биоактивной формы гуминовых кислот. эффективность его использования в сельском хозяйстве / под ред. И.Т. Шаяхметова, В.И. Кузнецова, Ш.Я. Гилязетдинова и др. – Уфа: изд.-полиграфический комплекс при Адм. През. РБ, 2000. – 102 с.

5. Иванкина, Н.Ф. Исследование химического состава, биологической активности пантов пятнистого и северного оленя, вторичного сырья пантового оленеводства в технологии получения кормовых добавок / Н.Ф. Иванкина. – Благовещенск: ДальГАУ, 2003. – С. 54-87.

6. Малыш, Л.К. Сортовые различия прорастания семян сои при пониженных температурах в лабораторных и полевых условиях / Л.К. Малыш, В.А. Бобриков. – Науч.-техн. бюл./Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1984. – Вып. 27. – С. 3-10.

7. Санаев, Н.Ф. Об изменчивости физиологических и микрометрических признаков растений люпина под влиянием регулятора роста «Никфан» / Н.Ф. Санаев, А.Я. Первова, Е.И. Пронькина // Сельскохозяйственная биология. – 2002. - № 1. – С.91-93.

8. Сысоева, М.И. Феноменология онтогенических реакций растений на суточные переменные температуры: автореф. дис. … д-ра биол. наук (03.00.12) / Сысоева Марина Ивановна: СПб, 2003. – 42с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА АКТИВНОСТЬ АНТИОКИСДАНТНОЙ СИСТЕМЫ АМАРАНТА ПРИ ДЕЙСТВИИ СОЛЕВОГО СТРЕССА

Гамбарова Н.Г., Гасанова В.М.

Бакинский Государственный Университет,
Азербайджанская Республика, г.Баку,
e-mail:nailya-gambarova@rambler.ru

В настоящее время большее внимание уделяется выяснению роли антиоксидантных систем в метаболизме и стресс-устойчивости растений [9]. Неблагоприятные условия внешней среды провоцируют в клетках растений сверхпродукцию активных форм кислорода (АФК), приводящих к окислительному стрессу [5]. Доказано, что во многих случаях АФК участвуют в защите растений от стрессов индукцией синтеза ферментов антиоксидантов [11]. Высокие концентрации NaCl вызывают также окислительный стресс, который сопровождается разрушением мембран и деградацией хлорофилла [8]. В настоящее время не выясненным остается вопрос изменений в устойчивости растений, вызванных условиями роста. Известно, что выращивание на среде, содержащей нитрат или аммоний, а также в условиях дефицита или, наоборот, избытка азота сопровождается изменениями в росте и метаболизме растений. Фон азотного питания, в частности, может определять активность многих ферментов [3]. Сообщается, что активность некоторых ферментов – антиоксидантов в листьях различных видов C_4 растений варьировала при использовании нитрата или аммония [1]. Также известно, что особенность азотного метаболизма амаранта заключается в его способности накапливать нитраты в больших количествах, которые служат запасом азота, расходуемого в период стресса, и принимающего участие в регуляции осмотического потенциала, в частности, при действии NaCl-засоления [4]. В связи с этим, целью данной работы явилось изучение активности АО-системы растений амаранта при действии NaCl-засоления на фоне различного уровня азотного питания.

В опытах использовали растения амаранта краснолистного вида *A.tricolor L.* сорта Валентина, зеленолистного – вида *A.hypohondriacus L.* сорта Шунтук. Исследования проводили в водной

культуре при различном уровне азотного питания. Солевой стресс создавали добавлением в питательный раствор 150 и 300 мМ NaCl в течение 3-х суток. В исследуемых растениях определяли содержание пигментов [7; 10] и активность АО-ферментов - пероксидазы (ПО) и каталазы (КАТ) [2; 6].

В условиях действия 150 мМ NaCl в листьях красно- и зеленокрашенных видов растений амаранта содержание хлорофиллов и каротиноидов достоверно не уменьшилось по сравнению с контролем, что свидетельствовало о целостности мембран хлоропластов. В то же самое время, в растениях А. *tricolor* L., выращенных на среде без азота, в количестве красного пигмента амарантина наблюдали тенденцию к уменьшению его содержания, тогда как на среде с азотом было выявлено его увеличение (табл. 1).

Таблица 1

Содержание пигментов в листьях проростков амаранта в зависимости от условий азотного питания при действие солевого стресса (150 и 300 мМ NaCl),мг/г сырой массы

Среда без азота				Среда с NO_3^-		
Название сорта	хлорофилл	каротиноиды	амарантин	хлорофилл	каротиноиды	амарантин
Без NaCl (контроль)						
A.hypochondriacus L.	2,63±0,05	0,71±0,04	отсутствует	2,63±0,06	0,71±0,04	отсутствует
A.tricolor L.	1,84±0,04	0,88±0,05	0,41±0,41	1,84±0,05	0,88±0,04	0,41±0,04
150 мМ NaCl						
A.hypochondriacus L.	2,60±0,05	0,70±0,04	отсутствует	2,60±0,04	0,68±0,05	отсутствует
A.tricolor L.	1,79±0,03	0,86±0,04	0,39±0,04	1,81±0,04	0,91±0,05	0,47±0,04
300 мМ NaCl						
A.hypochondriacus L.	2,08±0,07	0,65±0,04	отсутствует	1,80±0,04	0,67±0,04	отсутствует
A.tricolor L.	1,47±0,04	0,81±0,03	0,24±0,03	1,31±0,06	0,84±0,03	0,64±0,6

При воздействии кратковременного солевого стресса (150 мМ NaCl) в растениях амаранта, выращенных на среде с NO_3, не наблюдалось изменений в активности ПО, а активность КАТ у краснолистного амаранта *A. tricolor* L. уменьшилась на 23% (табл. 2).

В условиях кратковременного солевого стресса (150 мМ NaCl) у А. *hypohondriacus* L. и А. *tricolor* L., выращенных на среде без азота, активность ПО возросла на 30% и 40% соответственно, и в активности КАТ также наблюдалось небольшое увеличение.

При добавлении 300 мМ NaCl в листьях растений амаранта, выращенных на среде с азотом и при его дефиците, наблюдали уменьшение количества хлорофилла, снижение содержания каротиноидов, что свидетельствовало о деградации мембран. Помимо этого, у краснолистного А. *tricolor* L. – было выявлено изменение в содержании антиоксиданта амарантина (табл. 1).

Таблица 2

Активность ферментов – антиоксидантов в листьях проростков амаранта, после кратковременного действия солевого стресса (150 мМ и 300 мМ NaCl)

Среда с NO_3^-			
Название сорта	Без засоления (контроль)	150 мМ NaCl	300 мМ NaCl
Пероксидаза (мг белка/мин)			
A.hypochondriacus L.	0,65±0,04	0,71±0,04	0,77±0,05
A.tricolor L.	0,68±0,05	0,70±0,06	0,74±0,04
Каталаза, мкмоль H_2O_2 (мг белка/мин)			
A.hypochondriacus L.	164±10	163±9	117±8
A.tricolor L.	141±8	109±9	100±6
Среда без азота			
Название сорта	контроль	150 мМ NaCl	300 мМ NaCl
Пероксидаза (мг белка/мин)			
A.hypochondriacus L.	0,65±0,05	0,89±0,06	1,12±0,08
A.tricolor L.	0,68±0,03	0,96±0,04	1,15±0,09
Каталаза, мкмоль H_2O_2 (мг белка/мин)			
A.hypochondriacus L.	164±12	166±10	174±10
A.tricolor L.	141±8	154±8	168±6

В краснолистных растениях амаранта А. *tricolor* L. при дефиците азота и действии 300 мМ NaCl, наблюдали уменьшение содержания амарантина в 2 раза, тогда как в листьях растений, выращенных на среде с NO_3^-, происходило его увеличение на 35%.

В растениях, выращенных на среде без азота, активность ПО возрастала в листьях А. *hypohondriacus* L. В 1,7 раза, а А. *tricolor*

L. - в 1.6 раза. В условиях дефицита азота в питательной среде в листьях всех изученных видов амаранта солевой стресс вызывал достоверные изменения активности КАТ, где активность фермента-антиоксиданта возрастало в А. *tricolor* и А. *hypohondriacus* L. – до 20%. В листьях А. *tricolor* L., выращенных на среде с NO_3^- и при действии 300 мМ NaCl выявлено также небольшое возрастание активности ПО (табл. 2) и уменьшение активности КАТ - до 40%.

Таким образом, в условиях засоления (300 мМ NaCl) признаки окислительного стресса были более выражены у видов амаранта, выращенных на среде без азота. Существенное возрастание активности ПО может свидетельствовать о более интенсивном образовании перекиси водорода в клетках растений, выращенных при дефиците азота.

Можно предположить, что при солевом стрессе в растениях амаранта вида *A. tricolor* L., выращенных на среде без азота, ослабевало начальное звено защиты клеток от супероксидрадикала за счет существенного уменьшения содержания амарантина и возрастания продукции супероксидрадикала, что приводило к увеличению содержания H_2O_2.

В этих же условиях листья растений А. *tricolor L.,* выращенных на среде с NO_3^-, при действии сильного солевого стресса, вызванного добавлением 300 мМ NaCl, были способны осуществлять интенсивный синтез амарантина, который на начальном этапе стресса мог активно ингибировать образование супероксидрадикала. В результате при существенном увеличении содержания амарантина наблюдали подавление активности КАТ в листьях амаранта и незначительное увеличение активности ПО, что указывает на большую устойчивость растений *A. tricolor L.* к действию солевого стресса.

Полученные данные расширяют представление об участии амарантина в формировании устойчивости бетацианин-содержащих растений амаранта к кратковременному действию солевого стресса (300 мМ NaCl) за счет более эффективной работы системы антиоксидантной защиты, участвующей в обезвреживании супероксидрадикала.

Зеленолистное растение А. *hypohondriacus* L., выращенное при дефиците азотного питания, в условиях кратковременного, но сильного засоления (300 мМ NaCl), испытывало сильный окислительный стресс. Об этом свидетельствовало уменьшение количества хлорофилла и значительное возрастание активности ПО и КАТ. В листьях растений амаранта, выращенных на среде с азотом, количество хлорофилла также уменьшилось, но активность ферментов антиоксидантной системы изменилась незначительно, что, по-видимому, указывало на большую устойчивость растений амаранта к солевому стрессу при концентрации 300 мМ NaCl.

Однако, анализ изменения содержания пигментов и активности антиоксидантов - ферментов в исследуемых видах амаранта до конца не прояснил причины различной их реакции в условиях кратковременного солевого стресса (300 мМ NaCl) при разном уровне азотного питания. Необходимы дальнейшие исследования по выяснению роли азота в изменении содержания и активности компонентов антиоксидантов в условиях солевого стресса.

Литература

1. Гинс М.С., Кононков П.Ф., Гинс В.К., Амелин А.А. Влияние азота на содержание амарантина и фотосинтетическую продуктивность амаранта// Материалы II Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования». М.: Пущино. 1997. Т.1.С.102-104.
2. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений.М.,1985, 207 с.
3. Полесская О.Т., Джибладзе Т.Г., Каширина Е.И., Алехина Н.Д., Бухов Н. Фотосинтетическая фиксация CO_2 вторым листом пшеницы в зависимости от условий азотного питания// Физиология растений. 2004. Т.51.С. 366-372.
4. Якубова М.М., Гиясов Т.Д., Обуа У.Г. Онтогенетический аспект изучения показателей азотного обмена у амаранта //"Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования". Материалы II Международного симпозиума М.: Пущино. 1997. С. 52-53.
5. Gechev T., Gadjiev I., Van Breusegem E., Inze D., Dukiandjiev S., Toneva V., Minkov I. Hydrogen Peroxide Protects Tobacco from Oxidative Stress by Inducing a Set of Antioxidant Enzymes // Cell

Mol. Life Sci. 2002. V. 59. P. 708-714.
6. Kumur G.N., Knowles N.R. Chachges in lipid peroxidation and lipollytic and free-radical scavenging enzyme during aging and sprouting of potato (Solanum tuberozum L.) seed-tubers// Plant Physiol., 1993.Vol. 102.P. 101-114.
7. Lichtenthaler H.K., Welburn A.R. Determination of total caratinoids and chlorophylls *a* and *b* of the leaf extracts in different solvents. Biochem. Soc. Trems. 1983, VII, N6, p.591-592.
8. Meloni D.A., Oliva M.A., Martinez C.A., Cambraia J. Photosysthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathionr reductase in cotton under salt stress/ Environ. Exp. Bot.2003.V.49. p.69-76.
9. Mitteler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance // Tr. Plant Sci., 2002. Vol. 7, № 9. P.405-410.
10. Piatelli M., Gindici de Nicola M., Castrogiovanni V. Photoconrol of Amaran thin Synthesis in Amaranthus tricolor. Photochemistry, 1969, V.8, N6, p.731-736.
11. Van Breusegem F., Vranova E., Dat J.F., Inze D. The Role of Active Oxygen Species in Plant Signal Trans duction //Plant Sci. 2001. V. 161. P. 405-414.

ОСОБЕННОСТИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА У КРАСНОЛИСТНОЙ ФОРМЫ АМАРАНТА СОРТА ВАЛЕНТИНА

Гамбарова Н.Г., Гасанова В.М.

Бакинский Государственный Университет,
Азербайджанская Республика, г.Баку,
e-mail: nailya-gambarova@rambler.ru

Для растений рода *Amaranthus* характерен широкий ареал распространения во всем мире. Они обладают уникальным адаптивным потенциалом, сочетающим высокую продуктивность с экологической устойчивостью. Амарант относится к растениям C_4-типа фотосинтеза, многие из которых приспособлены к неблагоприятным экологическим факторам среды. При этом устойчивость растений амаранта к действию окислительного стресса, обусловлена видовыми особенностями [4]. Так, краснолистный сорт амаранта Валентина обладает широкими адаптационными возможно-

стями к действию стресс-факторов благодаря соединениям, обладающих антиоксидантной активностью [1].

Известно, что при засолении в клетках растений развиваются окислительные процессы, которые инициируются активными формами кислорода (АФК). К числу АФК относятся супероксидрадикал ($O_2^{\bullet -}$), перекись водорода (H_2O_2), образующиеся на ранних этапах окислительного стресса. При высоком уровне засоления содержание АФК быстро увеличивается, при этом они активизируют реакции перекисного окисления липидов (ПОЛ), которые приводят к накоплению одного из самых стабильных конечных продуктов - малонового диальдегида (МДА).

Содержание АФК в клетке находится под контролем антиоксидантной системы, состоящей из низкомолекулярных компонентов - антиоксидантов, включающих флавоноиды, бетацианины, каротиноиды и др. Если в детоксикации супероксида участвует фермент супероксиддисмутаза (СОД), который нейтрализует его до перекиси, то в разложении H_2O_2 участвуют каталаза (КАТ) и пероксидаза (ПО). В связи с этим, целью данной работы явилось изучение действия кратковременного (3 сут) сильного засоления (300 мМ NaCl) на содержание бетацианинов, МДА и активность антиоксидантной (АО) системы краснолистного амаранта сорта Валентина. В литературе практически отсутствуют данные исследований об активности этих ферментов в листьях краснолистных сортов амаранта и, в частности, у сорта Валентина. Имеются только некоторые сведения об активности этих ферментов при действии УФ-А радиации [1].

С этой целью в опытах были использованы краснолистные растения амаранта (Amaranthus tricolor L.) сорта Валентина, выращенные на питательной смеси Хогланда до 25-ти суточного возраста. Затем в питательный раствор добавляли 300 мМ NaCl, где через 3 суток в листьях контрольных и опытных растений определяли содержание амарантина, МДА и активность ферментов антиоксидантов [2, 3, 5, 6, 7].

Таблица 1

Содержание амарантина (мг/г сырой массы) в листьях амаранта сорта Валентина при действии 300 мМ NaCl

Растения	Вариант	Сумма хлорофиллов			Каротиноиды			Амарантин		
		Время засоления, сут								
		1-е	2-е	3-и	1-е	2-е	3-и	1-е	2-е	3-и
Амарант	Контроль	1,85	1,84	1,84	0,89	0,88	0,88	0,22	0,21	0,21
	Опыт	1,80	1,60	1,30	0,88	0,81	0,84	0,19	0,30	0,44

По мере развития солевого стресса (300 мМ NaCl) в листьях краснолистного сорта амаранта Валентина наблюдали снижение содержания суммы хлорофиллов, где потери хлорофилла достигали 30% (табл. 1).

Содержание каротиноидов, по сравнению с контролем, практически не изменялось. Однако, с развитием солевого стресса (3-и сутки) наблюдалось существенное повышение (почти в 2 раза) в содержании амарантина. Уровень МДА в листьях исследуемого сорта амаранта в течение всего времени солевого воздействия не превышал его содержания по сравнению с контролем

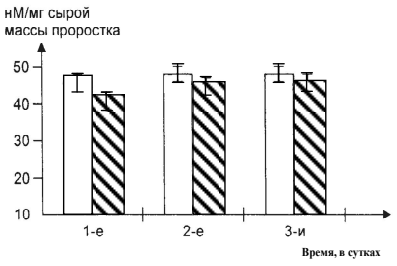


Рис.1. Содержание МДА в листьях амаранта сорта Валентина.

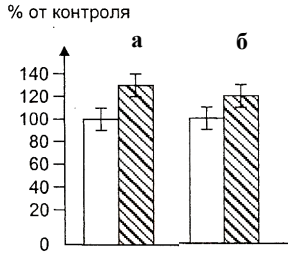


*Рис.2.*Активность ПО (а) и КАТ (б) в листьях амаранта сорта Валентина; первый столбик – контроль, второй – 3-й сутки засоления.

(рис. 1).

Относительно активности антиоксидантных ферментов было выявлено, что активность ПО при развитии солевого стресса

(на 3-и сутки) была повышена более чем на 20%, а активность КАТ приблизительно на 18%.

Известно, что особенностью листьев краснокрашенных форм амаранта является их способность быстро восстанавливать молекулярный кислород в реакции Мелера [1]. Не исключено, что одной из причин сверхсинтеза антиоксиданта амарантина в листьях краснокрашенного амаранта в условиях засоления является усиление ответной защитной реакции антиоксидантной системы растения на повышенную генерацию супероксидрадикала, что и приводит к возникновению механизма защиты, способствующей с помощью антиоксиданта амарантина ингибировать супероксидрадикал. Индуцированный засолением синтез амарантина можно рассматривать как процесс, имеющий защитно-приспособительное значение. Таким образом, при развитии солевого стресса обнаружено увеличение содержания амарантина, активности КАТ и ПО, и отсутствие накопления продуктов ПОЛ, что свидетельствует об устойчивости растений амаранта сорта Валентина к засолению.

Литература

1. Гинс М.С., Гамбарова Н.Г. Световой контроль биосинтеза амарантина. Интродукция нетрадиционных и редких растений. Материалы VIII Междунар.науч.-метод. конф.8-12 июля, 2008, г.Мичуринск, т.3, с.26-29.

2. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М., 1985, 207 с.

3. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Метод определения МДА с помощью тиобарбитуровой кислоты. Современные методы в биохимии. Под ред. В.Н. Ореховича. М., Медицина, 1977, с.66-68.

4. Чиркова Т.В. К вопросу об адаптационном потенциале амаранта. // "Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования". Материалы II Международного симпозиума М.: Пущино. 1997. С. 116-118.

5. Kumur G.N., Knowles N.R. Chachges in lipid peroxidation and lipollytic and free-radical scavenging enzyme during aging and sprouting of potato (Solanum tuberozum L.) seed-tubers// Plant Physiol., 1993.Vol. 102.P. 101-114.

6. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with Folin phenol reagent. Arch. Biochem. Biophys., 1951, v.193, p.269-280.
7. Piatelli M., Gindici de Nicola M., Castrogiovanni V. Photoconrol of Amaranthin Synthesis in Amaranthus tricolor. Photochemistry, 1969, V.8, N6, p.731-736.

РЕГУЛЯЦИЯ ЭЛЕКТРОН-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ С3 И С4 ТИПОВ РАСТЕНИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Гамбарова Н.Г.

Бакинский Государственный Университет,
Азербайджанская Республика, г.Баку,
e-mail: nailya-gambarova@rambler.ru

В связи с обострением экологического кризиса во всем мире важное значение приобретает задача повышения устойчивости растений к воздействию стрессовых факторов. Для успешного изучения этой проблемы важно определение функциональной роли, участвующих в этом процессе физиологических и биохимических систем и выяснение механизмов формирования защитных ответных реакций.

Одной из таких функциональных систем наиболее чувствительных к действию многих стрессов является процесс фотосинтеза.

Как показано во многих исследованиях, причиной ингибирования фотосинтеза, в условиях действия стрессовых факторов, является нарушение функциональной связи между реакциями переноса электронов по нециклическому пути и ферментными системами фиксации CO_2.

Можно предположить что, работа электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) должна регулироваться таким образом, чтобы скорость электронного транспорта соответствовала мощности реакций фиксации CO_2.

Такая корреляция в ЭТЦ хлоропластов осуществляется с помощью регуляции окислительно-восстановительного равновесия, которое в большей степени зависит от активности водоокисляю-

щего кластера ФСII, поставляющего электроны по нециклическому пути, поэтому стехиометрическое соответствие активности углеродных циклов, использующих конечные продукты транспорта электронов НАДФН и АТФ (механизм фотосинтетического контроля) как раз и служит механизмом сбалансированности редокс-состояния ЭТЦ.

На сопряженную работу редокс-переносчиков в ЭТЦ влияет и изменение уровня восстановленности пула пластохинонов, который обуславливает запуск кратковременных и динамичных механизмов регуляции транспорта электронов: обратимый переход хлоропластов из состояния 1 в состояние 2, механизм «энергозависимого» тушения возбужденных состояний пигментов с подключением альтернативных путей транспорта электронов.

Кислород также является существенным фактором, контролирующим редокс-состояние в ЭТЦ. Взаимодействие O_2 с компонентами ЭТЦ может осуществляться на разных участках фотосистем (рис.1). При этом образуются активные формы кислорода (АФК), количество которых в стрессовых условиях может возрастать и подавлять восстановление поврежденной, наиболее уязвимой, при действии многих стрессов, ФСII. Для восстановления фотоповреждений в ФСII и защиты от фотоокисления хлоропласты располагают механизмами регулирующими скорость транспорта электронов и образования АТФ, а также антиоксидантной системой (АО), включающей высокомолекулярные и низкомолекулярные соединения.

В условиях действия определенных стрессов поступление CO_2 в хлоропласты ограничено, что в свою очередь приводит к дефициту $НАДФ^+$ в строме. Это замедляет потребление АТФ и увеличивает уровень восстановленности пластохинонового пула. В таких условиях роль кооперации разделенных фотореакций (пул пластохинонов, окисленного НАДФ) на различных участках ЭТЦ в восстановлении O_2, необходимо возрастает и может служить защитным механизмом в регуляции транспорта электронов при адаптации к часто меняющимся условиям среды. Однако, роль этого защитного механизма в регуляции транспорта электронов при адаптации различных видов C_3 и C_4 типов растений к действию повышенной температуры и различных концентраций NaCl является до сих пор недостаточно изученной.

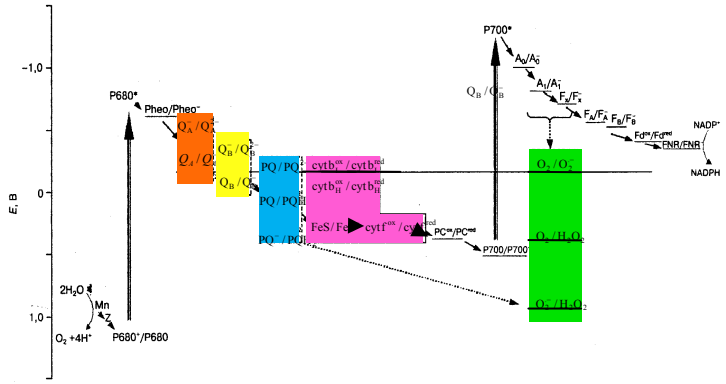


Рис.1. Кооперативное восстановление O_2 в мембранах.

С этой целью в работе были использованы из C_3 видов растений – сорта пшеницы, отличающиеся теплоустойчивостью, ячменя разной солеустойчивости, и различные виды амаранта, различающиеся в зависимости от действия различных стрессоров, содержанием пигмента амарантина.

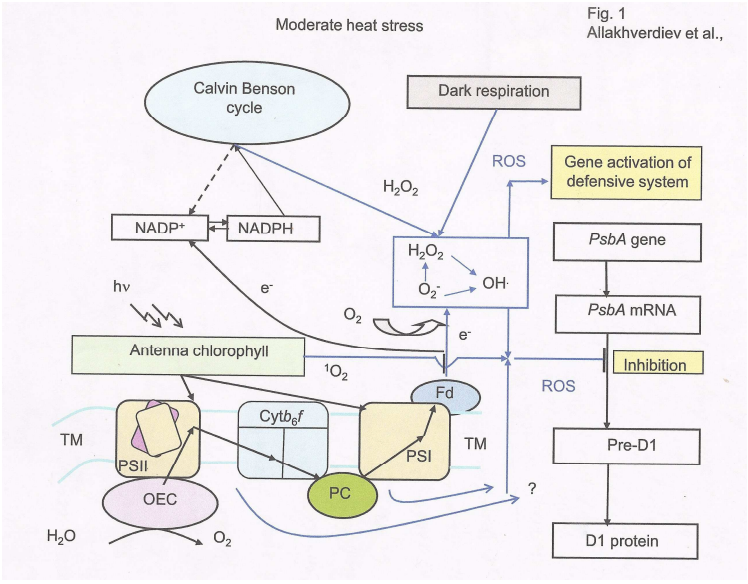


Рис. 2

Предполагается, что действие повышенных температур не вызывает серьезных повреждений в ФСII, но подавляет, в результате генерации АФК, ее восстановление. (Рис. 2). Для восстановления окислительных повреждений в ФСII существуют ряд механизмов, направленных на нефотохимическую диссипацию избыточной энергии в ФСII, к которым, в частности, относится, изменение состояния пигментного аппарата при обратимом переходе «состояния 1» в «состояние 2» с помощью миграции ССКII ФСII к различным участкам ФСI с повышением протонного градиента и индукцией циклического потока электронов вокруг ФСI.

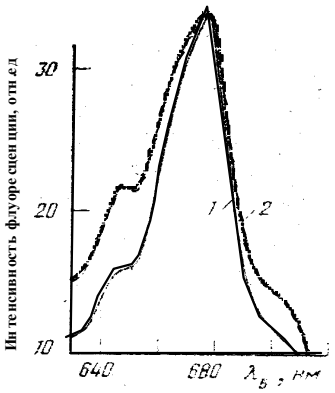


Рис 3. Спектры возбуждения низкотемпературой флуоресценции, определяемые при 720 и 735 нм в хлоропластах сорта Московская-35: 1-контроль, 2-действие 43 ^{0}C в теч 5 мин

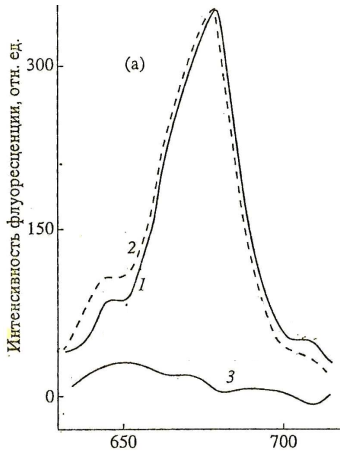


Рис 4. Спектры возбуждения низкотемпературной флуоресценции, определяемые при 720 и 735 нм у сорта Шарг: 1-контроль, 2-действие 43 ^{0}C в теч 5 мин, 3-разность между контрольным и опытным вариантами.

Изучение сортовой особенности переходов «состояния 1» в «состояние 2», с помощью сопоставления изменений спектров возбуждения низкотемпературной флуоресценции с различиями скоростей электронных потоков на участке ФСI при действии повышенной температуры (43 ^{0}C в теч. 5 мин), выявило для хлоропластов сорта Московская 35 (рис.3) увеличение спектров возбуждения низкотемпературной флуоресценции как в коротковолновой, так и длинноволновой частях спектра, тогда как у сорта Шарг (рис. 4) изменения были обнаружены только в коротковолновой части

спектра, что свидетельствует о повышении сечения поглощения энергии за счет фосфо-ССКII. Различия в изменениях сечения поглощения изменяли и скорость соответствующих электронных потоков. Так, у сорта Московская 35 (рис.5А, Б) влияние повышенной температуры изменило скорость как нециклического, так и циклического транспорта электронов на участке ФСI, причем циклического в большей степени. Для сорта Шарг в этих же условиях, происходящие изменения индуцировали только нециклический транспорт электронов на участке ФСI.

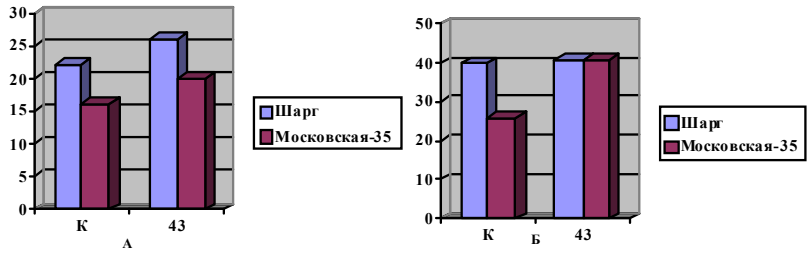


Рис.5. Влияние повышенной температуры (43 ^{0}С в теч 5 мин) реакционной среды на скорость восстановления НАДФ (мкМ НАДФ на 1 мг хл в час) (А) и циклического фотофосфорирования (Б) (мкМ неорг. фосфата на 1 мг хл в час) в хлоропластах различных сортов пшеницы.

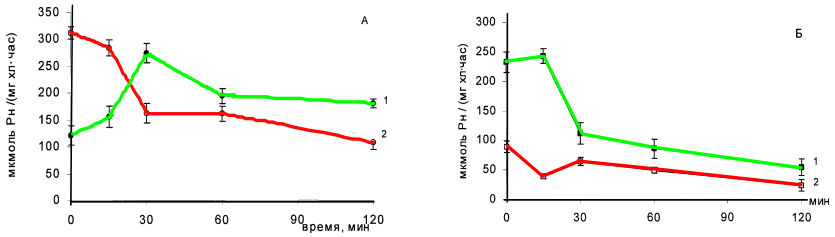


Рис.6. Скорость циклического (1) и нециклического (2) фотофосфорилирования в хлоропластах растений пшеницы при воздействии 42 ^{0}С. А - сорт Шарг, Б –сорт «Московская-35».

Увеличение циклического потока электронов также показало при сравнительном изучении активности нециклического и циклического транспорта электронов, оцениваемых по скорости циклического и нециклического фотофосфорилирования (ЦФ и НЦФ), в хлоропластах различных сортов пшеницы, отличающихся теплоустойчивостью при действии повышенной температуры (42^{0}С) в течение 15, 30, 60, 120 мин. Так, у сорта Шарг скорость ЦФ пре-

вышала активность НЦФ примерно в 2 раза, тогда у сорта Московская 35 увеличение активности ЦФ, по сравнению с НЦФ было в в 3,5 раза (рис.6).

Наблюдаемое большее снижение скорости НЦФ у сорта Московская 35 свидетельствует о значительном подавлении активности ФСII.

Исследование в обоих сортах активности реакции Хилла выявило ее заметное снижение у сорта Московская 35, которая составило 64% при 60 мин действии повышенной температуры, тогда как у сорта Шарг при этой же экспозиции - 40% (рис.7).

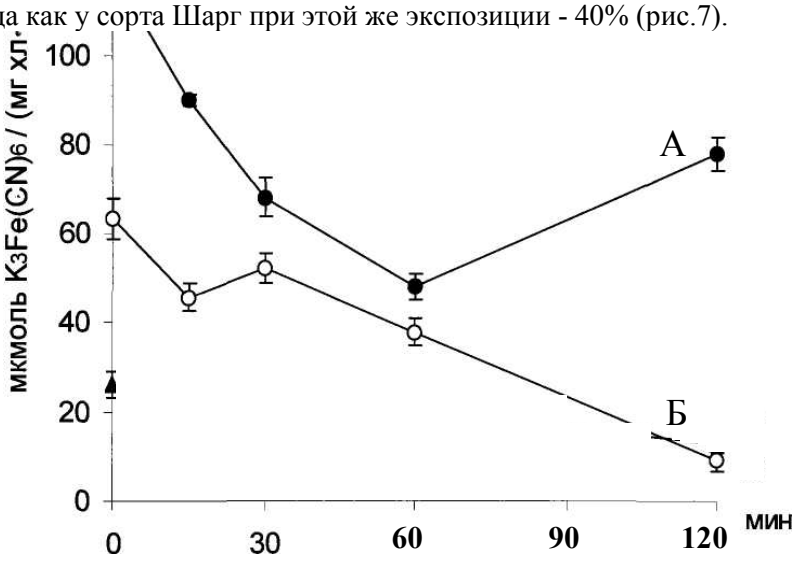


Рис. 7 Скорость реакции Хилла в хлоропластах растений пшеницы при воздействии повышеенной температуры (А – сорт «Шарг», Б – сорт «Московская-35»).

Представленные выше результаты исследований свидетельствуют о большей устойчивости транспорта электронов к действию повышенной температуры, по сравнению с сортом Московская 35, хлоропластов сорта Шарг, что, возможно, связано с неодинаковым ингибированием, в результате генерации АФК, различных участков ФСII.

Исследование скорости образования H_2O_2 на акцепторном участке ФСII выявило, в условиях теплового воздействия в хлоропластах различных сортов пшеницы, ее увеличение между 15 и 60 мин нагрева (рис.8).

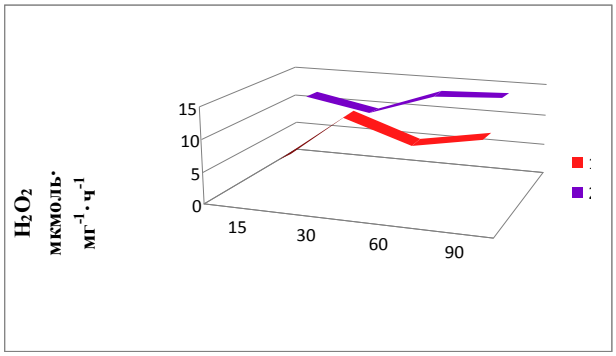


Рис 8. Зависимость образования H_2O_2 в растениях пшеницы сорта Шарг (1) и Московская-35 (2) от времени действия гипертермии (42 ^{0}C).

Образование H_2O_2 генерирует, в результате избыточной восстановленности ФСII, увеличение протонного градиента с ингибированием нециклического потока электронов и активации циклического.

Уменьшение фотосинтетической активности под действием засоления, также связывают в основном с подавлением активности ФСII, в результате снижения потребления энергии из-за перемещения ССК ФСII к ФСI.

В определенных условиях произрастания растений показана возможность ограничения транспорта электронов не только на участке ФСII, но и на акцепторном участке ФСI, где на уровне ферредоксина (Фд) и Fe-серных кластеров показано перераспределение электронов по нециклическому, циклическому и псевдоциклическому пути..

Исследование в сортах ячменя, отличающихся солеустойчивостью, в зависимости от времени вегетации растений и концентрации соли, выявили более значительное снижение (в 2 раза) в скорости восстановления НАДФ при 0,6% концентрации NaCl у

относительно неустойчивого к действию соли сорта Ширванданы (рис.9).

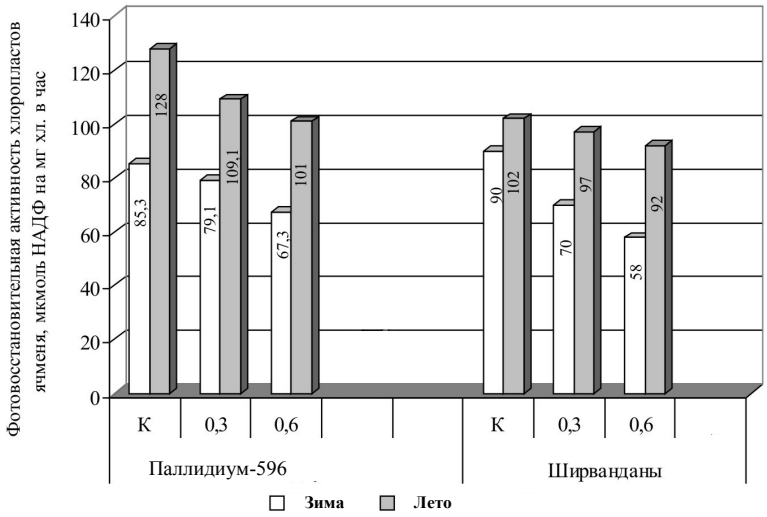


Рис. **9** Фотовосстановительная активность хлоропластов ячменя, выращенных при различных концентрациях NaCl в зимний и летний периоды (мкмоль НАДФ на мг хл.в.час)

Предполагаемой причиной заметного снижения скорости восстановления НАДФ в изученных сортах могло быть перераспределение потока электронов с Фд на другие акцепторы электронов на участке ФСI, например, на O_2.

Одновременное изучение скорости восстановления НАДФ и молекулярного O_2 в системе с адреналином (Адр) на участке ФСI, рис.10, выявило неодинаковое перераспределение с увеличением концентрации NaCl потока электронов между НАДФ и O_2. Увеличение переноса электронов на O_2 в присутствии Адр, по сравнению с их переносом на НАДФ, у сорта Паллидиум-596 составило при 0,8% NaCl – 34% от контроля, тогда как у сорта Ширванданы - 61% от контроля. Причиной большего снижения электронного транспорта к НАДФ, по сравнению с их переносом на O_2 на акцепторном участке ФСI, может быть изменение редокс-состояния НАДФ. $НАДФ^+$ функционирует как физиологический акцептор

электронов. В связи с тем, что главным потребителем НАДФН является цикл Кальвина, то в стрессовых условиях, в том числе и в условиях засоления, отставание по скорости реакций цикла Кальвина от скорости световых, приводит к перевосстановленности ЭТЦ и повышению градиента протонов Для снятия перевосстановления происходит перенос электронов с Фд на O_2 с образованием перекиси водорода и активацией псевдоциклического транспорта электронов.

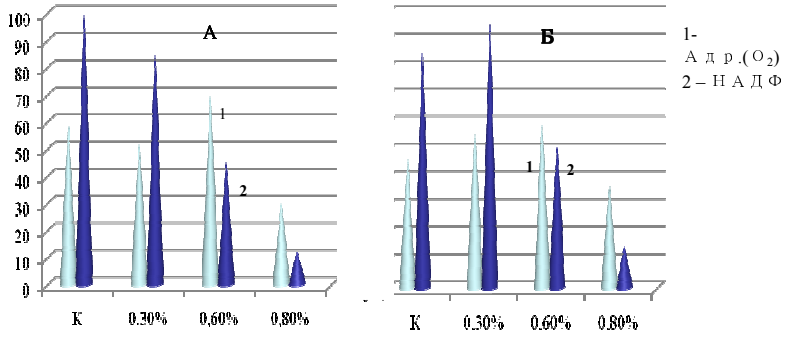


Рис.10. Скорость фотовосстановления НАДФ и молекулярного O_2 хлоропластами ячменя сорта Ширванданы (А) и Паллидиум-596 (Б) при различных концентрациях NaCl.

В ряде работ показано, что в отличие от C_3 видов растений, в хлоропластах мезофилла краснолистных видов амаранта, относящегося к C_4 типу растений, именно в благоприятных, а не в стрессовых условиях произрастания, активность псевдоциклического транспорта электронов, оцениваемой по скорости фотофосфорилирования, может превышать (примерно до 50%) скорость двух других типов – нециклического и циклического, особенно в зрелых или стареющих листьях, тогда как у растений амаранта с зелеными листьями вклад псевдоциклического транспорта электронов в хлоропластах мезофилла незначителен и образование АТФ в хлоропластах мезофилла зеленолистной формы амаранта, в зависимости от возраста растений, может происходить за счет работы циклического фосфорилирования.

Проведенное нами сравнительное исследование активности НЦФ, ЦФ, ПЦФ в условиях засоления показало (рис.11 и 12), что как в контроле, так и при всех примененных обработках NaCl у зеленолистных видов по сравнению с активностью НЦФ и ПЦФ

преобладало ЦФ, тогда как у краснолистных видов с увеличением концентрации NaCl, происходило усиление ПЦФ.

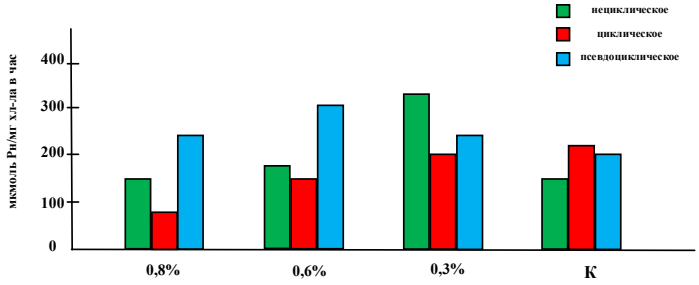


Рис.11 **. Активность фосфорилирования в хлоропластах мезофилла *A.tricolor.***

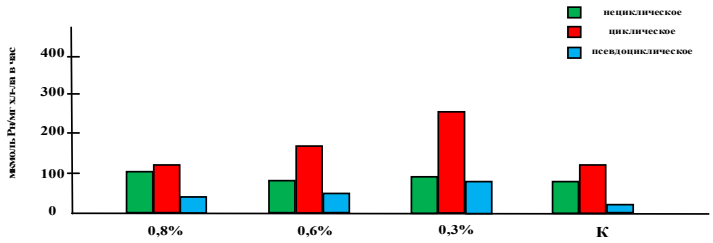


Рис.12. **Активность фосфорилирования в хлоропластах мезофилла *A.paniculatus.***

Опираясь на данные исследований литературы связи стимуляции ПЦФ с синтезом амарантина, можно предположить, что именно накопление амарантина, пигмента беталаиновой природы, регуляторно связано в краснокрашенных формах амаранта с переносом электронов на O_2. Как известно, синтез амарантина, поглощающего свет в УФ-области способствует созданию защитного защитного экрана, что позволяет в ЭТЦ хлоропластов мезофилла красных листьев амаранта с высокой эффективностью использовать O_2 в качестве акцептора электронов, но в тоже время, действие УФ-излучения приводит и к повышению генерации АФК в клетке и развитию окислительного стресса, что вероятно, может являться сигналом для интенсивного синтеза защитного пигмента. Возможно, что и засоление, которое также активирует образование

АФК, усиливает ПЦТЭ с образованием H_2O_2, инициирующего синтез амарантина с целью предотвращения окислительного стресса.

У растений пшеницы с C_3-типом фотосинтеза 10-25% общего нециклического потока в хлоропластах может идти на образование $O_2^{\cdot -}$, в то время как скорость переноса электронов на молекулярный O_2, в сравнении с нециклическим транспортом у растений амаранта с C_4-типом фотосинтеза увеличивается в 1,8 раз. К защитным компонентам клетки, обезвреживающих АФК относится низкомолекулярный пигмент антиоксидант бетацианин – амарантин, проявляющий высокую реакционную способность, так как в структуру его молекулы входят 2 ароматических кольца и гидроксильные группы, легко вступающие в свободно-радикальные реакции (рис.13).

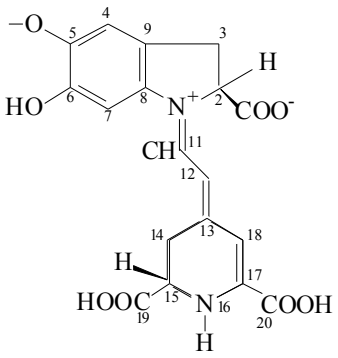


***Рис. 13*.** Структура бетанидина

В условиях засоления (300 мМ NaCl) у краснолистного вида амаранта сорта Валентина, наряду с уменьшением содержания хлорофилла и каротиноидов, количество амарантина в течение 3-х суток наблюдений повышалось (в 2 раза) (рис.14).

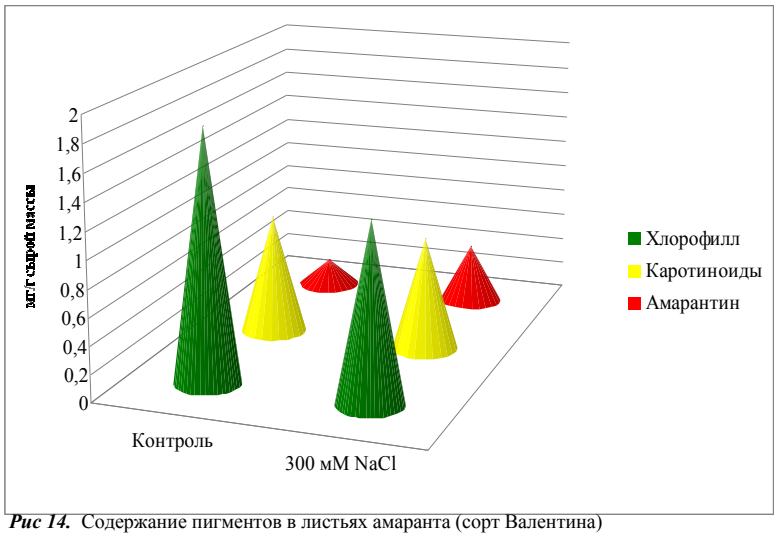


Рис 14. Содержание пигментов в листьях амаранта (сорт Валентина)

Ранее в различных модельных системах при действии различных стрессов была выявлена антиоксидантная активность амарантина, сравнимая с активностью СОД в реакциях детоксикации $O_2^{\cdot -}$.

Сравнительные исследования в листьях пшеницы и амаранта активности СОД в течение 3-х суток засоления (300 мМ NaCl), выявило ее значительное увеличение (2,5 раза) на 3-и сутки исследований в листьях пшеницы, в сравнении с листьями амаранта. В листьях амаранта в это же время наблюдений было обнаружено снижение активности СОД более в 1,5 раза (рис.15).

При развитии солевого стресса в течение 1-х суток, в листьях амаранта наблюдали возрастание активности СОД, тогда как содержание амарантина несколько снижалось. Однако, на 3-сутки было обнаружено существенное повышение содержания амарантина и снижение активности СОД до уровня контроля, что указывает на возможность компенсаторного механизма функционирования антиоксидантов – амарантина.

На основе выявленных антиоксидантных свойств амарантина (рис.16) рекомендован полифункциональный продукт общего и лечебно-профилактического назначения «Закатальский чай байховый с листьями амаранта», который по сравнению с тради-

ционными чайными продуктами, направлен на качественное оздоровление и обогащение биологически активными соединениями, обладающими питательными (высокое содержание белка, пектинов) и антистрессовыми (антиоксиданты) свойствами.

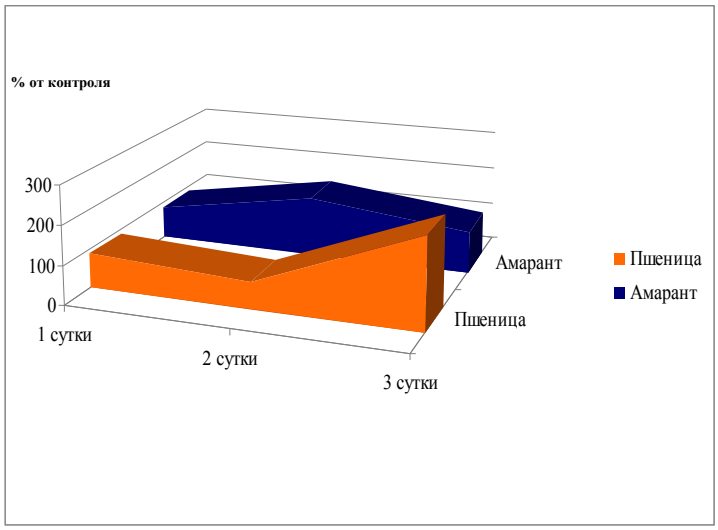


Рис.15. Активность СОД (% от контроля) в листьях пшеницы и амаранта при действии 300 мМ NaCl.

Таим образом, несмотря на разную природу действующих стрессовых факторов регуляция электронного транспорта в изученных видах C_3 и C_4 растений имеет общий механизм процесса адаптации, направленный на нефотохимическую диссипацию энергии ,в частности, путем повышения протонного градиента, с подключением различных видов транспорта электронов, необходимых для осуществления процессов, требующих дополнительной энергии в стрессовых условиях.

Рис. 16

ВЫВОДЫ

1. В условиях действия умеренного теплового стресса обнаружены межсортовые различия в распределении энергии между фотосистемами в сортах пшеницы, отличающихся термоустойчивостью, заключающиеся в неодинаковом усилении, в зависимости от локализации и функциональных свойств компонентов ЭТЦ, электронных потоков на участке ФСI. Так, у сорта Шарг взаимодействие на участке ФСI с ФСIα приводит к усилению нециклического транспорта электронов, а с ФСIβ – циклического. У сорта Московская 35 взаимодействие на участке ФСI с ФСIβ – усилению циклического транспорта электронов.

2. В условиях действия повышенной температуры на различных сортах пшеницы, отличающихся теплоустойчивостью, показано в неодинаковой степени, в результате смещения окислительно-восстановительного равновесия, подавление нециклического и усиление циклического транспорта электронов. Так у сорта Шарг с увеличением времени теплового воздействия (120 мин) доля циклического транспорта электронов, по сравнению с контролем, составила 65%, а у сорта Московская 35 – 93%.

3. Заключено, что большее снижение активности НАДФ-восстанавливающей системы (нециклический транспорт электронов), по сравнению с переносом электронов на O_2 (псевдоциклический) на акцепторном участке ФСI, при действии различных концентраций NaCl в сортах ячменя, отличающихся солеустойчивостью, связано с редокс-состоянием НАДФ и активностью цикла Кальвина.

4. Показано, что с увеличением концентрации NaCl в модельной системе с изолированными хлоропластами краснокрашенных видов амаранта, по сравнению с зеленокрашенными, скорость переноса электронов по псевдоциклическому пути усиливается.

5. Показано, что действие солевого стресса индуцируют в проростках краснокрашенных видов амаранта синтез амарантина.

6. Установлено, что в солевых условиях в краснокрашенных видах листьев амаранта, синтез антиоксиданта алкалоида-

амарантина может компенсаторно замещать активность супероксидисмутазы (СОД).

СТРЕССПРОТЕКТОРЫ-ФИТОРЕГУЛЯТОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЭЛИТНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

Р.Г. Гафуров

Институт физиологически активных веществ (ИФАВ) РАН, Наукоград Черноголовка, Московская область, РФ.
Телефоны: 8(496)524-95-08 с 522-10-79 д. Факс: 8(496)524-95-08 с.
E-mail: ravig@icp.ac.ru

Растениеводство в России работает в условиях высоких метеорологических рисков. Они определяются континентальным климатом, более суровым, чем в Западной Европе или в Северной Америке. В большинстве регионов страны факторами, ограничивающими продуктивность поля, являются дефицит влаги, или дефицит тепла (суммы положительных температур, необходимых для нормальной вегетации и созревания), или то и другое вместе. У нас в среднем по стране только два года из пяти метеорологически благоприятны для получения высоких урожаев, два - малоблагоприятны, а один - катастрофичен в том или ином регионе. Жестокая засуха 2009 и 2010 года, поразившая Центральный регион РФ и все Поволжье яркий тому пример.

Экологически безопасные стресспротекторы-фиторегуляторы нового поколения (СФНП) получены в ИФАВ РАН на основе специально разработанной стратегии химического дизайна. Это первые в истории агрохимии истинные стресспротекторы для растений. Они активируют в растениях три системы защиты против внутриклеточного окислительного стресса, а именно: существенно повышают уровень биосинтеза флавоноидов, усиливают биосинтез супероксиддисмутазы и значительно понижают уровень перекисного окисления липидов. Это является физиологической основой повышения устойчивости растений против внешних стрессов – метеорологических, фитопатогенных и иных – при действии СФНП.

Деляночные и производственные испытания отдельных соединений из семейства СФНП, проведенные в 2000-2010 годах в исследовательских организациях РАН и РАСХН, а также в хозяйственных условиях, показали их следующие отличительные свойства. 1. Они эффективны в ультрамалых и малых гектарных дозах – 5-50 г/га. 2. Защищают растения как от засухи, холодового стресса (заморозков), так и от фитопатогенов.
3. СФНП на 20-50% повышают эффективность усвоения растением элементов минерального питания, они более эффективны на почвах с пониженным фоном NPK. Тем самым открывается возможность повысить энергетическую и экономическую эффективность применения минеральных удобрений путем использования СФНП. 4. Они применяются в баковых смесях совместно с другими средствами защиты растений. 5. При предпосевной обработке семян, как и при опрыскивании вегетирующих растений, СФНП вызывают множественные положительные изменения в статусе и физиологии развития растений. В том числе они синхронизируют и ускоряют развитие и созревание плодоэлементов, при этом повышается не только масса, но и качество урожая и вся прибавка имеет высшую кондицию качества.

Исследованиями, проведенными на посевах зерновых, зернобобовых, овощных культур, семенных посевах сахарной свеклы и картофеля, а также на посевах сахарной свеклы фабричной многократно показано, что повышение массы и качества урожая являются следствием следующих морфологоанатомических и физиологических изменений в статусе и развитии растений, наступающих под действием СФНП:

- повышенная полевая всхожесть семян и повышенная энергия их прорастания,

- развитая корневая система, уходящая в более глубокие увлажненные горизонты почвы,

- бо'льшая масса корневой системы за счет значительного удлинения основного корня и увеличение числа вторичных корешков

- бо'льшая площадь листьев или флаг-листа,

- повышенное содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях,

- укороченная соломина у зерновых или компактная надземная часть у двудольных,
- утолщенная стенка соломины, утолщенный стебель,
- большее количество проводящих пучков в стебле,
- лучший транспорт и повышенная аттракция ассимилятов в плодоэлементы,
- ускоренный рост и развитие растений,
- увеличение числа цветков
- феминизация цветков у раздельнополых; соотношение пестичных цветков к
тычиночным возрастает в 2-4 раза,
- лучшая сохранность цветков и завязей при высоких температурах и дефиците влаги,
-значительное повышение сохранности растений при заморозках и перезимовке в почве,
- синхронизация и ускорение созревания плодоэлементов,
- большее число и бо'льшая масса плодоэлементов, в том числе, зерен в колосе,
- повышение иммунного статуса растений против фитопатогенов,
- значительное улучшение устойчивости против метеорологических и гербицидных стрессов,
- повышение устойчивости против ветрового полегания у зерновых,
- улучшение сохранности корнеплодов, клубней и плодов при сортировке, транспортировке и зимнем хранении
- торможение выноса радиоактивного цезия растениями из почвы.

Многолетними лабораторными и деляночными испытаниями, проведенными в институтах РАН и РАСХН, показано, что использование СФНП в растениеводстве повышает продуктивность посевов зерновых и зернобобовых минимум на 12-18%, картофеля и сахарной свеклы (выход белого сахара) – на 7-20%, льна – на 20-25%, овощных – на 25-40%, разумеется, при неукоснительном выполнении требований агротехнологий выращиваемых культур.

Производственные испытания в хозяйствах Республики Татарстан на посевах элитного ярового ячменя, рапса и сахарной

свеклы в 2008-2010 годах полностью подтвердили эти данные. Так на посевах ярового ячменя в ООО «Серп и молот» Высокогорского района РТ при трехлетних испытаниях были получены следующие результаты. Прирост бункерной массы семян при прямом комбайнировании посевов составил: в благоприятном по метеоусловиям 2008 году – 27%, в засушливом 2009 году – 11%, а в условиях жестокой засухи 2010 года – 30% . Следует отметить, что в 2009 году под культуру не вносились минеральные удобрения, ни под вспашку, ни в виде подкормки, поэтому прирост был минимальным. В среднем за три года испытаний прирост бункерной массы урожая составил 21%. В 2008 и 2009 годах он целиком пришелся на семенную фракцию элитного ячменя.

Исследованиями, проведенными в сертифицированных научных организациях, установлена экологическая безопасность головных препаратов семейства – БЕНЗИХОЛА и ЭТИХОЛА – по отношению к теплокровным, гидробионтам, полезной энтомофауне и почвенным жителям. Показано, что они не имеют мутагенной активности (тест Эймса, гепатоциты). Эти препараты полностью удовлетворяют требованиям экологической безопасности, предъявляемым Россельхознадзором к фиторегуляторам.

Химические структуры СФНП, а также способы их получения и применения защищены пятью патентами РФ.

Для препаратов БЕНЗИХОЛ и ЭТИХОЛ разработаны технические условия (ТУ) и опытные химические технологии получения. Последние проверены в условиях опытного производства головного НИИ Минпромэнерго РФ, наработаны установочные партии.

Экспертиза Факультета почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова на основе рассмотрения результатов исследования экотоксикологии препаратов и их влияния на продуктивность поля рекомендует БЕНЗИХОЛ и ЭТИХОЛ для регистрации на 10 лет в качестве стресспротекторов-фиторегуляторов для применения на посевах шести ключевых продовольственных культур. Идет подготовка комплекта документов для регистрации указанных препаратов в целях хозяйственного применения на ряде ведущих сельскохозяйственных культур.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ В ЭКСТРАКТАХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ, ПРОЯВЛЯЮЩИХ ПРОТИВООПУХОЛЕВУЮ АКТИВНОСТЬ, АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

[1]Гинс М.С., [2]Рабинович А.М., [1]Байков А.А., [1]Кононков П.Ф., [1]Гинс В.К.

[1]Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур РАСХН, Московская область, [2]Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия

Экстракты из лекарственных растений, содержащие комплекс биологически активных веществ, обладают широким спектром фармакологической активности, в том числе противоопухолевой. Помимо этого, многие экстракты проявляют высокую антиоксидантную активность за счет содержащихся в них низкомолекулярных антиоксидантов фенольной природы, аскорбиновой кислоты, бетацианинов и др. Антиоксиданты связывают свободные радикалы, препятствуя окислению важных биологических молекул: ДНК, белков и липидов мембран, и предохраняют их структуры от повреждений. Высокое суммарное содержание антиоксидантов в экстрактах многих лекарственных растений обеспечивает возможность их использования для профилактики и комплексной терапии свободно-радикальных патологий, к которым относятся онкологические заболевания. Оксидантный стресс в организме вызывается не только опухолевым процессом, но и используемые при лечении больных раком, хирургическая, радио- и химиотерапия также индуцируют свободные радикалы и способствуют истощению защитной антиоксидантной системы. Поэтому актуально создание растительных средств, уменьшающих побочное действие комплексной терапии и способствующих нормализации физиологической функции организма. При этом эффективность использования экстрактов лекарственных трав в качестве антиоксидантного препарата определяется многими показателями, в том числе и концентрацией суммарной фракции антиоксидантов.

Целью настоящей работы является определение суммарного содержания антиоксидантов в индивидуальных экстрактах лекарственных растений, обладающих противоопухолевым действием, с помощью амперометрического метода.

Использование данного метода позволило оперативно измерить и оценить суммарное содержание антиоксидантов в свежеприготовленных экстрактах из сухих и вегетирующих лекарственных трав (15 образцов).

Материалы и методы.

Объектами исследования являлись водные и спиртовые экстракты высушенных лекарственных трав: мяты (Mentha piperita L.), зверобоя (Hypericum perforatum L.), тысячелистника (Achillea millefolium L.), подорожника (Plantago major L.), чистотела (Chelidonium majus L.), бессмертника песчаного (Helichrysum arenarium (L.) Moench), валерианы лекарственной (Valeriana officinalis L.), репешка волосистого (Agrimonia pillosa Ledeb.), пустырника сердечного (Leonurus cardiaca L.), ноготков лекарственных (Calendula officinalis L.), душицы обыкновенной (Origanum vulgare L.), выращенных в Ботаническом саду ГНУ ВИЛАР РАСХН в 2010 году, а также свежесобранных лекарственных трав, выращенных в защищенном грунте лаборатории фитонцидных и гомеопатических растений ГНУ ВИЛАР: каллизия душистая (золотой ус) (Rectantera fragrans L.), каланхое перистое (Kalanchoe pinnata (Lam.) Pers.), толстянка (Sedum sp.), алое древовидное (Aloe arborescens Mill.), лавр благородный (Laurus nobilis L.), герань обыкновенная (Geranium speciosum L.), кардамон (Elettaria cardamomum), амарант (Amarantus tricolor L.) сорта «Валентина».

Для проведения исследований высушенные травы измельчали в кофемолке до размера частиц 1-2 мм. Свежий материал растирали в ступке. В опытах использовали одинаковую массу навески. Для сравнения эффективности действия экстрактов, полученных различными способами, экстракцию растительного материала проводили бидистиллированной водой с температурой 25ºС и 90ºС, а так же 96% этиловым спиртом комнатной температуры. Экстракты тщательно фильтровали через бумажный фильтр и при необходимости разбавляли.

Для оценки суммарного содержания антиоксидантов использовали амперометрический метод [1]. Измерения проводили на

приборе «Цвет-Яуза-01-А» разработки НПО «Химавтоматика». Сущность метода заключается в измерении электрического тока, возникающего при окислении исследуемого вещества (или смеси веществ) на поверхности рабочего электрода при потенциале Uэ=1,3 В. При этом потенциале происходит окисление групп –ОН природных антиоксидантов фенольной природы [2].

В начале проведения опытов строили градуировочную кривую, которая выражала зависимость сигнала образца сравнения (галловая кислота) от его концентрации. С помощью калибровочной кривой (градуировки) рассчитывали суммарное содержание антиоксидантов фенольной и иной химической природы в исследуемых образцах в единицах концентрации галловой кислоты. Погрешность измерения (относительное среднеквадратичное отклонение) суммарного содержания антиоксидантов составляет не более 5%.

Результаты и обсуждение. Анализ данных, представленных в таблице 1, указывает на хорошую стабильность водных экстрактов, выделенных из сухого материала лекарственных трав при температурах 25ºС и 90ºС в течение трех часов. В то же время, как более длительное пребывание водных экстрактов на воздухе (двое суток в холодильнике при температуре 6ºС) привело к существенному снижению суммарного содержания антиоксидантов у растений душицы на - 62%, пустырника - 40%, репешка - 20%, подорожника - 17%, при незначительном снижении этого показателя в экстрактах у остальных лекарственных растений (на 1 - 7%).

В спиртовых экстрактах изученных лекарственных растений суммарное содержание антиоксидантов существенно не изменилось в течение 48 часов, за исключением экстрактов душицы и пустырника, в которых содержание антиоксидантов снизилось на 24% и 17%, соответственно.

Можно предположить, что при хранении водных экстрактов вышеуказанных лекарственных растений на воздухе при температуре 6ºС в течение 48 часов происходит самопроизвольное окисление некоторых фенольных соединений из пула антиоксидантов за счет их высокой реакционной способности к взаимодействию с активными формами кислорода, например, супероксид радикалом $O_2^{-\bullet}$, с перекисями и даже с молекулярным кислородом. Кроме

того не исключена возможность образования комплексов некоторого числа антиоксидантов с ионами переходных металлов, вследствие чего происходит их инактивация. Уменьшение антиоксидантного потенциала, может быть объяснено существенным снижением пула антиоксидантов в результате описанных выше процессов в водных экстрактах исследуемых лекарственных растений.

Не исключено, что в результате этих процессов в водных экстрактах вышеуказанных лекарственных растений обнаружено существенное снижение пула антиоксидантов, что приводит к уменьшению антиоксидантного потенциала.

Большую устойчивость водных экстрактов, полученных при 90ºС, по-видимому, можно связать с действием повышенной температуры, которая может модифицировать структуру молекулы, повысить ее устойчивость к действию свободных радикалов, находящихся в экстрактах. По этой же причине антиоксиданты в спиртовых экстрактах также более устойчивы к действию свободных радикалов при длительном (2 суток) хранении. Представленные данные позволяют предположить, что в водный экстракт при комнатной температуре могут переходить ряд гликозидов фенольных соединений и другие антиоксиданты реактивные к действию свободных радикалов и потому неустойчивые. В тоже время как в экстракты, полученные с использованием горячей воды (90ºС) переходит дополнительное количество антиоксидантов устойчивых к действию высокой температуры или которые на воздухе окисляются достаточно медленно. В спиртовую фракцию, по-видимому, в основном переходят агликоны, чем объясняется довольно стабильное суммарное содержание АО при хранении их на воздухе.

Далее изучали суммарное содержание антиоксидантов в экстрактах, выделенных из вегетирующих лекарственных растений.

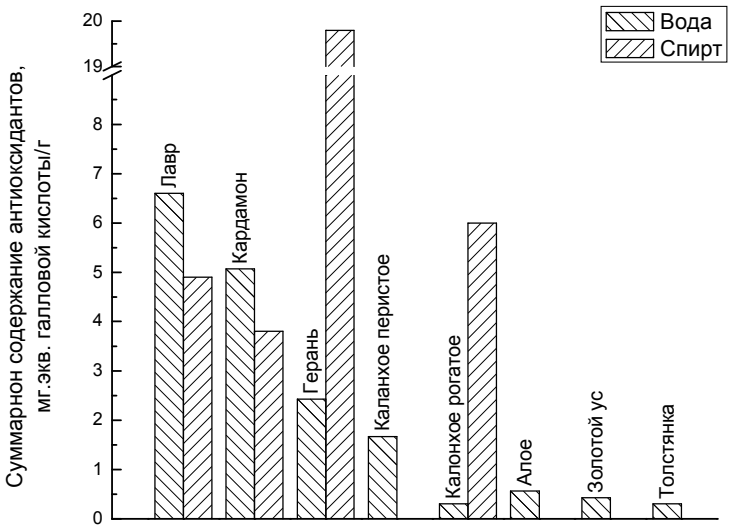


Рис. 1 Суммарное содержание антиоксидантов, выделенных из листьев вегетирующих растений в водных и спиртовых экстрактах.

Как видно из рис. 1, высокое суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов обнаружено в листьях лавра, кардамона, в то время как при спиртовой экстракции суммарное содержание антиоксидантов снижалось у изученных лекарственных трав, за исключением герани, в листьях которой эта величина возросла в восемь раз. Минимальным суммарным содержанием антиоксидантов отличались водные экстракты каланхое рогатого и золотого уса.

Таким образом, амперометрическим методом измерено суммарное содержание антиоксидантов в водных и спиртовых экстрактах пятнадцати распространенных лекарственных трав, проявляющих противоопухолевую активность. Все исследованные экстракты лекарственных растений разрешены к использованию, нетоксичны, отличаются высоким содержанием антиоксидантов и могут быть потенциальной основой для создания растительных средств-биокорректоров повышающих эффективность противоопухолевой терапии.

Суммарное содержание антиоксидантов

Образец	Суммарное содержание антиоксидантов, мг/г								
	в воде (t=25°C)			в воде (t=90°C)			в спирте		
	сразу	3 часа	48 часов	сразу	3 часа	48 часов	сразу	3 часа	48 часов
мята	31,2±0,9	30,9±0,9	30,8±0,5	32,8±0,9	31,5±0,9	30,4±0,9	24,3±0,7	24,1±0,7	23,2±0,6
зверобой	21,6±0,6	21,3±0,6	20,2±0,6	20,7±0,3	20,4±0,3	19,6±0,3	20,0±0,6	20,1±0,6	19,5±0,6
подорожник	13,9±0,4	13,5±0,4	11,6±0,3	14,3±0,4	13,2±0,3	11,6±0,3	11,5±0,3	11,3±0,3	10,3±0,3
чистотел	9,6±0,3	9,4±0,3	9,1±0,3	9,8±0,3	9,7±0,3	9,6±0,3	9,7±0,3	9,5±0,3	9,2±0,3
бессмертник песчаный	9,9±0,3	9,8±0,3	9,2±0,3	9,8±0,3	9,8±0,3	9,6±0,3	13,4±0,4	13,1±0,4	12,2±0,4
валериана	3,5±0,1	3,4±0,1	3,0±0,1	2,7±0,1	2,7±0,1	2,8±0,1	3,6±0,1	3,7±0,1	2,9±0,1
репешок	18,3±0,5	18,0±0,5	14,7±0,4	17,2±0,5	17,2±0,5	17,0±0,5	14,2±0,4	14,0±0,4	13,5±0,4
пустырник	13,3±0,4	13,0±0,4	8,1±0,2	13,4±0,4	13,1±0,4	12,7±0,4	9,9±0,3	9,5±0,3	7,9±0,2
календула	9,6±0,3	9,5±0,3	9,3±0,3	9,0±0,2	8,9±0,2	8,7±0,2	5,0±0,2	5,1±0,2	5,0±0,2
душица	30,7±0,9	29,0±0,9	11,9±0,4	29,7±0,9	28,5±0,5	26,5±0,8	16,2±0,5	16,0±0,5	12,3±0,4
тысячелистник	4,6±0,1	4,4±0,1	3,6±0,1	5,4±0,2	5,4±0,2	5,2±0,2	5,7±0,2	5,4±0,2	5,3±0,2

Литература

1. Yashin A.Y. A flow-injection system with amperometric detection for selective determination of antioxidants in foodstuffs and drinks // Russian Journal of General Chemistry, 2008, Vol. 78, № 12, pp. 2566–2571.

2. Мисин В.М., Сажина Н.Н., Завьялов А.Ю., Яшин Я.И. Измерение содержания фенолов в экстрактах лекарственных трав и их смесях амперометрическим методом // Химия растительного сырья, 2009, №4, С. 127–132.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ КАПУСТЫ ПЕКИНСКОЙ ПРИ НИЗКИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ.

Гинс М.С., Гинс В.К., Кононков П.Ф., Криволуцкая М.А., Хрыкина Ю.А., Пивоваров В.Ф.

Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур РАСХН, Московская область

Капуста пекинская (Brassica pekinensis (Lour) Rupa) занимает ведущее место в мировом производстве овощей (1). В России основное производство сосредоточено в основном в крупных овощеводческих организациях и частично в приусадебных, садово-огородных участках, а также в мелких фермерских хозяйствах. Растения капусты пекинской отличаются высокими вкусовыми и диетическими качествами, и являются полноценным источником аскорбиновой кислоты, незаменимых аминокислот и углеводов в сочетании с низкой калорийностью. Учитывая, что в условиях Нечерноземной зоны РФ можно получать два урожая в год, обеспечивая население в весенне-летний и осенний период свежей продукцией, то со временем капуста пекинская способна занять соответствующее место в современном рынке овощей России. Возделывание позднеспелых сортов и гибридов капусты пекинской в осенний период позволяет продлить срок вегетации до наступления постоянных заморозков. В Московской области низкие положительные температуры в осенний период могут сменяться крат-

ковременными низкими отрицательными температурами с возвратом положительных температур и неизвестно как это повлияет на вкусовые качества кочана, а также устойчивость и жизнеспособность растений после его оттаивания.

Целью исследований являлось изучение содержания аскорбиновой кислоты и сахаров в листьях растений капусты пекинской, вегетирующих при пониженных положительных и отрицательных температурах.

Методика Объектом исследований являлись растения позднеспелого F_1 гибрида Ника капусты пекинской, селекции станции им. И.Н. Тимофеева, выращенные в открытом грунте. Высадку рассады капусты пекинской проводили рядовым способом с междурядьями 60 см и расстоянием между растениями 40 см. Растения вегетировали в сентябре при среднеустойчивой температуре $+15^0$C, октябре - $+5^0$C, ноябре - $+3^0$C, прерываемые заморозками в декабре, ноябре (1-6 ноября) при температуре -3-5^0C, с последующим оттаиванием растений при $+3+5^0$C, а затем промораживанием холодом 28^0C в декабре (11 – 20 декабря).

В опытах использовали листья растений капусты пекинской в фазе технической спелости. Перед проведением биохимических анализов листья растения поделили на группы, представленные в таблице 1. При этом листья и черешки отделяли друг от друга и анализировали отдельно.

Таблица 1. Характеристика листьев капусты пекинской F_1 гибрида Ника.

№ группы	Окраска	Возраст и состояние листа
Розеточные листья		
1	Темно-зеленые активно фотосинтезирующие	старые
Листья кочана		
3	Светло-зеленые слабо фотосинтезирующие	Покровные внешние, более молодые
4	Желтые этиолированные	Внутренние
5	Бело-желтые	Ювенильные, центральные

Опыты проводили на растениях до заморозков (22.10.09. 1 вариант), на замороженных растениях (6.11.09. 2 вариант), после заморозков на оттаявших нативных растениях (11.11.09 и 24.11.09). Содержание аскорбиновой кислоты определяли методом йодометрического титрования, сахаров по методу Бьери (1972), Сухое вещество определяли методом высушивания до постоянной массы. В опытах использовали 2-3 растения, для каждого варианта.

Результаты.

Об активности метаболических реакций в растениях капусты пекинской в исследуемый период вегетации (22.10.09 – 24.11.09) судили по содержанию сухих веществ в листовой пластине и черешках листа. В октябре в розеточных фотосинтезирующих и ювенильных этиолированных листьях и черешках накапливалось большое количество сухих веществ (табл. 2, 1 вариант).

Таблица 2. Содержание сухого вещества в листьях и черешках растений капусты пекинской F_1 гибрида Ника, вегетирующих при низкой положительных и отрицательных температурах, %

Объект исследования	Температура вегетации							
	t^oC +4 +8		t^oC -1 -5		t^oC +2 +4		t^oC 0 +5	
	22.10.2009г 1 вариант		6.11.2009г 2 вариант		11.11.2009г 3 вариант		24.11.2009г 4 вариант	
	листья	черешки	листья	черешки	листья	черешки	листья	черешки
Розеточные листья	11,22	6,03	16,00	5,58	11,12	5,13	6,13	4,93
Кроющие листья	9,52	6,52	11,52	6,14	9,07	5,69	7,95	5,46
Внутренние листья	9,72	7,73	8,33	6,32	8,02	6,25	7,75	5,75
Ювенильные листья	12,88	10,62	9,21	7,60	10,66	7,65	10,27	8,05

В замороженных растениях наблюдали повышение сухих веществ в розеточных и кроющих листьях кочана в 1,1-1,4 раза по сравнению с вариантом 2 (табл.2). В этих листьях возрастание сухих веществ, по-видимому, могло происходить в результате их сильного обезвоживания, в процессе замораживания при отрицательных температурах воздуха. В то время, как во внутренних листьях и черешках этих листьев кочана капусты пекинской было выявлено уменьшение содержания сухих веществ соответственно в 1,1-1,3 раза и в 1,1-1,5 раза, при этом в ювенильных листьях и черешках происходило большее снижение сухих веществ. В период, после заморозков во всех фотосинтезирующих листьях оттаявших растений обнаружили количество сухих веществ, сравнимое с их содержанием в листьях пекинской капусты до заморозков, тогда как содержание сухих веществ во внутренних листьях кочана, а также черешках всех листьев растений понизилось в 1,1-1,3 раза (табл. 2, 1 и 3 вариант).

Последующие 2 недели вегетации капусты пекинской при температуре 0 +5 ^{0}C количество сухих веществ существенно снизилось только в фотосинтезирующих розеточных листьях в 1,8 раза, в то время, как во внутренних листьях кочана и черешках листьев растения наблюдали небольшое уменьшение содержания сухих веществ (5-13%), а в черешках ювинильных листьев количество сухих веществ даже несколько повысилось. Следовательно, при пониженной положительной температуре растения капусты пекинской способны в октябре вегетировать, практически не снижая синтетических функций. Однако, в конце ноября некоторое снижение содержания сухих веществ в листьях кочана может свидетельствовать, с одной стороны, о формировании приспособительных реакций растений, связанных с замедлением метаболических и фотосинтетических процессов в клетке, а с другой стороны, о дальнейшем развитии окислительного стресса и повышении концентрации активных форм кислорода.

К ключевым низкомолекулярным антиоксидантам относится аскорбиновая кислота, которая способна неферментативно или с помощью ферментов нейтрализовать АФК, в том числе супероксидные анион радикалы и перекись водорода, а также свободные радикалы, возникающие в результате перекисного окисления липидов мембран. Поэтому исследование динамики содержа-

ния восстановленной формы аскорбиновой кислоты в осенний период вегетации необходимо для понимания особенностей развития окислительного стресса в листьях капусты пекинской.

Фотосинтезирующие розеточные листья растений капусты пекинской, вегетирующих в открытом грунте при низких положительных температурах, имели более высокое содержание аскорбиновой кислоты по сравнению с внутренними этиолированными листьями кочана (табл.3, вариант 1). В то же время ювенильные листья кочана отличались более высокими значениями аскорбиновой кислоты, чем кроющие внутренние листья кочана. Промораживание в открытом грунте растений капусты в течение 6 суток при низких отрицательных температурах (-5^{o}C), с последующим их оттаиванием при комнатной температуре (+20^{o}C) вызывало снижение содержания аскорбиновой кислоты в розеточных листьях на 40% , тогда, как в листьях кочана - на 15-17% (табл.3, вариант 1 и 2).

Таблица 3. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений капусты пекинской F_1 гибрида Ника, вегетирующих при низких положительных и отрицательных температурах, мг/% сырого вещества

Объект исследования	Температура вегетации			
	t^{o}C +4 +8	t^{o}C -1 -5	t^{o}C +2 +4	t^{o}C 0 +5
	2.10.2009г 1 вариант	6.11.2009г 2 вариант	11.11.2009г 3 вариант	24.11.2009г 4 вариант
Розеточные листья	44,00	26,40	49,28	44,00
Кроющие листья	31,68	26,40	54,56	36,96
Внутренние листья	31,68	26,40	36,96	36,96
Ювенильные листья	40,48	33,44	49,28	52,80

После заморозков дальнейшее вегетирование растений в открытом грунте при положительной температуре +2 +5 ^{o}C в тече-

ние 5 суток привело к оттаиванию растений и восстановлению их нативности. При этом наблюдали существенное возрастание аскорбиновой кислоты в кроющих фотосинтезирующих листьях кочана на 70%, по сравнению с их содержанием в аналогичных листьях капусты пекинской до заморозков, тогда как в остальных листьях, количество аскорбиновой кислоты увеличилось в пределах 10-17% (табл.3, вариант 1 и 3). Через две недели наблюдали небольшое снижение количества аскорбиновой кислоты в розеточных листьях и существенное – в кроющих листьях кочана (35%) (табл.3, вариант 4 и 3). В то же время обнаружили тенденцию к повышению аскорбиновой кислоты в ювенильных листьях кочана. Закономерности изменения количества аскорбиновой кислоты в черешках листьев растений капусты пекинской сходны с изменениями содержания аскорбиновой кислоты в листьях (табл.4). Однако, содержание аскорбиновой кислоты в листьях было выше в 1,4-2 раза по сравнению с черешками.

Таблица 4. Содержание аскорбиновой кислоты в черешках растений капусты пекинской F_1 гибрида Ника, вегетирующих при низких положительных и отрицательных температурах, мг/% сырого вещества

	Температура вегетации			
	t^oC +4 +8	t^oC -1 -5	t^oC +2 +5	t^oC 0 +4 и
Объект исследования	2.10.2009г 1 вариант	6.11.2009г 2 вариант	11.11.2009г 3 вариант	24.11.2009г 4 вариант
Розеточные листья	21,12	14,00	21,12	21,12
Кроющие листья	21,12	12,32	17,60	21,12
Внутренние листья	22,88	19,36	20,61	21,12
Ювенильные листья	35,20	26,40	22,88	31,68

В условиях гипотермии, по-видимому, большая часть АК транспортируется в ювенильные листья, и выполняет не только

протекторную функцию, но и участвует в метаболических реакциях.

Следует отметить постоянно высокое содержание аскорбиновой кислоты в ювенильных листьях и черешках растений пекинской капусты, в процессе их вегетации в период октябрь – ноябрь 2009 года, так и практически невысокую вариабельность содержания аскорбиновой кислоты в фотосинтезирующих розеточных, а также кроющих и внутренних листьях кочана и черешках растений, вегетирующих в период (11-24.11.09) при низкой положительной температуре. Это может свидетельствовать об эффективности системы реакций «аскорбат-глутатионового цикла», регенерирующих аскорбиновую кислоту, и поддерживающие ее в восстановленной форме на достаточно высоком уровне.

Известно, что одним из предшественников аскорбиновой кислоты является глюкоза, т.е. продукт фотосинтеза. Представленные в работе данные позволяют предположить, что фотосинтезирующие и кроющие листья кочана после процессов замораживания – оттаивания способны активно фотосинтезировать углеводы, являющимися предшественниками аскорбиновой кислоты. Это может быть связано с той важной ролью, которую сахара выполняют в защите клетки от низких отрицательных температур. Изучение содержания простых сахаров в листьях растений пекинской капусты после их промораживания при -5^{o}C выявило максимальное высокое количество моносахаров в ювенильных листьях и черешках кочана по сравнению с остальными листьями растения (табл.5, вариант).

В процессе дальнейшей вегетации у растений капусты пекинской резкое снижение простых сахаров обнаружено только в розеточных листьях (более чем в 2 раза) и их черешках, в то время, как в листьях кочана и их черешках наблюдали уменьшение количества моносахаров в 1,2-1,4 раза (табл. 5, вариант 4 и 3).

Таблица 5. Содержание простых сахаров в листьях и черешках растений капусты пекинской F_1 гибрида Ника, вегетирующих при низкой положительной температуре, %

Объект исследования	Температура вегетации			
	t^oC +2 +5		t^oC 0 +4	
	11.11.2009г 3 вариант		24.11.2009г 4 вариант	
	листья	черешки	листья	черешки
Розеточные листья	4,11	3,78	1,90	2,78
Покровные листья	4,10	4,34	2,91	3,54
Внутренние листья	4,09	5,00	3,42	4,11
Ювенильные листья	5,08	5,68	4,02	4,48

Следует подчеркнуть, что после заморозков во всех оттаявших листьях растений капусты пекинской обнаружено высокое содержание моносахаров. По-видимому, одним из механизмов приспособления растений капусты пекинской к кратковременным низким отрицательным температурам является резкое повышение содержания простых сахаров во всех листьях растений, особенно внутренних листьях кочана. Однако, количество сахаров при повышении температуры окружающей среды существенно снижалось в этих органах растений. При этом обнаружено максимальное содержание сахарозы в черешках ювенильных листьях кочана.

Знание особенностей динамики содержания аскорбиновой кислоты в растении при низких положительных и отрицательных температурах необходимо для понимания формирования приспособительных реакций антиоксидантной системы растений пекинской капусты к действию пониженных температур. Резкое понижение содержания аскорбиновой кислоты при снижении температуры от низких положительных температур (+5^{o}C) до заморозков (-5^{o}C), а затем повышение ее содержания до прежнего уровня при последующем повышении температуры до (+5^{o}C) указывает на

протекторную роль аскорбиновой кислоты в приспособительных реакциях растения к действию низкотемпературного стресса.

Замороженные в открытом грунте кочаны капусты пекинской (-3- 5^{o}C) после оттаивания при положительной температуре вегетации не теряет товарный вид и отличаются высоким содержанием аскорбиновой кислоты (50гм/% и выше) и сахаров (4-5%) и вкусовыми качествами. Это свойство капусты можно использовать, на частном подворье и фермерских хозяйствах, убирая капусту пекинскую в конце ноября. Помимо этого закладывая на хранения кочаны капусты пекинской в конце ноября, можно использовать на пищевые цели это витаминное овощное растение.

Литература

1. Г.Ф. Монахос, С.Г. Монахос Капуста пекинская Brassica rapa L. Em. Metzg. ssp. pekinensis (Lour.) Hanelt. Биологические особенности, генетика, селекция и семеноводство. М.: РГУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. 2009, 181 с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОЧАНОВ ЦИКОРИЯ САЛАТНОГО ВИТЛУФ ПРИ ЗИМНЕЙ ВЫГОНКЕ

М.С. Гинс, Ю.П. Шевченко, В.К. Гинс, М.А. Криволуцкая

ВНИИССОК, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК

Ценность выгоночной продукции цикория салатного витлуф определяется составом биологически активных веществ фенольной природы, обладающих антиоксидантным действием и восполняющих дефицит свежей овощной продукции в зимний период. Ранее в предыдущих исследованиях нами было показано, что дополнительное освещение готовых к реализации этиолированных кочанов растений цикория салатного лампой ЛФУ, спектр которой обогащен синим светом, увеличивает содержание биофлавоноидов в листьях кочана на 27 - 30 %, оксикоричных кислот в 2 раза, что позволяет получать функциональный пищевой продукт с повы-

шенным содержанием антиоксидантов. При этом пищевая ценность салатной продукции выгоночной культуры увеличивается за счет накопления в ней гликозидов кверцетина, способствующих укреплению стенок капилляров кровеносных сосудов [1]. Помимо антиоксидантов фенольной природы в этиолированных листьях кочанов синтезируется низкомолекулярный антиоксидант - аскорбиновая кислота, проявляющая широкий спектр биологической активности в живом организме.

Целью настоящей работы является изучение содержания аскорбиновой кислоты и суммы водорастворимых антиоксидантов в растениях цикория салатного при разных условиях освещения и температуры.

Методика. Для выгонки кочанов витлуфа использовали корнеплоды растений цикория салатного витлуф сорта Конус селекции ВНИИССОК, выращенные в открытом грунте. В декабре корнеплоды высаживали в торфяную смесь для выгонки кочанов в темноте. Растения цикория салатного витлуф после отрастания этиолированных кочанов весом 200 - 250 г, пересаживали в сосуды с торфяной смесью и помещали под лампу ЛФУ - 30, спектральный состав которой был обогащен синим светом (20 %), на фоне естественного освещения 15 - 20 клк. Часть сосудов с этиолированными растениями оставляли при естественном освещении, а часть в темноте. Этиолированные растения освещали в течение 4 суток при температурах + 24 °С и + 6 °С и в течение 11 суток при + 24 °С.

Результаты. При освещении в течение 4 суток этиолированных кочанов витлуф, готовых к употреблению, естественным светом и лампой ЛФУ - 30 + естественный свет, в кроющих листьях синтезировался хлорофилл, что указывало на их способность к фотосинтезу. Анализ содержания аскорбиновой кислоты в этиолированных (внутренних) и фотосинтезирующих (кроющих) листьях кочанов выявил возрастание количества аскорбиновой кислоты в листовых пластинах растений, освещенных естественным светом на 40 %, а лампой ЛФУ - 30 на фоне естественного освещения на 35 % по сравнению с растениями, находившимися в полной темноте (табл. 1).

Таблица 1. Содержание аскорбиновой кислоты, суммы антиоксидантов, сухого вещества и нитратов в листьях и центральной жилке цикория салатного витлуф при разных условиях освещения (ВНИИССОК 2010)

Вариант	Аскорбиновая кислота, мг%	Сухое вещество, %	Нитраты, мг/кг сухого вещества	Суммарное содержание антиоксидантов	
				ССА, мг/г	±
4 суток от начала досвечивания, + 24 °С					
ЛФУ-30 листья	35,20	9,84	56,7	0,185	±0,007
ЛФУ – 30 жилка	5,28	5,08	81,9	0,060	±0,003
Естественное освещение листья	38,72	8,97	54,1	0,230	±0,009
Естественное освещение жилка	5,28	4,53	81,9	0,051	±0,002
Полная темнота лист	24,64	7,71	48,2	0,176	±0,006
Полная темнота жилка	5,28	4,54	73,0	0,058	±0,002
11 суток от начала досвечивания, + 24 °С					
ЛФУ - 30 листья	18,80	7,45	54,9	-	-
ЛФУ - 30 жилка	5,28	5,15	56,6	-	-
Полная темнота лист	8,80	6,63	52,3	-	-
Полная темнота жилка	5,28	4,41	65,0	-	-

Интересно отметить, что при освещении растений лампой ЛФУ наблюдалась тенденция снижения содержания аскорбиновой кислоты в сравнении с естественным освещением, что согласуется с данными авторов [2] об ингибирующем действии синих лучей на синтез аскорбиновой кислоты. Однако в данном опыте было отмечено снижение количества лишь восстановленной формы аскорбиновой кислоты, в то время как в центральных жилках листьев существенной разницы между изученными вариантами по накоплению аскорбиновой кислоты не было. Тем не менее, следует указать на меньшую величину снижения содержания аскорбиновой кислоты в центральной жилке по сравнению с этиолированными листьями, которая для темнового варианта составляла 4,6 раза, тогда как для световых вариантов - 7. Это свидетельствует о меньшей разнице в содержании аскорбиновой кислоты между тканями этиолированного листа и центральной жилкой при сравнении с фотосинтезирующими листьями.

Ранее нами было показано существенное накопление в листьях кочана витлуфа антиоксидантов фенольной природы в зависимости от условий освещения при температуре + 24 °С [1]. Суммарное содержание антиоксидантов в этиолированных и дополнительно освещенных листьях кочана лампой ЛФУ – 30 и естественным светом представлено в таблице 1. При этом содержание суммы водорастворимых антиоксидантов в листьях освещенных и этиолированных растений хорошо коррелирует с содержанием аскорбиновой кислоты, определенной в этих листьях. Суммарное содержание антиоксидантов в освещенных листьях превышает аналогичный показатель в центральных жилках в 2,5 – 4 раза, хотя по содержанию антиоксидантов последние различаются между собой несущественно. Это позволяет предположить, что в листьях растений освещенных лампой ЛФУ - 30 или естественным светом помимо антиоксиданта – аскорбиновой кислоты свет стимулирует накопление антиоксидантов иной природы. Ранее нами было обнаружено увеличение количества фенольных соединений в 1,5 – 2 раза [1].

В листовых пластинах кочана витлуфа максимальное количество сухих веществ накапливается при освещении растений лампой ЛФУ - 30 на фоне естественного света, а минимальное - в отсутствии освещения. В центральных жилках листьев растений

изученных вариантов не обнаружили существенных различий по содержанию сухих веществ. Центральные жилки накапливали меньше сухих веществ по сравнению с листьями в 1,3; 1,7 и 1,9 раза соответственно – в темноте, под лампой ЛФУ и при естественном освещении. Нитраты накапливались в большем количестве в фотосинтезирующих листьях и их центральных жилках по сравнению с этиолированными, тем не менее, величина содержания нитратов в них была существенно ниже допустимых значений ПДК.

При освещении кочанов витлуфа в последующие 7 суток при + 24 °С наблюдали снижение содержания аскорбиновой кислоты и сухого вещества только в листьях кочана, тогда как в центральных жилках эти показатели не изменились (см. табл. 1).

Следовательно, задержка с уборкой кочанов витлуфа при температуре + 24 °С приводит к снижению качества салатной продукции. Тогда как использование лампы ЛФУ - 30 с повышенным содержанием в спектральном составе синего света для освещения кочанов этиолированных растений в течение 3 – 4 суток оказывало положительный эффект, повышая содержание аскорбиновой кислоты в готовой продукции и особенно увеличивала количество сухого вещества. Вероятно, повышение эффективности синтетических процессов связано со световым синтезом биологически активных веществ [1].

При низкой положительной температуре (+ 6 °С) освещение лампой ЛФУ – 30, готовых к употреблению кочанов витлуфа стимулировало повышение содержания аскорбиновой кислоты в листьях кочана почти в 2 раза, в то время как в центральных жилках количество аскорбиновой кислоты менялось несущественно по сравнению с контрольными растениями витлуфа (табл. 2).

Анализ данных, представленных в таблицах 1 и 2, позволяет предположить, что при освещении этиолированных кочанов витлуфа, в листьях образуется световой предшественник аскорбиновой кислоты, отличающийся по своей химической природе от предшественника, который участвует в ее биосинтезе в темноте. Следует отметить, что у этиолированных растений при пониженной температуре в корнеплодах, листьях и жилках, а у освещенных растений – в корнеплодах и жилках, образуется сравнимое количество аскорбиновой кислоты. В то же время в листьях при освеще-

нии лампой ЛФУ – 30 при температуре + 6 °С синтезируется дополнительно до 50 % аскорбиновой кислоты по сравнению с темновым контролем, а при температуре + 24 °С дополнительная прибавка содержания аскорбиновой кислоты составила до 30 %.

Таблица 2. Содержание аскорбиновой кислоты, сухого вещества и нитратов в отдельных органах растения цикория салатного витлуф при температуре + 6 °С без досвечивания и при досвечивании лампой ЛФУ - 30 через 12 суток от начала досвечивания (ВНИИССОК 2010)

Варианты	Аскорбиновая кислота, мг%	Сухое вещество, %	Нитраты, мг/кг
Контроль (темнота)			
Корнеплоды	5,28	12,90	-
Листья	7,04	7,22	43,0
Центральная жилка	5,28	4,89	77,0
Досвечивание лампой ЛФУ - 30			
Корнеплоды	6,16	16,89	-
Листья	14,08	5,71	41,0
Центральная жилка	5,28	5,28	44,0

Стимулирование светом образования аскорбиновой кислоты можно связать с развитием неспецифического окислительного стресса в условиях пониженной температуры (+ 6 °С) и света. В литературе активно обсуждаются протекторные функции низкомолекулярных антиоксидантов, в том числе восстановленной формы аскорбиновой кислоты, а также простых и сложных углеводов, которые накапливаются в растениях в значительном количестве при пониженной температуре.

Уровень накопления углеводов в корнеплодах и листьях растений цикория салатного существенно различался в зависимо-

сти от температуры выращивания и световых условий (табл. 3). При этом суммарное содержание сахаров в этих органах у растений, выращенных при температуре + 6 °С независимо от освещения или его отсутствия, было в 2 – 4 раза выше, по сравнению с контрольными растениями (+ 24 °С).

В корнеплодах величина отношения простых сахаров к сложным изменяется от 5 до 0,3, что свидетельствует о преимущественном накоплении простых сахаров у растений , выращенных при + 24 °С и освещении лампой ЛФУ – 30, тогда как снижение температуры при тех же условиях освещения, приводит к резкому возрастанию сложных углеводов. В листьях кочанов витлуфа накапливаются преимущественно простые сахара, содержание которых в 3 – 4 раза больше, чем сложных углеводов.

Таблица 3. Содержание сухих веществ, простых и сложных сахаров в зависимости от температуры выращивания и 12 суток досвечивания растений цикория салатного (ВНИИССОК 2010)

Вариант	Сахара, %		Сухое вещество, %
	Простые	Сложные (сумма)	
Досвечивание лампой ЛФУ - 30 при t = + 24 °С			
Корнеплод	2,72	3,42	8,24
Листья	1,64	2,02	7,71
Без досвечивания при t = + 6 °С			
Корнеплод (контроль)	4,11	7,94	12,90
Листья (контроль)	4,34	5,68	6,42
Досвечивание лампой ЛФУ - 30 при t = + 6 °С			
Корнеплод	3,42	12,55	16,89
Листья	5,03	6,18	5,35

Существенное повышение содержания сложных углеводов в корнеплодах, а простых сахаров в листьях растений витлуфа, нахо-

дившихся под лампой ЛФУ при температуре + 6 °С, может свидетельствовать о их защитной функции в условиях низкой положительной температуры.

Выводы

Дополнительное освещение в течение 3 – 4 суток этиолированных листьев кочанов растений цикория салатного витлуф лампой ЛФУ – 30, спектр которой обогащен синим светом, увеличивает содержание аскорбиновой кислоты, сухих веществ в 1,5 – 2 раза, что позволяет получить функциональный пищевой продукт.

Существенное повышение содержания аскорбиновой кислоты и простых сахаров в листьях, а сложных углеводов в корнеплодах в условиях пониженной температуры свидетельствует об их специфической протекторной функции в этих органах.

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ЦЕННЫХ ГЕНОТИПОВ ЛУКА ПОРЕЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР

Э.А.Гончарова[1], Г.Т.Прокопенко[1], С.В.Цымлякова[2]

[1]Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И.Вавилова, г. Санкт-Петербург, Россия
тел. (812) 314-22-34, e-mail: e.goncharova@vir.nw.ru
[2]Кафедра физиологии и биохимии ЛСХИ, Санкт-Петербург

Устойчивые растения при неблагоприятных условиях дают меньшую, но максимально возможную продуктивность, тогда как неустойчивые, отличающиеся высокой продуктивностью, в экстремальных условиях снижают ее. С другой стороны, эндогенными факторами снижения продуктивности растений являются особенности физиолого-генетических систем – адаптивности, аттракции, длительности этапов онтогенеза и т.д. Для многих овощных культур, такие взаимодействия изучены еще далеко не полно.

Среди ценных овощных культур, перспективной для выращивания в условиях Северо-Западного региона России, является лук порей. Он широко используется в пищу в свежем виде в течение 8-9 месяцев, а также для технической переработки – замораживания, сушки, консервирования. Высокая сохраняемость расте-

ний в хранилище обуславливает возможность использования продукции в зимне-весенний период.

Недостаточная изученность особенности адаптации лука порея к различным погодно-климатическим условиям выращивания и зачастую отсутствие сортов, отвечающих требованиям современного производства, тормозят внедрение и широкое использование этой ценной культуры. Поэтому не вызывает сомнения необходимость изучения биологического и адаптивного потенциала генофонда лука порея с целью расширения его сортимента в Северо-Западном регионе России. Последнее возможно за счет вовлечения в практическое использование и селекцию источников высокой продуктивности, качества, а также высокой адаптивности к разным условиям вегетации и зимнего хранения.

Для проведения исследований были привлечены из мировой коллекции ВИР сорта лука порея, представляющие мировое разнообразие этой культуры (140 сортов из стран Европы, Азии, Америки и Австралии); из них в регулируемых условиях (теплица, фитотрон) объектами для физиолого-биохимического изучения служили 7 сортов различного эколого-географического происхождения и практического использования: Карантанский (к-2001, Россия), Kilima (к-2297, Нидерланды), Кявар (к-2319, Азербайджан), Alaska (к-2509, Нидерланды), Varna (к-2515, Нидерланды).

Изучение биохимических особенностей лука порея показало, что в период уборки урожая содержание сухого вещества и сахаров в ложном стебле было в 1,5-2 раза больше, чем в листьях, а аскорбиновой кислоты – меньше, почти в 2 раза. Показано, что растения лука порея практически не накапливали нитратов; их содержание в листьях составило – 0,34-7,91 мг/%, а в ложном стебле – 0,05-3,44 мг/%.

При зимнем хранении (в соответствующих условиях) было установлено, что за счет дыхания и других процессов жизнедеятельности, количественное содержание ценных питательных веществ в растениях значительно изменилось: в листьях уменьшилось содержание сухого вещества на 4-13%, суммы сахаров – на 4-37%, аскорбиновой кислоты – на 31-72%; в ложном стебле снизилось содержание сухого вещества на 15-47% и суммы сахаров – на 25-54%. Содержание аскорбиновой кислоты в ложном стебле при длительном хранении (150 сут.) увеличилось на 21-33%, а в другой

период хранения, наоборот, уменьшилось на 28-44%, что зависило от условий вегетации растений.

Проведена оценка селекционно-значимых признаков лука порея по критерию урожайности методом статусметрии, а также выделены источники высокой продуктивности, адаптивности и качества.

ИЗУЧЕНИЕ ПЕКТИНОВОГО КОМПЛЕКСА НОВЫХ СОРТОВ ТОМАТА

М.В. Гурин

Институт овощеводства и бахчеводства НААНУ,
Харьков, Украина, тел. (057) 748-91-91, e-mail: fenotip@mail.ru

Пектиновые вещества являются компонентами клеточных стенок растений, входя в полисахаридный комплекс вместе с клетчаткой, гемицеллюлозой и, таким образом, создавая механический «скелет» клетки. Подвергаясь ферментативным превращениям в процессе роста и развития плодов, они играют основную роль в их созревании, чем привлекли внимание селекционеров в плане повышения товарных качеств плодов в связи с их транспортировкой и механизированной уборкой. На волне экологизации земледелия и популяризации здорового питания в последние годы вскрылись диетические и лечебно-профилактические свойства пектиновых веществ. Эти свойства обусловлены способностью молекул пектинов связывать ионы поливалентных металлов, оказывая детоксицирующее действие на организм (Братан Л.И. и др., 2001; Комиссаренко С.Н. и др., 1998; Тамова М.Ю. и др., 1996; Новосельская И.Л. и др., 2000). Кроме этого, пектины оказывают антимикробное действие на некоторые микроорганизмы (Меньшиков Д.Д. и др., 1997), а также улучшают перистальтику кишечника и усвоение пищи, нормализуя обмен веществ и снижая уровень холестерина в крови за счёт улучшения его метаболизма в печени (Красноштан С.К., 1998).

В этой связи имеет значение улучшение товарных качеств плодов томатов за счёт повышения содержания пектиновых веществ, что одновременно повышает их питательную ценность.

В Институте овощеводства и бахчеводства НААНУ за последние годы было создано 7 сортов: Иришка, Сэвэн, Элеонора,

Астероид, Чайка, Дама, Алтей; и 3 гибрида томата для открытого грунта: Святослав F_1, Шевалье F_1, Сандра F_1.

Изучение пектинового комплекса сортов томата в течение 2006-2008 гг. показало, что наибольшим содержанием общих пектиновых веществ отличался сорт Элеонора (407 мг/100 г). Содержание пектиновых веществ у культурных сортов томата составляет 0,12-0,39 мг/100 г (Жученко А.А., 1973), что позволяет отнести сорт Элеонора к высокопектиновым. Повышенным содержанием общих пектиновых веществ отличились сорта Иришка (351 мг/100 г), Сэвэн (325 мг/100 г), Дама (312 мг/100 г), Алтей (345 мг/100 г), гибрид Сандра F_1 (323 мг/100 г). Сорта Астероид, Чайка и гибриды Святослав F_1, Шевалье F_1 имели средний уровень содержания общих пектиновых веществ (271-298 мг/100 г).

Фракция нерастворимых пектиновых веществ (протопектина) и скорость перехода в растворимый пектин определяет товарные качества плодов, их физико-механические свойства, консистенцию мякоти. По содержанию протопектина выделились сорта Элеонора (211 мг/100 г), Сэвэн (173 мг/100 г) и гибрид Сандра F_1 (168 мг/100 г). Наибольший процент протопектина по отношению к общим пектиновым веществам имели сорта Сэвэн (53 %), Элеонора (52 %), Чайка (55 %), гибрид Сандра F_1 (52 %). Остальные образцы находились на уровне 37-48 % и содержали 100-166 мг/100 г протопектина.

Следует отметить, что не всегда высокий уровень протопектина определяет высокие товарные качества плодов. Так сорт Дама отличается прочными плодами, однако содержит 146 мг/100 г протопектина или 47 %. Этот факт может объясняться повышенным содержанием других полисахаридов – клетчатки, гемицеллюлоз. Выделяется также сорт Чайка. Имея высокий процент протопектина (55 %), он содержит средний уровень общих пектиновых веществ – 272 мг/100 г, но имеет хорошие прочностные свойства. Данный факт может объясняться также повышенным содержанием других полисахаридов и/или низкой ферментативной активностью полигалактуронызы и пектинметилэстеразы плодов.

В связи с этим, предпочтение следует отдавать сортам, которые на фоне высокого содержания протопектина (более 50 % общих пектиновых веществ) имеют высокое содержание общих пектиновых веществ (350-450 мг/100 г), особенно в селекции сортов и

гибридов томата для индустриального возделывания и механизированной уборки урожая. Среди изученных образцов в комплексе выделились сорта Элеонора и Сэвэн, а также гибрид Сандра F_1.

Таким образом, выделенные сорта томата на фоне повышенной питательной ценности за счёт пектиновых веществ обладают высокими товарными качествами плодов.

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИСАХАРИДОВ

Е.В. Денисова, С.Ф. Андрусенко

ГОУ ВПО «Ставропольский государственный университет», г. Ставрополь, Россия, тел. 8 (8652) 353033, e-mail: den_ev@mail.ru

Современное направление биотехнологической промышленности и фармхимии, учитывая увеличение аллергизации населения при использовании синтетических препаратов, нацелено на необходимость расширения использования нетрадиционных сырьевых источников для производства пищевых добавок, компонентов фармпрепаратов, получения сложных биологически активных веществ пищевого и медицинского назначения.

За последние десятилетия накоплено достаточно большое количество данных о противоопухолевых, антимикробных, противовирусных, фармакологических, антиоксидантных, антисептических, иммуномодулирующих, антитромбических и других свойств полисахаридов [2, 4].

Большинство полисахаридов при переработке растительного и животного сырья отбрасывается и не используется. Поэтому исследование зависимости биологической активности от химического строения этого класса соединений для разработки различных фармпрепаратов является актуальным [1].

Объектами нашего исследования являлись два типа полисахаридов. Это пектины – биополимеры, по химической структуре близкие к гемицеллюлозам, присутствующие в растворимой и нерастворимой формах практически во всех надземных растениях. А также галактоманнаны –гетерополисахариды, состоящие из остатков галактозы и маннозы в разных соотношениях, запасные углеводы, составляют основную часть эндосперма семян растений

семейства бобовых. Оба класса полисахаридов применяются в пищевой, косметической промышленности и фармации.

Обработка данных эксперимента проводилась с применением дробного многофакторного эксперимента с помощью программ статистического комплекса «Statistika-5» [13], кратность опытов n = 3-6, коэффициент вариации во всех случаях не превышал 10%.

На первом этапе получили яблочный пектин и галактоманнан из рожков гледичии трехколючковой.

Для оценки антиоксидантного действия полисахаридов готовили модельную систему, состоящую их спиртового раствора фосфолипидных липосом (ФЛ), подвергаемых индуцированному окислению раствором сульфата меди в диапазоне концентраций 5; 7,5 и 10 mM в присутствии выделенных полисахаридов. Оценку уровня перекисного окисления липидов (ПОЛ) проводили фотометрическим методом по реакции карбонильных соединений с 2,4-динитрофенилгидразином (2,4-ДНФГ).

Предварительными исследованиями было выявлено, что при следующих соотношениях реакционных компонентов происходит максимальное накопление продуктов ПОЛ: ФЛ и 5 мМ раствор Cu^{2+} 3 : 1. ФЛ и 7,5 мМ раствор Cu^{2+} 4 : 1. ФЛ и 10 мМ раствор Cu^{2+} 5 : 1. Данные оптической плотности и трехмерные графики полученной зависимости представлены на рисунке 1.

Динамику накопления продуктов ПОЛ отслеживали в течение 3 часов следующим образом. Раствор ФЛ смешивали в пробирках в соотношениях от 8 : 1 до 1 : 1 с водным раствором Cu^{2+} переменной концентрации. 1% растворы полисахаридов добавляли в выбранные системы в объеме от 0,1 до 2 мл.

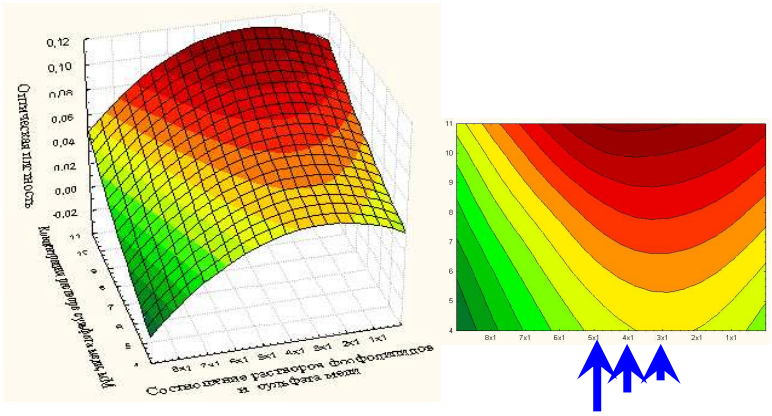
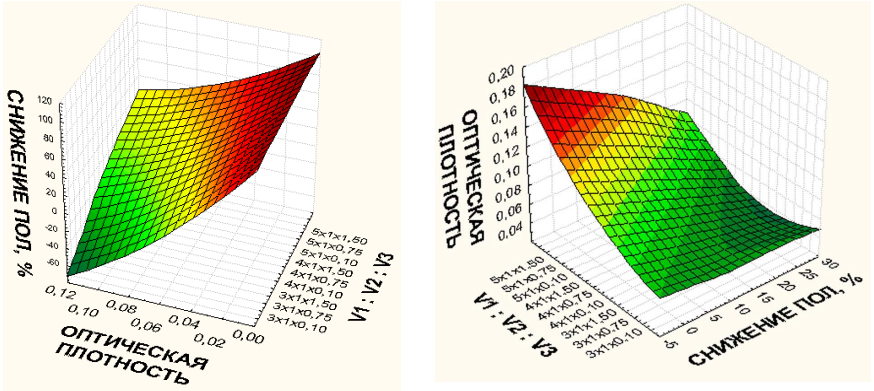


Рисунок 1 –Оптическая плотность модельной системы

Пектин – снизил уровень ПОЛ в среднем на 70,39% (рис. 2, А). Галактоманнан - снизил уровень перекисного окисления в среднем на 20,89% (рис. 2, Б).



А Б

Рисунок 2 –Антиоксидантный эффект полисахаридов

Список используемой литературы

1. Араратян Э.А., Мусаелян М.С., Манучарян М.А., Мкртчян С.Л. Перспективы изыскания антиоксидантов – адаптогенов растительного происхождения // Перекисное окисление липидов в

норме и патогенезе различных заболеваний: Сб.научных трудов – Ереван: Айастан, 1988. – С. 24-26.
2. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К. и др. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты. – М.: Слово, 2006. – 556 с.
3. Severian D. Polysaccharides in medicinal chemistry. –Marcel: Dekker Inc, 1996. – P. 545-574.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЯКОНА КАК ОБОГАЩАЮЩЕЙ ДОБАВКИ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Дерканосов Н.И.[2], Гинс М.С.[1], Гинс В.К.[1] , Кононков П.Ф.[1], Шеламова С.А.[3]

[1] ВНИИССОК, г. Москва, Россия
[2] Воронежский филиал ГОУ ВПО «РГТЭУ», г. Воронеж, Россия, (4732) 527739, kommerce05@list.ru
[3] ГОУ ВПО «ВГТА», г. Воронеж, Россия, (4732) 555557, shelam@mail.ru

В работе исследованы перспективы применения якона в качестве обогащающей добавки в технологии хлеба.

В исследованиях использовали корнеплоды якона сорта Юдинка, полученные из Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур (г. Москва), урожая 2008-2009 гг.

Получение порошкообразного полуфабриката осуществляли путем конвективной сушки предварительно вымытых и разрезанных на пластины корнеплодов якона с последующим измельчением до гранулометрии 0,5 мм. Пюре из якона получали протиранием через сито с диаметром ячеек не более 0,4 мм предварительно очищенных от минеральных и растительных примесей и обработанных паром в течение 15-20 мин корнеплодов якона.

Характеристика порошкообразного полуфабриката якона в сравнении с пюре якона представлена в табл. 1. Как показали результаты исследования, порошкообразный полуфабрикат якона имеет более приемлемый для хлебобулочных изделий цвет, выраженный сладкий вкус.

Таблица 1

Характеристика продуктов переработки якона

№ п/п	Наименование показателя	Характеристика	
		пюре из якона (урожая 2003 г.)]	порошкообразного полуфабриката якона (урожая 2008, 2009 г.)
1	Массовая доля влаги, %	82,0±1,0	7,1±0,1
	Массовая доля, % на СВ		
2	белка	5,6±0,1	3,8±0,08
3	жира	2,1±0,04	1,3±0,03
4	углеводов	87,8±1,2	89,1±1,2
	в том числе		
5	инулина	42,1±0,8	46,6±0,8
6	глюкозы	5,9±0,1	4,8±0,1
7	фруктозы	31,8±0,6	25,8±0,5
8	сахарозы	4,3±0,08	3,1±0,06
9	клетчатки	3,7±0,06	3,1±0,05
10	золы	3,4±0,06	4,7±0,8
	Содержание, мг/100 г СВ		
11	кальция	96±2,0	237±4,4
12	фосфора	102±2,0	215±4,2
13	магния	84±2,0	116±2,0
14	калия	2215±30,0	Не опр.
15	железа	9,1±0,2	11,6±0,2
16	цинка	Не опр.	0,58±0,01
17	марганца, мкг/100 г	Не опр.	215±4,2
18	меди, мкг/100 г	Не опр.	82±2,0

В пересчете на сухое вещество отличается большим содержанием инулина и клетчатки, что естественно связано не с технологией их получения, а особенностями химического состава кор-

неплодов урожая 2003 и 2008 и 2009 гг. При этом сохраняется общая тенденция высокого содержания инулина, фруктозы, клетчатки и золы, что подтверждает целесообразность применения продуктов переработки якона в технологии хлеба. В то же время, полученные результаты показали сложность реализации функционального обогащения хлеба посредством внесения в рецептурный состав пюре якона, так как оно содержит всего 18 % сухих веществ, и, соответственно, 7,5 % инулина, 5,7 фруктозы. Установленная в проведенных ранее исследованиях оптимальная дозировка пюре якона – 10-15 % к массе муки в жидкой ржаной закваске не дает основание ожидать функционально обогащающего эффекта.

Соответственно, при проведении исследований, связанных с направленным обогащением хлебобулочных изделий, в качестве продукта переработки якона был выбран порошкообразный полуфабрикат.

Для подтверждения пребиотических свойств якона была проведена серия модельных опытов, в которых были сделаны посевы на агаризованные среды с солодовым суслом массовой долей сухих веществ 12 % (контроль), экстрактом из якона (опыт). В качестве источника МКБ использовали лактобактерин (Р № ЛС-002098 от 13.10.2006) – сухой лиофилизат, представляющий микробную массу лактобактерий штаммов Lactobacillus plantarum 8P-A3, L. plantarum 38, L. fermenti 90T-C4, L. fermenti 39. Посевы молочнокислых бактерий инкубировали при 37 ^{o}C в течение 3 суток. (рис.1)

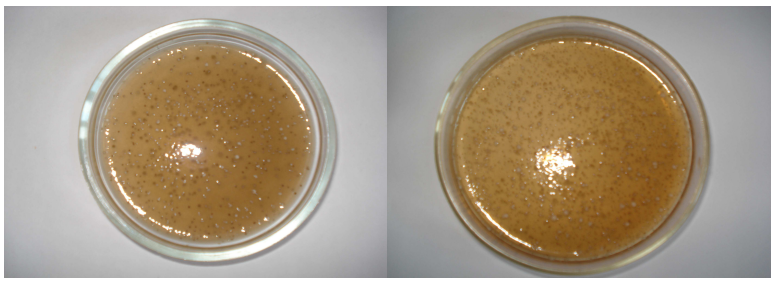


Рис. 1. Посев МКБ на сусло-агаре и экстракт-агаре (опыт)

Как показали результаты исследования, среда на основе экстракта якона по источникам питания для роста и развития МКБ не

уступает солодовому суслу. Исходя из определения пребиотика, как вещества с избирательной стимуляцией роста и/или повышением биологической активности нормальной микрофлоры кишечника, можно предположить, что якон обладает пребиотическими свойствами. Комплекс проведенных органолептических, физико-химических, микробиологических исследований подтвердил целесообразность применения порошка якона в технологии хлеба.

Литература

1. *Малютина, Т.Н.* Разработка модифицированных технологий жидкой ржаной закваски со стабильными показателями [Текст]/Т.Н. Малютина. Автореф. дисс. …канд. техн.наук. – Воронеж, 2005. – 22 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЯКОНА В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Дерканосова Н.М., Дерканосов Н.И.

Воронежский филиал ГОУ ВПО «РГТЭУ», г. Воронеж, Россия, (4732) 527739, kommerce05@list.ru

Обогащение рациона питания населения России качественными, безопасными и сбалансированными по составу продуктами является одним из основных направлений социальной политики государства. Учитывая исторически сложившуюся высокую долю зерномучной группы в потребительской корзине населения Российской Федерации, существенную роль играют исследования в области проектирования рецептурных составов и технологий новых видов хлебобулочных изделий, в том числе обогащенных физиологически функциональными ингредиентами.

Целью настоящих исследований явилась разработка технологии обогащения хлебобулочных изделий продуктами переработки якона.

В исследованиях использовали корнеплоды якона сорта Юдинка, полученные во Всероссийском НИИ селекции и семеноводства овощных культур проф. Коноковым П.Ф., Гинс М.С., Гинс В.К. , , урожая 2008-2009 гг.

В результате комплекса исследований теоретически обоснована и экспериментально доказана целесообразность повышения потребительских свойств обогащенного хлеба посредством использования продуктов переработки якона:

- выявлены потребительские предпочтения жителей г. Воронежа в отношении обогащенных хлебобулочных изделий. Обоснован выбор хлеба из пшеничной и смеси ржаной и пшеничной муки как объекта обогащения физиологически функциональными ингредиентами. В качестве последнего приняты пищевые волокна в составе якона. Установлено, что критерием разработки новых обогащенных видов изделий должны быть такие потребительские свойства, как вкус, запах, форма и др.;

- на основе комплексного подхода к изучению продуктов переработки якона выявлены особенности химического состава и потребительских свойств. В порошкообразном полуфабрикате якона установлена безопасность и высокое содержание физиологически функциональных ингредиентов: инулина, клетчатки, кальция, железа. Исследованиями влияния якона на рост и развитие молочнокислых бактерий показано его пребиотическое действие;

- изучены кинетика набухания и гидрофильные свойства порошкообразного полуфабриката якона. Установлено, что процесс набухания порошкообразного полуфабриката якона носит экзотермический характер. Изменение температуры в главном периоде калориметрирования находится в обратной пропорциональной зависимости от гранулометрии частиц, максимальная степень набухания в прямой от температуры. Кинетика процесса набухания описывается уравнением первого порядка. Масса воды связанной порошкообразным полуфабрикатом якона составляет 0,20 г/г;

- разработаны научно обоснованные рецептуры и технологические параметры приготовления обогащенных хлебобулочных изделий с яконом. Определены рациональные дозировки порошкообразного полуфабриката якона – 3,5-7,0 % в хлеб из пшеничной сортовой и 8,5 % из смеси ржаной и пшеничной муки;

- установлено улучшающее действие порошка якона на потребительские свойства хлебобулочных изделий, в том числе содержание ароматобразующих веществ на 14,9-38,8 % для пшенич-

ного и 20,0 % для ржано-пшеничного хлеба. Введение в рацион питания хлеба с яконом позволит удовлетворить суточную потребность в пищевых волокнах – на 34,1 и 42,4 %, железе – на 23,1-41,6 и 36,8-66,2 %, селене – 34,9-44,8 и 20,9-26,6 % соответственно для пшеничных и ржано-пшеничных изделий;

- квалиметрическая модель оценки потребительских свойств изделий усовершенствована применительно к обогащенным хлебобулочным изделиям. Реализация разработанной квалиметрической модели позволила подтвердить целесообразность технологии хлеба с яконом: обобщенный показатель потребительских свойств хлеба пшеничного с яконом в дозировке 7 % составил 1,101, ржано-пшеничного с яконом в дозировке порошкообразного полуфабриката 8,5 % – 1,163;

- разработан метод прогнозирования вероятности положительной реакции потребителей на новый вид изделия на основе моделей множественного упорядоченного выбора. С использованием нормированных оценок отобранных из торговли образцов хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки построена логит-модель вероятности уровня успешности изделия. Сделан вывод о благоприятном прогнозе реакции потребителя на хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки с яконом;

- определены регламентируемые уровни показателей качества, положенные в основу разработанной нормативной документации на новые виды изделий - СТО 41204708-001-2010, РЦ 41204708-001-2010 «Хлеб пшеничный с яконом», СТО 41204708-002-2010, РЦ 41204708-002-2010 «Хлеб ржано-пшеничный с яконом».

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ КЛУБНЕОБРАЗОВАНИЯ У РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ КАРТОФЕЛЯ *in vitro*

А.Н. Дерябин, Е.А. Бураханова

Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, г.Москва, Россия, т.8-499-2318326, e-mail: anderyabin@mail.ru

Микроклубни картофеля, получаемые *in vitro*, используют в качестве посадочного материала в семеноводстве на безвирусной основе. В обзорах последних лет [Дерябин, Юрьева, 2010; Ewing, Struik, 1992; Fernie, Willmitzer, 2001] подробно изложено влияние трофических и гормональных факторов на этапы клубнеобразования. С развитием биотехнологии остается актуальной проблема качества и выравненности по физиологическому возрасту микроклубней. Мы предположили, что при помощи низкой температуры, как стресс-фактора, снижающего интенсивность митотического деления, можно синхронизировать клеточные деления в пазушных меристемах исходных стеблевых эксплантов и добиться одновременности начала отдельных этапов клубнеобразования [Дерябин, Юрьева, 2008; Юрьева, Дерябин, 2008]. Нами было показано, что у стеблевых эксплантов, подвергнутых холодовой экспозиции, увеличивается доля синхронно делящихся клеток в пазушных меристемах более чем в 2,5 раза, по сравнению с контролем (без холодовой обработки). Последующий анализ столоно- и клубнеобразования свидетельствовал, что низкотемпературная синхронизация (НТС) клеточных делений в пазушных меристемах эксплантов синхронизировала рост столонов и способствовала получению выровненных по физиологическому возрасту микроклубней.

Цель настоящей работы состояла в исследовании влияние низкотемпературной экспозиции стеблевых эксплантов двух генотипов картофеля, различающихся углеводным метаболизмом, на столоно- и клубнеобразования *in vitro*. В работе использовали нетрансформированные растения картофеля (*Solanum tuberosum* L., cv. Desiree) (контроль) и трансформанты со встроенным геном инвертазы дрожжей (*inv*), находящимся под контролем клубнеспецифичного промотора пататина B33 класса I и содержащим последовательность лидерного пептида ингибитора протеиназы II для обеспечения апопластной локализации фермента (B33-*inv* растения). Растения были предоставлены сотрудниками Лаборатории сигнальных систем контроля онтогенеза им. акад. М.Х. Чайлахяна ИФР РАН и Max Planck Institute of Molecular Plant Physiology (Golm, Germany), за что авторы выражают им свою благодарность.

Материалом для исследований служили стеблевые экспланты с одной пазушной почкой и листом, взятые из средней части 4-5 недельных асептических растений. Столонообразование индуци-

ровали посредством культивирования эксплантов в темноте на жидкой безгормональной среде Мурасиге-Скуга, содержавшей 2 % сахарозы (МС-среда). Синхронизацию клеточных делений в пазушных меристемах проводили сразу после черенкования растений посредством низкотемпературной (7°С) экспозиции стеблевых эксплантов в МС-среде в течение 24 ч. Клубнеобразование индуцировали на 7 сутки заменой МС-среды на аналогичную, но содержавшую 8 % сахарозы (МС2-среда). Культивирование проводили стационарно, с пассивным расположением эксплантов на дне сосудов, в условиях непрерывной темноты при 20 ^{o}С *in vitro*. В каждый сосуд помещали по 10 эксплантов и добавляли по 4 мл среды. С целью улучшения морфометрических характеристик микроклубней через 3 недели после индукции клубнеобразования проводили замену МС2-среды на аналогичную [Дерябин, Юрьева, 2011]. В период столоно- и клубнеобразования проводили анализ содержания сахаров в питательной среде. Содержание сахарозы и фруктозы определяли резорциновым методом [Туркина, Соколова, 1971], глюкозы - глюкозооксидазным методом, используя набор биохимических реагентов «Агат-Глюкоза» (Россия). По окончании клубнеобразования (70 сут) проводили анализ содержания сахаров в микроклубнях и определяли степень их физиологической зрелости: а) визуально - по состоянию кожуры (кожура светло-коричневая, сетчатая, опробковевшая - зрелые микроклубни; кожура белая, гладкая - незрелые микроклубни); б) по методу [Sasher, Iritani, 1982], основанному на восстановлении 2,3,5-трифенилтетразолий хлорида (ТТХ) в тканях с образованием соединения красного цвета - формазана. Для этого микроклубни разрезали строго вдоль по центральной оси и помещали на 2 ч в 0,5 % водный раствор ТТХ ("Sigma", США). Если реакция восстановления ТТХ была более интенсивной в базальной части, чем в апикальной, то микроклубни считали физиологически зрелыми.

Анализ культуры столонов, проведенный на 7 сут культивирования показал, что предварительная низкотемпературная экспозиция эксплантов синхронизировала рост столонов только у контроля и не влияла на синхронность столонообразования у В33-*inv* растений.

По окончании эксперимента (на 70 сут) объем МС2-среды в культуральных сосудах уменьшился, в среднем, на 75 %. Прини-

мая во внимание, что после автоклавирования часть сахарозы распадается на глюкозу и фруктозу, необходимо отметить, что по завершению опыта во всех вариантах сахароза в питательной среде не обнаруживалась. При этом концентрация глюкозы составляла 1,5-1,8 %, а фруктозы – в 5-6 раз больше, особенно у В33-*inv* генотипа в варианте без НТС. Следовательно, основная транспортная форма сахаров – сахароза не только интенсивно поглощалась и использовалась на синтез крахмала в микроклубнях, но и активно распадалась за счёт работы кислой нерастворимой формы инвертазы культуры столонов.

Морфометрический анализ микроклубней свидетельствовал об увеличении у обоих генотипов (в варианте с НТС) крупной фракции - диаметром 5 мм и более. При этом В33-*inv* генотип формировал более крупные микроклубни с более высоким содержанием глюкозы, чем контроль. У контроля, в варианте с НТС, микроклубни были крупнее и содержали меньше сахарозы, чем в варианте без НТС и различий по содержанию глюкозы между ними выявлено не было. Микроклубни В33-*inv* растений в варианте с НТС, по сравнению с вариантом без НТС, содержали больше глюкозы. Необходимо отметить, что содержание сахарозы в микроклубнях обоих генотипов не превышало 4 мг/г сырой массы. НТС способствовала снижению в микроклубнях содержания фруктозы, при этом, в большей степени у контроля (в 5 раз).

Визуальный анализ выявил у контроля тенденцию к увеличению в варианте с НТС доли микроклубней со зрелой кожурой. У обоих генотипов микроклубни диаметром более 4 мм имели светло-коричневую, сетчатую кожуру. Тестирование микроклубней по характеру проникновения раствора ТТХ в апикальные и базальные ткани продемонстрировало выравненность по этому параметру микроклубней только контрольного варианта, полученных после НТС. У обоих генотипов все микроклубни диаметром 3-4 мм, согласно визуальной оценки состояния кожуры и ТТХ-методу, показали реакцию незрелых. Микроклубни В33-*inv* генотипа не зависимо от размера и наличия НТС, все показали реакцию незрелых. Мы предполагаем, что это связано с более высоким, чем у контроля, содержанием моносахаров. Следовательно, В33-*inv* генотип в условиях *in vitro* не способен к НТС процесса клубнеобразования,

однако формирует более крупные, но физиологически незрелые микроклубни, обогащённые моносахарами, в отличие от контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дерябин А.Н., Юрьева Н.О. Синхронизация процесса клубнеобразования у картофеля *in vitro* посредством синхронизации клеточных делений в пазушных меристемах стеблевых эксплантов // Физиология растений. 2008. Т. 55. № 6. С. 916-920.

2. Дерябин А.Н., Юрьева Н.О. Экзогенная регуляция клубнеобразования у *Solanum tuberosum* L. в культуре *in vitro* (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 3. С. 17-25.

3. Дерябин А.Н., Юрьева Н.О. Образование и морфометрические показатели микроклубней картофеля *in vitro* при разном составе сахаров в среде // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 1.

4. Туркина Н.В., Соколова С.В. Методы определения моносахаридов и олигосахаридов // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 7-34.

5. Юрьева Н.О., Дерябин А.Н. Холодовая предобработка исходных эксплантов как возможный инструмент синхронизации процесса клубнеобразования у картофеля при выращивании в биореакторах // Биотехнология. 2008. № 1. С. 51-56.

6. Ewing E.E., Struik P.C. Tuber formation in potato: induction, initiation and growth // Horticultural Reviews / Ed. Janick J. New York: John Wiley & Sons, 1992. V. 14. P. 89-198.

7. Fernie A.R., Willmitzer L. Molecular and biochemical triggers of potato tuber development // Plant Physiol. 2001. V. 127. P. 1459-1465.

8. Sacher R.F., Iritani W.M. Tetrazolium tests as indicator of tuber physiological age and yield potential. // Am. Potato J. 1982. V. 59. № 12. P. 613-625.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРИБОВ РОДА *TRICHODERMA* В РЕГУЛЯЦИИ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА МЯТЛИКОВЫХ

Е.В. Долинская, Т.И. Голованова, А.Ф. Валиулина

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия,
(391)2448486, ev_dolinskaya@mail.ru

Одним из важных направлений современных исследований является повышение продуктивности растений. Этот показатель зависит от видовой принадлежности растений и определяется рядом внешних факторов, как абиотической, так и биотической природы. Среди многочисленных биотических факторов, регулирующих процесс жизнедеятельности растений, огромное значение принадлежит почвенным микроорганизмам. Следует отметить, что среди них встречаются как фитопатогены, оказывающие отрицательное воздействие, так и микроорганизмы – антагонисты фитопатогенов, оказывающие положительное влияние на растительный организм.

Микроорганизмы – антагонисты фитопатогенов характеризуются рядом положительных эффектов действия на растения, к которым относится способность к фиксации молекулярного азота атмосферы, улучшение водного и минерального питания, синтез веществ гормональной природы, витаминов, предотвращение или уменьшение роста фитопатогенов, благодаря возможности синтезировать вещества бактерицидного и фунгицидного действия.

Одним из распространенных представителей микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов в ризосфере растений являются грибы рода *Trichoderma*. Они являются продуцентами комплекса антибиотических веществ, обладающих высокой физиологической активностью и подавляющих рост целого ряда фитопатогенных грибов и бактерий, что и позволяет им достаточно быстро вытеснять из грунтов или субстратов патогенную микрофлору. В тоже время продукты их жизнедеятельности способны оказывать положительное влияние на целый комплекс физиолого-биохимических

программ, протекающих в растительном организме, в том числе напрямую определяющих формирование урожая.

Цель настоящей работы - исследование действия микроскопических грибов рода *Trichoderma* в регуляции ростовых процессов растений.

В качестве объекта исследования использовали растения различных сортов пшеницы, которые отличались по продуктивности в возрасте от 10 до 30 суток. Растения выращивали в условиях естественного освещения. Температура воздуха колебалась в пределах 25 – 30 ºС, влажность воздуха – 75 ± 3 %. Семена обрабатывали спорами гриба штамма М99/5 *Trichoderma asperellum* путем опудривания до полного насыщения. Титр составлял 10^8. Данный штамм был предоставлен д.б.н. Т.И. Громовых (г. Москва). Контролем служил вариант, где семена не были обработаны спорами исследуемого гриба.

Действие микроорганизмов – антагонистов оценивали по ряду показателей: всхожести и энергии прорастания, по количеству листьев, по площади листовой поверхности, по длине корневой системы и надземной части, по накоплению сухой и сырой биомассы, по накоплению белков и углеводов, по содержанию хлорофилла и влиянию на фотосинтетический аппарат. О влиянии грибов рода *Trichoderma* на фотосинтетический аппарат растений судили по изменению термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции хлорофилла (ТИНУФ). Были проведены исследования по определению кинетических параметров и формы индукционной кривой флуоресценции у растений.

Исследования показали, что грибы рода *Trichoderma* оказывали стимулирующее воздействие на рост и развитие растений пшеницы. Микромицеты увеличивали всхожесть и энергию прорастания семян различных сортов пшеницы. Предпосевная обработка семян спорами данного гриба положительно влияла на физиолого-морфологические параметры пшеницы, независимо от сортовой принадлежности растений. Наиболее четко действие гриба проявлялось на таких показателях, как сырая биомасса и длина надземной части растений. Грибы рода *Trichoderma* оказывали влияние не только на ростовые процессы растений, но и на их развитие. Грибы рода *Trichoderma* могут оказывать непосредственное влияние через экзометаболиты на протекание биохимиче-

ских процессов в растительном организме. Под действием микроорганизмов изменяется содержание белков и углеводов у растений независимо от их сортовой принадлежности.

При исследовании кинетических параметров и формы индукционной кривой флуоресценции значительных отличий у растений, обработанных спорами гриба, от контрольных растений не выявлено. У опытных растений был отмечен более интенсивный захват световой энергии фотосистемой II, а также наблюдалось изменение соотношения гранальных и агранальных структур хлоропластов в сторону увеличения доли относительного содержания хлорофилла в гранальных участках. Отмечено, что фотосинтетический аппарат растений пшеницы, обработанных грибами рода *Trichoderma*, более устойчив к нагреванию. Микробы-антагонисты оказывали положительное влияние и на продуктивность исследуемых растений: под их действием увеличилась общая и продуктивная кустистость, конечная урожайность, масса зерна.

ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА И ОВОДНЕНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В ЗЕЛЕНЫХ ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ

И.А. Дремук, Н.В. Шалыго

ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», Минск, Беларусь, (37517)2842359, e-mail: irinadremuk@yandex.ru

Усиление образования активных форм кислорода (АФК) является одной из специфических реакций растений на действие абиотических стрессоров [1]. Неблагоприятные воздействия внешних факторов, в частности, низкая температура и оводнение, вызывают различное по продолжительности увеличение содержания АФК во многих компартментах растительных клеток.

В настоящей работе изучено накопление общего пула АФК, а также пероксида водорода в зеленых проростках ячменя при совместном действии низкой температуры и оводнения.

В качестве объекта исследования использовали зеленые проростки ячменя (*Hordeum vulgare L.*) сорта Гонар, выращенные при температуре +23°С (±2°С) в режиме 14 ч света (интенсивность 150 мкмоль квантов/(м^2·с)) и 10 ч темноты. Для моделирования совместного действия низкотемпературного стресса и оводнения 5-дневные растения ячменя на 3-е суток (стрессовый период) помещали в холодильную камеру с температурой +4°С и указанным выше фотопериодом и заливали водой до середины колеоптиля, после чего растения возвращали на 3-е суток в нормальные условия выращивания (постстрессовый период). Навески листьев, срезанных выше колеоптиля, брали для исследования перед началом действия стрессора, через 24 и 72 ч после начала действия стресса, а также через 48 ч в постстрессовый период. Основным контролем служили растения ячменя, выращенные в нормальных условиях. В качестве дополнительных контролей использовали растения, находившиеся в условиях низкотемпературного стресса (+4°С) с нормальным водоснабжением, а также растения, находившиеся в условиях оводнения при температуре +23°С.

Показано, что в условиях совместного действия низкотемпературного стресса и оводнения, а также при раздельном действии данных стрессоров содержание общего уровня АФК и пероксида водорода в листьях ячменя увеличивалось. Однако процесс накопления АФК и H_2O_2 более интенсивно проходил при совместном действии низкотемпературного стресса и оводнения.

Так, уже через 1 сутки совместного действия стрессовых факторов общий уровень АФК в проростках ячменя на 52% превышал их уровень в растениях, выращенных в нормальных условиях. В растениях, находившихся в условиях оводнения или выращенных при низкотемпературном стрессе, уровень АФК был выше контроля на 28 и 36% соответственно. С ростом продолжительности стрессовых воздействий (низкая температура + оводнение) содержание АФК возрастало, и через 3 суток общий уровень АФК в таких растениях увеличивался в 2,7 раза по отношению к растениям, выращенным в нормальных условиях. В проростках ячменя, находившихся в условиях оводнения, уровень АФК был выше контроля в 1,6 раза, а в растениях, выращенных при низкотемпературном стрессе – в 2,3 раза. После снятия стрессовых воз-

действий содержание АФК во всех вариантах без исключения снижалось практически до уровня контроля (рис.1 А).

Кривые накопления H_2O_2 в указанных выше вариантах практически повторяли ход кривых содержания общего уровня АФК (рис.1 Б).

Таким образом, совместное действие низкотемпературного стресса и оводнения приводит к накоплению в них общего уровня АФК и пероксида водорода, что обусловлено преимущественно низкотемпературным стрессом. После снятия действия стрессовых факторов содержание АФК в листьях ячменя снижалось и достигало контрольных значений.

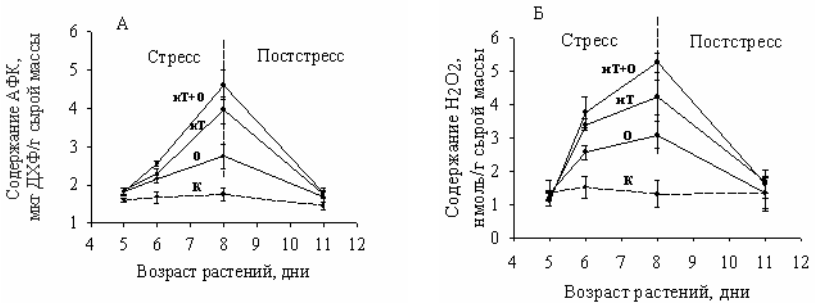


Рис.1. Содержание общего уровня АФК (А) и H_2O_2 (Б) в проростках ячменя, находившихся 3 суток в условиях оводнения (О), низкотемпературного стресса (нТ), совместного действия этих факторов (нТ+О), а также в контрольных растениях (К).
Вертикальная штриховая линия указывает на окончание действия стрессового фактора и начало постстрессового периода

Литература

1. Мерзляк М.Н. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительной клетки. // Итоги науки и техники. Сер. Физиология растений / ВИНИТИ, 1989. Т. 6. С. 1-168.

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Е.В.Дымина[1], И.И.Баяндина[1], Ю.В.Загурская[2], Л.П. Казанцева[3],Н.А.Чеботарева[1], Самойлова Г.В.[4]

[1]ФГОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия, 267-29-32, e-mail: dimina@ngs.ru
[2]Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово, Россия
[3]Алтайский филиал Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ГАБС), п. Камлак, Россия
[4]ГОУ Омский государственный университет, г. Омск, Россия

Новым направлением научных исследований является выращивание лекарственных растений в промышленных регионах. В процессе адаптации к непривычным условиям существования могут происходить изменения в метаболизме основных действующих веществ. Кроме того, на ценность лекарственного растительного сырья влияет величина и степень поврежденности растений, так как она отражается на качестве и продуктивности сырьевой массы. Оценка состояния растений производится по комплексу морфологических и биохимических показателей. Целью наших исследований было определение содержания и соотношения хлорофиллов в листьях.

Объектами наших исследований были три вида травянистых многолетних лекарственных растений: *Hypericum perforatum* L. (зверобой продырявленный), *Leonurus quinquelobatus* Gilib. (пустырник пятилопастной), *Echinacea purpurea* (L.) Moench. (эхинацея пурпурная). Зверобой продырявленный является антидепрессивным средством, пустырник – седативным, а эхинацея пурпурная - имммуномодулятором (Гос. Фармакопея СССР, 1990).

Растения *L.quinquelobatus*, *H.perforatum* и *E.purpurea* были выращены в четырех регионах Западной Сибири рассадным способом из генетически однородных семян.

Содержание хлорофиллов определяли спектрофотометрическим методом (Wintermans, De Mots, 1965). Все полученные дан-

ные статистически обработаны с помощью программ пакета SNEDECOR® (Сорокин, 2009).

Содержание и соотношение хлорофиллов «a» и «b» является показателем темпов роста, продуктивности и устойчивости растений к неблагоприятным факторам. Нами получены различия по содержанию хлорофиллов и их соотношению в выращиваемых лекарственных растениях первого года жизни (табл.1).

Таблица 1. Содержание хлорофиллов и их соотношение в листьях трех видов лекарственных растений

Регион возделывания	Хлорофилл «a», мг/г	Хлорофилл «b», мг/г	Сумма хлорофиллов «a» + «b», мг/г	Соотношение хлорофиллов «a»/ «b»
L. quinquelobatus				
Кемерово	1,200	0,529	1,728	2,260
Камлак	1,267	0,540	1,807	2,347
Новосибирск	1,840	0,785	2,625	2,344
Омск	1,031	0,464	1,496	2,222
$НСР_{05}$	0,286	0,114	0,399	0,099
H. perforatum				
Кемерово	0,980	0,402	1,382	2,441
Камлак	1,081	0,434	1,515	2,491
Новосибирск	0,964	0,404	1,368	2,385
Омск	0,956	0,414	1,370	2,309
$НСР_{05}$	0,104	0,03	0,119	0,245
E. purpurea				
Кемерово	0,656	0,344	1,000	1,911
Камлак	0,412	0,221	0,633	1,864
Новосибирск	0,733	0,408	1,141	1,802
Омск	0,691	0,386	1,077	1,789
$НСР_{05}$	0,028	0,03	0,048	0,134

Наибольшее содержание хлорофиллов «a», «b» и их суммы в листьях *Leonurus quinquelobatus* выявлено в Новосибирске, наименьшее – в Омске. Абсолютные цифры по Кемерово выше, чем в Омске – но математически это отличие не подтверждается. Растения, выращенные в Камлаке (Республика Алтай) имели достоверно большее содержание хлорофиллов, чем растения из Кемерово и

Омска, но меньшее, чем из Новосибирска. Соотношение хлорофилла «a» к «b» было одинаковым у растений, выращенных в Новосибирске и Камлаке. В Кемерово и Омске, наблюдалось достоверное снижение соотношения хлорофилла «a» к «b» по сравнению с растениями, выращенными в Новосибирске и Камлаке.

Известно, что формы с более низким соотношением хлорофилла «a» и «b» потенциально более адаптноспособны, т.е. показывают большую адаптированность к условиям внешней среды (Андриянова, Тарчевский, 2000). По увеличению суммарной степени загрязнения воздушной и водной среды регионы расположились в следующем порядке: Камлак, Новосибирск, Омск, Кемерово. При изучении содержания фотосинтетических пигментов в листьях лекарственных растений, установлено, что антропогенное загрязнение окружающей среды вызывает существенные нарушения в пигментном комплексе (Кириенко, Терлеева, 2009). Возможно, что снижение соотношения хлорофилла «a» к «b» в Омске и Кемерово связано с повышенным загрязнением среды на территории выращивания растений.

В листьях *Hypericum perforatum* наибольшие содержание хлорофиллов «a», «b» и их суммы выявлено в растениях, выращенных в Камлаке. В остальных регионах количество хлорофилла было почти одинаковым. Достоверных различий по соотношению хлорофилла «a» к «b» не получено, хотя наибольшим этот показатель был в Камлаке. Видимо на Алтае наиболее благоприятные условия для выращивания этой культуры.

Количество хлорофилла «a» в листьях *Echinacea purpurea* достоверно снижалось по регионам в направлении: Новосибирск, Омск, Кемерово, Алтай. По сумме хлорофиллов наблюдались такие же различия. Содержание хлорофилла «b» было наибольшим в растениях эхинацеи, выращенных в Новосибирске и Омске. В Кемерово и Камлаке количество хлорофилла «b» было достоверно ниже. Соотношение хлорофилла «a» к «b» в листьях *Echinacea purpurea* достоверно по вариантам не различалась.

Изученные лекарственные растения имеют собственные тенденции к изменению содержания и соотношения хлорофиллов «a» и «b» в зависимости от регионов произрастания. Уменьшение соотношения хлорофиллов «a» к «b» у *L. quinquelobatus* совпадает с увеличением показателей загрязнения окружающей среды в ре-

гионах. Наиболее благоприятные условия для выращивания *H. perforatum* на Алтае. Суммарное количество хлорофиллов у *E. purpurea* , выращенной в Камлаке, в 1,6-1,8 раз ниже, чем в остальных регионах.

Работа поддержана РФФИ (грант №10-04-98011-р_сибирь).

УДК. 631.527.52:635.64

СЕЛЕКЦИЯ ФИЗАЛИСА ОВОЩНОГО — РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Енгалычев М.Р. Кондратьева И.Ю. Мамедов М.И.

ГНУ Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур, Россия, 143080, Московская область, п. ВНИИССОК, тел. (495) 599-24-42 E-mail: vniissok@mail.ru

Дальнейшее совершенствование структуры выращиваемых и потребляемых овощей, расширение их ассортимента за счет внедрения в производство новых овощных культур является одной из актуальных задач овощеводства. Малоизвестной культурой из разнообразия возделываемых пасленовых культур в Нечерноземной зоне России является физалис.

Ряд ценных качеств этого растения – биохимическая ценность, холодостойкость, устойчивость к болезням, достаточно высокая урожайность делают перспективным распространение этого овоща в Нечерноземной зоне России. Среди видов физалиса наиболее распространены: физалис мексиканский, или клейкоплодный, принадлежит к группе овощных физалисов (Phyzalis ixocarpa), и физалис земляничный, или опушенный (Phyzalis pubescens) – из группы ягодных физалисов.

Физалис овощной относится к группе кислых плодов и его желирующая способность определяется не только высоким содержанием пектина, но и оптимальным содержанием сахаров с органическими кислотами. Плоды физалисов играют важную роль как источники витаминов и биологически активных веществ, представляющих интерес в профилактике многих заболеваний.

Создание сортов физалиса овощного различных сроков созревания с высокими вкусовыми и технологическими качествами

представляет большой интерес и для любительского овощеводства, и для массового потребителя свежей и консервированной продукции, который высоко оценит оригинальность и необычность этой культуры.

Работа выполнена в 2009-2010 гг. в лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур ВНИИССОК РАСХН. Растения выращивали на полях Одинцовского района Московской области. Объектами изучения служили 25 образцов физалиса овощного, в том числе дикие виды, коллекционные образцы, селекционные линии полученные в предыдущие годы методом индивидуального отбора. Анализ проводили в трехкратной повторности, по 20 растений в каждой повторности. В работе использовали агротехнические мероприятия стандартные для пасленовых культур. Посев на рассаду проводили 20-22 апреля (кассетная технология), высадку в грунт - 29-30 мая. В период вегетации селекционный материал оценивали по морфологическим и биохимическим показателям.

Детальное изучение исходного селекционного и коллекционного материала дало возможность выделить перспективные образцы физалиса овощного как источники ценных признаков: скороспелости, урожайности, компактного типа растения и хорошего качества плодов.

Оценка образцов физалиса овощного по признакам «число плодов на растении» и «масса плода» показала, что только популяция стандарта Кондитер была более всех выровнена по признаку «масса плода», так как имела низкий коэффициент вариации (C_v=8,04%). Практический интерес для селекции представляют линии 335-1 и 340-1, обладающие наибольшим количеством плодов на растении (33,8 и40 штук), массой плода (100,33 и 70,11 г соответственно) и, как следствие, наиболее высокой урожайностью – 13,05 и 11,01 кг/м^2. При этом коэффициент вариации по изучаемым признакам в данных образцах находился в пределах средней изменчивости (C_V = 11,51-19,14%).

Таблица 1

Изменчивость основных хозяйственно ценных признаков физалиса овощного (2009 год)

Образец	Число плодов на растении, шт.		Масса плода, г		Урожайность, Кг/м^2
	$X_{ср}$±Sx	C_V,%	$X_{ср}$±Sx	C_V,%	
Кондитер,st	28,6±6,65	22,12	39,58±3,18	8,04	4,54
335-1	33,8±5,75	17,01	100,33±14,85	14,80	13,05
340-1	40,0±7,64	19,14	70,11±8,76	12,48	11,51
338-2	39,2±10,44	26,64	54,39±17,12	31,47	8,41
334-1	37,1±14,58	39,30	79,5±16,55	20,81	11,7
339-2	32,4±6,13	21,92	55,93±25,68	45,92	7,28
335-3	36,1±8,02	22,21	61,32±19,88	32,42	8,72
339-1	37,6±4,35	11,57	25,22±3,75	14,91	3,70
334-2	36,5±6,64	18,18	28,29±4,32	15,44	4,00
343-3	33,5±13,35	39,91	37,20±10,58	28,44	4,94
344-2	32,9±16,10	49,14	45,25±15,22	33,63	5,9
342-3	33,9±6,77	19,98	39,78±7,36	18,51	5,33
334-4	35,1±5,04	14,36	31,2±10,12	32,38	4,37
344-3	37,7±7,72	20,47	46,12±19,56	42,42	6,9

Результаты наших исследований показали, что для селекции представляют также интерес перспективные линии 334-1, 339-2 и 335-3. Данная группа образцов также отличалась высокими средними показателями по признакам «число плодов на растении» - 32,4 -37,1 штук и «масса плода» 55,93-79,5г соответственно. Но эти линии характеризовались значительной вариабельностью, так как коэффициент вариации у них находился в пределах высокой изменчивости: C_V = 22,21-39,30% по признаку «число плодов на растении» и 20,81-45,92% по признаку «масса плода». Это указывает на возможность вовлечения данных образцов в селекционный процесс по созданию перспективных сортов физалиса овощного.

Образцы 339-1 и 334-2, коэффициент вариации которых находился в пределах средней изменчивости (C_V =11,57-18,18%), имели более низкую массу плода (25,22-28,29 г) и низкую урожайность – 3,70-4,00 кг/м^2.

В процессе вегетации оценивали также следующие морфологические показатели: высоту растения, форму куста, число листьев на растении, длину, ширину листовой пластинки, форму и

окраску плода, длину вегетационного периода по общепринятым методикам (таблица 2). Перспективные образцы 335-1 и 338-1 являются скороспелыми (длина вегетационного периода 106 и 108 суток), высоту растения 130 и 120см соответственно, раскидистую форму куста, округлую и овальную форму плода.

Таблица 2

Характеристика качественных признаков лучших форм физалиса овощного

Образец	Всходы-созревание, сут.	Высота растения,см	Форма куста	Окраска плода	Форма плода
Кондитер,st	113	95	Полураскидистая	Светло зеленая	Округл.
335-1	106	130	Раскидистая	Светлозеленая	Округл.
340-1	108	120	Раскидистая	Желтая	Овальн
338-2	102	110	Компактная	Желтая	Округл.
334-1	129	90	Полураскидистая	Светлозеленая	Округл.
339-2	108	135	Раскидистая	Желтая	Овальн.
335-3	116	130	Раскидистая	Желтая	Округл.

Биохимические анализы проводили совместно с лабораторией физиологии и биохимии ВНИИССОК по общепринятым методикам: содержание сухих веществ - методом высушивания до постоянной массы, нитратов - потенциометрическим методом, витамина С – йодометрическим методом (Сапожникова, 1966), сахаров – по Мурри.

Вкусовые качества плодов физалиса овощного обусловлены их биохимическим составом, поэтому получение сортов с высоким содержанием аскорбиновой кислоты, сахаров, сухого вещества также является приоритетным направлением. Перспективная линия 335-1 превышает стандарт Кондитер по содержанию витамина С на 5,86 мг/%, сухого вещества на 3,13%, а по содержанию общих сахаров – на 8,36% (рис.1).

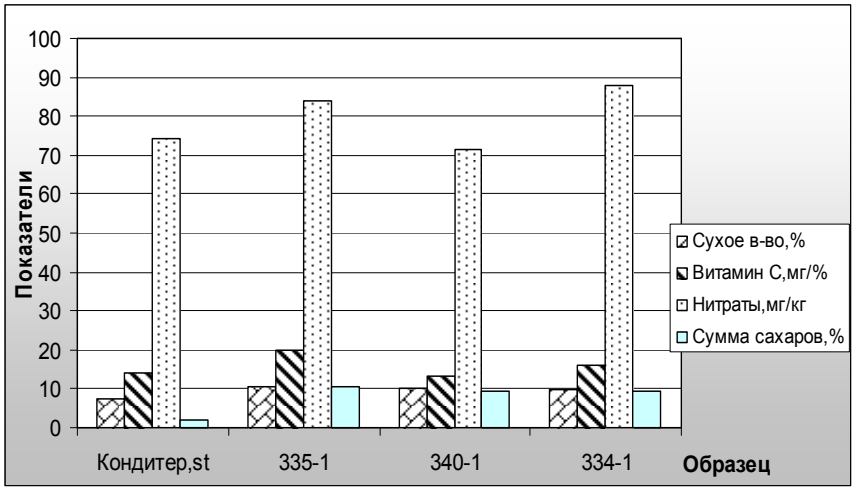


рис. 1 Биохимический анализ перспективных образцов физалиса овощного

Таким образом, по результатам испытания предлагается для передачи в Государственное испытание перспективный сорт физалиса овощного для открытого грунта (335-1), который отличается скороспелостью (106 суток), высокой урожайностью – 13,05кг/м^2, высокими биохимическими показателями и другими хозяйственно ценными признаками.

СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В РАСТЕНИЯХ ПУСТЫРНИКА ПЯТИЛОПАСТНОГО, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ю.В.Загурская[1], И.И.Баяндина[2], О.В. Вронская[1], Л.П. Казанцева[3], Г.В. Самойлова[4]

[1]Учреждение Российской академии наук Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово, Россия (syjil@mail.ru); [2]ФГОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия; Филиал ЦСБС СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад», пос. Камлак, Россия; [4]ФГОУ ВПО Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия

При интродукции растений в процессе адаптации к непривычным для них условиям существования могут происходить изменения в метаболизме основных действующих веществ, поэтому при культивации лекарственных растений основное внимание уделяется изучению их биохимических показателей (Минаева, 1989).

В Российскую Фармакопею XI издания включены пустырник сердечный и пустырник пятилопастный, известные своим выраженным седативным действием (в 2-3 раза сильнее, чем у настойки валерианы). Траву пустырника применяют в качестве лекарственного средства при вегето-сосудистой дистонии, гипертонической болезни (ранние стадии), повышенной возбудимости. Как наружное средство настойку пустырника используют с целью заживления ожогов, отморожений и ран (Государственная фармакопея СССР…, 1990; Пронченко, 2002).

В состав биологически активных веществ пустырника входят флавоноиды, дубильные вещества, сапонины, эфирное масло. Известно, что антиаритмическое и кардиотоническое действие пустырника обусловлено наличием фенольных соединений, в частности флавоноиды *L. quinquelobatus* обладают кардиотоническим и седативным действием (Ritter et al., 2009).

Целью нашей работы было: получить достоверные данные для сравнения показателей содержания фенольных соединений в образцах *Leonurus quinquelobatus* Gilib. из различных регионов Сибири.

Растения *Leonurus quinquelobatus* выращены в 4 регионах Западной Сибири: г. Новосибирск, г. Кемерово, г. Омск и пос. Камлак (Республика Алтай) рассадным способом из генетически однородных семян.

Расхождение по срокам выполнения агротехнических мероприятий во всех регионах было менее 3 суток. Сбор образцов для определения содержания фенольных соединений осуществлялся 14 – 16 сентября 2010 года.

Определение содержания суммы флавоноидов в растениях пустырника осуществляли в пересчете на цинарозид по модифицированной методике Зиэп и Жоховой (2007) после образования комплекса с $AlCl_3$ при длине волны 400 нм (Рис. 1). Определение содержания катехинов и лейкоантоцианинов в пересчете на катехин осуществляли спектрофотометрически после окрашивания раствором ванилина в HCl при длине волны 504 нм (Методы биохимического исследования растений, 1987).

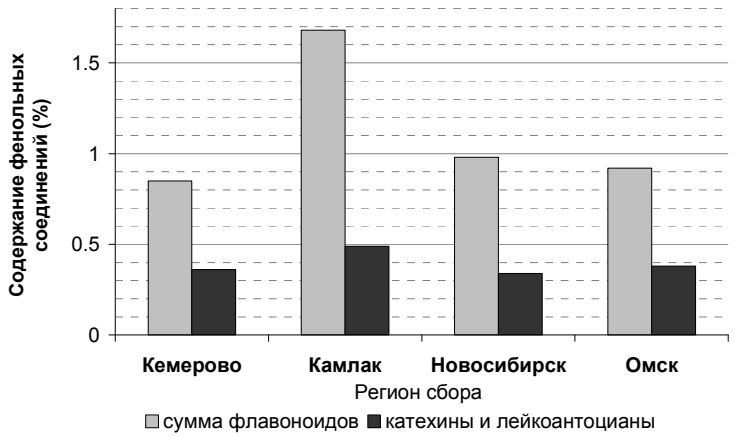


Рис. 1. Содержание флавоноидов в листьях растений *Leonurus quinquelobatus*, выращенных в различных регионах Западной Сибири.

Максимальное содержание суммы флавоноидов обнаружено в листьях растений, выращенных в Камлаке (1,68 %). Оно достоверно отличается от таковых в растениях, выращенных в других регионах. Минимальное содержание флавоноидов оказалось в об-

разце *L. quinquelobatus* из Кемерово (0,85 %), но оно достоверно не отличалось от количества флавоноидов в растениях из Новосибирска (0,98 %) и Омска (0,92 %). Содержание флавоноидов в пустырнике по регионам возделывания уменьшается в следующем порядке: Камлак > Новосибирск > Омск > Кемерово.

Наибольшее содержание катехинов и лейкоантоцианов обнаружено в растениях из Камлака – 0,49 %. Остальные образцы различались незначительно и содержали от 0,34 % (Новосибирск) до 0,38 % (Омск), количество катехинов и лейкоантоцианов в растениях, выращенных на территории г. Кемерово составило 0,36 %.

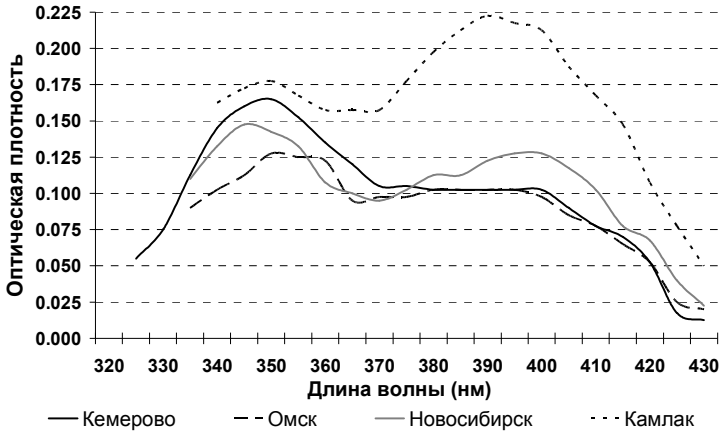


Рис. 2. Спектры поглощения экстрактов (70 % этанол) листьев растений *Leonurus quinquelobatus* первого года жизни в фазе вегетации из различных регионов Западной Сибири с добавлением $AlCl_3$.

Спектры поглощения 70 % этанольных экстрактов листьев растений *Leonurus quinquelobatus* первого года жизни в фазе вегетации характеризуются наличием 2 основных максимумов. Первый пик (345 – 350 нм) преобладает в образцах из Кемерово, Новосибирска и Омска, второй максимум, характерный для этих образцов, приходится на длину волны 400 нм, соответствует максимуму поглощения комплекса цинарозида с $AlCl_3$ и уступает по величине первому. В случае с растениями, выращенными в Камлаке, соотношение значений максимумов поглощения экстрактов листьев

растений *Leonurus quinquelobatus* имело обратный характер, в них преобладал второй пик (Рис. 2), что свидетельствует о различном соотношении содержания флавоноидных компонентов в исследованных образцах.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что растения, выращенные на Алтае, характеризуются наибольшим содержанием фенольных соединений. Сведения о содержании флавоноидов в листьях *Leonurus quinquelobatus* при выращивании в различных регионах Западной Сибири соотносятся с литературными данными о степени загрязнения окружающей среды в исследованных регионах.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №10-04-98011).

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН ОВОЩНОЙ ФОРМЫ СОИ СОРТА ЕЛЕНА

[2]Зведенюк А.П., [1]Гинс М.С., [1]Кононков П.Ф.

[1]Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур РАСХН, Московская область, Россия
[2]Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Тирасполь, Приднестровская Молдавская республика

Культурная соя (*Glicine hispida maximowic* Z.) является прежде всего зернобобовым растением, дающим кроме белка масло, молоко и различные продукты пищевого и кондитерского производства. В Японии и Европейских странах этиолированные проростки сои употребляются в пищу как овощ.

Семена сои используются в перерабатывающей промышленности для получения полноценного белка, дефицит которого велик в современном мире. Помимо этого белок семян сои содержит все незаменимые аминокислоты, что приближает его к белку молока. Белки выделенные из сои широко используются в качестве добавок к различным пищевым продуктам. Поэтому возникает проблема создания овощных форм сои которые бы отличались скороспелостью и высоким содержанием белка.

В Молдавии отселектирован сорт овощной сои Елена. Вегетационный период сои продолжается 110 суток, в бобе содержится до 7 семян, семена зеленоокрашенные более мелкие по сравнению с зерновыми.

Целью работы являлось определение содержания белка и аминокислотного состава, а также биохимического состава семян овощной сои Елена.

Табл. 1 Биохимический состав семян сои (ноябрь 2010 г.)

Простые полифенолы и оксибензойные кислоты	0,47
Конденсированные и полимерные полифенолы	1,05
Si органогенный	0,74
Si растворимый и полимерный	0,32
Липиды (жиры)	3,17
Фосфолипиды	0,94
Сырой протеин (общий N × 6,25)	34,22
Белок (по Лоури)	32,50
Сумма свободных аминокислот	5,1
Сумма свободных сахаров (моно + олиго)	1,94
Крахмал	24,14
Клетчатка	12,22
Общая зольность	7,12

В семенах овощной сои содержание белка составляло от 32,5% до 34,22% (табл.1). Аминокислотный состав белка отличался от состава свободных аминокислот. Среди свободных аминокислот не были обнаружены аланин, аспарагиновая и глютаминовая кислота, цистеин, метионин, пролин, триптофан (табл.2). Фракция свободных аминокислот отличалась высоким содержанием глицина, валина, аргинина и дефицитной незаменимой амино-

кислотой – лизином. Существенно высокое содержание аргинина, который является ценной аминокислотой в терапии диабета, и лизина делает семена сои функциональным пищевым продуктом. В составе белка связанные аминокислоты глютаминовая и аспарагиновая кислоты играют важную роль в белковом метаболизме. В составе белка обнаружены незаменимые серосодержащие аминокислоты метионин и цистеин. В то же время незаменимая аминокислота триптофан в составе белка не была выявлена. Стоит отметить низкое содержание суммы свободных АК (5,1 %).

Табл. 2 Аминокислотный состав семян сои овощной
(% на абсолютно сухую навеску)

аминокислоты	свободные		связанные	
	% от суммы	% от навески	% от суммы	% от навески
Аланин	-	-	7,23	2,4
Глицин	13,72	0,7	6,03	2,0
Аспарагиновая	-	-	8,73	2,9
Глутаминовая	-	-	14,45	4,8
Лизин	13,72	0,7	5,12	1,7
Гистидин	5,88	0,3	2,72	0,9
Треонин	7,84	0,4	5,12	1,7
Цистеин	-	-	2,10	0,7
Метионин	-	-	3,31	1,1
Валин	9,81	0,5	5,12	1,7
Пролин	-	-	3,02	1,0
Триптофан	-	-	-	-
Лейцин	7,84	0,4	5,72	1,9
Изолейцин	1,97	0,1	4,82	1,6
Серин	3,93	0,2	5,12	1,7
Аргинин	17,64	0,9	7,83	2,6
Фенилаланин	9,81	0,5	7,53	2,5
Тирозин	7,84	0,4	6,03	2,0
Сумма	**100**	**5,1**	**100**	**33,2**

В составе семян сои помимо белка обнаружены липиды и фосфолипиды, содержание которых составляло 3,17 и 0,94% соответственно. Относительно низкая величина суммы свободных сахаров (1,94%) при высоком содержании крахмала (24,14 %) свидетельствует о накоплении углеводов в семенах сои. Стоит отметить достаточно низкое содержание клетчатки. О большом накоплении химических элементов в семенах сои свидетельствует величина общей зольности, которая составила 7,12%.

В состав химических элементов входит уникальный элемент кремний, который наряду с кальцием служит, в том числе, и для укрепления клеточных стенок. Достаточно высокое содержание органогенного кремния, связанного с органическими молекулами, в том числе и с белком, указывает, что семена сои способны накапливать кремний в большом количестве и они относятся к кремнефильным растениям [1].

Семена сои сорта Елена содержат антиоксиданты фенольной природы, однако их количество сравнимо, например, с семенами сортов капусты белокочанной, в которой содержание простых фенолов и оксибензойных кислот варьирует в пределах 0,42-0,53%, а количество полимерных и конденсированных полифенолов изменяется в пределах 1,04-1,22%. В семенах не обнаружены флавоноиды, которые обладают широким спектром биологической активности. Однако, по литературным данным белки семян сои также способны проявлять биологическую активность, например, ингибируя рост опухоли[2].

Литература

1. Колесников М.П., Гинс В.К. Содержание кремния во фракциях растительного белка.// Нетрадиционные сельскохозяйственные и декоративные растения. 2010, 1(5), с. 42-45.

2. Киреев Г.В., Наврузов С.Н., и др. Влияние соевых белков на рост перевиваемых опухолей. // Российский Биотерапевтический журнал. 2004, №4, с. 38-40.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЯБЛОК РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ПО МЕТОДУ FRAP

А.В. Зюзина, Н.В. Макарова

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия, (846) 3322069, e-mail: fpp@samgtu.ru

Среди всех методик на определение антиоксидантного действия важное место занимают методики по изучению восстанавливающей силы. Это связано с тем, что процессы окисления эффективно катализируются ионами железа или меди.

Целью наших исследований было изучение антиоксидантной активности по методу FRAP (ferric reducing antioxidant power) яблок различных сортов, выращиваемых на территории Самарской области. Для исследований нами выбраны 3 сорта летних яблок («Мальт», «Монтет», «Конфетное») и 3 сорта осенних яблок («Куйбышевское», «Спартак», «Жигулевка»). Мы исходили из предположения, что разные сорта яблок будут иметь различную антиоксидантную активность и, было бы интересно, проследить разницу в поведении яблок летних и осенних сортов. Для всех сортов яблок мы определяли антиоксидантное действие экстракта сока яблок. Кроме того, для двух сортов: летнего – «Конфетное», осеннего – «Спартак» аналогичные показатели определены и для экстракта мезги яблок. Также в качестве объектов исследования нами были выбраны два яблочных концентрата летних и осенних яблок производства ОАО «Кошелевский посад». Концентраты вызвали наш интерес, т.к. они могут быть основой производства восстановленных яблочных соков.

Сущность метода FRAP заключается в восстановлении комплекса Fe(III)-2,4,6-трипиридил-*s*-триазина в комплекс Fe(II)-2,4,6-трипиридил-*s*-триазин под действием редуктантов по следующей схеме: Fe(III)-L + антиоксидант → Fe(II)-L + окисленный антиоксидант, где L – железо селективный хромогенный лигант 2,4,6-трипиридил-*s*-триазин.

Результаты экспериментального исследования антиоксидантной активности по методу FRAP для яблок и яблочных концентратов представлены на рис. 1.

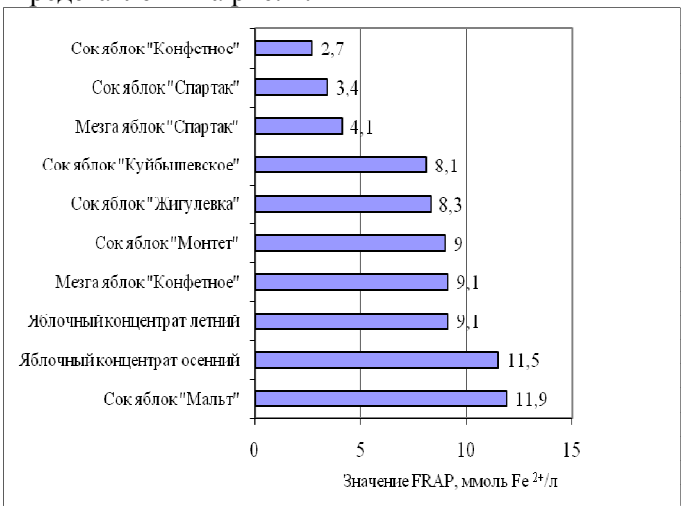


Рис. 1 Восстанавливающая сила (FRAP) для яблок различных сортов и яблочных концентратов

В результате изучения антиоксидантной активности по методу FRAP сока и мезги яблок и асептических концентратов яблочного сока из летних и осенних сортов яблок получены очень интересные результаты. Сок летних сортов яблок («Мальт», «Монтет») имеет более высокие показатели FRAP, чем сок осенних сортов яблок («Жигулевка», «Куйбышевское», «Спартак»). Мезга яблок проявляет большую антиоксидантную активность, чем сок («Конфетное», «Спартак»). Однако, концентрат из сока осенних сортов яблок исходя из результатов испытаний по методу FRAP является лучшим антиоксидантом, чем из сока летних сортов яблок.

Для яблок и яблочных концентратов значения антиоксидантной активности, определенные по методу FRAP превышают в 2-5 раз показатели FRAP для красных вин [1], в 4-10 раз выше, чем для растительных масел (оливкового, рапсового, рисового, подсолнечного, кукурузного) [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Katalinić V., Milos M., Modun D., Musić I., Bodan M.** Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-catechin. // Food Chemistry. - 2004. – Vol. 86. – N 4. – P. 593-600.
2. **Szydłowska-czerniak A., Dianoczki C., Recseg K., Karlovits G., Szłyk E.** Determination of antioxidant capacities of vegetable oils by ferric-ion spectrophotometric methods. // Talanta. - 2008. – Vol. 76. – N 4. – P. 899-905.

РОЛЬ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА В БИОЛОГИИ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ.

Л.А. Ищенко, М.И. Козаева, М.В. Маслова, К.В. Зайцева, М.В. Логинов, А.М. Истомин, И.В. Платицин

Государственное научное учреждение Всероссийский научно – исследовательский институт генетики и селекции плодовых растений им. И.В. Мичурина РАСХН, г. Мичуринск, Россия, e-mail cglm@rambler.ru.

Погодные условия 2010 года, не наблюдавшиеся на территории России на протяжении тысячи лет, вызвали очередной мощный стресс, впервые зафиксированный нами 3 июня 1967 года на различных сортах яблони с помощью показателей окислительно-восстановительной системы, многолетняя динамика которой изучалась в связи с устойчивостью яблони к парше. Именно эта система обеспечивает контроль неспецифической устойчивости растений к патогенам, являясь также сигнальной системой. Сильные удары в виде резких перепадов температуры были нанесены плодовым культурам также в 1980-ом и особенно в 1990-м годах.

Произошедший в результате резкого перепада температур в момент раннелетнего заморозка, совпавшего с массовым цветением яблони, сбой в активности окислительно-восстановительных процессов, указал не только на снижение эффективности энергообмена, но также на ослабление устойчивости растений к патоге-

нам, что является одной из наиболее важных характеристик стресса. В самом деле, такие широко известные болезни плодовых культур, как парша яблони, коккомикоз вишни, септориоз и буроватость груши и др. приняли характер часто повторяющихся эпифитотий и повлекли за собой необходимость частых обработок садов ядохимикатами. Усилилась работа по селекции устойчивых сортов на генетической основе, сопровождавшаяся поиском доноров этого признака с применением генетического анализа, инфекционного фона с учётом расового состава возбудителей. Затем эпифитотии, вызываемые био- и гемибиотрофными грибами отступили, а на смену им пришли болезни неясной этиологии, включающие синдром угасания, выражающийся в нарушении основных биологических функций: роста, развития, репродукции; синдром «короткой жизни плодового дерева», карликовости сеянцев и другие. Важно отметить если раньше считалось, что приобретенные признаки не наследуются, то теперь оказалось, что они передаются потомству. Большую вредоносность приобрели усыхания как хронической, так и апоплексийной природы, в результате чего плодоводство из промышленного перешло в ранг приусадебного. Энерго- и сопряжённый с ним имуннодефицит, вызванные стрессом, явились следствием не только снижения активности окислительно-восстановительной системы, но и её декомпенсацией, что привело к избыточному накоплению продуктов окисления в клетке и в конечном итоге- некрозу. Согласно Г. Селье стресс есть генерализованный адаптационный синдром (ГАС) и проявляется системно, «на уровне целого организма», что и отраженно автором этой теории в соответствующем названии книги. Очень важным обстоятельством, сопряжённым с имуннодефицитом, вызванным стрессом, является активизация прокариотного начала в организме, в том числе бактерии, как оказалось, также представленной в нём системно. Важно также и то, что в связи с декомпенсацией окислительно-восстановительной системы возникло состояние паранекроза в организме. Это привело к активизации некротрофных, факультативных, условных паразитов, наиболее опасных для живых организмов. Нападая на ослабленные растения, используя, мощную систему экстрацеллюлярных ферментов, они убивают растительные ткани, а затем питаются ими. Попадая в растения и распространяясь по сосудам, они приводят к их интоксикации и

гибели. Обладая фунгицидным и фунгистатическими токсинами, присутствуя в организме системно, бактерия, таким образом, осуществляет на ряду с патогенной симбиотическую функцию, защищая растение от грибов. Такой иммунитет, возникающий в процессе саморегуляции живого организма при стрессе, вызванным экстремальными условиями среды, называется протективным. Таким образом, на протяжении длительного периода времени, в пределах которого удерживаются экстремальные условия среды, защитный механизм в нём представлен как окислительным стрессом, так и бактерией. В связи с тем, что уровень окислительного стресса возрастает, запас адаптации снижается, что приводит к истощению и в конечном итоге к гибели растения.

При многолетнем ежемесячном в одни и те же сроки тестированиии эндофитной микробиоты, нами установлено, что, как правило, количество тестов на бактерию находится в обратной зависимости с отрицательным тестом, который отражает окислительный стресс. В ряде случаев при нанесении динамики этих показателей на график по месяцам в течении года, на нём получается зеркальное отображение кривых. Очень важно, что при тестировании эндофитной микробиоты грибы в чистом виде практически не встречаются или присутствуют в незначительном количестве. Однако за десятилетний период наблюдений установлено, что наращивает свою активность, смешанная микробиота, на которую обратил своё внимание в начале прошлого столетия И.Л. Сербинов, призвав к созданию теории смешанной микробиоты, так как она обладает, согласно его выражению, большой быстротой и силой поражения. Изучение воздушной, эпифитной и эндофитной микробиоты показало, что микробные ассоциации формируются в результате адаптации к экстремальным условиям среды микроорганизмов, находящихся, так же как и растения, в состоянии стресса. Наиболее приспособленные из них «поглощают» не только сапрофитные, некротрофные, но и высоко паразитические виды. Наращивая, таким образом, свою патогенность, они представляют большую опасность для живых организмов, в том числе для растений. В то же время, повышая свой уровень, стресс, т.е. «напряжение» достигает такого предела, когда всякого рода воздействия, в том числе антропогенного характера, например, опрыскивание ядохимикатами и др.; превышают допустимый предел, в результа-

те чего паранекроз переходит в некроз, приводя растение к гибели. Многолетнее использование нами показателей микробиоты для диагностики и мониторинга уровня стресса и адаптации у различных пород, форм и сортов плодово-ягодных культур (яблоня, груша, вишня, слива, рябина, ирга, боярышник, смородина, малина, земляника и др.) показало, что в последние два года (2009, 2010) наметилась тенденция к стабильно высокому уровню окислительного стресса и утрате чётких различий между изучаемыми формами. В связи со сказанным рекомендуется микрозональное размещение плодовых растений в местах с наиболее благоприятными условиями для их развития, тщательный уход, поиск неординарных подходов к решению проблемы.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ В СЕЛЕКЦИИ НА ПОВЫШЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАРОТИНА

А.В. Калачева, В.И. Леунов, А.Н. Ховрин, Т.Э. Клыгина

ГНУ Всероссийский НИИ овощеводства,
140153 Московская обл., Раменский район, д.Верея, стр.500, e-mai:orxidea123@ramber.ru

Во ВНИИ овощеводства ведется селекция моркови столовой на повышенное содержание каротина. Для ускорения этого процесса разрабатывается методика экспресс-анализа корнеплодов моркови по данному признаку с помощью сканера.

Ключевые слова: морковь, каротин, селекция моркови на повышенное содержание каротина, экспресс-анализ с помощью сканера.

Морковь послужила первым источником получения каротина (провитамина А). В кристаллическом виде он был получен Вакенродером в 1831г. из желтой репы и моркови. По имени этой последней - *Daucus carota* L.- он и получил свое название. Цейзе в 1847 г дал его первую химическую формулу.

Новый и наиболее плодотворный период в изучении каротина и родственных ему пигментов отмечен после первой мировой войны, когда у биохимиков начал накапливаться интересный ма-

териал о возможной взаимосвязи между каротином и недавно открытым витамином А и об общности их физиологического действия. В период 1928 - 1933 гг. каротин и каротиноиды углубленно изучали химики-органики, чтобы окончательно выяснить химическую природу и свойства каротина и сопутствующих ему родственных пигментов.

В 1928 г. Цейхмейстер и его сотрудники, каталитически гидрируя каротин, определили, что его молекула содержит большую алифатическую группировку. В 1930 г., то есть почти через сто лет после открытия каротина, была установлена его структурная формула, выделены и изучены некоторые изомеры каротина и ряд каротиноидов.

Изучение синтеза каротиноидов (Ph.Simon, 2004) привело к сбору информации о регуляции каротиногенеза в корнеплодах моркови. По мере развития корнеплодов моркови различной окраски уровень каротиноидов повышался параллельно с уровнем транскрипта исследуемых генов каротиногенеза. Таким образом, предположено, что накопление каротиноидов может быть регулируемо генами каротиногенеза.

Следовательно, на современном этапе определены: путь синтеза каротиноидов в корнеплодах моркови различной окраски и ферменты, которые влияют на процесс каротиногенеза.

Первые работы о целенаправленном повышении содержания каротина в корнеплодах моркови за счет отбора генотипов с интенсивно оранжевой окраской корнеплодов относятся к 30-тым годам прошлого столетия. Основные методы повышения содержания каротина в корнеплодах моркови - отбор и гибридизация.

Так, S.L. Emsweller, C.P. Burrell и H.A. Borthwick (1936 г) показали наличие положительной корреляции между окраской ткани корнеплодов моркови и содержанием каротина. Уже в те годы у исследователей возникла мысль о возможности использования интенсивности окраски мякоти корнеплодов в качестве косвенного метода оценки для отбора генотипов с высоким содержанием каротина. Для этой цели были составлены цветные шкалы, учитывающие всевозможные цветовые гаммы окраски коры и сердцевины и возможного соответствующего им содержания каротина.

Позже W. Schuphan и E. Euen (1938 г.) заявили, что такой метод оценки селекционных образцов на содержание каротина в корнеплодах недостаточно точный, чтобы быть полезным в отборе генотипов моркови с высоким содержанием каротина.

Глазомерная оценка необъективна в результате того, что разрез моркови не является равномерно окрашенной плоскостью с однородными красящими веществами. Кроме того, срез – небольшое пространство с различным преломлением света, при котором важную роль играют оптические свойства клеток: их величина, толщина их стенок, одревесневшие и частично одревесневшие элементы тканей. Несмотря на это, селекционеры широко используют метод поперечного разреза корнеплода, предложенный G. Klawitter и R.V. Sengbuschi в 1943 г.

Для косвенной оценки селекционного материала моркови по содержанию каротина в корнеплодах был разработан метод групповой их оценки по окраске мякоти со средним для аналогичной группы корнеплодов содержанием каротина. Такой подход оказался более эффективным. Позже Б.В. Квасниковым и О.Н. Лебедянцевой и Жидкова Н.И. предложили простую унифицированную методику оценки маточного материала моркови по содержанию каротина в корнеплодах с помощью специальных цветных таблиц, построенных на основании обобщения экспериментальных данных по анализу содержания каротина в коровой (флоэме) и сердцевинной (ксилеме) частях корнеплодов различных сортов моркови. Работу с цветными таблицами можно проводить в полевых и полулабораторных условиях как при оценке сортовых и селекционных образцов, так и при массовом отборе маточного материала.

Американскими исследователями (2000г), изучающими зависимость окраски морковного сока содержание суммы альфа и бета – каротиноидов, были получены уравнения, отражающие эту зависимость. С помощью колориметра были получены значения a(redness) и b (yellowness), а затем рассчитано их соотношение «a/b» и установлена зависимость с содержанием α и β каротиноидов, который выглядит следующим образом: y=-27,411+180,90, при коэффициенте корреляции r=0,79.

Во ВНИИ овощеводства нами разрабатывается методика ускоренного определения содержания каротина с помощью офисной техники (сканера). Учитывая положительный результат, полученный американскими исследователями, нами был проведен подобный опыт.

С помощью соковыжималки из корнеплода моркови был выделен сок и одновременно в образцах было определено содержание β – каротина методом тонкослойной хроматографии. Сок получали из нижней трети корнеплода.

Для оценки каждого образца использовались по 10 корнеплодов, из которых выделялся сок. Ввиду того, что при сканировании через слой сока проходит пучок света, то толщина (уровень) слоя оказывает влияние на изображение. Поэтому нами были выбраны 4 варианта слоя: 0,25см, 0,5см, 0,75см, 1см. Сок наливался до этих уровней; в два варианта чашек Петри: стеклянную и пластиковую, которые помещались на стекло сканера. Полученные изображения обрабатывали, используя программу Photoshop в системах RGB и Lab. Затем определяли корреляционную зависимость между интенсивностью цветов и содержанием каротина в различных вариантах сканирования (таблица).

Таблица Коэффициент корреляции между параметрами изображения и химическим анализом.

Вариант сканирования	RGB	R	G	B	a	b	a/b
Пластиковая чашка Петри	0,45	0,53	-0,02	-0,16	0,65	0,46	0,71
Стеклянная чашка Петри	-0,30	0,71	-0,70	-0,43	0,89	-0,23	0,78

При установлении коэффициента корреляции при сканировании сока в пластиковой чашке Петри между показателями изображения - отношением «a/b» - и содержанием β- каротина, его значение оказалось равным 0,71.

Наибольший коэффициент корреляции при сканировании сока в стеклянной чашке Петри наблюдался между показателем

«а» и содержанием β – каротина (0,89), а также между отношением показателей «а к b», и содержанием β– каротина(0,78).

При установлении корреляционной зависимости между толщиной слоя и параметрами изображения, нами была выбрана толщина 0,25см; также между различным типом чашек Петри – была выбрана стеклянная (коэффициент корреляции 0,85).

На данном этапе разрабатывается программное обеспечение, которое позволит автоматически получать данные о содержании каротина по результатам сканирования.

ОСОБЕННОСТИ КАЛЛУСООБРАЗОВАНИЯ И РЕГЕНЕРАЦИЯ РАСТЕНИЙ ШАФРАНА (*CROCUS S. L).*

Карагезов Т.Г., Мамедова М.Г., Азизов И.В, Асадова С.Ш.

Институт Ботаники НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан, тел: 994-12- 975073, i.azizov@ rambler.ru

Последние два десятилетия отмечены резким возрастанием интереса к растениям, аккумулирующим в своих тканях и органах селен. В настоящее время биологическая роль селена оказалась намного значительнее, чем считалось ранее. *Crocus S. L.* является одним из редчайших растений, в котором сочетаются качества лекарственной и ароматической культуры. Шафран известен как лекарственное средство и красящее вещество в парфюмерии, кулинарии и текстильном производстве с античных времен.

В 15 странах мира существуют центры, занимающиеся изучением шафрана, исследования которых сосредоточены на таких направлениях как агротехника, экофизиология, пищевые технологии, парфюмерия, медицина и фармакология. Особенно интенсивно развиваются исследования по изучению цитотоксической активности препаратов из рылец шафрана на опухолевые клетки.

Несмотря на постоянно увеличивающийся спрос на продукцию шафрана в мире, которая по различным данным составляет от 170 до 300 т, нормы его производства имеют тенденцию к снижению, что отчасти связано с высокой себестоимостью и урбанизацией сельских районов ряда стран производителей, а также, в основном с тем, что это растение размножается исключительно веге-

тативным путем, что при невысоком коэффициенте размножения ограничивает возможности его воспроизводства.

Наибольшее количество исследований связано с разработкой клонального размножения с применением культуры листовых меристем, индукции каллуса из листовых эксплантатов с последующей индукцией соматического эмбриогенеза и реконструкцией растений.

Относительно экспериментов с тканями клубнелуковиц имеются одиночные сообщения, при этом отмечается трудность получения культуры, с одной стороны из-за высокой инфицированности исходного материала, а с другой стороны, клетки клубнелуковиц демонстрируют низкую компетентность к индукторам каллусогенеза и морфогенеза. По нашему мнению, это может быть связано с высоким содержанием селеносодержащих соединений, оказывающих тормозящее действие на клеточное деление, что, в свою очередь, требует достаточного времени для адаптации к неорганическим и органическим соединениям селена, или же снижения их содержания в исходном эксплантате.

Азербайджан исторически является территорией, на которой культивировался шафран. На Апшеронском побережье Каспийского моря, места нынешнего культивирования шафрана в настоящее время резко сократились, расположены мозаично и занимают сравнительно небольшую площадь.

Высокое качество Апшеронского шафрана, видимо, связано с особенностями химического состава почв на побережье Каспийского моря, которые также содержат и высокие уровни неорганического селена, а шафран, как представитель семейства *Iridaceae*, обладает способностью аккумулировать селен в своих тканях, переводя его в органические формы. Так, например, растения шафрана, использовавшиеся нами, при содержании неорганического селена в почве, равного 0,85 мг/кг сухого веса, накапливали в рыльцах цветков более 4 мг/кг тотального селена на сухой вес.

В своем онтогенетическом развитии шафран как представитель класса однодольных семейства *Iridaceae* – геофит, являющийся триплоидом (*2n=3x=24*), не имеющий полового размножения и неизвестный в диком состоянии, проходит этапы, которые различаются по характеру морфогенетических процессов. Цветение шафрана происходит в ноябре месяце. После отцветания, на мате-

ринской клубнелуковице, у основания главного побега, формируются дочерние клубнелуковицы. Этот период характеризуется усиленным ростом листьев и корней. В конце марта происходит постепенное подсыхание побегов и корневой системы. С конца апреля до конца августа проходит скрытый подземный период интенсивной дифференциации генеративных органов, характеризующийся отсутствием вегетативных органов. В течение сентября, в зависимости от погодных условий, индуцируется рост центральной почки, приводящий к ноябрьскому цветению.

Увеличивающийся в мире спрос на продукцию шафрана стимулирует исследования, направленные на его воспроизводство, в том числе и с применением современных технологий на основе молекулярно-генетического анализа и биотехнологических подходов. Биотехнология имеет два тесно связанных между собой аспекта развития – один, как инструмент для реализации генетического усовершенствования, второй – для разработки собственно микроклонального размножения, как через культуру меристем, так и через индукцию соматического морфогенеза.

Поэтому для растений, не имеющих полового размножения, разработка методов *in vitro* с более высоким коэффициентом размножения - единственный путь в этом направлении. Успехи в биотехнологическом размножении шафрана через культуру *in vitro* могут явиться плацдармом для реализации будущих достижений в молекулярно-генетическом усовершенствовании этой культуры по определенным признакам.

Исходным материалом в наших исследованиях явились клубнелуковицы *Crocus S.*, выращенные на Апшеронском полуострове. Клубнелуковицы подвергались поверхностной стерилизации и культивировались в простерилизованном субстрате в оранжерейных условиях в течение 1 сезона. В качестве исходного экспланта использовались нарезанные в поперечном направлении диски из клубнелуковиц, толщиной 2-3 мм. Простерилизованные диски, обрезанные по краям, высаживались на модифицированную агаровую среду M-S. Высаженный материал культивировался в темноте при 21ºС и относительной влажности 70-80%. Варианты среды содержали: БАП, кинетин, 2,4-Д, ИУК. Из 20 испытанных вариантов среды с различным соотношением фитогормонов наиболее эффективными оказались 7.

Каллусные клетки появлялись на поверхности дисков на 10-12 день культивирования и представляли собой тонкий слой интенсивно делящихся недифференцированных клеток белого цвета. На 19-20 день после развития каллуса наблюдалось изменение его окраски от светло-желтого до интенсивно желтого с красноватым оттенком (рис. а). Следует отметить, что пигментация происходила не локально, а во всей массе образовавшегося каллуса, причем часть пигментов диффундировала в агар, окрашивая его. Видимо, пигментация осуществлялась после окончания деления, так как после приобретения окраски рост каллусной массы замедлялся. Подобный факт, свидетельствующий о том, что каллусные клетки из клубнелуковиц в условиях in vitro, в темноте, способны к синтезу пигментов, до настоящего времени не описан в имеющихся работах с изолированной культурой *Crocus s.* На данный момент утвердилось мнение, что эти процессы связаны или имеют место в листовых органах растения, несмотря на то, что места синтеза и пути транспорта пигментов не известны. Еще ранее существовало предположение, что синтез пигментов происходит в рыльцах цветков. Однако исследования Р.Г. Бутенко – основателя клеточной биотехнологии в СССР показали, что рыльца в условиях in vitro способны формировать каллус только белого цвета и эти клетки не способны к синтезу пигмента.

По прошествии некоторого времени, когда окраска культуры достигала максимума, происходил процесс, напоминающий некроз клеток и тканей, ткань приобретала черную окраску и на поверхности начинал образовываться каллус белого цвета (рис. в). Некоторые участки представляли собой каллус морфогенного типа, который в определенных условиях формировал эмбриогенные структуры. В зависимости от вариантов среды происходил или рост каллусной массы, или индукция морфогенеза из эмбриогенных структур (рис. с). На средах, включающих два цитокинина и один ауксин, наблюдалось формирование целого растения (рис.d), причем развитие листовых побегов значительно различалось между собой по времени.

Интересно отметить, что каллусная ткань из клеток клубнелуковиц *Crocus S.* обладала способностью даже при полном высыхании агаровой среды не только сохранять жизнеспособность, но и увеличивать биомассу. Так, в наших исследованиях мы наблюдали

подобный парадокс при хранении культивируемых клеток в течение 7-8 месяцев, за период от сентября по май, при температуре 12-15^0 С. При этом отмечалось множественное образование ризогенных структур, причем основная масса калусных клеток имела мозаично окрашенные в красноватый цвет участки. Весьма возможно, что отмеченные особенности данной культуры связаны с характером онтогенетического развития *Crocus S.*

а в

c d

Размножение *Crocus S.* методом in vitro: a – развитие пигментации у пролиферирующего каллуса; в - некроз пигментированного каллуса и образование вторичного каллуса белого цвета; с – начало эмбриогенеза; d – реконструкция растения.

Проведенные исследования показали возможность индукции морфогенеза из тканей клубнелуковиц, что свидетельствует о том,

что данный подход может явиться перспективным путем, используемым в размножении *Crocus S.* Кроме того, характер приобретения клетками окраски в условиях in vitro, может позволить иначе рассматривать судьбу и пути транспорта пигментов в цветочные органы *Crocus S.*

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ, СОЗДАЮЩИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНУЮ И ОТРИЦАТЕЛЬНУЮ ГИДРАТАЦИЮ, НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЦИТОПЛАЗМЫ

Н. А. Касумов, Н. Ш. Алиева, С. Р. Ахмед-заде

Бакинский Государственный Университет, г. Баку, Азербайджан

Известно, что цитоплазма в растительных клетках находится в постоянном движении. Движение цитоплазмы является одним из показателей жизнеспособности клетки. На внешние и внутренние воздействия клетки отвечают изменением скорости движения.

В предыдущих работах мы изучали ритмику и периодичность движения, влияние растворов NaCl, Na_2SO_4, Na_2CO_3 и 2,4 – ДНФ различной концентрации на движение цитоплазмы.

В представленной работе мы приводим данные по изучению влияния ионов, создающих положительную и отрицательную гидратацию, на движение цитоплазмы.

В качестве объекта исследования использовались листья элодеи. Из ионов, вызывающих положительную гидратацию – Na^+ (NaCl), Li^+ (LiCl), Mg^{2+} ($MgCl_2$) и Ca^{2+} ($CaCl_2$); из ионов, вызывающих отрицательную гидратацию – K^+ (KCl, KNO_3), NH_4^+ (NH_4NO_3), Pb^+ ($Pb(NO_3)_2$). Использованные соли готовились в следующих концентрациях: 0,05M; 0,1M; 0,2M; 0,4M; 0,6M; 0,8M.

Как видно из полученных данных (табл.1) хлористые соли Na^+ и Mg^{2+} в некоторой степени повышают скорость движения цитоплазмы, это наблюдается в растворах низкой концентрации (0,05M; 0,1M; 0,2M), а в растворах высокой концентрации (0,4M; 0,6M; 0,8M) наблюдается плазмолиз. В растворах LiCl и $CaCl_2$ движение цитоплазмы, по сравнению с контролем, несколько замедляется.

Таблица1. Влияние ионов, вызывающих положительную гидратацию, на скорость движения цитоплазмы

Растворы	Концентрация растворов, в М	Скорость движения цитоплазмы (μ/сек)
Вода	контроль	0,83
NaCl	0,05	0,90
	0,1	1,06
	0,2	1,30
	0,4	0,80
	0,6	плазмолиз
	0,8	плазмолиз
$MgCl_2$	0,05	0,88
	0,1	0,97
	0,2	1,70
	0,4	0,70
	0,6	плазмолиз
	0,8	плазмолиз
LiCl	0,05	0,70
	0,1	0,60
	0,2	0,40
	0,4	плазмолиз
	0,6	плазмолиз
	0,8	плазмолиз
$CaCl_2$	0,05	0,60
	0,1	0,60
	0,2	0,40
	0,4	плазмолиз
	0,6	плазмолиз
	0,8	плазмолиз

Из литературных данных известно, что хлористые соли Na^+, K^+ и Mg^{2+} ускоряют движение, причем эти катионы можно расположить в следующем порядке K>Na>Mg, хлористые соли Li^+ и Ca^{2+} замедляют движение и быстро его останавливают.

Что касается влияния ионов, вызывающих отрицательную гидратацию, на скорость движения цитоплазмы, то получены следующие результаты (табл.2).

Таблица 2. Влияние ионов, вызывающих отрицательную гидратацию, на скорость движения цитоплазмы

Растворы	Концентрация растворов, М	Скорость движения цитоплазмы, μ/сек
вода	контроль	0,83
NH_4NO_3	0,05	3,7
	0,1	3,4
	0,2	3,1
	0,4	плазмолиз
	0,6	плазмолиз
	0,8	плазмолиз
KNO_3	0,05	2,6
	0,1	2,2
	0,2	1,7
	0,4	плазмолиз
	0,6	плазмолиз
	0,8	плазмолиз
KCl	0,05	2,4
	0,1	1,9
	0,2	1,5
	0,4	плазмолиз
	0,6	плазмолиз
	0,8	плазмолиз
$Pb(NO_3)_2$	0,05	2,2
	0,1	2,0
	0,2	1,6
	0,4	плазмолиз
	0,6	плазмолиз
	0,8	плазмолиз

В этом случае некоторое увеличение скорости движения цитоплазмы наблюдается при использовании всех солей. Наибольшее ускорение движения, наблюдается при низких концентрациях NH_4NO_3 и KNO_3, далее следует KCl и $Pb(NO_3)_2$. NH_4NO_3 – физически нейтральная соль, здесь и катион и анион действуют одинаково. Pb – тяжелый металл, он деформирует мембрану, а анион NO_3^- диффундирует быстрее.

Известно, что гидратация цитоплазмы находится под влиянием катионов K^+, Mg^{2+} и Ca^{2+}. Двухвалентные ионы (Ca^{2+}, Mg^{2+}) разряжают и дегидратируют коллоиды сильнее, чем одновалентные (K^+). Размер гидратной оболочки ионов оказывают решающее действие на характер их действия. Гидратные оболочки препятствуют сближению коллоидных частиц, а также разряжающему эффекту. Поэтому K^+ разряжает сильнее, чем Na^+, а Ca^{2+} сильнее, чем Mg^{2+}. У гидратированного иона K^+ радиус меньше, чем у Na^+, поэтому он диффундирует через мембрану быстрее.

Установлено также, что в очень высоких концентрациях и катионы, и анионы действуют как дегидратирующие агенты, так как они конкурируют с белками за водную оболочку.

КОМПЛЕКСНАЯ БИОФИЗИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ЛИСТЬЕВ ЗЕМЛЯНИКИ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ПАУТИННЫМ КЛЕЩОМ ВИДА *TETRANYCHUS ATLANTICUS* McGREGOR

А.Ю. Квитка[1], С.Я. Попов[1], А.А. Байков[2], И.П. Левыкина[3], Б.В. Трубицин[3], В.А. Караваев[3], М.К. Солнцев[3], А.Н. Тихонов[3]

[1]РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, агрономический факультет, Москва, Россия, +7 (495) 976 02 20
[2]ВНИИССОК, Московская обл., Россия, e-mail: a.baikov@list.ru
[3]МГУ имени М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия, +7 (495) 939 29 73

В работе описан комплексный метод оценки воздействия атлантического паутинного клеща (*Tetranychus atlanticus* McGregor) при питании на фотосинтетические показатели листьев садовой земляники (*Fragaria x ananassa* Duch.) трех сортов. Поселяясь на листьях, паутинные клещи хелицерами прокалывают клетки и высасывают их содержимое. В результате усиливается транспирация, нарушается водный баланс, уменьшается содержание хлорофилла и угнетается фотосинтез (Tomczyk, Kropczynska, 1985). Специфика повреждения листьев атлантическим паутинным клещом изучена мало, однако известно, что особи морфологически близкого к нему

обыкновенного паутинного клеща (*Tetranychus urticae* Koch) не только механически разрушает клетки, но и выделяют экскрет, разрушающий хлоропласты (Kielkiewicz, 1985; Tomczyk, Kropczynska, 1985). Изучение реакции тканей растения на нарушение их целостности фитофагом необходимо для понимания формирования механизма устойчивости растений к фитофагу, а также для определения порогов его вредоносности. Последнее особенно важно для уточнения подходов по ограничению вредоносности вредителей.

Методика. Растения садовой земляники трех сортов (Алена, Юния Смайдс и Талка) контейнерного типа выращивания на торфяной удобренной смеси содержали в лабораторном боксе с оптимальными условиями: фотопериодом летнего дня - 17ч., температурой 22±2ºС, относительной влажностью 75±10%. Растения заселяли атлантическим паутинным клещом из расчета в среднем 20 ювенильных особей (в основном нимф) на листовую пластинку. За слабую поврежденность (в основном 5-10%) принимали наличие небольших некрозов, за среднюю – 25-50%, за сильную – 51-75%.

Для регистрации сигнала электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) от окисленных фотореакционных центров P_{700}^{+} высечки листьев размером 15х3 мм помещали в резонатор спектрометра ЭПР Е-4 фирмы «Вариан». Измерения проводили при температуре 20-22°С. В качестве источника света служила лампа накаливания мощностью 100 Вт. Излучение инфракрасного диапазона обрезали с помощью водного фильтра толщиной 5 см. Интенсивность действующего света на поверхности образца составляла 320 Вт/м^2. Сигналы ЭПР регистрировали при мощности СВЧ, равной 10 мВт. Амплитуда ВЧ-модуляции составляла 4 Гс. Для измерения кинетики редокс-превращений P_{700} магнитное поле фиксировали на высокополевом пике сигнала ЭПР 1 от P_{700}^{+}. Постоянная времени прибора составляла 0,3 с. Кинетические измерения проводили по следующей схеме: образец сначала освещали 1 минуту белым светом (БС), а затем в течение 10 минут его адаптировали к темноте. После этого регистрировали кинетику изменений величины сигнала ЭПР 1 в ответ на включение света различного спектрального состава: λ = 707 нм → λ = 650 нм → λ = 707 нм → БС.

Спектры флуоресценции (СФ) измеряли на автоматизированной установке, собранной на основе спектрографа ИСП-51. Флуоресценцию возбуждали светодиодом СДК 470 (470 нм, 0,7 Вт/м^2), излучение регистрировали в области 630–800 нм. Все измерения проводили при комнатной температуре 25-28^{o}C. В качестве параметра СФ использовали отношение F_1/F_2, где F_1 и F_2 – максимальные значения интенсивности в красной области спектра флуоресценции листа.

Медленную индукцию флуоресценции (МИФ) регистрировали на длине волны 686 нм при комнатной температуре. Для стандартизации начальных условий лист освещали синим светом в течение 30 с (с шириной полосы около 50 нм и интенсивностью около 50 Вт/м^2), потом его адаптировали к темноте в течение 5 мин. При последующем включении синего света производили измерение флуоресценции. Как видно из рис. 1, сначала флуоресценция быстро возрастает, проходит через два максимума, а затем плавно снижается до стационарного уровня (F_T).

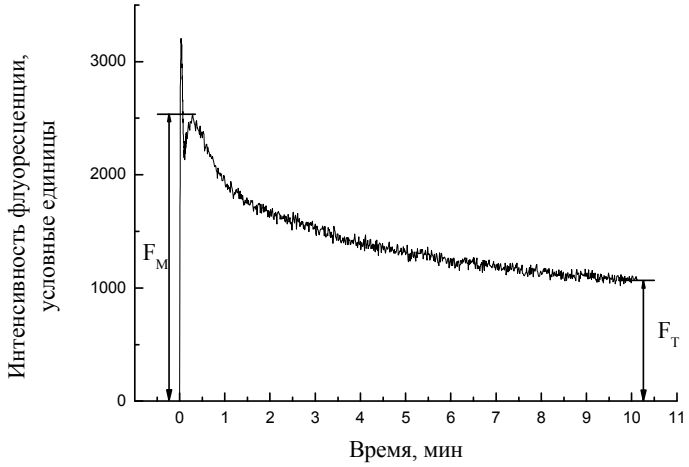


Рис. 1 Характерная кривая медленной индукции флуоресценции зеленого листа

Мы выбрали второй максимум (F_M), который менее вариабелен, чем первый. В качестве параметра МИФ использовали показатель относительного тушения флуоресценции $(F_M - F_T)/F_T$.

Для измерения термолюминесценции (ТЛ) высечку из листа помещали в держатель и для стандартизации условий эксперимента освещали при комнатной температуре красным светом ($\lambda_{макс}$ = 725 нм) в течение одной минуты. После этого образец быстро охлаждали до –30 ºС и при этой температуре в течение трех минут освещали белым светом с интенсивностью около 15 Вт/м^2. Затем лист охлаждали до –100 ºС и после этого нагревали до 100 ºС со средней скоростью около 30 град/мин. В процессе нагрева регистрировали суммарную интенсивность излучения во всем диапазоне длин волн. Анализировали ТЛ в трех температурных интервалах: от –40 ºС до +5 ºС, от +5 ºС до 55 ºС, и выше 55 ºС (высокотемпературная термолюминесценция). В качестве параметров использовали отношение $S_i/S_{общ}$, где S_i – светосуммы (площади под кривой ТЛ) в соответствующем интервале температур, $S_{общ}$ – площадь под кривой ТЛ в интервале от –40 до 90 °С.

Результаты. В данной работе показано, что степень повреждения фотосинтетического аппарата, оцениваемого по кинетике электронного транспорта методом ЭПР, по спектрам флуоресценции, кривым МИФ и ТЛ, коррелирует с плотностью заселения растений вредителем. При первичном поражении (через 5 суток после заселения) зафиксировано стимулирующее воздействие фитофага на растения садовой земляники сорта Алена. В случае дальнейшего увеличения плотности фитофага наблюдается изменение параметров люминесценции хлорофилла (F_2/F_1, $(F_M - F_T)/F_T$, $S_i/S_{общ}$), указывающее на снижение фотосинтетической активности растений и усиление перекисного окисления мембранных липидов. Так, уменьшение параметра F_2/F_1 свидетельствует об уменьшении содержания хлорофилла в поврежденных растениях, а изменение отношений $(F_M - F_T)/F_T$, $S_{[-40;+5]} / S_{общ}$ и $S_{[+5;+55]} / S_{общ}$ – об относительном уменьшении удельной (в расчете на хлорофилл) фотосинтетической активности листьев. Увеличение высокотемпературной ТЛ ($S_{[+55;+90]} / S_{общ}$) указывает на усиление перекисного окисления мембранных липидов в ходе реакции клетки на повреждение клещом (Байков и др., 2010). Уменьшение интенсивности сигнала

ЭПР от P_{700}^{+} (параметр $I_{ЭПР\,1}$), индуцируемого светом 707 нм, свидетельствует об уменьшении числа активных центров P_{700}^{+} на единицу объема. Описанные методики могут использоваться для отбора сортов садовой земляники по устойчивости к вредителям и болезням. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 09-04-1217-офи_м и 09-04-00978).

Табл. 1 Изменения параметра $(F_M - F_T)/F_T$ медленной индукции флуоресценции листьев земляники, % к контролю.

Сорт	Контроль	Первичное поражение	Слабое поражение	Среднее поражение	Сильное поражение
Алена	100%	124%	102%	59%	47%
Сорт		Контроль	Слабое поражение	Среднее поражение	Сильное поражение
Юния Смайдс		100%	81%	71%	41%
Талка		100%	82%	50%	43%

Табл. 2 Отношение интенсивностей максимумов флуоресценции F_2/F_1.

Сорт	Контроль	Первичное поражение	Слабое поражение	Сильное поражение
Алена	1,52±0,06	1,31±0,06	1,25±0,05	1,06±0,05
Сорт	Контроль	Слабое поражение	Среднее поражение	Сильное поражение
Юния Смайдс	1,42±0,06	1,19±0,04	0,96±0,06	1,03±0,05
Талка	1,45±0,05	1,03±0,06	0,92±0,04	0,98±0,06

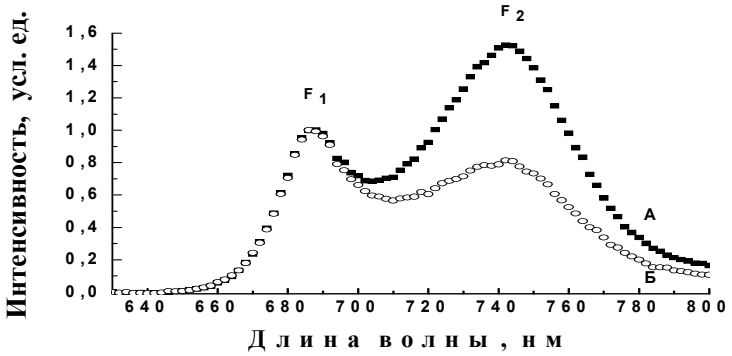


Рис. 2 Характерные спектры флуоресценции листьев земляники: А – контроль; Б – сильное поражение. F_1 и F_2 – максимальные значения интенсивности флуоресценции в красной области спектра.

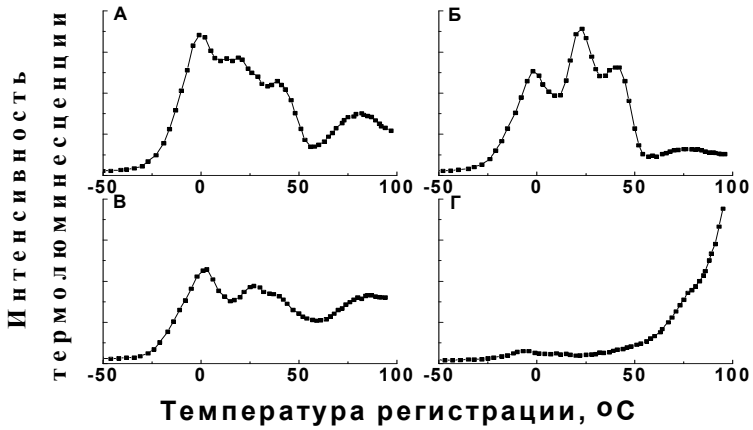


Рис. 3 Кривые термолюминесценции листьев земляники сорта Алена: А - контроль, Б – первичное поражение; В – слабое поражение; Г – сильное поражение.

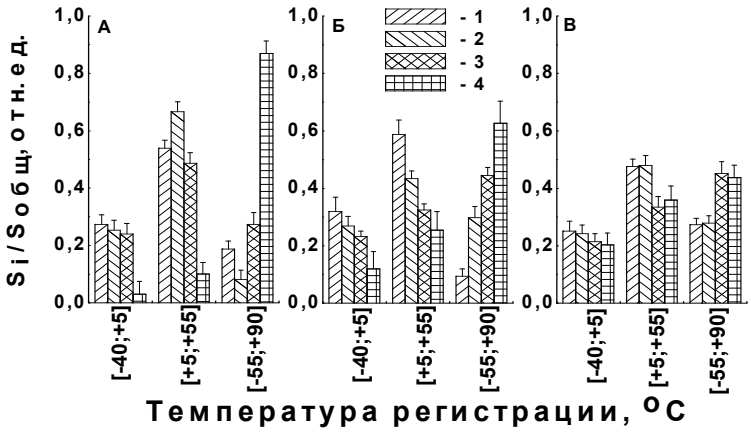


Рис. 4 Относительные светосуммы полос термолюминесценции ($S_i/S_{общ}$) листьев земляники: А – сорт Алена (1 – контроль, 2 – первичное поражение; 3 – слабое поражение; 4 – сильное поражение), Б – сорт Юния Смайдс (1 – контроль, 2 – слабое поражение; 3 – среднее поражение; 4 – сильное поражение), В – сорт Талка (те же градации поражения, что и для сорта Юния Смайдс).

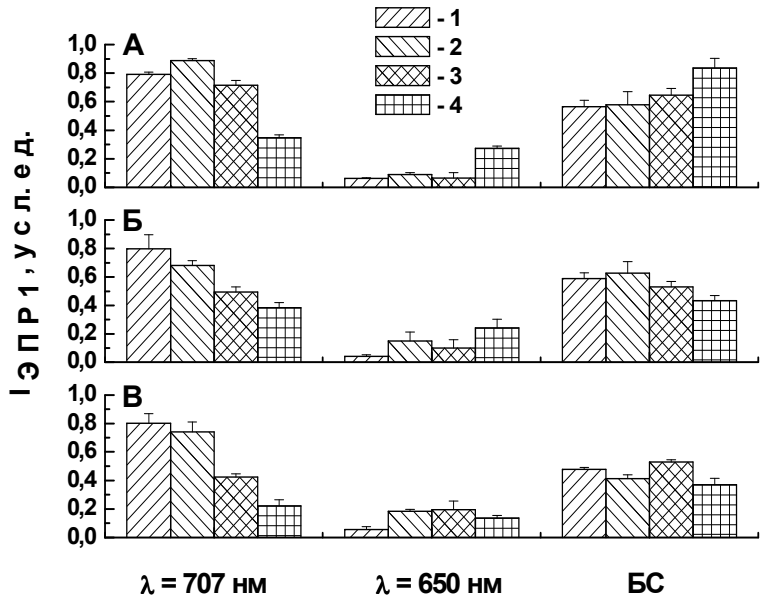


Рис. 5 Стационарные значения интенсивности сигнала ЭПР1, при действии света различного спектрального состава: А – сорт Алена (1 – контроль, 2 – первичное поражение; 3 – слабое поражение; 4 – сильное поражение), Б – сорт Юния Смайдс (1 – контроль, 2 – слабое поражение; 3 – среднее поражение; 4 – сильное поражение), В – сорт Талка (те же градации поражения, что и для сорта Юния Смайдс).

Литература

Kielkiewicz, M. Ultrastructural changes in strawberry leaves infested by two-spotted spider mites // Entomol. Exp. Appl. 1985. Vol. 37. P. 49-54.

Tomczyk, A., Kropczynska D. Effects on the host plant // Spider mites. Their biology, natural enemies and control. Vol 1A. Ed. by W. Helle and M. W. Sabelis. – Amsterdam: Elsevier, 1985. P. 317-329.

РЕГУЛЯТОРНЫЙ ЭФФЕКТ АНТИОКСИДАНТОВ СТЕРОИДНОГО ТИПА В ПОВЫШЕНИИ АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Кинтя П.К., Швец С.А., *Балашова Н.Н., *Тареева М.М., *Губкин В.Н.

Институт Генетики и Физиологии Растений АН РМ, Кишинев, Республика Молдова
**ВНИИ Селекции и Семеноводства Овощных Культур, Лесной городок, Московская область.*

Поиск перспективных биологически активных веществ растительного происхождения – одна из актуальных задач настоящего времени. Значительный интерес в этой связи представляют антиоксиданты стероидного типа, а именно, стероидные гликозиды, изучение которых ведется в нескольких направлениях, одно из которых – как физиологические активные вещества, индуцирующие защитные реакции у растений, и тем самим, повышающие устойчивость последних к фитопатогенам и неблагоприятным факторам внешней среды.

В наших исследованиях изучали влияние стероидных гликозидов, выделенных из некоторых видов растений семейства пасленовых, из семян баклажанов (мелонгозиды), корней баклажанов (сомелонгозиды), семян табака (никотианозиды), семян махорки (рустикозиды), семян петунии (петуниозиды), семян красавки (атропозиды) и семян белены (хиосциамозиды), на рост и развитие растений, на процессы их репродуктивного развития, а также на устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды и фитопатогенам.

При изучении влияния мелонгозидов, атропозидов, петуниозидов и сомелонгозидов на процессы репродуктивного развития томатов, в частности, на процессы формирования пыльцы, опыления, оплодотворения, формирования зародыша у межвидовых гибридов и сортов, а также на урожайность, отмечена выраженная активность у мелонгозидов и атропозидов. Так, у межвидовых гибридов томатов Mo 500 x *S. pennellii* и Mo 628 x *L. hirsutum var glabratum* жизнеспособность пыльцы при добавлении

в среду мелонгозида увеличивалась в 2–3 раза, а при обработке завязей раствором этого гликозида уменьшалось количество недоразвитых зародышей в 2,5–2,9 раза. При этом увеличивалось, по сравнению с контролем, количество плодов на растение и их масса.

Следует отметить, что не все применяемые гликозиды способствовали повышению устойчивости растений томатов к комплексу заболеваний, таких как макроспориоз, чёрная бактериальная пятнистость и болезни увядания. Наиболее активными оказались мелонгозиды, хиосциамозиды и никотианозиды, при применении которых степень поражения томатов макроспориозом снизилось на 27,4%, черной бактериальной пятнистостью – на 33,2%, болезнями увядания – на 48% и мозаикой – на 56%.

Установлено, что хиосциамозиды, атропозиды, никотианозиды и мелонгозиды, стимулируя защитные механизмы растений – хозяев, повышают устойчивость растений к комплексу болезней. При этом наблюдается повышение урожайности и улучшение товарных качеств овощных культур.

При применении стероидных гликозидов повышаются и адаптивные свойства растений. Так, например, мелонгозиды индуцируют защитные реакции у генотипов томатов в условиях комбинированного абиотического стресса, увеличивают их засухоустойчивость и продуктивность, петуниозиды – стрессоустойчивость растений перца сладкого. При воздействии хиосциамозидов, никотианозидов и петуниозидов отмечается повышение адаптивных свойств у растений огурца, томата, моркови, капусты, перца сладкого в условиях холодового стресса на ранних этапах прорастания растений.

В опытах на огурцах сорта Электрон было выявлено, что эффект первоначального применения гликозидов при обработке семян благополучно сказывается на всех фазах жизненного цикла растения, особенно при неблагоприятных факторах внешней среды. По результатам полевых испытаний нескольких лет выявлено, что полевая всхожесть семян, обработанных гликозидами, увеличивается в среднем на 5 – 11 % по сравнению с контролем, а ранняя урожайность огурца повысилась в опытных вариантах на 7 – 25,5 %, на конец же уборки этот показатель составил 5,8 – 27,9 %. Также выявлено, что степень и характер физиологической актив-

ности зависит от химической структуры гликозидов. Наибольшую физиологическую активность проявили хиосциамозид и петуниозид, при применении которых урожайность огурца увеличилась по сравнению с контролем на 5,2 т/ га и на 7,6 т/ га, соответственно.

Аналогичные результаты были получены при изучении влияния атропозида, петуниозида, сомелонгозида, мелонгозида и хиосциамозида на посевные качества семян и урожайность моркови и капусты.

В результате полевого опыта, проведенного на растениях моркови сорта Нантская, выявлено, что энергия прорастания семян после обработки их гликозидами повысилась на 3 – 8 %, а полевая всхожесть была выше контроля на 5 – 6 % и в отдельных вариантах на 11 – 12 %. Отмечалось более дружное появление всходов в поле в вариантах с обработкой гликозидами, что привело в дальнейшем к повышению урожайности корнеплодов на 12,7 – 21,3 %.

При обработке семян капусты стероиднами гликозидами оранжерейная всхожесть повысилась в среднем на 15,9 – 26,7 %. Рассада в этих вариантах была более мощной и развитой, что обусловило повышение урожайности капусты на 11,3 – 23,7 %.

Многочисленные испытания стероидных гликозидов на различных тест-растениях показали, что степень и характер физиологической активности зависит от химической структуры гликозидов, применяемой концентрации, способа обработки и генотипа растения.

Что касается механизма действия стероидных гликозидов на растения, то данный вопрос окончательно не выяснен. Мы предполагаем, что стероидные гликозиды, проникая в клетки растения, выполняют роль индуктора, который взаимодействует с репрессором и переводит его в неактивную форму. Такая форма репрессора не может взаимодействовать с операторным геном и, следовательно, не может препятствовать транскрипции структурных генов. В результате синтезируются новые матрицы ДНК и новые ферментные системы. Существенно, что при этом реализуются новые метаболические пути. Подтверждением этому является ряд работ, где показано, что под действием стероидных гликозидов в клетках появляется новые белковые компоненты, активность рибонуклеазы возрастает в 2,5 раза, ускоряется синтез белка, по-

вышается проницаемость мембран для электролитов, вымываемых из тканей растений.

Роль физиологически активных соединений в повышении адаптивных свойств сельскохозяйственных растений и в увеличении их продуктивности будет непрерывно возрастать. Большое значение здесь будут иметь антиоксиданты стероидного типа – стероидные гликозиды, которые могут быть выделены в отдельный класс физиологически активных веществ с принципиально новым механизмом действия.

ФИТОРЕГУЛЯТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ГЛИКОЗИДОВ ВЕРОНИКИ ДУБРАВНОЙ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРЦА СЛАДКОГО)

Кинтя П.К., Марченко А.А., *Беспалько А.В., *Козарь Е.Г., *Балашова И.Т.

Институт Генетики и Физиологии Растении АН РМ, Кишинёв, Республика Молдова, +37322555259, lextmarcenco@mail.ru
**Всероссийский НИИ Селекции и Семеноводства овощных культур, п.ВНИИССОК, п/о Лесной городок, Россия*

Из существующих в настоящее время способов экзогенного воздействия биологически активных веществ на растения наиболее экономичным и эффективным является способ предпосевной обработки семян. При этом биологически активные вещества при прорастании семян и росте растения оказывают влияние на метаболизм, повышая общую устойчивость растений и продуктивность. В последние годы возрос интерес к стероидным гликозидам, изучение которых ведется в нескольких направлениях. С одной стороны эти соединения используются для синтеза гормональных препаратов в фармацевтической промышленности. С другой - возрастает интерес к стероидным гликозидам, как веществам, обладающим широким спектром биологического действия, в том числе и антиоксидантным [1], на живые организмы. Важная роль отводиться стероидным гликозидам также и в усилении и устойчивости растений к стрессовым факторам и фитопатогенам.

Ранее было установлено, что природные гликозиды способны повышать устойчивость целого ряда овощных культур, таких,

как томаты, капуста, морковь, огурец и другие, к биотическим и абиотическим факторам внешней среды, а также увеличивать всхожесть некондиционных семян, энергию их прорастания, улучшать качество рассады, способствовать лучшему укоренению её в поле, индуцируя устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды. При применении стероидных гликозидов для предпосевного замачивания семян повышается продуктивность растений и качество урожая [2–4]. В данной работе приведены результаты изучения активности суммы полярных гликозидов, выделенных из растений вероники дубравной (*Veronica chamaedrys L.*) (сем. Норичниковые) [5], в отношении роста и развития сеянцев перца сладкого.

Материалы и методы

Исследования проводили в лабораторных условиях на трех сортах «Агаповский», «Л–39», «Карлик», отличающихся типом роста, скороспелостью, окраской плода. Сухие семена перца сладкого замачивали в водных растворах гликозидов из вероники дубравной (10^{-3}–10^{-6} %) в течение 12 часов. Контролем также служили семена, замоченные в воде. После обработки семена промывали в проточной воде в течение 5 минут, раскладывали в рулоны для проращивания и на 14 сутки проводили учёт всхожести, измеряли длину корешка и семядольных листьев.

Результаты и их обсуждение

При обработке семян перца сладкого действие гликозидов вероники дубравной было неоднозначным. Отмечено достоверное повышение всхожести перца сладкого у сортов с низкими посевными качествами семян - у сорта Агаповский на 10 – 30 % в концентрациях $10^{-4...-5}$% и семян перца сладкого Л–39 – на 50% в концентрации 10^{-5} %, а при концентрации 10^{-6} % - в 2 раза (табл. 1). Предпосевная обработка гликозидами семян с высокой исходной всхожестью сорта Карлик не оказала стимулирующего эффекта, а при некоторых концентрациях оказала даже ингибирующее действие.

Таблица 1. Влияние гликозидов вероники дубравной на всхожесть семян разных сортов перца сладкого (предпосевная обработка)

Вариант обработки	Всхожесть семян сортов, %		
	Агаповский	Л–39	Карлик
Контроль (вода)	65	40	95
Σ гликозидов 10^{-3} %	60	85	90
Σ гликозидов 10^{-4} %	85	65	85
Σ гликозидов 10^{-5} %	75	60	95
Σ гликозидов 10^{-6} %	70	85	85

Дальнейшее наблюдение за развитием сеянцев перца сладкого выявило положительное влияние всех концентраций гликозидов на рост корневой системы (рис.1).

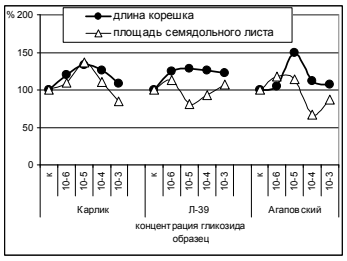


Рис.1. Эффективность (% от контроля) влияния обработки семян гликозидами вероники дубравной на морфологические показатели сеянцев различных сортов перца сладкого в зависимости от концентрации (10^{-3},10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}%, к – контроль)

Максимальный стимулирующий эффект у сортов Карлик и Агаповский отмечали в концентрации 10^{-5}%, при которой наблюдалось удлинение корней на 30% и 50 % в сравнении с контролем соответственно. Стимулирующее влияние на развитие корневой системы перца сорта «Л–39» наблюдалось при применении всех концентраций гликозидов.

На развитие семядольных листьев сорта Агаповский гликозиды оказывали стимулирующее действие в концентрациях $10^{-5\ldots-6}$%. У сорта «Карлик» существенное увеличение площади семядольных листьев отмечено при концентрации 10^{-5}%. В отличие от этих сортов, обработка семян образца Л-39 гликозидами практически не оказывала влияния на данный параметр семядольных листьев, но способствовала повышению в них содержания хлорифилов *a* и *b*.

Отмечено положительное влияние большинства видов обработок на массу сеянцев сорта Карлик и образца Л-39 (рис.2). У Агаповского, наоборот, в основном отмечено снижение средней массы сеянцев в вариантах с обработкой СГ (рис. 2).

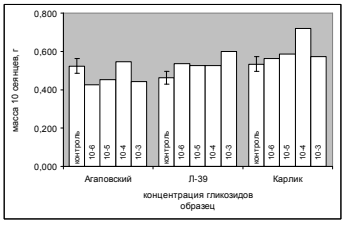


Рис. 2. Влияние обработки семян гликозидами вероники дубравной на массу сеянцев различных сортов перца сладкого в зависимости от концентрации

Таким образом, в зависимости от концентрации, гликозиды, выделенные из растений вероники дубравной, обладают свойством оказывать разное влияние на начальный рост и развитие растений перца сладкого. В большей степени они оказывают влияние на развитие корневой системы и семядольных листьев сеянцев. При этом стимулирующий эффект действия гликозидов *Veronica chamaedrys L.* отмечался в более низких концентрациях $10^{-4\ldots6}$%, по сравнению с ранее изученными стероидными гликозидами (капсикозид, мелонгозид, сомелонгозид, экостим), полученных из растений семейства пасленовых [6]. Это, по-видимому, связано с их различной химической природой (в сумме гликозидов из вероники дубравной главным образом присутствуют фенольные соединения с 2-3 сахарами) [5].

Предполагается, что в покоящихся семенах, гликозиды могут выступать вместе с ингибиторами-фитогормонами и монофенолами, а в период прорастания и интенсивного роста находятся в функциональном единстве с фитогормонами-стимуляторами и полифенолами, чем и объясняется положительный эффект действия экзогенных гликозидов при обработке семян [6]. Обработка семян гликозидами имеет пролонгированный эффект на последующие этапы развития растений, влияя на адаптивный и продуктивный потенциал растений в различных условиях выращивания [6]. Специфичность же физиологического действия различных гликозидов на развитие растений разных сортов перца сладкого в определенной степени может зависеть от исходного содержания эндогенных гликозидов в семенах исследованных сортов [8], взаимодействие с

которыми и будет определять направленность и эффективность их действия.

По совокупности положительных эффектов при обработке семян различных сортов перца сладкого растворами гликозидов вероники дубравной можно выделить концентрацию 10^{-5}%, которая может быть перспективна для практического использования.

Библиографический список

[1] Кинтя П.К., Бурцева С.А., Ковальчук Л.П. Поиск антиоксидантов в ряду стероидных гликозидов. – Хим. фарм. журнал, 1982, № 1, с. 95 – 97.

[2] Корлэтяну, Л.Б. Применение стероидных гликозидов для повышения жизнеспособности старых семян огурцов/ Л.Б.Корлэтяну, А.И.Ганя, П.К.Кинтя, Н.Савастеева, С.А.Швец// «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования»: V Межд. Симпоз. Пущино. Москва. 9–14 июня. 2003. – Т.1. – с.86–88.

[3] Балашова, Н.Н. Эффективность использования вторичных метаболитов растений – стероидных гликозидов для повышения урожайности овощных культур (огурец, морковь, капуста)/ Н.Н.Балашова, М.М.Тареева, В.Н.Губкин, П.К.Кинтя, С.А.Швец// «Приоритетные направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений в XXI веке»: Межд. науч.- практ. конф.: Тез. докл., Москва, 15–18 декабря. 2003. – М., 2003. – с.356–357.

[4] Кинтя, П.К. Использование стероидных гликозидов в селекции и семеноводстве овощных культур на примере перца сладкого/ П.К.Кинтя, Н.Н.Балашова, Н.Е.Мащенко, А.В.Беспалько, Е.Г.Козарь, С.А.Швец, И.Т.Балашова// «Иновационные технологии в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур»: Межд. науч.- практ. конф., Мат. конф., ВНИИССОК, Москва, 7 – 9 августа, 2006. – М., 2006. – Т.2. – с.127 – 133.

[5] Марченко, А.А., Кинтя, П.К. Применение биологически активных соединений из *Veronica chamaedrys L*. для повышения продуктивности лекарственных растений. I-a Conferintă Internatională ”Transfer de inovatii în activitătile agricole în contextual schimbării climei si dezvoltării durabile”. Moldova, Chisinău. 11-12 noiembrie 2009. - P.171-173.

[6] Козарь Е.Г., Беспалько А.В., Пышная О.Н., Балашова Н.Н., Кинтя П.К., Мащенко Н.Е., Швец С.А. Влияние молдстима на адаптивную и репродуктивную способность перца сладкого. //Сб. трудов ВНИИССОК, 2003, С.78-85.

[7] Волынец А.П., Шуканов В.П., Полянская С.Н. Стероидные гликозиды – новые фиторегуляторы гормонального типа. – Минск. 2003. 134 с.

[8] Козарь Е.Г., Беспалько Л.В., Балашова Н.Н., Балашова И.Т., Кинтя П.К., Мащенко Н.Е., Швец С.А. Особенности физиологического действия стероидных гликозидов при предпосевной обработке семян перца.// Материалы VI межд. научной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений» 28-30 октября. –Минск. - 2009. –С. 18.

ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖИРНОГО МАСЛА СЕМЯН ОСЛИННИКА ДВУЛЕТНЕГО (OENOTHERA BIENNIS L.) И СПОСОБОВ СОХРАНЕНИЯ ЕГО КАЧЕСТВА.

[1]Г.И.Климахин, [1]В.С.Фонин, [1]В.В.Семикин, [1]К.М.Дюмаев, [1]О.Н.Толкачев, [2]Д.Ю.Залепугин, [2]Н.А.Тилькунова, [2]И.В.Чернышова, [3]А.О.Кузнецов, [1]Н.В.Макарова

[1]Государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ГНУ ВИЛАР РАСХН), г.Москва, e-mail: vilarnii@mail.ru.

[2] Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии» (ФГУП ГОС НИИОХТ), г.Москва.

[3]ООО «Аромавита», Московская область.

Многолетние интродукционные исследования ослинника двулетнего, семена которого являются одним из перспективных источников получения жирного масла с высоким содержанием незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (линолевая – 70-76% и гамма-линоленовая – 8-10%) были успешно завершены в ВИЛАРе в 2005 г. Разработана и апробирована в производственных условиях перспективная технология по возделыванию новой

лекарственной культуры, обеспечивающая при высокой механизации основных работ получение в условиях Центральных районов Нечерноземной зоны РФ более 1 т/га семян ослинника Подмосковной популяции с содержанием 19-24% жирного масла, не уступающего по качеству зарубежным аналогам.

Жирное масло ослинника является натуральным продуктом антисклеротического и кардиозащитного действия и представляет особый интерес для медицины . Линолевая кислота обладает антиоксидантными свойствами и играет большую роль в жизнедеятельности клеток: поддерживает уровень жидкости в клеточных мембранах, обеспечивает поступление кислорода и сохранение белков в них. Гамма-линоленовая кислота способствует синтезу некоторых стероидных гормонов, регулирует уровень иммунной защиты, является предшественником простагландина Е-1 и его производных.

В мировой практике жирное масло из семян ослинника получают в основном путем холодного прессования и методом сверхкритической флюидной экстракции. При механическом прессовании выделяется качественный продукт, но более 50% масла остается в жмыхе. Использование в качестве экстрагента двуокиси углерода обеспечивает высокую эффективность технологического процесса и мягкие условия экстракции. Извлеченное при этом масло не содержит примесей, что позволяет применять его без дополнительной очистки.

С целью оптимизации технологии получения растительных масел была осуществлена идея механического прессования в присутствии жидкого флюидного реагента, в т.ч. двуокиси углерода (Gas Assisted Mexanical Expression – GAME процесс). В 1999 г американская фирма Crown, Jron Works, Jnc приобрела лицензию, а в 2005 г совместно с фирмой Harburg Frendenborger (Германия) осуществили промышленную реализацию GAME процесса. По сравнению с «чистой» флюидной экстракцией была достигнута не только высокая степень извлечения растительного масла, но и самая низкая себестоимость конечного продукта, т.к. в десятки раз сократился расход углекислого газа.

Полиненасыщенные жирные кислоты масла ослинника термически нестабильны и в процессе извлечения, а также хранения при положительных температурах, быстро теряют свою актив-

ность. В этой связи разработка и усовершенствование способов получения и условий хранения жирного масла ослинника имеет большое научное и практическое значение.

В 2003 г впервые в России на базе специального оборудования ФГУП ГОС НИИОХТ были проведены исследования по выделению жирного масла из семян культивируемого в ВИЛАРе ослинника путем CO_2 экстракции при высоком давлении. Установлены оптимальные параметры флюидной экстракции: продолжительность 3 часа, температура +25º С, давление 250 атмосфер. Работа была продолжена в 2007 г на экспериментальной установке швейцарской фирмы «SITEC» для изучения процесса сверхкритической CO_2 экстракции остатков масла из жмыха семян ослинника после вскрытия их оболочки при холодном прессовании. Полнота извлечения при температуре +40ºС и интервале давлений 150-280 атмосфер составила 93-94%.Концентрация полиненасыщенных кислот в масле свидетельствует о его высоком качестве: содержание γ-линоленовой кислоты составило 8,5-10,2%, линолевой – 70,7-74,6%.

Для химико-технологических и медико-биологических исследований в 2004-2010 гг получено более 8 л масла из семян ослинника в ООО «Аромавита», специализированного на производстве растительных масел методом холодного прессования на гидравлических установках. При этом выход целевого продукта колебался в пределах 30-46%. В 2009 г проведен поиск новых способов извлечения остатков масла в жмыхе семян ослинника. Холодным прессованием из семян ослинника получили масло (№212). Оставшийся жмых-I залили льняным маслом (№215). Через 14 часов провели второй отжим и получили льняное масло, обогащенное маслом ослинника (№213). Из жмыха-II на Сокслете извлекли остатки жирных масел (№214). Анализ жирнокислотного состава 4-х образцов масла ослинника, льна и их производных представлен в табл. 1.

Таблица 1.

Содержание основных жирных кислот в масле семян ослинника, льна и их производных (ВИЛАР, ООО «Аромавита», 2009 г).

Название жирных кислот	Образцы масла, содержание жирных кислот(%)			
	№212	№213	№214	№215
Пальмитиновая С16:0	5,96	4,82	5,46	4,42
Стеариновая С 18:0	1,74	3,50	3,45	4,05
Олеиновая С 18:1	10,50	14,79	14,28	16,55
Линолевая С 18:2	70,73	31,25	35,58	16,53
γ-линоленовая С 18:3	7,46	2,13	2,76	0,08
α-линоленовая С 18:3	0,51	38,50	33,79	52,34

В масле льна линолевой кислоты было в 4,4 раза меньше, чем в масле ослинника; γ-линоленовой – в 100 раз меньше, а α-линоленовой – в 100 раз больше. Существенные различия в химическом составе исходных масел позволяют провести надежный аналитический контроль эффективности процесса экстракции масла ослинника маслом льна. Масло льна, обогащенное маслом ослинника, (№213) содержало 31,2% линолевой, 2,1% γ-линоленовой и 38,5% α-линоленовой кислоты. Химический состав масла из жмыха-II (№214) оказался близким к вышеназванному. Это свидетельствует о перспективности экстракции наиболее ценной части масла ослинника маслом льна.

Таблица 2.

Влияние условий хранения семян и масла ослинника двулетнего на качество жирного масла (ВИЛАР, 2008-2009 гг.).

Условия хранения (t)	Показатели индекса окисленности масла		
	Семена ослинника	Масло из семян ослинника, способы его извлечения	
		Холодное прессование	Флюидная экстракция CO_2
+18… +25º С	7,2	-	-
+4º С	4,0	5,2	4,5
- 18º С	3,6	2,9	3,9

Значительный интерес представляет экспериментальная работа по изучению влияния условий 2-х летнего хранения семян и масла ослинника на индекс окисленности масла, являющегося одним из важных показателей его качества (табл.2.).

После 2-х лет хранения семян ослинника при комнатной температуре индекс окисленности выделенного из них на аппарате Сокслета жирного масла был в 1,5-2,0 раза выше, чем в вариантах с пониженной температурой. Условия хранения масла ослинника в морозильной камере является оптимальными. Результаты проведенных исследований будут использованы при подготовке нормативно-технической документации на семена-сырье и масло ослинника двулетнего.

АКТИВНОСТЬ АСКОРБАТ-ГЛУТАТИОНОВОГО ЦИКЛА В РАСТЕНИЯХ ТАБАКА С ПОВЫШЕННОЙ ЭКСПРЕССИЕЙ АСКОРБАТПЕРОКСИДАЗЫ ПРИ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ СТРЕССЕ

Н.В. Козел

Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь, тел.: +375(017)284-23-56, e-mail: kmu@tut.by

Известно, что в детоксикации одной из активных форм кислорода (АФК) – пероксида водорода – в растительной клетке принимает участие так называемый аскорбат-глутатионовый цикл, механизм функционирования которого заключается в восстановлении H_2O_2 до воды с участием аскорбата и аскорбатпероксидазы (АПО). Аскорбат в этой реакции окисляется до дегидроаскорбата, который вновь превращается в восстановленную форму за счет восстановленного глутатиона. При этом восстановленный глутатион превращается в окисленную форму, которая в свою очередь восстанавливается в НАДФН-зависимой реакции с участием фермента глутатионредуктазы (ГР). Существование такого механизма детоксикации H_2O_2 в растительной клетке было открыто в конце 80-х годов прошлого века. Однако до сегодняшнего дня остается нерешенным вопрос о том, насколько важную роль играет аскор-

бат-глутатионовый цикл в защите растения, и является ли этот механизм универсальным способом защиты растительной клетки при действии различных абиотических факторов, вызывающих развитие окислительного стресса. Целью нашего исследования стало выяснение роли аскорбат-глутатионового цикла в эффективном функционировании антиоксидантной системы в растениях табака, обладающих повышенной экспрессией АПО, при действии контрастных абиотических факторов – фотоокислительного и низкотемпературного стрессов.

В опытах использовали 45-дневные растения табака (*Nicotiana tabacum cv* SNN), трансформированные смысловым геном АПО, и растения дикого типа (ДТ), выращенные в режиме 14 ч света (150 мкмоль квантов·м$^{-2}$·с$^{-1}$) и 10 ч темноты при температуре 25±2^{o}С. Фотоокислительные процессы инициировали с помощью ксантенового красителя-сенсибилизатора бенгальского розового. Низкотемпературный стресс моделировали в течение 24 ч в холодильной камере с температурой +4ºС и указанным выше фотопериодом. Изначально трансгенные растения табака обладали более высокой (на 85%) активностью АПО.

Показано, что и в условиях фотоокислительного стресса, и при низкотемпературном воздействии растения-трансформанты характеризуются меньшей степенью накопления в них АФК и, как следствие, меньшей степенью повреждения компонентов клеточных мембран и менее выраженным нарушением функционирования фотосинтетического аппарата по сравнению с растениями ДТ. Анализ компонентов антиоксидантной системы позволил установить, что количество аскорбата (как общего, так и восстановленного) и при фотоокислительном, и при низкотемпературном стрессе в трансгенных растениях было ниже по сравнению с растениями ДТ, в то время как содержание глутатиона, преимущественно его окисленной формы, в трансформантах и при фотоокислительном, и при низкотемпературном стрессе превышало этот показатель для ДТ. При этом в таких условиях для растений-трансформантов была характерна более высокая активность АПО по отношению к ДТ – на 30 и 20% при фотоокислительном и низкотемпературном стрессе соответственно. Активность ГР в листьях трансгенных растений была выше чем в растениях ДТ при фотоокислительном стрессе на 40%, в то время как при низкотемпературном воздейст-

вии активность этого фермента и для трансформантов, и для ДТ была примерно одинаковой.

Таким образом, трансформация растений табака смысловым геном АПО приводит к интенсификации функционирования в них аскорбат-глутатионового цикла, что проявляется в более интенсивном потреблении аскорбата в трансформантах на фоне повышенной активности АПО. Более высокое содержание глутатиона в трансформантах вероятно связано с его синтезом *de novo* для участия в поддержании пула восстановленного аскорбата. Полученные результаты указывают на то, что трансгенные растения, в которых активно функционирует аскорбат-глутатионовый цикл, способны более эффективно противостоять стрессовым воздействиям различной природы. Результаты исследования могут найти применение в селекции при создании новых сортов сельскохозяйственных культур, обладающих повышенной устойчивостью к абиотическому стрессу.

ПРОТЕОМНЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ТОМАТА К ФИТОФТОРОЗУ

Колеснева Е.В., Бакакина Ю.С., Рахуба И.А., Дубовская Л.В., Волотовский И.Д.

Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, тел. +375-172-841749, ibce@ibp.org.by

Известно, что фитофтороз, возбудителем которого является оомицет *Phytophthora infestans,* является одним из самых опасных заболеваний овощных культур, наносящее наибольший вред посадкам томата и картофеля. Большие потери урожая, вызванные данным заболеванием, приводят к чрезмерному использованию химических препаратов. Однако избыточное применение химических средств защиты растений угрожает здоровью людей и причиняет необратимый вред окружающей среде. Экологически безопасная возможность борьбы с фитофторозом томатов заключается в получении и выращивании устойчивых сортов. Поэтому возникает необходимость в поиске маркеров устойчивости растений томатов к фитофторозу. В последние годы для поиска и быстрой идентифи-

кации маркеров белковой природы часто используют комбинацию гель-электрофореза и масс-спектрометрии.

Таким образом, целью работы была идентификация белков-маркеров резистентности сортов томатов к грибным патогенам на основе анализа профиля белковой экспрессии и скрининга диагностически значимых белков.

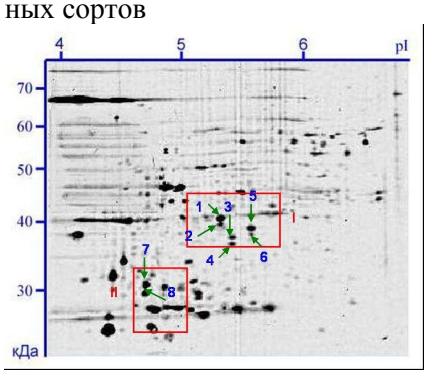
В работе использовали 7 сортов растений томата. Характеристика сортов растений томата по степени их чувствительности к фитофторозу представлены в таблице. Семена любезно были предоставлены д.с.-х.н. Налобовой В.Л.

Протеомные карты клеточных растворимых белков сортов растений томата получали методом двумерного гель-электрофореза. Белки после электрофореза были визуализированы с применением нитрата серебра. Полученные протеомные карты анализировали с помощью компьютерного обеспечения «PDQuest».

Таблица 1 – Характеристика сортов растений томата по чувствительности к фитофторозу

Сорт томата	Степень чувствительности, баллы
Ottawa 30	1
Л 1	2
Л 2	2
Вилина	3
Пралеска	4
Превосходный	5
Доходный	6

Рисунок – Типичная протеомная карта растворимых белков листьев томата сорта Ottawa 30 с указанием областей (I и II) по которым наблюдаются отличия у разных сортов



При анализе протеомных карт растворимых белков листьев сортов томата с контрастной устойчивостью к фитофторозу, наиболее значимые отличия в белковом составе были обнаружены в 2-х областях, расположенных в районе 40 и 30 кДа, соответственно (рисунок).

Было обнаружено, что на протеомных картах сортов томата Ottawa-30, Л-1, Л-2, обладающих наибольшей устойчивостью к фитофторозу, наблюдалась четкая визуализация всех 8 белковых пятен. В то же время, у сортов Вилина, Пралеска наблюдается практически полное отсутствие пятна, соответствующего белку 6, и заметное снижение объема пятен белков 1-5 и 7-8. Аналогичная картина наблюдается и у сортов Превосходный и Доходный, характеризующихся наименьшей устойчивостью к фитофторозу. Необходимо отметить, что у сорта Доходный, самого чувствительного к фитофторозу, на протеомных картах практически отсутствуют белки пятен 2, 5, 7, 8, и слабо визуализируются белки 1, 3, 4, 6.

Таким образом, очевидно, что по мере снижения устойчивости растений томата к фитофторозу, их протеомный статус претерпевает значительные изменения. Далее нами была предпринята попытка идентифицировать белки 1-8 с помощью метода масс-спектрометрии.

Белковые пятна 3 и 4 были идентифицированы как глутатион-S-трансфераза. Их соответствие одному белку, вероятно, обусловлено наличием посттрансляционных модификаций данного фермента. Известно, что отдельные глутатион-S-трансферазы дифференциально экспрессируются в ответ на действие биотических и абиотических стрессов, указывая на их всестороннее участие в эндогенном метаболизме.

Белок пятна 5 был идентифицирован как фосфоинозитид-специфическая фосфолипаза С, которая является ключевым ферментом фосфолипидного сигнального каскада. Известно, что данный фермент участвует в реализации действия такого важного фитогормона как абсцизовая кислота. Кроме того, показано, что фосфоинозитид-специфическая фосфолипаза С играет важную роль в стрессовой сигнализации растений, а также в развитии устойчивости к заболеваниям.

Еще одним результатом идентификации явился белок R1. Функция этого белка мало изучена. Известно лишь то, что он принимает участие в метаболизме крахмала.

Белок пятна 1, соответствующий белку OSJNb0018G11, не охарактеризован, и функция его в растениях не изучена. Остальные белки идентифицировать не удалось, что, скорее всего, обусловлено отсутствием соответствующих баз данных для томатов.

Таким образом, в ходе выполнения данной работы были обнаружены изменения в качественном составе белков листьев изученных сортов растений томата. Мы предполагаем, что выявленные изменения коррелируют с устойчивостью томатов к фитофторозу, и что полученные результаты могут быть использованы для диагностики устойчивости растений к патогенам и скринингового обследования селекционного материала.

ФОРМЫ КРЕМНИЯ В НЕКОТОРЫХ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЯХ

М.П. Колесников, М.С. Гинс*, В.К. Гинс*, П.Ф. Кононков***

**Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур РАСХН, e-mail VNIISSOK@mail.ru*

***Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН, Москва, 119071*

В овощных растениях (в листьях, стеблях, соцветиях, плодах и корнеплодах), наряду с флавоноидами, наблюдается повышенное содержание кремния, и на этом основании их можно отнести к группе «кремниефильных» растений. В настоящей работе впервые приводятся данные о содержании в некоторых овощных растениях различных форм кремния.

Кремний по современным представлениям относится к группе элементов, необходимых для нормального роста и развития организма животных и человека [1]. Экспериментальные данные позволяют уверенно говорить о явлении «силикотропизма» (живые ткани проявляют определённое сродство к SiO_2). Кроме соединительных тканей кремний содержится в гипофизе ($3{,}8\times10^{-2}$ %), в твёрдой мозговой оболочке и в белом веществе головного мозга ($5{,}3\times10^{-5}$ %), в спинномозговой жидкости, в хрусталике глаза

и щитовидной железе ($1{,}9\times10^{-2}$ %), а также в тканях почек, сердца и других органов. Среднее содержание SiO_2 в организме человека имеет величину $n\times10^{-3}$ % [1].

Кремний входит в состав эластина кровеносных сосудов, и при атеросклерозе (когда содержание SiO_2 в соединительных тканях резко падает) наблюдается снижение эластичности стенок артерий одновременно с возрастанием их проницаемости. Введение в пищевой рацион растительного кремния способствует кальцификации и сращиванию повреждённых костных тканей, причём неорганические силикаты указанным действием не обладают [1]. Растительная пища (в частности, пшеничные отруби) несёт в себе не только набор витаминов и незаменимых аминокислот, но и биофильный кремний, физиологическая потребность в котором несомненна. Биофильный кремний – это та часть растительного (органогенного) кремния, которая химически (в основном в форме ортокремниевых эфиров) связана с фосфолипидами, белком и пектинами, то есть с теми компонентами растительной ткани, которые в первую очередь усваиваются организмом [2-7].

Схема анализа трёх форм кремния разработана нами на основе модифицированного метода определения органогенного кремния [2]. Растворимый Si извлекается из растений 25%-ным раствором NH_3 (30 мин при 80^o C). Si органогенный – это кремний, извлекаемый конц. HNO_3 (10 мин при 110^o C), за вычетом количества растворимого Si. Кремний полимерный – это сумма всех трёх форм элемента (определяется озолением и спеканием золы с сухим Na_2CO_3) за вычетом HNO_3-гидролизуемого Si [2]. На рисунках 1а и 1б показано, что при близком общем содержании кремния растения могут отличаться по соотношению трёх его указанных форм.

В таблице 1 представлены данные по содержанию трёх форм кремния в листьях, плодах, семенах и корнеплодах некоторых овощных культур. Для сравнения представлены некоторые данные по содержанию кремния в лекарственных растениях.

Для всех овощных растений нами отмечено высокое содержание органогенного кремния (0,54-1,52%). Причём, количество органогенного кремния в овощных культурах оказалось сравнимым с его содержанием в лекарственных растениях. По нашим данным содержание кремния в лекарственных растениях колеблется в приделах от 0,51% (спаржа) до 1,91% (очиток). Среди

овощных растений максимальными накопителями кремния в листьях и соцветиях оказались Амарант (Сорт «Валентина») и капуста брокколи. В них содержание органогенного кремния достигало соответственно 1,34-1,52% и 1,12-1,30%. На второе место можно поставить корнеплоды свёклы и моркови (1,10-1,47% соответственно). Другие культуры оказались на третьем месте, но и в этом случае содержание в них органогенного кремния сравнимо с его содержанием в некоторых лекарственных растениях. Например, в плодах томата и в листьях овощной хризантемы количество кремния (0,54-0,63%) соответствует его содержанию в спарже (0,51%). Доля органогенного кремния во всех изученных растениях превышает 50% от суммарного содержания всех трёх форм элемента.

Листья амарантов оказались хорошим объектом для анализа биофильного кремния. Содержание органогенного кремния в них достигало 1,03-1,34%. У четырёх видов изученных нами растений 0,53-0,75% содержащегося в них кремния обнаруживалось в препаратах белка. Доля этого кремния составляла 51,5% (*Amaranthus hypochondriacus*) – 56,5% (*A. tricolor*) от общего количества органогенного кремния. При содержании белка в листьях от 15,4 до 19,9%, в самом белке может присутствовать до 3,4% кремния, причём доля прочно связанного кремния (за вычетом легко гидролизуемых форм) составляет 9-17% от указанной величины. Этот кремний, повидимому, представлен ортокремниевыми эфирами оксиаминокислот и частично присутствует в виде Si-N связей со свободными аминогруппами белков. У бобовых (*Trifolium pratense*) с общим белком связано в 4 раза меньшее количество кремния (0,14% на сухую массу листа), хотя содержание белка лежит в тех же пределах, что и в листьях амарантов. Листья амарантов одновременно богаты белком и кремнием, причём именно той фракцией кремния, которую мы назваем «биофильной» (т.е. связанной с компонентами растительной ткани, которые легко усваиваются организмом).

По нашим данным липидная фракция листьев связывает от 11,0% (у злаков) до 15,79% (*Polygonum patulum*) кремния от общего количества органогенного кремния (или 0,10 – 0,26% от абсолютно сухой массы листа). В листьях *Amaranthus cruentus* кремний липидов составляет 0,20% от сухой массы. Учитывая содержание в листьях липидов (2,57 – 2,97%), мы рассчитали количество сязан-

ного в липидах кремния по отношению к навеске липидной фракции. Применение ступенчатого гидролиза показало, что прочно связанный кремний составляет 0,18-0,57% от веса липидов. Общее содержание фосфора в листьях лежит в пределах 0,34 – 0,49% (на абсолютно сухую массу), а на липидную фракцию приходится от 21,8% до 34,5% от этого количества (или 0,09 – 0,16% от абсолютно сухой массы листа).

Фосфолипиды составляют от 17,9 до 22,4% от суммарного содержания липидной фракции листьев (или 0,47 – 0,72% от абсолютно сухой массы листа). При этом на фосфолипиды приходится от 71,2% до 83,4% связанного с липидами фосфора. А от содержащегося в липидах кремния в фосфолипидах обнаруживается 31,1 – 41,7%. При этом кремний составляет 28,7% - 44,2% от суммарного содержания кремния и фосфора в фосфолипидах. Приведенные материалы свидетельствуют о заметной роли кремния в составе растительных фосфолипидов, где он, вероятно, частично замещает фосфор. Хроматография препаратов фосфолипидов в тонком слое показала, что материал некоторых пятен дает положительную молибдатную реакцию в условиях, когда фосфорномолибденовая кислота разрушается (что, вероятно, обусловлено присутствием ковалентено связанного кремния).

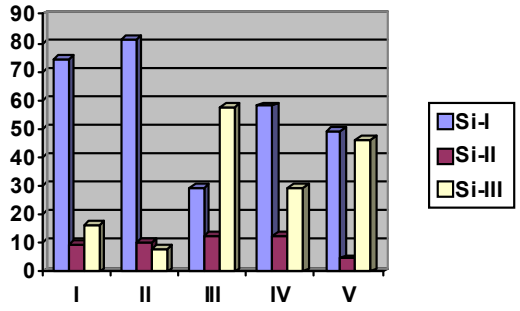
Суммарная пектиновая фракция листьев изученных нами растений связывает от 3,45 до 7,09% от общего количества органогенного кремния (что соответствует 0,03 – 0,09% кремния на абсолютно сухую массу листа). Исключение составляют зеленые формы амарантов (*A. cruentus* и *A. hypochondriacus*), в листьях которых на пектин приходится 9,86 и 10,68% органогенного Si соответственно (или 0,11 и 0,14% от сухой массы листа). При этом кремний неравномерно распределён по фракциям пектина и в протопектине его содержится больше, чем в водорастворимой фракции. Только у горца отклонённого в протопектине содержится почти в 3 раза меньше кремния, чем в водорастворимом пектине, а у шалфея и сныти обе фракции пектина содержат близкие количества кремния.

Растворимый пектин связывает от 1,19 до 4,67% от общего количества органогенного кремния (или 0,01 – 0,05% от сухой массы листа). Учитывая содержание этой фракции пектина в листьях (2,77 – 6,69%), в навесках растворимого пектина кремний находится в количестве от 0,23% (сныть) до 1,81% (горец отклонённый). Протопектин связывает 1,89 – 6,80% от общего количества органогенного кремния (или 0,01 – 0,09% от сухой массы листа). Содержание протопектина в листьях изученных растений составляет 2,11% (*Melissa officinalis*) – 5,87% (*Salvia nemorosa*), а количество кремния в препаратах протопектина лежит в пределах от 0,34% (*Aegopodium podagraria*) до 2,32% (*A. cruentus*, зеленая форма).

В заключение ещё раз отметим, что биофильный кремний – это та часть растительного (органогенного) кремния, которая химически (в основном в форме ортокремниевых эфиров) связана с фосфолипидами, белком и пектинами, то есть с теми компонентами растительной ткани, которые в первую очередь усваиваются организмом. Именно эта фракция кремния (на правах микроэлемента) и вовлекается в метаболизм липидов, фосфора и кальция. Поэтому наличие биофильного кремния должно входить в число показателей, определяющих кормовую, пищевую и фармацевтическую ценность растительного сырья.

В этой связи овощные культуры могут быть рекомендованы как хороший источник кремния в сочетании с флавоноидами. Р-витаминная активность флавоноидов (повышение резистентности капилляров) хорошо согласуется с фармакологической ролью биофильного кремния, который тоже способствует укреплению стенок кровеносных сосудов. Одновременное присутствие в овощных растениях флавоноидов и кремния повышает их пищевую ценность.

Рис. 1а. Соотношение форм кремния в листьях растений различных климатических зон.

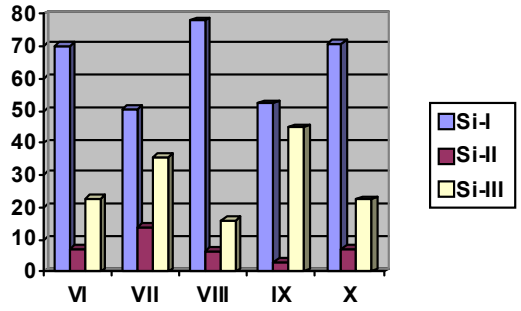


I – *Achillea millefolium* (Московская область);
II – *Matricaria caucasica* (Кваказ, Теберда);
III - *Salsola laricina* (Северный Прикаспий);
IV – *Kobresia* sp. (Южный Алтай);
V – *Musa basjoo* (Крым, Никитский ботанический сад)

Si-I – органогенный кремний;
Si-II – растворимый минеральный кремний;
Si-III – полимерный минеральный кремний.

По оси ординат отложено содержание каждой из форм Si в % от их суммы.

Рис. 1б. Соотношение форм кремния в листьях растений различных климатических зон.



VI – *Azolla pinnata* (оранжерея);
VII – *Crassula* sp. (оранжерея);
VIII – *Amaranthus cruentus* (зелёная форма);
IX – *Melissa officinalis* (оранжерея);
X – *Schizandra chinensis* (оранжерея)

Si-I – органогенный кремний;
Si-II – растворимый минеральный кремний;
Si-III – полимерный минеральный кремний.

По оси ординат отложено содержание каждой из форм Si в % от их суммы.

Таблица 1. Содержание форм кремния в некоторых овощных растениях (% на абсолютно сухую массу).

Образцы	Si органо-генный (± 0,05)	Si мине-ральный (± 0,01)	Si поли-мерный (± 0,01)
Амарант, сорт «Валентина», листья I яруса	1,34	0,10	0,40
Амарант, сорт «Валентина», соцветия	1,52	0,22	0,32
Амарант, сорт «Валентина», стебель	1,22	0,15	0,35
Хризантема овощная, узколистная	0,57	0,22	0,20
Хризантема овощная, широколистная	0,63	0,21	0,23
Морковь Московская Зимняя А-515	1,47	0,24	0,20
Свёкла одноростковая, сорт Бордо	1,10	0.15	0,22
Якон, сорт Юдинка, листья	0,74	0,14	0,22
Якон, сорт Юдинка, сухие клубни	0,67	0,10	0,20
Дайкон свежий	0,71	0,10	0,20
Стахис, клубеньки	0,74	0,20	0,24
Томат, ликопиновый сорт	0,54	0,10	0,24
Сельдерей, листья	0,71	0,12	0,20
Сельдерей, корнеплод	0,55	0,10	0,20
Мака (Перу)	0,54	0,44	0,96
Фитолякка, стебель с плодами	0,53	0,12	0,34
Фитолякка, листья зелёные	0,65	0,10	0,32
Расторопша, листья	0,74	0,14	0,22
Водяной кресс, листья	0,54	0,10	0,22
Капуста брокколи, листья	1,12	0,10	0,40
Капуста брокколи, соцветия	1,30	0,14	0,22
Китайская капуста, сорт Веснянка, семена	0,74	0,18	0,42
Капуста белокочанная, семена	0,78	0,12	0,40
Очиток	1,91	0,47	1,21
Арония	1,05	0,12	0,27
Мелисса	0,84	0,05	0,72
Мята перечная	0,77	0,07	0,70
Лапчатка	0,79	0,21	0,17
Родиола	1,53	0,51	0,90

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронков М.Г., Зелчан Г.И., Лукевиц Э.Я. // Кремний и жизнь. Рига: Зинатне. 1978. 587 С.
2. Колесников М.П., Абатуров Б.Д. // Успехи Современной. Биологии. 1997. Т. 117. С. 534-548.
3. Колесников М.П., Гинс В.К. // Химия природных соединений. 1999. N 5. С. 592-597.
4. Колесников М.П. // Успехи современной биологии. 2000. Т. 120, N 4. С. 379-391.
5. Колесников М.П., Гинс В.К. // Прикладная биохимия и микробиология. 2001. Т. 37. № 5. С. 616-620.
6. Колесников М.П. // Успехи биологической химии. 2001. Т. 41. С. 301-332.
7. Колесников М.П., Гинс В.К. // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Пущино. 1999. Т. 1. С. 67-70.

ДЕЙСТВИЕ БИОРЕГУЛЯТОРА СТЕРОИДНОЙ ПРИРОДЫ «МЕЛАНГОЗИД» НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САЖЕНЦЕВ ЯБЛОНИ ПРИ ВРЕМЕННОМ ГИДРОСТРЕССЕ

Комарова В.П., Шишкану Г.В., Кинтя П.К., Швец С.А.

Институт Генетики и Физиологии Растений АН, Кишинёв Молдова, тел. (373-22)664558, Email: ghsiscanu@rambler.ru

Глобальная аридизация климата, которая происходит в этот период, вынуждает искать способы смягчения вредного влияния засухи на растительный организм. Повышение устойчивости к аномально – засушливой среде возможно различными методами. Одним из них является применение биорегуляторов природного происхождения, способных мобилизовать генетически детерминированный потенциал устойчивости растений к стрессам посредством оптимизации их функциональных процессов, ключевыми среди которых выступают водообмен и фотосинтез. Эта проблема ак-

туальна не только для научных биологических исследований, но и для практического плодоводства.

Целью данной работы являлось изучение засухоиндуцированных изменений таких важнейших физиологических функций, как фотосинтетическая и параметры водного обмена растений яблони посредством применения фитостероида «Мелангозид».

Объектом исследования служили саженцы яблони сорта Голденспур, произраставшие в вегетационном домике института в сосудах Миттчерлиха с регулируемой влажностью.

В начале исследований все растения находились в одинаковых благоприятных условиях. В один из критических по водопотребности периодов (интенсивный рост побегов и листьев) смоделировали почвенную засуху путём постановки на 10 дней половины опытных растений в условия недостаточной влажности – 35 % от полной почвенной влагоёмкости (ППВ). Вторую половину саженцев для сравнения постоянно содержали при оптимальной влагообеспеченности – 70% ППВ. Перед экспонированием растений в засушливые условия их двукратно опрыснули 0,001 % водным раствором препарата «Мелангозид» (выделен из семян баклажанов). Контролем являлись саженцы, опрыснутые дистиллированной водой. По завершении временного гидростресса растения возвращали в инициальные оптимальные условия.

Нашим исследованиям подвергался лист, как структурно - функциональный специализированный фотосинтезирующий орган и наиболее чувствительная часть организации водопроводящей системы. Определяли такие базовые показатели устойчивости растения к засухе, как стабильность водного гомеостаза (водоудерживающую способность, общее содержание воды, дефицит водного насыщения, тургоресцентность) и влияние его на основные параметры фотосинтетической функции (концентрацию ассимиляционных пигментов, динамику формирования ассимилирующей поверхности и фотосинтетического потенциала (ФП), удельную поверхностную плотность листа (УППЛ), нетто-фотосинтез или чистую его продуктивность – ЧПФ. Работа выполнена традиционными методами исследования плодового растения.

Как вытекает из полученных нами экспериментальных данных, недостаточная почвенная влагообеспеченность в контрольном варианте вызвала сильное обезвоживание тканей. Так, дефи-

цит водного насыщения листьев засушливого варианта, в сравнении с оптимальным фоном увлажнения, увеличился в разные сроки определения на 23,5 —101,0 %, относительная тургоресцентность понизилась на 11,3 - 14,9%; общее содержание воды уменьшилось на 6,8 -10,6 %. Опрыскивание листьев изучаемым препаратом сопровождалось увеличением гидратации их тканей на обоих фонах влагообеспеченности, но существеннее – на засушливом. У растений, предварительно получивших некорневую подкормку, дефицит водного насыщения понизился на 18, 0 – 29,2 %, тургоресцентность повысилась на 12,5 – 24,9% и несколько увеличилась оводнённость обработанных листьев, видимо, за счёт увеличения осмотически связанной воды. Об этом косвенно свидетельствуют данные по изменению водоудерживающих сил листьев после опрыскивания биовеществом. Интегральный показатель, объединяющий осмотические, коллоидно-химические и термодинамические особенности процессов водообмена, а также регулирующий транспирацию растений и отражающий в стрессовых условиях адаптивные перестройки метаболизма клеток – водоудерживающая способность листьев – увеличился на 26,1 – 48,6 %. То есть способность тканей обработанных листьев удерживать воду и сохранять водный баланс при искусственном двухчасовом подсушивании в лабораторных условиях увеличилась: у опытных растений осталось больше воды, чем у контрольных. Засухоиндуцированная потеря воды обработанных листьев меньше, чем необработанных. Значит, обработка саженцев биопрепаратом способствовала увеличению водоудерживающих сил клеток и экономному расходованию воды на фотосинтез и другие физиологические процессы.

Указанной стабилизации водного обмена сопутствовали положительные изменения фотосинтетической деятельности растений, обработанных стероидным гликозидом. Сопоставление результатов спектрофотометрического анализа пигментов в листьях контрольных растений и саженцев после подкормки свидетельствует об увеличении фонда последних под влиянием гликостероида во все три срока определения (то есть во время засухи и в постстрессовый период) и на обоих фонах влажности. Наибольшее превышение (над контролем) содержания пигментов в обработанных листьях, отмечено на восьмой день после второй обработки

при недостаточной влажности (суммарного хлорофилла почти на 35 % больше, чем в контроле). У саженцев, обработанных накануне стресса препаратом, после возвращения из засушливых в оптимальные условия биогенезис хлорофиллов поддерживался на довольно высоком уровне, по сравнению с необработанными растениями (в сентябре в «засушливом» варианте без обработки содержание хлорофиллов значительно понизилось). То есть засуха ускорила сезонное возрастное старение листовой пластинки и разрушение пластид, а обработанные биовеществом растения дольше сохраняли ненарушенными синтетические процессы. Характерно и то, что выявлено также значительное содержание каротиноидов, известных как дополнительные фоторецепторы и протекторы, предохраняющие хлорофилл от фотоокисления при стрессах, что могло способствовать стабилизации пигментной системы, её структуры и функциональной активности. Подтверждением этого являются лучшее развитие листового аппарата, ФП, УППЛ и ЧПФ. Так, различия в величинах площади листьев, замеренных в конце вегетации (III срок) и накануне первой обработки и установки на стресс (I срок) превысили контроль в 2,3 раза, подтверждая стимулирующее влияние препарата на рост листовой поверхности, более существенное при недостаточной влагообеспеченности.

В накоплении фотоассимилятов (естественных стрессспротекторов) имеет значение не только площадь листьев, но и продолжительность их активной работы. Количество работающих единиц листовой поверхности отражает такой итоговый показатель, как ФП – он превзошёл контроль на 2,2% - за счёт возрастания площади листьев и продолжения срока сохранения их в активном состоянии. Результирующий показатель фотосинтетической функции и учёта активной работы листового аппарата – ЧПФ – превысил контроль в 1,3 – 3,5 раза, свидетельствуя об относительно более активном нарастании фотосинтетической продукции.

Изучаемый нами интегральный показатель мезоструктурной организации листового аппарата – УППЛ (сухая масса листа на единицу его поверхности) – превалировал над контролем на 1,05 – 15,4 %. Все приведенные данные свидетельствуют, что обработка фиторегулятором усилила приспособительные изменения и признаки адаптированных растений: ксероморфное засухоиндуцированное утолщение листовой пластинки, усиление развития столб-

чатого мезофилла и уменьшение количества устьиц. Эта стабилизирующая, стимулирующая и защитная направленность действия препарата связана, видимо, с влиянием его на активность эндогенных фитогормонов растительного организма.

Следовательно, листовая подкормка саженцев экологически чистым стероидным гликозидом «Мелангозид» стабилизировала водный обмен, стимулировала фотосинтетическую активность и в целом оказала протекторное влияние на растения в экстремальной ситуации, а в благоприятных условиях влажности способствовала более полной реализации проявлению потенциала фотосинтетической продуктивности при выращивании посадочного материала яблони.

УДК. 631.527.52:635.64

ИЗУЧЕНИЕ ГЕТЕРОЗИСА, СТЕПЕНИ ДОМИНИРОВАНИЯ СКОРОСПЕЛОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ ЛИКОПИНА У ГИБРИДОВ ТОМАТА F1 .

Кондратьева И.Ю., Гинс В.К., Гинс М.С, Ильенко М.С.

ГНУ Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур
Россия, 143080, Московская область, п. ВНИИССОК, тел. (495) 599-24-42 E-mail: vniissok@mail.ru

Введение. В последние годы в пищевой промышленности для создания функциональных пищевых продуктов используют овощные растения с высоким содержанием антиоксидантов. Плоды томатов содержат ряд биологически активных веществ, отличающихся высокой антиоксидантной активностью: фенольные соединения, аскорбинокую кислоту каротиноиды и др.(1,2,3). Особый интерес вызывают каротиноиды томатов, которые благодаря наличию системы сопряженных двойных связей являются мощными антиоксидантами и применяются в медицине для лечения онкологических, сердечно-сосудистых и ряда глазных заболеваний. Исторически сложилось так, что первоначально как природный антиоксидант из каротиноидов был выделен и изучен ß – каротин, и только в конце xx столетия начались биологические и медицинские исследования

другого каротиноида- ликопина, который обладает более сильным антиоксидантным действием(1).

Красноплодные плоды томатов являются одним из основных источников ликопина, содержащим в 100г плодов до 50% этого каротиноида от рекомендуемого суточного уровня потребления (5-10 мг). В связи с вышеизложенным решение важной социальной проблемы - создание новых сортов и гибридов томатов с повышенным содержанием ликопина и на их основе функционально новых пищевых продуктов тесно связано с селекцией на повышенное содержание красных пигментов.

Целью настоящей работы является изучение характера наследования содержания каротиноидов и показателя их раннеспелости у гибридов F1 томата, полученных при скрещивании скороспелых линий, обогащенных ликопином.

Материалы и методика. Работа выполнена в 2009-2010 гг. в лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур ВНИИССОК РАСХН. Растения выращивали на полях Одинцовского района Московской области. Объектами изучения служили гибриды F1, полученные от скрещиваний линий и сортов томата, которые являлись источниками скороспелости, урожайности и высокого содержания ликопина. Ранее в лаборатории были созданы четыре линии томата - Сага 1, Denar, 507/08, Чаровница красная для открытого грунта , сочетающие в себе скороспелость , толерантность к поражению фитофторозом и высокое содержание ликопина в плодах. Вышеуказанные линии - доноры были вовлечены в скрещивания для изучения характера наследования содержания ликопина и их раннеспелости. Следует отметить, что линии томата , используемые в гибридных комбинациях, имели компактный, низкорослый тип растения (до 55 см).

Анализ полученных гибридов F1(17 образцов) проводили в трехкратной повторности, по 20 растений в каждой повторности. В работе использовали агротехнические мероприятия стандартные для культуры томата. Посев на рассаду проводили 20-22 апреля (кассетная технология), высадку в грунт - 29-30 мая. В период вегетации селекционный материал оценивали по морфологическим показателям. Помимо этого у растений учитывали: продолжительность вегетационного периода (по фазам), габитус и высоту растений, тип растения, характер облиственности, форму соцветий, количество цветков в кис-

ти и завязавшихся плодов, форму, окраску и массу плода, поражение грибными и вирусными болезнями, урожайность, биохимические свойства плодов. Степень доминирования (Нр) определяли по Гриффингу [4], эффект гетерозиса скороспелости по Даскалову Х.[5].Выделение ликопина и ß-каротина проводили хроматографическим методом на колонке активированного силикагена с последующим разделением в тонком слое (пластинки Sili fol). Концентрацию ликопина рассчитывали с использованием коэффициента экстинкции 3.400 при 472 нм и ß-каротина 2.2230 при 480 нм.

Результаты исследований.

При исследовании гетерозисных гибридов томатов и родительских компонентов особое внимание уделяли изучению характера наследования содержания ликопина в плодах томата в сочетании со скороспелостью . По продолжительности периода « всходы-созревание» все изученные гибриды раннего и очень раннего срока созревания (84-102 сут.). Продолжительность периода « всходы-созревание» у четырех гибридов F1 (266, 267, 278, 282) значительно короче (от 4 до 13 сут.), чем у обоих родителей , за счет присутствия в гибридной комбинации раннеспелых линий (Сага1, Чародей и Denar) . Продолжительность периода « всходы-цветение» у пяти гибридов F1 короче родительских форм (на 4-7 сут.)за счет скороспелых линий Чародей и Denar . У значительно большего числа гибридов F1 (12 гибридов) наблюдали период « цветение-созревание» более короткий, чем у родительских форм. По-видимому, существенное сокращение вышеуказанной фазы (на 8-12 сут.) можно отнести за счет скороспелых родительских линий Сага 1, Чародей и Denar. Включенные в гибридные комбинации линий-доноров скороспелости Сага1, Чародей и Denar обеспечивали эффект гетерозиса по скороспелости в гетерозисных гибридах. Из 17 гибридов F1 в 12 случаях эффект гетерозиса по скороспелости составил 101 - 112 % (табл.1). Наибольший эффект гетерозиса обнаружен у гибрида F1 № 276 (Линия 507-8 х Валютный) -112%, где удачно сочетаются короткие фазы « всходы- цветение» материнской и « цветения –созревание» отцовской линий . Аналогичные удачные комбинации наблюдали у гибридов F1. № 277, 273, 274 с эффектом гетерозиса по скороспелости в 109%.

Анализ полученных данных выявил следующую зависимость: наибольший процент гибридов F1, проявивших доминирование и сверхдоминирование в фазу « всходы –созревание» составил 53,0% (35,3% и 17,7%) , промежуточное наследование 29,4%. При этом большинство изученных гибридов (82,4%) были скороспелыми, хотя и в неодинаковой мере.

Таблица 1. Степень доминантности и эффект гетерозиса по продолжительности фенофаз в гибридах F1 томата . (2009-2010 г.г.)

№ гибрида	Гибридная комбинация F1	Степень доминантности по фенофазам			Эффект гетерозиса, %
		Всходы - цветение	Цветение-созревание	Всходы-созревание	
266	Чаровница красная х Сага 1	-0,6	+1,40	+1,8	96
267	Сага 1 х Чаровница красная	-0,2	+1,14	+1,6	97
268	Denar х Чаровница красная	+7,0	+0,39	+0,15	107
269	Кистевидный х L. peruvianum	-0,48	+4,5	+0,42	108
270	L. peruvianum х Denar	+0,34	+1,34	+0,62	104
271	Denar х Кистевидный	-0,13	+0,84	+0,34	108
272	Нардтай х Denar	-8,0	+1,0	-15,0	109
273	Denar х Нардтай	+6,0	-7,0	-15,0	109
274	Сага 1 х Нардтай	-9,0	+7,0	0	101
276	Линия 507-8 х Валютный	+1,34	+0,5	-1,75	112
277	Сага 1 х Валютный	-15,0	+0,72	-15,0	109
278	L. peruvianum х Чародей	+5,0	+0,72	+0,53	98
279	Чародей х L. peruvianum	+5,0	-0,23	+0,47	90
280	Линия 507-8 х линия 507-8	-1,0	0	0	101
281	Линия 507-8 х Denar	-1,0	+7,0	0	104
282	Чаровница красная х Denar	-15,0	+1,44	+2,0	92

Анализ степени доминирования признака скороспелости периода «цветение – созревание» показал, что 82,4% гибридов проявили признак сверхдоминирования и доминирования , против 29,3% гибридов F1 наследовавших этот признак в период « всходы –цветение». При этом было выявлено, что вовлечение в

гибридные комбинации родительских линий- доноров с короткими межфазными периодами Denar , Сага 1, л.507/8 , гарантирует доминатный характер наследования признака скороспелости у гибридов F1. Данное положение полностью подтверждается исследованиями характера наследования скороспелости у гибридов томата в работах Алпатьева А.В. [6,7].

Таблица 2 Характер наследования продолжительности периода «всходы –созревание» у гибридов F1 томата .

фенофазы	Количество гибридов F1 (%) с типом наследования				
	положительное		промежуточное	отрицательное	
	доминирование	сверхдоминирование		Сверхдоминирование	доминирование
Всходы-созревание	35,3	17,7	29,4	0	17,7
Всходы-цветение	5,8	23,5	23,5	17,6	29,3
Цветение-созревание	41,2	41,2	11,8	0	5,9

На основании изложенного можно предположить о наличии отдельных блоков генов, ответственных за продолжительность прохождения фенофаз. По данным Алпатьева А.В.[7], продолжительность фенофаз наследуется как самостоятельный признак. Folge Currense[8] указывают, что «число суток от всходов до цветения» контролируется 4-5 генами при доминировании более короткого периода. По данным Бриггса и Ноулса[9], продолжительность первой фазы контролируется 7-9 генами, а вторая 3-5 генами.

Таблица 3 Биохимический состав гибридов F1 плодов томата из открытого грунта. 2010.

№ гибрида, родители	Сухое в-во, %	Витамин С, мг/%	Сахара простые, %	Кислотность,%	Сахаро-кислотный коэффициент, %
266 F1	8,77	36,96	5,33	0,59	9,03
267 F1	9.55	44,00	6,9	0,78	8,85
269 F1	11,11	49,28	6,9	0,86	8,02
272 F1	8,42	38,72	4,24	0,70	6,06
273 F1	9,14	35,2	6,18	0,68	9,09
274 F1	9,05	37,84	4,34	0,81	5,36
275 F1	8,77	38,72	6,18	0,82	7,54
276 F1	9,50	41,36	6,54	0,84	7,79
277 F1	9,39	35,20	6,24	0,84	7,43
279 F1	9,69	44,88	6,54	0,65	10,06
280 F1	10,21	40,48	6,84	0,86	7,95
281 F1	8,57	40,48	5,68	0,76	7,47
282 F1	7,51	4136	5,33	0,65	8,20
Линия Сага1	9,35	40,48	6,32	0,84	7,52
Линия Denar	9,36	35,20	6,39	0,62	10,31
Линия 507-8	9,39	39,6	5,13	0,76	6,75
Линия Нардтай	8,78	35,2	6,04	0,82	7,37

Авторы указывают, что косвенными или дополнительными к прямым признакам скороспелости, находящимися в прямой положительной корреляции, являются: слабая облиственность, детерминантный тип растения, а также светлоокрашенная тонкая листовая пластинка. Все указанные признаки присутствуют в созданных гибридах F1 томата. Экстремально жаркий и сухой вегетационный период 2010 года повлиял на внешний вид , скороспелость и особенно на урожайность и массу плода. Растения были супердетерминантными до 35см, а масса плодов не превышала 60г. Анализ биохимического состава плодов томата в гибридах F1 в сравнении с основными родительскими компонентами показал высокие вкусовые качества плодов. Известно, что лучшими вкусовыми качествами обладают

плоды томатов с сахарокислотным индексом не ниже 7, при содержании в них сахаров свыше 3% (Алпатьев А.В.) Этим показателям полностью соответствуют 12 из 17 изученных гибридов F1, которые имели сахарокислотный показатель от 7 до 10%, с содержанием простых сахаров от 4 до 6,8 % и сухих веществ от 7 до 10% (табл 3).

Преобладающим пигментом в красноплодных томатах (RR или Rr) являются ликопин и в меньшем количестве ß- каротин. Установлено, что в красных плодах ген RR контролирует увеличение главным образом содержание ликопина и в значительно меньшей степени - каротина (табл.4,5). Ген Rr- также контролирует образование ликопина и в меньшей степени каротина. В анализируемых красноплодных гибридах содержание ß- каротина незначительно и содержится значительно меньше, чем у родителей. Степень доминантности содержания ликопина в плодах гибридов первого поколения положительное и высокое. Степень доминантности признака является конкретной характеристикой для пар скрещиваний ,в которых используются родительские линии с высоким содержанием ликопина. Наибольший процент ликопина обнаружен в гибридах 266, 267 и 268, где один из родителей – линия Чаровница красная отличается самым высоким содержанием ликопина из всех используемых линий-доноров данного признака. Эффект гетерозиса по содержанию ликопина у полученных гибридов высокий и колеблется в пределах от 105 до 131%. Помимо высокого содержания ликопина гибриды F1(268, 273, 280) являются скороспелыми за счет сочетания скороспелой с высоким содержанием ликопина родительской линии Denar и среднепоздней линии Чаровница красная – с высоким содержанием ликопина.

Таблица4. Наследование содержание ликопина в гибридах F1 плодов томата (2009-2010)

№ гибрида	Комбинация скрещивания F1	Содержание пигмента-ликопина в плодах томата, мг на 100г. сухого веса			Степень доминантности содержания ликопина,%	Эффект гетерозиса, %
		F1	P1	P2		
266	Чаровница красная х Сага 1	28,7	27,34	25,7	2,62	105
267	Сага 1 х Чаровница красная	31,1	25,7	27,34	5,75	114
268	Denar х Чаровница красная	30,4	22,5	27,34	2,3	111
270	L. peruvianum х Denar	25,7	-	22,5	-	-
271	Denar х Кистевидный	27,5	22,5	-	-	-
272	Нардтай х Denar	29,5	22,4	22,5	71,0	131
273	Denar х Нардтай	24,5	22,5	22,4	21,0	109
274	Сага 1 х Нардтай	22,7	25,7	22,4	-1,0	88
276	Линия507-8 хВалютный	22,5	23,5	-	-	-
277	Сага 1 х Валютный	23,4	25,7	-	-	-
278	L. peruvianum х Чародей	24,4	-	22,5	-	-
279	Чародей х L. peruvianum	25,0	22,5	-	-	-
280	Линия 507-8 х линия 507-8	27,1	23,5	23,5	0	115
281	Линия 507-8 х Denar	24,4	23,5	22,5	2,8	104
282	Чаровница красная х Denar	24,5	27,34	22,5	-0,2	109

Таблица5. Наследование содержание ß- каротина в гибридах F1 плодов томата (2009-2010)

№ гибрида	Комбинация скрещивания F1	Содержание ß-каротина в плодах томата, мг на 100г. сухого веса			Степень доминантности содержания ß-каротина,%	Эффект гетерозиса, %
		F1	P1	P2		
266	Чаровница красная х Сага 1	10,5	12,5	21,0	-1,44	5,0
267	Сага 1 х Чаровница красная	11,4	21,0	12,5	-1,23	5,0
268	Denar х Чаровница красная	10,2	20,4	12,5	-1,67	5,0
270	L. peruvianum х Denar	11,7	-	20,4	-	-
271	Denar х Кистевидный	12,5	20,4	-	-	-
272	Нардтай х Denar	10,5	21,5	20,4	-21,0	4,9
273	Denar х Нардтай	17,4	20,4	21,5	-7,2	8,1
274	Сага 1 х Нардтай	15,5	21,0	21,5	-29,0	7,2
276	Линия 507-8 х Валютный	17,4	22,0	-	-	-
277	Сага 1 х Валютный	15,0	21,0	-	-	-
278	L. peruvianum х Чародей	15,5	-	15,4	-	-
279	Чародей х L. peruvianum	17,4	15,4	-	-	-
280	Линия 507-8 х линия 507-8	15,5	22,0	22,0	0	7,0
281	Линия 507-8 х Denar	17,5	22,0	20,4	-4,6	8,0
282	Чаровница красная х Denar	18,4	12,5	20,4	+4,5	9,0

Положительная степень доминирования по периоду « всходы- цветение» у гибридов 266,267,268 сочетается с высокой положительной степенью доминантности по содержанию ликопина. Представленные данные свидетельствуют о возможности сочетать в одном генотипе высокое содержание ликопина и скороспелость. Гарантией этого служат линии-доноры по скороспелости и по высокому содержанию ликопина.

Литература
1.Goni I, Serrano J, Saura- Calixto F.J Agric Food Chem. 2006 Jul 26; 54 (15): 5382-7. Bioaccessibilitu of beta-carotene, lutein, and lycopene from fruits and vedetabies.
2. .Clinton SK. Lycjpene: chemistru, biology, and implications for human health and disease Nutr Rev.1988 Feb.56(2 Pt 1) .35-51.
3.Vanden Langenberg GM. Influence of using different souces of carotenoid data in epidemiologic studies J Am Diet Assoc. 1996 Dec.96(12). 1271-5
4.Griffing B. Statistics and Mathematics in Biology, 1954.
5. Даскалов Хр. Гетерозис и его использование при выращивании томатов.-М.: Сельхозтехника,1972.-19с.
6. Даскалов Хр. Гетерозис и его использование при выращивании томатов.-М.: Сельхозтехника,1972.-19с.
7. .Алпатьев А.В. Помидоры. – Москва. Колос.-1981.-303с.
8. Folge. H.W. Inheritance of fruit weight and earliness in tomato cross/ GrH.W.Fogle T.M.Currence//. Genetica.-1950.-Vol 35.-№ 3.-P. 363-380.
9. Бриггс Ф. Научные основы селекции растений. Ф Бриггс, Н но-улз.- М.,1972.-399

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУРАСТАНОЛОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕНОТИПОВ СОИ К ФУЗАРИОЗУ

Л.С.Корецкая, Г.А.Лупашку, П.К.Кинтя, А.Б.Будак

Институт генетики и физиологии растений, Кишинэу, Республика Молдова

Разработка приемов борьбы с вредными организмами позволяет защитить новые сорта сои от болезней в новых районах соесеяния и шире внедрять эту культуру. В последнее время выращиванию сои уделяют большое внимание. Культуру возделывают практически на всех континентах, более чем в 50 странах мира. Сое присущи уникальные для растений белковость и масличность, содержание ценных витаминов и зольных элементов.

Растения сои поражаются большим количеством грибов и бактерий (более 120 видов). Среди болезней этой культуры значительное место занимает корневая гниль, вызванная грибами *Fusarium* Lk.ex Fr (Рис.1), и признаной наиболее вредоносной.

В зависимости от условий года фузариозные гнили могут снизить всхожесть семян на 8-55%, гибель всходов – 37-50%, урожай – 15-20%. При этом в семенах пораженных растений содержание жира снижено в среднем на 4,3%, белка – на 5%. В эпифитотийные годы наблюдаются гибель более 30% взрослых растений и снижение урожая зерна на 50%. Для ограничения поражения сои предложен ряд мер, среди которых наиболее приемлемыми являются генетические, агротехнические и некоторые химические: использование рекуррентной регенерации в селекции сои; соблюдение агротехнических приемов, направленных на угнетение инфекционного начала болезни в почве; обработка семян эффективными фунгицидами на основе учета доминирующих видов возбудителей гнилей [3].

Цель настоящей работы состояла в разработке новых биотехнологических приемов повышения устойчивости сои к грибам *Fusarium* Lk. et Fr. на основе использования фуростаноловых гликозидов (ФГ).

Материал и методы. В условиях *in vitro* проводили оценку устойчивости к фузариозу сортов сои Клавера и Албишоара [1, 2], обработанных в течение 16 часов ФГ а затем в течение 1 часа культуральным фильтратом (КФ) *F. oxysporum*. Использованы ФГ, выделенные из растений *Nicotiana tabacum* (ФГ1) и *Physalis floridana* (ФГ2). Контролями послужили семена, обработанные в течение 16 часов H_2O (К1), а также семена, подвергнутые дополнительно после обработки H_2O выдержке в КФ в течение часа (К2). Оценивали всхожесть семян и длину корешков. Результаты были обработаны программами STATISTICA 7 и MICROSOFT EXCEL.

Результаты и обсуждения. Установлено разнообразие реакций сортов, как в оптимальных условиях, так и при биотическом стрессе. Под действием КФ всхожесть семян сортов Клавера и Албишоара снизилась на 7,0 и 37,5%, а длина корешков на 55,5 и 66,4%, соответственно. При использовании ФГ в присутствии КФ эти показатели повысились у обоих сортов. Отметим, что ФГ2 проявил наибольшую активность (рис. 2, 3).

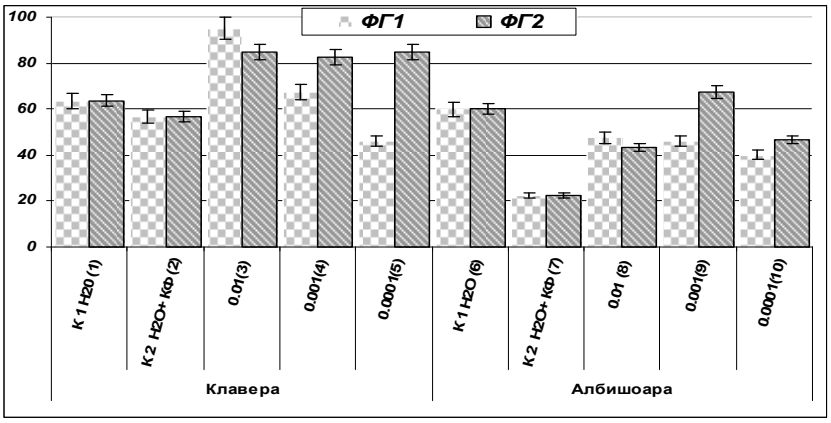


Рис.1. Влияние фуростаноловых гликозидов на всхожесть семян сои при обработке культуральным фильтратом гриба *F.oxysporum*

1, 2, 6, 7 – контрольные варианты; 3, 4, 5 – ФГ 1; 8, 9, 10 – ФГ 2.

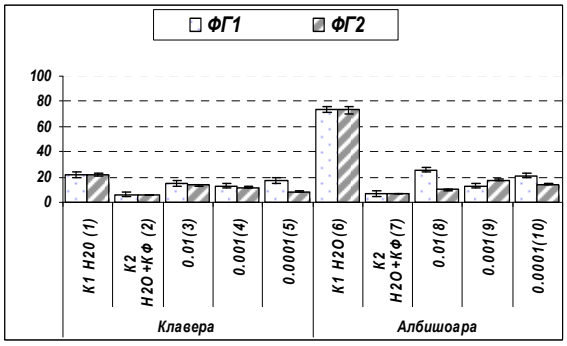


Рис.2. Влияние фуростаноловых гликозидов на длину корешка сои при обработке культуральным фильтратом гриба *F.oxysporum*

1, 2, 6, 7 – контрольные варианты; 3, 4, 5 – ФГ 1; 8, 9, 10 – ФГ 2.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что оценкой устойчивости к фузариозу сортов сои Клавера и Албишоара в присутствии фуростаноловых гликозидов ФГ1 и ФГ2, установилено их иммуномодуляторное действие на основные жизненноважные показатели растений сои. Эти вещества характери-

зуются высокой биологической активностью и способны, видимо инактивировать токсины патогенна и/или напрямую воздействовать на возбудители болезней в тканях растений. Некоторые авторы полагают, что иммунизаторы, проникая в растение, активируют некоторые механизмы генного контроля, способствующие повышению активности генов устойчивости [4].

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что изученные нами фуростаноловые гликозиды являются биологически активными веществами, оказав существенное влияние на активность защитных реакций сои, что указывает на возможность использования разработанной биотехнологии в защите сои от фузариозных корневых гнилей.

Литература

1. Будак А.Б., Челак В.Р., Корецкая Л.С., Киртоакэ И.Н. Соя (Glycine max) L.(Merr.), сорт Клавера, 2010.
2. Дамаскин Д.М., Будак А.Б., Челак В.Р., Киртоакэ И.Н. Соя (Glycine max) L.(Merr.), сорт Албишоара, 2010.
3. Фесенко П.П. Использование рекуррентной регенерации в селекции сои. Научн.–Техн. Бюл. ВНИИ масл. культур, 2008, N2, с. 49-52.
4. Hammerschmidt R., Kuk J. Induced Resistance to disease in plants: Klumer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 1995, 183 p.

УСКОРЕННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ РАССАДЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ, АРОМАТИЧЕСКИХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ В СУБСТРАТЕ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БИОГУМУСА

И.Н. Коротких, Н.Ю. Свистунова

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия, 388-55-09, 712-09-45, E-mail: vilarnii@mail.ru

Необходимость оздоровления среды обитания современного человека делает актуальным разработку принципиально новых фи-

тотехнологий, как средства массового производства материала для создания и поддержания жизнеспособной фитосреды в сложившихся производственных и бытовых условиях. Предложенная фитотехнология ускоренного получения рассады лекарственных, ароматических и декоративных растений, основываясь на концепции комплексного использования полезных свойств растений: внешнего вида растений; их биологической активности и направленного фармакологического воздействия на организм человека, может обеспечить производство и население качественной рассадой лекарственных, ароматических и декоративных растений для создания специализированных зон реабилитации в интерьере производственных, бытовых, лечебных, образовательных помещений, аптекарских огородов и малых форм озеленения. Возможность массового внедрения в производство контейнерной технологии является темой настоящего исследования.

Задачи исследования

Испытание сортимента лекарственных, ароматических и декоративных растений и выявление видов, перспективных для ускоренного выращивания и продолжительного содержания в ограниченном объёме; испытание исходного посадочного материала семенного и вегетативного происхождения; разработка техники посадки и посева исходного материала решались в ходе рекогносцировочных опытов.

Методика проведения опытов

Рекогносцировочные опыты закладывались вегетативным исходным материалом (черенками длиной 4,5-7 см с 2-4 узлами и окоренённой частью 2-3 см) и семенным (посевом сухих семян), что позволило оценить влияние биогумусного субстрата на начальные фазы развития семян (прорастание) и черенков (укоренение). Испытывался сортимент из 53 видов лекарственных, ароматических и декоративных растений открытого и защищённого грунта. Виды сортимента объединены в 14 групп по форме роста, и представляют большинство известных типов жизненных форм растений открытого и защищённого грунта с разной продолжительностью жизненного цикла. Разнообразие испытываемых видов позволили полнее оценить влияние биогумусного субстрата.

Контролируемые условия защищённого грунта (средняя температура воздуха 22,3^{o}C, почвы 18,1^{o}C, постоянная влажность воз-

духа и освещённость) обеспечили минимальное влияние внешней среды (в т.ч. сезонных явлений) на рост и развитие растений. Состав контрольного грунта: смесь торфов разной степени разложения, органический субстрат, природные структурные компоненты, микро- и макроэлементы, азота - 150 мг/л фосфора - 270 мг/л, калия - 30 мг/л, реакция pH 6.0-6.5 нейтральная и опытного субстрата исключают иную разницу грунтовых условий в рекогносцировочных опытах.

Оценивалось влияние субстрата с биогумусом на наличие вегетативного прироста по основным биометрическим признакам (высоте, длине полегающих побегов, диаметру проекции наземной части растения, количеству листьев, размерам листовой пластины, количеству побегов), величина прироста и разница вегетативных приростов растений, находившихся в субстрате с биогумусом и контрольном грунте. Оценивалась также продолжительность жизненного цикла растений в ограниченном объёме. Проведённые исследования выявили общие закономерности: все группы видов испытываемого сортимента реагировали на субстрат с биогумусом положительным вегетативным приростом и показали статистически достоверную разность приростов в опыте и в контрольном грунте.

Исходные значения биометрических показателей были равны для образцов с биогумусом и контроля. Превышение значений биометрических показателей опытного образца над контролем, проявившись на втором месяце, последовательно увеличивалось в дальнейшем. Можно предположить, что субстрат с повышенным содержанием биогумуса более влияют на рост и развитие растений, и менее на процессы прорастания семян и окоренение вегетативного материала. Отмечено, что разность приростов по признакам высоты, диаметра и количеству побегов высока, а по количеству листьев невыражена.

Период проведения опытов охватывает последовательность сезонов (лето, осень, зиму), но рост и развитие растений в субстрате с биогумусом в защищённом грунте происходил независимо от сезона. Это обычно для видов защищённого грунта, но несвойственно для растений открытого грунта, которые имеют период покоя разной продолжительности.

Таким образом, в результате проведённых исследований, выявлен сортимент (30 видов), перспективный для массового ус-

коренного размножения, выращивания и долговременного содержания в биогумусном субстрате. Полученные экспериментальные данные выявили у большинства испытываемых видов реакцию на биогумусный субстрат и превосходство в росте и развитии растений в субстрате с биогумусом по сравнению с растениями в контрольном грунте. Превосходство выражалось в высоте, диаметре проекции наземной части, разветвлённости, количеству листьев, размере листовой пластины т.е. растения, находившиеся в опытном субстрате нарастили большую наземную фитомассу, их биологическая активность, находясь в прямой зависимости от лиственной массы, выше.

Выводы

Полученные результаты подтвердили, что массовое ускоренное производство посадочного материала лекарственных, ароматических и декоративных растений в биогумусном субстрате возможно и экономически выгодно т.к. сокращаются время выращивания посадочного материала, площади и количество растительного грунта. Биогумусный субстрат также обеспечивает долговременное содержание взрослых растений в ограниченном объёме посадочной ёмкости без дополнительной подкормки и пересадки.

Фитоматериал (посадочный материал семенного и вегетативного происхождения) в биогумусном субстрате может иметь многоцелевое назначение: в озеленении, научной интродукционной и селекционной работе, природоохранной деятельности.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В КУЛЬТИВАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

А.А. Кособрюхов

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино, Россия, Тел: (496)773-29-88, e-mail: kosobr@rambler.ru

Рассматривая проблему повышения продуктивности растений в культивационных сооружениях следует отметить, что значительное внимание в настоящее время, наряду с получением и использованием новых сортов, гибридов растений, уделяется вопросам фоторегуляции продукционного процесса. При этом, в некон-

тролируемых условиях выращивания (парники, пленочные теплицы), основным подходом является использование светотрансформирующих пленок (1,2). Другим подходом является использование светодиодного облучения растений в контролируемых условиях фитотрона (3,4).

Практическое применение светотрансформирующих материалов обусловлено положительным эффектом, связанным с процессами фоторегуляции фотосинтеза и ростовых процессов. Подход обусловлен поглощением укрывным материалом УФ составляющей солнечной радиации и трансформации ее в красную область спектра в области 610-630 нм, т.е. за счет вторичного люминесцентного излучения.

В светокультуре растений источниками излучения чаще всего служат электрические лампы различных типов. В настоящее время для освещения рассадных компонентов теплиц и светокультуры растений широко используются светильники с газоразрядными лампами высокого давления (металлогалогенными – МГЛ и натриевыми - ДНаТ) мощностью 400, 600 Вт и имеющими широкий максимум излучения в области 590 нм. Большая часть фотобиологических процессов в растениях наиболее интенсивно протекает при облучении светом в оранжево-красной и сине-фиолетовой области спектра. Однако выращивание растений с использованием газоразрядных ламп связано со значительными энергозатратами и ограниченными спектральными характерис-тиками излучателей. Возможным решением проблемы может быть использование низкоэнергетических светоизлучающих диодов.

К настоящему времени выяснены основные закономерности действия широкополосного КС и СС на фотосинтетический аппарат, метаболические процессы в растениях, а в ряде работ и светодиодного облучения на растения. Вместе с тем, остается много вопросов, касающихся выяснения механизма влияния различных участков КС и СС на работу фотосинтетического аппарата и морфогенез растений (5). Последнее затрудняет использование светодиодного облучения в практических целях. Светодиоды могут использоваться как дополнительные облучатели, так и в перспективе полностью заменять традиционные источники облучения растений.

В задачу работы входило изучение ростовых и фотосинтетических характеристик растений капусты и томатов, выращенных под светотрансформирующими пленками, а также, в другом эксперименте - при дополнительном низкоэнергетическом облучении растений светодиодами с максимумом 625 нм.

Растения капусты и томатов выращивали под светотрансформирующей и обыкновенной полиэтиленовой пленкой при естественной радиации в летний период времени. Интенсивность света в середине дня составляла 800-1200 мкмоль Е/м^{2}сек, температурный режим менялся в диапазонах 25-35^{o}С днем и 20-25^{o}С ночью. Для растений в условиях модифицированного солнечного облучения характерна большая интенсивность фотосинтеза при световом насыщении, сдвиг области насыщения в сторону более высоких уровней облученности, а также большая эффективность фотосинтеза в области малых интенсивностей света. Фотосинтез при световом насыщении у капусты составлял 12.0±0.2 и 16.8±0,3 мкмоль CO_2/м^{2}сек в контроле и опыте соответственно, а у томатов 5.84 ±0,1 и 12.9±0,3 мкмоль CO_2/м^{2}сек в тех же условиях. Активность РБФКО, рассчитанная по данным углекислотных кривых, составляла 86.1±2,6 против 72.0±2,2 мкмоль/м^2 сек в опытном и контрольном вариантах у капусты. У растений томатов различия в активности фермента были невелики. Незначительное повышение активности РБФКО в листьях капусты не объясняет существенного повышения скорости ассимиляции CO_2 растениями, выращиваемыми под светотрансформирующей пленкой. Эффективное использование света растениями в опыте во многом обеспечивается структурной организацией фотосинтетического аппарата. Дополнительное КС облучение приводило к увеличению содержания хлорофиллов *a+b* в листьях капусты и величины отношения хлорофилла *a/b*. Растения накапливали 5,05±0,12 мг/дм^2 хлорофилла *a+b* по сравнению с 3,32 ±0.10 мг/дм^2 в контроле. Отношение хл.*a*/хл.*b* увеличивалось с 2.20 до 2,76.

Наряду с увеличением содержания пигментов в листьях растений имело место двукратное повышение устьичной проводимости у растений в опыте по сравнению с контролем. Таким образом, большая скорость ассимиляции CO_2 в условиях дополнительного облучения растений светом в области 610-630 нм может быть свя-

зана с большей доступностью углекислоты за счет увеличения проводимости устьиц. Положительное действие дополнительного облучения проявлялось и на уровне целого растения. Увеличение накопления биомассы в опыте достигалось за счет большей листовой поверхности и большего веса листьев и стебля по сравнению с контролем. Наблюдаемые изменения ростовых показателей имели место в условиях высокой естественной облученности растений.

Выращивание растений капусты при низких уровнях интенсивности света – 50 мкмоль Е/м^2 сек, под лампами ДРИ-2000 и дополнительном облучении их светодиодами с максимумом 625 нм и интенсивностью 0,5 мкмоль Е/м^2 сек показало, что и в этом случае имел место положительный эффект, обусловленный работой фотосинтетического аппарата, а также существенными изменениями на уровне ростовых процессов.

Таким образом, полученные результаты показывают возможность направленного изменения отдельных характеристик продукционного процесса, лежащих в основе стимулирующего эффекта низкоэнергетического облучения с максимумом в области 610-630 нм. Используемый подход позволил выявить реакцию фотосинтетического аппарата, отдельных метаболических процессов растений в ответ на дополнительное их облучение в области оранжево-красного света. Полученные результаты позволяют целенаправленно использовать низкоэнергетическое облучение растений для регулирования продукционного процесса и повышения их стресс-устойчивости.

Литература

1. Воробьев В.А., Храмов Р.Н., Власьянц Г.Р., Синельников Б.М., Каргин Н.И., Кособрюхов А.А., Креславский В.Д. Светопреобразующий материал и композиция для его получения. 2008. Авторское свидетельство. No:Wo2008/111878 A2.
2. Минич А.С., Минич И.Б., Райда В.С., Карначук Р.А., Толстиков Г.А. Биологическое тестирование светокорректирующих пленок в условиях закрытого грунта для выращивания белокачанной капусты. С-х. биология, 2003. № 3. С. 112-115.
3. Мартиросян Ю.Ц., Кособрюхов А.А., Креславский В.Д., Мелик-Саркисов О.С. Фотосинтез и продуктивность расте-

ний картофеля при дополнительном облучении низкоэнергетическим светом 625 нм. Сб. научных трудов: Картофелеводство. Т.13. РУП Научно-практический центр НАН Белоруси по картофелеводству и плодоовощеводству. Минск. 2007. С. 65-73.
4. Бассарская Е.М., Жигалова Т.В., Аверчева О.В., Смолянина С.О., Беркович Ю.А., Ерохин А.Н. Фотосинтетический энергообмен и продуктивность растений капусты китайской (Brassica chinensis L.) при выращивании под светодиодными облучателями. Материалы Всероссийского симпозиума: Физиолого-биохимические основы продукционного процесса у культивируемых растений. 13-15 октября 2010г. Саратов. ГНУ НИИСХ Юго-Востока РАСХН. С.10-12.
5. Бухов Н.Г. Спектральный состав света как фактор изменения физиологического состояния и продуктив-ности растений. С-х. биология. 1993. №1. С. 9-18.

НАКОПЛЕНИЕ ФТОРА И УГЛЕВОДОВ В РАСТЕНИЯХ ВИНОГРАДА СОРТА «КОДРИНСКИЙ» ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Ж.Е.Крейдман

Институт генетики и физиологии растений
АН Молдовы, Кишинев, Молдова
Тел.037322 733126; e-mail:elina-md@mail.ru

Сложная экологическая обстановка, создавшаяся в республике Молдова в связи с высокими концентрациями фтора в горных породах, подземных водах, почвах и в соответствии с этим - в растениях побуждает нас к исследованию этого элемента в виноградных растениях, поиску веществ, способных понизить его содержание в хозяйственноценной части урожая – ягодах и изучению зависимости его форм от концентрации углеводов - важнейших показателей продуктивности винограда(1-4).

В 2009 году объектами исследований служили виноградные растения сорта «Кодринский».Опыты проводились на стационарном участке института Генетики и Физиологии растений АН Молдовы, где в 1993 году было проведено глубокое рыхление, внесены органические удобрения (40 т/га навоза) и посажен виноград.Схема опыта состояла из пяти вариантов в трех повторностях с некорневыми подкормками солями Fe и Ni :
1.Конторолль; 2.FeSO4(0,3%); 3.Fe-Disolvin(0,2%); 4.Microcom; 5.NiSO4 (0,02%).

Подкормки проводили: первую – до цветения растений, вторую – через неделю после полного окончания цветения , третью – через две недели после второй подкормки.

Образцы листьев отбирали в фазу интенсивного роста и развития растений – 3 раза через неделю после каждой подкормки. Ягоды отбирали в фазу полной спелости. Подготовку к анализам проводили по Гришиной, Самойловой(5), фтор определяли по модифицированной нами методике(6). Углеводы – по методике Бертрана (7), математическая обработка – по Доспехову(8).

Проведенные исследования показали, что концентрация общего фтора в листьях изменяется от 6,53 мг/кг (FeSO4,25.06.09) до 261,99 мг/кг (NiSO4 15.07.09).

При этом содержание общего сахара изменяется от 0,81% (контроль, 25.06.09) до 5,72% (NiSO4 15.07.09); моносахара от 0,46% (Fe-Disolvin 25.06.09) до 4,58% (Microcom 05.06.09) и сахарозы от 0,28% (FeSO4 и Fe-Disolvin 25.06.09) до 1,77% (Microcom 15.07.09).

Коэффициенты корреляции для общего сахара, моносахаров и сахарозы указывают на высокую зависимость содержания фтора от концентрации данных углеводов, при этом коэффициенты корреляции в основном превышают или стремятся к величине 0,9 за некоторым исключением.

При рассмотрении взаимодействия растворимых форм фтора в ягодах исследуемых вариантов, при сравнении с контролем, действие некорневых подкормок уменьшает содержание фтора во всех исследуемых вариантах для водо-растворимой и растворимой в буфере с pH4,8 , что говорит о положительном влиянии используемых подкормок.

Для кислото-растворимой формы необходимо отметить противоположную реакцию на некорневые подкормки по сравне-нию с водо-растворимой и растворимой в буфере с pH4,8, так как содержание кислото-растворимой формы значительно ниже на контрольном варианте и следовательно подкормки в данной вытяжке способствуют увеличению фтора в ягодах.

Произведенные расчеты показывают, что коэффициенты корреляции у растворимых форм фтора в ягодах значительно ниже, чем коэффициенты корреляции для общего фтора и углеводов в листьях и следовательно, концентрация растворимых форм фтора не зависит, лишь за некоторым исключением, от содержания углеводов в ягодах .

Ранее было установлено (9), что высокими концентрациями фтора в листьях до 100 мг/кг сухого вещества обладают растения чая, однако наши исследования последних лет показали, что и виноградные растения относятся к фторолюбивым и содержание фтора в их листьях порой превышают 200 мг/кг.

Если чувствительные к фтору растения повреждаются при содержании его в листьях от 20 до 150 мг/кг сухой массы, менее чувствительные могут переносить до 200 мг/кг, а очень устойчивые не испытывают негативных воздействий при содержании фтора в листьях более 200 мг/кг, то виноградные растения сорта «Кодринский» можно отнести к очень устойчивым по отношению к фтору растениям.

Литература :

1. Крейдман Ж.Е. Фтор в почвах Молдовы.Кишинев:Штиинца,1992,160с.
2. Крейдман Ж..Е.,Тома С.И., Ротарь Е.А. и др. Фтор в системе почва-виноградное растение//Fiziologia şi biochimia plantelor la începute de mileniu:realizări şi perspective, Chişinău,2002,p.145-147.
3. Крейдман Ж.Е. Гимпу Т.,Тома С. и др. Влияние разных сроков последействия удобрений на содержание фтора в черноземе карбонатном и растениях. Fiziologia şi biochimia plantelor de cultură (Aspecte ecologice). Chişinău 2004, p.117-121.

4. Kreidman Jana. Concentraţiile înalte de fluor în obiectele biologice din Moldova în calitate de sursă eventuală a modificărilor genetice în organismele vii.Congresul al IX-lea Naţional cu participare internaţională al Geneticienilor şi Amelioratorilor. Teze.Chişinău, 2010,p.181.
5. Гришина Л.А., Самойлова Е.М. Учет биомассы и химический анализ растений.М.,1971.99с.
6. Стрижова Г.П.,Крейдман Ж.Е. К методике определения фтора, Современные методы определения микроэлементов: Тез.докл.Всесоюзн.симпозиума.Кишинев,1977,с.37.
7. Ермаков А.И., Арасимович В.В. и др. Методы биохимического исследования растений .М.,1972.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.М.1979.416с.
9. А.Кабата-Пендиас, Х.Кабата. Микроэлементы в почвах и растениях.М.1989.440с.

РЕГУЛЯЦИЯ СТРЕСС-УСТОЙЧИВОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ИНДУКТОРАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Креславский В.Д.

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, 142292, г. Пущино, Россия, e-mail: vkreslav@rambler.ru

Фотосинтетический аппарат (ФА) с одной стороны обеспечивает растению большую часть энергии и пластических веществ. С другой - является одной из наиболее чувствительных к стрессорам систем растений. Вместе с тем, механизмы действия защитных реакций на уровне фотосинтеза исследованы недостаточно полно. Выявление путей и механизмов регуляции стресс-устойчивости ФА является одним из важных вопросов стресс-физиологии растений.

Возможны различные пути повышения устойчивости растений к действию разных стрессов, например, использование трансгенных растений с ФА, обладающим повышенной стресс-устойчивостью. Эти же цели могут быть достигнуты с помощью

внешних воздействий, активирующих защитные реакции клетки. Поиск факторов, активирующих защитные механизмы клетки, индукторов защитных систем растений являлся приоритетом наших исследований.

Для повышения стресс-устойчивости ФА и растения в целом использовали предобработку растений некоторыми физиологически активными соединениями, такими как ретарданты роста, а также - облучение низко интенсивным красным или синим светом, активирующим ключевые растительные фоторецепторы, которые могут индуцировать защитные системы растений [1].

Целью исследований было выяснить, каким образом и при каких условиях предобработка растений холинсодержащими соединениями (ХСС) и светодиодным светом низкой интенсивности может влиять на стресс-устойчивость ФА к последующему окислительному стрессу, развивающемуся при действии ряда абиотических стрессоров (высокие температуры, УФ-радиация, свет высокой интенсивности).

Участие таких сигнальных интермедиатов как Ca^{2+}, NO, H_2O_2, АБК в индукции стресс-устойчивости растений, а также отдельные стороны механизма формирования стресс-устойчивости растений достаточно хорошо изучены. Специфика наших исследований состояла в получении доказательства участия H_2O_2 и Ca_2^{+}, как сигнальных интермедиатов, в процессе предобработки растений индукторами защитных систем растений. Необходимо было также исследовать, при каких условиях предобработка может повысить стресс-устойчивость ФА овощных и других культур, и на какие защитные системы может влиять [1].

Нами показано, что предоблучение КС защищает ФА от УФ-излучения, как на уровне ФС 2 и акцепторной стороны ФС 2, так и на уровне ассимиляции CO_2 [1, 2]. Эффективен также синий свет. Получены доказательства, что фитохром и, вероятно, рецептор синего света вовлечены в систему формирования механизмов защищающих ФА от негативного действия УФ-радиации. При относительно высоких дозах КС молекулы H_2O_2 и ионы кальция являются сигнальными интермедиатами в индукции стресс-защитных систем ФА (Рис. 1).

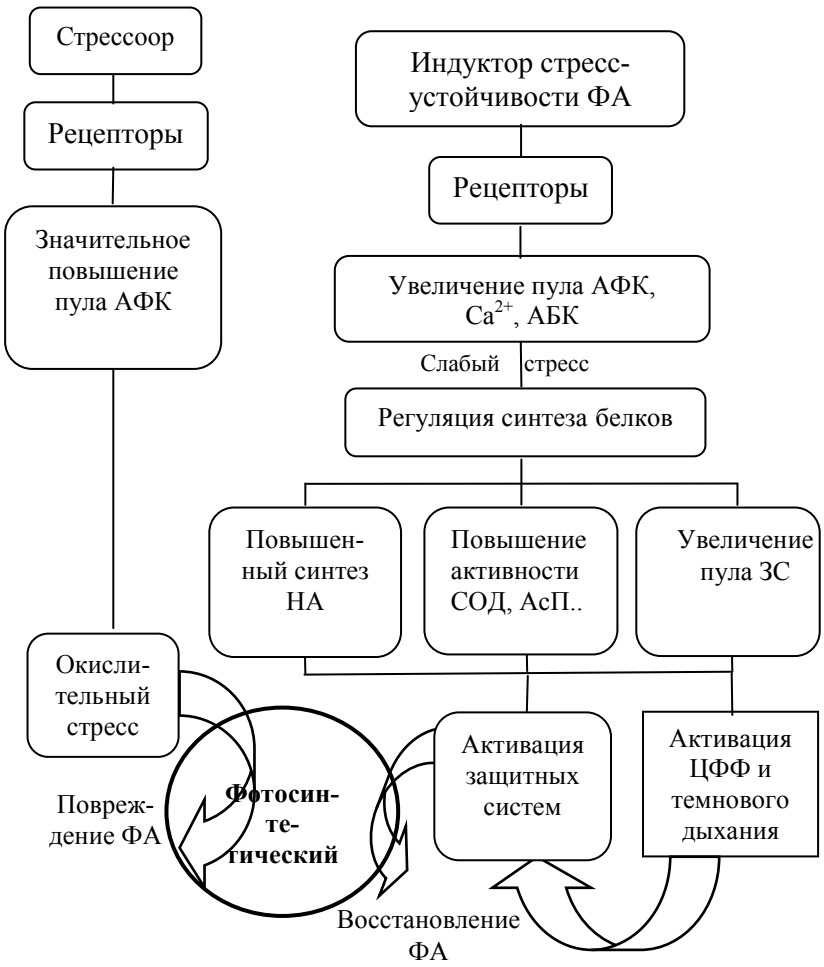


Рис. 1. Предполагаемые пути трансдукции сигнала от различных по природе индукторов стресс-устойчивости ФА и преобразования этого сигнала в биохимические и физиологические ответы клетки. НА – низкомолекулярных антиоксидантов. ЗС – защитных соединений. ЦФФ-циклическое фотофосфорилирование.

Аналогичные результаты были получены при предобработке растений ретардантными дозами ХСС. На растениях фасоли обнаружено участие H_2O_2 и антиоксидантной системы в формировании

повышенной стресс-устойчивости ФА к УФ-радиации и повышенным температурам [3].

Таким образом, одним из общих первичных механизмов формирования повышенной стресс-устойчивости ФА при относительно высоких дозах индукторов является транзитная генерация H_2O_2 и Ca_2^+ и последующая активация антиоксидантных систем (Рис. 1). Усиление интенсивности темнового дыхания и скорости циклического фотофосфорилирования также вносит вклад в повышение стресс-устойчивости ФА [1,4].

Литература

1. Креславский В.Д. 2010. Регуляция стресс-устойчивости фотосинтетического аппарата индукторами различной природы: Автореф. дисс. докт. биол. наук, М.: ИФР, 40 с.
2. Креславский В.Д., Христин М.С., Шабнова Н.И., Кособрюхов А.А. Труды VIII-ого международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». Москва. 2009. Т. 3. С. 127-129.
3.Креславский В.Д., Балахнина Т.И., Жармухамедов С.К., Шабнова Н.И., Христин М.С., Любимов В.Ю. Доклады Россельхозакадемии. 2010(3). С. 7-10.
4. Kreslavski V., Tatarinzev N., Shabnova N., Semenova G., Kosobryukhov A. J. Plant Physiol. 2008. V. 165. P. 1592-1600.

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ БАЗИЛИКОМ В СВЯЗИ С ЗАДАЧАМИ СЕЛЕКЦИИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ.

Л.В. Кривенков, О.А. Высоцкая, О.А. Прозорова

ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, тел. (495) 599-24-42, E-mail: vniissok@mail.ru

Биологическая ценность овощей состоит главным образом в том, что они служат богатым источником минеральных веществ

(Доценко, 1988). При выращивании овощей, на сегодняшний день, закономерно возникает вопрос о варьировании их химического состава на фоне естественного изменения экологической обстановки регионов. Сортовые различия по содержанию в них химических элементов, представляют ценность, так как позволяют выделить доноры, обладающие способностью накапливать требуемое количество того или иного элемента в товарной части урожая.

Исследования проведены в 2009 году на базе лаборатории экологических методов селекции ВНИИССОК в условиях открытого грунта. В качестве материала для исследований были использованы 7 сортообразцов базилика различного эколого-географического происхождения, полученные из коллекции ВНИИР: К-140 (Лаос), К-143 (Франция), К-13 (Армения), К-48 (Китай), К-33 (Киргизия), Вр.-371 (Англия), «Василиск» (Россия).

На основании проведенных исследований по 9 элементам в экосистемах с обычным антропогенно - техническим воздействием установлено, что химические элементы могут накапливаться в надземной части растений базилика в различных концентрациях. В изученных образцах базилика, содержание тяжелых металлов, таких как: Zn, Cu, Ni, Pb, Cd не превышало значений ПДК. Исключение составил только образец К-33, содержание Fe у которого выше ПДК (50 мг/кг).

По степени концентрации в растениях элементы размещались в следующем порядке убывания: - Ca> Mg> Fe> Zn> Cu > Ni> Pb> Co>Cd .

В селекции на заданный уровень накопления химических элементов, поиск лучших форм будет более эффективен по элементам, сортовая изменчивость по которым, более выражена. Амплитуда межсортовой изменчивости по содержанию химических элементов различна для каждого элемента. Было установлено, что амплитуда в зависимости от элемента составляет от 2 (Mg) до 3,7 (Co) раз (табл.1).

1. Амплитуда изменчивости сортообразцов базилика по содержанию химических элементов.

Элемент	Значения		Амплитуда
	max	**min**	
Ca	0,63	0,3	2,1
Fe	64,64	21,88	3
Mg	0,1	0,05	2
Zn	7,22	2,82	2,6
Co	0,052	0,014	3,7
Ni	0,253	0,087	2,9
Cu	2,69	1	2,7
Cd	0,018	0,07	2,6
Pb	0,18	0,05	3,6

Это говорит о том, что селекция по этим элементам возможна. А наиболее эффективно можно её вести по кобальту и свинцу.

Свинец и кадмий относятся к особо токсичным металлам, поэтому необходимо изучать сортовое разнообразие базилика и выделять образцы с наименьшим накоплением этих элементов, такие образцы являются особо ценными.

Среди изученных образцов наименьшим накоплением Cd характеризовался образец Вр.-371 из Англии. Как накопитель наименьшего количества Pb (0,05 мг/кг) выделен образец К-140.

Отбор по таким элементам как Fe, Zn, Cu, Ni, Co относящихся к группе микроэлементов, должен быть направлен на сбалансированное их содержание. Наиболее ценными по содержанию этих элементов являются образцы К-140, К-143, Вр.-371. По содержанию макроэлементов (Ca, Mg) наибольшим накоплением, характеризуются образцы К-13, К-48, «Василиск».

ОЦЕНКА ПЛОДОВ СОРТОВ И ФОРМ КОСТОЧКОВЫХ И РЕДКИХ КУЛЬТУР ПО СОДЕРЖАНИЮ САХАРОВ И КИСЛОТ

А.В. Кружков, А.А. Конюхова, С.П. Николашин, Е.В. Жбанова

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и селекции плодовых растений имени И.В. Мичурина Россельхозакадемии, г. Мичуринск, Россия, тел. 8 (475-45) 5-78-87, E-mail: cglm@rambler.ru

Продукция плодоводства является важнейшей составной частью здорового питания человека. Плоды содержат углеводы, органические кислоты, витамины, микроэлементы и другие ценные вещества, способствующие профилактике и лечению многих заболеваний. В связи с этим, одна из задач современного плодоводства состоит в расширении площадей, занимаемых плодовыми, среди которых следует выделить косточковые и редкие культуры.

В условиях средней полосы России большое значение имеет выращивание таких культур, как вишня, слива, рябина и калина.

Пищевая ценность плодов во многом определяется их биохимическим составом и, в первую очередь, зависит от содержания различных сахаров, кислот и их соотношения.

Биохимический состав плодов находится в тесной зависимости от метеорологических условий года, уровня применяемой агротехники, и может существенно варьировать по годам.

В связи с этим было изучено более 100 сортов и форм вишни, сливы, рябины и калины селекции ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина и других научно-исследовательских институтов. Экспериментальная часть работы выполнена на базе Всероссийского НИИ генетики и селекции плодовых растений им. И.В. Мичурина. В задачи исследований входила оценка сортов и форм косточковых и редких культур по степени содержания в их плодах сахаров и титруемых кислот и отбор генотипов, представляющих интерес для производства и дальнейшей селекции.

Содержание сахаров определяли стандартным методом по Бертрану, общую кислотность – титрометрическим методом.

Среди изученных форм вишни очень высоким содержанием сахаров отличались сорта Харитоновская (13,9 %), Владимирская (13,2 %), элитная форма Память Горшкова (13,5 %) и отборный сеянец 9-26-2 (Алмаз х Жуковская) (13,8 %). Высокая сахаристость (10,1 – 13,0 %) отмечена у сорта Диана, элитных форм Акварель, Восторг, межвидового гибрида Луч и отборного сеянца 2-8-4 (Жуковская св. опыление).

Исследования выявили достаточно высокое содержание свободных кислот в плодах изученных генотипов. Наименьшим содержанием кислот характеризовались сорта Диана (1,13%), Память Вавилова (1,26%), Харитоновская (1,26%) и сеянец 1-13-3 (1,18%).

Особое значение имеет содержание в плодах сахаров и свободных кислот, так как характеристика вкуса складывается не из отдельно взятых показателей, а из их сочетания. Более сладкие плоды обладают более высокими значениями сахарокислотного индекса.

У сортов и форм Владимирская, Диана, Жуковская, Память Горшкова, Харитоновская, 2-8-4 (Жуковская св. опыление), 9-26-2 (Алмаз х Жуковская) содержание сахаров превышает содержание кислот в 6,9 – 9,2 раза, что обуславливает их приятный вкус и позволяет рекомендовать эти формы для употребления в свежем виде.

Среди изученных форм сливы не выявлено генотипов с высокой сахаристостью. Большинство сортов и форм сливы характеризовалось средним содержанием сахаров (9,5 – 11,3%). Лучшими по данному признаку являются сорт Заречная ранняя (10,2%), отборные сеянцы 45-1 (11,3%), 45-86 (11,1%), 45-5 (10,6%), 6-62 (10,4%), 6-67 (10,3%).

Наименьшее количество кислоты было обнаружено в плодах сорта Ренклод колхозный (0,91%) и гибридного сеянца 6-67 (1,05%). Остальные изученные формы характеризовались достаточно высоким содержанием свободных кислот (1,63 – 3,52%).

Значение сахарокислотного индекса варьировало в пределах от 3,0 (сорт Широ) до 9,8 (сеянец 6-67). Наибольшим СКИ, а следовательно лучшим вкусом обладают сорта Ренклод колхозный, Заречная ранняя, отборные сеянцы 6-67, 6-62, 45-1, 45-62, 45-86.

Среди форм рябины наибольшее содержание сахара плодах отмечено в плодах элитной формы 1-24 и отборных сеянцев 5-45,

6-48, у которых сумма сахаров превысила 10,0%. В плодах остальных генотипов этот признак варьировал от 7,0% до 9,2%.

Большинство изученных форм характеризовалось достаточно высоким содержанием свободных кислот (1,50 – 1,86%). По данному признаку следует выделить отборную форму 1-16 и сорт Титан, в плодах которых содержалось наименьшее количество титруемых кислот (1,05% и 1,07% соответственно).

Наиболее высоким сахарокислотным индексом отличались сорт Титан, а также отборные формы рябины 1-16, 5-45, 6-48, у которых данный показатель составил от 6,4 до 7,1.

Изучение перспективных форм калины позволило выделить генотипы с содержанием сахаров свыше 10,0% (отборные сеянцы 6-15 и 6-22).

Высокая кислотность плодов калины является одним из отличительных признаков культуры. В связи с этим, особое значение приобретает выделение форм, характеризующихся малой кислотностью, таких как сеянец 6-7, у которого данный показатель составил 1,34%.

Достаточно приятный вкус плодов гибридного сеянца 6-9 объясняется гармоничным содержанием в его плодах сахаров и титруемых кислот при сахарокислотном индексе, равном 6,1.

Таким образом, в результате исследований были выделены сорта и формы косточковых и редких культур, отличающиеся высоким содержанием сахаров, низкой кислотностью и гармоничным вкусом. Данные генотипы представляют интерес для разведения их в производственных садах, на приусадебных участках, а также использования в дальнейшем селекционном процессе.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО САХАРА В ПЛОДАХ ГИБРИДОВ F_1 ПЕРЦА СЛАДКОГО ОТ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ МАТЕРИНСКИХ ФОРМ

Р.В. Крутько, С.И. Кондратенко

Институт овощеводства и бахчеводства НААН Украины,
п/о Селекционное, Харьковский р-н, Харьковская обл., Украина,
(057) 748-91-91, e-mail: krutkorv@mail.ru

Успех селекционной программы во многом зависит от правильного выбора родительских форм для скрещивания. Поэтому вопросы, связанные с обоснованием и разработкой принципов рационального подбора родительских пар, составляют одну из важнейших задач селекции. Применение методов математического моделирования при описании взаимоотношений в системе родитель-потомок является одним из перспективных направлений в этой области.

При анализе изучаемых признаков растений перца сладкого мы воспользовались наиболее эффективной и информационной формой регрессионного анализа, связанной с применением методики планирования многофакторных экспериментов по композиционному плану полного факторного эксперимента (ПФЭ) 3-го порядка (Митков А.Л., Кардашевский С.В., 1978; Максимов В.Н., 1980). Учитывая специфику формирования матрицы данного композиционного плана, нами была разработана компьютерная программа, в которой реализован алгоритм подбора интервалов варьирования значений факторов и изучаемого параметра, с учетом их случайного варьирования (Кондратенко С.И., 2006).

В проведенных статистических исследованиях нами была изучена регрессионная зависимость уровня содержания общего сахара в плодах гибридов F_1 перца сладкого (результирующий признак - Y) от уровня химических компонентов плодов материнских форм: сухого вещества (аргумент-фактор – x_1), общего сахара (аргумент-фактор – x_2) и аскорбиновой кислоты (аргумент фактор – x_3). Объектом изучения послужили 39 гибридных комбинация перца сладкого, выращиваемых в течение 2000-2001 годов в открытом грунте.

В данной публикации, при обсуждении полученных результатов, основной акцент сделан на отыскании оптимумов полученных регрессионных моделей и определении математической формы связи независимых аргументов-факторов и изучаемого результирующего признака.

Группировка материнских форм по строкам матрицы планирования композиционного плана позволила выделить «лидирующие» генотипы, оказавшие наибольшее влияние на максимальное проявление изучаемого признака у гибридов F_1. Максимальное значение среднего арифметического содержания общего сахара в плодах

гибридов F_1 (3,98% в 2001 г. и 4,72% – в 2002) было отмечено при участии в скрещиваниях в качестве материнского компонента линии т№10, содержание общего сахара в плодах которой было на уровне 3,45-3,79%.

Анализ функциональной зависимости содержания общего сахара в плодах гибридов F_1 указывает на отсутствии линейной связи между изучаемыми факторами-аргументами и результирующим признаком с преобладанием параболической формы связи. Был выявлен оптимум воздействия содержания общего сахара в плодах материнских форм на изучаемый нами признак. Максимальные значения результирующего фактора тесно связаны со средним уровнем содержания общего сахара в плодах материнских форм перца сладкого. В то же время действие остальных факторов-аргументов на проявление результирующего признака по двум годам исследований было неоднозначным.

Вследствие генотипического разнообразия изучаемой выборки материнских генотипов, а, также, вариацией количественных признаков материнских форм растений по годам обнаружены сдвиги в "эпицентрах" оптимумов модельных функций и различия в абсолютных показателях проявления изучаемого фенотипического признака у гибридов F_1.

В дальнейшем полученные нами системы регрессионных уравнений будут использоваться для более глубокого анализа взаимоотношений в системе родитель-потомок.

ВОЗМОЖНОСТИ ОТБОРА ХОЛОДОСТОЙКИХ СОРТОВ ПЕРЦА СЛАДКОГО НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Н.П.Куракса

Институт овощеводства и бахчеводства НААН Украины,
п/о Селекционное, Харьковский р-н, Харьковская обл., Украина,
(057) 748-91-91, e-mail: ovoch-iob@online.ua

В мировом овощеводстве все большее внимание уделяется более ценным по питательности и содержанию витаминов культурам. Одной из таких, по праву, является перец сладкий. Эта поливитаминная культура широко выращивается во всем мире. Ежегодное производство плодов перца превышает 22 млн. тонн. Только за последние 20 лет площади под перцем увеличились на 28%.

В Украине перец сладкий является традиционной культурой и занимает одно из ведущих мест. Его производство составляет свыше 150 тыс.т. Одним из приоритетных направлений селекции в ИОБ НААН является создание нового поколения сортов и гибридов перца с более высоким или сбалансированным содержанием биологически активных компонентов.

На протяжении 2006-2010 годов проводилась работа по изучению взаимосвязей количественных признаков и влияния температурного фактора на величину биохимических показателей. Изучали корреляционные связи между вегетационным периодом, урожайностью, массой плода и содержанием сухого вещества, общего сахара, витамина С в технической и биологической спелости. Длина вегетационного периода с другими признаками коррелировали на уровне 0,14-0,33. Содержание сухого вещества в плодах биологической спелости зависело от длины вегетационного периода и урожайности (r = -0,55 и -0,69), а также содержания сухого вещества в технической спелости (0,63). Причем, содержание сухого вещества увеличивалось при снижении вегетационного периода и урожайности. Содержание общего сахара в биологической спелости увеличивалось при более высоком содержании сухого вещества в обеих спелостях. Содержание аскорбиновой кислоты не коррелировали ни с одним из изучаемых признаков. Проведение отборов внутри популяции на повышенное содержание биохимических компонентов с последующим многократным отбором внутри лучших семей, а также с учетом суммы активных температур в биологической спелости на протяжении 4 лет дало следующие результаты (табл.1).

Содержание сухого вещества, общего сахара, аскорбиновой кислоты в плодах биологической спелости холодостойкого сорта Надия увеличивалось начиная с одно- или двукратного отбора и при сумме активных температур менее 3000°С достигало наибольшего значения. Сумма каротиноидов увеличивалась также после многократного отбора но при более высокой сумме активных температур – 3121,7°С. Значительный избыток активных температур на холодостойкие сорта перца оказывал обратное действие – снижалось содержание всех показателей.

Таблица 1- Биохимические показатели перца сладкого, сорт Надия, средние за 2006 -2009гг

Сумма активных температур,°С	Сухое вещество,%	Общий сахар, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Сумма каротиноидов, мг/100 г
3024,7 (без отбора)	8,12	4,82	157,38	18,82
3216,6 (однократный отбор)	7,61	4,78	161,02	6,35
2843,6 (двукратный отбор)	9,52	5,65	230,29	24,44
3121,7 (трехкратный отбор)	9,27	5,50	212,57	25,66

Таким образом, увеличение содержания в плодах перца холодостойких сортов сухого вещества, общего сахара, аскорбиновой кислоты, каротиноидов, наблюдалось при проведении многократного отбора внутри популяции, уменьшении длины вегетационного периода, при сумме активных температур от 2844 до 3122°С.

ИНТРОДУКЦИЯ МАША (VIGNA RADIATA) С ПОМОШЬЮ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Т.В.Лихолат*, Т.К.Шишова**

** - Московский государственный гуманитарный университет имени М.А.Шолохова, Москва, Россия, тел. 393-96-54, E.mail-semibratova@mail.ru*

*** - Самарская государственная социально-гуманитарная академия, Самара, Россия*

Маш (фасоль золотистая, фасоль маш, фасоль лучистая, азиатский горох, горох маш, бобы мунг, лат. Vigna radiata) долго считали разновидностью фасоли (Phaseolus), и лишь потом выде-

лили в отдельный род (Vigna) семейства бобовых. Маш богат белками и другими полезными веществами и может использоваться в пищу в виде проростков, зеленых бобов и семян. Однако выращивание культуры в условиях средней полосы России ограничивается ее достаточно высокими требованиями к показателям температуры воздуха и влажности почвы.

Нашими предыдущими исследованиями установлено оптимизирующее действие предпосевного замачивания семян в растворах биологически активных веществ (БАВ), таких, например, как янтарная и парааминобензойная кислоты. Особенно это влияние заметно при изучении роста и развития растений, выращенных из семян, хранящихся и проращиваемых при неблагоприятных условиях среды. Поэтому, представляло несомненный интерес определение действия этих БАВ на рост и продуктивность Vigna в условиях среднего Поволжья.

Предпосевная обработка семян маша проводилась при температуре 20^0С замачиванием в растворе кислот янтарной - ЯК и парааминобензойной - ПАБК в концентрации 0.1% в течение часа. Основными определяемыми параметрами лабораторных опытов были энергия прорастания, всхожесть семян, а так же темпы роста проростков. В полевых исследованиях определялись урожай зеленой массы (30 сутки выращивания) и урожай семян в конце вегетации. Все методы исследования были традиционными для подобных физиологических экспериментов. Весь полевой сезон года, взятый за основу наблюдений, характеризовался отсутствием осадков. Поэтому в качестве вариантов опыта была выбрана различная степень увлажнения – нормальная (40% от полной влагоёмкости) и минимальная. Во всех случаях за контроль были взяты растения, замоченные в предпосевной период в воде и выращенные с поливом.

Как видно из рис. 1 изучаемые биологически активные вещества (БАВ) оказывают очень слабое влияние на прорастание семян маша.

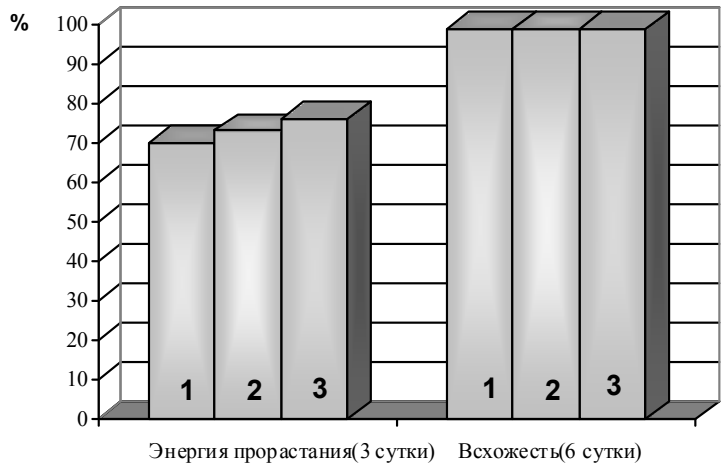


Рисунок 1. Прорастание семян маша в зависимости от предпосевной обработки, где 1 - замачивание в воде, 2 - ЯК, 3 - ПАБК

При сравнении энергии прорастания семян можно видеть, что исходная величина этого показателя уже на третьи сутки была достаточно значительной. В контроле она составила около 70%. Обработка БАВ привела к некоторой активизации процессов. Особенно это заметно при воздействии на семена ПАБК. Действие ЯК на первые этапы прорастания семян оказалось менее заметным и при определении энергии прорастания увеличило этот показатель лишь на 4%. Результаты обработки семян на 6 сутки проращивания уже не отличались от контрольных. Это можно объяснить исходной высокой жизнеспособностью посевного материала - во всех вариантах и в контроле она составляла 99%.

Полевой эксперимент наглядно показал, что единовременное предпосевное действие БАВ может оказать влияние на процесс всего онтогенеза растения. Особенно это действие сказывается в условиях дефицита влаги. Было установлено, что предпосевная обработка семян БАВ значительно увеличивает массу опытных растений, выращенных в нормальных условиях (с поливом).

Еще больший эффект проявляется в условиях дефицита влаги. Это действие наиболее заметно при измерении сухого веса побегов. Под влиянием, ПАБК этот показатель увеличился на 10 и 7%, под действием ЯК - на 15 и 19%.

Измерение урожая семян маша (рис.2) показало, что без полива лишь предпосевная обработка БАВ позволила получить хоть какой-то положительный результат. Под воздействием ПАБК он составил 20% от контроля, а под действием ЯК этот показатель увеличился до 37%. Растения замоченные перед посадкой только в воде засохли до созревания семян. В то же время, при создании нормальных условий увлажнения, урожай семян маша не изменился в случае предпосевной обработки ПАБК и увеличился всего на 10% при действии на семена ЯК.

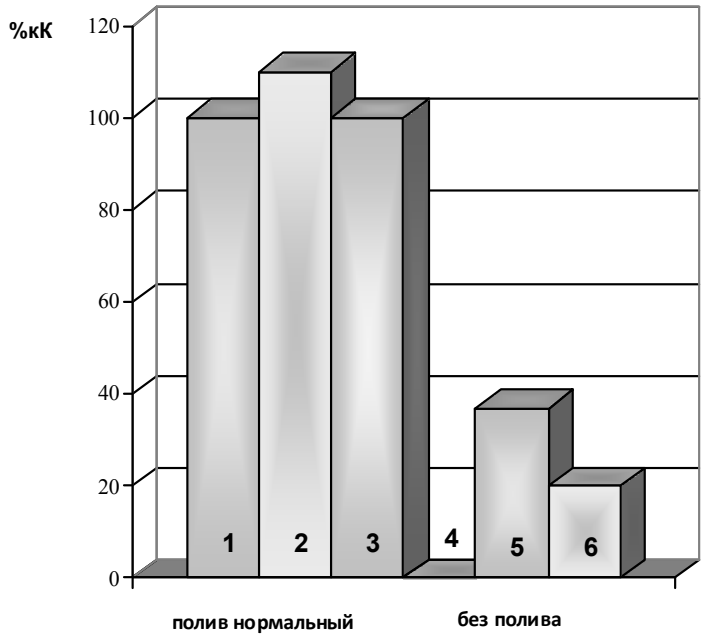


Рисунок 2. Урожай маша, выращенного из семян, подвергнутых обработке БАВ, где предпосевная обработка - 1,4 вода, 2,5 - ЯК, 3,6 - ПАБК

Таким образом, можно сделать вывод, что БАВ могут способствовать интродукции такой ценной культуры как маш в среднюю полосу России – Самарскую область.

ФЛАВОНОИДЫ – АНТИОКСИДАНТЫ *RUDBECKIA HIRTA* L.

Р.И. Лукашов, Д.В. Моисеев

УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь, тел. +375212370006, e-mail: ussr80@narod.ru

Актуальность. Свободные радикалы образуются в результате протекания окислительных процессов в клетке в нормальных условиях и при воздействии ультрафиолетового или радиоактивного излучения, а также в ходе метаболизма ксенобиотиков. Избыточная продукция активных форм кислорода (АФК) приводит к деструкции клеточных мембран, нарушениям липидного обмена и развитию сердечно-сосудистых патологий. Для восстановления антиоксидантного статуса организма возникает необходимость использовать антиоксиданты с целью подавления повышенного радикалообразования и разрушения избыточного количества АФК [1].

В настоящее время возрос интерес к антиоксидантам растительного происхождения, в частности к производным флавона. Исследования последних лет доказали эффективность некоторых флавоноидов (кверцетин, рутин, дигидрокверцетин, кемпферол, кверцетагетин, патулетрин, 7-гидроксифлавон, нарингенин, генистеин, апигенин) как ингибиторов свободнорадикальных процессов [2,3].

Присутствие флавоноидов с доказанной антирадикальной активностью в растительном сырье, их содержание позволяет прогнозировать наличие антиоксидантных свойств у изучаемого растения, а также степень их выраженности в зависимости от компонентного состава флавоноидного комплекса.

На территории Республики Беларусь и Российской Федерации в качестве декоративного растения широко культивируется

Rudbeckia hirta L., которая может являться потенциальным источником флавоноидов – антиоксидантов. S. Foster и J. Duke [4] отмечают, что спиртовые и водные экстракты Rudbeckia hirta L. проявляют выраженные антиоксидантные свойства наряду с иммуномодулирующей, диуретической и антимикробной активностью.

Цель. Провести скрининг флавоноидных соединений с антиоксидантной активностью в цветках и стеблях с листьями Rudbeckia hirta L.

Материалы и методы. Объектами исследования служили цветки и стебли с листьями Rudbeckia hirta L., заготовленные в окрестностях г. Витебска (Республика Беларусь) в 2010 году. Сырье подверглось воздушно-теневой сушке. Экстракт из измельченных цветков и стеблей с листьями Rudbeckia hirta L. (размер частиц менее 1000 мкм) получали с использованием в качестве экстрагента водно-спиртового раствора с концентрацией этанола 70% по объему, т.к. в ходе эксперимента установили, что 70% спирт позволяет экстрагировать широкий спектр флавоноидов.

Исследования проводили на жидкостном хроматографе Agilent 1100. Хроматографическая колонка Zorbax SB с октадецильным силикагелем, зернение 5 мкм, длина колонки 250 мм, диаметр – 4,6 мм, температура колонки 30^0C. Состав подвижной фазы: фосфатный буферный раствор с pH = 3,0 и ацетонитрил (объемное соотношение 80:20). В максимумах хроматографических пиков были записаны спектры поглощения при длинах волн от 190 до 400 нм.

Результаты и обсуждение. Обнаружено, что все идентифицированные флавоноиды содержат 2,3-двойную связь в гамма-пироновом цикле и практически у всех (за исключением эфиров кверцетагетина) в пирокатехиновом кольце присутствуют свободные либо связанные с сахаром гидроксильные заместители в положениях 3' и 4'. Присутствие шести гидроксильных групп ароматической природы в структуре кверцетагетина обуславливает высокий антиоксидантный потенциал его молекулы.

Флавоноидные комплексы цветков и стеблей с листьями Rudbeckia hirta L. имеют значительные отличия. Вегетативные зеленые части растения содержат значительное количество кверцетагетина и его эфиров и сравнительно мало производных патулетина. В это же время содержание патулетрина, дигликозида квер-

цетина и гликозидов хризоэриола в цветках Rudbeckia hirta L. превосходит количество производных кверцетагетина.

Установлено, что около 25% флавоноидного комплекса стеблей с листьями представлено флавоноидами, которые практически не проявляют антирадикальной активности, и около 50% от общей суммы флавоноидов являются агликонами. Цветочные корзинки Rudbeckia hirta L. содержат около 60% гликозидов флавоноидов (от суммарного содержания производных флавона).

Среди идентифицированных флавоноидов наибольший антирадикальный эффект [2] проявляют кверцетагетин, хризоэриол, лютеолин и рутин, умеренный – гликозиды хризоэриола, патулетин и его гликозиды.

Присутствие указанных соединений, их качественные и количественные соотношения, а также данные литературы о степени проявления их антиоксидантной активности позволяют предположить, что спиртовые вытяжки из изучаемого фитообъекта будут оказывать выраженный эффект в отношении АФК.

Вывод. Преобладающими соединениями флавоноидного комплекса Rudbeckia hirta L. являются кверцетагетин и его метоксипроизводные, патулетрин и гликозидированные формы хризоэриола.

Цветочные корзинки Rudbeckia hirta L. являются перспективным сырьем с позиции дальнейшего изучения их антирадикальной активности.

Литература:

1. Владимиров, Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах / Ю.А. Владимиров // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6, № 12. – С. 13–19.

2. Макарова, М.Н. Антирадикальная активность флавоноидов и их комбинаций с другими антиоксидантами / М.Н. Макарова, В.Г. Макаров, И.Г. Зенкевич // Фармация. – 2004. – № 2. – С. 30–32.

3. Cao, G. Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure – activity relationships / G. Cao, E. Sofic, R.L. Prior // Free Radical Biol. Med. – 1997. – Vol. 22. – P. 749–760.

4. Foster, S. The Peterson Field Guide Series – A Field Guide to Medicinal Plants and Herbs of Eastern and Central North

America / S. Foster and J. Duke. – 2000. - 2nd ed. – New York, NY: Houghton Mifflin Company. - P. 142.

ВЛИЯНИЕ ГЛИКОЗИДОВ ИЗ *VERONICA CHAMEDRYS* L. НА СТРУКТУРУ ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ БИОТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

Г.А.Лупашку, Е.Ф.Сашко, П.К.Кинтя, А.А.Марченко, Н.Е.Мащенко, С.И.Гавзер

Институт генетики и физиологии растений АН Республики Молдова, г.Кишинэу, тел.521179, galinalupascu@gmail.com

Известно множество научных публикаций, посвященных изучению биологической активности стероидных гликозидов, в том числе их иммуномодуляторной роли. Цель настоящей работы – выявить влияние данных веществ на структуру популяций растений пшеницы при реакции на гриб *Fusarium oxysporum.*

Материалом для исследований послужили гибридные реципрокные популяции F_2 растений пшеницы комбинации Акцент х Кобра, культуральный фильтрат (КФ) гриба *F.oxysporum* и сумма стероидных гликозидов (ССГ), выделенная из растений *Veronica chamedrys*. Семена пшеницы были обработаны дистиллированной водой (контроль), водным 10^{-6}%-ным раствором ССГ и КФ гриба *F.oxysporum*, после чего их проращивали на фильтровальной бумаге. Кроме того изучали совместное действие ССГ и КФ. Тест-объектами служили зародышевый корешок и стебелек 6-ти дневных растений. Данные были обработаны в пакете программ STATISTICA 7.

Результаты экспериментов однозначно свидетельствуют о том, что растения по разному реагировали на обработку ССГ, КФ и их совместное действие. В популяции F_2 Акцент х Кобра обработка ССГ оказалась неэффективной в отношении роста зародышевого корешка, а КФ уменьшил их рост на 11,2%. Культивирование растений, семена которых были обработаны ССГ и выращены на бумаге, пропитанной КФ, привело к повышению роста корешка и стебелька на 18,3 и 10,0%, соответственно по отношению к варианту «КФ», что свидетельствует о иммунопротекторной ак-

тивности ССГ. В популяции F_2 Кобра х Акцент, наоборот, растения положительно ответили на обработку ССГ путем стимулирования роста корешка и стебелька (на 25,8 и 23,1%, соответственно по отношению к контролю), однако оказались нечувствительны к действию КФ. Совместное действие ССГ и КФ привело к стимулированию роста корешка на 14,3% по отношению к варианту с КФ.

Таблица. Влияние ССГ из *V.chamedrys* на рост растений пшеницы реципрокных гибридов F_2 Акцент х Кобра при действии КФ гриба *F.oxysporum*

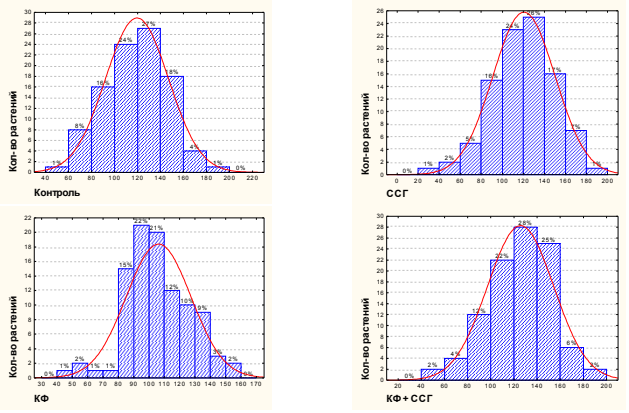
Популяция F_2	Вариант	Длина зародышевого корешка, мм	% к контролю	Длина стебелька, мм	% к контролю
Акцент х Кобра	Контроль	119,1±2,7	100,0	67,7±1,6	100,0
	ССГ	119,9±3,0	100,7	64,0±1,6	94,5
	КФ	105,8±2,1*	88,8	60,0±1,3*	88,6
	КФ+ССГ	125,2±2,8*	105,1	66,0±1,2	97,5
Кобра х Акцент	Контроль	96,4±2,5	100,0	58,1±1,4	100,0
	ССГ	121,3±3,0*	125,8	71,5±1,4*	123,1
	КФ	98,2±3,0	101,9	60,3±1,6	103,8
	КФ+ССГ	110,2±3,0*	114,3	64,2±1,4*	110,5

* – достоверно по отношению к контролю при $p<0,05$.

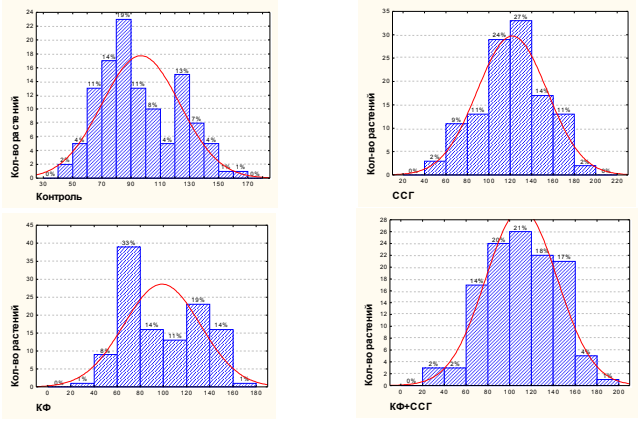
Полученные данные указывают на роль цитоплазматического фактора при проявлении реакции растений пшеницы на ССГ и КФ при их отдельном и совместном действии.

При изучении гистограмм распределения растений в указанных вариантах выявили, что ССГ, КФ и их совместное применение влияют на фенотипическую структуру популяции, причем последний аспект в значительной степени зависит от цитоплазматических компонентов комплексного наследственного аппарата клетки (Рис.1, 2). Общее ингибирующее влияние КФ сказалось на несимметричном распределении растений в популяции через подавление экспрессии фенотипических классов растений с пониженными показателями длины корешка. Действие собственно ССГ, как и в комбинации с КФ продемонстрировало распределение растений,

близкое к нормальному (Рис.1). В реципрокной популяции F_2 Кобра х Акцент растения проявили ненормальное распределение растений как в контрольном варианте, что еще раз указывает на роль цитоплазмы в экспрессии количественных признаков, так и в варианте с КФ.



А



Б

Рис. Распределение растений пшеницы в популяции F_2 Акцент х Кобра (А) и Кобра х Акцент (Б) при действии КФ гриба *F.oxysporum* и ССГ из растений *V.chamedrys*

Отдельное применение ССГ и совместное с КФ привело к распределению растений, близкому к нормальному, свидетельствующее о том, что одним из механизмов иммуномодуляторной активности

ССГ из растений *V.chamedrys* состоит в их взаимодействии с цитоплазматическими компонентами растительной клетки.

ВЛИЯНИЕ ЗАСУХИ НА СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В РАСТЕНИИ

Г.Г. Лысенко

Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, кафедра физиологии растений, gg-lysenko@yandex.ru

Под термином «засухоустойчивость» понимают способность растений активно добывать воду и обеспечивать свои ткани и клетки водой в наиболее трудных условиях существования с одновременным повышением степени выносливости к обезвоживанию.

Действие засухи в первую очередь приводит к уменьшению в клетках растений свободной (метаболически активной) воды, определяющей интенсивность протекания физиологических процессов. Установлено, что в оптимальных условиях существования повышенное содержание свободной воды ведет к усилению процессов роста, обмена веществ, дыхания и тем самым способствует повышению продуктивности растений. В то же время одним из показателей повышения засухоустойчивости у многих видов растений является высокое содержание связанной воды, «способствующей сохранению более высокой оводненности. Повышенная общая оводненность при засухе ведет к сохранению более высокого уровня синтетических процессов и энергетики растений». Различие в свойствах свободной и связанной воды (осмотически и коллоидносвязанной, соответственно) определяет и разное их значение в жизни растений. При умеренной засухе происходит усиление взаимодействия белков с водой (увеличение количества связанной воды). В результате повышается стабильность цитоплазмы и увеличивается водоудерживающая способность клеток. При сильной засухе начинают преобладать нарушения структурной организации и функциональной активности клеток, что в частности связано с денатурацией молекул белка.

Растения амаранта характеризуются высоким содержанием белка. Белковая направленность метаболизма у них генетически детерминирована и связана с особенностью организации и осуществления процесса фотосинтеза. Поэтому в листьях амаранта в норме следует ожидать высокий процент содержания не только свободной, но также связанной и иммобилизованной воды, роль которой может быть особенно велика в ферментативном катализе. По физическим свойствам иммобилизованная вода близка к свободной воде. Однако по физиологическому значению она существенно отличается, так как находится внутри замкнутых полостей, которые образуются при конформационных изменениях макромолекул или их комплексов. В результате ее способность к внутриклеточному и межклеточному обмену очень мала, и она не может участвовать в процессах, происходящих за пределами ее локализации. Вместе с тем внутри самой полости эта вода очень активна.

По физиологическим показателям в растении кроме свободной, связанной и иммобилизованной воды выделяют еще несколько типов воды, имеющей определенное значение для переживания засухи:

1) Воду организационную, характеризующуюся стабильностью состояния. Она, очевидно, соответствует «гомеостатической воде» - наименьшему количеству воды, при котором растение способно поддерживать постоянство своей внутренней среды. По ее уровню можно судить об устойчивости растений к обезвоживанию. Так, у ксерофитов уровень гомеостатической воды достигает 25-27%, у мезофитов – 45-60%, у гигрофитов – 65-70% от сырой массы;

2) Легкообмениваемую воду (способную к внутриклеточному и межклеточному обмену). При умеренной засухе наблюдается увеличение водоудерживающей способности клеток, что приводит к снижению межклеточного направленного водообмена, а также уменьшение теплового движения молекул воды в клетках, что приводит к снижению интенсивности ненаправленного водообмена. При более сильной засухе, вследствие нарушения окислительного и фотосинтетического фосфорилирования возникает дефицит АТФ. В результате наблюдается набухание митохондрий и хлоропластов, а также нарушение внутриклеточного водообмена, связанного со снижением водопроницаемости мембран органелл.

3) Метаболическую воду (образующуюся в процессе метаболизма). Хотя употребление термина «метаболическая вода» в литературе встречается крайне редко, этот тип воды может иметь существенное значение в жизни растения именно при засухе.

Поскольку измерить содержание метаболической воды сложно, в литературе имеются лишь единичные сведения о ней. Показано, что у растений томатов во время засухи за счет дыхания (даже при условии его энергетической неполноценности) в течение часа образуется примерно 13% воды. Как известно, процесс дыхания связан с образованием воды на конечных этапах работы цепи переноса электронов в митохондриях – комплексом цитохромоксидазы. При этом, чем быстрее осуществляется перенос электронов по цепи, тем больше образуется воды. Связь с запасанием энергии в виде АТФ в этом случае не является обязательной. Наибольшая скорость транспорта электронов наблюдается в разобщенных условиях, когда синтеза АТФ не происходит.

Еще одним источником метаболической воды может служить псевдоциклический транспорт электронов при фотосинтезе в совокупности с реакциями, обеспечивающими обезвреживанием АФК, образующимися в результате восстановления кислорода. Интенсивность этого транспорта электронов в растениях амаранта даже в оптимальных условиях их произрастания может быть весьма существенна (Лысенко и др., 1997).

Псевдоциклический перенос электронов при фотосинтезе как источник метаболической воды в хлоропластах: при этом типе переноса электронов их акцептором на конечной стадии является молекулярный кислород. В начале происходит его одноэлектронное восстановление до супероксидного анион-радикала, а затем дисмутация супероксидов (спонтанная или с помощью фермента супероксиддисмутазы) до пероксида водорода (перекиси водорода) и кислорода. При разложении перекиси водорода образуется молекула воды и выделяется 0,5 молекулы кислорода. Общий баланс по количеству выделившегося и поглощенного кислорода равен нулю. Точно такой же баланс наблюдается по количеству использованной и образованной воды.

Поскольку в хлоропластах каталазная активность, связанная с разложением перекиси водорода, практически отсутствует, в них могут осуществляться и другие типы обезвреживания АФК,

образующихся при псевдоциклическом переносе электронов. Среди них наиболее вероятен путь, при котором перекись водорода используется на окисление аскорбиновой кислоты. Этот путь необходимо рассматривать как вариант цикла обезвреживания АФК в других местах растительной клетки, поскольку он протекает с участием аскорбата, восстановленного глутатиона и НАДФН, а также аналогичных ферментов. Поскольку общий баланс использованной и образующейся воды и в этом случае равен нулю, этот цикл получил название «водно-водного». Зарегистрировать его работу можно только используя $^{18}O_2$.

Таким образом, в отличие от дыхательной цепи в фотосинтетической электрон-транспортной цепи при акцептировании электронов кислородом и последующем обезвреживании АФК, образующихся при его восстановлении, видимого образования воды не происходит, поскольку донором электронов является сама вода. Однако постоянное протекание процесса использования и образования воды имеет большое значение.

Значение фотовосстановления кислорода при фотосинтезе: осуществление переноса электронов в хлоропластах по псевдоциклическому пути имеет несколько неоспоримых преимуществ, которые приобретают существенное значение при засухе:

1.Этот тип переноса электронов не связан с истощением запаса воды в хлоропластах, но энергетически выгоден, так как может быть связан с образованием АТФ.

2. Псевдоциклический транспорт служит эффективным «стоком» избытка электронов в фотосинтетической цепи, что способствует поддержанию ее в функциональном состоянии. Поэтому его часто рассматривают в качестве вспомогательного пути, обеспечивающего наиболее благоприятные условия для функционирования нециклического и циклического транспорта в хлоропластах C_3-растений.

3. Он не лимитирован акцептором электронов, так как концентрация кислорода в хлоропластах на свету сопоставима с его концентрацией в воздухе и составляет около 21%. В силу чего перенос электронов на кислород может осуществляться в экстремальных ситуация, например, при недостатке НАДФ.

4. Поскольку кислород способен акцептировать электроны на разных участках электрон-транспортной цепи, этому типу пере-

носа электронов не угрожают условия перевосстановления переносчиков цепи, как это может происходить при нециклическом и циклическом транспорте электронов.

5. Так как этот процесс связан с использованием кислорода в качестве акцептора электронов, в хлоропластах за счет него может поддерживаться более низкая концентрация этого газа.

Роль всех перечисленных аспектов псевдоциклического пути особенно возрастает у C_4-растений. Поскольку у этих растений в клетках мезофилла отсутствует фермент РБФК/О, не существует канала «стока» избытка фотохимической энергии через процесс фотодыхания, составляющий у C_3-растений в зависимости от условий от 20 до 50% от интенсивности фотосинтеза. Поэтому у C_4-растений, обладающих характерным диморфизмом хлоропластов, в хлоропластах мезофилла эту задачу берет на себя псевдоциклический перенос электронов! Действительно, в зрелых активно фотосинтезирующих листьях амаранта наблюдаются высокие скорости переноса электронов на молекулярный кислород, в некоторых случаях составляющие в количестве перенесенных электронов до 50% от интенсивности нециклического транспорта электронов. Способность к отдаче электронов на кислород одновременно улучшает условия переноса электронов и по другим значимым путям – нециклическому и циклическому. Кроме того, с псевдоциклическим транспортом электронов связано образование АФК, которые принимают участие в фотоокислительном превращении органических кислот в клетках мезофилла, которое было рассмотрено выше.

Следует отметить, что для протекания процесса фиксации углекислоты в клетках мезофилла необходимо, чтобы в их хлоропластах синтезировался только АТФ. Образование НАДФН при нециклическом транспорте электронов требуется при допущении, что в них частично происходит регенерация промежуточных продуктов цикла Кальвина. Кроме того, образование НАДФН необходимо для функционирования водно-водного цикла, обеспечивающего обезвреживание АФК в хлоропластах. Поэтому в хлоропластах мезофилла листьев амаранта должны наблюдаться высокие скорости всех типов переноса электронов, а высокие скорости переноса электронов на кислород должны сопровождаться высокими скоростями образования НАДФН. Подобная тенденция на-

блюдалась при изучении различных типов переноса электронов в хлоропластах мезофилла амаранта. Кроме того, в зависимости от условий отмечалась высокая активность всех типов фотофосфорилирования (Лысенко и др., 2005; Лысенко, 2007, 2009).

При дефиците воды значение псевдоциклического пути в хлоропластах мезофилла должно возрастать, хотя абсолютные величины интенсивности этого процесса могут не изменяться. Косвенным подтверждением этому утверждению служат данные, согласно которым выращивание растений амаранта при концентрации кислорода в атмосфере 5% приводит к снижению образования биомассы и повышению транспирации. Псевдоциклический перенос электронов насыщается при концентрации кислорода около 15%. Поэтому при низких концентрациях кислорода в среде он осуществляется с небольшой скоростью. Напротив, выращивание C_3-растений при концентрации кислорода 5% способствует повышению образования биомассы в силу ингибирования фотодыхания. Этот факт хорошо известен в физиологии растений.

В литературе неоднократно отмечалось, что хлоропласты обладают самостоятельным водным обменом, который прямо не связан с водным обменом клетки и листа. Существуют данные, согласно которым изменение объема хлоропластов не подчиняется осмотическим закономерностям. Эти факты указывают на существование дополнительных путей регуляции водного обмена в этих органеллах.

Таким образом, при аспартатном типе фотосинтеза, характерном для растений амаранта, на разных уровнях организации фотосинтетического аппарата прослеживаются множественные и разнообразные связи этого процесса с водным обменом. По сравнению с C_3-растениями повышается интенсивность переноса электронов на кислород в хлоропластах мезофилла, что может иметь существенное значение в адаптации амаранта к засухе.

Литература

1. Лысенко Г.Г. Фотовосстановление кислорода при фотосинтезе в листьях амаранта и его связь с фосфорилированием// Роль физиолого-биохимических исследований в селекции овощных культур. Материалы Всероссийской научно-практической конференции,

посвященной 75-летию со дня создания отдела физиологии и биохимии растений ВНИИССОК, 28 февраля 2007 г., М., РУДН, 2007, с. 70-79
2. Лысенко Г.Г. Молекулярный кислород – физиологический акцептор электронов в световой стадии фотосинтеза у растений амаранта// Материалы VIII международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования», М., 22-26 июня 2009, с. 153-156
3. Лысенко Г.Г., Гинс В.К., Гинс М.С. Изучение псевдоциклического транспорта электронов у зелено- и краснолистных видов амаранта//Материалы Второго международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования», 16-20 июня 1997, Пущино, 1997, с. 48-50
4. Лысенко Г.Г., Манерко Л.А., Гинс В.К. Фотосинтетическое фосфорилирование в хлоропластах растений амаранта с зелеными листьями// Материалы VI Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования», Москва-Пущино, 20-24 июня 2005.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ САХАРА И СУХОГО ВЕЩЕСТВА В ПЛОДАХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ХУРМЫ И ОСОБЕННОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ХУРМЫ В УСЛОВИЯХ Г. УЖГОРОД

Л. Г. Маргитай, Л. А. Ходак, В. А. Ходак

Ужгородский национальный университет, г. Ужгород, Украина, +38050-825-03-19, lilyahodak@mail.ru, margitaj@mail.ru

Хурма – ценная субтропическая плодовая культура. Плоды содержат 10-25 процентов сахара, пектины, жиры, богаты на витамин С и каротин, а также витамины А и РР. Она является источником природных антиоксидантов, что особо актуально для жителей больших городов и экологически неблагоприятных регионов. В состав фрукта входят органические кислоты и дубильные вещества, белки. Хурма содержит калий, кальций, фосфор, магний, железо, йод и другие элементы. Листья и недозрелые плоды содержат вяжущие вещества, которые разрушаются

по мере дозревания. Плоды едят свежими, замораживают, сушат, используют в кондитерской промышлености и медицине при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Древесина хурмы крепкая, хорошо полируется. Все эти качества характеризуют хурму как очень ценную и выгодную в выращивании культуру.

Хурма является тропическим растением и большинство исследований направлены на акклиматизацию растений, а также выведение морозостойких сортов для успешной интродукции в северные районы с умеренным и холодным климатом. Вместе с тем, большое внимание уделяется товарным качествам плодов.

Объектами наших исследований были: вид хурмы *Diospyros lotus* (хурма кавказская) и гибрид между *D. kaki* и *D. virginiana* (Россиянка). Целью работы было изучение особенностей размножения, выращивания, урожайности хурмы и товарных качеств плодов в климатических условиях г. Ужгород Закарпатской области.

Исследования проводились в Ботаническом саду Ужгородского национального университета и на приусадебном участке. Почвы буроземы кислые малогумусные тёплого пояса на элювии-делювии андезито-базальтов. Фенологические наблюдения и измерения морфометрических показателей проводили согласно общепринятым методикам. Исследования проводили в 3-5 кратном повторении. Полученные результаты обрабатывали статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

В результате наших исследований выявлено, что плоды обоих исследованных образцов хурмы содержат большое количество сахара. Плоды хурмы кавказской содержат в среднем 18,5% сахара, что на 1,0 % больше, чем плоды сорта Россиянка. Высокое содержание сахара свидетельствует о хороших вкусовых качествах. Масса сухого вещества также высокая. У вида хурма кавказская она в среднем равна 29,1%, а у гибрида Россиянка – 32,0%. Вес плодов гибрида Россиянка в десять раз больше, чем средний вес плодов хурмы кавказской, и в среднем составляет 31,7 г. Плоды хурмы Россиянка имеют хорошие товарные качества, они почти не содержат семян.

Хурма кавказская характеризируется высокой урожайностью, но недостатком является небольшой размер плодов. Вместе с тем, в условиях Ужгорода, она формирует значительное количест-

во семян. После стратификации у них хорошая всхожесть. Прорастают даже в проекции кроны. В результате можно получить большое количество сеянцев. Сеянцы хурмы кавказской могут быть хорошими морозостойкими подвоями для хурмы гибрида Россиянка.

Мы проращивали семена хурмы в разных условиях: в теплице, холодном парнике и в открытом грунте. Перед посевом проводили стратификацию семян на протяжении 2,5 месяцев в холодильнике во влажном песке при температуре +4 º С. Семена высеяли в начале марта. Семена, которые высевали в парнике, обрабатывали ростовыми пудрами, содержащими регуляторы роста ауксиново-цитокининовой природы. На 100 штук семян использовали 20 мг ростовой пудры. Контролем служили необработанные семена. Следует отметить высокую всхожесть семян во всех вариантах опыта, которая достигала 95-97%. Наибольшая всхожесть отмечена у семян, обработанных ростовыми пудрами и тех, которые проростали в теплице. Семена, высеянные в теплице, проросли наиболее быстро. Быстрее, чем в контроле, проросли семена, обработанные ростовыми пудрами. Причинами позднего прорастания семян в проекции кроны могли стать: погодные условия, низкая температура воздуха, алелопатические воздействия. В первой декаде июня сняли морфометрические показатели и сравнили их. За полученными данными можем отметить, что сеянцы хурмы кавказской, которые проросли в теплице, имеют наибольшие: длину побега (14,74 ± 4,74 см), длину листа (8,29 ± 3,04 см), ширину листа (3,75 ± 1,11 см) и количество листьев (7,80 ± 2,86 шт.). Самые низкие показатели были у сеянцев, которые проросли в проекции кроны: длина побега — 7,80 ± 2,86 см; длина листа — 6,76 ± 1,38 см; ширина листа — 4,19 ± 0,33 см; количество листьев — 5,50 ± 0,97 шт. В целом, у сеянцев, которые проросли в теплице, лучше развита надземная часть, глубже корневая система, больше площадь листовой поверхности. Сеянцы, которые росли в парнике и выросли из обработанных регуляторами роста семян, имели большую по отношению к контролю длину стебля и площадь листовой поверхности. Осенью диаметр стебля сеянцев, выращенных в парнике, составлял 0,8 ± 0,1 см, а висота стебля 63,5 ± 4,3 см, а в проэкции кроны — 0,3 ± 0,1 см и 14,7 ± 2,1

соответственно. Однолетние сеянцы хурмы кавказской, выращенные в теплице и парнике, и двухлетние из открытого грунта можно использовать для зимней прививки в условиях теплицы. Для этого осенью сеянцы переносять в прикоп, а в начале февраля переносять в теплицу. Корневую систему каждого растения помещают в отдельный полиэтиленовый пакет с опилками и поливают. Как только сеянцы пойдут в рост, производят прививку окулировкой или черенком. В мае привитые саженцы уже готовы для висадки в открытую почву. Эффективны также весенние прививки в открытом ґрунте. До конца сезона прирост у окулянтов составлял 102 ± 24 см у зимних и 85 ± 10 — весенних.

Использование сооружений защищенного грунта при выращивании саженцев хурмы в условиях г Ужгорода является эффективним средством повышения выхода качественных саженцев и сокращения времени их выращивания. Целесообразно при этом также применять стимуляторы роста растений.

ВЛИЯНИЕ ГЛИКОЗИДОВ ИЗ *VERBASCUM DENSIFLORUM* НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЦА СЛАДКОГО

Мащенко Н.Е.[1], Кинтя П.К.[1], Бландинская О.А. [2], Козарь Е.Г. [2], Беспалько Л.В. [2]

[1]Институт Генетики и Физиологии Растений АН Республики Молдова, +37322555259, chinteap@yahoo.com
[2] Всероссийский НИИ Селекции и Семеноводства Овощных Культур, Россия, Москва, gameta233@mail.ru

В последние годы возрос интерес к вторичным метаболитам высших растений - биологически активным веществам природного происхождения, и, в частности, к гликозидам, изучение которых ведется в нескольких направлениях. С одной стороны, эти соединения используются для синтеза гормональных препаратов в фармацевтической промышленности. С другой - важная роль отводится гликозидам в индуцировании устойчивости растений к стрессовым факторам и фитопатогенам, что позволяет рассматривать эти соединения как природные адаптогены. Степень и спектр их действия на растение зависит от способа применения (предпосевное замачивание семян,

внекорневая подподкормка, опрыскивание и др.), концентрации, а также от фазы развития растения. Изучение природных биологически активных соединений с антиоксидантной активностью с целью применения их в медицине и сельском хозяйстве в настоящее время актуально. Данная работа посвящена влиянию гликозидов из *Verbascum densiflorum* Bertol. на прорастание семян, рост и развитие сеянцев перца сладкого, жизнеспособность пыльцы и рост пыльцевых трубок.

Материал и методы. В работе использовали различные по своим характеристикам сорта перца сладкого. Семена в течение 12 часов замачивали в $10^{-3\ldots-6}$% водных растворах суммы иридоидных гликозидов - вербаскозидов (Vb), выделенных из коровяка. Эталоном служил стероидный гликозид Moldstim (Md) - д.в. капсикозид из семян перца. Контроль - вода (К). После обработки семена промывали в проточной воде и проращивали методом бумажных рулонов при температуре 25°С/20°С. Проводили учет всхожести, измерение длины стебля, корешка, площади семядольных листочков. Жизнеспособность пыльцы определяли методом проращивания на искусственной питательной среде, в которую добавляли гликозиды в концентрациях $10^{-3\ldots-6}$%, контролем служила среда без гликозидов. Жизнеспособность определяли как процент проросших к общему числу фертильных пыльцевых зерен. Длину пыльцевой трубки измеряли в окуляр в микрометрах (отн.ед.).

Результаты. Изучение эффекта действия *на прорастание и развитие проростков* перца сладкого выявило сходство и различия в активности стероидного и иридоидных гликозидов. Обработка Md семян полудетерминантного сорта Агаповский оказала положительный эффект во всех концентрациях, повышая всхожесть семян на 4-7% относительно контроля, а Vb способствовал увеличению всхожести на 10% только в концентрации 10^{-5}%. Стимулирующее действие Vb на прорастание семян детерминантного сорта Карлик отмечено в концентрации 10^{-4}%, а у Md - в диапазоне $10^{-4\ldots-5}$% (рис.1).

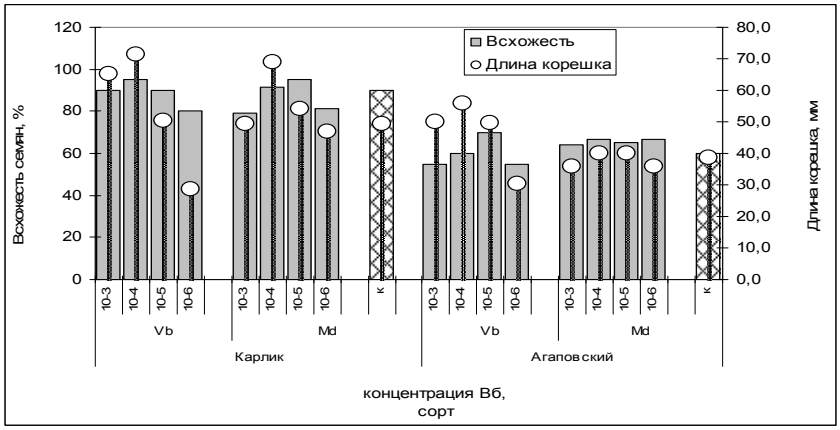


Рис.1. Всхожесть и длина корешка проростка образцов перца сладкого в зависимости от природы гликозида.

На образце Л-39 с низкой всхожестью семян в контроле (45%) отмечено положительное влияние обоих гликозидов в диапазоне концентраций $10^{-3\ldots-5}$%. Повышение всхожести семян, составившее 5-35% , существенным образом зависит как от концентрации гликозидов, так и от их природы.

На первых этапах развития зародышевого корешка, рост которого происходит в основном за счет растяжения клеток, действие Vb в зависимости от концентрации у всех сортов имело схожую положительную тенденцию. Наибольший положительный эффект Vb оказывал в концентрации 10^{-4}%. На обработку Md реакция сортов в этой фазе развития была более специфична. Отмечена стимуляция роста корешка в концентрации 10^{-4}% у сорта Карлик и отсутствие значимого эффекта у сорта Агаповский во всех концентрациях (рис.1).

Наблюдение за дальнейшим развитием сеянцев сорта Агаповский показало, что положительное влияние Vb на рост корневой системы сохраняется (табл.1).

Таблица 1. Влияние предпосевной обработки растворами гликозидов на развитие сеянцев перца сладкого в зависимости от концентрации

Сорт	Концентрация, %	Биометрические параметры сеянцев					
		Verbascozid			Moldstim		
		корень, мм	стебель, мм	семядол. лист, мм^2	корень, мм	стебель, мм	семядол. лист, мм^2
Карлик	к	49,2	19,1	37,4	50,7	19,3	34,1
	10^{-3}	65,3	14,4	41,8	52,6	19,6	42,9
	10^{-4}	71,4	16,9	40,5	57,4	20,4	36,5
	10^{-5}	50,5	15,4	35,0	55,4	18,8	46,8
	10^{-6}	28,5	7,5	11,3	54,6	19,1	33,0
$НСР_{05}$		14,1	3,8	2,2	2,2	0,5	4,2
Агаповский	к	38,7	16,6	21,8	45,8	17,7	21,76
	10^{-3}	50,0	16,2	20,9	42,6	19,5	17,92
	10^{-4}	55,9	15,5	26,2	43,4	17,7	15,36
	10^{-5}	49,8	15,8	23,9	42,7	14,8	18,4
	10^{-6}	30,4	7,7	12,1	44,6	16,5	15,4
$НСР_{05}$		8,5	2,9	1,7	1,0	1,6	2,1
Л-39	к	63,9	15,8	27,8	64,0	35,2	14,2
	10^{-3}	58,5	10,5	18,4	-	-	-
	10^{-4}	47,2	9,7	21,3	77,3	36,3	16,4
	10^{-5}	44,9	11,0	28,3	-	-	-
	10^{-6}	52,1	12,7	25,5	-	-	-
$НСР_{05}$		6,3	1,0	3,1	4,4	0,4	0,7

При отсутствии существенного влияния на высоту сеянцев, Vb стимулирует развитие семядольных листьев сорта Агаповский в концентрациях $10^{-4...-5}$%. У сорта Карлик отмечено стимулирующее влияние Vb на развитие корневой системы и семядольных листьев в диапозоне концентраций $10^{-3...-4}$%, но на высоту сеянца Vb оказал ингибирующее действие (табл.1). Обработка Vb семян сортообразца Л-39, стимулируя прорастание и повышая всхожесть, приводила к замедлению ростовых процессов, хотя масса обработанных сеянцев была выше, чем в контроле. Положительное влияние Vb на массу сеянцев от-

мечено и у сорта Карлик. У сорта Агаповский, наоборот, регистрировали снижение средней массы сеянцев в вариантах с обработкой.

Реакция сеянцев на предпосевную обработку Md была также неоднозначной. У сорта Карлик и Л-39 отмечено положительное влияние Md на все биометрические показатели сеянца в концентрации 10^{-4}%, тогда у сорта Агаповский происходило ингибирование роста и развития сеянцев во всех концентрациях Md (табл.1).

Изучение влияния гликозидов на *жизнеспособность и прорастание пыльцы* показало, что Vb проявляет высокую эффективность на всех образцах перца сладкого, способствуя увеличению количества проросших пыльцевых зерен и скорости роста пыльцевых трубок (рис.2).

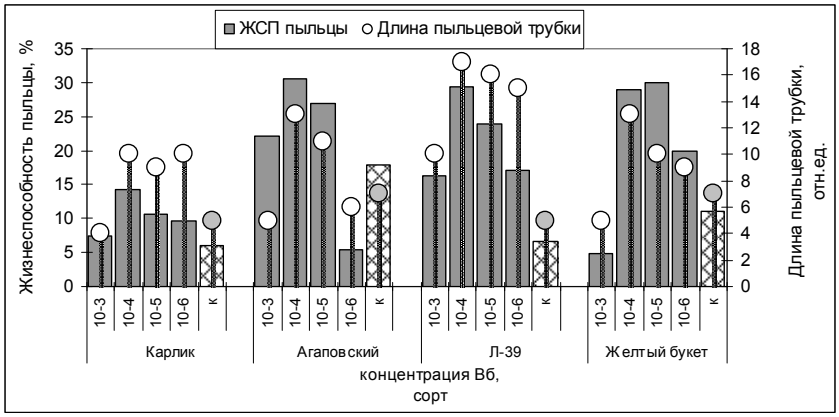


Рис.2. Влияние Vb на жизнеспособность пыльцы и длину пыльцевой трубки перца сладкого в зависимости от концентрации.

При этом реакция пыльцы на изменение концентрации СГ в среде не является линейной. В зависимости от концентрации знак ответа может изменяться и определяется чувствительностью объекта к данному соединению. Как видно из рисунка 2, максимальный эффект Vb отмечен в концентрации 10^{-4}%: жизнеспособность пыльцы увеличилась на 8-23%, а длина пыльцевой трубки в 2-3 раза относительно контроля. В отличие от обработки семян, Vb в низкой концентрации 10^{-6}% (исключение сорт Агаповский) или высокой 10^{-3}% (исключение сорт Желтый букет) не оказывали негативного воздействия на функциональные характеристики пыльцы большинства сортов.

При внесении в питательную среду стероидного гликозида Md отмечали два пика стимулирующих концентраций, один их которых был также расположен в интервале $10^{-4...-5}$%. Количество проросшей пыльцы на средах с Md в данном диапазоне концентраций увеличивалось в 1,5 - 4 раза в зависимости от образца; менее существенно стимулировался рост пыльцевой трубки. Причем, в зависимости от сорта и условий формирования пыльцы отмечали сдвиг эффективных концентраций Md в сторону меньших или больших разведений. Характер действия Vb был более стабильным во всех экспериментах.

Заключение. Иридоидные гликозиды, как и стероидные гликозиды, в зависимости от концентрации могут оказывать положительное или отрицательное влияние на рост и развитие растений, т.е. участвуют в регуляции ростовых процессов. Предполагается, что в покоящихся семенах гликозиды могут выступать вместе с ингибиторами-фитогормонами, а в период интенсивного роста находятся в функциональном единстве с фитогормонами-стимуляторами. Вербаскозиды проявляют аналогичную активность, но их действие имеет более однозначный характер на разных сортах перца сладкого, чем стероидные гликозиды, – это стимуляция ростовых процессов в достаточно узком диапазоне концентраций ($10^{-4...-5}$%), при максимальном эффекте на стадии прорастания (семя, пыльца) и в фазу роста путем растяжения клеток (зародышевый корешок, пыльцевая трубка). Как известно, обработка семян стимуляторами имеет пролонгированный эффект на последующие этапы развития растений, способствуя более полной реализации их адаптивного и продуктивного потенциала в различных условиях выращивания. С этой точки зрения иридоидные гликозиды могут представлять интерес не только для теоретических исследований, но и для практического использования.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ КОРНЕПЛОДОВ ДАЙКОНА

Минзанова С.Т., Цепаева О.В., Выштакалюк А.Б., Миронова Л.Г., Миронов В.Ф., Зобов В.В., Миндубаев А.З. Гинс М.С*., Гинс В.К. *, Кононков П.Ф. *, Пивоваров В.Ф.*

Учреждение РАН Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань, Российская Федерация, тел.: (843)231 91 66, e-mail: minzanova@iopc.knc.ru
**Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур РАСХН, Одинцово, Москва*

Пектиновые полисахариды представляет собой уникальный биологически активный продукт с детоксицирующими, радиопротекторными и другими лечебно-профилактическими свойствами. Основными источниками получения пектина в России были яблочные выжимки и свекловичный жом, которые являются отходом производства сока и сахара соответственно. Все большее применение гидролитических ферментов в производстве сока позволяет создавать безотходные технологии его получения. В связи с этим разработка экологически безопасных технологий выделения пектинов и поиск новых отечественных источников растительного сырья для выделения пектина остается одной из актуальных задач.

Объект исследования - корнеплоды дайкона сорта «Дракон», интродуцированные во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции и семеноводства овощных культур (ВНИИССОК). Дайкон – корнеплодное растение семейства капустных, японская разновидность редьки, по вкусовым качествам близок к редису.

Результаты. Нами выделены и охарактеризованы пектиновые полисахариды из корнеплодов дайкона, а также изучена зависимость их выхода на сухое вещество сырья от способа гидролиза-экстракции (рис. 1.). Для определения максимального выхода пектина из выжимок дайкона последовательно проведены экстракции дистиллированной водой, раствором соляной кислоты и раствором гидроксида натрия. Рассчитан суммарный выход пектина из выжимок дайкона, составивший – 9,9 % на абсолютно сухое вещество сырья, достигнутая степень извлечения пектина условно принята нами за 100 %.

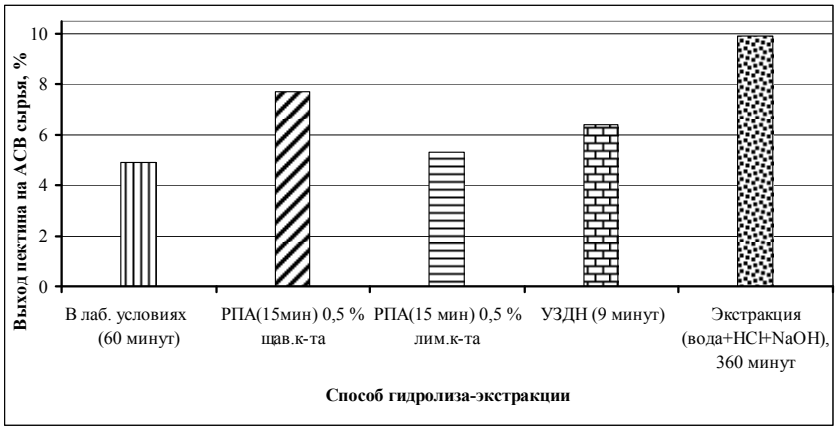


Рис. 1. – Зависимость выхода пектинов из дайкона от способа гидролиза-экстракции (на АСВ сырья)

Из диаграммы зависимости выхода пектина на АСВ сырья от способа гидролиза-экстракции (рис. 1) видно, что наилучший способ – это экстракция выжимок дайкона в роторно-пульсационном аппарате (РПА) 0,5 % раствором щавелевой кислоты в течение 15 мин.

Химическая и механо-акустическая обработка растительного сырья в РПА интенсифицирует процессы гидролиза и экстракции пектиновых полисахаридов и существенно сокращает время извлечения пектина, обеспечивая высокий выход (7,7 % на АСВ сырья), а также позволяет получить продукт с хорошими физико-химическими характеристиками (табл.1).

Установлено, что выделенные в условиях механо-акустического воздействия пектины являются высокоэтерифицированными (до 70 %), высокомолекулярными (35-40 кДа) и соответствуют требованиям ГОСТ на пищевой пектин. Показана возможность исключения непищевых реагентов из технологической цепочки выделения пектина, при этом выход пектина, полученного 0,5 % раствором лимонной кислоты, составляет 5,3 %.

Таблица 1. Физико-химические характеристики пектинов, полученных путем гидролиза сырья в РПА с использованием 0,5% растворов щавелевой (I) и лимонной (II) кислот

Характеристики	**I**	**II**
Влажность, %	8.4	7.0
Зольность, %	1.1	1.2
Содержание свободных карбоксильных групп, %	5.7	4.2
Степень этерификации, %	69.6	66.5
Комплексообразующая способность, Pb^{2+}мг/г	134.8	90.7
Кинематическая вязкость 0,5 % раствора пектина, $м^2/с$	$3.3 \cdot \times 10^{-6}$	2.6×10^{-6}
Уронидная составляющая, %	72.8	60.5
Молекулярная масса, Да	39452	35990

Строение пектиновых полисахаридов из дайкона подтверждено методами ИКС и ЯМР ^{13}C (рис. 2). Спектральная картина пектина, выделенного из дайкона, соответствует основным фрагментам пектинов, т.е. присутствуют все характеристичные сигналы повторяющихся звеньев галактуронана. Спектр ^{13}C ЯМР указывает на присутствие сигнала аномерного углерода при 102.4 м.д., что свидетельствует о присутствии в углеводной цепи фрагмента $\rightarrow$4-α-D=GalA-1$\rightarrow$. Положение сигналов остальных атомов углерода остатков галактуроновой кислоты соответствует таковому известного α-1,4-D-галактопиранозилуронана. Сигнал углерода метоксильной группы наблюдается при 55.7 м.д. Кроме того, легко идентифицируются сигналы в сильном поле при 18.6 м.д., обусловленные метильной группой рамнопиранозы.

Проведено биологическое исследование пектина дайкона на лабораторных крысах. Готовили 1% растворы пектинов, которые разбавляли в 13 раз и выпаивали крысам вместо питьевой

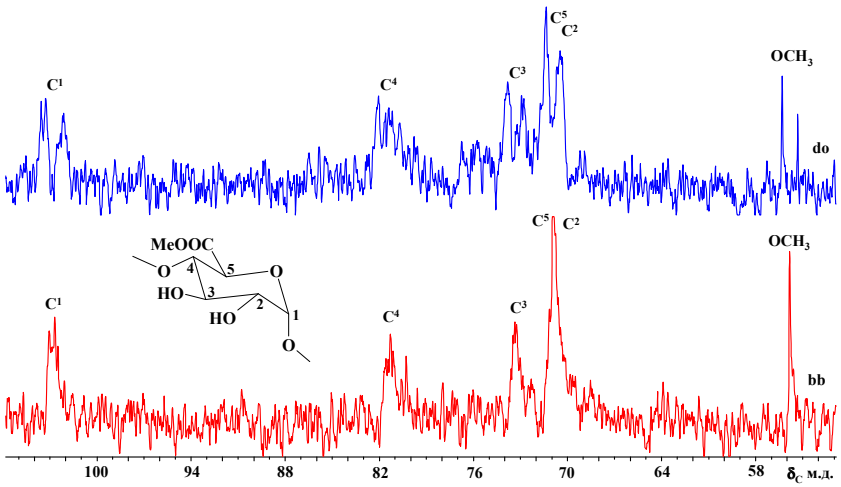


Рис. 2. Спектры ЯМР ^{13}C, ^{13}C-{^{1}H} (150.9 МГц, D_2O) пектина из выжимок дайкона

воды в течение 52 дней. Ежедневное потребление пектинов в расчете на массу животного составило 65-96 мг/кг. Исследовали прирост массы животных, в конце эксперимента исследовали гематологические и иммунологические показатели крови. Было показано, что пектин дайкона не оказывает существенного влияния на прирост массы лабораторных крыс и концентрацию гемоглобина крови. Под влиянием пектина отмечалось повышение числа эритроцитов и лейкоцитов. При исследовании лейкоцитарной формулы было выявлено улучшение иммунологических показателей, проявляющееся в увеличении количества нейтрофилов, в уменьшении субпопуляции молодых и юных больших лимфоцитов и в увеличении количества зрелых малых лимфоцитов. Под влиянием пектина, кроме того, отмечалось увеличение фагоцитарной активности нейтрофилов.

Работа поддержана программой № 5 ОХНМ РАН

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ БИОПЛАНТ ФЛОРА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ

Морозов А.И.

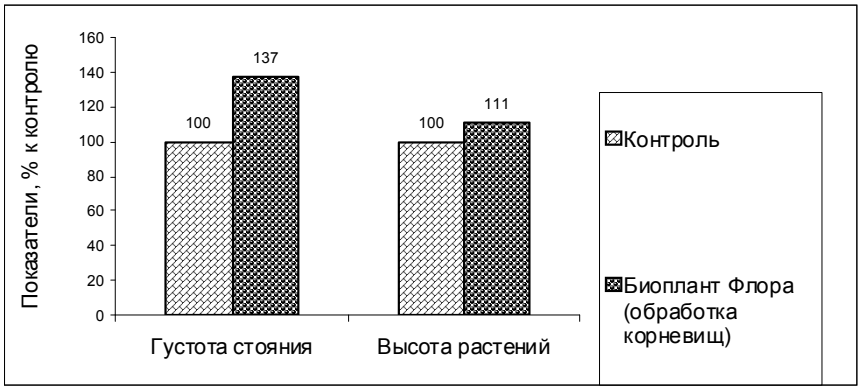
Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР)
Россия, Москва. E-mail: vilarin @ mail. ru

Мята перечная – многолетнее травянистое растение из семейства губоцветных *(Labitae).* Мята широко культивируется во многих регионах страны, как лекарственное и эфиромасличное растение. Листья мяты перечной в медицинской практике применяются как бактерицидное, желчегонное и потогонное средство. В сырье мяты перечной содержится эфирное масло, основным компонентом которого является ментол, который используется, как успокаивающее и болеутоляющее средство, при заболеваниях верхних дыхательных путей.

С целью повышения урожайности мяты сорта Чернолистная проводились испытания органоминерального удобрения на основе гуминовых кислот с микроэлементами Биоплант Флора.

Рисунок 1

Влияние препарата Биоплант Флора на мяту перечную



Обработка корневищ мяты удобрением Биоплант Флора с разбавлением 1:30, время экспозиции 3 часа показала, что на варианте с использованием препарата наблюдалось более раннее отрастание мяты (на 3-4 дня), густота стояния растений в опытном варианте через 15 дней после посадки превышала контроль на 37%, высота растений – на 11% (Рис.1).

Последующая двукратная некорневая обработка мяты перечной удобрением Биоплант Флора при разведении 1:100; 1:200 и 1:300 оказала положительное влияние на рост растений. На опытных вариантах высота растений превосходила контроль через 15 дней после обработки на 22- 35%, через 45 дней – на 12-24% и перед уборкой – на 10- 22% (таб.1)

Таблица 1

Влияние удобрения Биоплант Флора на высоту растений мяты перечной

Вариант опыта		Высота растений, см		
		дни после обработки		
		Через 15 дней	Через 45 дней	На момент уборки
Контроль	см	25,4±0,67	48,9±1,50	57,8±1,7
	% к контролю	100	100	100
Биоплант Флора 1:100	см	32,2±0,84	57,2±1,71	66,2±1,92
	% к контролю	127	117	114
Биоплант Флора 1:200	см	34,2±0,98	60,7±1,78	70,4±2,06
	% к контролю	135	124	122
Биоплант Флора 1:300	см	31,1±0,92	54,9±1,72	63,6±1,85
	% к контролю	122	112	110

Наибольший эффект во все сроки проведения учетов был отмечен на варианте с разбавлением препарата 1:200, где после

двукратной обработки высота растений перед уборкой превышала контроль на 22% (таб.1).

Наблюдения за прохождением фенофаз растений мяты перечной показали, что под влиянием Биоплант Флора во всех испытанных нормах расхода количество бутонизирующих растений превосходило контроль на 53-67%. Цветение растений на опытном варианте наступило на 2- 5 дня раньше, чем в контроле. Наиболее раннее цветение наблюдалось на варианте с разбавлением 1:200.

Необходимо отметить, что наряду с усилением ростовых процессов под влиянием удобрения Биоплант Флора, наблюдается значительное увеличение количества стеблей (24-39%), что в дальнейшем сказалось на урожайности травы. Как показали полученные результаты, во всех опытных вариантах наблюдалось повышение урожайности травы. Наибольшая прибавка урожая травы, по сравнению с контролем, наблюдалась в варианте с разбавлением 1:200 и составляла 17,2 ц/га (42%) (таб. 2).

Определение урожайности листьев после обмолота травы показало, что под влиянием микроудобрения достоверная прибавка урожая наблюдалась лишь в вариантах с разведением 1:100 (17%) и 1:200 (27%) (таб.2).

Таблица 2

Влияние Биоплант Флора на урожайность травы и листа

Вариант опыта	Урожайность (сухое сырье)			
	трава		лист	
	ц/га	прибавка ц/га	ц/га	прибавка ц/га
Контроль	41,0	-	26,9	-
Биоплант Флора 1:100	52,6	11,6	31,5	4,6
Биоплант Флора 1:200	58,2	17,2	42,1	15,2
Биоплант Флора 1:300	48,4	7,4	29,3	2,4
$НСР_{05}$	5,21		2,48	

Анализ полученных данных показывает, что обработка корневищ мяты перечной удобрением Биоплант Флора при норме расхода 1:30 и двукратное опрыскивание вегетирующих растений в норме расхода препарата 1:200 приводит к активизации роста и развития мяты перечной и увеличению урожайности травы и листа.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРА РОСТА ЦИРКОН НА МЯТЕ ПЕРЕЧНОЙ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Морозов А.И., Пушкина Г.П., Бушковская Л.М.

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР). Москва. Россия

Одной из важнейших эфиромасличных культур является мята перечная *(Mentha piperita)*, эфирное масло которой обладает антисептическим, спазмолитическим, болеутоляющим действием и входит в состав комплексных препаратов «Корвалол» и «Валокордин», зубных капель и паст.

Для удовлетворения возрастающего спроса фармацевтической промышленности на лист и эфирное масло мяты перечной необходима разработка инновационных технологий возделывания культуры, где одним из важных приоритетов является использование современных регуляторов роста, применение которых обеспечивает увеличение урожайности лекарственного сырья и повышает устойчивость растений к вредным организмам.

В связи с этим целью наших исследований явилось изучение эффективности влияния регулятора роста Циркон на рост и развитие мяты перечной, урожайность листа, выход эфирного масла и адаптивность культуры к стрессовым факторам.

Испытания биорегулятора проводились на шести сортах мяты перечной в условиях Московской области. Опрыскивание растений осуществлялось двукратно, при норме расхода Циркона 40 мл/га.

Обработка мяты перечной биорегулятором способствовала усилению ростовых процессов растений мяты перечной сортов

Згадка, Лекарственная 4, Медичка, Москвичка – высота растений превышала контроль на 12-20%. Применение препарата Циркон на изучаемых сортах мяты перечной обеспечило повышение урожайности листа на 13-23%. На сортах мяты перечной Янтарная и Кубанская 6 действие биорегулятора не проявилось, высота растений и урожайность листа были практически на уровне контроля. Вполне возможно это связано с тем, что данные сорта мяты обладают наибольшим адаптационным потенциалом. Проанализировав полученные данные можно сказать, что действие Циркона проявляется в большей степени на сортах мяты перечной с низкой экологической пластичностью. Например, на сортах Згадка и Лекарственная 4 наблюдается наибольшая прибавка урожайности (22% и 23%) (таб.1).

Таблица 1

Влияние Циркона на урожайность листа мяты перечной

Сорта мяты перечной	Урожайность		
	Контроль ц/га	Циркон	
		ц/га	% к контролю
Згадка	12,2	14,6	122
Лекарственная 4	15,1	18,4	123
Медичка	17,2	19,9	116
Москвичка	17,8	20,1	113
Янтарная	19,8	19,6	100
Кубанская 6	22,3	22,1	100
$НСР_{05}$ = 2,1			

По содержанию эфирного масла разницы между опытным и контрольным вариантом на сортах мяты Медичка, Москвичка, Янтарная и Кубанская 6 практически не наблюдалось. На сортах Згадка и Лекарственная 4 под влиянием Циркона содержание эфирного масла повышалось на 14% и 8%, выход эфирного масла был самый высокий и превосходил контроль на 37% и 32%, соответственно (таб.2).

В отдельные годы при засушливых погодных условиях наблюдается увеличение вредоносности такого вредителя как мятная блошка. Проведенная оценка испытываемых сортов мяты перец-

ной первого года вегетации на повреждаемость блошками показала, что сорта Москвичка и Кубанская 6 повреждались в средней степени, остальные сорта в слабой степени. Известно, что при повреждении растений мяты в слабой и средней степени потеря урожая листа может составлять 6-12%. Применение регулятора роста Циркон позволило компенсировать потери урожая от вредителя.

Таблица 2

Влияние Циркона на содержание и выход эфирного масла мяты перечной

Сорта мяты перечной	Массовая доля эфирного масла, %		Выход эфирного масла, % к контролю
	Контроль	Циркон	
Згадка	3,12	3,57	137
Лекарственная 4	2,72	2,95	132
Медичка	2,54	2,51	114
Москвичка	3,30	3,32	114
Янтарная	2,46	2,4	100
Кубанская 6	3,45	3,47	100

Таблица 3

Поражаемость сортов мяты перечной мятной блошкой (первый год вегетации)

Сорт	Количество поврежденных растений в баллах	Степень повреждения,%
Згадка	1,1	Слабая
Кубанская 6	2,3	Слабая
Лекарственная 4	1,6	Слабая
Медичка	1.2	Средняя
Москвичка	2.5	Средняя
Янтарная	1.4	Слабая

Таким образом, применение Циркона на мяте перечной способствовало наибольшему увеличению урожайности и выходу эфирного масла у сортов с более низкой экологической адаптивностью, а также повышению устойчивости растений к вредителям.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ

Ф.Б. Мусаев

ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, Одинцовский район Московской области, РФ. (495) 5992442, vniissok@mail.ru

В последние десятилетия в связи с постоянной концентрацией и укрупнением производства овощной продукции, на рынке больше место отводится сортам и гибридам овощей высокопродуктивным, лежким, транспортабельным. Уже давно не работает схема: «от грядки - на стол потребителю», так как этот путь удлинен за счет транснациональных доставок, таможенных складов хранения, оптовых баз распределения и др. Рынок диктует свои требования к стандарту овощной продукции, где вкусовые качества овощей мало учитывается.

Вместе с тем, овощи остаются основой целебного питания. Ученые-овощеводы активно призывают повысить вкусовые качества и питательные свойства овощной продукции. Самый эффективный путь улучшения биохимического состава овощей – селекционный.

Во ВНИИССОК лаборатории экологических методов селекции и селекции и семеноводства бобовых овощных культур совместно проводят изучение коллекции сортообразцов фасоли овощной. В совместной работе получены три новых сорта. Наряду с другими хозяйственно полезными признаками селекция также ведется на оптимальный биохимический состав плодов и семян.

Проведено изучение биохимического состава коллекционных сортообразцов фасоли в фазу биологической спелости семян в лаборатории биохимии и физиологии ВНИИССОК на трех сортообразцах (16 вариантов) по следующим показателям: содержание сухого вещества, калия и сумма сахаров. Образцы для анализа от-

бирали со всех учетных растений. Объем выборки – 100 семян. Определено также общее содержание белка в продукции в лаборатории оценки пищевых белков Института питании РАМН методом Кьельдаля. Анализы проводили в фазу технической спелости бобов двух образцах фасоли шести различных сред репродукции (12 вариантов).

Биохимический анализ состава семян сортообразцов фасоли показал, что во всех вариантах опыта семена отличились высокой концентрацией сухого вещества: 89.2…91.4 %, при норме 86% (табл. 1). Наиболее высокое их содержание у образцов в сухих субтропиках, но, так как это превосходство незначительное (1-1.5%), следует обозначить тенденцию.

1. Биохимические показатели состава семян фасоли, 2005 г.

Сорто образец	Место репродукции	Сухое в-во,%	Сумма сахаров,%	Калий, мг/%	Продукт-сть, г
Секунда	Москва	91,0	4,14	1101	17,1
	Могилев	89,8	3,84	979	28,3
	Ставрополь	90,6	2,34	982	5,0
	Термез I	91,4	3,78	1406	8,8
	Термез III	91,0	6,54	1337	7,4
Креолка	Москва	90,5	5,02	930	16,6
	Могилев	89,5	4,24	857	31,7
	Ставрополь	90,2	3,78	788	6,6
	Термез I	90,6	3,08	1081	13,4
	Термез II	90,6	3,34	1096	14,0
	Термез III	91,3	4,28	1268	7,9
3 КСИ	Москва	89,7	4,54	883	25,0
	Могилев	89,2	2,74	749	31,4
	Термез I	91,0	6,38	1090	8,8
	Термез II	90,5	4,22	1205	11,7
	Термез III	90,8	5,54	1119	5,1
Справочные данные		86	4,5	1100	

Более лабильной оказался показатель «сумма сахаров», несмотря на небольшую ее абсолютную величину: от 2.34 до 6.54

% в пределах одного сорта Секунда в разных пунктах репродукции. Значительное варьирование также отмечается у «Креолки» - 3.08…5.08 % и «3КСИ» - 2.74…6.38 % (табл.1). Высокой концентрацией сахаров в семенах опять отличились образцы Термезской репродукции разных сроков посева – 6.38; 6.54%, что вполне закономерно, учитывая высокий световой и температурный режим сухих субтропиков. В сухостепной зоне (Ставрополь), вопреки правилам, этот показатель снижается - 2.34; 3.78%. Возможно, ответ на эти вопросы даст повторный анализ.

Анализ содержания в семенах важнейшего элемента, как для растения, так и для потребителя его продукции, калия, показал: большим ее содержанием в семенах отличились образцы выращенные на юге – в сухих субтропиках (Термез) при всех сроках посева - от 1081 до 1406 мг/% (табл. 1). Этому способствовали высокая инсоляция и светлосероземные, тяжелосуглинистые почвы сухих субтропиков. Как известно, глинистые минералы хорошо фиксируют калий. Возможно потому, семена Московской репродукции, выращенные на дерново-подзолистых и в тяжелосуглинистых почвах Подмосковья, даже при умеренной освещенности заняли промежуточное положение по содержанию калия: 883-1101 мг/%. А в Могилеве и в Ставрополе их накопилось в семенах еще меньше: 749-982 мг/%.

2. Содержание белка в зеленых бобах фасоли, 2007 г.

Образцы, место репродукции		Содержание белка,%	Образцы, место репродукции		Содержание белка,%
К Р Е О Л К А	Москва	2,15	4 К С И	Москва	2,60
	Могилев	2,42		Могилев	1,44
	Ставрополь	3,12		Ставрополь	3,48
	Термез 1	2,17		Термез 1	1,71
	Термез 2	2,28		Термез 2	1,92
	Термез 3	2,45		Термез 3	2,11
	Среднее	2,43		Среднее	2,21

Образец 4-КСИ более дифференцирован по содержанию белка в бобах: 1.44…3.48%, несмотря на относительно низкое среднее его значение 2,21% (таблица 2). Выявлено значительно высокое содержание белка в образцах репродукции Ставрополь по обоим

образцам: 3,12 и 3,48%. Как известно состав почвы и её структура также влияет на содержание белка в продукции.

Можно заключить следующее: по итогам биохимического анализа состава семян фасоли, обнаружена большая изменчивость показателей «сумма сахаров» и содержания калия в различных условиях среды. Содержание белка в зеленых бобах также сильно дифференцировано в зависимости от зоны репродукции семян. Такая изменчивость данных признаков позволит селекционным путем повысить их содержание в продукции.

ВОДОРОСЛИ – ИНДИКАТОРЫ ГАЛОБНОСТИ В ВОДОЕМАХ ЮЖНЫХ СКЛОНОВ БОЛЬШОГО КАВКАЗА (АЗЕРБАЙДЖАН)

Мухтарова Ш.Дж., Джафарова С.К.

Институт Ботаники НАН Азербайджана, Азербайджан, Баку, тел: (+99412)4393380,
sevdajafarova@yandex.ru

Введение. Приспособительные реакции водорослей к различным экологическим факторам до сего времени изучены недостаточно; несколько шире остальных исследованы в этом направлении диатомовые, для которых в разное время составлялись различные системы, связанные с отношением их к факторам среды. Совершенно ясно, что для точных индикационных оценок необходимо ориентироваться в большей степени на бентосные прикрепленные виды. Особенно сложна подобная оценка в горных водотоках, в связи с фактором течения, искажающим картину альгоценоза, ввиду заноса видов из более высоко расположенных участков рек и ручьев.

Материалы и методы. Исследованы более 100 пресноводных водоемов различного типа (реки, минеральные холодные и термальные источники, эфемерные водоемы, водопады) южных склонов Главного Кавказского хребта (Балакен-Шекинский регион Азербайджана). Сбор и обработка материала проводились по общепринятым альгологическим методикам.

Результаты и обсуждение. Соленость воды – один из важных факторов, обусловливающих распределение водорослей в водоемах различного типа. Различия в приспособляемости видов к высоким концентрациям солей общеизвестны; по мнению R.Kolbe они обусловливаются воздействием хлоридов, ответственных за феномен адаптации. Разработка этой проблемы привела к созданию им системы индикаторов солености вод (Kolbe, 1927) впоследствии дополненной А.И.Прошкиной-Лавренко (1953), F.Hustedt (1957) и другими. Анализируя видовой состав диатомовых в содовых озерах Венгрии и ручьях Каапской провинции с таковым в мезогалинных водоемах Шперенберга, B.Cholnoky (1955) в дальнейшем развил представления о механизмах адаптации и показал, что поведение диатомовых водорослей в водах различной солености связано не только с хлоридами, оно детерминируется динамическими флуктуациями осмотического давления. В частности, пресноводные виды интенсивно размножаются в водах с постоянно низким осмотическим давлением и повышение его вызывает плазмолиз клеток. Солоноватоводные (мезогалобные) виды толерантны к флуктуациям осмотического давления, так как они способны к осморегуляции. Системы галобов отмеченные выше, неоднократно подвергались критике, тем не менее используемые R.Kolbe термины - галофоб, галофил олигогалоб, мезогалоб и др. широко используются диатомологами, но уже в свете изменившихся представлений.

Оценивая виды исследуемой нами флоры по отношению к концентрации солей в воде, мы следовали практике вычисления процентного соотношения видов по категориям системы галобов R.Kolbe. Но такой экологический анализ применим, в основном, для диатомовых водорослей и не всегда приложим в столь четкой и конкретной форме для водорослей других отделов. Лишь ограниченное число водорослей других отделов мы с уверенностью могли причислить к той или иной группе галобов, выделяемых для пресноводных (в широком смысле) водорослей.

Водоросли, обитающие в водоемах Балакен-Шекинского региона Азербайджана, являются в подавляющем большинстве своем пресноводными, характерными для континентальных водоемов с не очень высоким содержанием минеральных солей; по системе

галобов – это олигогалобы, в отделе *Bacillariophyta* они составляют 98,7% видов.

Эта группа водорослей неоднородна и в ней, как известно, имеются градации. Так для некоторых олигогалобов отмечается способность без ущерба для их развития переносить небольшое повышение содержания электролитов (минерализации воды). К этой группе индифферентных водорослей (по системе R.Kolbe-F.Hustedt) относится 71% обнаруженных нами видов диатомовых. В их числе обращает на себя внимание довольно большая группа видов хорошо развивающихся в жесткой воде, т.е. в условиях повышенного содержания солей кальция и магния. Согласно литературным данным (Krammer, Lange-Bertalot, 1986 и др.) к числу кальцефилов в исследованных нами водоемах относятся: *Achnanthidium minutissimum* (Kütz.)Czarn., *Planothidium lanceolatum* (Breb.)Bukht., *Delicata delicatula* (Kütz.)Kram., *Cymbella schimanskii* Kram., *Amphora pediculus* (Kütz.) Grun., *A. montana* Kras., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *Amphipleura pellucida* (Kütz.) Kütz., *Caloneis alpestris* (Grun.)Cl. Этот список можно дополнить *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr) Kütz., *Chara gymnophylla* A.Br., многими видами рода *Cladophora* Kütz. Особенно четко комплекс кальцефилов прослеживается в родниках с низкой температурой воды. Степень участия этих видов в сложении альгоценозов неодинакова. Более всего выделяется среди них доминирующий в исследуемом регионе индифферент *Achnanthidium minutissimum*, относительно которого стало известно о стимулирующем эффекте повышения минерализации воды, вызванного антропогенным воздействием, на его распространение (Kawecka, 1980). Этот вид достаточно хорошо развивался в исследованных нами водоемах, несколько различающихся степенью минерализации, таких как реки Илисучай и Гумчай, источники Сангербулаг, Мацым, Гёзбулаг, Джейранбулаг, Гайнама-Алибейли, термальные источники Мохсу, Хамам и водопады. Все это приводит к выводу о том, что этот вид, возможно, следует перевести в разряд галофилов. Отметим здесь же полиморфизм *Achnanthidium minutissimum* в исследуемых водоемах, выражающийся в разнообразии формы створки, формы среднего поля и т.д., дающий основание некоторым авторам для выделения разновидностей данного вида в изучаемых ими водоемах.

Очень небольшая группа видов предпочитает воду с несколько повышенным содержанием минеральных солей, что стимулирует их развитие. Это виды, указанные в системе галобов, а также другими авторами, как галофилы; таковы *Navicula gregaria* Donk., *N. lanceolata* (Ag.)Ehr., *N. oblonga* (Kütz.)Kütz., *Fallacia subhamulata* (Grun.)Mann - всего 20% видов диатомовых. К ним тесно примыкает группа видов, которые не внесены в систему галобов, но имеются литературные данные, в которых отмечается предпочтение ими воды с высоким содержанием электролитов (стимулирующей их развитие), что подтверждает их принадлежность к галофилам (Krammer, Lange-Bertalot, 1986 и др.). Таковы *Epithemia sorex* Kütz., *Gomphonema gracile* Ehr., *G. tergestinum* (Grun.) Fricke, *Navicula atomus* (Kütz.) Grun., *N. capitatoradiata* H.Germ., *N. kotschyi* Grun., *N. phyllepta* Kütz., *N. schroeterii* A.Meister, *Staurophora wislouchii* (Por. et Anis.) Mann, *Caloneis thermalis* (Grun.) Kram. Среди синезеленых водорослей к ним, повидимому, близки виды *Phormidium woronichinii* Anissim., *Oscillatoria terebriformis* (Ag.) Elenk. и некоторые другие, известные из сильно минерализованных водоемов. Возможно, что в исследованных нами водоемах не столь высокая минерализация воды не позволяет им развиваться интенсивно.

Некоторых из этих видов квалифицируют как мезогалобы, но имеются сведения, что не все виды требующие высокого содержания электролитов, способны развиваться и в солоноватой воде; в качестве примера можно отметить *Eolimna subminuscula* (Manguin)Moser, Lange-Bert.,Metzeltin.

Среди выявленных пресноводных водорослей очень невелика роль диатомовых - галофобов, не способных переносить даже небольшое повышение концентрации солей; их около 7,7% видов. Из видов, указанных А.И. Прошкиной-Лавренко и другими авторами в группе галофобов, в наших водоемах обитают очень немногие: разновидности *Frustulia vulgaris* (Thw.)De Toni, *Eunotia fallax* A.Cl., *E. praerupta* Ehr., *Pinnularia interrupta* W.Sm., *P. rupestris* Hantz., *P. subcapitata* Greg., *Cymbella laevis* Näg., *Amphora normannii* Rabenh., *Eucocconeis flexella* (Kütz.) Cl., *Navicula bryophila* J.B.Petersen; почти все они единичны или имеют локальное значение. Не всегда наши наблюдения совпадают с установленными для них ранее галобными характеристиками. Так,

Eucocconeis flexella в значительном количестве встречен нами в минеральном термальном источнике Хамам и, наоборот, в более низкоминерализованных источниках единичен или не был обнаружен.

К этой же группе галофобов из других отделов водорослей близки *Leptochaete stagnalis* Hansg., *Oscillatoria amoena* (Kütz.) Gom., *Closterium acerosum f. elongatum* (Brèb.) Kossinsk. Большинство из перечисленных видов обычно были встречены единично и нам трудно судить об их предпочтениях в наших водоемах.

Наконец, небольшое число видов из исследованных нами водоемов многими авторами рассматриваются как мезогалобы (1,3% видов); обычно они встречены единично – это *Achnanthes brevipes* Ag., *Amphora coffeaeformis* (Ag.)Kütz., *Bacillaria paradoxa* Gmel., *Fallacia pygmaea* (Kütz.)Stick. et Mann, *Nitzschia communis* Rabenh. К этой же категории, по-видимому, близки виды, часто встречающиеся в соленых, горько-соленых и солоноватоводных водоемах. Таковы *Anabaena oscillarioides f. torulosa* (Lagerh.) Elenk., *Lyngbya aestuarii* (Mert.) Liebm., *L. lutea* (Ag.) Gom., *L. perelegans* Lemm., *Oscillatoria amphibia* Ag., *O. laetevirens* (Crouan) Gom., *O. sancta* (Kütz.) Gom., *O. brevis* (Kütz.)Gom., *Phormidium papyraceum* (Ag.) Gom., *Ph. ambiguum* Gom., *Lepocinclis ovum* (Ehr.) Lemm. и др. Наиболее интенсивно развивались из них *Oscillatoria brevis* в источнике Алатемирбулаг, *Lyngbya lutea* – в термальном источнике Хамам, *Oscillatoria amphibia* – в источнике Текнебулаг. Определить их принадлежность к мезогалобам или галофилам трудно, так как мезогалобы сильно эвригалинны. Действительно, многие из них встречены нами не только в источниках с минерализацией воды выше 1 г/л, но и в реках Балакен-Шекинского региона, имеющих значительно более низкую минерализацию.

Общепринятые оценки некоторых из обнаруженных нами видов *Navicula gregaria* – как галофила, *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. – как индифферента и др. отрицались B.Cholnoky; их распространение в солоноватых водоемах он объяснял способностью выживать при небольшом изменении осмотического давления. Согласно исследованиям K.Höfler (1966) можно предположить, что у них повышение осмотического давления (как и у морских пеннатных диатомовых), если и приводит к плазмолизу, то в

обратимой степени; т.е. они способны осуществлять осморегуляцию, которая отсутствует у галофобов.

Вне связи с фактором солености здесь же мы хотели бы отметить, что среди обнаруженных нами видов встречаются и характерные для сернистых источников. Это – *Oscillatoria brevis, O. amoena, O. splendida* Grew., *O. geminata* (Menegh.) Gom., *O. subtilissima* Kütz., *Phormidium fragile* (Menegh.) Gom.

В результате анализа отношения выявленных видов к солености воды установлено, что ядро флоры представлено в основном олигогалобными индифферентными видами; число мезогалобов и галофобов оказалось невелико, но последние иногда обильно развиваются в холодных источниках и верховьях рек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прошкина-Лавренко А.И. 1953. Диатомовые водоросли – показатели солености воды. Диатомовый сборник. Л., Изд-во Ленингр. ун-та: 186-205.
2. Cholnoky B.J. 1955. Diatomeen aus salzhaltigen Binnengewassern des westlichen Kaap-Provins in Süd-Afrika. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 68 (1): 11-23.
3. Höfler K. 1966. On physiology of *Biddulphia titiana* and other marine diatoms. Bot. Mar., 9 (1/2): 27-32.
4. Hustedt F. 1957. Die Diatomeenflora des Flußsystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. Abhandlungen Naturwissenschaftlicher, Verein, 34: 181-440.
5. Kawecka B. 1980. Sessile algae in European mountain streams. 1. The ecological characteristics of communities. Acta Hydrobiol., 22: 361-420.
6. Kolbe R.W. 1927. Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser Diatomeen. Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebietz. Pflanzenforschung, 7: 1-146.
7. Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. *Bacillariophyceae.* 1. *Naviculaceae.* Süßwasserflora von Mitteleuropa. G. Fischer, Stuttgart, New York. 876 p.

ВЛИЯНИЕ СОЕДИНЕНИЙ СО СТРЕСС-ПРОТЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТЬЮ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

Т.Л.Нечаева, П.В. Лапшин, Т.Н. Николаева, В.М. Костина, Р.Г. Гафуров*, Н.В. Загоскина

Институт физиологии растений им.К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия, тел.: (499)9779433, e-mail: phenolic@ippras.ru
**Институт физиологически активных веществ, Черноголовка, Московская обл., Россия, e-mail: ravig@icp.ac.ru*

В последние годы большое внимание ученых и практиков уделяется созданию препаратов, обладающих стресс-протекторной активностью. Эти вещества должны защищать культуры, особенно сельскохозяйственного назначения от действия разнообразных биотических факторов. Особенно важно это на ранних этапах формирования и развития проростков, когда они подвергаются стрессовым воздействиям, в частности низкотемпературным заморозкам.

Об уровне защиты клеток можно судить по состоянию антиоксидантной системы растений, включающей как высокомолекулярные, так и низкомолекулярные компоненты. К высокомолекулярным антиоксидантам относятся различные ферменты, в том числе супероксиддисмутаза (СОД), пероксидаза, каталаза и др., а к низкомолекулярным – глутатион, аскорбиновая кислота, а также фенольные соединения. Последние являются одними из наиболее распространенных в клетках растений представителей вторичного метаболизма, для которых характерна высокая антиоксидантная активность.

Целью нашей работы являлось изучение действия двух соединений, обладающих стресс-протекторной активностью (этихола и бензихола), на развитие проростков пшеницы, состояние антиоксидантной системы и устойчивость к низкотемпературному воздействию.

Объектом исследования являлась пшеница ярового сорта «Амир», семена которой выдерживали в течение 12 час. в водных растворах регуляторов роста (10^{-4} и 10^{-5} М, вариант 1 и 2, соответственно), а затем выращивали рулонным способом в камере фитотрона при 16-час. фотопериоде в течение 7 дней. Контролем служили растения, семена которых выдерживали в воде. В качестве стрессового фактора использовали воздействие низкой температуры (-7^0 С, 2 часа).

Проростки пшеницы, выросшие из семян обработанных различными концентрациями этихола, практически не отличались от контрольного варианта по морфо-физиологическим характеристикам (весу растений длине листьев и корневой системы). В тоже время для них была характерна более низкая способность к накоплению фенольных соединений, в том числе и флавоноидов (на 30-50% по сравнению с контролем). В большей степени эти изменения проявлялись у 2 варианта.

Действие стрессового фактора (низкой температуры) на проростки опытных вариантов приводило к повышению содержания фенольных соединений в листьях, особенно во 2 варианте (на 40% по сравнению с исходным, не подвергнутым стрессовому воздействию). Что же касается основных компонентов фенольного комплекса листьев пшеницы – флавонолов, то их накопление либо незначительно снижалось (на 10% у варианта) либо увеличивалось (на 15% у варианта 1). В случае же контроля – реакция была противоположной: содержание фенольных соединений и флавонолов в листьях проростков снижалось. Следует также подчеркнуть, что во всех случаях, при стрессовом воздействии в листьях пшеницы отмечается увеличение накопления фенилпропаноидов, что свидетельствует об изменениях в биосинтезе фенольных соединений.

К числу эффективных высокомолекулярных антиоксидантов относится СОД. Определение ее активности показало, что у проростков, выросших из обработанных этихолом семян, она либо в 2 раза ниже, чем в контроле, либо вообще не обнаруживается (варианты 1 и 2, соответственно).

При действии низкой температуры активность фермента в листьях проростков контрольного и опытных вариантов возрастала. Следовательно, низкотемпературный стресс приводил к активации синтеза как низкомолекулярных (фенольных соединений фенил-

пропаноидной и флавоноидной природы), так и высокомолекулярных (СОД) антиоксидантов.

Уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ) является важным показателем устойчивости клеток к стрессовым воздействиям. У проростков, полученных из обработанных этихолом семян, он был ниже, чем в контроле на 50% и 70%, соответственно для варианта 1 и 2. При действии низкой температуры уровень ПОЛ в листьях увеличивался. Несмотря на эти изменения в опытных вариантах он был ниже по сравнению с контролем.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что обработка семян этихолом повышает адаптационный потенциал растений пшеницы к действию низких температур.

Обработка семян другим соединением, обладающим стресспротекторной активностью, а именно бензихолом (10^{-4} и 10^{-5} М, вариант 1 и 2, соответственно) способствовала лучшему росту проростков, чем это наблюдалось при действии этихола. В этом случае рост листьев и корней превышал показатели контроля на 15-20% , что сопровождалось и большим накоплением биомассы растений (особенно в варианте 1).

Содержание фенольных соединений и флавонолов в листьях растений контрольного и 1 варианта было практически одинаковым, тогда как у варианте 2 – на 20% ниже. Такое снижение накопления фенольных соединений не является следствием изменения ростовых процессов, а, вероятно, связано с метаболической регуляцией.

При стрессовом воздействии содержание фенольных соединений и флавоноидов в листьях отмечалось у варианта 2 (на 25% и 10%, соответственно, по сравнению с «нормой»), тогда как у варианта 1 оно снижалось (на 40% и 15%, соответственно, по сравнению с «нормой»). Следовательно, изменения в накоплении фенольных соединений в листьях проростков пшеницы, по-видимому, регулируются поступившей в семена концентрацией бензихола.

Что касается СОД, то ее активность обнаруживалась лишь в одном случае, а именно у подвергнутых действию низкой температуры проростков, полученных из обработанных 10^{-5} М бензихола семян. Следовательно, воздействие этого стресс-регулятора приводит к изменению в активности СОД.

Интересен и его эффект на уровень ПОЛ. Так, если у проростков, растущих в нормальных условиях, в вариантах с бензихолом он был на 10% выше, чем в контроле, то у «стрессированных» растений – ниже (на 15% и 20% у варианта 1 и 2 соответственно). Все это свидетельствует о том, что бензихол является более эффективным стресс-протекторным соединением, чем этихол.

Таким образом, комплексное изучение действия фитогормональных биомиметиков на морфо-физиологические (рост, продуктивность) и биохимические (накопление низкомолекулярных и высокомолекулярных антиоксидантов, уровень перекисного окисления липидов) характеристики, выявило их рострегулирующую и стресспротекторную активности, зависящие от дозы препарата и физиологического состояния растений пшеницы. Отмечена более высокая стресс-протекторная активность бензихола, по сравнению с этихолом, что может быть рекомендовано для повышения устойчивости такой важнейшей мировой сельскохозяйственной культуры как пшеница.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке программы ОХНМ-09 и ОХНМ-10 «Медицинская и биомолекулярная химия».

ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА НА ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТРАНСГЕННЫХ ПО СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗЕ РАСТЕНИЯХ ТАБАКА

Павлючкова С.М., Шалыго Н.В.

ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», Беларусь 220072, Минск, ул. Академическая, 27,
e-mail: svetlanapavluchkova@mail.ru

Изучено влияние низкотемпературного стресса на содержание общего уровня активных форм кислорода (АФК) и пероксида водорода, на содержание продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), а также на проницаемость клеточных мембран в трансгенных растениях табака, трансформированных смысловым геном

митохондриальной и хлоропластной супероксиддисмутазой (Mn-СОД и Fe-СОД соответственно) арабидопсиса.

В опытах использовали 3-4-й лист 45-дневных проростков табака, выращенных в лабораторных условиях при температуре +25±2°С в режиме 14 ч света (освещенность 175 мкмоль квантов·м$^{-2}$·с$^{-1}$) и 10 ч темноты. Трансгенные растения и растения дикого типа выдерживали в течение 22 ч при температуре +4°С. Контролем служили растения, не подвергавшиеся стрессовому воздействию.

Эксперименты с трансгенными по Mn-СОД растениями табака показали, что в условиях холодового стресса содержание общего уровня АФК, определенных в мкг дихлорфлуоресцеина (ДХФ), возрастало как в трансгенных растениях, так и в растениях дикого типа. Причем, общий уровень АФК в трансформантах был снижен по сравнению с растениями дикого типа в 2 раза, а уровень пероксида водорода в 2,2 раза (рис. 1). Также было показано, что в условиях стресса в трансгенных растениях накапливается меньшее количество продуктов ПОЛ. В трансформантах Mn-СОД уровень продуктов ПОЛ (ТБК-продуктов) увеличивался в 1,2 раза, в то время как в растениях дикого типа этот показатель возрастал в 1,6 раза (рис. 2). Для оценки проницаемости клеточных мембран растений определяли величины выхода электролитов и свободных нуклеотидов из клеток. Результаты исследований показали, что в растениях табака дикого типа увеличение выхода свободных нуклеотидов составило 44 %, электролитов 53% по сравнению с контролем, в то время как у трансгенных растений увеличение этих показателей составило 17% и 36% соответственно.

В опытах с трансгенными по Fe-СОД растениями табака при низкотемпературном стрессе уровень АФК был снижен только в 1,2 раза по сравнению с растениями дикого типа, а уровень пероксида водорода в 1,7 раза (рис. 1). Как и в случае трансгенных по Mn-СОД растений, в трансформантах Fe-СОД, в условиях стресса было зафиксировано меньшее повреждение мембран, чем у нетрансформированных растений табака, что проявлялось в меньшем накоплении продуктов ПОЛ и меньшем выходе электролитов и свободных нуклеотидов. Так, содержание ТБК-продуктов в трансгенных растениях в результате действия стрессового фактора увеличилось лишь в 1,3 раза по сравнению с исходным уровнем (рис. 2), а увеличение выхода электролитов и свободных нуклео-

тидов составляло 20% и 25% соответственно по сравнению с контролем.

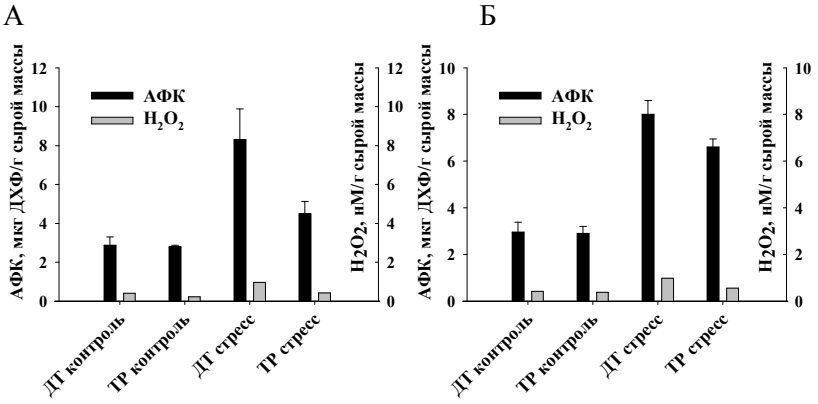


Рис. 1. Содержание АФК и H_2O_2 в трансгенных растениях табака (ТР) по Mn-СОД (А) и Fe-СОД (Б) и растениях табака дикого типа (ДТ) в нормальных условиях (контроль) и при низкотемпературном стрессе (стресс)

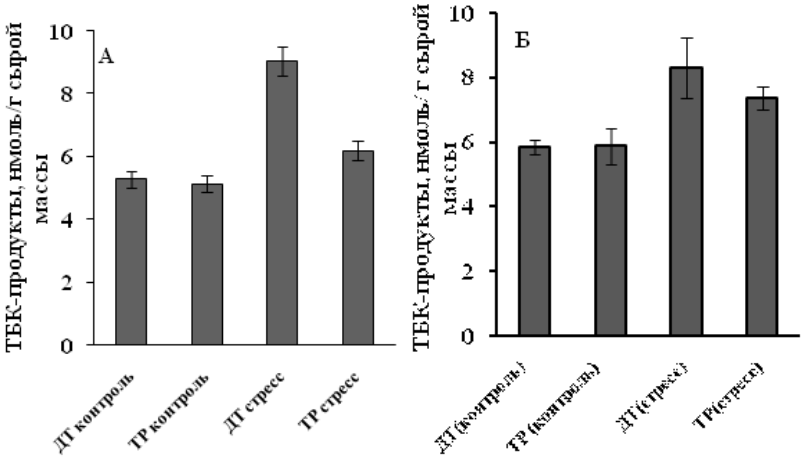


Рис. 2. Содержание продуктов ПОЛ в 4-ом листе трансгенных растений (ТР) табака по Mn-СОД (А) и Fe-СОД (Б) и растений табака дикого типа (ДТ) в нормальных условиях (контроль) и при низкотемпературном стрессе (стресс)

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в трансгенных растениях окислительные процессы протекают менее интенсивно, чем в нетрансформированных растениях. Различия в уровнях АФК и ТБК-продуктов в трансформантах, по-видимому, связаны с различной локализацией изоформ СОД в клетке (Mn-СОД – в митохондриях, Fe-СОД – в хлоропластах).

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОВ ИРГИ И ПРИГОДНОСТЬ К ПЕРЕРАБОТКЕ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ 2010ГОДА

И.В. Платицин, Л.Н. Влазнева

Государственное научное учреждение Всероссийский научно – исследовательский институт генетики и селекции плодовых растений им. И.В. Мичурина РАСХН, г. Мичуринск, Россия, e-mail cglm@rambler.ru.

Государственная политика России в области здорового питания предусматривает улучшение структуры питания населения. Одним из направлений этой политики является обогащение продуктов питания биологически активными веществами, в том числе и из природных источников.

Важным природным источником биологически активных веществ являются плоды и ягоды, доля которых в рационе питания населения является показателем качества его жизни и продолжительности периода активной жизнедеятельности. Вместе с тем, по данному показателю ФАО оценивает структуру питания населения России неудовлетворительной (www.fao.org), а отдельных ее регионов – исключительно драматичной. В большей мере решение указанной проблемы исследователи связывают не с природно-климатическими особенностями российских регионов, а с неразвитостью индустрии сбора, хранения и переработки богатейших природных ресурсов этих регионов.

Питание – одна из составляющих жизнедеятельности человека и существенное значение в нем играют плоды и ягоды. Особую роль приобретают продукты питания, где наряду с их калорийностью имеется набор биологически активных веществ. Таким

образом главной задачей при переработке является максимальное извлечение из сырья ценных компонентов и обеспечение высокой биологической ценности продукта. Приоритетным направлением в развитии пищевой промышленности в современных условиях становится разработка продуктов функционального назначения, которые благодаря своему физико – химическому составу способны восполнить дефицит веществ, необходимых для поддержания здоровья человека. Особенно важную роль в создании продуктов функционального значения играет выбор и обоснование функциональных ингредиентов, формирующих новые свойства продукта, связанные с его способностью оказывать физиологическое воздействие. В связи с вышеизложенным, вопросы оценки и отбора сортов и форм нетрадиционных растений, а также разработка новых рецептур продуктов функционального назначения, основанных на местном растительном сырье являются актуальными.

В качестве объектов исследования взяты: 20 форм ирги.

В связи с высокой зимостойкостью неблагоприятные погодные условия в осенне-зимний период 2009-2010 гг. не оказали негативного воздействия на изучаемые образцы ирги. Было отмечено ранее начало вегетации, цветения и созревания плодов на 3-8 дней. Культура малотребовательна к влаге, но в условиях аномально – жаркого вегетационного периода 2010 года даже у ирги было замечено осыпание и усыхание плодов. В среднем масса плодов изучаемых форм по сравнения с предыдущими годами снизилась на 6 – 17 %.

В 2010 году были исследованы показатели качества плодов у отборных формы ирги. Масса 100 плодов у изучаемых форм ирги колебалась на уровне 81,43 – 119,78 г. Средняя масса кисти составила 12,64 г., среднее количество ягод в кисти 8,57 шт. Масса ягод колеблется в диапазоне 0,76 – 1,48 г. Дегустационная оценка показала, что плоды форм №№ 1.08, 7.08, 11.08, 12.08, 13.08 имеют приятный вкус и привлекательный внешний вид.

В текущем году была дана оценка форм ирги по биохимическому составу. Отмечено низкое качество плодов у всех изучаемых форм, высокое количество массовой доли семян по сравнению с предыдущими годами. В результате исследований установлено значительное разнообразие по содержанию растворимых сухих веществ от 14,53 до 21,94. По накоплению в плодах сахаров

также наблюдается разнообразие от 8,06 до 14,14%, при среднем содержании по культуре 10,67%. Содержание титруемых кислот в плодах колеблется от 0,51% у формы № 29.10 до 0,78 % у формы № 3.08.

Нами установлено значительное разнообразие по содержанию аскорбиновой кислоты, этот показатель варьирует в широких пределах от 11,44 до 24.64 мг. По содержанию Р-активных катехинов наблюдается изменчивость признака в пределах от 72 мг% до 1234 мг% у формы № 2.08. Количество растворимого пектина варьирует от 0,33 до 1,30%. Содержание протопектина колеблется от 0,69 % до 1,55%, антоцианов в плодах ирги в условиях 2010 года накоплено на уровне 211 – 1012 мг/100г.

Проведя биохимический анализ плодов, можно сделать вывод о пригодности рассматриваемой культуры, выращенной в условиях Тамбовской области, в качестве ценного сырьевого источника.

В 2010 году совместно с экспериментальным центром МКОНС-1, Центром коллективного пользования, в рамках концепции развития Мичуринска – Наукограда РФ и исполнения распоряжения Правительства РФ о системе здорового питания в РФ были разработаны рецептуры и произведены пробные партии напитков из ирги, в качестве основного компонента которых было использовано сырье местного происхождения: нектар из ирги, обогащенный аскорбиновой кислотой с добавлением фруктозы и нектар из ирги, обогащенный аскорбиновой кислотой с добавлением стевиозида, природного заменителя сахара. Полученные напитки могут быть использованы как низкокалорийный продукт для людей с нарушением обмена веществ, как продукт для школьного питания. Продукт содержит природный комплекс антиоксидантов, сухих растворимых веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма человека. Нектар из ирги отличается высоким содержанием витамина С (59-71,2 мг%), что в 8-10 раз выше по сравнению с контролем (7,1 мг%), достигаемое за счет обогащения функциональных напитков аскорбиновой кислотой. Полученные продукты имеют приятный гармоничный вкус, свойственный культуре, содержание титруемых кислот на уровне 0,2-0,32%, сахаров 6,94-15,1%. Напитки богаты растворимыми сухими веществами, до 18%.

Предлагаемые нами продукты не являются лекарственными и не способны излечить человека от той или иной болезни, однако они крайне эффективны в профилактике диабета и сердечно – сосудистых заболеваний. Обладая уникальными природными лечебно – оздоровительными свойствами, функциональные продукты питания помогают организму человека противодействовать каждодневному экологическому стрессу.

К ВОПРОСУ РЕИНТРОДУКЦИИ ЦЕННЫХ ТРОПИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В РОССИИ

А.М. Рабинович

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия, 388-55-09, 712-09-45, E-mail: vilarinii@mail.ru

Интродукция лекарственных растений тропиков происходила еще на заре становления человека на нашей планете.

К сожалению, основой генофонда растений на земном шаре явилась сравнительно небольшая полоска земной суши, расположенная на севере и юге от экватора.

Здесь, как нигде в другом месте мира благоприятный климат – высокая влажность почвы и воздуха, обилие тропических дождей, высокие температуры, с учетом светового фактора способствовали активному фотосинтезу, быстрому росту и развитию растений, биоразнообразию их. Человек с момента своего становления проводил отбор (селекцию), в том числе лекарственных растений.

Неспроста отечественные поисковики, ботаники, интродукторы, стремились выезжать в страны тропиков и завозить (интродуцировать), в том числе лекарственные растения в различные страны мира.

Сегодня сама процедура получения нового лекарственного средства (ФИТОпрепарата) требует не год и не два, а точнее 5-10, иногда 15 лет.

Первые поисковые работы проводят ботаники института, после сбора образцов сырья с соответствующим обоснованием

приступают к работе. Наши химики (выделяют чистые вещества или их сумму) – готовят лекарственные формы. Затем к работе с ними приступают медики-биологи, токсикологи. Идут годы фармакологических исследований на животных (мыши, куры, кролики). После чего наступает этап клинических испытаний. На итоговой стадии подключаются специалисты в области фармакогнозии и специалисты по нормативно-технической документации, составляется техническое задание (ТЗ) на изготовление и выпуск опытной партии препарата на нашем производственно-экспериментальном заводе (ПЭЗ) и препарат в парадной форме с инструкцией по применению поступает на клинические испытания. Приказом министерства здравоохранения за институтом прикреплены ряд клинических больниц, которые изучают биологическую активность препарата на людях. Если успешно завершены клинические испытания, издается приказ Минздрава о широком применении препарата в медицинской практике.

Моя докторская диссертация «Основные направления и пути решения проблемы сырьевой базы некоторых тропических и субтропических растений в СССР» была посвящена интродукции многих видов теплолюбивых растений в нашей стране.

Автору этого сообщения в течение 20 лет своего заведования ботаническим садом с оранжерейным комплексом ВИЛАР приходилось довольно часто бывать в различных странах: 4 раза во Вьетнаме, 2 раза в Лаосе, 2 раза в Корее, в Индии, Конго, Китае и Африке (Конго).

В результате экспедиционных выездов были завезены и интродуцированы в нашу страну ряд ценных растений тропиков, на базе которых были созданы оригинальные отечественные фитопрепараты.

Вкратце о стероидной проблеме. Мне приходилось вплотную с ней сталкиваться. В связи с получением в нашей стране соласодина из паслена дольчатого в ВИЛАРЕ была создана проблемная лаборатория. Начинал я в ней работу в должности старшего научного сотрудника, затем заместителем заведующего лабораторией. Возглавлял работу этой лаборатории директор института Павел Трофимович Кондратенко, защитивший в 1969 году докторскую диссертацию по теме: «Паслен дольчатый (вопросы

биологии, интродукции, биохимии, возделывания, селекции и семеноводства)».

В результате для получения промышленных партий соласодина в Ю. Казахстане в 3-х совхозах было освоено на поливных землях 2000 га паслена, в Чимкенте построен цех по производству из его травы соласодина, а на заводе «Акрихин» стали производить до десятка кортикостероидных препаратов. Работы с этим объектом являлись приоритетными в нашей стране. В траве палена дольчатого содержится 0,8-1,0% стероидного гликоалкалоида соласодин (в листьях – до 2,6%, в плодах – 3,27%). В принципе из его травы возможно получать до 50 гормональных препаратов, применяемых при лечении около 100 заболеваний.

В свое время была принята специальная правительственная Программа (План международного научно-технического сотрудничества от 12 февраля 1985 г. между СССР СРВ, а также Генерального соглашения стран членов СЭВ по содействию и ускоренному развитию науки и техники СРВ до 1990 г. и решении проблемы ОЗ «Лекарственное сырье»), по созданию производства сырья паслена во Вьетнаме. В качестве эксперта Совмина СССР по лекарственному сырью мне приходилось участвовать в работе комиссий в совещаниях, международных симпозиумах в Ханое, Сайгоне (Хоши-Мине). Автору приходилось вплотную заниматься этой Программой в процессе 4-х выездов в эту страну. В результате в Ханое была создана пилотная установка по призводству соласодина и на юге СРВ промышленные плантации паслена. Стояла проблема уборки листьев, так как в Далате растения достигали 3-4 м высоты, одревесневшие стебли нельзя было срезать комбайнами.

После распада Союза эта проблема лежит на боку. Хотя по сей день Россия вынуждена закупать на миллионы долларов крайне необходимые гормональные препараты. Сегодня по нашему мнению проблему эту следует реанимировать. С Казахстаном и Вьетнамом хорошие отношения, что позволяет восстановить технологии производства и препаратов из паслена и других изученных нами культур.

Сегодня одним из важных источников растительного стероидного сырья за рубежом являются конкуренты нашего паслена – тропичекие виды диоскорей, произрастающие в Мексике, Индии (Dioscorea compositum, D. deltoidea, D. spiculiflora). Содержание

диосгенина – аналога соласодину – в них соответственно 13,8% и 15%. Из сырья этих видов американскими и английскими фирмами производится большое количество гормональных препаратов, которые импортируются и в нашу страну.

Мне приходилось консультировать докторскую диссертацию гражданина Нгуен Минь Кхоя на тему: «Фармакогностическое и биологическое изучение видов рода Dioscorea L. флоры Вьетнама». Сегодня он возглавляет институт лекарственных растений Вьетнама.

Интересна история интродукции раувольфии змеиной в нашу страну. Она-то и была причиной моего появления в ВИЛАРе.

Первые сведения о ней появились в печати в начале 30-х годов прошлого столетия. Позже, доктор Шали Музаман Сидикви в Калькутте получил из нее известный и по сей день препарат резерпин. Интерес к резерпину проявили американцы. Они в те времена предложили премьер-министру Республики Индии Джавахарлау Неру продать Америке на корню раувольфию, произрастающую в джунглях Индии. Предложили с намеком, что если Индия не согласится, то получит «заварушку» с Непалом. Неру был миролюбивым премьером: согласился и перестал распоряжаться этим ценным лекарственным растением в своей стране. Мода на раувольфию возрастала все более и более.

Перед первым официальным визитом в Индию Хрущева и Булганина в 1956 г., руководство Минздрава попросили Хрущева Н.С. привезти немного семян раувольфии для испытания ее в наших тогда субтропиках Западной Грузии. Перед самым вылетом нашей делегации из Индии Неру положил в карман Хрущеву 30 г семян этого ценного растения. В своей стране он не распоряжался этим растением, и отказать Хрущеву он не мог. Так уж сложилась моя судьба, что мне поручили работать с раувольфией на Кобулетской ЗОС ВИЛАР в 1958 г. в Индии побывали директор нашего института Ицков Н.Я. и заведующий лабораторией Ботанический сад Кибальчич П.Н. Они-то и закупили для наших исследований 300 г семян раувольфии змеиной и 100 г семян раувольфии седоватой. Из последней в ВИЛАРе был создан препарат «Раувакан», заменитель импортного «Раунатина», а в 1976 г. под моим руководством Иванов В.Б. защитил кандидатскую диссертацию по теме: «Раувольфия седоватая во влажных субтропиках Грузии».

Длительный период нам приходилось заниматься поисками растений, обладающих противоопухолевой активностью. В результате поисковых работ совместно с Всероссийским онкологическим научным центром АМН и нашей лабораторией Ботанический сад из 600 изучаемых видов было выделено 40 отечественных видов, способных усилить иммунный ответ организма в 2-4 раза.

Эти разработки также следует реанимировать. Особо следует отметить наиболее перспективный из них – Катарантус розовый. Используют его листья и молодые побеги, содержащие около 80 индольных алкалоидов: в листьях до 1,2%, в стеблях до 0,4%, в корнях до 2,2%. Некоторые из них широко используются при лечении тяжелых раковых заболеваний: острый лейкоз, лимфосаркома, лимфогрануломатоз, хариокарцинома, болезнь Годчкина и др. Из листьев его впервые в нашей стране был получен противораковый препарат «Розевин». Первые партии этого препарата были наработаны на ПЭЗ ВИЛАР. Технология получения сырья этого ценного лекарственного растения была разработана на Северо-Кавказской и Кобулетской ЗОС ВИЛАР. По катарантусу также была выполнена кандидатская диссертация Баджелидзе Л.С.

Из других ценных тропических видов высокоалкалоидных лекарственных растений следует отметить Стефанию гладкую. Интродукция ее началась в 1966 г. в результате нашей экспедиции в Индию. Клубни Стефании – этой вьющейся тропической лианы достигают на родине до 50 кг веса. Такой клубень через границу в кармане невозможно незаметно провезти. Три дня приходилось искать мелкие клубеньки и, наконец, карманный вариант был найден.

В итоге работ из Стефании гладкой были созданы препараты гиндарин – великолепное седативное средство и стефаглабрин – антихолинэстеразное средство для лечения сирингомиелии, бокового аминотрофического склероза, невроза лицевого нерва. Как показали наши наблюдения содержание алкалоидов в клубнях, полученных из Индии и выращенных в нашей стране практически одинаково, от 6,0 до 7,5%. На долю гиндарина приходилось 30% от суммы алкалоидов, от 15 до 18% приходилось на стефарин. Больше всего гиндарина содержится в верхушечной части корнеклубня – 4,23%, в периферийной части – 3,15%. Меньше всего гиндарин накапливается в корнях, всего 0,87%.

Цветок страсти – Passiflora incarnata происходит из Бразилии и Центральной Америки это лиана, достигающая на родине 9 м в длину и дающая во влажных субтропиках России съедобные плоды. Passion, по-французски, страсть, любовь, пыл, увлечение. Еще в 1810 г. французский ботаник Жакомо Босцио писал «о самом замечательном открытии в лесах и на полях», а Кортес завоеватель Мексики награждал живыми цветками пассифлоры своих рыцарей, отличившихся в боях.

Первые сведения о лечебных свойствах пассифлоры были обнаружены нами в 3-ем томе немецкого ботаника Мадауса. Действующими веществами пассифлоры являются алкалоиды гарман, гармин и гармол. Имеются сведения о содержании в ее траве небольшого количества гликозида цианофорного типа. Биологической активностью обладает сумма всех веществ в коплексе. Герхард Мадаус, личный врач Гитлера, входил в состав исследовательской организации АНЭРБО, что в переводе с немецкого означает «наследие прошлого» или «наследие предков». Организация находилась в крепости Велесбург, резиденции Гиммлера. Ученые вермахта проводили широкие исследования по выявлению ядовитых растений для излечения представителей «чистой арийской» крови. По личному указанию Гиммлера в1945 г. крепость взорвали. По чистой случайности под обломками крепости был найден и передан в ВИЛАР один экземпляр (11 томов) энциклопедии лекарственных растений Герхарда Мадауса. Мною были «подняты» некоторые закрытые материалы и выявлена перспективность интродукции пассифлоры в нашей стране. Результатом моих исследований в Кобулети на Закавказской ЗОС ВИЛАР была в 1964 г. защищена моя кандидатская диссертация на тему: «Пассифлора инкарнатная в условиях влажных субтропиков Грузинской ССР (биологические основы культуры)» и создан препарат «экстракт пассифлоры жидкий». Сегодня небольшие партии препарата выпускает Батумский кофеиновый завод.

Указанные интродуценты, фитопрепараты из них из-за отсутствия сырьевой базы сегодня практически не используются.

В связи с этим все материалы по интродукции следует использовать при реанимации разработанных ВИЛАР агротехнологий, всей нормативно-технической документации на производство ценных фитопрепаратов.

Для решения этих проблем необходимо создать совместные предприятия по производству сырья тропических растений на Кубе, в Лаосе, во Вьетнаме, в Африке. Например, в Лаосе мне приходилось принимать непосредственное участие в разработке ТЭО на совместное предприятие «Лаосомекс». Два тома нормативно-технической документации на русском и французском языках давно «лежат на боку». Мне также приходилось готовить мтериалы по созданию совместного советско-конголесского предприятия по производству лекарственного сырья тропиков.

Мне приходилось курировать работу советских специалистов (Сванидзе Н.В., Иванова В.Б., Гогитидзе С.Д.) на Кубе, на станции лекарственных растений им. проф. Роя.

Сегодня следует наладить наши разработки по интродукции тропических лекарственных растений и в этой стране.

В настоящее время наша лаборатория проводит исследования по комплексному использованию полезных свойств растений, улучшающих среду обитания и здоровья человека. Выявлен сортимент растений, в том числе тропического происхождения, накапливающих токсины, газы, пыль, оказывающих фитонцидо-, арома-, эстетотерапевтический эффект дома и на работе, в интерьерах помещений различного назначения.

Наши разработки освещены в 30 монографиях, книгах, брошюрах и 350 печатных работ, в 14 патентах и авторских свидетельствах и в последней моей документально-художественной повести «Охота за целебными травами», Москва, 2009.

УДК 581.1

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СПЕКТРА ДЕГИДРИНОВ В КОРЕ РАЗНЫХ ПО ЗИМОСТОЙКОСТИ ГЕНОТИПОВ ЯБЛОНЬ

Раченко М.А., Раченко Е.И., Боровский Г.Б.

Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132, rmax@sifibr.irk.ru

Ключевые слова: зимостойкость, *Malus baccata, Malus domestica,* дегидрины.

Реферат.

Были изучены сезонные изменения содержания дегидринов в коре шести генотипов яблони. Установлены качественные и количественные изменения состава дегидринов в зависимости от генотипа яблони и времени взятия образцов. Предположено существование связи между сезонным накоплением дегидринов и формированием зимостойкости яблони.

Abstract.

Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskii G.B. The dynamics of dehydrin accumulation and degradation in the bark of winter hardiness different apple genotypes.

Seasonal dynamics in dehydrin content were studied in the bark of six apple genotypes. Qualitative and quantitative changes were determined in dependence on apple genotypes and month. The relation between seasonal dehydrin content and freezing tolerance were supposed.

Keywords: winter hardiness, *Malus baccata, Malus domestica,* dehydrin

Введение.

Яблоня – одно из основных и самых распространенных плодовых растений на территории нашей страны. Широкое распро-

странение этой культуры объясняется ее хорошей приспособленностью к различным почвенно-климатическим условиям, отличным сочетанием биохимического состава плодов, сортовым разнообразием, позволяющим создать конвейер потребления свежих яблок на протяжении всего года (Витковский В.Л., 2003). Но в регионах с суровым климатом (таких как Сибирь) количество сортов, пригодных для выращивания, ограничено таким существенным признаком как зимостойкость.

Устойчивость к холоду и морозу является динамическим результирующим свойством многих факторов и изменяется со временем. Развитие холодоустойчивости у древесных можно разделить на пять составляющих: время индукции холодовой акклиматизации, скорость акклиматизации, степень достигаемой морозоустойчивости, сохранение морозоустойчивости во время зимних месяцев, и скорость потери морозоустойчивости при возобновлении весеннего роста (Wisniewski M., 2003). Предположительно, что каждая составляющая устойчивости обусловлена своим набором биохимических факторов. Изучение этих факторов позволит дать оценку зимостойкости уже имеющихся и вновь созданных сортов на биохимическом уровне.

Физиологические и биохимические исследования показали, что низкотемпературная акклиматизация у высших растений индуцирует синтез или накопление специфичных белков (таких как дегидрины, БТШ60, БТШ70, низкомолекулярные БТШ), изменение в составе липидов, сахаров, антиоксидантов (Колесниченко А.В., 2003). Но общий подход к определению биохимической основы низкотемпературной устойчивости в литературе сводится к сравнению пула метаболитов или структурных компонентов акклиматизированных и неакклиматизированных к холоду растений, в основном травянистых. Работ, связанных с выяснением биохимических факторов адаптации к низкой температуре древесных растений, в особенности плодовых, немного. Известно, что дегидрины (семейство LEA D11) играют, возможно, наиболее важную роль в адаптации растений к дегидратации и низкой температуре (Close T.J., 2006).

В связи этим, целью настоящей работы было выяснить, как изменяется количественный и качественный состав дегидринов в течение года и как это связано с морозоустойчивостью плодового

дерева на примере двух видов яблони *Malus baccata* и *Malus domestica*, и их межвидовых гибридов.

Место проведения и объекты исследования.

Объектом исследования послужили шесть генотипов яблони: яблоня сибирская или ягодная (*Malus baccata*) и яблоня домашняя или культурная (*Malus domestica*) сорта Папировка (селекция народная), а также гибриды яблони культурной и яблони ягодной разных поколений скрещивания: ранетка Пурпуровая (происхождение неизвестно), яблони полукультурные Веселовка (селекция Центрального Сибирского Ботанического сада СО РАН), Краса Бурятии (селекция Бурятской плодово-ягодной станции), Алтайское румяное (селекция НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко) (Помология, 2005, Помология, 2005). В качестве подвоев использовали сибирскую ягодную яблоню. Критерием выбора объектов исследования послужила охарактеризованная контрастная зимостойкость названных генотипов яблони. Исследования проводились в 2008-2010 гг. на базе Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск.

Методика.

В качестве материала исследования послужили ветви текущего года, собранные с растений, растущих в выровненных агротехнических и климатических условиях. С ветвей снимали и замораживали в жидком азоте кору. Пробы хранились в кельвинаторе при -80^{o}C до выделения белка. Общий белок выделяли по стандартной методике, принятой для древесных растений (Arora R., 1992). Концентрацию белка определяли по методу Лоури (Lowry O.H., 1951). После разделения белков с помощью Na-ДДС-электрофореза в 14%-ном ПААГ проводили иммуноблоттинг с антителами на дегидрины (Agrisera AS07 206) (Timmons T.M., 1990).

Результаты исследований.

Имеющиеся литературные данные не позволяют создать полной картины изменений, происходящих в коре древесных растений, в том числе и плодовых, во время подготовки к зиме, действия низких отрицательных температур (до -48^{o}C) при небольшом

или полностью отсутствующем снежном покрове и при перепадах температур весной (от +5-10^{o}С днем до -20^{o}С ночью). Для того, чтобы выяснить возможные причины различий в зимостойкости *Malus baccata* и *Malus domestica*, мы исследовали, как меняется состав дегидринов в коре вышеназванных видов яблонь и их гибридов.

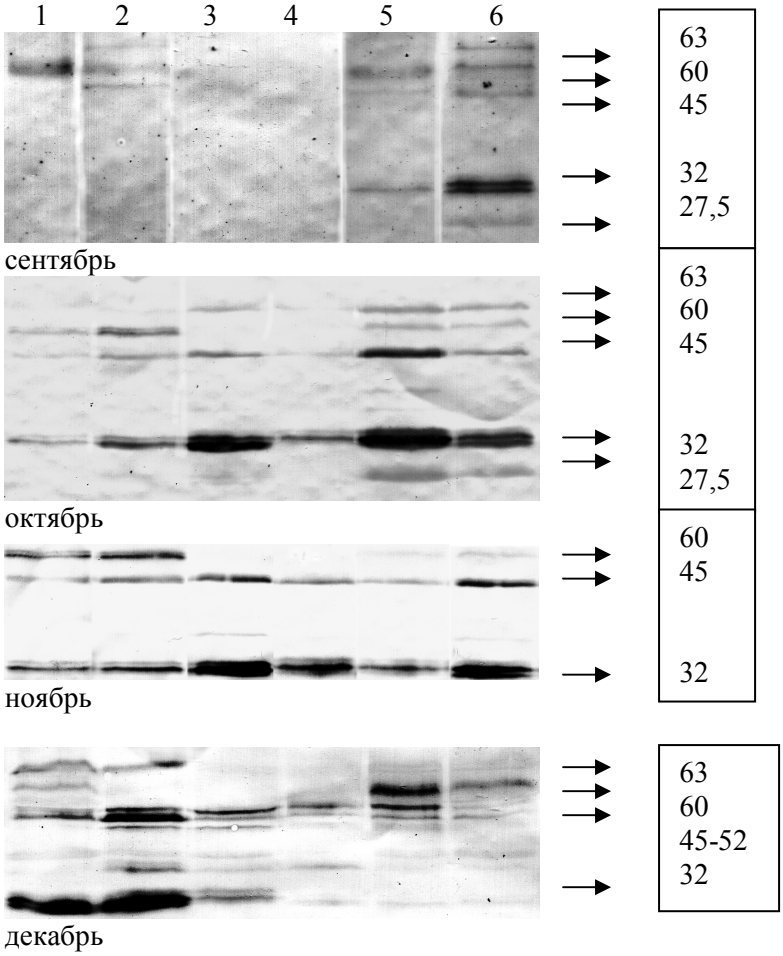
Наши эксперименты показали (рис.1), что изменения в накоплении дегидринов наблюдались уже в сентябре – октябре. Причем синтез дегидринов в коре яблони культурной (трек 6) и яблонь-полукультурок Веселовка и Алтайское румяное (треки 3 и 5 соответственно) был более интенсивным и разнообразным по качественному составу. Преобладал белок с молекулярной массой 32 кДа. Но уже в ноябре-январе количество дегидринов в коре генотипов с более высокой зимостойкостью (яблоня ягодная – трек 1, ранетка Пурпуровая – трек 2, яблоня полукультурная Краса Бурятии – трек 4) увеличивается и изменяется их качественный состав. Мажорными становятся белки с молекулярными массами 34,5 и 32 кДа. Вновь изменения в составе дегидринов происходят в феврале-марте. Количество этих белков у яблони ягодной, ранетки, Веселовки и Красы Бурятии значительно снижается по сравнению с Папировкой и Алтайским румяным. Появляется белок с молекулярной массой 52 кДа. В коре яблони ягодной и ранетки количество этого белка увеличивается к апрелю. Если белки 52, 34,5, 32 и 27,5 кДа детектируются в зависимости от месяца, то белки с молекулярными массами 63, 60 и 45 кДа присутствуют во все периоды взятия проб (исключение ноябрь – белок 63 кДа отсутствует) в разных количествах в зависимости от генотипа.

Выводы.

Установленные различия в качественном и количественном составе дегидринов в коре яблонь, контрастных по своей устойчивости к действию низких отрицательных температур, позволяет предположить существование связи между сезонным накоплением дегидринов и формированием зимостойкости яблони и является основанием для дальнейших исследований.

Изучение изменений в составе дегидринов плодовых деревьев на фоне холодовой акклиматизации осенью, последующего действия экстремально низких температур зимой и реакклиматизации

во время весенних оттепелей представляет несомненный интерес для современных исследователей не только в области физиологии растений, но и практиков сельского хозяйства. Информация в этой области позволила бы скорректировать селекционный процесс в направлении большей зимостойкости и ускорила интродукцию новых сортов в регионы с неустойчивым климатом, каким является Прибайкалье.



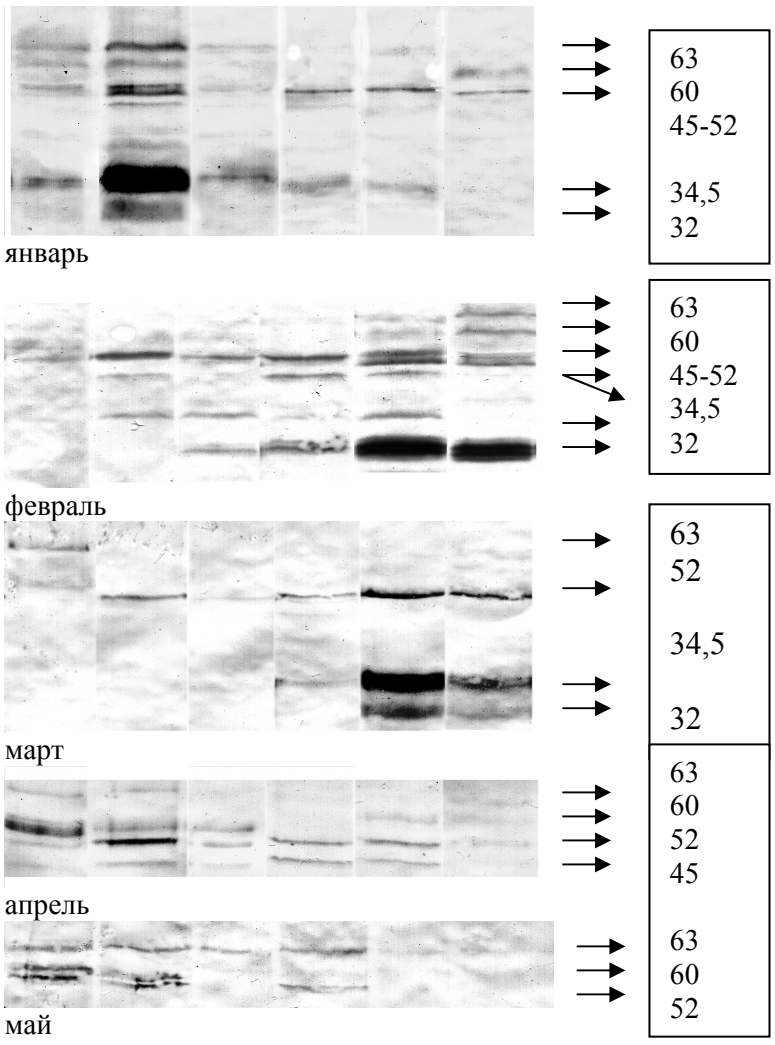


Рис. 1. Изменения в спектре дегидринов коры яблони с сентября по май: 1-яблоня ягодная; 2- ранетка Пурпуровая; 3- яблоня полукультурная Веселовка; 4- яблоня полу-культурная Краса Бурятии; 5 - яблоня полукультурная Алтайское румяное; 6 – яблоня культурная Папировка

Список литературы.

1. Витковский В.Л. Плодовые растения мира. СПб-М.-Краснодар. Лань. 2003. 592 с.

2. Колесниченко, А.В., Войников, В.К.. Белки низкотемпературного стресса растений / (Отв. ред. В.К.Войников); СО РАН. Сибирский институт физиологии и биохимии растений (СИФИБР). – Иркутск: Арт-Пресс, 2003. – 196 с.

3. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия [Текст] / РАСХН. Сиб.отд.ГНУ НИИСС им.М.А.Лисавенко. – Новосибирск: ООО «Юпитер», 2005 г. – 568 с.

4. Помология: В 5-ти томах. Т.I. Яблоня / под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2005. – 576 с.

5. Arora, R., Wisniewski, M.E., Scorza, R. Cold acclimation in genetically related (sibling) deciduous and evergreen peach (*Prunus persica* [L] Batsch). I. Seasonal changes in cold hardiness and polypeptides of bark and xylem tissues // Plant Physiol. 99, 1992. - 1562–1568.

6. Wisniewski, M., Bassett, C., Gusta, L. V. An Overview of Cold Hardiness in Woody Plants: Seeing the Forest Through the Trees // HORTSCIENCE, VOL. 38(5), AUGUST 2003.- 952-959

7. Close, T.J. Dehydrins: A commonalty in the response of plants to dehydration and low temperature // Physiol. Plantarum.- 2006, V. 100.- P. 291-296

8. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J. Protein Mesurement with the Folin Phenol Reagent // J. Biol. Chem. 1951. V. 193. P. 265–275.

9. Timmons, T.M., Dunbar, B.S. Protein Blotting and Immunodetection // Methods Enzymol. 1990. V. 182. P. 679–688.

Работа была поддержана грантом РФФИ №08-04-01037

ИЗУЧЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛОДОВ АЛЫЧИ В СВЯЗИ С ИХ КАЧЕСТВОМ

А.А.Рихтер, В.М.Горина

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр г. Ялта, Украина, т.р. (0654)33-55-48, e-mail: onlabor@yandex.ru

Считается, что вкус плодов различных растений обусловлен содержанием и соотношением сахаров к органическим кислотам, а высокое количество проантоцианидинов может придавать им терпко-горькие вкусовые ощущения. В то же время достоверная корреляция содержания сухих веществ с пектинами, формирует плотную, жесткую консистенцию мякоти, что тоже оказывает влияние на вкусовые ощущения [4].Таким образом, плодам алычи с повышенным содержанием сухих веществ, свойственен и более содержательный вкус. Например, плодам рано созревающих сортов (‘Курортная’ и ‘Субхи Ранняя’) (29.06.99) свойственно накапливать сухих веществ около 13,6 и 13,7%, тогда как плоды сортов (‘Памятная’ и ‘Южнеда’) характеризующиеся более поздним сроком созревания (28.07. 99) отличались и несколько большим содержанием сухих веществ – 18,6 и 18,9%. Число суток от цветения до созревания плодов по данным 1999 г для ‘Субхи Ранняя’ составляло 91, а для ‘Памятная’ – 123.

Цель данной работы – рассмотреть связь между продолжительностью периода формирования и созревания плодов и их химическим составом в зрелом состоянии.

Объектами исследования являлись *Prunus cerasifera* Ehrh., *Prunus brigantiaca* Vill. и их межвидовые гибриды. Помологические характеристики изучали на основании общепринятых подходов [2], а химический состав плодов – известными методами [3, 4].

Плоды большинства сортов *Prunus cerasifera* созревают в середине июля, а *Prunus brigantiaca* – в начале сентября. Оценивая созданный гибридный фонд, полученный в результате скрещивания *P. brigantiaca* x *P. cerasifera* интересно отметить закономерность свидетельствующую о том, что в ходе этой комбинации скрещивания были созданы формы, характеризующиеся сроками

созревания их плодов на протяжении от начала июля (03.07) до начала сентября (02.09) [1, 5].

В предыдущих исследованиях плодов сортов и гибридов алычи были рассмотрены корреляционные зависимости между основными биохимическими признаками плодов, позволяющие прогнозировать изменение их химического состава в ходе селекции [4]. В настоящей работе рассмотрена взаимосвязь между темпами развития растений алычи и межвидовых гибридов сливы альпийской с алычёй по некоторым химическим показателям, обусловливающим качество и вкус плодов. Например, «дата созревания плодов», с одной стороны, и «содержание сухих веществ и титруемых органических кислот», - с другой, в образцах сортов, как правило, связаны положительными зависимостями (r = 0.53* и 0.37; r = 0.54* и 0.00) (обработаны разные выборки в разные годы). Аналогичная тенденция видна в образцах межвидовых гибридов (r = 0.10 – 0.59**; r = 0.41* – 0.69**).

Признаки «число суток от цветения до созревания плодов» – с одной стороны и «содержание сухих веществ» в сравниваемых выборках сортов и гибридов связаны достоверной прямой зависимостью (r = 0.56** – 0.66**, сорта) и (r = 0.16 – 0.64**, гибриды). Эта связь в отношении органических кислот в образцах сортов весьма слабая (r = 0.17 – 0.41), а у гибридов достигает достоверных значений (r = 0.39* – 0.77**). Следовательно, более поздно созревающие плоды у сортов и гибридов алычи характеризуются повышенным содержанием сухих веществ, тогда как признак повышенной кислотности достоверно проявляется в плодах отдаленных гибридов.

Корреляция между «датой созревания» и «сахарокислотным коэффициентом» в плодах сортов была слабой (r = -0.07 и 0.16), тогда как у гибридов – достоверной отрицательной (r = -0.44 – -0.51*). Аналогичная тенденция показана нами для признаков: «число суток от конца цветения до созревания плодов» и «сахарокислотный коэффициент» – для сортов (r = -0.04 и 0.07), для гибридов (r = -0.45* – -0.59*). Признаки «дата созревания» и «число суток до созревания» в обеих сравниваемых выборках взаимосвязаны достоверно положительно (r = 0.73** – 0.84**, сорта) и (r = 0.87** – 0.98**, гибриды). Примечательно, что оба эти показателя, как правило, прямо коррелируют с содержанием пектиновых ве-

ществ. Это подтверждает представление о том, что в плодах поздно созревающих растений алычи накапливается повышенное количество пектиновых веществ и они более приемлемы для технологической переработки.

Содержание проантоцианидинов со всеми сравниваемыми признаками четких зависимостей не проявляет.

Можно сделать заключение о том, что чем длительнее период развития плодов у сортов и гибридов алычи, тем больше накапливается сухих веществ и тем содержательнее их вкус. Однако, для межвидовых гибридов сливы альпийской с алычой эта зависимость дополняется повышенной кислотностью плодов, что существенно снижает их диетические и дегустационные оценки.

Литература

1.Горина В.М. Отдаленная гибридизация косточковых плодовых растений в Крыму / В.М.Горина, А.А.Рихтер // Бюл. ГБС РАН РФ.М.- -2003.- Вып.186.-С.175-185

2.Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н.Седова и Т.П.Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

3.Рихтер А.А. Использование в селекции взаимосвязей биохимических признаков / А.А.Рихтер // Труды Гос. Никитск. ботан. сада. Ялта. 1999. Т.118. С.121-129.

4.Рихтер А.А. Совершенствование качества плодов южных культур / А.А.Рихтер // Симферополь, Таврия, 2001. - 427с.

5.Gorina V.M. The significance of interspecific hibridization for breeding of *Prunus cerasifera* / V.M.Gorina, A.A.Richter // Acta Horticulturae. - 2000. – № 538. – P. 387-390.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПЛОДОВ РЯБИНЫ, БОЯРЫШНИКА И ГРЕБНЕЙ ВИНОГРАДА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЧАЙНЫХ НАПИТКОВ

Н.Г. Романова, А.А. Лапин, В.Н. Зеленков

ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия, 8-495-976-16-16, e-mail: romanovasng@hotbox.ru
Казанский государственный энергетический университет, Институт экономики, управления и права, г. Казань, Россия
РАЕН, г. Москва, Россия

Вопросы поддержания здоровья, профилактики заболеваний, повышения физической и умственной работоспособности, долголетия являются в настоящее время особенно актуальными в связи с возрастающим воздействием на организм человека неблагоприятных факторов: загрязненность атмосферы и водоисточников, радиационный фон, используемые химические консерванты, стабилизаторы, моющие средства, инфекции, частые стрессы, курение, алкоголизм, некачественное питание и др**.** Современной наукой доказано существование биологически активных веществ в растениях, которые способны оказывать выраженные антиоксидантные и адаптационные свойства. Это способствует при их применении повышению общей сопротивляемости организма к широкому спектру вредных веществ биологической и химической природы, воздействию ионизирующего излучения, замедлению процессов старения, предупреждению развития хронических болезней. К растениям, обладающим высокой антиоксидантной активностью, способным во многих случаях оказать лечебное воздействие, относится боярышник, рябина, лимонник, смородина, арония и др.

На антиоксидантную активность (АОА) были исследованы следующие сорта рябины: Гранатная, Бурка, Моравская, Невежинская сахарная, Невежинская кубовая, Невежинская красная, Невежинская желтая и Ликерная; боярышники крупноплодный, Алмаатинский, однопестичный, мелкоплодный, восточный, зеленомякотный. Исследовали АОА водных экстрактов сушеных образцов гребней винограда следующих сортов: Пино, Бархат, Рислинг и

Каберне Совиньон, а также зеленый и черный чай. Исследования проводили в 2009 году на образцах, хранившихся в течение нескольких лет.

Определение АОА проводили в соответствии с МВИ 01-44538054-07 на кулонометрическом анализаторе. По результатам анализа рассчитывали суммарное содержание свободных антиоксидантов в исследуемых образцах в г рутина на 100 г абсолютно сухохо образца (а.с.о.) [А.А.Лапин, В.Н.Зеленков, Н.Г.Романова, 2008].

Проведенный анализ по суммарной АОА плодов боярышника различных образцов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Антиоксидантная активность водных экстрактов боярышника разных образцов, г рутина на 100 г а.с.о. (2006-2009 г.г.)

Вид боярышника	Влажность, %	АОА	S_x
2006			
Б. крупноплодный	8,87	3,11±0,03	0,004
2007			
Б. алма-атинский	10,54	2,55±0,15	0,02
Б. однопестичный	18,34	3,57±0,15	0,02
2008			
Б. алма-атинский	10,39	4,25±0,27	0,02
Б. мелкоплодный	9,14	8,69±0,11	0,01
Б. восточный	10,45	6,67±0,06	0,004
2009			
Б. алма-атинский (свежие плоды)	78,18	1,93±0,11	0,02
Б. зеленомякотный (свежие плоды)	69,64	1,24±0,11	0,03

Проведенные исследования АОА образцов боярышника выявили, что максимальные значения АОА отмечаются у боярышника мелкоплодного (8,69 г рутина на 100 г а.с.о.), восточного (6,67) и алма-атинского (4,25) – образцах 2008 года, тогда как, образцы боярышника алма-атинского 2007 года имеют АОА 2,55 г рутина

на 100 г а.с.о., что ниже предыдущих показаний на 1,7 г рутина на 100 г а.с.о. Это говорит о том, что АОА снижается при хранении сушеных образцов. Что касается испытаний свежих плодов боярышника урожая 2009 года, АОА плодов боярышника алма-атинского (1,930 г рутина на 100 г а.с.о.) выше, чем АОА плодов боярышника зеленомякотного (1,24 г рутина на 100 г а.с.о.). Сравнивая между собой боярышники мелкоплодный и крупноплодный, можно сказать, что первый обладает большей АОА, нежели второй, даже, несмотря на разные сроки сбора плодов (разница почти в три раза). Боярышник алма-атинский представляет больший интерес по сравнению с другими боярышниками, т.к. имеет высокую урожайность – 10,6 кг с растения, средний размер и вес плодов – около 16,5 г, а содержание аскорбиновой кислоты – около 27 мг%, тогда как плоды боярышника алтайского мельче и содержание аскорбиновой кислоты в два раза ниже – 10-12 мг% [Н.Г. Романова, 2008].

Проведенные исследования образцов боярышника выявили перспективные виды боярышника – алма-атинский, мелкоплодный, восточный. Их можно рекомендовать для использования в качестве сырья для пищевой промышленности при получении напитков, применяемых современной медициной в качестве лечебно-диетического и профилактического средства больным с различными заболеваниями обмена веществ. Повышенное содержание антиоксидантных веществ в плодах боярышника определяет их биологическую ценность, высокие потребительские свойства.

Проведенный анализ по суммарной АОА плодов рябины различных образцов представлен в таблице 2. В результате проведенных исследований на образцах 2008 года установлено, что максимальные значения АОА отмечаются у сорта Гранатная – 2,98 г рутина на 100 г а.с.о., минимальные значения характерны для сортов Невежинская желтая и Невежинская кубовая – 2,49 и 2,42 г рутина на 100 г а.с.о. соответственно. Сравнивая между собой плоды всех образцов рябин, собранных в разные годы, можно сделать вывод, что АОА снижается в зависимости от длительности хранения. Например, Гранатная (2006 г.) имеет показатель АОА 1,24 г рутина на 100 г а.с.о., Невежинская желтая (2007 г.) – 1,76 г рутина на 100 г а.с.о.

Таблица 2 – Антиоксидантная активность водных экстрактов рябины разных образцов, г рутина на 100 г а.с.о.
(2006-2008 г.г.)

Вид рябины	Влажность, %	АОА	S_x
2006			
Гранатная	12,31	1, 24±0,03	0,01
Моравская	11,35	2,54±0,14	0,02
Невежинская сахарная	7,18	2,29±0,08	0,01
Невежинская красная	5,22	1,71±0,03	0,01
Ликерная	14,20	2,21±0,01	0,002
2007			
Бурка	10,35	2,97±0,07	0,01
Моравская	11,47	1,91±0,09	0,02
Невежинская сахарная	7,32	2,42±0,09	0,01
Невежинская желтая	8,48	1,76±0,10	0,02
Невежинская красная	5,96	2,11±0,12	0,02
Ликерная	11,68	2,22±0,02	0,003
2008			
Гранатная	4,89	2,98±0,13	0,02
Невежинская желтая	9,96	2,49±0,09	0,01
Невежинская кубовая	11,22	2,42±0,08	0,001

Сравнительные исследования АОА выявили виды рябины с высоким содержанием биологически активных веществ. Анализируя накопление в плодах рябины витамина С и каротина отмечено, что наиболее высоким их содержанием характеризуются сорта рябины Невежинская желтая и Невежинская кубовая – в среднем за 2 года исследований оно составило 118,5 и 88,5 мг% витамина С и 10,5 и12 мг% каротина соответственно сортам, тогда как у сорта Гранатная эти показатели были в среднем в два раза ниже [Н.Г. Романова, 2008].

Продукты переработки винограда проявляют биологически активность при их использовании, как в чистом виде, так и в составе продуктов функционального питания, т.к. содержат большое количество биологически активных веществ, некоторые из кото-

рых являются природными антиоксидантами. Наличие АО в продуктах питания играет важную роль для профилактики болезней и положительно влияет на сохранение и усиление защитных механизмов организма человека.

Проведенные исследования 4-х образцов гребней винограда показали, что при влажности от 9,96 до 14,79 %, самый перспективный образец – гребни винограда сорта Бархат – 13,13 г рутина на 100 г а.с.о., другие образцы имеют более низкий показатель АОА, например, гребни сорта Каберне Совиньон имеют минимальные значения АОА – 7,90 г рутина на 100 г а.с.о. Гребни сортов Пино и Рислинг имеют промежуточное значение АОА 9,13 и 9,84 г рутина на 100 г а.с.о. соответственно.

Многофункциональное влияние чая на организм человека обусловливается тем, что в листьях чая содержится около 300 биологически активных веществ, многие из них признаны эффективными антиоксидантами (катехины, флавоноиды, антоцианы, витамин С, отдельные углеводы, фенолкарбоновые кислоты и микроэлементы) [А.А. Лапин, В.Н. Зеленков, 2010].

Результаты исследований показали широкий интервал антиоксидантной активности чаев от 9,68 г кверцетина на 100 г сухого образца у черного чая до 12 г кверцетина на 100 г сухого образца у зеленого, а, следовательно, и их различие в физиологическом действии на организм. При этом существует прямая зависимость антиоксидантной активности от содержания в них известных биологически активных антиоксидантов (полифенольные соединения, флавоноиды, витамин Р, органические кислоты), которые и формируют интегральную величину антиоксидантного потенциала исследуемого чая. Более высокая АОА зеленого чая обусловлена, в первую очередь, наличием в нем полифенольных соединений, в частности, катехинов, флавоноидов. Из-за особенностей обработки листьев, а именно отсутствия стадии ферментации, в зеленом чае значительно больше катехинов, чем в чёрном. Катехины зеленого чая являются даже более мощными антиоксидантами, чем витамины С и Е. Кроме того, во время ферментации происходит окисление витамина С, поэтому черный чай теряет АОА. Исходя из приведенных выше данных, можно порекомендовать для создания чайных напитков зеленый чай.

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПАССИФЛОРЫ (PASSIFLORA INCARNATA) И РОСТ РАССАДЫ

Н.Д. Рошка, Г.И. Мустяцэ, П.К. Кинтя, Н.В. Баранова

Институт Генетики и Физиологии Растений Академии Наук, Кишинэу, Республика Молдова, тел.: (+373 22) 52-76-95, факс (+373 22) 55-61-80, e-mail: ninaroshca@mail.ru

Семейство страстноцветных включает более 400 видов и разновидностей пассифлоры большинство, из которых являются лекарственными. В дикой флоре пассифлоры произрастают в Центральной Америке, а в культуре в США, Италии, Германии, в субтропиках Грузии. Из множества видов пассифлор пассифлора инкарнатная (Passiflora incarnata) известна как лекарственное, плодовое и декоративное растение. Из ее травы убранной в начале цветения, изготовляют галеновые препараты седативного и легкого снотворного действия. Они применяются при различных заболеваниях нервной системы, при гиперкинезах, постгриппозных арахноидитах и другой патологии центральной нервной системы.

Как уже было сказано, в Грузии (Кабулети) в условиях субтропиков пассифлора в культуре имеет вегетационный период 198-210 дней.

Нужно было выяснить, сможет ли это растение адаптироваться в условиях умеренного климата в средней полосе при более коротком периоде вегетации, тем более, что Passiflora incarnata возделывается в условиях Германии, где период вегетации еще короче чем в Молдове.

Первые исследования по интродукции пассифлоры в Молдове были начаты в 2006 году. Но при посеве семян непосредственно в поле были получены лишь единичные всходы. Поэтому с 2007 года начали исследовать возможность рассадной культуры.

Чтобы получить рассаду, использовались семена, которые три года репродуцировались в Молдове. С целью увеличения процента всхожести, перед высевом, семена замачивали в течение 24 часов в 10% растворе перекиси водорода и растворах Молдстима в разных концентрациях: 0,001%, 0,005% и 0,01%. Контролем бы-

ли семена, замоченные в простой воде**.** Установлено, что испытанные растворы слабо влияют на всхожесть семян.

Так как в 2008 году только самая высокая исследуемая концентрация Молдстима несколько повысила всхожесть семян, в 2009 году было изучено влияние более высоких его концентраций 0,01%, 0,05% и 0,1%. И в этом случае всхожесть семян в всех вариантах оказалась на уровне контроля или даже немного ниже.

В 2009 году, как 10% раствор перекиси водорода, так и растворы Молдстима оказали положительное действие на рост и развитие рассады пассифлоры. В исследуемых вариантах растения рассады формировали практически одинаковое количество листьев: 7,1 на контроле и 6,9 в вариантах. Длина рассады в лучших вариантах выше, чем на контроле на 2-4 см. Это является результатом увеличения междоузлий. На контроле междоузлие равно 2,5 см, при замачивании 10% раствором перекиси водорода и 0,01% раствором Молдстима 3,0 см, а растворы 0,05% и 0,1% увеличивают междоузлие до 3,3 см. Эти морфологические изменения повлияли и на накопление биомассы рассады. В 2009 году в варианте с перекисью водорода масса листьев пяти растений равна 4,59 г против 3, 92 г на контроле, или на 17% выше контроля; биомасса стеблей на 23% выше контроля, а биомасса корней практически одинакова – 0,75 г на контроле и 0,76 г в варианте.

При замачивании семян в 0,01% растворе Молдстима масса листьев пяти растений равна 4,96 г при 3,92 г на контроле; стеблей 5,25 г против 3,63 на контроле и корней 0,92 г при 0,75 г на контроле. Это на 26,5, 44 и 22,7% соответственно выше контроля. В четвертом варианте (концентрация 0,05%) накопление биомассы листьев выше контроля на 50%, стеблей на 58% и корней на 28%. В пятом варианте (Молдстим 0,1%) листья накапливают биомассу на 62,2% больше, чем на контроле, стебли на 61% и корни - 44%.

Такая же закономерность сохраняется для биомассы целых растений. Под воздействием 10% раствора перекиси водорода биомасса растений увеличивалось на 18%, Молдстима в концентрации 0,05% на 51% и 0,1% на 60% .

Наибольшая биомасса рассады получилась в вариантах с обработкой семян 0,05 и 0,01% раствором Молдстима, которые можно считать оптимальными.

Полученной рассадой заложили полевой опыт из двух вариантов. Контроль (вариант 1) заложен рассадой полученной из семян, замоченных в простой воде. В варианте 2 сажали рассаду, полученную из семян, замоченных в стимуляторе роста – Молдстим концентрацией 0,05 и 0,1%.

Результаты полевого опыта показывают, что рассада, полученная из семян обработанных Молдстимом (0,05 и 0,1%), сохраняет свои повышенные продуктивные качества в полевых условиях. Так на контроле урожай сырья равен 18,1 т/га, а в испытываемом варианте – 24,4 т/га, что на 4,2 т/га или на 35% больше контроля.

Выводы:

1. Установлено, что испытанные нами стимуляторы роста не влияют существенно на всхожесть семян пассифлоры.
2. Молдстим в концентрации 0,05% и 0,1% стимулирует накопление биомассы рассадой пассифлоры на 51 и 60% по сравнению с контролем и этим улучшают качество рассады.
3. Рассада от семян, обработанных стимулятором Молдстим (концентрация 0,05 и 0,1%) имеет повышенные продуктивные качества: урожай сырья от этой рассады составил в первом году вегетации 24,4 т/га или на 35% больше чем на контроле.

ВЛИЯНИЕ МЕЛОНГОЗИДА-О НА АДАПТАЦИЮ ЯБЛОНИ К ЗАСУХЕ.

Русу М. М., Кинтя П. К.

Институт Генетики и Физиологии растений АН Молдовы, Кишинев, Молдова
Тел.: (+373 22) 29 07 42, E-mail: black78@mail.ru.

К числу актуальных направлений современного плодоводства относится целенаправленное использование природных регуляторов роста для повышения урожайности плодовых культур. Приоритетными являются те, которые характеризуются широким спектром защитного действия. К таковым можно отнести стероидные гликозиды.

Нами изучалось действие одного из представителей данного класса – Мелонгозида-О, на биологическую активность фитогормонов в листьях яблони Голден Делишес и Флорина и повышение засухоустойчивости данных сортов. Показано положительное действие препарата во все периоды вегетации. Эффективность действия его установлена на обоих сортах. Особенно эффективно действие Мелонгозида-О в годы с неблагоприятными погодными условиями. Обработка препаратом приводила к меньшему изменению толщины листа и увеличению коэффициента стабильности, что указывает на повышение устойчивости к засухе. Коэффициент стабильности был выше по сравнению с контролем у обоих сортов, но реакция последних неоднозначна – выше у сорта Флорина 0,96 и 0,76 на контроле. В адаптации растений к стрессовым воздействиям важная роль отводится гормональной системе. Действие Мелонгозида-О проявляется через метаболизм эндогенных регуляторов роста, где основные изменения претерпевают ИУК, флоридзин и АБК. Наибольшее изменение биологической активности стимуляторов и ингибиторов отмечены в период закладки и дифференциации цветочных почек. В этот период под воздействием препарата показано снижение активности ИУК и усиление активности флоридзина, снижение отношения ИУК/флоридзин за счет усиления активности ИУК-оксидазы и флоридзина, являющегося активатором ИУК-оксидазы, а следовательно и регулятором соотношения ИУК/флоридзин, что указывает на значительную роль последнего в процессе закладки и дифференциации цветочных почек. Мелонгозид-О перспективный препарат для применения его на яблоне. Перспективность его определяется высокой эффективностью, обусловленной низкой концентрацией, обеспечивающей активное воздействие на рост, развитие, урожайность яблони, создавая стабилизацию гормонального баланса для определенной фазы вегетации и предотвращая стресс-индуцированный дисбаланс фитогормонов при негативном воздействии среды за счет усиления активности флоридзина, который, возможно является защитным барьером при стрессе и, как все фенолы участвуют в защитных реакциях в качестве антиоксидантных систем клетки, что характеризует его как антистрессант.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИКОЗИДОВ НА РЕПРОДУКТИВНЫХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ ТОМАТА

Салтанович Т.И., Кравченко А.Н., Тодераш Л.Г*., Швец С.А.

Институт генетики и физиологии растений АНМ, Молдова, Кишинев, тел.660414, tatianasalt@mail.ru
**Университет АНМ, Молдова, Кишинев, тел.737431, lidiatoderas@yahoo.com*

Известно, что при межвидовой гибридизации у томатов, как и большинства других культур, на различных этапах развития, в том числе и на репродуктивных, происходит элиминация значительного числа рекомбинантных генотипов. При этом некоторые из них несут адаптивно-ценные блоки генов, представляющие интерес для их вовлечения в селекционный процесс. В связи с этим проблема снижения элиминации рекомбинантных генотипов является весьма и интересной как для генетиков и физиологов, так и для селекционеров. Одним из возможных подходов для сохранения таких нетрадиционных рекомбинантов и расширения спектра доступной селекционерам генотипической изменчивости, может быть использование стероидных гликозидов, характеризующихся высокой антиоксидантной активностью.

Целью проведенных исследований являлось изучение влияния некоторых стероидных гликозидов на стадии мужского гаметофита и эмбриогенеза томата.

Для проведения экспериментов использовали 6 комбинаций межвидовых гибридов F_1. Растения выращивали в полевых условиях по общепринятой методике. Растворы гликозидов наносили на рыльца пестиков за 10, 30 и 50 минут перед опылением. Фиксацию пестиков проводили через 4 часа после опыления. Анализ временных препаратов осуществляли методом люминесцентной микроскопии, определяли среднее количество пыльцевых трубок в тканях пестика, а так же значение их длины. Установлено, что использование мелангозида в концентрации 0,27% и 0,5% раствора капсикозида за 50 и 10 минут перед опылением обеспечивает максимальные значения изучаемых признаков по сравнению с контролем. Так, например, в гибридной комбинации F_1Mo

628xL.hirsutum glabratum в опыте количество проросших зерен превышало значение этого показателя в контрольной популяции в 5-10 раз, а длина пыльцевой трубки увеличивалась в 2-3 раза.

Параллельно нами осуществлена серия экспериментов по использованию данных гликозидов для повышения жизнеспособности генотипов на этапе эмбриогенеза в условиях *in vitro* и *in vivo*. Для этого проводили культивирование незрелых зародышей на нескольких вариантах искусственных питательных средах дополненных гликозидами. Установлено, что мелангозид в концентрации 0,007% обладает наибольшей эффективностью, обеспечивая увеличение процента прорастания эмбрионов гибрида F_1Мо *628xL.hirsutum* на 13,4%. Кроме того, следует отметить, что на данной среде удалось индуцировать развитие 17-дневных зародышей, т.е. возникает возможность сохранения генотипов на более ранних сроках развития по сравнению с контролем. При культивировании незрелых зародышей гибрида F_1Мо*628xL.esc.var.racemigerum* было установлено стимулирующее действие мелангозида и капсиказида в концентрации 0,004%, что привело к повышению жизнеспособности генотипов на 8,9-13,1%.

При проведении экспериментов в условиях *in vivo* была осуществлена трехкратная обработка незрелых завязей растворами этих веществ. Анализ осемененности плодов выявил достоверное увеличение значений этого показателя в опытном варианте в результате воздействия мелангозида в концентрации 0,05%. Гибридологический анализ состава полученных популяций F_2 выявил изменение моногибридных соотношений по маркерным генам «е» и «а», которые локализованы в 4-ой и 11-ой хромосомах генома томатов.

Следовательно, использование стероидных гликозидов мелангозида и капсикозида на этапах прорастания и роста мужского гаметофита, а также эмбриогенеза, оказывает стимулирующее влияние на развитие гамет и зародышей и может быть рекомендовано для использования в селекционных программах при работе с межвидовыми гибридами.

САХАРА КАК МАРКЕР СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ГИПОТЕРМИИ

Синькевич М.С., Трунова Т.И.

Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН, Москва, Россия
sinkevich_m@mail.ru, (499) 231-83-26

Введение

Температура среды обитания оказывает существенное влияние на интенсивность физиологических и биохимических процессов и, в конечном итоге, на урожайность и качество продукции растений. Разная устойчивость к низким температурам является фактором, в значительной степени определяющим географическое распространение растений на земной поверхности. Усилия многих исследователей последних десятилетий были направлены на изучение биохимических и молекулярных основ холодовой адаптации растений к низкотемпературному стрессу.

Согласно существующим в настоящее время представлениям [1], растения классифицируются по устойчивости к низким температурам и льдообразованию на три основные группы: морозостойкие (устойчивые к образованию межклеточного льда), холодостойкие (устойчивые к низким температурам, как правило, не сопровождающимся льдообразованием) и теплолюбивые (повреждающиеся при температурах ниже 8-10^{o}C). Одной из причин повреждения теплолюбивых растений является окислительный стресс, развивающийся вследствие гипотермии [2].

Имеющиеся литературные и собственные данные позволяют сделать предположение о более высокой, по сравнению с теплолюбами, устойчивости холодостойких растений к окислительному стрессу, индуцированному гипотермией. Известно, что эта устойчивость, с одной стороны, определяется скоростью генерации активных форм кислорода, а, с другой – емкостью антиоксидантной системы защиты клеток, которая зависит от активности антиоксидантных ферментов клетки и наличия низкомолекулярных антиоксидантов [3].

Известна полифункциональная роль сахаров в устойчивости к низким температурам, которая достаточно хорошо изучена для

морозостойких растений [4]. При исследовании типичного представителя холодостойких растений – картофеля – нами была выявлена (в дополнение к уже известным функциям) антиоксидантная роль растворимых сахаров, выражающаяся в неспецифическом «тушении» короткоживущих радикалов [5].

Для холодостойких растений значение сахаров в повышении устойчивости к кратковременным ночным заморозкам изучена в меньшей степени. Для картофеля, четвертой по популярности продовольственной культуре, проблема устойчивости к заморозкам, существенно повреждающим и приводящим к гибели до 50% урожая, чрезвычайно актуальна до сих пор.

В связи с этим основная цель настоящей работы состояла в том, чтобы показать повышение устойчивости растений картофеля к заморозкам за счет модификации углеводного метаболизма, сопровождающейся увеличением содержания сахаров. Реализация этой идеи в практике селекции и генно-инженерной модификации картофеля позволит существенно снизить потери в урожае от ранних весенних заморозков. Изменение донорно-акцепторных отношений может дополнительно к этому повысить урожайность культуры.

Задачи работы состояли в исследовании изменений в уровне окислительного стресса по начальным (O_2^-, H_2O_2) и конечным (МДА) продуктам этого процесса, а также в изучении активности антиоксидантных ферментов (СОД, каталазы и пероксидазы гваякола) в процессе действия низкой температуры у растений картофеля, как типичного представителя холодостойких растений.

Материалы и методы

Объектом исследования служили растения картофеля (*Solanum tuberosum* L., cv. Desiree), экспрессирующие ген инвертазы дрожжей, находящийся под контролем промотора пататина класса I и содержащий последовательность лидерного пептида ингибитора протеиназы II для обеспечения апопластной локализации фермента (B33-*inv* растения). В качестве контроля использовали нетрансформированные растения того же сорта. B33-*inv* растения были получены в результате совместной работы Лаборатории сигнальных систем контроля онтогенеза им. М.Х. Чайлахяна ИФР РАН и Института молекулярной физиологии растений Макса

Планка (Гольм, Германия) [6]. Растения размножали микрочеренкованием *in vitro* и выращивали в камере фитотрона ИФР РАН при 22°С и 16 ч световом дне с освещенностью 100 моль квантов/(м^2·с) в течение 5 недель на агаризованной МС-среде с добавлением 2% сахарозы и витаминов (мио-инозит, B_1, B_6). Культура *in vitro* ускоряет получение однородного растительного материала и позволяет исследовать изучаемые процессы в широком диапазоне условий среды (температуры, субстратов питания, условий освещения и др.). Предполагая участие активных форм кислорода и процессов окисления в развитии стресс-ответа в растительной клетке при неблагоприятных температурных воздействиях, мы определяли скорость генерации супероксидного аниона, накопление перекиси водорода и содержание растворимых сахаров (сахарозы, глюкозы, фруктозы) по методам, описанным ранее [5, 7]. Кроме того, определяли активность ключевых ферментов антиоксидантной системы: супероксиддисмутазы, каталазы, гваяколовой и аскорбат пероксидаз как описано в работе [8]. Степень повреждения определялась по электропроводности водных экстрактов тканей [9] и интенсивности перекисного окисления мембранных липидов [10].

Результаты

Скорость образования супероксидного аниона уже в нормальных для роста условиях была выше у обогащенных сахарами В33-*inv* растений, притом, что уровень повреждений при различных режимах охлаждения был выше у контрольных растений. Эти данные свидетельствует о более развитой системе антиоксидантной защиты у В33-*inv* растений.

С использованием различных методических подходов для обогащения растений сахарами (путем трансформации геном инвертазы дрожжей, выращивания *in vitro* на средах с повышенным содержанием сахарозы, а также посредством закаливания при пониженных температурах) был подтвержден реципрокный характер взаимосвязи между активностью антиоксидантных ферментов и содержанием сахаров. У растений с повышенным содержанием сахаров активности ключевых ферментов были ниже, чем у контрольных, что свидетельствует об увеличении пула низкомолекулярных антиоксидантов.

Накопление их в растениях способствовало более высокой устойчивости к окислительному стрессу, особенно в начальный период его развития, когда низкомолекулярные антиоксиданты, в том числе сахара, могут сыграть существенную роль в инактивации активных форм кислорода. Идея об антиоксидантной роли сахаров возникла у ряда независимых исследователей-химиков [11, 12, 13], и, впоследствии подтвердилась при объяснении повышенной емкости пула низкомолекулярных антиоксидантов у растений, обогащенных сахарами.

Впервые выявлены особенности развития окислительного стресса, вызванного гипотермией у картофеля, как типичного представителя холодостойких растений, связанные с преобладанием у них низкомолекулярной составляющей антиоксидантной системы защиты, в отличие от теплолюбивых растений с выраженной ферментативной составляющей. С использованием различных моделей, инициирующих окислительный стресс (гипотермия, реактив Фентон, паракват) экспериментально подтверждено эффективное неспецифическое антиоксидантное действие сахаров в системе защиты клетки. Имеются также подтверждения выявленной нами антиоксидантной роли сахаров у независимых зарубежных исследовательских групп.

На основании наших данных мы пришли к выводам о возможности использования показателя содержания сахаров как маркера селекции на устойчивость к краткосрочным ранним весенним заморозкам. Растения, устойчивые к этому стрессу, можно также получить методами генно-инженерной модификации в более короткие сроки.

Список литературы:

1. *Трунова Т.И.* Растение и низкотемпературный стресс. Тимирязевские чтения, М. Наука, 2007; 57 с.

2. *Лукаткин А.С.* Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2002. 208 с.

3. *Мерзляк М.Н.* Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительной клетки. Итоги науки и техники. ВИНИТИ сер. Физиология растений, 1989, т. 6, с. 1-168.

4. *Туманов И.И.* Физиология закаливания и зимостойкости растений. М.: Наука, 1979; 350 с.

5. *Синькевич М.С., Дерябин А.Н., Трунова Т.И.* Особенности окислительного стресса растений картофеля с измененным углеводным метаболизмом. Физиология растений, 2009, т. 56, № 2, с. 186-192.

6. *Sonnewald U., Hajirezaei M.-R., Kossmann J., Heyer A., Trethewey R.N., Willmitzer L.* Increased potato tuber size resulting from apoplastic expression of a yeast invertase. Nature Biotech., 1997 (august), vol. 15, pp. 794-797.

7. *Синькевич М.С., Сабельникова Е.П., Дерябин А.Н., Астахова Н.В., Дубинина И.М., Бураханова Е.А., Трунова Т.И.* Динамика активности инвертаз и содержания сахаров при адаптации растений картофеля к гипотермии // Физиология растений, 2008, т. 55, № 4, с. 501-506.

8. *Kumar G.N., Knowles N.R.* Changes in Lipid Peroxidation and Lipolytic and Free-Radical Scavenging Enzyme during Aging and Sprouting of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Seed-Tubers // Plant Physiol. 1993. V. 102. P. 115-124.

9. *Hepburn H.A., Naylor F.L., Stokes D.I.* Electrolyte leakage from winter barley tissue as indicator of winterhardiness // *Ann. Appl. Biol.* 1986, V. 108, P. 164-165.

10. *Стальная И.Д., Гаришвили Т.Д.* Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты. Современные методы в медицине. М.: Медицина, 1977, стр. 66-68.

11. *Aver'yanov A.A., Lapikova V.P.* Relations of Sugars and Hydroxyl Radicals and Antifungal Toxicity of Leaf Excretions, Biokhimiya, 1989, vol. 54, pp. 1646-1651;

12. *Yaylayan V.A., Keyhani A.* Carbohydrate and Amino-acid Degradation Pathways in L-methionine/D-[13C] Glucose Model Systems. J. Agric. Food Chem., 2003, vol. 49, pp. 800-803;

13. *Morelli R., Russo-Volpe S., Bruno N., Lo Scalzo R.* Fenton-dependent Damage to Carbohydrates: Free Radical Scavenging Activity of some Simple Sugars. J. Agric. Food Chem., 2003, vol. 51, pp. 7418-7425;

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs В ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ КАПУСТЫ ПЕКИНСКОЙ

А.В. Солдатенко

Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур, Москва, Россия

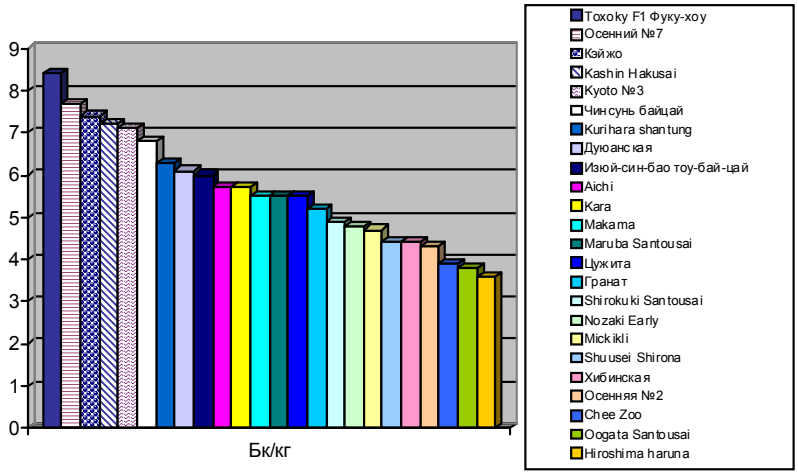
Катастрофа на Чернобыльской АЭС нанесла громадный ущерб природной среде, результатом чего явилось радиоактивное загрязнение ^{137}Cs более 37 кБк/м^2 (1 Ки/км^2) территории 18 областей Украины (4,8% общей территории), 18 областей России (0,5% общей территории) и 23% территории в 5 областях Беларуси. В настоящее время радиационная обстановка на этих территориях до сих пор остается сложной. Радиоактивные изотопы ^{137}Cs включаются в биологический круговорот веществ, накапливаются в почве, тканях растений, животных, человека, вызывая внутреннее облучение. В связи с этим нами была поставлена задача выделить сорта капусты пекинской, наименее накапливающие радионуклиды ^{137}Cs для дальнейшей селекции на данный признак.

Объект исследований был представлен 24 сортообразцами из коллекции ВИР зарубежной и отечественной селекции (рис.1).

По результатам нашего испытания в 2007 году, для дальнейшего изучения, были выделены следующие образцы: 6 сортообразцов (Michihli, Hiroshima haruna, Kurihara shantung, Oogata Santousai, Toxoky F1 Фуку-хоу и Хибинская), с контрастным выражением селектируемого признака.

Научные исследования проведены в эколого-географическом эксперименте на базе лаборатории экологических методов селекции ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур: Одинцовский район Московской области, РФ (2007-2009), а также в Брянской области, РФ в п. Белая Березка, Трубчевского района (2008-2009) и в Республике Беларусь - Гомельская область, д. Жгунь, Добрушского района (2008).

Рис.1 Уровень содержания 137Cs в товарной продукции капусты пекинской (Бк/кг), 2007год



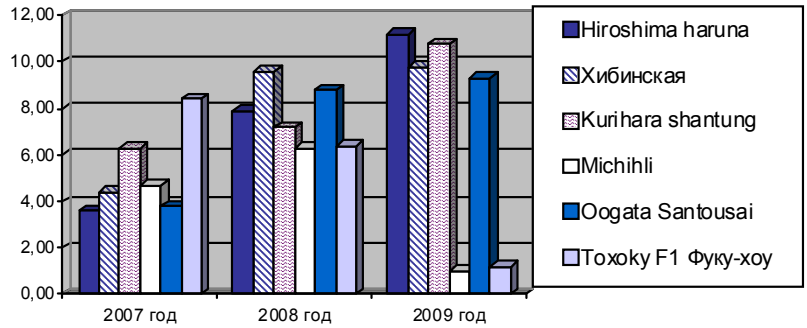
Определение содержания радионуклидов выполнили в соответствии с СанПин 2.3.2.1078-01 индекс 1.6.1. Метод испытаний МУК 2.6.1 1194-03. Исследования проведены в испытательной лаборатории пищевой продукции, продовольственного сырья, кормов, почв, грунтов, воды и агрохимикатов ООО ЦСЭМ «Московский».

Расчет параметров адаптивности и стабильности генотипов и параметры среды определяли по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой (1985 год) с помощью программы SONA. Статистическую обработку и анализ данных проводили по Б.Н. Доспехову (1985 год) на ПЭВМ IBM PC/AT с использованием пакета прикладных программ MICROSOFT EXEL 7,0.

Результаты определения уровня содержания радионуклидов в продукции показали, что ^{137}Cs содержится в ней в пределах допустимых количеств. Однако и на таком фоне накопления радионуклидов межсортовая дифференциация их выражена(рис.1,2).

Испытание в пункте Москва в течение трех лет позволило определить наличие экологической изменчивости уровня содержания ^{137}Cs в товарной продукции капусты пекинской (рис.2).

Рис.3 Уровень содержания 137Cs в товарной продукции капусты пекинской (пункт Москва, Бк/кг), 2007 - 2009 годы



Комплексная оценка результатов экологического и эколого-географического испытания показала, что наиболее низким уровнем содержания ^{137}Cs отличаются образцы Toxoky F1 Фуку-хоу и Oogata Santousai. Накопителями его в наибольшей степени являются образцы Хибинская и особенно Hiroshima haruna (таб. 1).

Экологическая изменчивость уровня содержания ^{137}Cs в основном высокая (до 63,04%). В то же время один образец Kurihara shantung средне-изменчив и может служить источником экологической устойчивости при селекции.

Только два из шести образцов высоко отзывчивы на изменение условий среды, b_i у них >1. Наименее отзывчивым на изменение условий выращивания по годам оказались образцы Toxoky F1 Фуку-хоу (b_i=-0,2) и Хибинская (b_i=0,11)(табл. 1).

Параметры адаптивности капусты пекинской по уровню содержания ^{137}Cs,
(Москва, 2007-2009 годы, Брянск 2008-2009, Гомель 2008)

Образец	X_i ср., Бк/кг	Sg_i	b_i	СЦГ$_i$
Hiroshima haruna	8,2	61,5	3,16	3,2
Michihli	7,4	57,4	0,62	3,2
Kurihara shantung	7,9	27,5	0,29	5,8
Toxoky F1 Фуку-хоу	5,3	63	-0,2	2
Oogata Santousai	6,6	55,2	2,03	3
Хибинская	8,1	38,9	0,11	5

Оптимальное сочетание низкого уровня содержания ^{137}Cs и экологической устойчивости этого показателя отмечено у образца Токоky F1 Фуку-хоу.

В целом, можно заключить, что

- наличие экологической и эколого-географической изменчивости уровня содержания радионуклидов в продукции капусты пекинской позволяет вести оценку исходного материала при селекции на стабильно низкий уровень накопления ^{137}Cs и выделять образцы для формирования ассортимента с целью выращивания экологически безопасной продукции в зонах техногенного загрязнения и для селекции;

– низким уровнем накопления радионуклидов характеризуются соответственно Токоky F1 Фуку-хоу (^{137}Cs); минимальной экологической изменчивостью уровня накопления ^{137}Cs у одного сорта - Kurihara shantung. Наилучшим сочетанием уровня накопления радионуклидов ^{137}Cs и его стабильности отличается образец Токоky F1 Фуку-хоу.

This work is devoted to studying of Brassica пекинская L. genofund for its future selection on resistance to radionuclides ^{137}Cs absorbing by development of genotypes selection than can form production with a minimum radionuclides content using own adaptive plant potential.

Работа посвящена изучению генофонда капусты пекинской для последующей селекции на устойчивость к накоплению радионуклидов ^{137}Cs, путем разработки экологических методов селекции генотипов, способных за счёт реализации собственного адаптивного потенциала растения формировать продукцию, с минимальным содержанием радионуклидов.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И СОДЕРЖАНИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ В ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ ПРИ ВОЗОБНОВЛЕНИИ ПОЛИВА ПОСЛЕ ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХИ

Е.А. Спивак, Н.В. Шалыго

ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», Минск, Беларусь, тел. (37517)2842359, e-mail: spivak_e@inbox.ru

Засуха – один из факторов, лимитирующих продуктивность сельскохозяйственных культур. В литературе имеются данные о характере ответа растения на дефицит влаги [1], однако вопрос о динамике окислительных процессов и активности защитной системы растительных клеток при возвращении растения в условия нормального водоснабжения после периода длительной засухи остается практически не изученным.

В настоящей работе исследовали общий окислительный потенциал клеток, содержание продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), проницаемость клеточных мембран, а также содержание низкомолекулярных антиоксидантов – аскорбата и глутатиона, в проростках ячменя при возобновлении полива после длительной почвенной засухи.

В опытах использовали проростки ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Гонар. Проростки выращивали в почве в режиме 14 ч света и 10 ч темноты при 23±2°С. Опытные растения не поливали с момента посадки. Через 16 сут часть сосудов с опытными растениями поливали и продолжали выращивать в течение 3 сут, поддерживая влажность почвы на постоянном уровне. Контролем служили проростки, которые регулярно поливали, а также растения, которые не поливали в течение 19 сут.

Ранее мы показали, что у 16-дневных проростков ячменя, выращиваемых без полива с момента прорастания, происходит накопление активных форм кислорода (АФК), что сопровождается интенсификацией процессов ПОЛ и нарушением барьерных свойств плазматических мембран клеток [2]. Установлено также, что почвенная засуха приводит к снижению уровня восстановлен-

ной формы аскорбата, увеличению количества восстановленного (GSH) и окисленного (GSSG) глутатиона и возрастанию показателя GSH/GSSG за счет синтеза молекул GSH *de novo* и регенерации GSH из его окисленной формы [3].

Анализ проб, взятых через 3 сут после возобновления полива, показал, что уровень АФК у таких растений был выше, чем у контрольных и опытных проростков того же возраста (рис. 1 А). Снятие действия стрессового фактора приводило к снижению в опытных растениях количества продуктов ПОЛ до контрольного уровня (рис 1 Б).

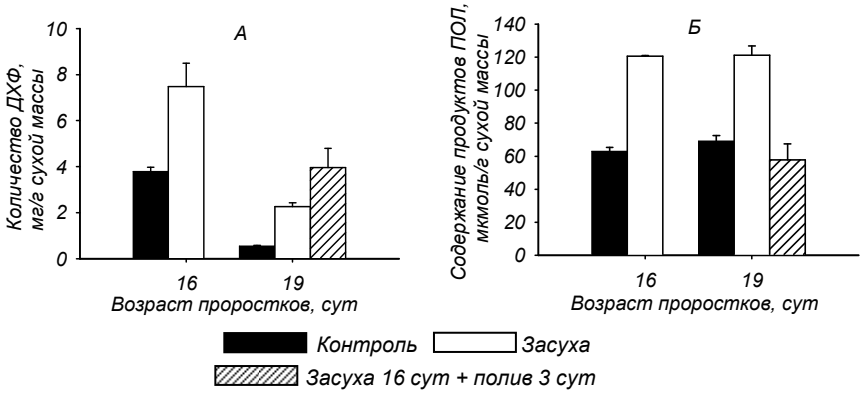


Рис. 1. Общий окислительный потенциал клеток (А) и содержание продуктов ПОЛ (Б) в проростках ячменя при почвенной засухе и после возобновления полива

Снижение количества продуктов ПОЛ сопровождалось уменьшением выхода электролитов из тканей проростков. Так, в контрольных проростках ячменя выход электролитов составлял 179,7±5,6 μS / г сухой массы, в проростках ячменя, выращиваемых в условиях засухи в течение 19 сут, этот показатель составлял 540,2±89,6 μS / г сухой массы, а в проростках ячменя, выращиваемых 3 сут после возобновления полива – 267,8±8,9 μS / г сухой массы.

Через 3 сут после возобновления полива в проростках ячменя общий уровень глутатиона был в 10 раз выше, чем в контроль-

ных проростках того же возраста и в 3 раза выше, чем у проростков, выращиваемых в условиях продолжавшейся засухи (рис 2 А). Увеличение количества глутатиона в растениях происходило в основном за счет его восстановленной формы, о чем свидетельствует более высокое значение отношения GSH/GSSG, которое в контрольных растениях и проростках, выращиваемых в условиях почвенной засухи, составляло 4,6±0,2, а у растений, выращиваемых 3 сут в условиях возобновленного водоснабжения, достигало 7,7±0,9.

Снятие действия стрессового фактора не приводило к изменению общего уровня аскорбата, однако существенно влияло на соотношение между его восстановленной и окисленной формами. Так, в проростках ячменя через 3 сут после возобновления полива количество окисленного аскорбата было вдвое больше, чем в проростках, выращиваемых в условиях нормального полива с момента прорастания, при этом содержание восстановленной формы снижалось на 15% (рис 2 Б).

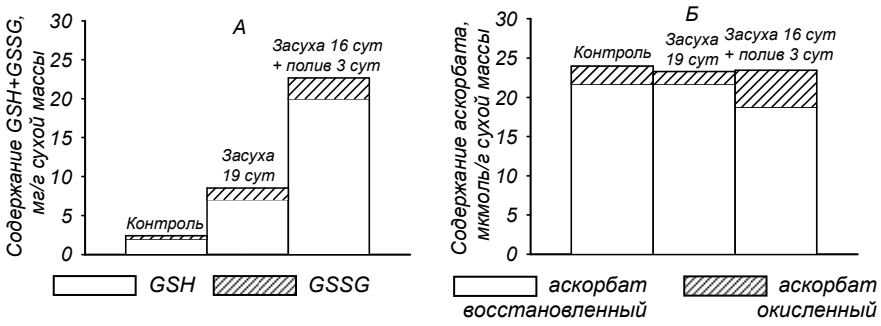


Рис. 2. Содержание глутатиона (А) и аскорбата (Б) в 19-дневных проростках ячменя

Полученные данные свидетельствуют о том, что в растениях при возобновлении полива после почвенной засухи происходит резкое возрастание общего окислительного потенциала, которое, однако, не сопровождается интенсификацией окислительных процессов. Напротив, в таких растениях уменьшается содержание продуктов ПОЛ и снижается проницаемость клеточных мембран

для электролитов, что обусловлено активацией защитной системы. При этом возобновление полива после засухи приводит к многократному увеличению уровня глутатиона и потреблению восстановленного аскорбата, вовлекаемых в ферментативную детоксикацию пероксида водорода.

Литература

1. Николаева М.К., Маевская С.Н., Шугаев А.Г., Бухов Н.Г. Влияние засухи на содержание хлорофилла и активность ферментов антиоксидантной системы в листьях трех сортов пшеницы, различающихся по продуктивности // Физиология растений. 2010. Том 57. № 1. С. 94-102.

2. Спивак Е.А. Генерация активных форм кислорода, перекисное окисление липидов и проницаемость клеточных мембран в листьях проростков ячменя (*Hordeum vulgare* L.) при засухе // Вестн. БГУ. Сер. 2. 2010. № 1. С. 51-54.

3. Спивак Е.А., Шалыго Н.В. Активность аскорбат-глутатионового цикла в проростках ячменя (*Hordeum vulgare*) при засухе // Весці НАН Беларусі. Сер. биол. наук. 2010. № 3. С. 73-77.

РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ АБРИКОСА НА ОБРАБОТКУ МОЛДСТИМОМ

Титова Н.В., Шишкану Г.В., Кинтя П.К.

Институт Генетики и Физиологии Растений АН, Кишинев, Молдова,тел. (373-22)664558 ,Email: ghsiscanu@rambler.ru

Экзогенная регуляция роста и фотосинтеза растений является одним из приоритетных направлений в физиологии растений. Поиск и изучение природных веществ, способных к регуляции этих процессов, лежащих в основе формирования урожая, открывает перспективы управления продуктивностью растений и имеет теоретическое и практическое значение. К таким соединениям относится молдстим (капсикозид), ростактивирующее соединение стероидного типа с антиоксидантными свойствами, полученное из семян Capsicum annuum L, в Институте Генетики АН Молдовы (Кинтя и др.,1982;Chintea şi alt.,2003). Ранее нами была выявлена высокая отзывчивость подвойных сеянцев и привитых растений

персика и абрикоса(Şişcanu şi alt.,2006). В данном сообщении приведены данные нескольких лет об особенностях роста районированных и перспективных сортов абрикоса при обработке молдстимом.

Опыты проводили с однолетними саженцами абрикоса разных сортов в питомнике и в молодом саду Института Плодоводства , а также с начинающими плодоносить четырехлетними растениями, выращенными в лизиметрах вегетационного комплекса Института Генетики и Физиологии Растений АНМ. В период интенсивного роста (май-начало июня) опытные растения опрыскивали 0,025% водным раствором молдстима и контрольные – водой. Через 2 недели и далее в течение вегетации определяли морфологические параметры побегов и листьев, рассчитывали листовой индекс, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза, у плодоносящих деревьев учитывали урожай.

В 2006-2008 гг. в питомнике исследовали районированные сорта Надежда, Шалах, Кишиневский ранний, Костюженский и перспективные сорта американского происхождения NJA - 32, NJA – 42 и сорт Траян, привитые на сеянцах абрикоса MVA. Выявлены особенности ответной реакции исследуемых растений на некорневую обработку натуральным стероидным веществом молдстимом: увеличение высоты и диаметра стволика, массы и площади листьев в среднем на 7-8%. Наибольший эффект был у перспективных сортов Траян и NJA-32, где различия между опытом и контролем доходили до16%. Под действием молдстима повышаются также значения листового индекса и фотосинтетического потенциала, характеризующие не только величину листового аппарата, но и длительность его функционирования (рис.1). Значительная активизация роста листьев и, следовательно, их фотосинтетической способности, а также роста побегов и штамба способствуют более полной реализации потенциальной продуктивности и повышению качества саженцев абрикоса под влиянием молдстима.

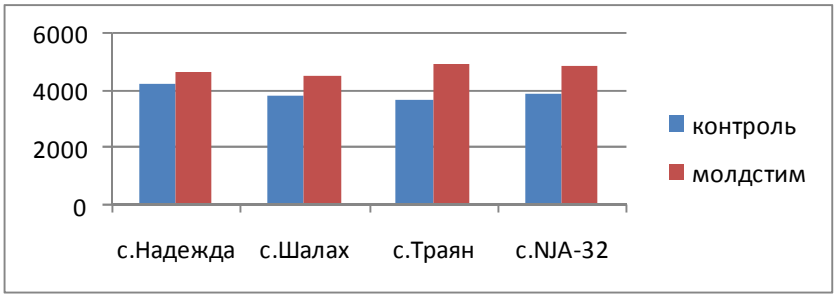


Рис.1.Влияние молдстима на фотосинтетический потенциал растений абрикоса ($м^2 \cdot м^{-2}$). Питомник.30,09.2006 г.

. Районированные сорта абрикоса Кишиневский ранний, Костюженский и новый сорт абрикоса американского происхождения NJA-42 также оказались весьма отзывчивыми на опрыскивание молдстимом. Опытные саженцы превосходили контроль по высоте и диаметру стволика, основными показателями качества саженцев в промышленном питомниководстве, примерно в 1,15 – 1,20 раз. Длина, ширина и площадь одного листа у всех опытных растений превосходят эти показатели в контроле в среднем на 8-10% (табл.1).Общее количество листьев на саженце под влиянием молдстима повышалось на 15-20% и общая площадь листьев на растении - примерно на 25-30%. Как и абсолютные значения, отношение длины листа к его ширине являются наиболее изменчивыми морфологическими признаками. отражающими, по мнению H.Tsukaja(2002), адаптацию растений к внешней среде. Значения этого отношения в контроле и опыте через 2-3 недели после обработки отличались незначительно, что может свидетельствовать об одинаковом стимулировании молдстимом нарастания листьев в длину и ширину. Через месяц и далее под влиянием молдстима рост листьев в длину у всех сортов происходит более интенсивно, чем в ширину, и отношение длина:ширина листа в опыте на 5-6% выше контроля. Возможно, в сочетании с более высокой влажностью тканей листа, обнаруженной под влиянием молдстима, может изменяться также и баланс ауксина, в большей мере ответственного за рост листа в длину, с другими фитогормонами листа.

Таблица 1. Изменение ростовых характеристик листьев однолетних растений абрикоса при обработке молдстимом. Питомник. 2008 г.

Вариант	Длина, см	Ширина, см	Длина : ширина	Площадь, $см^2$
	4.07.2008			
	Сорт NJA - 42			
Контроль	7,38	6,80	1,085	29,60
Молдстим	8,01	7,49	1,069	32,03
	Сорт Кишиневский ранний			
Контроль	7,40	7,44	0,994	29,6
Молдстим	8,65	9,47	0,914	34,6
	Сорт Костюженский			
Контроль	7,17	7,61	0,942	28,60
Молдстим	7,83	8,29	0,944	31,32
	Сорт Надежда			
Контроль	8,23	9,00	0,914	32,03
Молдстим	8,63	9,54	0,904	34,50

У сорта NJA-42 под действием молдстима в значительной мере увеличивалась удельная поверхностная плотность листьев, важный показатель структурного роста листа (Храмцова и др.,2002), положительно коррелирующий с интенсивностью фотосинтеза и продуктивностью растений. В контроле эта величина составляла 2,42 $г \cdot дм^{-2}$ сырой массы листа, а в опыте – 3,02.

В плодоносящем саду в условиях сильнейшей засухи 2007 года изучали действие препарата молдстим на рост пятилетних растений абрикоса сортов Костюженский и Шалах и новых перспективных сортов Траян и NJA-32. В засушливый период вегетации с дневными температурами 35-40° С и количеством осадков окодо20% от нормы также проявилось стимулирующее действие молдстима на рост побегов и листьев абрикоса. У растений, опрыснутых молдстимом. уже через 10-15 дней обнаружена тенденция и в последующих определениях усиление роста побегов в длину и в диаметре, а также длины, ширины и площади листьев в 1,2 – 1,3 раза. К примеру, площадь одного листа в средней части прироста

у сорта Траян в контроле составляла 27,2 см^2 и в опыте с молдстимом – 32,7 см^2. У других сортов эти различия составляли 3,5 – 4,0 см^2. Как и у молодых саженцев, для плодоносящих деревьев при обработке молдстимом характерно повышение удельной поверхностной плотности листа, что отражает их структурные особенности и фотосинтетическую способность. Эта величина у сортов Костюженский и Шалах в опыте превышает контроль на 7 – 12% и у перспективных сортов Траян и NJA-32 до 14 %.

Особенности развертывания листовой поверхности и структурные характеристики листьев у опытных растений абрикоса в значительной степени определяли величины листового индекса, фотосинтетического потенциала, нетто-ассимиляции и в конечном итоге продуктивности растений. У всех сортов эти величины превышали контроль в тех же процентных соотношениях, что и отдельные составляющие: на 8-10% у сортов Костюженский и Шалах и на 14% выше у новых перспективных сортов Траян и NJA-32.

В 2009 году учитывали урожай вступивших в плодоношение четырехлетних растений абрикоса сорта Костюженский, выращенных в контролируемых условиях лизиметров и подвергшихся обработке молдстимом в течение двух предыдущих лет. Такие фотосинтетические параметры как листовой индекс, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза, а также масса одного плода в контроле уступали значениям в опыте 4-5%. Количество плодов и соответственно масса урожая на одном растении под влиянием стероидного гликозида молдстим превышало контроль на 10%. Так, масса плодов с одного контрольного дерева составляла 3982г и у опытных деревьев – 4377 г.

В результате проведенных исследований выявлено, что районированные сорта и в большей мере новые перспективные сорта абрикоса характеризуются высокой отзывчивостью на действие ростактивирующего соединения стероидного типа натурального происхождения молдстим. Под влиянием этого вещества в значительной степени стимулируются рост побегов и стволика саженцев, темпы нарастания ассимиляционной поверхности, увеличиваются значения компонентов продукционного процесса, что способствует формированию более высокого качества саженцев в питомнике

и повышению урожайности молодых плодоносящих деревьев абрикоса.

Литература

Кинтя П.К.,Лазурьевский Г.В и др. Поиск антиоксиданто в ряду стероидных гликозидов.// Химикофармацевтический журнал,1982, №1, с.95-97.

Chintea P., Balaşova N.,Mamedov M., Pîşnaia O. Procedeu de tratare a seminţelor de ardei. MD 2203 G2 2003.07.31.

Şişcanu Gh.,Piscorscaia V.,Titova N., Chintea P. Răspunsul fotosintetic al plantelor pomicole la aplicarea preparatului Moldstim. Bul.AŞ RM, s.şt. şi vieţii, 2006,№2, p.21

Tsukaya H. The leaf index. Heteroblasty, natural variation and the genetic of polar processes of leaf expansion // Plant and Cell Physiol., 2002, v 43, №4. – P/372 – 378.

Храмцова Е.В.,Киселева И.С.,Малкова Н.А. Взаимосвязь продукционных параметров с ростовыми и мезоструктурными характеристиками фотосинтетического аппарата рода Triticum L.//Современные проблемы сельского хозяйства. Калиинград,2002, с.163-171.

ПОЗИТИВНЫЕ И НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Н.Н. Топчий

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина, т. (044) 522-39-95, t_nataliya@ukr.net

Всем известно, что антиоксиданты – ингибиторы окисления, которые тормозят окисление органических соединений. К таким веществам относятся витамины (А, С, Е), пектин, селен, лимонная кислота, антоцианы и т.д. Большинство учёных в своих публикациях утверждают, что антиоксиданты необходимы организму для борьбы со свободными радикалами, то есть, соединениями, которым не достаёт одного электрона, вследствие чего они стремятся отобрать недостающий электрон у других молекул в клетке, что приводит к окислению и нарушению внутриклеточного баланса. В

ослабленную клетку стремятся попасть новые свободные радикалы, токсичные и вредные вещества. Витамин С (аскорбиновая кислота) активно участвует в такой борьбе, являясь водорастворимым витамином и составляющим компонентом в процессе образования коллагена и восстановлении фолиевой кислоты в кофермент и т.д. Данный витамин входит в состав многих кормов для животных и рекомендуется как необходимый элемент ежедневного рациона человека. При его недостаточном количестве у человека и животных снижается сопротивляемость организма разным заболеваниям, уменьшается продуктивность.

Но использование этого витамина, как и других химических соединений, требует предельной осторожности, поскольку каждый организм индивидуальный. Так, у некоторых людей и животных, существует ряд заболеваний, называемых ферментопатии. Это наследственные заболевания, при которых в организме нарушен синтез фермента(ов) или этот фермент вообще не синтезируется организмом. Ферментопатии могут не проявятся в течении жизни организма, или проявится после попадания в организм провоцирующего вещества.

Употребление аскорбиновой кислоты в организм человека или животного с пищей при отсутствии глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФД) – фермента, участвующего в стабилизации мембранных эритроцитов – может вызвать гемолиз эритроцитов. Вероятность этого увеличивается при гипогликемии и инфекционных заболеваниях. Спасти пострадавшего можно только срочным гемодиализом или обменным переливанием крови. Кроме того, недостаток данного фермента в организме вызывает токсичность других лекарственных препаратов Такой генетический дефект встречается с частотой 1% в популяциях. Однако, на сегодняшний день разработаны тесты, которые позволяют выявить носителей данной ферментопатии.

Таким образом, использование в сельском хозяйстве витамина С требует осторожности. Разработка пищевых и кормовых продуктов нуждается во взаимосотрудничестве не только с ветеринарными и фармакологическими службами, но и с генетиками, которые владеют современными данными о распространении наследственных заболеваний среди мира человека и животных. Ведь

некоторые препараты могут вызвать не только не излечимые заболевания у животных, но и быть опасными для их хозяев.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ *GLYCYRRHIZA GLABRA* L. В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

В. Н. Флоря, В. П. Доня, П. К. Кинтя, В. В. Доня

Институт Генетики и Физиологии Растений АНМ, Кишинэу, Республика Молдова, тел (373-22) 77-04-47; Государственный Аграрный Университет Молдовы, Кишинэу, тел. (373-22) 21-02-09; Государственный Университет Молдовы, Кишинэу, тел. (373-22) 22-57-10

Род Glycyrrhiza (сем. Fabaceae) включает 13 видов растений, распространенных в мировой флоре. Большой практический интерес представляет Glycyrrhiza glabra L. (солодка голая), которая имеет более чем 6000-летнюю историю использования ее в различных интересах человеческой деятельности. Среди цветковых растений она занимает первое место по числу используемых лекарственных препаратов. Кроме лекарственного применения, корни солодки голой используются в более 20 отраслях промышленности.

Большие перспективы имеет солодка в связи с ее высоким фитомелиоративным эффектом. Она произрастает на сильнозасоленных, обедненных смытых склоновых землях. Как корневищный многолетник, обладающий высокой вегетативной подвижностью, она предохраняет почву от эрозии. Исследованиями установлено, что в пределах естественного ареала встречаются формы, специализированные к различным типам засоления почвы. Высокий уровень адаптации к засолению представителей различных популяций объясняется глубоким проникновением корневой системы, мелколистностью, листопадностью, большим осмотическим давлением клеточного сока и его концентрацией. Основные естественные местообитания солодки голой - берега и русла маловодных ручьев и канав, занимая участки как с незасолёнными, так и с засоленными

почвами, от тяжелого глинистого до рыхлого песчаного механического состава. Встречается как сорное растение вдоль дорог, на залежах и в посевах различных культур. Интенсивная эксплуатация естественных зарослей и другие антропогенные факторы привели к снижению продуктивности природных фитоценозов. Поэтому проводятся работы по введению растения в культуру, созданию и расширению промышленных плантаций.

Опыт по выращиванию солодки голой в условиях Республики Молдова показал, что всходы на протяжении первых месяцев развиваются медленно и нуждаются в постоянном уходе. Рост надземных побегов наблюдается во второй половине лета и до конца вегетационного сезона, их высота достигает 40 см. У наиболее развитых особей (не более 30 %) из пазух нижних стеблевых листьев развиты до 5 боковых побегов первого порядка. Главный корень углублен в почву до 40 см при диаметре базальной части 0,5.1,0 см. В средней его чести развито по несколько боковых корней, а на более глубоких участках имеются до 20 тонких боковых корней. В течение осенних месяцев у большинства однолетних растений развиваются горизонтальные корневища из почек, заложенных в пазухах семядолей. До конца первого вегетационного сезона у особей имеется по 2-3 горизонтальных корневищ различных размеров.

Растения 2-го года жизни характеризуются интенсивным ростом надземных побегов с момента отрастания (вторая половина апреля) до середины лета. Одновременно с увеличением высоты ортотропных побегов из пазух средних стеблевых листьев, акропетально, развиваются боковые побеги первого порядка, а на них – побеги второго и третьего порядков. Рост надземных побегов продолжается до середины сентября. Высота растений к этому времени составляет 100-125 см.

На втором году вегетации наблюдается образование надземных побегов, развивающихся из почек расположенных на горизонтальных корневищах (начало образования парциальных кустов). В единичных случаях и из апикальной почки корневища развивается ортотропный надземный побег, а рост в длину такого корневища прекращается. На протяжение весенне-летнего сезона из почек, заложенных на семядольном узле и на подземной части надземных побегов развивается следующее поколение горизонтальных корне-

вищ. Длина последних варьирует от 20 до 100 см. На корневищах, в зависимости от их длины, закладываются до 15 пазушных почек возобновления с расстоянием между ними до 5,0 см. Большинство корневищ двулетних растений располагаются в пахотном горизонте почвы - до 15 см глубины. Одновременно с ростом горизонтальных корневищ наблюдается значительное увеличение размеров главного и боковых корней. Главный корень углубляется на 70-80 см, а диаметр его базальной части достигает 3,5 см. Боковые корни редко расположены и наибольшего развития достигают те, которые находятся до 50 см глубины. В результате контрактильной деятельности главного и боковых корней семядольный узел и базальные части надземных побегов с пазушными почками втянуты в почву на глубину 4-5 см.

На третьем году жизни интенсивный рост надземных побегов наблюдается также до середины лета, когда их высота достигала 170-190 см. Осевые побеги этого возраста характеризуются более обильным ветвлением – помимо побегов первого порядка, они развивали побеги второго-четвертого и пятого порядков. Как по высоте надземных побегов, дифференциации листовых пластинок, так и по их структуре, побеги трехлетних растений не отличаются от побегов четырехлетних особей и особей последующих возрастов.

Около 15% особей солодки голой в трехлетнем возрасте переходят в генеративное состояние. Из пазух средних стеблевых листьев осевых побегов развиваются соцветия. У данного вида до наступления фазы бутонизации генеративные побеги не отличаются от вегетативных. По мере роста надземных побегов, в пазухах стеблевых листьев формируются по 2-3 почки. Из пазух средних стеблевых листьев могут развиваться многоцветковые соцветия, боковые побеги на верхушках с немногоцветковыми соцветиями или боковые побеги с ассимилирующими листьями. Почки, образовавшихся в пазухах остальных листьев остаются в состоянии покоя, затем отмирают, так как все надземные побеги являются моноциклическими и монокарпическими. Число цветков и плотность их расположения в соцветиях варьируют в пределах осевого генеративного побега и каждой особи. Как правило, самые крупные соцветия образуются в средней зоне осевого побега и насчитывают по 40-50 цветков. Соцветия, развивающиеся на верхушках

боковых побегов, содержат значительно меньше цветков (не более 10 штук). В условиях культуры продолжительность фазы цветения 40-60 дней. Цветки в пределах соцветия и соцветия в предках генеративного побега цветут акропетально. В каждом соцветии около 30% плодов содержат недоразвитые семена. Аналогичные результаты отмечены авторами у растений в естественных фитоценозах. Образования высокого процента недоразвитых семян авторы связывают с поражением цветков некоторыми насекомыми, которые обильно посещают солодковые популяции во время реализации фазы цветения.

В условиях культуры высыхания плодов солодки голой до наступления фазы их физиологического созревания может быть следствием дефицита воздушной и почвенной влаги в конце лета, когда высокая температура воздуха поддерживается месяц и более.

На третьем году жизни солодки голой отмечены некоторые особенности в развитии подземных органов. Продолжается увеличение размеров главного и боковых корней, числа и длины горизонтальных корневищ, а также наблюдается формирование вертикальных корневищ. Основная масса горизонтальных корневищ расположена в пахотном горизонте почвы – до 30 см глубины. Их диаметр от 0,5 до 1,0 см. К концу третьего вегетационного сезона главный корень углублен в почву до 1,5-2,0 м, и диаметр его базальной части достигает 4,0 см. В это время становится заметной ярусность расположения горизонтальных корневищ: первый ярус на глубине до 20 см, второй - до 40 см и третий - ниже 50 см.

В последующие годы повторяется описанный порядок разрастания надземных и подземных органов. Надземные побеги формируются из почек, заложенных на различных участках семядольного узла, на базальных подземных участках вегетативных и генеративных побегов предыдущих поколений, а также на горизонтальных корневищах. Происходит ежегодное увеличение числа и плотности расположения надземных побегов, а также числа генеративных побегов и фактической семенной продуктивности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ С ЧАСТИЧНОЙ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЗИНТЕГРАЦИЕЙ

В. Н. Флоря, В. П. Доня, В. В. Доня

Институт Генетики и Физиологии Растений АНМ, Кишинэу, Республика Молдова, тел (373-22) 77-04-47;
Государственный Аграрный Университет Молдовы, Кишинэу, тел. (373-22) 21-02-09;
Государственный Университет Молдовы, Кишинэу, тел. (373-22) 22-57-10

Растения, соответствующие группе моноцентрических биоморф с частичной морфологической дезинтеграцией, являются многолетними, поликарпическими, но различаются по особенностям развития надземных и подземных органов, особенностям реализации онтогенетической программы и степенью проявления адаптивного потенциала в новых условиях.

В культивируемых популяциях представители моноцентрических биоморф с частичной дезинтеграцией реализуют онтогенетическую программу двумя или несколькими путями и, таким образом, обеспечивают сохранение особей соответствующих культур. Конкретные условия произрастания и характер метеоусловий каждого вегетационного сезона способствуют проявлению у растений определенных морфоструктурных модификаций, направленных против отрицательного воздействия неблагоприятных факторов.

Для особей Echinacea purpurea (L.) Moench. и Echinops ritro L. характерны симподиальные розеточные побеги. У этих видов развитие монокарпических генеративных побегов наблюдается только из центра более развитых листовых розеток. В дальнейшем увеличивается число розеточных побегов, которые оказываются в неблагоприятных условиях. У особей E. purpurea, после каждого плодоношения, подземные участки генеративных побегов постепенно отдаляются в центробежном направлении и различаются по степени их развития. Такая особенность устраивает растения из естественных условий, которые произрастают в местах с избыточ-

ным увлажнением. Если условия произрастания не обеспечивают развитие генеративных побегов, розеточные побеги остаются вегетативными в течения 3-4 лет и более, становясь полициклическими. Как правило, многолетние розеточные побеги в дальнейшем развивают олигокарпичные генеративные побеги, что подтверждает возможность расширения ареала данного вида.

Особи Echinops ritro характеризуются более прогрессивным адаптивным потенциалом. После первого и последующих плодоношений у базальной части генеративных побегов развиваются только по два розеточных побега. По мере увеличения числа надземных побегов увеличиваются и размеры семядольного узла, а также главного корня. На подземных участках плодоносивших побегов развиваются придаточные корни, которые достигают размеров боковых корней. Хорошо развитая стержневая корневая система сохраняется до конца онтогенеза особей. Это обеспечивает их регулярное плодоношение, нормальную жизнедеятельность всех розеточных побегов и большую продолжительность средневозрастного этапа.

Моноцентрические биоморфы с частичной дезинтеграцией, но с моноподиальными розеточными побегами будут рассмотрены на примере 3 видов: Polemonium caeruleum L., Potentilla erecta (L.) Raeuch. и Pyrethrum cinerariaefolium Trev. В отличие от предыдущих видов, для них характерно присутствие вегетативных розеточных побегов до полного завершения онтогенеза. Генеративные побеги развиваются не из центра розеточных побегов, а из пазух листьев вегетативных побегов. После плодоношения генеративные побеги отмирают, но не участвуют в образовании подземных структур.

Для Polemonium caeruleum условия культуры менее благоприятны, чем условия из естественных фитоценозов. Жизнедеятельность особей в новых условиях возможно только благодаря наличию определенных адаптивных особенностей. Большая продолжительность этапов прегенеративного периода (не менее 3 лет) приводит к развитию многочисленных вегетативных побегов, которые придаточно укореняются. У взрослых растений генеративные побеги всегда полициклические (3-5 лет) или отсутствуют, но надземная часть представлена многочисленными розеточными побегами, расположенными очень компактно. Эти разновозрастные

побеги с листьями различных размеров придают особям полушаровидную форму, плотно прижатую к поверхности почвы. Именно такая форма обеспечивает благоприятные условия для последующих поколений почек и уменьшает испарение влаги из зоны расположения корневой системы. В данном случае растения реагируют на неблагоприятные условия двумя путями: процессами олигомеризации генеративной сферы и полимеризации вегетативной сферы.

В отличие от предыдущего вида, у особой Potentilla erecta u Pyrethrum cinerariaefolium наблюдаются специфические изменения, касающиеся образования системы подземных органов. Начиная с имматурного возраста, из семядольного узла развиваются несколько розеточных побегов, которые остаются вегетативными до завершения онтогенеза. Из пазух листьев этих побегов развивается другая генерация розеточных побегов, но потенциально генеративных, ди-, три-, или полициклических. Постепенно нижняя часть вегетативных побегов углубляется в почву (иногда до 8-12 см) и придаточно укореняется, а последующие поколения вегетативных и потенциально генеративных побегов развиваются выше предыдущих. В результате этого, надземная часть взрослых растений представлена многочисленными побегами, расположенными очень компактно, что придают растениям также полушаровидную форму. При реализации фазы цветения, наружная поверхность растений состоит из многочисленных цветков или соцветий, а под ними накапливается толстый слой опавших листьев.

Представители биоморф с частичной дезинтеграцией, у которых отсутствуют розеточные побеги (Hypericum perforatum L., Leonurus cardiaca L., Polygonum coriarium Grig. u Scutellaria baicalensis Georgi), в условиях культуры характеризуются значительным сокращением онтогенетической программы. Этапы прегенеративного периода реализуются в течение первого года жизни, и до конца вегетационного сезона около 30% особей соответствуют ранневозрастному генеративному этапу. Условия культуры обеспечивают закладку большого числа почек возобновления, из которых в следующем году развиваются генеративные побеги, и все особи соответствуют средневозрастному генеративному этапу.

Первые два года растения реализуют почти весь генеративный потенциал и в 3-летнем возрасте соответствуют позднему

генеративному состоянию, что свидетельствует о нецелесообразности дальнейшей эксплуатации плантаций. Последние два вида находятся еще 2-3 года в средневозрастном генеративном этапе и отмирают, не реализуя последующие онтогенетические этапы. Следовательно, продолжительный онтогенез (до 40 лет) этих растений в естественных фитоценозах свидетельствует о том, что они находятся в неблагоприятных условиях, и о том, что они характеризуются большим адаптивным потенциалом.

Опыты показали, что почвенно-климатические условия Республики Молдова благоприятны для выращивания этих культур. Для них выявлены общие онтоморфологические особенности. Во-первых, для данных видов характерна тенденция к увеличению продолжительности вегетации. Для этого, растения максимально используют благоприятные условия осенних месяцев. После созревания плодов фотосинтетический аппарат сохраняется на всех побегах и функционирует до наступления зимы. Во-вторых, особи, оказавшиеся в наиболее благоприятных условиях реализуют всю онтогенетическую программу на протяжении средневозрастного генеративного этапа и постгенеративный период отсутствует.

Одним из механизмов, определяющих устойчивость популяций вида в естественных фитоценозах, авторы считают продолжительность этапа интенсивной генеративной деятельности.

В культивируемых популяциях упомянутых видов продолжительность средневозрастного генеративного этапа составляет около 60% от продолжительности онтогенеза. Следовательно, основной генеративный потенциал реализуется по восходящей линии онтогенеза. Нисходящая линия включает, в основном, постгенеративный период, когда фотосинтетический потенциал резко уменьшается, так как жизнедеятельность вегетативных побегов недостаточно обеспечена корневой системой, где преобладает некротический процесс. Особи с большой продолжительностью прегенеративных этапов, как правило, характеризуются низким уровнем жизненности, минимальным числом генеративных побегов и минимальными значениями признаков продуктивности.

ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕЗА *GLYCYRRHIZA GLABRA* L. В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ

В. Н. Флоря, В. П. Доня, , П. К. Кинтя, В. В. Доня

Государственный Аграрный Университет Молдовы, Кишинэу, Республика Молдова, тел. (373-22) 21-02-09; Институт Генетики и Физиологии Растений АНМ, Кишинэу, Республика Молдова, тел. (373-22) 77-04-47; Государственный Университет Молдовы, Кишинэу, тел. (373-22) 22-57-10

Результатом разностороннего использования солодки голой (Glycyrrhiza glabra L.) и бессистемности заготовок сырья является ухудшение состояния дикорастущих зарослей. Многие авторы отмечают, что процессы антропогенного опустынивания в большей или меньшей степени затронули практически все сообщества солодки, формирующиеся в низовьях Амударьи. В связи с нарушением экологических условий местообитаний наблюдается повсеместная деградация солодковых сообществ. Последние уже не образуют крупных массивов, а узкой полосой в 1,5-2,0 м протягиваются вдоль русел водотоков, ирригационных сооружений, вокруг полей на луговых почвах, подпитываемых пресной водой.

По мнению специалистов, для дальнейшего расширения производства солодкового корня необходимым условием является продолжение работ по выявлению новых запасов дикорастущих зарослей и изучению способов их рациональной эксплуатации. Особенно важным шагом является разработка оптимальных агротехнических приемов выращивания данной культуры в различных почвенно-климатических условиях. В плане разрешения этих вопросов создаются коллекции видов и экотипов рода Glycyrrhiza, изучается потенциальная и фактическая их продуктивность, а также отбираются перспективные формы для создания и расширения плантаций.

Наши исследования показали, что семена солодки голой могут быть высеяны в разные сроки: подзимний – без предварительной подготовки и весенний – после скарификации.

Проростки представлены семядольными пластинками, имеющими в первые дни желтый оттенок, а затем приобретающими ярко–зеленую окраску. Семядоли эллиптические, слегка кожистые, около 1,0 см длины и 0,7 см ширины. Гипокотиль беловато-зеленый, в нижней части утолщенный, 1,0-1,2 см длины, переходящий в стержневой корень. Продолжительность жизни проростков 10-15 дней.

Всходы имеют первые 2-3 настоящих листа простые, состоящие из одного листочка: его пластинка округлая, при основании слабо сердцевидная, цельнокрайняя, 1,5 см в диаметре. Последующие листья тройчатые, развертываются через 15-20 дней после предыдущего листа. Пластинка листа с нижней стороны и по краю покрыта мелкими железками. На черешке листа, кроме железок, находятся простые серповидные волоски. С образованием 6-7-го листа усложняется их строение. Например, 6-9-й листья состоят из пяти листочков. Форма последних эллиптическая и размеры крупнее, чем у предыдущих. Данное возрастное состояние продолжается около 30 дней.

Ювенальные растения характеризуются ортотропными побегами до 10 см высоты, на верхушке несущими листья с 7 -9 листочками. С появлением этих листьев связано образование боковых побегов. Поэтому продолжительность ювенильного состояния кратковременна или трудно разграниченная от имматурного.

Имматурные растения образуют первые боковые побеги из 3-4–го нижних стеблевых узлов. Длина последующих боковых побегов уменьшается акропетально. В это время у растений преобладают листья взрослого типа, что свидетельствует о наступлении следующего возрастного состояния.

Виргинильные растения продолжают увеличение высоты главного побега и образования новых боковых побегов. В конце вегетационного сезона растения достигают 40-60 см высоты. Большинство растений из культивируемой популяции соответствуют виргинильному этапу в течение последующих двух вегетационных сезонов.

Молодое генеративное состояние в 3-летнем возрасте достигают только наиболее развитые особи из культивируемой популяции. Их надземные побеги имеют параметры, характерные для

взрослых растений. Основания надземных побегов втянуты ниже поверхности почвы, где обеспечены благоприятные условия для перезимовки почек возобновления. У растений данного онтогенетического этапа отмечены 3 варианта дальнейшего развития:

1) Надземные побеги развиваются только из почек, заложенных на семядольном узле, а почки на базальной части прошлогодних побегов остаются в состоянии покоя;

2) Почки на семядольном узле остаются в состоянии покоя, а надземные побеги развиваются только из почек, заложенных на подземных участках побегов предыдущего года;

3) Из почек подземных участков прошлогодних побегов развивается следующее поколение надземных побегов, а из почек, семядольного узла развиваются только горизонтальные подземные корневища.

Важно отметить, что во всех вариантах надземные побеги не различаются по темпам роста, числу и размерам междоузлий и листьев, а также степени и особенностям развития подземных органов.

Растения соответствуют молодому генеративному возрасту только один вегетационный сезон – первое плодоношение.

Особи средневозрастного генеративного состояния характеризуются интенсивным ростом надземных побегов, а также сохранением прошлогодних и образованием новых корневищ. За счет ежегодного прироста в длину горизонтальных корневищ, происходит увеличение площади, занятой особью. От них отходят вертикальные корневища, которые в одних случаях выносят на поверхность почвы побеги, а в других – не достигая поверхности почвы, сильно ветвятся и образуют множество новых горизонтальных корневищ, которые располагаются в различных плоскостях. Придаточные корни всегда хорошо заметны на молодых корневищах, но с возрастом последних сохраняются только в местах закладки пазушных почек. Особенно хорошо они развиваются при разветвлении корневищ и при образовании парциальных кустов.

Иногда отрезки вертикальных корневищ очень сильно утолщаются и образуют кусты из многочисленных надземных побегов. В свою очередь утолщенные в верхней своей части вертикальные корневища служат местом отхождения молодых вертикальных корневищ и нового яруса горизонтальных корневищ. Та-

ким образом, средневозрастные генеративные растения образуют сложную систему надземных и подземных органов, состоящую из главного корня с мощным семядольным узлом и большим запасом почек возобновления для последующих поколений побегов. На разных расстояниях от материнского растения развита серия парциальных кустов и побегов, соединенных друг с другом и материнским корнем посредством горизонтальных корневищ, на которых имеются многочисленные пазушные почки и редко расположенные придаточные корни. Горизонтальные корневища расположены в разных плоскостях и на разной глубине от поверхности почвы, что обеспечивает нормальную жизнедеятельность растений в течение всего вегетационного сезона.

Возраст перехода растений в старом генеративном и последующих возрастных состояний не установлен. На 10-м году жизни в центральной части семядольного узла (на месте отмерших первых надземных побегов) обнаруживается отмершая ткань, которая постепенно распространяется центробежно и вглубь по длине главного корня. Однако наличие возрастной гнили еще не является признаком естественного старения и незначительно сказывается на общее состояние особи, так как запас почек возобновления обеспечивает ежегодное развитие новых надземных побегов, вертикальных и горизонтальных подземных корневищ.

СТАХИОЗА – БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЙ ОЛИГОСАХАРИД ИЗ *STACHYS SIEBOLDII MIG.*

О.В. Цепаева, С.Т. Минзанова, Л.Г. Миронова, В.Ф. Миронов, В.В. Зобов, В.К. Гинс*, П.Ф. Кононков*, М.С. Гинс*

Учреждение РАН Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань, Российская Федерация, тел.: (843)231 91 66, e-mail: tsepaeva.@iopc.ru
**Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур РАСХН, Одинцово, Москва*

Одним из основных видов функциональных ингредиентов пищи являются олигосахариды. Функциональные свойства этих веществ заключаются в благотворном влиянии на организм чело-

века путем селективной стимуляции роста полезной кишечной микрофлоры, причем таким воздействием будут обладать только неперевариваемые олигосахариды, которые достигают толстого кишечника в неизменном виде. Такие свойства названы пребиотическими, а сами олигосахариды пребиотиками. Одними из таких олигосахаридов является стахиоза и раффиноза. Данные олигосахариды в значительном количестве содержатся в сое, бобах, свекле и др. растительных источниках. Нами выбрана нетрадиционная для России культура стахис – растение с большим содержанием олигосахаридов.

Для контроля и идентификации олигосахаридов в клубнях стахиса нами были подобраны условия извлечения суммарных углеводов и разработана схема проведения анализа. Исследование полноты извлечения олигосахаридов было проведено с использованием двух способов получения – щелочной экстракции и экстракции 70 % раствором этилового спирта.

Щелочная экстракция проводилась дважды 0.2 М раствором $Ca(OH)_2$ при комнатной температуре и гидромодуле 1:10 в течение 4 часов. Нейтрализацию экстрактов проводили щавелевой кислотой. После обработки экстракта активированным углем проводили концентрирование раствора под вакуумом при 40 ˚С. Затем проводилась дополнительная очистка анион- и катион обменными смолами. Раствор вновь концентрировали до нужного объема. Выход сухих веществ – 48.3 %.

При экстракции 70 % раствором этанола сырье предварительно обрабатывали охлажденным ацетоном при гидромодуле 1:6 и гексаном при гидромодуле 1:6 при комнатной температуре. Обезжиренное таким образом сырье экстрагировали 70 % раствором этанола в соотношении 1:10 по объему. Выход сухих веществ – 45.1 %. Анализ суммарного содержания водорастворимых углеводов проводили фенол-серным методом. Было показано, что максимальное извлечение сахарозы, раффинозы, стахиозы достигается при щелочной экстракции - 72.6 % от сухих веществ. Полученные углеводы подвергались разделению колоночной хроматографией на силикагеле L 40/100, подвижная фаза *i*-PrOH : H_2O : EtOAc (160 : 40 : 40). Для анализа компонентного состава отдельных собранных фракций использовали методы ТСХ и ВЭЖХ.

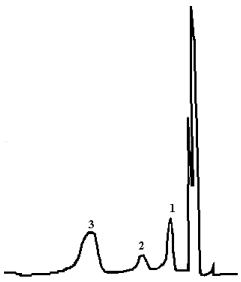


Рис. 1. ВЭЖХ фракции экстракта из стахиса
(1 – сахароза, 2 – раффиноза, 3 – стахиоза)

Структура очищенной на колонке фракции стахиозы доказывалась методами ИК- и ЯМР-спектроскопии (Рис.2).

Олигосахариды – раффиноза и стахиоза – имеют пониженную калорийность, со сладостью, составляющей 70 % от равного количества обычного сахара, устойчивы к нагреванию и кислотам. Могут быть использованы при приготовлении разнообразных продуктов питания (безалкогольные напитки, молочные продукты, хлебобулочные изделия, минеральная вода). Так же могут находить широкое применение в косметической промышленности, ветеринарии.

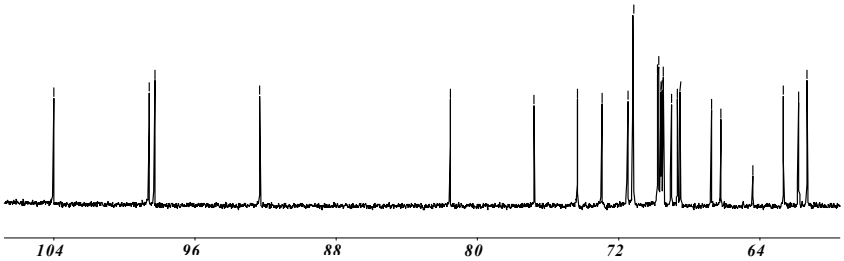


Рис.2 Общий вид спектра ЯМР ^{13}C-{^{1}H} стахиозы

На основе полученных результатов можно рекомендовать стахис как перспективный источник стахиозы и раффинозы, конкурентоспособный с традиционно используемым источником данных олигосахаридов - соей.

Работа поддержана программой № 5 ОХНМ РАН.

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.А Чеботарева[1], И.И. Баяндина[1], Ю.В. Загурская[2], Л.П. Казанцева[3], Г.В. Самойлова[4], Е.В.Дымина[1]

[1]ФГОУ ВПО "Новосибирский государственный аграрный университет", г. Новосибирск, Россия, 8(383)2673629, e-mail: ChebotarevaNatalya@yandex.ru
[2]Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово, Россия
[3]Алтайский филиал Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ГАБС), п. Камлак, Россия
[4]ГОУ Омский государственный университет, г. Омск, Россия

В последнее время фитохимики, фармакологи и врачи разного профиля проявляют повышенный интерес к изучению и использованию представителей рода эхинацея. Род *Echinacea* входит в состав семейства сложноцветных (*Compositae* или *Asteraceae*). Родина эхинацеи Северная Америка. Наиболее известна и широко используются в медицинских целях эхинацея пурпурная (*E. purpurea*), которая в настоящее время применяется для получения препаратов, повышающих неспецифическую резистентность к инфекции, обладающих имунностимулирующими свойствами. Из всех химических соединений входящих в состав эхинацеи, наиболее всесторонне изучены полисахариды, с которыми многие ученые связывают способность эхинацеи стимулировать иммунитет. Полисахаридами богата надземная часть *E. purpurea*. Фенольные соединения эхинацеи (гидроксикоричные кислоты и флавоноиды) обладают антибактериальным, противогрибковым и антиоксидантным действием, а также усиливают иммуностимулирующую активность водорастворимого полисахаридного комплекса (Самородов и др., 1996, Гос. Фармакопея СССР, 1990).

Целью нашей работы было: получить достоверные данные для сравнения показателей содержания фенольных соединений в образцах *Echinacea purpurea* из различных регионов Сибири.

Растения *Echinacea purpurea* выращены в 4 регионах Западной Сибири: г. Новосибирске, г. Кемерово, г. Омске и п. Камлак (Республика Алтай) рассадным способом из генетически однородных семян.

Расхождение по срокам выполнения агротехнических мероприятий во всех регионах было менее 3 суток. Сбор образцов для определения содержания фенольных соединений осуществлялся 14 – 16 сентября 2010 года.

Содержание фенольных соединений (флавоноидов и фенолкарбоновых кислот) изучали общепринятыми, модифицированными для объектов исследования методами (Беликов и др., 1990; Куркин и др., 1998). Все полученные данные статистически обработаны с помощью программ пакета SNEDECOR® (Сорокин, 2009).

Больше всего гидроксикоричных кислот (Рис. 1) содержится в растениях, выращенных в Камлаке (4,8%). Их количество убывает по регионам возделывания: Камлак > Кемерово > Новосибирск > Омск. Количество гидроксикоричных кислот в листьях из Кемерово приближалось к образцу из Камлака, и было более чем на 1% выше их содержания в растениях из Омска и Новосибирска. Полученные различия достоверны на 5% уровне.

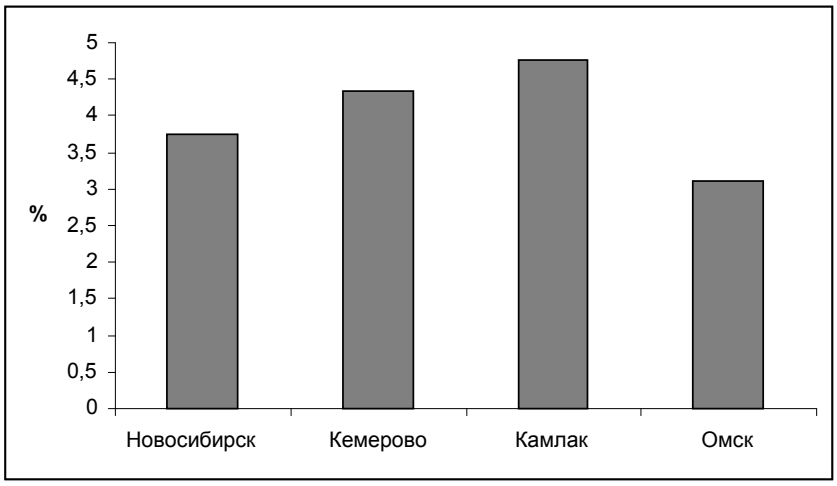


Рис. 1. Содержание гидроксикоричных кислот в листьях *Echinacea purpurea*.

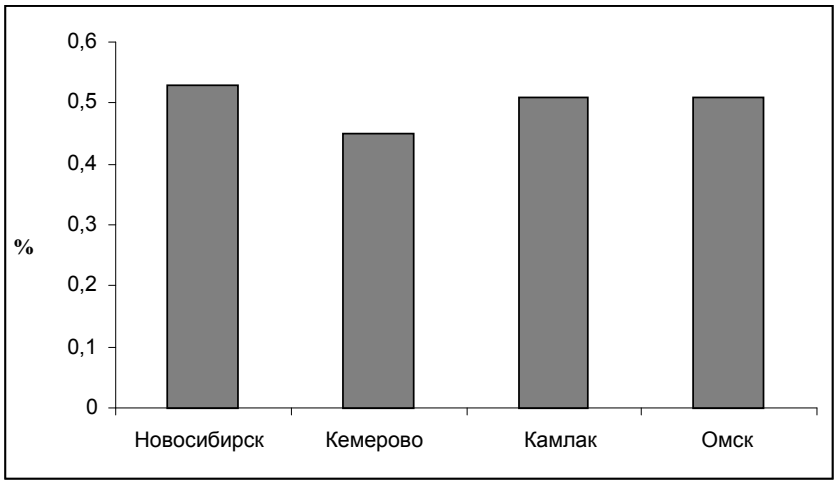


Рис. 2. Содержание флавоноидов в листьях *Echinacea purpurea*.

Максимальное содержание флавоноидов (Рис.2) обнаружено в листьях растений, выращенных в Новосибирске (0,53%), но оно достоверно не отличалось от количества флавоноидов в растениях из Камлака (0,51 %) и Омска (0,51%). Минимальное содержание флавоноидов оказалось в образце *Echinacea purpurea* из Кемерово (0,45 %), но оно тоже достоверно не отличалось от содержания флавоноидов в других регионах.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что растения, выращенные на Алтае, характеризуются наибольшим содержанием фенольных соединений.

Сведения о содержании фенольных соединений в органах вегетирующих (не цветущих) экземпляров не характеризуют изученные растения как лекарственное сырье. Однако они могут быть использованы для выяснения степени адаптированности растений к условиями выращивания, а в последующем и для прогнозирования возможной продуктивности биомассы и содержания биологически активных веществ при выращивании растений *Echinacea purpurea* с целью получения лекарственного растительного сырья.
Работа поддержана РФФИ (грант №10-04-98011-р_сибирь).

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ ЯКОНА

Чекмарев П.А., Кононков П.Ф., Гинс В.К., Горюнова Ю.Д.

ВНИИССОК, julieju@mail.ru

Растительные организмы обладают достаточной устойчивостью к окислительным повреждениям, которые возникают лишь при резком изменении физиологического состояния растения или воздействии различных внешних факторов (свет, температура и др.). Это обусловлено существованием в растительной клетке эффективных антиоксидантных систем.

Известно, что якон – многолетнее травянистое растение высотой примерно 2-2,5 метра, размножающееся семенами и корневищами. Надземные стебли угловатые, опушенные с пурпурными пятнышками. Листья темно-зеленого цвета, супротивные, крупные с неровными зубчатыми краями. Размер листовой пластинки до 32х22 см. Листовая пластинка треугольной или стреловидной формы, наиболее опушенная с нижней стороны. Целью работы явилось изучение накопления водорастворимых антиоксидантов в листьях растений разного яруса якона (*Smallanthus sonchifolius*).

Определение суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов в листовой пластинке растения якон проводилось на приборе «ЦветЯуза-АА-01» с амперометрическим детектированием [Яшин Я.И., 2005]. Исследования проводились в лаборатории физиологии и биохимии растений.

Анализировалась срединная часть средних листочков сложных листьев. Сбор растительного материала для анализов проводился в утренние часы (9 – 10 ч).

Из рисунка 1 видно, что максимальный пул водорастворимых антиоксидантов отмечался в 7-ом и 8-ом листах и составил 35,97 мг/мл и 38,07 мг/мл соответственно. Минимальное содержание водорастворимых антиоксидантов было отмечено в ювенильном листе – 8,46 мг/мл.

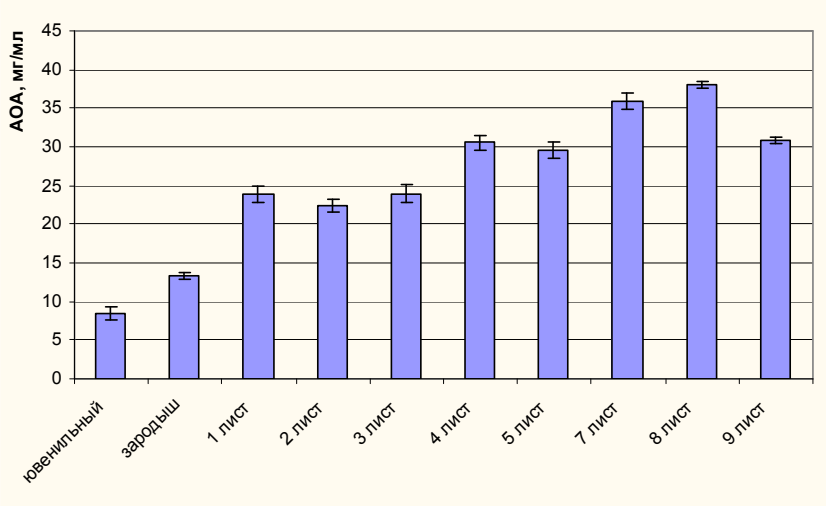


Рис. 1. Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов листьев якона разного яруса

В таблице 1 представлены данные о размерах листовой пластинки якона. Из таблицы видно, что наибольшие размеры листовой пластинки отмечались в 5-ом, 7-ом и 8-ом листьях, и составили от 19 см до 22,5 см.

Листовая пластинка	Длина, см	Ширина, см
ювенильный	4	3
зародыш	1,07	0,9
1 лист	9,5	9,2
2 лист	13,5	12
3 лист	18	19
4 лист	18	19,5
5 лист	20	21
7 лист	19,5	22,5
8 лист	22,5	19,5
9 лист	17	16

Таблица 1. Размеры листовой пластинки якона

Амперометрическим методом измерено суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в листьях якона разного яруса.

Получены данные о накоплении суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов в листьях якона разного яруса.

Максимальный пул водорастворимых антиоксидантов отмечался в нижних ярусах растения – в 7-ом и 8-ом листах. Также максимальным был отмечен и размер листовой пластинки в 7-ом и 8-ом листах.

Литература:

1. Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Пахомов В.П. Новый прибор для определения природных антиоксидантов. М., 2005. 100 с.
2. Гинс В.К., Кононков П.Ф., Тюкавин Г.Б., Колесников М.П. Об аминокислотном составе корнеплодов якона, выращенных в открытом и защищенном грунте в условиях Подмосковья // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Труды. III Междунар. симп. 21–25 июня 1999. – Пущино, 1999. Т. 2. с. 34–36.
3. Мисин В.М.,Сажина Н.Н., Завьялов А.Ю. Сезонная динамика изменения содержания антиоксидантов фенольного типа в листьях подорожника и одуванчика // Химия растительного сырья. 2010. № 3. с.103-106.

ФОТОСИНТЕЗ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ

И.И.Чернядьев, О.Ф.Монахова*

Институт биохимии им. А.Н.Баха РАН, Москва, 119071, e-mail: ichernyadev@yandex.ru
** Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева РАН, Москва, 127276, e-mail: ifr@ippras.ru*

Сильная засуха, которая охватила летом 2010 года многие регионы России, вновь привлекла внимание к проблеме повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в стрессовых

условиях. Климатологи полагают, что засуха становится прогрессирующим явлением, обусловленным нарастанием парникового эффекта, повышением температуры воздуха, усилением испарения и уменьшением площадей водоемов. При этом влияние засухи на растения преумножается в условиях усиливающихся экологически опасных техногенных воздействий.

Основой продуктивности растений является фотосинтез. Нарушение водного обмена при засухе существенным образом влияет на фотосинтетический аппарат. Даже небольшое падение водного потенциала вызывает нарушения процесса фотосинтеза растений: закрытие устьиц, падение интенсивности транспирации, недостаток углекислоты в фотосинтезирующих тканях и снижение интенсивности фотосинтетической ассимиляции углекислоты как интегрального показателя. Кроме того, по мере все большего снижения оводненности тканей происходят структурные и функциональные изменения фотосинтетического аппарата, объяснить которые полностью невозможно только за счет устьичного фактора.

Одним из перспективных способов усиления устойчивости фотосинтетического аппарата растений к неблагоприятным воздействиям среды является обработка растений фиторегуляторами цитокининового типа. Цитокинины, как известно, играют важную роль в регуляции многих физиологических процессов растений, в частности фотосинтеза [1, 2].

В настоящей работе на примере пшеницы - проростков и взрослых растений двух сортов - Мироновская 808 (более устойчивый) и Лютесценс 758 (менее устойчивый к засухе) в условиях водного дефицита исследовали интенсивность фотосинтетической ассимиляции углекислоты, удельную плотность листа (УПЛ) как структурно-функциональный показатель состояния и активности фотосинтетического аппарата, карбоксилирующую активность ключевого фермента углеродного метаболизма - рибулозобисфосфаткарбоксилазы/оксигеназы (РБФК/О), активность НАДФ- глицеральдегидфосфатдегидрогеназы (ГАФДГ) - ферментного комплекса восстановительного пентозофосфатного цикла углерода, включающего фосфоглицераткиназу и глицеральдегидфосфатдегидрогеназу. В роли соединений с цитокининовой активностью использовали различающиеся по химической структуре 6-

бензиламинопурин (БАП), тидиазурон (ТДЗ, N-фенил-N`-1,2,3-тидиазолил-5-мочевина), картолин-2 (N-изопропокси-карбонил-о-4-хлорфенилкарбамоил-этаноламин) и картолин-4 (о-изопропил-N-2-оксиэтилкарбамат). По величине цитокининовой активности препараты соответствовали ряду: картолины > ТДЗ > БАП.

ЗАСУХА

Засуха существенно снижала интенсивность фотосинтетической ассимиляции углекислоты. После жесткого (2-недельного) водного стресса интенсивность фотосинтеза листьев более устойчивого сорта Мироновская 808 снижалась почти вдвое (табл.1), а менее устойчивого сорта Лютесценс 758 – почти на 65 % (табл. 2). У проростков пшеницы сорта Лютесценс 758 после 1-суточного обезвоживания фотосинтез полностью подавлялся (табл. 2). Обработка растений обоих сортов пшеницы цитокининовыми препаратами положительно сказывалась на интенсивности фотосинтетической ассимиляции углекислоты, измеренной после засухи разной продолжительности. Наиболее эффективное влияние на фотосинтез оказала обработка растений препаратами картолина. При этом более отзывчивым был сорт Лютесценс 758 (табл. 2).

Водный дефицит приводил к снижению УПЛ как у контрольных, так и у опытных образцов (табл.1 и 2). Самое сильное уменьшение УПЛ наблюдалось у необработанных фиторегуляторами растений. У пшеницы сорта Мироновская 808 при отсутствии полива в течение 1 нед. УПЛ в контроле снижалась на 30 %, а у обработанных - на 25 % (табл. 1). Через 2 нед. падение УПЛ достигало у контрольных растений почти 45 % . У неустойчивого сорта пшеницы, имевшей более низкую исходную величину УПЛ, 2-недельная засуха приводила к меньшему снижению этого показателя : до 20 % у контрольных и 12 % у обработанных картолином-4 растений (табл. 2). Листья первого яруса боковых побегов (табл. 2), развившиеся в условиях водного дефицита и прошедшие своеобразную закалку, были редуцированными и имели меньшую УПЛ, чем листья главного побега. Пролонгированое действие картолина на формирование листьев первого яруса боковых побегов отчетливо проявлялось в более высокой величине УПЛ. Значения УПЛ у 1-недельных проростков пшеницы Лютесценс 758 в условиях нормальной оводненности были в 1,5 раза ниже,

чем у взрослых растений (табл.2), что объясняется онтогенетическими различиями. В процессе развития листа увеличивается число клеток мезофилла и хлоропластов на единицу листовой поверхности , возрастают размеры клеток и пластид, формируются элементы проводящей системы, происходит лигнификация механических тканей листа. При этом по мере роста листа его масса нарастала с большей скоростью, чем площадь. Увеличение УПЛ у пшеницы Мироновская 808 в ходе онтогенеза при обработке растений БАП, ТДЗ и картолином-2 показано нами ранее [3].

При засухе чаще всего нарушается синтез пигментов фотосинтеза, снижается содержание и активность ферментов (см. обзор [2]). Особое внимание уделяется РБФК/О, так как активность этого фермента определяет интенсивность фотосинтеза, от которой во многом зависит продуктивность растений. Из табл. 3 следует, что засуха ингибировала карбоксилирующую активность РБФК/О. При 1-недельной засухе все исследованные цитокининовые препараты оказывали примерно равное защитное воздействие на ее активность в листьях. При 2-недельной засухе наиболее эффективными были препараты картолина. Активность РБФК/О в проростках была более чувствительна к засухе. Падение активности происходило в 2-4 раза, тогда как у взрослых растений, в зависимости от сорта, лишь на 20-45 % . Более эффективное воздействие оказывал картолин.

При засухе более сильное падение активности ГАФДГ наблюдалось у необработанных (контрольных) растений. Более выраженное влияние на активность ГАФДГ в листьях и проростках оказывали препараты картолина.

РЕГИДРАТАЦИЯ

Через 1 нед. после возобновления полива фотосинтез листьев пшеницы сорта Мироновская 808 (табл.1) и Лютесценс 758 (табл.2) возрастал. Интенсивность фотосинтеза лучше всего восстанавливалась у более устойчивого сорта при обработке картолином-2 (до 86 % от исходной), тогда как другие цитокининовые препараты были менее эффективны (табл. 1). Заметно хуже репарация проходила у контрольных растений (табл. 1 и 2). После 1-суточной регидратации проростки вновь проявляли способность к ассимиляции углекислоты.

Таблица 1. Влияние водного дефицита на интенсивность фотосинтеза и УПЛ листьев пшеницы сорта Мироновская 808

Вариант	Интенсивность фотосинтеза		УПЛ	
	мг CO_2/г ч	% от контроля	г/дм^2	% от контроля
Исходный				
Контроль	49.01 ± 2.59	100.0	0.396 ± 0.015	100.0
Стресс, 1 нед				
БАП	33.91 ± 2.00	69.2	0.302 ± 0.009	76.3
ТДЗ	32.54 ± 2.47	66.4	0.299 ± 0.010	75.5
Картолин-2	32.24 ± 2.32	65.8	0.300 ± 0.010	75.7
Контроль	30.13 ± 2.05	61.5	0.277 ± 0.007	69.9
Стресс, 2 нед				
БАП	27.50 ± 1.98	56.1	0.246 ± 0.009	62.1
ТДЗ	25.72 ± 2.20	52.5	0.246 ± 0.008	62.1
Картолин-2	30.82 ± 2.31	62.9	0.275 ± 0.010	69.4
Контроль	24.26 ± 1.80	49.5	0.221 ± 0.005	55.8
Регидратация				
БАП	35.33 ± 2.50	72.1	0.303 ± 0.009	76.5
ТДЗ	38.37 ± 2.78	78.3	0.310 ± 0.009	78.3
Картолин-2	42.09 ± 3.70	85.9	0.337 ± 0.011	85.1
Контроль	33.80 ± 2.85	69.0	0.280 ± 0.007	70.7

Таблица 2. Влияние водного дефицита на интенсивность фотосинтеза и УПЛ листьев и проростков пшеницы сорта Лютесценс 758

Вариант	Интенсивность фотосинтеза		УПЛ	
	мг CO_2/г ч	% от контроля	г/дм^2	% от контроля
Листья первого яруса с главного побега				
Исходный				
Картолин-4	41.40 ± 2.28	100.0	0.289 ± 0.007	100.0
Контроль	39.51 ± 2.70	100.0	0.282 ± 0.009	100.0
Стресс, 2 нед				
Картолин-4	27.53 ± 1.28	66.5	0.253 ± 0.006	87.5
Контроль	14.34 ± 1.61	36.3	0.230 ± 0.008	81.6
Регидратация				
Картолин-4	31.96 ± 3.70	77.2	0.277 ± 0.005	95.8
Контроль	24.14 ± 2.32	61.1	0.243 ± 0.003	86.2
Листья первого яруса с боковых побегов				
Стресс, 2 нед				
Картолин-4	24.70 ± 2.06	100.0	0.266 ± 0.004	100.0
Контроль	22.93 ± 1.64	100.0	0.216 ± 0.005	100.0
Регидратация				
Картолин-4	49.73 ± 1.25	201.3	0.277 ± 0.006	104.1
Контроль	35.02 ± 1.92	152.7	0.233 ± 0.007	107.9
Проростки				
Исходный				
Картолин-4	45.53 ± 4.21	100.0	0.183 ± 0.006	100.0
Контроль	40.45 ± 3.88	100.0	0.174 ± 0.004	100.0
Стресс, 1 сут				
Картолин-4	0	0.0	0.156 ± 0.004	85.2
Контроль	0	0.0	0.144 ± 0.03	82.5
Регидратация				
Картолин-4	30.43 ± 2.07	66.8	0.174 ± 0.005	95.1
Контроль	23.86 ± 1.20	59.0	0.157 ± 0.002	90.2

При обработке картолином-4 она была в 1,3 раза выше, чем в контроле. Вместе с тем интенсивность фотосинтеза после регидратации в обоих вариантах не достигала исходной и восстанавливалась в меньшей степени, чем у листьев (табл. 1 и 2).

После 1-недельной регидратации взрослых растений величина УПЛ вновь возрастала, не достигая однако исходного значения

(табл.1 и 2). Максимальное увеличение УПЛ происходило у обработанных картолинами растений, при этом положительное влияние на УПЛ сказывалось и на вновь отросших листьях первого яруса боковых побегов.

УПЛ проростков возрастала примерно в тех же пределах, что и у листьев взрослых растений, в большей степени при обработке картолином-4 (табл. 2).

Через 1 нед. после возобновления полива активность РБФК/О листьев возрастала, хотя ее полного восстановления до исходного уровня не происходило ни у контрольных, ни у обработанных цитокининами растений (табл. 3). В большей мере активность РБФК/О восстанавливалась у растений, обработанных препаратами картолина : до 98 % у устойчивого а и до 96 % у неустойчивого сорта. После регидратации активность РБФК/О у проростков восстанавливалась в меньшей степени, чем у листьев взрослых растений, но и в этом случае отчетливо проявлялось протекторное влияние картолина. Как видно из табл.3, активность РБФК/О у обработанных картолином-4 проростков была на 20 % выше, чем у контрольных.

После периода 1-недельной регидратации наблюдалось увеличение активности ГАФДГ в листьях, но ее полного восстановления до исходной не происходило ни в одном варианте (табл. 3). При этом восстановление активности ГАФДГ, так же как и РБФК/О, в большей степени происходило у растений устойчивого сорта Мироновская 808, обработанных картолином-2 (до 98 % от исходной).

Активность ГАФДГ у проростков в процессе регидратации увеличивалась в меньшей степени, чем у взрослых растений. У обработанных картолином-4 проростков активность ГАФДГ была на 11 % выше, чем у контрольных.

Таблица 3 - Влияние водного дефицита на активность ферментов пшеницы

Вариант	Активность РБФК/О		Активность ГАФДГ	
	мкмоль/мин г	% от контроля	мкмоль/мин г	% от контроля
Сорт Мироновская 808, листья				
Исходный				
Контроль	250.05 ± 5.10	100.0	1224.0 ± 41.9	100.0
Стресс, 1 нед				
БАП	210.04 ± 2.80	84.0	1101.1 ± 40.5	89.0
ТДЗ	205.29 ± 2.09	82.1	998.9 ± 39.9	80.8
Картолин-2	210.29 ± 3.10	84.1	1110.5 ± 44.0	90.1
Контроль	200.30 ± 2.89	80.1	980.6 ± 39.2	80.1
Стресс, 2 нед				
БАП	175.28 ± 4.80	70.1	860.0 ± 43.3	70.1
ТДЗ	170.03 ± 5.06	68.0	856.8 ± 40.2	69.9
Картолин-2	187.03 ± 5.78	74.8	987.8 ± 45.9	80.7
Контроль	162.53 ± 4.90	65.0	760.2 ± 30.2	62.2
Регидратация				
БАП	236.30 ± 6.10	94.5	1145.5 ± 45.8	94.5
ТДЗ	235.05 ± 5.78	94.4	1138.0 ± 56.2	94.0
Картолин-2	244.55 ± 7.90	97.8	1187.3 ± 48.3	97.8
Контроль	222.04 ± 6.05	88.8	1100.9 ± 34.2	89.9
Сорт Мироновская 808, проростки				
Исходный				
Контроль	166.00 ± 3.50	100.0	332.1 ± 1.8	100.0
Стресс, 1 нед				
БАП	55.11 ± 1.10	33.2	110.3 ± 4.0	33.2
ТДЗ	57.49 ± 1.85	34.9	116.9 ± 3.1	35.2
Картолин-2	67.70 ± 1.44	40.8	126.5 ± 4.0	38.1
Контроль	43.16 ± 1.50	26.0	84.3 ± 0.9	25.4
Сорт Лютесценс 758, листья				
Исходный				
Картолин-4	234.06 ± 4.92	100.0	250.3 ± 4.4	100.0
Контроль	215.01 ± 4.34	100.0	241.2 ± 5.4	100.0
Стресс, 2 нед				
Картолин-4	170.86 ± 2.40	73.0	200.2 ± 4.8	79.9
Контроль	118.47 ± 5.00	55.1	123.0 ± 2.9	51.0
Регидратация				
Картолин-4	216.16 ± 2.19	96.1	215.3 ± 4.9	86.0
Контроль	176.30 ± 3.10	82.0	145.7 ± 3.8	60.4
Сорт Лютесценс 758, проростки				
Исходный				
Картолин-4	107.76 ± 1.34	100.0	150.2 ± 2.0	100.0
Контроль	121.83 ± 3.78	100.0	152.0 ± 2.8	100.0
Стресс, 1 сут				
Картолин-4	86.64 ± 3.90	80.4	75.9 ± 1.9	50.5
Контроль	67.00 ± 2.30	55.0	60.2 ± 1.2	39.6
Регидратация				
Картолин-4	91.70 ± 4.11	80.4	91.6 ± 2.2	61.0
Контроль	74.19 ± 3.00	60.9	76.0 ± 1.8	50.1

Таким образом, при засухе особенно эффективными были препараты картолина, цитокининовая активность которых превосходила БАП и ТДЗ. Картолины также способствовали максимальному увеличению активности ферментов углеродного мета-

болизма РБФК/О и ГАФДГ, интенсивности фотосинтеза и величины УПЛ и при регидратации.

Полученные в настоящей работе результаты свидетельствуют о том, что в условиях засухи обработка препаратами с цитокининовой активностью способствовала защите фотосинтетического аппарата растений. По нашим данным, присходившее под влиянием цитокининовых препаратов увеличение активности РБФК/О и ГАФДГ приводило к усилению углеводной направленности фотосинтетического метаболизма [4]. Вместе с меньшим ингибированием интенсивности фотосинтеза это, в конечном итоге, обеспечивало большую зерновую продуктивность пшеницы [5]: возрастало число зерен в колосе, масса зерен с 1 растения, масса 1000 зерен и суммарный урожай.

Литература

1. Кулаева О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка. 41 Тимирязевское чтение. М.:Наука,1982. 83 с
2. Чернядьев И.И. // Прикл. биохимия и микробиология. 2009. Т.45. N 4. С. 389-402.
3. Чернядьев И.И. // Прикл. биохимия и микробиология. 2002. Т.38. N 6. С. 689-697.
4. Чернядьев И.И., Монахова О.Ф. // Прикл. биохимия и микробиология. 2006. Т.42. N 3. С. 353-361.
5. Монахова О.Ф., Чернядьев И.И. // Прикл. биохимия и микробиология. 2007. Т.43. N 6. С. 720-729.

НУТ – ЦЕННАЯ КУЛЬТУРА ЗАСУШЛИВОГО ПОВОЛЖЬЯ

Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова

ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» им. Н. И. Вавилова, г. Саратов, Россия

Одним из важных направлений в организации адаптивно-ландшафтного растениеводства является создание высокопродуктивных агроценозов, включающих бобовые и зернобобовые куль-

туры, наиболее полно использующих биоклиматические ресурсы региона. Биолого-экологический подход к эффективному развитию растениеводства в сухостепном Поволжье предусматривает увеличение посевов таких ценных для региона культур, как нут и чина.

По сообщению историков, главной пищей древних римлян были лук и «бараний горошек». Уже в те далекие времена было известно, что нут представляет ценный продукт и для его выращивания нужна ясная, жаркая погода. Специалисты утверждают, что семена нута по вкусу напоминают орехи, в них содержится 23% белка и 5% жира. В некоторых странах Европы зерно нута ценят как лучший суррогат кофе. В странах Азии нут является повседневной пищей. Из его семян готовят похлебки, пюре. Очень вкусны его поджаренные зерна. Муку из зерна нута используют в хлебопечении. Для пищевых целей выращивают, главным образом, сорта нута с белыми семенами. Сорта с темной окраской семян возделывают на корм скоту. В домашней аптечке из смолотого зерна нута можно сделать мягчительные припарки, отвар свежих зерен считается полезным средством от болей в кишечнике.

Исследователи считают нут непритязательным растением к почвам, высказывая мысль, что нут может расти на легких суглинках, солонцеватых тяжелых почвах. Нут не полегает, его бобы не растрескиваются при созревании, семена не поражаются брухусом. А из-за железистых бархатистых волосков на листьях и стеблях нута посевам не страшна тля. Выделяемые листьями вещества отпугивают насекомых и на садово-огородных участках хорошо размещать нут по краям грядок с луком и томатами, хорошо чередовать в посевах нут с картофелем – кроме отпугивания вредителей, в приземном слое в таких посадках создается благоприятный микроклимат. Как и другие бобовые культуры, нут является азотособирателем. Для образования на корнях нута клубеньков необходимо наличие специфичного вирулентного активного штамма ризобий (Л.М.Доросинский, 1970). Там, где нут возделывают впервые, необходимо провести инокуляцию семян. В литературе закрепилось мнение, что нут – это культура сухих степей и полупустынь. Однако опыт свидетельствует, что и на черноземах правобережных районов Саратовской области нут формирует урожайность равную урожайности гороха. К тому же горох убирается трудно и

с большими потерями (до 30-40%), нут же убирается легко и почти без потерь. Хорошие результаты, с заметной экономией семян, обеспечивают посевы нута черезрядным способом, то есть с междурядьями 30 см. В таких посевах растения хорошо разветвляются, дают прочный стебель главного побега с большой озерненностью. В загущенных посевах стебли формируются более высокорослые, тонкие, к созреванию такой куст становится развалистым, что усложняет уборку. Мы пришли к выводу, что в широкорядных посевах в фазу бутонизации нут необходимо окучивать, это усиливает симбиотическую деятельность культуры и повышает эффективность его посевов как биологического фактора в системе земледелия, к тому же безопасного в экологическом плане.

Возделываемые сорта нута устойчивы к полеганию, сравнительно высокорослые, бобы формируются довольно компактно в верхней части куста и не растрескиваются при перестое. Созревание семян происходит дружно. Эти особенности культуры в сочетании с высокой засухоустойчивостью, слабой поражаемостью болезнями и вредителями подчеркивают целесообразность широкого возделывания нута в степных и сухостепных районах Поволжья, особенно где культура гороха возможна только на поливных землях, и в тех районах степного черноземья, где возделывание гороха опасно из-за активного развития гороховой зерновки. Как и другие бобовые и зернобобовые растения нут обладает азотофиксирующей способностью и может повышать плодородие почвы за счет накопления азота из воздуха до 120-160 кг/га. При всех достоинствах культуры и простоте агротехники выращивания и уборки урожая посевы нута неоправданно малы, а его урожаи низки.

Исследования показали, что потенциальная способность современных сортов нута формировать органы репродукции достаточно высока. В зависимости от складывающихся погодных условий и приемов технологического характера на растениях нута формируется до 40 и более штук генеративных органов – бутонов, цветков, плодов и семян. Однако уже в период цветения наблюдается их потеря: опадают бутоны, засыхают цветки. В дальнейшем происходит сбрасывание завязавшихся бобов. Излишняя влажность или сухость воздуха, затенение, вызванное сорной растительностью или загущенностью посевов, являются причиной снижения репродуктивного потенциала культуры.

Наибольшее количество образовавшихся бутонов (до 48,7%) нут теряет в резко сухие годы, наибольшее количество завязавшихся бобов (до 67,3%) нут теряет в достаточно увлажненные годы в период формирования семян.

В поисках приемов повышения продуктивности растений мысль ученых все настойчивее обращается к корневым системам. До настоящего времени подземные образования, их работоспособность у нута почти не изучены. Исследования показали, что корневая система нута отличается большим числом хорошо развитых боковых ответвлений с огромной сетью корневых волосков. В период бутонизации на 1 мм² поверхности бокового корня нута насчитывалось до 428 штук корневых волосков, общая протяженность корней (без волосков) в пахотном слое почвы (0-30 см) в засушливые годы достигала 34,4 м на 1 дм³ почвы, а масса корней в воздушно-сухом состоянии составляла 13,03 т/га.

Замечено, что в сухие годы нут развивает большую поверхность органа поглощения и синтеза, в сравнительно разреженных посевах насыщенность пахотного слоя почвы корневой массой в 1,26 раза меньше, чем на посевах с оптимальным стеблестоем. Развитие более мощной корневой системы в сухие годы и автоматизм в регулировании процесса репродукции – это и есть адаптация культуры нута в экстремальных условиях засушливого Поволжья.

НОВЫЕ ЧЕРТЫ ПРИЗНАКА ВЫСОКИХ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ У ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ВОЗНИКШИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ СУПЕРМУТАГЕНА ЭТИЛЕНИМИНА

Н.С. Эйгес[1], Г.А Волченко[1], Н.Л. Кузнецова[2], Л.И. Вайсфельд[1], С.Г. Волченко[1], В.С. Артамонов[2]

[1]Учреждение Российской академии наук Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия,
liv11@yandex.ru
[2]Учреждение Российской академии наук Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия

В настоящем исследовании в результате воздействия на воздушно-сухие семена озимой пшеницы этиленимином при эффективном сочетании мутагена, его доз и исходного сорта была создана крупная коллекция наследственно-измененных форм. В коллекцию вошел селекционно-ценный материал: мутанты, мутантные сорта и константные гибриды. Последние были получены при скрещивании мутантов между собой, с исходным сортом и с другими сортами пшеницы. Коллекция характеризуется широким генотипическим и фенотипическим разнообразием признаков с большими возможностями выбора нужных наследственно-измененных форм. Настоящая работа направлена на изучение признака высоких хлебопекарных свойств, редко возникающего при применении только традиционных методов селекции, трудно получаемого и не всегда удерживаемого в поколениях. При этом хлебопекарное качество, полученное таким путем, в значительной степени зависит от погодных условий, агрофона и урожайности.

Отмечаем закономерности в отношении хлебопекарных свойств, полученных в настоящей работе под влиянием этиленимина (в оптимальных дозах на высокомутабильном сорте), представляющие собой новизну, по сравнению с традиционными методами селекции, используемыми без применения метода химического мутагенеза:

- частое возникновение признака высоких хлебопекарных свойств. В связи с ограниченными возможностями выборки число исследованных образцов коллекции было относительно небольшим и составило 27. Из них при первом же скрининге в 1989 году 9 образцов (30%) показали высокие хлебопекарные свойства, значительно превосходящие стандартный сорт Заря (табл. 1). Сорта Московская 39 тогда еще не было. Частое возникновение признака высоких хлебопекарных свойств в данной выборке позволяет надеяться на возможность частого нахождения данного признака в коллекции;

- неопределенно длительная сохранность признака высоких хлебопекарных свойств. По нашим данным, высокое хлебопекарное качество у одних и тех же образцов и сортов проявляется стабильно уже в течение 20 лет. Таблица 2 иллюстрирует сохранение высокого хлебопекарного качества у тех же самых сортов и образцов за период лет с 1989 по 2006, в данном случае в течение 18 лет

(см. табл. 1 и 2). Это сорта Сибирская нива, Солнечный, Беседа и перспективные образцы – 7469, 7628, 7723. Два образца 3038 и 3041 после 1989 года (см. табл. 1) не изучались далее. Из исследуемых образцов сорта Беседа, Сибирская нива, Имени Рапопорта, по данным 2006 года, находятся по хлебопекарным свойствам на уровне стандартного сорта Московская 39 (см. табл. 2), который определяется как сильная пшеница и числится эталоном качества. В иные годы сорта Имени Рапопорта, Сибирская нива и Беседа превосходят по хлебопекарным свойствам сорт Московская 39 (табл. 3). Остальные образцы 7469, 7628, 7723 и сорт Солнечный, по данным 2006 года, по многим показателям качества превосходят сорт Московская 39 (см. табл. 2). Если общая хлебопекарная оценка у сорта Московская 39 составляет 4,2 балла (хорошая), то у сорта Солнечный и у образцов 7469, 7723, 7628 общая хлебопекарная оценка составляет от 4,3 баллов (хорошая) до 4,5–4,7 баллов (отличная). Образцы 7469, 7628, 7723 и сорт Солнечный стабильно по годам удерживают высокие хлебопекарные свойства;

– сохранение высоких хлебопекарных свойств при различных климатических условиях. По климату годы 1989 и 2006 заметно различались. Год 1989 характеризовался жарким засушливым летом, а год 2006 был благоприятным. В промежутке между годами 1989 и 2006 были разные климатические условия от благоприятных до неблагоприятных и крайне неблагоприятных. Также разные годы различались по признакам, благоприятным для формирования качества и неблагоприятным. Однако хлебопекарные свойства у сортов Беседа, Имени Рапопорта, Сибирская нива, Солнечный и у образцов 7469, 7628, 7723 всегда были высокими (см. табл. 1-3). Правда, у сорта Беседа, Сибирская нива и Имени Рапопорта они несколько колеблются по годам от хороших до отличных;

– сохранение высоких хлебопекарных продовольственных свойств у мутантных сортов и образцов при выращивании на разных агофонах. Примером может служить сорт Имени Рапопорта, в настоящем случае по данным 1992 года. Продовольственное качество этого сорта сохраняется в Московской области на низких агрофонах песчаных почв (Ногинский и Егорьевский районы – на Госсортоучастке и в хозяйствах), на средних агрофонах суглинистых почв (опытное поле в Немчиновке), на относительно высоком

агрофоне выщелоченных чернозёмов (Каширский Госсортоучасток). При этом на всех агрофонах сорт Имени Рапопорта превышал по хлебопекарным свойствам стандартные сорта – Заря, Мироновская 808, Инна. Сорта Московская 39 в 1992 году еще не было.

Все эти закономерности в отношении хлебопекарных свойств имеют стабильное проявление по годам в разных условиях климата и агрофона, что представляет собой новизну. Поэтому мы заключаем, что полученный в настоящей работе признак высоких хлебопекарных свойств более определяется генотипом и менее зависит от внешних условий, в отличие от традиционных методов селекции. Признак хлебопекарных свойств, полученный только традиционными методами селекции, нестабилен и в значительной мере колеблется по годам в зависимости от внешних условий;

– сочетание высоких продовольственных свойств с высокой урожайностью. Последнее происходит в результате снятия под влиянием химического мутагена естественного генетического барьера, разделяющего эти два признака. Например, при урожае порядка 60 ц/га у сорта Имени Рапопорта сохраняется продовольственное качество. Содержание сырой клейковины в условиях хозяйств в 2008 и 2009 годах составило 24 и 27% соответственно (Дмитровский район Московской области). Это содержание ниже, чем на опытных полях (см. табл. 2 и 3), но оно достаточно высокое для сохранения продовольственного качества. У сорта Московская 39 содержание сырой клейковины упало в хозяйствах более резко по сравнению с таковым на опытных полях - до 17%. При этом качество стало фуражным.

Одновременное положительное влияние мутагена на ряд параметров, определяющих хлебопекарные свойства, очевидно, связано с возникновением множественных мутаций, охватывающих многие или даже все признаки, определяющие хлебопекарные свойства, что явилось причиной частого возникновения и высокого значения этого признака. В данной работе удалось выявить мутантные образцы и сорта, у которых множественные мутации вызывали изменения комплекса параметров, улучшающих качество.

Таблица 1. Хлебопекарные свойства мутантов и мутантных сортов озимой пшеницы. Одинцовский район (Немчиновка). Урожай 1989 года. Анализы проведены в НИИСХ ЦРНЧЗ Н.С. Беркутовой

Сорт, номер образца	Сырая клейковина в муке, %	Удельная рабо-та деформации теста	Седиментация муки	Валориметрическая оценка	Разжижение	Объемный выход хлеба, $см^3$	Общая хлебопекарная оценка, балл
Сибирская нива	34,2	309	6,9	56	70	1230	отл.
Солнечный	40,2	382	7,6	73	40	1355	отл.
Беседа	35,7	504	5,4	75	40	1050	отл.
7469	40,2	317	6,4	68	50	1250	отл.
7628	41,4	385	6,5	82	40	1205	отл.
7703	43,4	375	7,1	73	70	1155	отл.
7723	40,0	318	6,6	73	50	1195	отл.
3038	33,8	372	7,4	60	60	1225	отл.
3041	39,8	221	6,9	64	70	1220	отл.
Заря стандарт	33,7	211	4,2	63	65	1045	хор.

Таблица 2. Хлебопекарные свойства мутантов и мутантных сортов озимой пшеницы. Опытное поле Отдела отдаленной гибридизации (Снегири) Главного ботанического сада РАН. Урожай 2006 года. Анализы проведены Н.Л. Кузнецовой.

Сорт, образец	Сырая клейковина в муке, %	Содержание белка в зерне, %	Седиментация муки	Объемный выход хлеба, $см^3$	Общая хлебопекарная оценка, балл
Имени Рапопорта	36,5	15,05	40	680	4,2 хор.
Сибирская нива	37,0	13,85	44	690	4,2 хар.
Беседа	37,6	16,82	45	700	4,2 хор.
Солнечный	35,3	13,51	39	710	4,7 отл.
7469	37,0	15,35	38	720	4,7 отл.
7628	40,1	15,22	43	690	4,3 хор.
7723	34,4	13,31	44	720	4,5 отл.
Московская 39 стандарт	35,6	15,51	35	690	4,2 хор.

Таблица 3. Хлебопекарные свойства мутантных сортов озимой пшеницы. Опытное поле МСХА. Урожай 2001 года. Анализы проведены во Всероссийском центре по оценке качества сортов сельскохозяйственных культур Е.М. Белоусовой

Сорт	Содержание белка в зерне, %	Сырая клейковина в муке, %	Удельная работа деформации теста	Разжижение	Валориметрическая оценка	Объемный выход хлеба, $см^3$	Общая хлебопекарная оценка, балл
Сибирская нива	16,6	33,7	452	0	98	1250	5,0 отл.
Имени Рапопорта	14,6	31,6	292	20	80	1250	5,0 отл.
Беседа	16,0	30,9	342	0	67	1320	4,6 отл.
Московская 39 стандарт	13,7	27,6	345	30	61	1190	4,5 отл.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВАХ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Яшин Я.И., Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И.
НПО «Химавтоматика», г. Москва, yashinchrom@mail.ru

При неблагоприятных условиях (плохая экология, облучение, стресс, курение, наркомания, алкоголизм и пр.) может возрастать концентрация высокореакционных свободных кислородных и азотных радикалов (супероксидный радикал кислорода, гидроксил-радикал, пероксинитрит и др.) в биологических жидкостях человека. Свободные радикалы в допустимых концентрациях необходимы для некоторых биохимических процессов, а также для нормальной функции иммунной системы и ее компонентов. Однако избыточное содержание свободных радикалов приводит к развитию патологических изменений в организме человека. Такое со-

стояние называют окислительным (оксидантным) стрессом.

Исключительно важно диагностировать начало развития окислительного стресса, пока он не перерос в серьезные заболевания (сердечно-сосудистые, инфекционные, нейродегенеративные, старческие, онкологические, заболевания печени, легких, органов пищеварения) и стал причиной преждевременного старения. Одной из таких возможностей доступной каждому человеку является антиоксидантная терапия за счет включения в рацион питания продуктов растительного происхождения, богатых полифенолами, витаминами, каротиноидами и др. Высокой антиоксидантной активностью обладают некоторые лекарственные растения, травы, и продукты с их содержанием. Врачам известно определение медицины, данное Гиппократом: "Медицина есть искусство подражать целебному воздействию природы". Гиппократ считал, что лекарственные растения своим действием обязаны определённому, оптимальному сочетанию всех его составных частей и поэтому растения следует употреблять в том виде, в каком создала их природа, т.е. в натуральном виде или в виде соков.

Определение суммарного содержания антиоксидантов в продуктах растительного происхождения проводилось на приборе «ЦветЯуза-01-АА» с амперометрическим детектированием (АД), заключающееся в измерении электрического тока в ячейке, возникающего при окислении (восстановлении) анализируемого вещества на поверхности рабочего электрода при подаче на него определенного потенциала [1]. Экстракты лекарственных трав, растений приготовлены согласно методике [2]. В качестве стандартных веществ можно использовать следующие общеизвестные антиоксиданты: рутин, кверцетин, дигидрокверцетин, мексидол, тролокс, галловую кислоту и др. Амперометрический прибор имеет ряд преимуществ при определении антиоксидантной активности: без учета пробоподготовки время отдельного определения занимает несколько минут; анализ (регистрация и обработка результатов) проходит в реальном времени; правильность и воспроизводимость анализа обеспечивается за счет точного дозирования шестиходовым краном; среднеквадратическое отклонение (СКО) дозирования краном менее 0,5%; СКО последовательных измерений анализируемых проб < 5%. Предел обнаружения амперометрического детектора полифенолов, флавоноидов на уровне нано-

пикограммов (10^{-9} – 10^{-12} г). Метод обладает высокой селективностью определения только антиоксидантов, т.е. соединений, способных к окислению, другие соединения, присутствующие в сложных смесях, не мешают их определению. Для анализа не требуется никаких химических реактивов (кроме стандартов).

Амперометрический метод – единственный непосредственно измеряющий содержание всех антиоксидантов в пробе. АД хорошо коррелирует с известным методом ORAC (oxygen radical absorbance capacity), широко распространённым в США [3]. На большом массиве определений экстрактов ягод, овощей, фруктов коэффициент корреляции 0,96.

В таблице 1 представлены результаты измерения суммарного содержания антиоксидантов в экстрактах лекарственных трав.

Среди приведенных экстрактов лекарственных трав наибольшей антиоксидантной активностью обладают корень кровохлёбки и шлемник байкальский фирмы «Алтай-Фарм». Основной вклад в величину антиоксидантной активности лекарственных трав вносят флавоноиды, таннины, оксиароматические кислоты и др. Главными действующими веществами шлемника являются флавоноиды, в составе которых производные апигенина, лютеолина, скутелляреина, изоскутелляреина, картемидина и изокартемидина [4]. Кроме того, корни содержат дубильные вещества, эфирное масло, алкалоиды, пирокатехин и другие вещества. Установлено благоприятное влияние препаратов из корней на желчевыделительную функцию печени, а также антиаллергенное, антиастматическое и антисклеротическое действия. Гепатозащитную активность растения объясняется антиокислительными мембраностабилизующими свойствами корней [5]. В экспериментах на животных показано, что настойка шлемника, применяемая совместно с циклофосфаном при опухолевых заболеваниях, регулирует стрессорную реакцию и уровень лейкоцитов в крови, одновременно ингибирует образование метастазов [6]. Работами японских исследователей установлено, что препараты флавоноидов шлемника байкальского проявляют противовоспалительное, антитромбическое и антибактериальное действие [7]. В корнях кровохлёбки содержатся галловая, эллаговая и щавелевая кислоты, пигменты, следы эфирного масла, галлотаниды, щавелевокислый кальций, витамин С, каротин, сапонин сангвисорбин, стерины. В листьях обнаруже-

ны эфирное масло и аскорбиновая кислота до 1,8%. Экспериментальные исследования показали, что экстракт из корней кровохлёбки при местном применении обладает противовоспалительным и сосудосуживающим свойствами, а при использовании внутрь тормозит перистальтику кишечника.

В работе [8] нами измерены значения антиоксидантной активности сухих экстрактов наиболее известных лекарственных средств и кореньев. Активность уменьшается в следующем порядке: кора крушины > кора дуба > крапива > лапчатка > кора ивы > шиповник > пустырник > подорожник > чага > солодка > боярышник > эхинацея >элеутерокок > зверобой > календула > расторопша > корни алтея > термопсис.

Содержание антиоксидантов различно в разных частях лекарственных растений (листья, плоды, корни) (таблица 2).

Мы увидели насколько широк спектр действия лекарственных трав, растений и полезен для человека.

Таблица 1

Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) в экстрактах лекарственных трав, растений (стандарт - кверцетин)

Наименование	ССА мг/г	Примечание
Кровохлёбка корень	68,9	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Шлемник байкальский	60,2	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Экстракт ромашки сухой	31,0	ООО "Травы Байкала", г. Иркутск
Сухой экстракт овса	20,4	ООО "КиТ", г. Бийск
Мать-и Мачеха	18,9	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Осина кора	18,6	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Зверобой	17,5	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Ромашки цветки	16,4	ОАО "Красногорсклексредства", г. Красногорск

Наименование	ССА мг/г	Примечание
Солодка корень	14,2	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Календула цветки	13,1	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Тимофеевка луговая – Phleum pretense L. (P. nodosum L.)	10,7	
Тысячелистник	9,3	ООО «Пармафарм», г. Пенза
Валериана	8,6	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Шалфей лист	7,3	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Гребенник обыкновенный – Cynosurus cristatus L.	6,3	
Хвоща полевого трава	6,3	ООО "Старт-фито", г. Москва
Овсяница красная – Festuca rubra L.	6,0	
Тысячелистник обыкновенный – Achillea millefolium L.	6,0	
Горец птичий или Спорыш – Polygonum aviculare L. s. I.	4,8	
Полевица тонкая – Agrostis tenuis Sibth.	4,5	
Клевер луговой – Trifolium pretense L.	4,5	
Чина луговая – Lathyrus pratensis L.	4,5	
Сосна почки	4,1	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Клевер ползучий –	3,7	

Наименование	ССА мг/г	Примечание
Trifolium repens L.		
Ясколка полевая – Cerastium arvense L.	3,7	
Пустырник	3,3	ООО «Пармафарм», г. Пенза
Одуванчик корень	3,2	ООО "Алтай-Фарм", г. Барнаул
Девясил	3	ООО «Пармафарм», г. Пенза
Горошек волосистый – Vicia hirsute (L.) S. F. Gray.	2,5	
Сухой экстракт боярышника плодов	2,5	ООО "КиТ", г. Бийск
Донник белый – Melilotus albus Medik.	2,2	
Ежа сборная – Dactylis glomerata L.	1,9	
Плевел многолетний или Райгас пастбищный –Lolium perenne L.	1,5	
Ситник жабий – Juncus bufonius L.	1,4	
Сумочник пастуший или Пастушья сумка –Capsella bursa - pastoris (L.) Medik.	1,3	

Таблица 2
Суммарное содержание антиоксидантов в лекарственных растениях (стандарт – кверцетин)

№ п/п	Название лекарственного растения	ССА, мг/г
1	Листья мяты	29,6
2	Корневища мяты	19,5
3	Плоды бузины чёрной	26,6
4	Цветки бузины	10,8
5	Корни чистотела	18,0
6	Трава чистотела	10,7
7	Корневища эхинацеи	16,7
8	Трава эхинацеи	10,9
9	Плоды калины	14,2
10	Побеги калины	10,7
11	Соплодия хмеля	13,1
12	Листья хмеля	10,1
13	Листья крапивы	6,3
14	Корневища крапивы	1,7
15	Плоды лимонника	6,4

Список литературы:

1. Яшин Я.И., Рыжнёв В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты – надёжная защита человека от опасных болезней и старения. Москва, Издание НПО «Химавтоматика», с. 122, 2008.

2. Свидетельство № 31-07 об аттестации МВИ. Методика выполнения измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах лекарственных растений амперометрическим методом, разработанная ОАО НПО «Химавтоматика», аттестованная в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96, ГОСТ Р ИСО 5725-2002. Федеральное государственное унитарное предприятие всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы. Дата выдачи 4 мая 2007г.

3. Nemzer B.V., Yashin A.Ya., Yashin Ya.I., Chernousova N.I. Comparison of the study of the antioxidant activities of fruits and

vegetables by oxygen radical absorbance capacity and amperometric methods. 4-th International Conference on Polyphenols Application. From Source to optimal industrial uses: State-of-the-art and future trends, November 14-16 2007, Malta, p.87.
4. Tsuyoshi T. et al. The flavonoids constituents from the roots of Scutellaria baicalensis // Yakugaku Zasshi, 1982, v. 102, №4, p. 388-391.
5. Ажунова Г.А. и др. Фармакотерапия экспериментального гепатита экстрактом шлемника байкальского // Вторая респ. конф. по мед. бот. – Киев: Наук, 1988, с. 332-333.
6. Разина Т. Г. Шлемник байкальский как корректор цитостатической химиотерапии опухолей (экспериментальное исследование): Автореферат, Томск, 1988.
7. Kubo et al., Antiarthritic and anti-inflammatory actions of mothanolic extract and flavonoid compounds from Scutellaria radix // Chem. pharm. bull, Tokyo, 1984, v. 32, №7.
8. Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Пахомов В.П. Новый прибор для определения природных антиоксидантов. Издание НПО «Химавтоматика», Москва, 2005, с. 100.

БАНК ДАННЫХ СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ И НАПИТКАХ

Яшин Я.И., Яшин А.Я., Черноусова Н.И., Федина П.А.

НПО «Химавтоматика» г. Москва, yashinchrom@mail.ru

В последние годы антиоксиданты признаются неотъемлемой частью здорового питания наряду с белками, жирами, углеводами, витаминами и микроэлементами. Они предотвращают окислительный стресс – предшественник многих опасных заболеваний. Для успешной борьбы с окислительным стрессом с помощью антиоксидантной терапии необходимо знание количественного содержания антиоксидантов во всех ежедневно употребляемых продуктах и напитках. С этой целью во многих странах ведутся работы по созданию Банка данных содержания антиоксидантов в пищевых продуктах и напитках [1-4] Такая работа по специальному конкурсу проведена и в ОАО НПО «Химавтоматика» в 2008-2010 г.г.

Амперометрическим методом на приборе «ЦветЯуза-01-АА» по аттестованным методикам определено суммарное содержание водорастворимых и жирорастворимых антиоксидантов 1140 пищевых продуктов, напитков, БАДов, экстрактов лекарственных трав, витаминов, лекарств и т.д.

Были исследованы следующие группы продуктов: ягоды, фрукты, овощи, отдельно картофель, зелень, молочные, мясные и рыбные продукты, растительные масла, какао и шоколад, орехи и семечки, злаки, проросшие зерна, специи и приправы, чай, кофе, вино, пиво, коньяк, виски, соки, напитки, биологически активные добавки к пище (БАДы), экстракты трав, лекарства – антиоксиданты и др.

Общие данные по содержанию антиоксидантов в повседневно употребляемых пищевых продуктах и напитках приведены в таблице.

Суммарное содержаний антиоксидантов (ССА) в доступных ежедневно употребляемых пищевых продуктах (стандарт – кверцетин)

№	Продукт	Величина порции	ССА, (мг)
1	Хлеб	100 – 200 г	20 – 50; 40 - 100
2	**Крупы:** гречневые овсяные манные	 100 – 200 г 100 – 200 г 100 – 200 г	 40; 80 20; 40 12; 24
3	Картофель	100 – 200 г	20 – 40; 40 – 80
4	Растительное масло	50 г	5 - 62
5	**Овощи:** свекла капуста морковь редис огурцы перец помидоры	 50 – 100 г 50 – 100 г 50 – 100 г 50 – 100 г 100 – 200 г 50 – 100 г 100 – 200 г	 100 – 200 35 – 70 10 – 20 30 – 60 44 – 88 90 – 180 60 - 120

№	Продукт	Величина порции	ССА, (мг)
6	**Зелень** петрушка укроп зеленый лук	 50 г 50 г 50 г	 140 100 24
7	Специи	5 – 10 г	2 – 250; 4 - 500
8	**Фрукты:** яблоки апельсины груши	 100 г 100 г 100 г	 40 50 30
9	**Напитки:** чай кофе сок	 2 г (заварка) 7 г 200 мл	 100 – 200 150 – 200 150 – 200
10	**Вина:** красное белое	 100 – 200 мл 100 – 200 мл	 100 – 400 20 – 40
11	Пиво светлое	200 – 500 мл	80 – 200
12	**Мясные продукты:** мясо (говядина) мясо (свинина) куриное мясо колбаса	Все на 100 г	 21-55 11 25-27 20-26
13	**Молочные продукты:** молоко творог сметана ряженка сливки сыр сливочное масло	Все на 100 г	 13-26 38 19 5-9 10-13 10-117 17

№	Продукт	Величина порции	ССА, (мг)
14	**Рыбные продукты:** форель семга треска икра красная	Все на 100 г	 39 32 31 22

Перед каждым измерением прибор градуировался по стандарту, коэффициент корреляции градуировочных графиков был не ниже 0,99. Использовалось среднее из 3-5 последовательных измерений, СКО для которых было менее 3%. Минимальное определяемое содержание основных антиоксидантов было не выше 10^{-8} – 10^{-9} г.

С учетом пробоотбора, пробоподготовки общая погрешность измерений изменяется от $\pm$10% до $\pm$20% в зависимости от пробы.

Далее будут отмечены некоторые интересные данные нашего Банка данных.

Следует обратить внимание, что цедра цитрусовых фруктов содержит значительно больше антиоксидантов, чем мякоть.

Нами было исследовано отдельно более 30 сортов картофеля, представленных Институтом картофелеводства им.Лорха. В лучших сортах картофеля величина ССА было около 70 мг/100г. По материалам симпозиума по полифенолам на Мальте (2007г) во Франции наибольший вклад в общий рацион антиоксидантов среди овощей вносит картофель, а среди фруктов – яблоки.

Данных по содержанию жирорастворимых антиоксидантов в молочных, рыбных и мясных продуктах в литературе не обнаружено. В нашем банке эти данные приведены впервые.

Интересные данные получены при определении как водорастворимых, так и жирорастворимых антиоксидантов в какао и шоколаде. Исследованы образцы из США, Англии, России, Польши, Литвы.

В российских образцах какао содержится значительное количество как водорастворимых, так и жирорастворимых антиоксидантов, в частности, в какао «Золотой ярлык». Это связано с тем, что наши производители из исходного какао не отжимают масло-какао.

Какао в расчете на порцию по общей антиоксидантной активности превосходит чай и красное вино. Кроме того, какао один из немногих продуктов, который содержит весь набор необходимых антиоксидантов: водорастворимые, жирорастворимые и антоцианы. Какао можно считать одним из самых сбалансированных продуктов питания принимая во внимание, что какао содержит жиры, белки, углеводы, микроэлементы и витамины. Недаром какао и шоколад считают «пищей богов».

Жирорастворимые антиоксиданты в орехах и семечках находятся в примерном соответствии с опубликованными данными.

В нашем банке данных приведены данные по ССА во всех типах чая: зеленом, оолонг, черном и пуэр, а также в белом и желтом чаях.

Нами измерено суммарное содержание антиоксидантов (ССА) в десятках образцах красных вин, взятых непосредственно у производителей на выставках элитных вин, а также приобретенных в московских магазинах. Среди исследуемых красных вин присутствовали вина из Чили, Франции, Италии, Аргентины, ЮАР, Македонии, Румынии, Австрии, Греции, России, Украины, Грузии и Молдавии. Исследования показали, что суммарное содержание антиоксидантов в натуральных хороших винах (относительно кверцетина, как стандарта) колеблется от 250 мг/100мл до 100мг/100мл.

Содержание антиоксидантов в некоторых винах, приобретенных в магазинах, было значительно (в пять раз) ниже приведенных величин, что может указывать на их фальсификацию.

Таким образом, измерение содержания антиоксидантов может дать дополнительную информацию не только о качестве и полезности красного вина, но и о его подлинности.

Антиоксидантная активность белых вин по нашим измерениям была в 5-10 раз ниже, чем красных, по другим данным в 5-20 раз ниже.

Коньяки содержат антиоксиданты, источником которых являются исходный коньячный спирт, а также танины и другие соединения, попадающие в готовый продукт путем экстракции из дубовых бочек.

В виски антиоксиданты попадают также за счет экстракции из дубовых бочек.

Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) измерено нами в образцах коньяков из разных стран (Франция, Грузия, Молдова, Украина, Россия и др.) Во многих коньяках величина ССА очень низкая, что дает основание подозревать их фальсификацию.

Нами измерена антиоксидантная активность образцов пива разных производителей. Измерения проводились на приборе «ЦветЯуза-01-АА». Наибольшая антиоксидантная активность у темного сорта пива. Антиоксидантная активность пива в основном связана с хмелем. Антиоксидантная активность разных сортов хмеля нами также исследована.

До сих пор многие производители пива считают нежелательным присутствие больших количеств полифенолов в солоде ячменя или хмеле, т.к. они приводят к необратимому помутнению бутылочного пива. Для достижения высокой физической стабильности они предпочитают частично удалять полифенолы. Для этих целей культивируются специальные сорта ячменя, не содержащие проантоцианидины, такие, как «Caminant», или удаляются полифенолы за счет адсорбции при фильтрации через поливинилполипирролидон.

В банке данных впервые приведены значения ССА для молотого натурального кофе производителей разных стран. Основными антиоксидантами кофе являются оксиароматические кислоты: хлорогеновая, кофейная, феруловая, протокатехиновая и др. Особенно много в кофе хлорогеновой кислоты. При норме заварки 10г кофе в чашке емкостью 200мл может содержаться до 300мг хлорогеновой кислоты.

В разных странах используется кофе разной степени обжарки (малая, средняя, сильная). При обжаривании антиоксидантная активность кофе в большинстве случаев уменьшается, причем, для кофе сорта робуста, это уменьшение гораздо более значительное.

Весьма интересные сведения получены при определении ССА в проросших зернах (совместно с Шаскольской Н.Д.) Некоторые измерения сделаны впервые. Полученные данные позволяют сделать несколько выводов. Во всех случаях без исключения количество антиоксидантов в прорастающих семенах существенно увеличивается. Оценивая по этому показателю группу злаковых культур, можно отметить, что в сухих семенах ССА невелико и эти данные являются величинами одного порядка. Несколько больше

антиоксидантов по сравнению с пшеницей и рожью содержится в семенах голозерного овса. На пятые сутки количество антиоксидантов существенно возрастает в проростках всех трех злаковых культур, и хотя ССА в проростках пшеницы меньше, чем у голозерного овса, интенсивность его накопления несколько выше.

Значительное количество антиоксидантов в сухих семенах гречихи связано, по-видимому, с присутствием в растении рутина. В процессе прорастания ССА увеличивается только вдвое, но достигает при этом некоторой средней величины.

В семенах бобовых ССА больше, чем в семенах злаков, особенно в горохах нут и маш. Оказалось, что пятидневные проростки этих двух культур содержат очень большое количество антиоксидантов (503мг/100г и 517мг/100г), их количество увеличивается при прорастании примерно в 6 и 5 раз соответственно.

Наибольшее количество антиоксидантов содержится в семенах черного кунжута. ССА в пятидневных проростках этой культуры увеличивается по сравнению с сухими семенами всего в 1.7 раза, но достигает при этом значительной величины (490мг/100г). Существенно увеличивается ССА также в проростках тыквы голосемянной и льна, хотя в семенах этих культур антиоксидантов сравнительно немного.

Удивительные результаты получены при анализе семян и проростков амаранта. ССА в семенах – всего 10мг/100г, наименьшее по сравнению с семенами всех остальных культур, к пятому дню в проростках амаранта эта величина возрастает до 200 мг/100г, что является не слишком высоким показателем. Однако количество антиоксидантов в процессе прорастания этого растения увеличивается в 20 раз, что почти вдвое превышает темпы накопления этих веществ при прорастании других культур.

Особый интерес представляла работа с расторопшей. Известно, что семена именно этого замечательного растения служат сырьем для получения различных флавоноидов, в частности, кверцетина, которые входят в состав некоторых фармакологических препаратов. Количество антиоксидантов в сухих семенах расторопши было достаточно высоким (235мг/100г), но меньше, чем, например, в семенах черного кунжута. На второй день проращивания эта величина была уже выше, чем у всех других культур (334мг/100г), на пятый – значительно выше (896мг/100г). Опыт

был продлен до 13 суток, к этому времени количество антиоксидантов в проростках расторопши увеличилось до 1000мг/100г, значительно опередив по этому показателю плоды черной смородины.

Следует еще раз отметить, что 12 различных видов растений, в проростках которых определяли суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов, относятся не только к разным видам и родам, но и к разным семействам, далеким друг от друга филогенетически. Это дает возможность предположить, что увеличение количества антиоксидантов при прорастании семян – свойство, характерное для всех высших растений.

По содержанию антиоксидантов мы сравнивали не только семена и их проростки, но и некоторые продукты, получаемые из семян злаковых культур и гречихи. Эти продукты широко используются в повседневном питании, поэтому особенно важно оценивать их правильно.

Доступ к Банку данных получат в первую очередь врачи, биохимики, диетологи и другие специалисты. Используя эти сведения, врачи смогут назначать специальную антиоксидантную диету разным больным в зависимости от уровня окислительного стресса (о нем можно судить по специальным маркерам в биологических жидкостях) и заболевания. Производители пищевой продукции смогут создавать продукты на научной основе. Вообще этой информацией должны пользоваться все люди, заботящиеся о своём здоровье.

Литература

1. Halvorsen B.L., Holte K., Myhrstad M.C.W. e.a. A systematic screening of Total Antioxidants in dietary plants. J. Nutr. 2002, v132, p461-471.
2. Mannino S., Brenna O., Buratti S., Cosio M.S. A new method for the evaluation of the “antioxidant power” of wines. Electroanalysis, 1998, v10, p908-912.
3. Mannino S., Buratti S., Cosio M.S., Pellegrini N. Evaluation of the “antioxidant power” of olive oils based on a FiA system with amperometric detection. Analyst, 1999, v124, p1115-1118.
4. Buratti S., Pellegrini N., Brenna O.V., Mannino S. Rapid electrochemical method for the evaluation of the antioxidant power of

some lipophilic food extracts. J. Agric Food Chem. 2001,v49, №11, p5136-5141.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. *Пивоваров В.Ф.* Приветствие участникам конференции……..……3
2. *Аллахвердиев С.Р., Атик А., Расулова Д.А., Аббасова З.И., Гани-заде С.И., Зейналова Э.М.* Солеустойчивость растений и эффективные микроорганизмы…….4
3. *Арестова Е.А.* Характеристика плодов растений рода *Sorbus* L. и рода *Aronia* L. в условиях города Саратова.....10
4. *Байков А.А., Гинс М.С., Глазунова С.А., Гунар Л.Э., Караваев В.А., Левыкина И.П., Лепешкин Ф.Д., Солнцев М.К.* Фотосинтетическая активность и продуктивность ячменя, обработанного сверхкритическим флюидным экстрактом амаранта……13
5. *Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф.* Действие аллелопатически активных веществ, полученных из различных органов *Pastinaca sativa* на овощные культуры…….15
6. *Баяндина И.И., Загурская Ю.В., Дымина Е.В., Казанцева Л.П.* Накопление флавоноидов в культивируемом зверобое продырявленном в условиях Новосибирска и Горного Алтая……20
7. *Бланк Э.И.* Искусственное регулирование атмосферного давления – перспективный этический метод возобновляемого получения, усиления и разностороннего использования ценных свойств экзо метаболитов растений *in vivo* ……...23
8. *Бодягин Д.А, Гинс М.С., Исакова Е.Б., Кононков П.Ф., Бухман В.М., Каган М.Ю., Гинс В.К.* Противоопухолевый эффект водного экстракта из растительной биологически активной добавки «Фиточай «Амарантил»…….....30
9. *Бординова В.П., Макарова Н.В.* Содержание β-каротина в овощах и овощных полуфабрикатах…….34
10. *Борисов В.А.* Исследования по биохимии и физиологии растений во ВНИИ овощеводства…….36
11. *Бохан А.И., Федорова М.И.* Оценка сортообразцов малораспространенных корнеплодных овощных культур на

содержание основных компонентов химического состава в условиях Беларуси…….…….....40
12. *Будаговская Н.В.* Изменение водонагнетающей активности корней и скорости роста растений при блокировании кальциевых каналов……42
13. *Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н.* Стабильность проявления аллелопатической активности семян некоторых представителей семейства зонтичные……48
14. *Васюкова А.Н., Иванкина Н.Ф., Лобазир С.С.* Изучение антистрессового и стимулирующего действия препарата из отходов пантового оленеводства на проростки сои...54
15. *Гамбарова Н.Г., Гасанова В.М.* Влияние условий азотного питания на активность антиокисдантной системы амаранта при действии солевого стресса……60
16. *Гамбарова Н.Г., Гасанова В.М.* Особенности окислительного стресса у краснолистной формы амаранта сорта Валентина……65
17. *Гамбарова Н.Г.* Регуляция электрон-транспортных процессов в различных видах С3 и С4 типов растений в экстремальных условиях произрастания….....69
18. *Гафуров Р.Г.* Стресспротекторы-фиторегуляторы нового поколения для элитного семеноводства ……..83
19. *Гинс М.С., Рабинович А.М., Байков А.А., Кононков П.Ф., Гинс В.К.*. Оценка содержания антиоксидантов в экстрактах лекарственных трав, проявляющих противоопухолевую активность, амперометрическим методом……87
20. *Гинс М.С., Гинс В.К., Кононков П.Ф., Криволуцкая М.А., Хрыкина Ю.А., Пивоваров В.Ф.* Биохимические показатели растений капусты пекинской при низких положительных и отрицательных температурах……..93
21. *Гинс М.С., Шевченко Ю.П., Гинс В.К., Криволуцкая М.А.* Влияние условий освещения и температуры на биохимический состав кочанов цикория салатного витлуф при зимней выгонке ……101
22. *Гончарова Э.А., Прокопенко Г.Т., Цымлякова С.В.* Физиология и биохимия ценных генотипов лука порея из коллекции ВИР……..108

23. Гурин М.В. Изучение пектинового комплекса новых сортов томата ……110
24. Денисова Е.В., Андрусенко С.Ф. Антиоксидантные свойства полисахаридов ……..112
25. Дерканосов Н.И., Гинс М.С., Гинс В.К. , Кононков П.Ф., Шеламова С.А. Исследование якона как обогащающей добавки в хлебопечении……...115
26. Дерканосова Н.М., Дерканосов Н.И. Перспективы применения якона в технологии хлебобулочных изделий……...118
27. Дерябин А.Н., Бураханова Е.А. Низкотемпературная синхронизация клубнеобразования у различных генотипов картофеля in in vitro……..120
28. Долинская Е.В., Голованова Т.И., Валиулина А.Ф. Использование грибов рода Trichoderma в регуляции ростовых процессов растений семейства мятликовых ……..125
29. Дремук И.А., Шалыго Н.В. Влияние совместного действия низкотемпературного стресса и оводнения на накопление активных форм кислорода в зеленых проростках ячменя ……...127
30. Дымина Е.В., Баяндина И.И., Загурская Ю.В., Казанцева Л.П., Чеботарева Н.А., Самойлова Г.В. Содержание хлорофилла в листьях некоторых лекарственных растений ……130
31. Енгалычев М.Р. Кондратьева И.Ю. Мамедов М.И. Селекция физалиса овощного — результаты и перспективы……...133
32. Загурская *Ю.В., Баяндина И.И., Вронская О.В., Казанцева Л.П., Самойлова Г.В.* Содержание флавоноидов в растениях пустырника пятилопастного, выращенных в различных регионах Западной Сибири ...……...138
33. Зведенюк А.П., Гинс М.С., Кононков П.Ф. Биохимический состав семян овощной формы сои сорта Елена.....141
34. Зюзина А.В., Макарова Н.В. Исследование антиоксидантной активности яблок различных сортов по методу FRAP……145
35. Ищенко Л.А., Козаева М.И., Маслова М.В., Зайцева К.В., Логинов М.В., Истомин А.М., Платицин И.В. Роль окис-

лительного стресса в биологии плодовых растений в экстремальных условиях среды ……...147
36. *Калачева А.В., Леунов В.И., Ховрин А.Н., Клыгина Т.Э.* Разработка методики экспресс-анализа корнеплодов моркови в селекции на повышение содержания каротина…….150
37. *Карагезов Т.Г., Мамедова М.Г., Азизов И.В, Асадова С.Ш.* Особенности каллусообразования и регенерация растений шафрана (*Crocus S.* L)…….....154
38. *Касумов Н. А., Алиева Н. Ш., Ахмед-заде С. Р.* Влияние ионов, создающих положительную и отрицательную гидратацию, на скорость движения цитоплазмы.....159
39. *Квитка А.Ю., Попов С.Я., Байков А.А., Левыкина И.П., Трубицин Б.В., Караваев В.А., Солнцев М.К., Тихонов А.Н.* Комплексная биофизическая диагностика повреждений фотосинтетического аппарата листьев земляники, вызываемых паутинным клещом вида *Tetranychus atlanticus* McGregor……....162
40. *Кинтя П.К., Швец С.А., Балашова Н.Н., Тареева М.М., Губкин В.Н.* Регуляторный эффект антиоксидантов стероидного типа в повышении адаптивных свойств некоторых овощных культур……...170
41. *Кинтя П.К., Марченко А.А., Беспалько А.В., Козарь Е.Г., Балашова И.Т.* Фиторегуляторная активность гликозидов вероники дубравной (на примере перца сладкого)…...173
42. *Климахин Г.И., Фонин В.С., Семикин В.В., Дюмаев К.М., Толкачев О.Н., Залепугин Д.Ю., Тилькунова Н.А., Чернышова И.В., Кузнецов А.О., Макарова Н.В.* Изучение современных методов извлечения жирного масла семян ослинника двулетнего (*Oenothera Biennis* L.) и способов сохранения его качества……...178
43. *Козел Н.В.* Активность аскорбат-глутатионового цикла в растениях табака с повышенной экспрессией аскорбатпероксидазы при окислительном стрессе……...182
44. *Колеснева Е.В., Бакакина Ю.С., Рахуба И.А., Дубовская Л.В., Волотовский И.Д.* Протеомный метод диагностики устойчивости сортов томата к фитофторозу ……184

45. *Колесников М.П., Гинс М.С., Гинс В.К., Кононков П.Ф.* Формы кремния в некоторых овощных растениях……187
46. *Комарова В.П., Шишкану Г.В., Кинтя П.К., Швец С.А.* Действие биорегулятора стероидной природы «меланго-зид» на физиологические особенности саженцев яблони при временном гидрострессе ……..195
47. *Кондратьева И.Ю., Гинс В.К., Гинс М.С, Ильенко М.С.* Изучение гетерозиса, степени доминирования скороспе-лости и содержания ликопина у гибридов томата F_1…….199
48. *Корецкая Л.С., Лупашку Г.А., Кинтя П.К., Будак А.Б.* Влияние некоторых фурастаноловых гликозидов на ус-тойчивость генотипов сои к фузариозу……..208
49. *Коротких И.Н., Свистунова Н.Ю.* Ускоренное получение рас-сады лекарственных, ароматических и декоративных расте-ний в субстрате с повышенным содержанием биогумуса.……211
50. *Кособрюхов А.А.* Пути повышения продуктивности овощных культур в культивационных сооружениях…214
51. *Крейдман Ж.Е.* Накопление фтора и углеводов в расте-ниях винограда сорта «Кодринский» под влиянием не-корневых подкормок и последействия органических удобрений …….218
52. *Креславский В.Д.* Регуляция стресс-устойчивости фото-синтетического аппарата индукторами различной приро-ды……221
53. *Кривенков Л.В., Высоцкая О.А., Прозорова О.А.* Сорто-вые особенности накопления химических элементов ба-зиликом в связи с задачами селекции на химический состав……..224
54. *Кружков А.В., Конюхова А.А., Николашин С.П., Жбанова Е.В.* Оценка плодов сортов и форм косточковых и редких культур по содержанию сахаров и кислот……..227
55. *Крутько Р.В., Кондратенко С.И.* Изучение зависимости содержания общего сахара в плодах гибридов F_1 перца сладкого от химического состава плодов материнских форм.....229
56. *Куракса Н.П.* Возможности отбора холодостойких сортов перца сладкого на биохимические показатели……..231

57. *Лихолат Т.В., Шишова Т.К.* Интродукция маша (*Vigna radiata*) с помошью биологически активных веществ..233
58. Лукашов Р.И., Моисеев Д.В. Флавоноиды – антиоксиданты *Rudbeckia Hirta* L…….237
59. Лупашку Г.А., Сашко Е.Ф., Кинтя П.К., Марченко А.А., Мащенко Н.Е., Гавзер С.И. Влияние гликозидов из *Veronica Chamedrys* L. на структуру популяций растений пшеницы при биотическом стрессе……240
60. Лысенко Г.Г. Влияние засухи на содержание воды в растении…….243
61. *Маргитай Л. Г. , Ходак Л. А., Ходак В. А.* Сравнительная характеристика содержания сахара и сухого вещества в плодах некоторых видов хурмы и особенности интродукции хурмы в условиях г. Ужгород 249
62. Мащенко Н.Е., Кинтя П.К., Бландинская О.А., Козарь Е.Г., Беспалько Л.В. Влияние гликозидов из *Verbascum Densiflorum* на ростовые процессы перца сладкого…...252
63. Минзанова С.Т., Цепаева О.В., Выштакалюк А.Б., Миронова Л.Г., Миронов В.Ф., Зобов В.В., Миндубаев А.З., Гинс М.С., Гинс В.К., Кононков П.Ф., Пивоваров В.Ф. Исследование пектиновых полисахаридов из корнеплодов дайкона…….257
64. Морозов А.И. Влияние органоминерального удобрения Биоплант Флора на рост, развитие и урожайность мяты перечной…….262
65. Морозов А.И., Пушкина Г.П., Бушковская Л.М. Эффективность регулятора роста Циркон на мяте перечной в условиях Московской области……265
66. Мусаев Ф.Б. Повышение качества продукции фасоли овощной…….268
67. Мухтарова Ш.Дж., Джафарова С.К. Водоросли – индикаторы галобности в водоемах южных склонов Большого Кавказа (Азербайджан)……271
68. Нечаева Т.Л., Лапшин П.В., Николаева Т.Н., Костина В.М., Гафуров Р.Г., Загоскина Н.В. Влияние соединений со стресс-протекторной активностью на антиоксидантную систему проростков пшеницы…….277

69. *Павлючкова С.М., Шалыго Н.В.* Влияние низкотемпературного стресса на окислительные процессы в трансгенных по супероксиддисмутазе растениях табака……280
70. *Платицин И.В., Влазнева Л.Н.* Биохимическая оценка плодов ирги и пригодность к переработке в тамбовской области в условиях 2010 года …….283
71. *Рабинович А.М.* К вопросу реинтродукции ценных тропических лекарственных растений в России …….286
72. *Раченко М.А., Раченко Е.И., Боровский Г.Б.* Сезонные изменения спектра дегидринов в коре разных по зимостойкости генотипов яблонь……293
73. *Рихтер А.А., Горина В.М.* Изучение продолжительности формирования плодов алычи в связи с их качеством...300
74. *Романова Н.Г., Лапин А.А., Зеленков В.Н.* Определение антиоксидантной активности плодов рябины, боярышника и гребней винограда для производства чайных напитков…….303
75. *Рошка Н.Д., Мустяцэ Г.И., Кинтя П.К., Баранова Н.В.* Влияние стимуляторов роста на всхожесть семян пассифлоры (Passiflora incarnata) и рост рассады……308
76. *Русу М.М., Кинтя П.К.* Влияние мелонгозида-О на адаптацию яблони к засухе……..310
77. *Салтанович Т.И., Кравченко А.Н., Тодераш Л.Г., Швец С.А.* Использование гликозидов на репродуктивных стадиях развития томата……312
78. *Синькевич М.С., Трунова Т.И.* Сахара как маркер селекции картофеля на устойчивость к гипотермии……..314
79. *Солдатенко А.В.* Эколого-географическая изменчивость уровня содержания радионуклидов ^{137}Cs в товарной продукции капусты пекинской…….319
80. *Спивак Е.А., Шалыго Н.В.* Окислительные процессы и содержание низкомолекулярных антиоксидантов в проростках ячменя при возобновлении полива после почвенной засухи……323
81. *Титова Н.В., Шишкану Г.В., Кинтя П.К.* Реакция растений абрикоса на обработку молдстимом …….....326

82. Топчий Н.Н. Позитивные и негативные последствия использования аскорбиновой кислоты в сельском хозяйстве……331
83. Флоря В. Н., Доня В. П., Кинтя П. К., Доня В. В. Биологические особенности развития *Glycyrrhiza glabra* L. в условиях Республики Молдова……333
84. Флоря В. Н., Доня В. П., Доня В. В. Результаты интродукции лекарственных растений с частичной морфологической дезинтеграцией……337
85. *Флоря В. Н., Доня В. П., Кинтя П. К., Доня В. В.* Особенности онтогенеза Glycyrrhiza glabra L. в условиях культуры……341
86. *Цепаева О.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Миронов В.Ф., Зобов В.В., Гинс В.К., Кононков П.Ф., Гинс М.С.* Стахиоза – биологически активный олигосахарид из *Stachys sieboldii Mig*.....344
87. Чеботарева Н.А., Баяндина И.И., Загурская Ю.В., Казанцева Л.П., Самойлова Г.В., Дымина Е.В. Содержание фенольных соединений эхинацеи пурпурной, выращенных в различных регионах Западной Сибири…….347
88. Чекмарев П.А., Кононков П.Ф., Гинс В.К., Горюнова Ю.Д. Антиоксидантная активность листьев якона……...350
89. Чернядьев И.И., Монахова О.Ф. Фотосинтез пшеницы в условиях засухи……352
90. Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А. Нут – ценная культура засушливого Поволжья……359
91. Эйгес Н.С., Волченко Г.А., Кузнецова Н.Л., Вайсфельд Л.И., Волченко С.Г., Артамонов В.С. Новые черты признака высоких хлебопекарных свойств у озимой пшеницы, возникшие под влиянием супермутагена этиленимина……..362
92. Яшин Я.И., Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в лекарственных травах амперометрическим методом……..367
93. Яшин Я.И., Яшин А.Я., Черноусова Н.И., Федина П.А. Банк данных содержания антиоксидантов в пищевых продуктах и напитках……...374