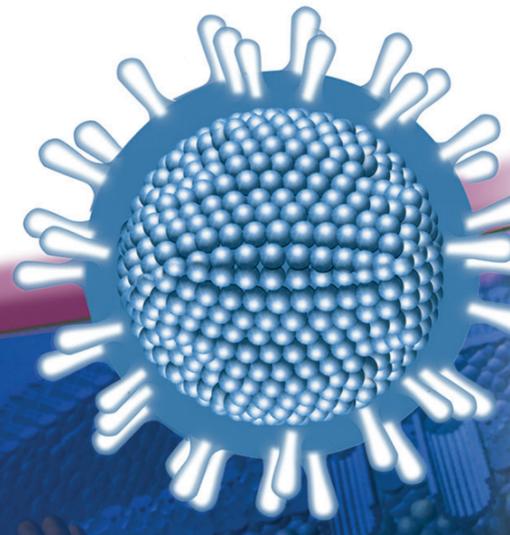


**Биохимические реактивы,
оборудование
и расходные материалы
Life Sciences**



- для культур клеток
- биохимии
- молекулярной биологии
- молекулярной генетики
- микробиологии

- сыворотки животных
- антитела
- рекомбинантные белки



www.chimmed.ru



Мы можем предоставить демоверсии приборов в вашу лабораторию!

Москва, 115230, Каширское шоссе, д. 9, корп. 3. Тел.: +7 (495) 728 4192, e-mail: bio@chimmed.ru
 Санкт-Петербург, 195248, пр. Энергетиков, д. 19, оф. 314. Тел.: +7 (812) 605 0061, e-mail: spb@chimmed.ru
 Казань, 420081, ул. Седова, д. 22. Тел.: +7 (843) 273 6761, 272 9786, e-mail: kazan@chimmed.ru
 Новосибирск, 630090, просп. Акад. Лаврентьева, 6/1. Тел.: +7 (383) 335 6108, e-mail: sibir@chimmed.ru

НОВЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ РАСТЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Сборник научных трудов по материалам
XIII Международного симпозиума**



**НОВЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ РАСТЕНИЯ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**



Москва
 Российский университет дружбы народов
 2019

2019

Министерство науки и высшего образования РФ
Министерство сельского хозяйства РФ
Российская академия наук
Общероссийская общественная академия нетрадиционных и редких растений
ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
ФГБУН «Федеральный исследовательский центр
«Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»
ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
лекарственных и ароматических растений»
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

НОВЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ РАСТЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Сборник научных трудов
по материалам XIII Международного симпозиума*



Москва
Российский университет дружбы народов
2019

УДК 631.529: 581.19:581.1: 577.355(063)

ББК 41.39+41.272+41.271+40.211

Н76

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Кононков П.Ф.	председатель, Президент АНИРР	РФ
Пивоваров В.Ф.	сопредседатель, академик РАН	РФ
Куликов И.М.	сопредседатель, академик РАН	РФ
Косолапов В.М.	академик РАН	РФ
Рындин А.В.	академик РАН	РФ
Савченко И.В.	академик РАН	РФ
Шувалов В.А.	академик РАН	РФ
Багиров В.А.	член-корр. РАН	РФ
Миронов В.Ф.	член-корр. РАН	РФ
Попов В.О.	член-корр. РАН	РФ
Плугатарь Ю.В.	член-корр. РАН	РФ
Сидельников Н.И.	член-корр. РАН	РФ
Журавлева Е.В.	д.с.-х.н., профессор РАН	РФ
Солдатенко А.В.	д.с.-х.н., профессор РАН	РФ
Кособрюхов А.А.	д.б.н.	РФ
Креславский В.Д.	д.б.н.	РФ
Плющиков В.Г.	д.с.-х.н.	РФ
Гинс В.К.	ученый секретарь, академик АНИРР	РФ

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Гинс М.С.	председатель, член-корр. РАН	РФ
Аллахвердиев С.Р.	д.б.н., академик АНИРР	Турция
Байков А.А.	секретарь, член-корр. АНИРР	РФ
Бекузарова С.А.	д.с.-х.н., академик АНИРР	РФ
Борисов В.А.	д.с.-х.н., академик АНИРР	РФ
Гончарова Э.А.	д.б.н., академик АНИРР	РФ
Дерканосова Н.М.	д.т.н.	РФ
Жидехина Т.В.	к.с.-х.н., член-корр. АНИРР	РФ
Загиров Н.Г.	д.с.-х.н.	РФ
Загоскина Н.В.	д.б.н.	РФ
Загуменникова Т.И.	к.б.н.	РФ
Иванова М.И.	д.с.-х.н., профессор РАН	РФ
Минзанова С.М.	к.т.н.	РФ
Мотылева С.М.	к.с.-х.н.	РФ
Музыкакина Р.А.	д.х.н., академик АНИРР	Казахстан
Мусаев М.	PhD, академик АНИРР	Азербайджан
Мусаев Ф.Б.	д.с.-х.н.	РФ
Науменко Т.С.	к.с.-х.н.	РФ
Разин А.Ф.	д.э.н.	РФ
Сарикян К.М.	PhD, академик АНИРР	Армения
Скорина В.В.	д.с.-х.н.	Белоруссия
Тумаева Т.А.	к.с.-х.н.	РФ
Фотев Ю.В.	к.с.-х.н.	РФ
Шевцова Л.П.	д.с.-х.н., академик АНИРР	РФ

Н76

Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : сборник научных трудов по материалам XIII Международного симпозиума. – Москва : РУДН, 2019. – 184 с. : ил.

ISBN 978-5-209-09509-5

© Коллектив авторов, 2019
© Российский университет
дружбы народов, 2019

Интродукция овощных, плодовых, ягодных, лекарственных и кормовых растений и перспективы их практического использования

Introduction of vegetable, fruit, berry, medicinal and fodder plants and the prospects for their practical use

УДК 631.525:633.31/.37

DOI: 10.22363/09509-2019-3-5

ВЛИЯНИЕ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

INFLUENCE OF THE INTRODUCED BEAN CULTURES ON SOIL FERTILITY

Домбровская С.С. – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры садово-паркового хозяйства и экологии
Конопля Н.И. – доктор с.-х. наук, профессор кафедры биологии

Dombrovskaya S.S. – PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of landscape gardening and ecology
Konoplya N.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Biology Department

Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко, 91011, г. Луганск, ул. Оборонная, 2, e-mail: dombrik@list.ru

Luhansk Taras Shevchenko National University, 91011, Luhansk, Oboronnaya St., 2, e-mail: dombrik@list.ru

Приведены данные многолетних полевых опытов об агроэкологических особенностях интродуцированных из естественных фитоценозов *Galega officinalis*, *Glycyrrhiza glabra*, *Medicago romanica*, *Onobrychis tanaitica*, *Lotus ucrainicus*, используемых для ведения биологического земледелия степных зон Украины. Установлены их преимущества в сравнении с традиционными культурами севооборота.

Data of long-term field experiments about the agroecological features introduced from natural phytocoenosis *Galega officinalis*, *Glycyrrhiza glabra*, *Medicago romanica*, *Onobrychis tanaitica*, *Lotus ucrainicus*, used for conducting biological agriculture of steppe zones of Ukraine are provided. Their advantages in comparison with the traditional cultures of a crop rotation are established.

Ключевые слова: интродукция, бобовые культуры, плодородие почвы, урожайность.

Keywords: introduction, bean cultures, soil fertility, productivity.

Введение

В последние десятилетия экологическое состояние в Украине стало еще более кризисным, чем экономическое. Особенно мощным фактором экологического воздействия является сельскохозяйственное производство. Монокультурные методы ведения растениеводства, упрощенная система обработки почвы, уменьшение объемов химической защиты растений и применения удобрений, отказ от севооборотов и переход к ежегодному перераспределению посевных площадей со значительным нарушением их структуры, расширение площадей энергетических культур, главным образом подсолнечника и свеклы за счет зернобобовых и кормовых, оптимизировали условия водной и ветровой эрозии, засоления и заболачивания почв, возникновения негативного баланса гумуса и снижения плодородия почвы в целом [6].

Небывалых масштабов приобрело распространение сорняков. Потенциальная засоренность достигла 1,70–14,1 млрд. тыс. шт. семян на гектаре, актуальная – от 2,0 до 5,0 тыс. шт./м² всходов сорных растений [3]. Засоренность посевов приобрела такие угрожающие масштабы, что характеризуется как национальное или даже глобальное бедствие и является самым существенным фактором, сдерживающим рост производства продукции растениеводства [3,4]. Все это вносит существенные изменения в природный круговорот веществ и энергии, ухудшает нормальный ход природных биологических и биохимических процессов в земледелии.

В связи с этим, первостепенное значение приобретают природоохранные системы ведения земледелия. Во многих хозяйствах за основу принимают севообороты с чередованием полевых культур с выводным полем многолетних бобовых трав. Исходя из экономических и экологических условий, все чаще стали сознательно вводиться системы землепользования, в которых используется благоприятное влияние 3–5-летних сенокосов или пастбищ, как предшественников зерновых и технических культур [1–3]. Особенно эффективны такие севообороты в условиях со сложными

климатическими, топографическими условиями, а также на малопродуктивных, песчаных, каменистых или щебнистых почвах [2,6].

Достаточно продолжительное состояние покоя почвы под травянистым покровом многолетних бобовых культур благоприятно влияет на содержание гумуса и биологического азота, формирование и сохранение комковатой структуры, оптимальной плотности, высокой микробиологической активности и повышает урожайность последующих полевых культур. При выращивании многолетних бобовых растений в течение ряда лет содержание гумуса в 0–20 см слое почвы было на 0,2–0,3% выше, чем в полевых зернопропашных и паропропашных севооборотах. Злаковые культуры в севообороте только при внесении 200–300 кг/га азота обеспечивали такой же сбор энергии и протеина как клевер или смесь клевера с райграсом без внесения азота [6].

В Лесостепи и Полесье наиболее перспективными культурами для биологического земледелия являются *Trifolium pratense* L., *Medicago sativa* L., *Galega orientalis* L., *Lotus ucrainicus* Klokov, *Lathyrus pratensis* L. [1]. В тоже время для степных зон виды бобовых культур и их влияние при длительном выращивании в выводных полях полевых и почвозащитных севооборотов не установлены.

Объекты и методы исследований

Объектами наших исследований были интродуцированные из естественных фитоценозов *Galega officinalis* L., *Glycyrrhiza glabra* L., *Medicago romanica* Prodan, *Onobrychis tanaitica* Spreng., *Lotus ucrainicus* Klokov, используемые для ведения биологического земледелия степных зон.

Исследования проводили в пятипольном полевом зернопропашном севообороте на склоновых землях АО «Агрофирма «Колос», расположенной в Лозовско-Каменском сельскохозяйственном районе Луганской области. Почвы опытных участков – черноземы обыкновенные в различной степени смытые. Глубина гумусового горизонта 28–36 см, содержание гумуса – 2,6–3,1%. Посев кормовых культур проводили в первой декаде апреля сеялкой СЗН-2,1 из расчета 400–450 шт. растений на 1 м². Выводное поле посева интродуцированных бобовых кормовых культур занимали в течение 4 лет.

Площадь опытных делянок – 17 м², размещение вариантов – систематическое, повторность опытов – трехкратная. Закладку, проведение опытов, учеты и наблюдения в них проводили по общепринятым методикам [5].

Результаты и обсуждение

Установлено, что в течение четырех лет на опытных делянках бобовые культуры ежегодно оставляли в среднем от 6,86 до 9,12 т/га поукосных и корневых остатков, что в 1,7–1,8 раза больше чем кукуруза и сорго, в 1,5–2,0 раза – чем овес и ячмень, в 3,1–3,3 раза – чем горох и соя. Максимальное их количество оставалось после *Onobrychis tanaitica* Spreng. и *Galega officinalis* L., а наименьшее – после *Glycyrrhiza glabra* L. и *Lotus ucrainicus* Klokov (табл 1).

Таблица 1. Масса (т/га) растительных остатков бобовых интродуцентов и их химический состав (2015 – 2018 гг.)

Table 1. Mass (tons per hectare) of the vegetable remains of bean introduced species and their chemical composition (2015 – 2018)

Виды растений	Поукосно-корневых остатков в 0 – 30 см слое почвы, т/га	Содержание в поукосно-корневых остатках, %					
		сухого вещества	зола	N	P	K	Ca
<i>Galega officinalis</i>	9,07	44,8	9,43	2,55	0,28	0,92	0,58
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	6,86	38,1	7,16	2,03	0,19	0,28	0,40
<i>Medicago romanica</i>	8,84	42,7	8,68	2,76	0,31	0,67	1,06
<i>Onobrychis tanaitica</i>	9,12	44,0	9,22	2,81	0,27	1,34	1,04
<i>Lotus ucrainicus</i>	7,11	44,2	8,56	2,64	0,25	0,73	0,91

По содержанию минеральных веществ поукосно-корневые остатки различных видов бобовых интродуцентов также отличались. Так, после уборки *Galega officinalis*, *Onobrychis tanaitica* и *Medicago romanica* в почве после четырехлетнего произрастания и уборки накапливалось 35,3–36,5 т/га поукосно-корневых остатков с наибольшим содержанием азота – от 2,55 до 2,81%. Достаточно высоким в поукосных и корневых остатках было и содержание фосфора – 0,27–0,31%, калия – 0,67–1,34% и кальция – 0,58–1,06%. После их разложения в черноземной смытой почве накапливалось в 4,1 раза больше азота, в 2,7–2,9 раза – фосфора, 1,2–1,4 – калия.

Содержание агрономически ценных водопрочных агрегатов размером 0,25–1,00 мм было большим, чем после полевых культур на 37–40% и достигало 58–62%. Объемная масса 0–10 см слоя почвы весной перед посевом полевых культур после зернобобовых видов была 1,12–1,17 г/см³, а после севооборотных – от 0,88 до 1,28 г/см³, твердость почвы – соответственно 10,4–10,8 кг/см² и 17,0–19,2 кг/см².

Значительное влияние оказывали бобовые культуры на количественный и качественный состав микрофлоры почвы и ее активность. Общее количество микроорганизмов достигало 24,5–28,4 млн. шт., тогда как после полевых культур севооборота не более 7,16–9,38 млн. шт. в 1 г почвы, в том числе комочков почвы, давших рост азотобактера, было соответственно 100% и 39–46%, а целлюлозоразрушающих и нитрофицирующих организмов больше в 1,7–1,8 раза.

Имея хорошо развитую и разветвленную корневую систему, интродуцированные бобовые культуры были эффективным долговременным средством защиты почвы от поверхностного стока и вымывания азота, что делало их незаменимыми культурами в сравнении с традиционными в почвозащитных севооборотах.

Вследствие этого они были лучшими предшественниками для последующих полевых культур. Последствие их 4-х летнего использования положительно влияло на все последующие культуры севооборота: пшеницу озимую, кукурузу зерновую, ячмень яровой, подсолнечник, просо. Урожайность их в первый год посева после зернобобовых культур повышалась на 21–26%, во второй – на 18–23, третий – на 14–16, последующие годы – на 9–11%.

Заключение

Интродукция и внедрение в полевые и почвозащитные севообороты многолетних бобовых кормовых культур обеспечивает повышение плодородия почвы за счет растительных остатков, высокой микробиологической активности почвы и улучшения ее физических свойств. Урожайность последующих культур севооборота повышалась на 9–26% в течение всей ротации севооборота.

Литература

1. Боговин А.В., Слюсарь И.Т., Царенко М.К. Травянистые биогеоценозы, их улучшение и рациональное использование. – К.: Аграрная наука, 2015. – 360 с.
2. Конопля Н.И., Домбровская С.С. Интродукция как прием экологической оптимизации агроландшафтов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Мат. 13 Межд. конф.- М.: РУДН, 2018. – С. 85 – 89.
3. Курдюкова О.Н., Конопля Н.И. Семенная продуктивность и семена сорных растений. Монография. – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2018. – 200 с.
4. Курдюкова О.Н., Тыщук Е.П. Динамика изменения видового состава сегетально-рудеральной флоры степей Украины // Региональные ботанические исследования как основа сохранения биоразнообразия: материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию Воронежского госуниверситета. – Воронеж: 2018. – С. 58 – 61.
5. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин / За ред. А.О. Бабича. К.: Аграрна наука. 1998. 80 с.
6. Рослинництво за кліматичних умов Південного Сходу України / В.Г. Ткаченко, А.І. Денисенко, М.І. Дранішев та ін. – Луганськ: Елтон-2, 2013. – 568 с.

References

1. Bogovin A.V., Slyusar I.T., Tsarenko M.K. Grassy biogeocoenosis, their improvement and rational use. – K.: Agrarian Sciences, 2015. – 360 p.
2. Konoplya N.I., Dombrovskaya S.S. Introduction as a method of ecological optimization of agricultural landscapes // New and unconventional plants and prospects for their use. Materials of the 13th International Conference. – M.: RUDN University, 2018. – P. 85 – 89.
3. Kurdyukova O.N., Konoplya N.I. Seed productivity and weed seed. Monograph. – St.-Petersburg: Own Publishing House, 2018. – 200 p.
4. Kurdyukova O.N., Tyshchuk E.P. Dynamics of changes in the species composition of the segmental-ruderal flora of the steppes of Ukraine // Regional botanical research as a basis for biodiversity conservation: Materials of the All-Russian Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of the Voronezh State University. – Voronezh: 2018. – P. 58 – 61.
5. Methods of conducting experiments on feed production and animal feeding / Under ed. A.O. Babich. – K.: Agrarian Sciences, 1998. – 80 p.
6. The crop production in the climatic conditions of the Southeast of Ukraine / V.G. Tkachenko, A.I. Denisenko, M. I. Dranishchev and others. – Luhansk: Elton-2, 2013. – 568 p.

**СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ
КОРИАНДРА ПОСЕВНОГО
(*Coriandrum sativum* L.)**

Почуев П.В. - аспирант кафедры овощеводства
Маланкина Е.Л. - доктор с.х. наук,
профессор кафедры овощеводства

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49*

Проведены исследования по повышению продуктивности кориандра посевного с помощью ауксиновых регуляторов роста. Применение индолилуксусной кислоты в фазах розетки и бутонизации путём опрыскивания растений позволило существенно увеличить урожайность, массу 1000-шт. семян и содержание эфирного масла в сырье у сортов кориандра Янтарь и Дебют.

Ключевые слова: кориандр посевной, *Coriandrum sativum*, индолилуксусная кислота, эфирное масло

**STRATEGIES OF GROWTH
REGULATORS USE TO INCREASE THE
PRODUCTIVITY OF THE CORIANDER
(*Coriandrum sativum* L.)**

Pochuev P. V. doctorant PhD, department of
Vegetable growing
Malankina E.L. – dr. of agriculture, Professor of
department of Vegetable growing

*Federal State Budgetary Educational Institution of
Higher Education “Russian State Agrarian
University-Moscow Timiryazev Agricultural
Academy”
Timiryazevskaya street, 49 Moscow 127550
Russian Federaton*

In our studies have been increased the productivity of coriander seed with auxin growth regulators. The use of indolylacetic acid (IAA) in the rosette phase and in the budding phase by spraying the plants significantly increased the yield, the mass of 1000 seeds and the content of essential oil in raw materials of varieties Jantar and Debut.

Keywords: coriander, *Coriandrum sativum*, indole acetic acid, essential oil

Введение

Основной проблемой при выращивании кориандра является его относительно не высокая урожайность (1,0-1,5 т/га) и одновременное созревание плодов, что приводит к частичной осыпаемости при уборке. Дополнительное повышение содержания эфирного масла также является желательным достижением при применении различных агротехнических операций и агрохимических средств[1].

В 2010-2013 годах нами были испытаны регуляторы роста различной направленности действия на ряде сортов кориандра посевного [2]. Воздействие проявлялось самым различным образом, в частности применение препарата Циркон увеличивало массу растений, а также повышало урожай на 7-9%, применение препарата Эпин-экстра повышало устойчивость растений к неблагоприятным условиям и предотвращало снижение урожайности. Однако наибольший эффект оказывали ауксиновые регуляторы, в частности ИУК и препарат на основе ИУК и гликолевой кислоты[3]. Применение регуляторов в прошлые годы в фазе бутонизации-начала цветения давало прибавку урожая за счёт повышения завязываемости и увеличения размера плодов.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили на УНПЦ «Овощная опытная станция им. В.И. Эдельштейна», в лаборатории кафедры овощеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2013 г.

Характеристика почв опытного участка. На участке УНПЦ «Овощная опытная станция им. В.И. Эдельштейна» почва пахотного слоя по гранулометрическому составу – среднесуглинистая, хорошо оструктурена. Содержание гумуса было 2,9 %, подвижного P₂O₅ – 240 мг/кг; обменного K₂O – 180 мг/кг; рН_{KCl} – 6,5. Подготовка почвы и основные агротехнические операции соответствовали

зональным особенностям и требованиям культуры. Внесение удобрений на протяжении опытов не предусматривалось.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2013 г. были благоприятными для роста и развития кориандра посевного.

Для работы отобраны два сорта: в качестве контроля Янтарь и новый сорт Дебют. Уборку сырья проводили в соответствии с требованиями культуры. Сушку образцов проводили в хорошо проветриваемом помещении при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. Эфирное масло определяли методом 1 по ГФ XIV. Урожайность определяли после срезки зонтиков, их высушивания и обмолота. Массу 1000 шт семян определяли на аналитических весах с точностью до второго знака в 6 кратной повторности по ГОСТу.

Результаты и обсуждение

При обработке растений в фазе розетки отмечено увеличение интенсивности роста растений и после морфологического изучения растений различных вариантов отмечено увеличение длины главного корня и числа боковых корней при обработке препаратом ИУК-ГФ в концентрациях как 25, так и 50 мг/мл.

Как видно из таблицы 1, урожайность существенно увеличивалась во всех вариантах у обоих сортов (разница с контролем превысила НСР).

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на урожайность кориандра посевного после обработки ИУК, г/м² (2013 г.)

Table 1. The effect of growth regulators on the yield of coriander seed after treatment with IAA, g / m² (2013)

	Янтарь	% к контролю	Дебют	% к контролю
Контроль	178,7	100	172,0	100
ИУК 25 мг/л	239,0	134	230,7	134
ИУК 50 мг/л	212,3	119	220,3	128
ИУК 100 мг/л	197,0	110	196,3	112
НСР05	14,7	-	12,4	-

Урожайность при всех трёх концентрациях превышала контроль, однако при наименьшей концентрации прибавка была максимальной, соответственно и именно эта концентрация является оптимальной для повышения урожая сырья кориандра посевного с единицы площади.

Следующим важным показателем, который оказывает влияние на урожайность – масса 1000 штук семян. Данный показатель существенно зависит от сорта. Так сорт зернового направления Янтарь характеризуется более высокой массой 1000 шт семян, чем овощные сорта. Вторым фактором, который оказывает влияние на формирование семян являются погодно-климатические условия и засуха в период формирования семян. Они существенно снижают этот показатель. И наконец, повлиять на этот показатель можно с помощью различных агротехнических приемов в частности внесением фосфорных удобрений и применением регуляторов роста.

Таблица 2. Влияние концентрации ауксиновых регуляторов на массу 1000 шт семян кориандра посевного, г (2013)

Table 2. The effect of the IAA concentration on the mass of 1000 seeds of coriander, g (2013)

	Янтарь	% к контролю	Дебют	% к контролю
Контроль	10,3	100	11,6	100
ИУК 25 мг/л	13,5	131	14	121
ИУК 50 мг/л	12,5	121	12,7	109
ИУК 100 мг/л	12,2	118	10,9	94
НСР05	0,9	-	0,6	-

Как видно из данных таблицы 2, масса семян сорта Дебют была несколько выше, чем у традиционно используемого для получения эфирного масла сорта Янтарь и составила 11.6 г против 10,3г. у сорта Янтарь. В целом применение ауксинов способствует повышению массы 1000 штук семян, прежде всего в относительно низких концентрациях. Только в одном варианте у сорта Дебют масса 1000 штук семян снизилась по сравнению с контролем на 6 %.

Оптимальной для обоих сортов была концентрация ИУК 25 мг/л (13.5 и 14 г соответственно) прибавка в этом случае по сравнению с контролем составила 31 % у сорта Янтарь и 21 % у сорта

Дебют. При определении содержания эфирного масла в сырье было обнаружено, что регуляторы либо не влияли, либо несколько снижали этот показатель. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние концентрации ИУК на содержание эфирного масла в сырье кориандра посевного, г (2013)

Table 3. The effect of IAA concentration on the content of essential oil in the raw material of coriander seed, g (2013)

	Янтарь	% к контролю	Сбор ЭМ с 1 м ² , г	Дебют	% к контролю	Сбор ЭМ с 1 м ² , г
Контроль	1,04	100	1,85	1,21	100	2,08
ИУК 25 мг/л	1,07	103	2,56	1,15	95	2,64
ИУК 50 мг/л	1,01	97	2,14	1,20	99	2,64
ИУК 100 мг/л	0,96	92	1,89	1,06	88	2,07

Как видно из таблицы 3, сорт Дебют показал более высокую урожайность и большее содержание эфирного масла в сырье. Вместе с тем, как видно из таблицы 3, за счёт увеличения урожайности суммарный сбор эфирного масла с единицы площади был выше, чем в контроле. Максимальный выход эфирного масла с единицы площади был выше при применении концентрации ИУК 25 мг/л.

Заключение

В результате обработок ауксиновыми регуляторами роста, как в фазе розетки, так и в период бутонизации - начала цветения [1], повышалась урожайность и выход эфирного масла с единицы площади. Благодаря обработке в фазе розетки растения образуют более мощную корневую систему, что затем позволяет сформировать им больший урожай.

На примере двух сортов нами установлено, что оптимальная концентрация обработки растений в фазе бутонизации 25 мг/л индолилуксусной кислоты, что позволило повысить урожай сырья на 134 % , массу 1000 шт семян на 121-131% и сбор эфирного масла с единицы площади.

Литература

1. Маланкина Е.Л., Пржевальский Н.М., Кузнецов Н.И., Денисов П.Д., Грязнов А.П. Использование ауксиновых регуляторов роста для повышения продуктивности кориандра посевного (CORIANDRUM SATIVUM L.) в условиях нечерноземной Зоны РФ //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 146-150.
2. Пржевальский Н.М., Грязнов А.П. Стимулятор роста растений на основе 3-индолилуксусной кислоты и способ его получения: заявл. 04.12.2009 Пат. № 2 430 513 РФ; опубл. 10.10.2011. Бюлл. №28. 2 с.
3. Маланкина Е.Л., Кузнецов Н.И. Влияние обработок стимуляторами роста на продуктивность кориандра посевного в условиях Нечернозёмной зоны //Материалы всеросс. Конф.:» «Биоразнообразие: стратегия сохранения и проблемы развития ДГУ – 80 лет». 16-17 мая 2011. Дагестан, Дербент. - с.9-12

Reference

1. Malankina E. L., Prijevalsky N.M. Kuznetsov N. I., Denisov P. D. , Gryaznov A. P. Auxin growth regulators usage for productivity increase of CORIANDRUM SATIVUM L under Russian Federation non-chernozem zone climate conditions //Timiryavev Academy Izvestya, 2013, #3, page 146-150
2. Prijevalsky N.M., Gryaznov A. P. Plant growth stimulator based on 3-indoleacetic acid. The method of acid production. Inquiry 04.12.2009. Russian Federation patent № 2 430 513, published 10.10.2011. Bulletin №28. page 2
3. Malankina E.L. Kuznetsov N.I. Plant growth stimulators processing effect on CORIANDRUM SATIVUM L productivity under Russian Federation non-chernozem zone climate conditions. Biodiversity: Strategies of preservation and growth issues - DGU 80th anniversary. Page 9-12 of 2011, May 17th conference materials. Dagestan. Dербent

**ИНТРОДУКЦИОННЫЙ
ПОТЕНЦИАЛ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ
ПРИДНЕСТРОВЬЯ: ПИЩЕВЫЕ
РАСТЕНИЯ**

Хлебников В.Ф. – доктор с.-х. наук, проф.
кафедры ботаники и экологии,
Медведев В.В. – кандидат с.-х. наук, с.н.с. НИЛ
“Биоинформатика”
Смурова Над.В. – вед. специалист
Ботанического сада
Смурова Нат.В. – зав. флористическим музеем

*Приднестровский государственный
университет им. Т.Г.Шевченко 3300,
г.Тирасполь, ул. 25 Октября 128/3,
e-mail: v-khl@yandex.ru*

Проведены исследования по изучению и анализу Природной флоры Приднестровья. Выявили 142 вида пищевых растений из 101 рода и 32 семейств. Особенно богаты видовым разнообразием пищевых растений 10 семейств: *Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Chenopodiaceae, Apiaceae, Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae.*

Ключевые слова: природная флора, пищевые растения, видовое разнообразие, спектр семейств

**THE POTENTIAL INTRODUCTION ROLE
OF NATIVE FLORA OF THE
PRIDNESTROVIE: FOOD PLANTS**

Khlebnikov V. F. – doctor of agricultural sciences,
professor of the department of botany and ecology,
Medvedev V.V. - candidate of agricultural
sciences, senior specialist of the scientific
laboratory «Bionformatics»,
Smurova Nad.V. - leading specialist of the
Botanical Garden
Smurova Nat. V. – head of the floristic museum

*Shevchenko State University of Pridnestrovie 3300,
Tiraspol Str. 25 of October, 128/3,
e-mail: v-khl@yandex.ru*

The research of the native flora of the Pridnestrovie were conducted. 142 species of food plants from 101 genera and 32 families were identified. Especially rich in species diversity of food plants 10 families: *Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Chenopodiaceae, Apiaceae, Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae.*

Keywords: native flora, food plants, species diversity, spectrum of family

Введение

Центральное место в обеспечении человечества пищей занимает продукция растительного мира, которая обеспечивает его потребности в пищевой энергии на 90%, белке - 70%, витаминах и других физиологически незаменимых веществах [1]. В этой связи одним из главных направлений в исследовательской работе должно стать введение в культуру новых нетрадиционных растений, ибо интродукция позволяет с максимальной эффективностью использовать богатейшие, порой не востребуемые растительные ресурсы [3-4]. При этом особо подчеркивается, что основным направлением повышения эффективности возделывания интродуцированных растений должно быть не только увеличение валовой урожайности, но и улучшение биохимического качества производимой продукции [2].

Объекты и методы исследований

Объект исследований - природная флора Приднестровья. Для характеристики видов использованы методы ботанического и флористического анализа. Выявление видов, имеющих пищевое значение проводилось по литературным данным и результатам исследований авторов [2-4].

Результаты и обсуждение

Проведя исследование по анализу дикорастущих растений исследуемой флоры по хозяйственно-полезным свойствам, выявили 142 вида пищевых растений из 101 рода и 32 семейств.

Magnoliophyta

Liliopsida

Alismataceae. Alisma plantago-aquatica L.; Sagittaria sagittifolia L.

Butomaceae. Butomus umbellatus L.

Poaceae. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.*; *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.*; *Elytrigia repens* (L.) Nevski; *Glyceria fluitans* (L.) R. Br.; *Glyceria notata* Chevall.; *Hierochloa odorata* (L.) P. Beauv.; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.; *Setaria viridis* (L.) P. Beauv.*

Cyperaceae. *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla

Alliaceae. *Allium rotundum* L.; *Allium scorodoprasum* L.; *Allium sphaerocephalon* L.; *Allium ursinum* L.

Asparagaceae. *Asparagus officinalis* L.; *Asparagus verticillatus* L.

Magnoliopsida

Cannabaceae. *Humulus lupulus* L.

Urticaceae. *Urtica dioica* L.; *Urtica urens* L.

Polygonaceae. *Polygonum aviculare* L.; *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love (*Polygonum convolvulus* L.); *Polygonum hydropiper* L.; *Polygonum lapathifolium* L.

Chenopodiaceae. *Atriplex prostrata* Boucher ex DC; *Atriplex rosea* L.; *Atriplex sagittata* Borkh. (*A. nitens* Schkuhr); *Atriplex tatarica* L.; *Chenopodium album* L.; *Chenopodium polyspermum* L.; *Chenopodium rubrum* L.

Amaranthaceae. *Amaranthus cruentus* L.*; *Amaranthus retroflexus* L.*

Portulacaceae. *Portulaca oleracea* L.*

Caryophyllaceae. *Stellaria media* L. (Vill.)

Ranunculaceae. *Clematis vitalba* L.; *Ficaria verna* Huds.; *Nigella arvensis* L.*; *Ranunculus sceleratus* L.; *Thalictrum minus* L.

Brassicaceae. *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande; *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.; *Armoracia rusticana* P.G. Gaertn. Mey. & Scherb.*; *Barbarea vulgaris* R. Br.; *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus; *Cardaria draba* (L.) Desv.*; *Chorispora tenella* (Pall.) DC.*; *Conringia orientalis* (L.) Dumort.*; *Erucastrum armoracioides* (Czern. & Turcz.) Cruchet; *Lepidium campestre* (L.) R. Br.; *Lepidium latifolium* L.; *Sinapis alba* L.*; *Sinapis arvensis* L.*; *Sisymbrium altissimum* L.; *Sisymbrium loeselii* L.; *Thlaspi arvense* L.*

Crassulaceae. *Hylotelephium maximum* (L.) Holub (*Sedum maximum* (L.) Hoffm.)

Rosaceae. *Filipendula vulgaris* Moench; *Geum urbanum* L.; *Potentilla anserina* L.; *Poterium sanguisorba* L.

Fabaceae. *Galega officinalis* L.*; *Glycyrrhiza glabra* L.; *Lathyrus pratensis* L.; *Lathyrus tuberosus* L.; *Lotus corniculatus* L.; *Melilotus officinalis* (L.) Pall; *Ononis arvensis* L.; *Trifolium hybridum* L.; *Trifolium pratense* L.; *Trigonella caerulea* (L.) Ser.; *Vicia tenuifolia* Roth

Malvaceae. *Althaea officinalis* L.*; *Malva neglecta* Wallr.*; *Malva pusilla* Sm.*; *Malva sylvestris* L.

Hypericaceae. *Hypericum perforatum* L.

Onagraceae. *Epilobium montanum* L.; *Epilobium tetragonum* L.

Apiaceae. *Aegopodium podagraria* L.; *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.; *Chaerophyllum bulbsum* L.; *Eryngium campestre* L.; *Falcaria vulgaris* Bernh.; *Heracleum sibiricum* L.; *Laser trilobum* (L.) Borkh.; *Pastinaca clausii* (Ledeb.) Pimenov; *Pimpinella dissecta* Retz. (*P. saxifraga* L.).

Primulaceae. *Lysimachia nummularia* L.; *Primula veris* L.

Lamiaceae. *Ajuga reptans* L.; *Mentha longifolia* (L.) Huds.; *Mentha piperita* L.; *Mentha pulegium* L.; *Mentha pulegium* L.; *Origanum vulgare* L.; *Sideritis montana* L.; *Stachys officinalis* (L.) Trevir.; *Teucrium scordium* L.; *Thymus marschallianus* Willd.

Solanaceae. *Solanum nigrum* L.*; *Solanum schultesii* Opiz*

Scrophulariaceae. *Veronica beccabunga* L.

Plantaginaceae. *Plantago lanceolata* L.; *Plantago major* L.

Rubiaceae. *Galium verum* L.

Valerianaceae. *Valerianella locusta* (L.) Laterr.

Campanulaceae. *Campanula glomerata* L.; *Campanula persicifolia* L.; *Campanula rapunculoides* L.; *Campanula sibirica* L.

Asteraceae. *Achillea millefolium* L.; *Achillea nobilis* L.; *Arctium lappa* L.; *Arctium tomentosum* Mill.; *Artemisia absinthium* L.*; *Artemisia annua* L.*; *Artemisia vulgaris* L.; *Carduus acanthoides* L.*; *Carduus crispus* L.; *Carduus thoermeri* Weinm.; *Cichorium intybus* L.; *Lactuca serriola* L.; *Leucanthemum vulgare* Lam.; *Matricaria recutita* L.*; *Onopordum acanthium* L.*; *Scorzonera hispanica* L.; *Sonchus arvensis* L.; *Sonchus oleraceus* L.; *Sonchus asper* (L.) Hill.; *Tanacetum vulgare* L.; *Taraxacum officinale* F.H. Wigg.; *Tragopogon orientalis* L.

Typhaceae. *Typha angustifolia* L.; *Typha latifolia* L.

Из них 26 адвентивные виды*. Часть из этих растений представляет интерес как непосредственно пищевые (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Campanula persicifolia* L., *Carduus acanthoides* L., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Sinapis alba* L., *Sinapis arvensis* L., *Thlaspi arvense* L., *Galega officinalis* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Althaea officinalis* L., *Malva neglecta* Wallr., *Malva pusilla* Sm., *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L., *Portulaca oleracea* L.), а другие виды – в качестве приправ к пище и для ароматизации различных напитков (*Artemisia absinthium* L., *Artemisia annua* L., *Matricaria recutita* L., *Althaea officinalis* L., *Nigella arvensis* L.).

Ведущая десятка семейств включает 101 вид (71,13% от общего числа интродуцентов) и 75 родов (74,25%). Особенно богаты видовым разнообразием *Asteraceae*, на долю которого приходится 15,49%, второе место в спектре занимает *Brassicaceae* (11,27%), третье место – *Fabaceae* (7,75%), четвертое – *Lamiaceae* (7,04%), пятое и шестое места разделяют *Chenopodiaceae* и *Apiaceae* (по 6,34%), седьмое и восьмое места занимают *Poaceae* (5,63%) и *Polygonaceae* (4,93%). Завершают спектр ведущих семейств *Ranunculaceae* и *Rosaceae*, содержащие 3,52% и 2,82%, соответственно, видового разнообразия пищевых растений.

Заключение

В процессе исследований выявлено сравнительно богатое видовое разнообразие пищевых растений в природной флоре Приднестровья. Она насчитывает 142 вида, 101 род, 32 семейства. Среди них отмечены 26 адвентивных видов. Часть из этих растений используется непосредственно как пищевые (салатные) растения, а другие виды – в качестве приправ к пище и для ароматизации различных соусов и напитков. Особенно богаты видовым разнообразием пищевых растений семейства *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Chenopodiaceae*, *Apiaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae* и *Rosaceae*.

Литература

1. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). - М.: РУДН, 2001. Т. I. - С. 28-45.
2. Кононков П.Ф., Пивоваров В.Ф., Гинс М.С., Гинс В.К. Интродукция и селекция овощных культур для создания нового поколения продуктов функционального действия. - М.: РУДН, 2008. - 170 с.
3. Хлебников В.Ф., Медведев В.В. Видовые ресурсы травяных цветковых растений флоры Приднестровья и перспективы их использования как пищевых культур // Сб. научн. ст. «Академику Л.С.Бергу 135 лет», 2011. - С.80-85.
4. Хлебников В.Ф., Медведев В.В., Смурова Над.В., Смурова Нат.В., Мороз П.А. Новые и нетрадиционные овощные растения: биология, экология, технология. - Тирасполь: Полиграфист, 2010. - 128 с.

References

1. Zhuchenko A.A. Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic basis). - M.: RUDN, 2001. V. I. - Pp. 28-45.
2. Kononkov P.F., Pivovarov V.F., Gins M.S., Gins V.K. Introduction and selection of vegetable crops to create a new generation of products of functional action. - M.: RRUDN, 2008. - 170 p.
3. Khlebnikov V.F., Medvedev V.V. Species resources of herbal flowering plants in the flora of Pridnestrovie and the prospects for their use as food crops // Coll. scientific art. "Academician L.S. Bergu is 135 years old", 2011. - P.80-85/
4. Khlebnikov V.F., Medvedev V.V., Smurova Nad.V., Smurova Nat.V., Moroz P.A. New and unconventional vegetable plants: biology, ecology, technology. - Tiraspol: Polygraphist, 2010. - 128 p.

Антиоксиданты, неспецифический окислительный стресс, регуляция ростовых и метаболических реакций при действии биотических и абиотических стрессоров

Antioxidants, non-specific oxidative stress, regulation of growth and metabolic reactions under the action of biotic and abiotic stressors

УДК 634.1:581.1

DOI: 10.22363/09509-2019-12-15

**СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
УМЕРЕННОГО ПЕРЕУПЛОТНЕНИЯ
ПОЧВЫ И ЗАТОПЛЕНИЯ НА
РОСТ И ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ
МЕТАБОЛИЗМ ПШЕНИЦЫ
TRITICUM AESTIVUM L. CV. «БАНТИ»,**

**COMPARATIVE INVESTIGATION
OF THE MODERATE OVERCOMPACTION
SOIL AND FLOODING ON THE GROWTH
AND OXIDATIVE METABOLISM OF WHEAT
TRITICUM AESTIVUM L. CV. "BANTI"**

Балахнина Т.И.- кандидат биологических наук, с.н.с. группы экологии и физиологии фототрофных организмов

Balakhnina T.I. – PhD of Biological Sciences, Senior Researcher, Group Ecology and Physiology of Phototrophic Organisms

*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Институт
Фундаментальных Проблем Биологии РАН»
142290, г. Пушкино ул. Институтская 2,
e-mail: tbalakhnina@rambler.ru*

*FSBSI IBBP RAS
(Federal State Budgetary Scientific Institution
"Institute of Basic Biological Problems of RAS")
142290, Pushchino, ul. Institutskaya 2,
e-mail: tbalakhnina@rambler.ru*

Исследовали влияние умеренного уплотнения почвы (Пп) ($1,4 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$) и затопления (Зп) на рост, реакцию перекисного окисления (ПОЛ) и активность антиоксидантных ферментов: аскорбатпероксидазы (АсП), глутатионредуктазы (ГР) и гваяколпероксидазы (ГПХ) в листьях и корнях, а также алкогольдегидрогеназы (АДГ) в корнях пшеницы *Triticum aestivum* L. cv. «Банти», относительно контрольных растений (К), (плотность почвы $1,02 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$). При плотности почвы $1,4 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$ наблюдалось увеличение длины корней растений без существенного изменения высоты надземных органов. Биомасса корней и надземных органов Пп- растений увеличилась на 11 и 12%, соответственно. У (Зп)- растений длина и биомасса корней и побегов уменьшились. При этом интенсивность ПОЛ в корнях и листьях (Пп)-варианта была ниже, чем у (Зп)- растений благодаря активному функционированию антиоксидантных ферментов. Усиление гликолиза было зафиксировано только в корнях затопленных растений.

It was investigated the effect of moderate compacted soil (Cs) (soil bulk density $1.4 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) and soil flooding (Fls) ($1.02 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) on growth, peroxidative reactions and activities of antioxidant enzymes: ascorbate peroxidase (AsP), glutathione reductase (GR) and guaiacol peroxidase (GPX) in the leaves and roots as well as alcoholdehydrogenase (ADG) in the roots of wheat *Triticum aestivum* L. cv. "Banti", relatively control plants (C), ($1.02 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$). At the density $1.4 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ the increasing of root length without significant changing length of shoots was observed. The biomass of roots and shoots of Cs- plants increased on 11 and 12%, respectively. Under the soil flooding in the (Fls)-plants length and biomass of roots and shoots decreased. At the same time, the intensity of the POL in the roots and leaves (Cs)-plants was lower than that of (Fls)-plants due to activation of antioxidant enzymes. Enhancement of glycolysis was recorded only in the roots of flooded plants.

Ключевые слова: Антиоксидантные ферменты, затопление, перекисное окисление липидов, плотность почвы, *Triticum aestivum*.

Keywords: Antioxidant enzymes, flooding, lipid peroxidation, soil density, *Triticum aestivum*.

Введение

Дефицит кислорода в прикорневой зоне растений (почвенная гипоксия) является одним из факторов, негативно влияющих на качество и урожайность сельскохозяйственных культур [2]. Возникновение почвенной гипоксии является следствием периодических или длительных

затоплений, а также из-за переуплотнения почв. Переуплотнение почвы может быть результатом неконтролируемого использования машин - тракторов, комбайнов или почвообрабатывающих орудий и даже капель дождя. Во влажных условиях любая степень переуплотнения почвы может снизить урожайность в результате потерь N, снижения доступности K и ингибирования корневого дыхания из-за уменьшения аэрации почвы. Уплотнение почвы снижает инфильтрацию и хранение воды, подавляет рост корней и может снизить урожайность. Однако, умеренное переуплотнение при посеве даже желательно для обеспечения адекватного контакта семени и корня с почвой [3].

Образование активных форм кислорода (АФК) является неспецифическим ответом растений на различные стрессовые факторы. Избыточное накопление АФК, таких как супероксидный радикал (O_2^-) и перекись водорода (H_2O_2), инициирует перекисное окисление липидов, белков, пигментов и других клеточных соединений [1,2] и приводит к серьезному повреждению клеток и всего организма. Растения обладают системой защиты от окислительного разрушения. Она состоит из низкомолекулярных антиоксидантов и антиоксидантных ферментов: АсП, ГР, ГП и т.д [1,2]. В условиях дефицита кислорода у большинства растений наблюдается усиление гликолиза, сопровождающееся накоплением лактата и этанола [4]. При длительном и глубоком гипоксическом стрессе преобладает образование этанола. Производство и использование этого фитотоксичного продукта связано с функционированием алкогольдегидрогеназы (АДГ). Регуляторные изменения в активности фермента АДГ могут играть центральную роль в биохимической адаптации растений [4].

Целью данной работы было проведение сравнительных исследований влияния умеренного переуплотнения лессовой почвы (объемная плотность почвы $1,4 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$) и затопления на рост и антиоксидантный потенциал, а также интенсивность гликолиза пшеницы *Triticum aestivum* L. cv. «Банти», относительно контрольных растений (плотность $1,02 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$).

Объекты и методы исследований

Растения выращивали на лессовой почве с содержанием глины, ила и песка при pH 5,9 (H_2O). В качестве объекта исследования использовали пшеницу *Triticum aestivum* L. cv. «Банти». Предварительно замоченные и одинаково хорошо проросшие семена высевали в пластиковые сосуды (объемом 3 л), заполненные субстратом, следующими способами:

1. Контроль (К) - рыхлая почва, где объемная плотность составляла около $1,02 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$, при оптимальном увлажнении и порозности аэрации выше 50%
2. Переуплотненная почва (Пп) - объемная плотность составляла около $1,4 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$, при оптимальном увлажнении и порозности аэрации менее 45%
3. Затопленная почва (Зп) - объемная плотность составляла около $1,02 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$, при затоплении 1 см воды над поверхностью субстрата

Биометрические параметры, интенсивность перекисных процессов (ПОЛ) и активность АсП, ГР и ГПХ определяли в проростках 2-недельного возраста. Ростовые процессы оценивали на основе сырой массы и длины побегов и корней растений. Содержание ТБКРп и активность АсП, ГР и ГПХ листьев и корней исследовали в грубых гомогенатах и ферментативных экстрактах.

Результаты и обсуждение

Длина корней и надземных органов 2-недельных (К) растений пшеницы, выращенных при объемной почвенной плотности $1,02 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$, составляла около 25,5 см и 16,6 см соответственно (Табл.1). При плотности почвы $1,4 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ регистрировали увеличение длины корней на 31% без значительного увеличения высоты надземных органов. Биомасса корней и побегов (К) растений составляла около 0,19 и 0,25 г на растение. У (Пп)- растений значения этого параметра достигли 105 и 112% соответственно по сравнению с (К) растениями. В результате затопления почвы у (Зп) - растений длина корней и побегов была меньше на 28% и 14%, а биомасса на 44% и 21%, соответственно по сравнению с (К) -вариантом (Табл.1).

Интенсивность ПОЛ (оцененная по содержанию ТБКРп) в корнях и листьях контрольных растений, выращенных на почве, уплотненной до объемной плотности $1,02 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$, составила около 6,0 и 39,5 нмоль г^{-1} сыр м. (Табл1). Через 2 недели роста растений при оптимальном поливе на почве, уплотненной до объемной плотности $1,4 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$, содержание ТБКРп было близко к контрольному уровню в побегах и незначительно (13%) уменьшилось в листьях. Затопление почвы привело к увеличению содержания ТБКРп на 43% в корнях (Зп); однако в листьях тех же растений значение этого параметра было на 33% ниже, чем в листьях (К) - варианта (Табл.1).

Увеличение плотности почвы с 1,02 г см⁻³ до 1,4 г см⁻³ стимулировало активность АсП в листьях проростков пшеницы. Активность АсП в листьях (Cs) -растений достигла 19,7 мкмоль г⁻¹ сыр. м. мин⁻¹ и была на 40% выше, чем в (К) - растениях, в то время как в (Зп) –растениях активность ферментов превышала контрольный уровень на 64% (Табл.1). Значительных различий в активности АсП в корнях контрольных и опытных растений не наблюдалось. Активность ГР в листьях (Пп) -растений практически не отличалась от (К) -варианта. Затопление привело к увеличению активности фермента у (Зп) -растений на 58%, по сравнению с (К) -вариантом (Табл.1). Активность ГР в корнях (К) -растений составляла около 0,23 мкмоль НАДФН г⁻¹ сыр. м. мин⁻¹. При увеличении объемной плотности почвы и при затоплении почвы активность ГР достигала 0,32 и 0,5 мкмоль НАДФН г⁻¹ сыр. м. мин⁻¹, что на 39 и 117% выше, чем у контрольных растений, соответственно (Табл.1). Активность ГПХ в листьях 2-недельных (К) - и (Пп) -растений составляла около 4,5 и 4,9 мкмоль г⁻¹ сыр. м. мин⁻¹, соответственно (Табл.1). В листьях (Зп) -растений активность фермента достигала 5,9 мкмоль г⁻¹, сыр. м. мин⁻¹ и была на 31% выше, чем у (К) -растворов. Активность ГПХ в корнях растений (Пп) и (Зп) была выше контрольного уровня (К) на 15 и 27% (Табл.1). Активность АДГ в корнях контрольных (К) - и (Пп) растений составляла около 1,13 и 0,95 мкмоль г⁻¹ сыр. м. мин⁻¹, то есть без существенной разницы (Табл.1). В условиях затопления почвы активность ферментов (Зп)-варианта достигала 2,1 ммоль г⁻¹ сыр. м. мин⁻¹ и была на 86% выше, чем у растений (К) (Табл.1). Активность АДГ в листьях не обнаруживалась (данные не показаны).

Таблица 1. Реакция растений пшеницы «Банти» на повышение плотности лессовой почвы от 1.02 г/см⁻³ (К) до 1,4 г/см⁻³(Пп- плотная почва) и затопление (Зп).

Table 1. The reaction of the «Banti» wheat plants to an increase in the density of loess soil from 1.02 g / cm⁻³ (C) to 1.4 g / cm⁻³ (Cs - a dense soil) and flooding (Fls).

Вариант	Длина, см	Биомасса, г/раст	ТБКРп, нмол/г с.м.	АсП, мкмоль г-1 сыр. м. мин ⁻¹	ГР, мкмоль г-1 сыр. м. мин	ГПХ, мкмоль г-1 сыр. м. мин	АДГ, ммоль г ⁻¹ сыр. м. мин ⁻¹
Корень (%)							
К	25,5(100)	0,25(100)	6(100)	13,3(100)	0,23(100)	13,4(100)	1,13(100)
Пп	33,5(131)	0,28(112)	5,2(87)	13,7(103)	0,32(139)	14,2(106)	0,95(84)
Зп	19,3(76)	0,16(57)	8,6(143)	12,9(97)	0,5(217)	14,7(110)	2,1(186)
Надземные органы				Лист (%)			
К	16,8(100)	0,19(100)	39,5(100)	14,1(100)	1,14(100)	4,5(100)	-
Пп	17,6(105)	0,21(105)	36,8(93)	23,1(164)	1,08(95)	4,9(109)	-
Зп	15,7(93)	0,17(89)	26,5(67)	19,7(140)	1(88)	5,3(118)	-

Заключение

В процессе исследований установлено, что на умеренно уплотненной почве (1,4 г/см⁻³) семена пшеницы «Банти» прорастали быстрее и усиливался рост корней в длину благодаря хорошему контакту семян и корней с почвой. При этом интенсивность ПОЛ в корнях и листьях (Пп) - варианта была ниже, чем у затопленных растений благодаря активации антиоксидантного фермента ГР в корнях и АсП в листьях, а также благодаря меньшей дозе негативного эффекта от умеренного уплотнения по сравнению с переувлажнением. Важно отметить, что усиление гликолиза было зафиксировано только в корнях затопленных растений (активность НАД -зависимой АДГ достигала 186% от контроля) в отличие от растений, произраставших на плотной почве, хотя они также испытывали дефицит кислорода в прикорневой зоне.

Литература

1. Arbona V., Hossain Z., López-Climent M.F., Pérez-Clemente R.M., and Gómez-Cadenas A., 2008. Antioxidant enzymatic activity is linked to waterlogging stress tolerance in citrus. *Physiol. Plant.*, 132, 452-466.

References

1. Arbona V., Hossain Z., López-Climent M.F., Pérez-Clemente R.M., and Gómez-Cadenas A., 2008. Antioxidant enzymatic activity is linked to waterlogging stress tolerance in citrus. *Physiol. Plant.*, 132, 452-466.

2. Balakhnina T.I. Plant Responses to Soil flooding. Stress Responses in Plants, Mechanisms of Toxicity and Tolerance. in: BN. Tripathi, M. Müller (eds) Springer International Publishing AG Switzerland , (2015) Pages 115- 143.

3. DeJong-Hughes J.M., J.B. Swan, J.F. Moncrief, W.B. Voorhees. 2001. Soil Compaction: Causes, Effects and Control (Revision). University of Minnesota Extension Service BU-3115-E).

4. Rocha M., Licausi F., Araújo W.L., Nunes-Nesi A., Sodek L, Fernie A.R., and van Dongen J.T., 2010. Glycolysis and the tricarboxylic acid cycle are linked by alanine aminotransferase during hypoxia induced by waterlogging of *Lotus japonicus*. *Plant Physiol.*, 152, 1501-1513.

2. Balakhnina T.I. Plant Responses to Soil flooding. Stress Responses in Plants, Mechanisms of Toxicity and Tolerance. in: BN. Tripathi, M. Müller (eds) Springer International Publishing AG Switzerland , (2015) Pages 115- 143.

3. DeJong-Hughes J.M., J.B. Swan, J.F. Moncrief, W.B. Voorhees. 2001. Soil Compaction: Causes, Effects and Control (Revision). University of Minnesota Extension Service BU-3115-E).

4. Rocha M., Licausi F., Araújo W.L., Nunes-Nesi A., Sodek L, Fernie A.R., and van Dongen J.T., 2010. Glycolysis and the tricarboxylic acid cycle are linked by alanine aminotransferase during hypoxia induced by waterlogging of *Lotus japonicus*. *Plant Physiol.*, 152, 1501-1513.

ДИНАМИКА ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ У РАСТЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ СТРЕСС-ФАКТОРОВ РАЗНОЙ ПРИРОДЫ И АНТИОКСИДАНТОВ**Будаговская Н.В.** - с.н.с. лаб. гемопротеидов

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»
119991, г. Москва, Ленинские горы, 1
e-mail: postnabu@mail.ru*

Исследовались процессы восстановления скорости роста листьев овса и риса при кратковременном засолении, внесении блокатора кальциевых каналов верапамила и антиоксиданта амбиола в корневую зону растений. Показано наличие двухфазных ответных реакций листьев на стресс-фактор: первая фаза быстрая, в минутном диапазоне, вторая фаза медленная, заканчивающаяся через 2-3 ч устойчивым повышением скорости их роста.

Ключевые слова: антиоксиданты, блокатор кальциевых каналов, засоление, овес, рис, скорость роста листьев

Введение

Разные культуры и сорта сельскохозяйственных растений имеют разную устойчивость к стресс-факторам и разный адаптационный потенциал. В данной работе исследовались восстановительные процессы у растений в ответ на действие стресс-фактора - избытка хлористого натрия (NaCl) в корневой зоне. В связи с тем, что засоление снижает поглощение кальция корнями и его транспорт [1], были проведены эксперименты с использованием блокатора кальциевых каналов, приводящие к аналогичному эффекту, как было показано ранее в наших экспериментах [2]. Это позволило исследовать возможность восстановительных процессов у растений на сопутствующий засолению стресс-фактор – дефицит кальция в тканях растений. В качестве тест-системы использовались ростовые реакции растений, так как процесс роста является интегральным показателем функциональной активности растений.

Объекты и методы исследований

Скорость изменения линейных размеров листьев растений измеряли с помощью лазерного интерференционного ауксанометра ЛИНА-ЭМЗД (Россия). Регистрация данных ауксанометра осуществлялась автоматически в непрерывном режиме в течение нескольких часов. Объектами исследования являлись растения овса сорта Горизонт и риса сорта Суксианген. Растения выращивали в песке, поливали водопроводной водой. В корневой зоне растений создавали концентрацию NaCl 50 мМ и 80 мМ, в отдельных экспериментах глицинбетаина 12 мМ, верапамила 1,5 мМ и 7,5 мМ и

DYNAMICS OF RESTORATION PROCESSES IN PLANTS UNDER THE ACTION OF STRESS FACTORS OF DIFFERENT NATURE AND ANTIOXIDANTS**Budagovskaya N.V.** - Senior Researcher, lab. of Hemoproteids

*FSBEIHE M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia
e-mail: postnabu@mail.ru*

The processes of restoring the growth rate of oat and rice leaves during short-term salinization, introduction of the calcium channel blocker verapamil and the antioxidant ambiol into the root zone of plants were studied. The presence of two-phase responses of leaves to the stress factor is shown: the first phase is fast, in the min range, the second phase is slow, ending in 2-3 h with a steady increase in the rate of their growth.

Keywords: antioxidants, calcium channel blocker, growth rate of leaves, oat, rice, salinity

антиоксиданта амбиола 0,01 мМ. Эксперименты с 15-20 дневными растениями проводили при температуре 20–23°C и влажности воздуха 60%.

Результаты и обсуждение

При однократном внесении в корневую зону растений овса NaCl отмечалась двухфазная ответная реакция листьев: в каждой фазе происходило снижение и следующее за этим повышение скорости их роста. Длительность первой фазы значительно короче второй. К концу второй фазы скорость роста исследуемого листа превысила исходную при умеренном засолении (50 мМ) (рис. 1), при более высоком уровне засоления (80 мМ) (рис. 2) восстановление было частичным. Отрицательная область графика (рис. 2) показывает изменение скорости сжатия тканей листа во времени. Сжатие тканей листа было обусловлено оттоком воды из растения в условиях повышенного засоления [2]. Для растений риса двухфазной восстановительной реакции роста листьев в ответ на засоление не наблюдалось. Даже невысокий уровень засоления (50 мМ) приводил к подавлению роста листьев. Растения риса, не способные к синтезу осмопротектора глицинбетаина [3], проявляли более низкую солеустойчивость по сравнению с растениями овса. Внесение экзогенного глицинбетаина повышало устойчивость растений риса к засолению. В этом случае даже более высокий уровень засоления (80 мМ) не вызывал подавление роста листа, а только уменьшал скорость его роста.

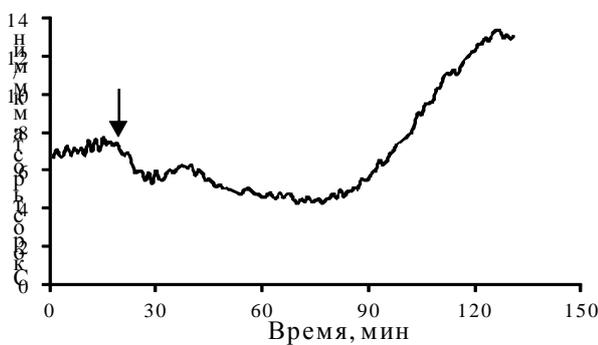


Рисунок 1. Влияние NaCl (50 мМ) на скорость роста второго листа растения овса,
↓ - момент добавления NaCl в корневую зону
Figure 1. Effect of NaCl (50 мМ) on the growth rate of the second leaf of the oat plant, ↓ - the moment of addition of NaCl to the root zone

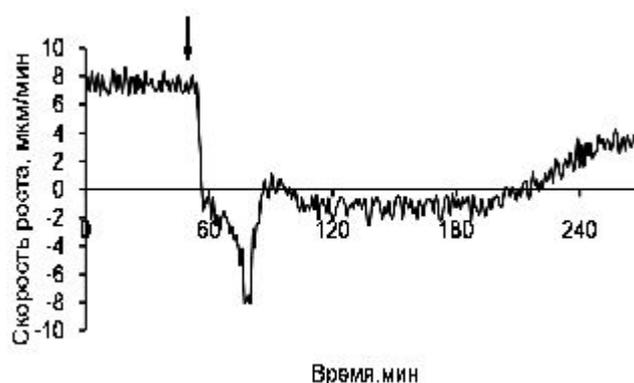


Рисунок 2. Влияние NaCl (80 мМ) на скорость роста второго листа растения овса,
↓ - момент добавления NaCl в корневую зону
Figure 2. Effect of NaCl (80 мМ) on the growth rate of the second leaf of the oat plant, ↓ - the moment of addition of NaCl to the root zone

Другим примером восстановительных процессов может быть увеличение скорости роста листьев после предшествовавшего снижения ее, вызванного внесением блокатора кальциевых

каналов - верапамила (рис. 3). Верапамил в высоких концентрациях приводил к подавлению роста листьев риса, при более низких концентрациях скорость их роста вначале снижалась, а затем начинала увеличиваться и достигала стационарного уровня. В экспериментах с последовательным добавлением верапамила и антиоксиданта амбиола восстановление скорости роста растений было более быстрым и более полным.

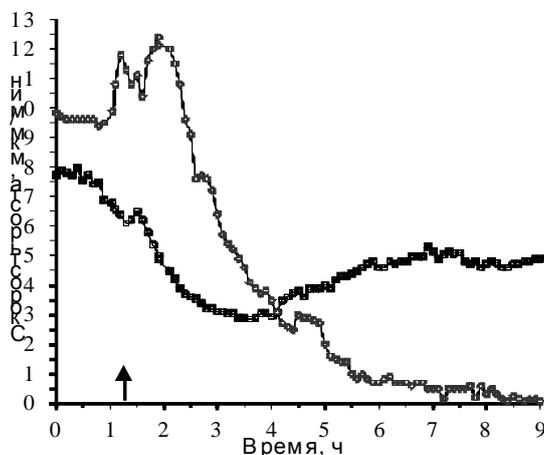


Рисунок 3. Влияние верапамила на скорость роста второго листа растения риса. Концентрация верапамила: (-o-o-) – 7,5 мМ, (-□-□-) – 1,5 мМ, ↑ - момент внесения верапамила.

Figure 3. Effect of verapamil on the growth rate of the second leaf of the rice plant. Verapamil concentrations: (-o-o-) – 7,5 mM, (-□-□-) – 1,5 mM, ↑ - the moment of addition of verapamil to the root zone

Заключение

Приведенные результаты экспериментов демонстрируют развитие во времени ответных реакций растений на засоление и действие блокатора кальциевых каналов. При невысоком уровне засоления и низких концентрациях блокатора кальциевых каналов скорость роста листьев восстанавливается в течение нескольких часов в ходе двухфазной адаптивной реакции. Быстрая фаза может быть связана с тургорными изменениями тканей листьев и включать в себя ионное гомеостатирование на клеточном уровне, устьичную регуляцию и регуляцию активности водных каналов. Медленная фаза может быть связана с синтезом *de novo* осмолитов и иных протекторных соединений, включая антиоксиданты, активизацией ферментных систем защиты и другими адаптивными метаболическими изменениями.

Литература

1. Lynch J., Lauchli A. Salt stress disturbs the calcium nutrition of burley (*Hordeum vulgare* L.) // *New Phytologist*, 1985, V. 87, - P. 351-356.
2. 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. V. 4. - P. 128-130.
3. Rathinasabapathi R., Gage D.A., Mackill D.J., and Hanson A.W. Cultivated and wild rice do not accumulate glycinebetaine due to deficiencies in two biosynthetic steps // *Photosynth. Res.* 1993. V. 33. - P. 534–538.

References

1. Lynch J., Lauchli A. Salt stress disturbs the calcium nutrition of burley (*Hordeum vulgare* L.) // *New Phytologist*, 1985, V. 87, - P. 351-356.
2. 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. V. 4. - P. 128-130.
3. Rathinasabapathi R., Gage D.A., Mackill D.J., and Hanson A.W. Cultivated and wild rice do not accumulate glycinebetaine due to deficiencies in two biosynthetic steps // *Photosynth. Res.* 1993. V. 33. - P. 534–538.

**ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
ЭФФЕКТЫ МАЛЫХ ДОЗ ГАММА-ЛУЧЕЙ И
ЭКСТРАКТОВ РЯДА ФИТОПРОТЕКТОРОВ
НА КЛЕТКАХ *CHARA FRAGILIS***

Гасанова А.Е. – диссертант, м.н.с. лаб.
«Клеточная биофизика»

*Институт Ботаники НАНА,
г. Баку, Бадамдар шосе.40, AZ1004,
e-mail: ahasanova89@gmail.com*

Мусаев Н.А. – доктор биологических наук.,
проф. Биологического факультета

*Бакинский Государственный Университет,
г.Баку, ул.З. Халилов 23, AZ 1148,
e-mail: nagi.musayev@hotmail.com*

Дадашева С.Б. – кандидат б.-х. наук,
в.н.с. лаб. «Клеточная биофизика»

*Институт Ботаники НАНА,
г.Баку, Бадамдар шосе.40, AZ1004,
e-mail: sevil_fotosintez@mail.ru*

С применением микроэлектродной техники исследовали закономерности изменения потенциала (φ_m), сопротивления (R_m) плазматической мембраны (ПМ) клеток *Chara fragilis* под влиянием экстрактов фитопротекторов шалфея, корни сладкой солодки и даная. Средние величины названных параметров в стандартных условиях составляли $-183 \pm 4,9$ мВ, $9 \pm 1,2$ Ом·м². Для клеток *Chara fragilis* облученные низкой дозой γ – лучей эти величины составляли $\bar{\varphi}_m = -202 \pm 9,4$ мВ и $\bar{R}_m = 11,7 \pm 3,6$ Ом·м².

Ключевые слова: плазматическая мембрана, мембранный потенциал и сопротивление, фитопротекторы, клетки *Chara fragilis*

Введение

Крупные размеры междоузловых клеток *Chara fragilis* создают широкие возможности для идентификации мембранных процессов в условиях их интактности. Одним из важных моментов в этом аспекте является определение клеточных механизмов патогенного и протекторного действия экзогенных факторов, так как первая фаза их воздействия происходит на уровне клеточной мембраны. Поэтому основной целью наших исследований была выявление клеточных механизмов таких взаимодействий с использованием результатов электрофизиологических измерений.

Объект и методика исследований

В качестве объекта исследований в наших исследованиях были использованы междоузловые клетки водных растений *Chara fragilis*, обнаруженные нами в Товузском районе, на территории

**ELECTROPHYSIOLOGICAL EFFECTS OF
LOW DOSE OF GAMMA – RAYS AND
EXTRACTS OF PHYTOPROTECTORS ON
CHARA FRAGILIS CELLS**

Hasanova A.E. – candidate for a degree, junior researcher of lab. “Cell biophysics”

*Institute of Botany ANAS,
Baku, Badamdar shosse 40, AZ1004,
e-mail: ahasanova89@gmail.com*

Musayev N.A. – doctor of biological sciences,
prof. of the Department of Biology

*Baku State University,
Baku, st. Z.Khalilov 23, AZ 1148,
e-mail: nagi.musayev@hotmail.com*

Dadashova S.B. – PhD of Biological Sciences,
leading researcher of lab. “Cell biophysics”

*Institute of Botany ANAS,
Baku, Badamdar shosse 40, AZ1004,
e-mail: sevil_fotosintez@mail.ru*

By using of microelectrode techniques, patterns of change in the potential (φ_m) and resistance (R_m) of the plasma membrane (PM) of *Chara fragilis* cells under the influence of extracts of sage, roots of sweet licorice and danaya were studied. The average value of these parameters were -183 ± 4.9 mV and 9 ± 1.2 Ohm·m² under the standard conditions. For *Chara fragilis* cells irradiated with a low dose of γ - rays, these values were $\bar{\varphi}_m = -202 \pm 9,4$ mV and $\bar{R}_m = 11,7 \pm 3,6$ Ohm·m².

Keywords: plasma membrane, membrane potential and resistance, phytoprotectors, *Chara fragilis* cells

«Катиб булагы» в небольшом водоеме, являющимся коллектором стоков ряда горных родников. Клетки *Chara fragilis* в электрофизиологии растительных клеток применены впервые нами. Вид и семейства обнаруженных водорослей установили по определителю Голлербаха. [2].

Измерение биоэлектрических параметров клеток *Chara fragilis* осуществлялось с применением стандартной микроэлектродной техники [3].

В представленной работе в качестве фитопротектора применены экстракты растений, богатые антиоксидантами из флоры Азербайджана. В качестве исходного сырья для экстрактов использовались листья шалфея (*Folia Salvia officinalis*), сладкие корни солодки (*Radix glycyrrhizae*) и листья даная (*Danae racemosa*).

Для тестирования действия малых доз γ - излучения клетки *Chara fragilis* расположились в стеклянной пробирке длиной 200 мм и диаметром 25 мм внутри стальной гильзы в γ - устройстве «URI». Время экспозиции составляло 2 мин 55 с, средняя мощность дозы облучения составляла 19 рад/с, а мощность дозы облучения ^{60}Co составляла 33,25 Гр/с. Для построения графиков применили законы вариационной статистики, компьютерные программы «Excel-2016» и «Sigma Plot12.0».

Результаты и их обсуждение

В стандартных условиях среды разброс стационарных значений Φ_m и R_m имели достаточно широкие интервалы: $-90 \div -300$ мВ и $1 \div 32,6$ Ом·м². Согласно этим значениям средние значения потенциала и сопротивления мембраны составляли $\bar{\Phi}_m = -183 \pm 4,9$ мВ и $\bar{R}_m = 9 \pm 1,2$ Ом·м². Измерение Φ_m и R_m были проведены в 106 и 45 клетках соответственно. Подробное описание статистического анализа электрофизиологических параметров этих клеток дано в наших предыдущих публикациях [1]. Средние значения мембранного потенциала и сопротивления для клеток *Chara fragilis* облученные низкой дозой γ - лучей составляли $\bar{\Phi}_m = -202 \pm 9,4$ мВ (n=17) и $\bar{R}_m = 11,7 \pm 3,6$ Ом·м² (n=15). Таким образом, в результате облучения абсолютная величина Φ_m клеток *Chara fragilis* увеличилась на 10,4%, а R_m - на 18,2% (Рис.1). Эти цифры показывают, что ион - транспортная система клеток облученные низкой дозой γ - лучей представлены в основном K^+ - каналами внутреннего выпрямления (ККВВ). Как видно, адаптивный ответ клеток *Chara fragilis* на слабую дозу γ - лучей состоит из инактивации K^+ - каналов наружного выпрямления (ККНВ) и активации ККВВ ПМ, что сопровождается с ее гиперполяризацией.

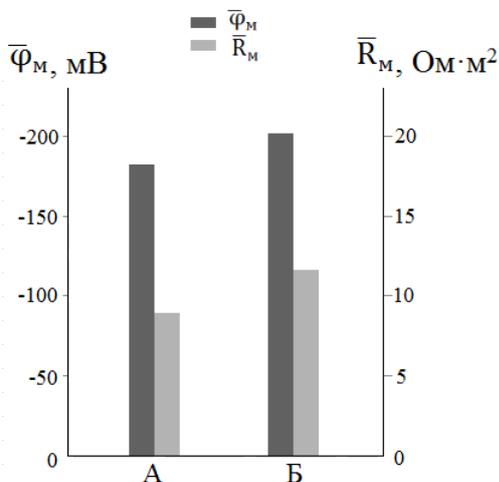


Рисунок 1. Гистограмма средних значений ($\bar{\Phi}_m$ и \bar{R}_m) электрофизиологических параметров клеток водорослей *Chara fragilis* в стандартных условиях среды (А) и облученных низкой дозой γ - лучей (Б).

Figure 1. The histogram of average values ($\bar{\Phi}_m$ and \bar{R}_m) of electrophysiological parameters of *Chara fragilis* algal cells under standard environmental conditions (А) and irradiated with a low dose of γ -rays (Б).

У клеток *Chara fragilis*, Φ_m которых находились в диапазоне активации ККВВ, во время введение в среду 1 мг/л концентрации экстракта шалфей $\bar{\Phi}_m$ не изменилось, в то время как наблюдалось уменьшение \bar{R}_m на 17% (Рис.2). Введение в состав среды экстракта корня сладкой солодки в среду после промывания экстракта шалфей привело к деполяризации ПМ на 11 мВ и увеличению \bar{R}_m на 25%. Несомненно, данная электрофизиологическая реакция ПМ является результатом совместного действия обоих протекторов. Введение в среду упомянутой концентрации

экстракта *Danae racemosa* гиперполяризовало клеток *Chara fragilis* на 12 мВ и снижало \bar{R}_m на 15%. Изменения $\bar{\Phi}_m$ и \bar{R}_m являются признаками частичной активации H^+ - помп ПМ. Следовательно, можно установить в том, что в диапазоне ККВВ мембранного потенциала сопротивления H^+ - помп и ККВВ сопоставимы.

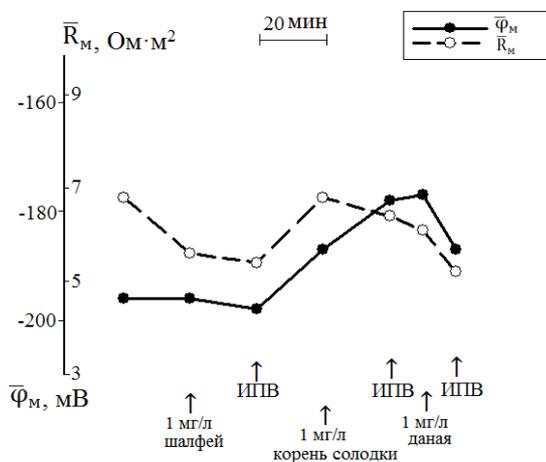


Рисунок 2. Изменение кинетики средних значений мембранного потенциала $\bar{\Phi}_m$ и сопротивления \bar{R}_m клеток *Chara fragilis* под действием 1 мг / л концентраций экстрактов шалфея, корни сладкой солодки и даная. На рисунке точками показано средние значения экспериментальных величин для 10 клеток. Среднее квадратичное отклонение их значений не превышало 8-9% от основной величины.

Figure 2. Changes in the kinetics of average values of membrane potential $\bar{\Phi}_m$ and resistance \bar{R}_m of *Chara fragilis* cells under the influence of 1 mg / l of concentrations of extracts of sage, roots of sweet licorice and danaya. The dots in the figure show the average values of the experimental quantity for 10 cells. The standard deviation of their values did not exceed 8–9% of the main value.

Заклучение

Данные по влиянию фитопротекторов на ПМ клеток, облученных низкой дозой γ – лучей подтвердили ранее установленное положение, о том, что начальная фаза влияния фитопротекторов на клеточном уровне может рассматриваться как стимулирующее действие на систему первично-активного транспорта. Установленное стимулирующее действие заключается в повышении функциональной активности H^+ - помп, которые увеличивает подвижность электродвижущую силу системы первичного активного транспорта и в повышении совершенности мембраны по отношению селективности и проводимости.

Литература

1. А.Хасанова, Ш.Наджафалиева, Р.Алиева, Н.Мусайев, *Chara fragilis* cells – a new object for electrophysiology research, Baku Engineering University. Chemistry and Biology. Vol 2, N 1, 2018, pp. 8-14
2. Голлербах В.И., Красавина Л.К. Определитель пресноводных водорослей СССР. Ленинград.: Наука, 1983, 185 с.
3. Hogg J., Williams E.J., Jhonston R.I. A simplified method for measuring membrane resistances *Nitella translucens* // Biochim. et Biophys. Acta, 1968, v.150, p.518.

References

1. А.Хасанова, Ш.Наджафалиева, Р.Алиева, Н.Мусайев, *Chara fragilis* cells – a new object for electrophysiology research, Baku Engineering University. Chemistry and Biology. Vol 2, N 1, 2018, pp. 8-14
2. Gollerbakh V.I., Krasavina L.K. Key to freshwater algae of the USSR. Leningrad.: Science, 1983, pp. 185
3. Hogg J., Williams E.J., Jhonston R.I. A simplified method for measuring membrane resistances *Nitella translucens* // Biochim. et Biophys. Acta, 1968, v.150, p.518.

**ВЛИЯНИЕ 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ
КИСЛОТЫ НА АКТИВНОСТЬ
ДИГИДРОФЛАВОНОЛ-4-РЕДУКТАЗЫ И
ЭКСПРЕССИЮ ГЕНА *DFR* В РАСТЕНИЯХ
ОЗИМОГО РАПСА**

Емельянова А.В. – мл. науч. сотр. лаборатории биофизики и биохимии растительной клетки

Каляга Т.Г. – мл. науч. сотр. лаборатории биофизики и биохимии растительной клетки

Савина С.М. – кандидат биол. наук, науч. сотр. лаборатории биофизики и биохимии растительной клетки

Аверина Н.Г. – д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории биофизики и биохимии растительной клетки

*ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,
220072, г. Минск, ул. Академическая, 27,
e-mail: yashchuk.anna@mail.ru*

Изучено влияние 5-аминолевулиновой кислоты (АЛК) в концентрации 200 мг/л на активность ключевого фермента синтеза антоцианов дигидрофлавонол-4-редуктазы (ДФР) и экспрессию структурного гена *dfr* в растениях озимого рапса. Установлено, что выращивание озимого рапса на экзогенной АЛК индуцирует накопление антоцианов в листьях и гипокотылях растений по сравнению с контролем, выросшим на воде, повышает активность фермента синтеза антоцианов ДФР, а также усиливает экспрессию гена *dfr*, кодирующего данный фермент.

Ключевые слова: озимый рапс (*Brassica napus* L.), 5-аминолевулиновая кислота, антоцианы, дигидрофлавонол-4-редуктаза

Введение

Растительный организм часто подвергается негативному воздействию различных абиотических факторов, что, в конечном итоге, приводит к нарушению многих функций организма. Вместе с тем в растениях под действием одного или нескольких стресс-факторов, происходит активация защитной системы, которая позволяет растению адаптироваться к изменившимся неблагоприятным условиям среды. Защитная антиоксидантная система клеток растений включает в себя не только антиоксидантные ферменты, такие как супероксиддисмутаза, каталаза, ферменты аскорбат-глутатионового цикла, но и большое количество низкомолекулярных антиоксидантов, в состав которых входят вторичные метаболиты антоцианы.

Антоцианы являются наиболее многочисленным и разнообразным классом водорастворимых флавоноидов. В основном они локализованы в вакуолях эпидермальных клеток растений, а также встречаются в кристаллическом виде в цитоплазме некоторых растений. Они выполняют множество функций в растительном организме: окрашивают вегетативные и генеративные органы в различные

**THE EFFECT OF 5-AMINOLEVULINIC
ACID ON THE ACTIVITY OF
DIHYDROFLAVONOL-4-REDUCTASE
AND EXPRESSION OF THE *DFR* GENE IN
PLANTS OF WINTER RAPE**

Yemelyanova H.V. – Junior researcher, Laboratory of Plant Cell Biophysics and Biochemistry

Kaliha T.G. – Junior researcher, Laboratory of Plant Cell Biophysics and Biochemistry

Savina S.M. – PhD of Biological Sciences, Scientific Researcher, Laboratory of Plant Cell Biophysics and Biochemistry

Averina N.G. – Dr. Sci. in biology, Professor, Main Scientific Researcher, Laboratory of Plant Cell Biophysics and Biochemistry

*The State Scientific Institution «Institute of Biophysics and Cell Engineering of National Academy of Sciences of Belarus»,
220072, Minsk, Akademicheskaya str., 27,
e-mail: yaschuk.anna@mail.ru*

The effect of 5-aminolevulinic acid (ALA) at a concentration of 200 mg / L on the activity of the key enzyme for the synthesis of anthocyanins dihydroflavonol-4-reductase (DPR) and the expression of the *dfr* structural gene in winter rape plants was studied. It has been established that growing rapeseeds on exogenous ALA induces the accumulation of anthocyanins in the leaves and plant hypocotyls, as compared to control plants grown on water, enhances the activity of the enzyme synthesizing anthocyanins – DPR, and also enhances the expression of the *dfr* gene encoding this enzyme.

Keywords winter rape (*Brassica napus* L.), 5-aminolevulinic acid, anthocyanins, dihydroflavonol-4-reductase

цвета, тем самым привлекая различных представителей фауны для распространения семян, поглощают УФ-излучение, защищая тем самым генетический аппарат растений, снижают степень фотоингибирования, нейтрализуют различные виды активных форм кислорода в клетке, действуя как мощный антиоксидант [1].

Применение и перспективы использования антоцианов в разных отраслях промышленности также разнообразны. Они активно используются в биотехнологических процессах, как важные компоненты пищевых, фармакологических и косметических продуктов. Активно ведется поиск новых и доступных растительных источников антоцианов, а также стимуляторов их синтеза. В последние годы появились сведения о стимуляции накопления антоцианов под действием АЛК в различных видах растений. АЛК представляет собой естественный метаболит, концентрация которого в растениях *in vivo* поддерживается на низком уровне. У растений ее образование является регулируемым этапом синтеза важнейших тетрапирролов – хлорофилла и гема [2].

Целью работы явилось изучение влияния экзогенной АЛК в концентрации 200 мг/л на активность ключевого фермента синтеза антоцианов ДФР и экспрессию структурного гена *dfr* в растениях озимого рапса.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования использовали 4-7-дневные проростки растений озимого рапса (*Brassica napus* L.) сорта «Зорны», которые выращивали в лабораторных условиях либо на воде (контроль), либо на растворе АЛК 200 мг/л. Проращивание семян проводили в пластиковых контейнерах на фильтровальной бумаге при температуре $26 \pm 2^\circ$ С и освещении белыми люминесцентными лампами Philips TD-36/765 (освещенность 4900 люкс). Для анализа использовали семядольные листья проростков. Содержание антоцианов определяли согласно методу, описанному в работе [3]. Активность фермента ДФР определяли как описано в работе [4]. Уровень экспрессии гена *dfr*, кодирующего ДФР в растениях рапса, определяли с помощью ПЦР-анализа в реальном времени с использованием ген-специфичных праймеров F-TATGCCGCC-TAGCCTTATTACCG (прямой) и R-ССТТGGCAGCAGСТТGТTCGT (обратный) для *dfr* гена [5]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием стандартного пакета программ «Excel 2010» и статистических методов, принятых в области биологических исследований. Различия считали статистически достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

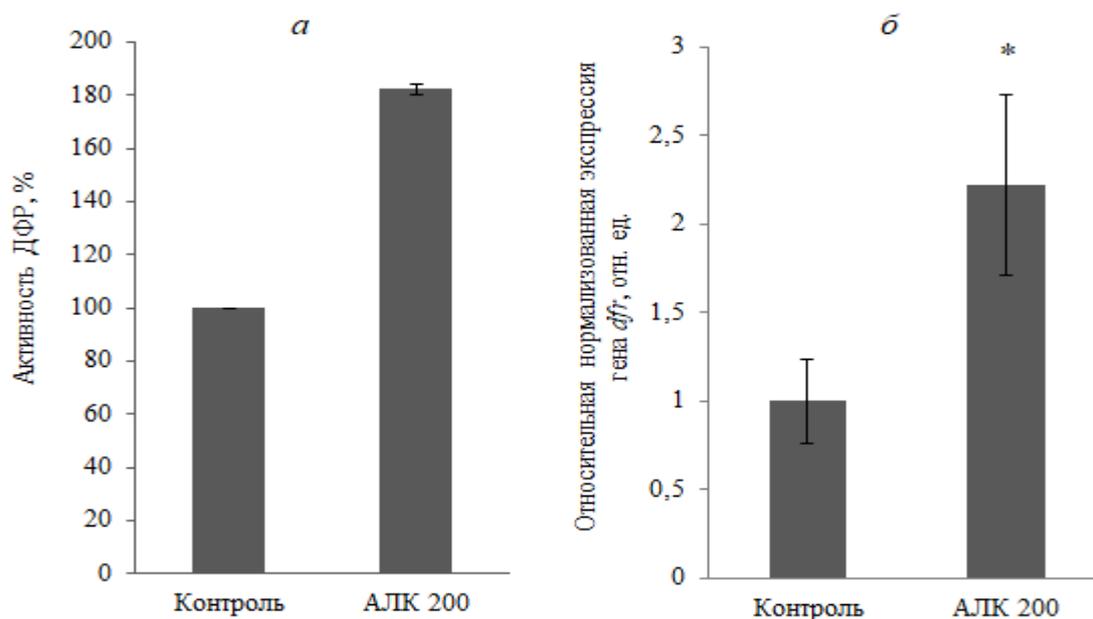


Рисунок 1. Активность ДФР (а) и экспрессия гена *dfr* (б) в 7-дневных растениях озимого рапса, выращенных на воде и растворе АЛК 200 мг/л.

Figure 1. Activity of DFR (a) and the expression of the *dfr* gene (b) in 7-day-old plants of winter rape grown on water and 200 mg/L ALA.

В опытах по оценке содержания антоцианов в растениях озимого рапса было установлено, что в обработанных АЛК растениях накапливается существенное количество антоцианов, что

обуславливало ярко-фиолетовую окраску ткани. В варианте «АЛК» отмечалось возрастание содержания антоцианов в течение 4-7 дней вегетации по сравнению с контрольными растениями, в которых уровень антоцианов в течение этого периода не изменялся и составлял 94 ± 4 мкмоль/г сырой массы. Наибольшее содержание антоцианов в растениях, обработанных АЛК, отмечалось на 7 день вегетации и составляло 342 ± 61 мкмоль/г сырой массы, что было в 3,6 раза выше, чем в контроле.

Ключевым ферментом в биосинтезе антоцианов является фермент, использующий в качестве субстрата различные дигидрофлавонолы. При анализе активности данного фермента в растениях озимого рапса контрольных и опытных растений в качестве субстрата для ДФР использовали дигидрокверцетин. Показано, что в растениях, обработанных АЛК, активность фермента оказалась в среднем в 1,8 раза выше, чем в контроле (рис. 1 а).

Вместе с тем, изучение уровня экспрессии структурного гена *dfr* показало, что в обработанных АЛК растениях количество транскриптов этого гена выше в 2,2 раза по сравнению с их содержанием в контрольных растениях (рис. 1 б).

Заклучение

Установлено, что обработка растений озимого рапса экзогенной АЛК в концентрации 200 мг/л приводит к существенному накоплению антоцианов за счет увеличения активности ключевого фермента биосинтеза антоцианов – ДФР, а также повышения экспрессии структурного гена *dfr*, кодирующего данный фермент. Таким образом, сделан вывод о том, что экзогенная АЛК регулирует биосинтез антоцианов на молекулярно-генетическом транскрипционном уровне.

Литература

1. Neill S.O. Antioxidant activities of red versus green leaves in *Elatostema rugosum* / S.O. Neill [et al.] // *Plant Cell Environ*, 2002. Vol. 25(4). P. 539-547.
2. Аверина Н.Г., Яронская Е.Б. Биосинтез тетрапирролов в растениях. Мн.: Беларуская навука, 2012. – 413 с.
3. Mabry T.J., Markham K.R., Thomas M.B. The systematic identification of flavonoids // New York:Springer-Verlag, 1970. – P. 261-266.
4. De-Yu X., Lisa A.J., John D.C., Daneel F., Nancy L.P. Enhanced dihydroflavonol-4-reductase activity and NAD homeostasis leading to cell death tolerance in transgenic rice. // *Plant Physiol*, 2004. V. 134. – P. 979-994.
5. Akhov L. Proanthocyanidin biosynthesis in the seed coat of yellow-seeded, canola quality *Brassica napus* YN01-429 is constrained at the committed step catalyzed by dihydroflavonol 4-reductase / L. Akhov [et al.] // *Botany*, 2009. V. 87. – P. 616-625.

References

1. Neill S.O. Antioxidant activities of red versus green leaves in *Elatostema rugosum* / S.O. Neill [et al.] // *Plant Cell Environ*, 2002. Vol. 25(4). P. 539-547.
2. Averina. N.G. Yaronskaya E.B. Biosintez tetrapirrollov v rasteniyakh. Mn.: Belaruskaya navuka, 2012. – 413 p.
3. Mabry T.J., Markham K.R., Thomas M.B. The systematic identification of flavonoids // New York:Springer-Verlag, 1970. P. 261-266.
4. De-Yu, X., Lisa A.J., John D.C., Daneel F., Nancy L.P. Enhanced dihydroflavonol-4-reductase activity and NAD homeostasis leading to cell death tolerance in transgenic rice. // *Plant Physiol*, 2004. V. 134. – P. 979-994.
5. Akhov L. Proanthocyanidin biosynthesis in the seed coat of yellow-seeded, canola quality *Brassica napus* YN01-429 is constrained at the committed step catalyzed by dihydroflavonol 4-reductase / L. Akhov [et al.] // *Botany*, 2009. V. 87. – P. 616-625.

**ВЛИЯНИЕ γ -ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРНОЕ
СОСТОЯНИЕ ПЛАЗМАТИЧЕСКИХ
МЕМБРАН КЛЕТОК ДРОЖЖЕЙ**

**Кочарли Нателла
Гумматова Самира**

*Кафедра Биофизики и молекулярной биологии
Бакинский Государственный Университет,
Баку, Азербайджан
E-mail: sam_bio@mail.ru
тел: +(994) 12439-10-91*

С использованием метода флуоресцентных зондов проведена оценка микровязкости мембран клеток дрожжей при действии γ -облучения в дозе 5-150 Гр. По данным спектров флуоресценции пирена определяли микровязкость липидного бислоя, зон белок-липидных контактов и в зоне аннулярных липидов. Согласно полученным результатам, показано, что после облучения клеток дрожжей в дозах 5-50 Гр изменение вязкостных характеристик являются отражением адаптационных структурно-функциональных перестроек. Совокупность полученных данных позволяет предположить, что процессы адаптации при большой дозе облучения (75-100 Гр) клеток дрожжей, очевидно, завершаются в более ранние сроки.

Ключевые слова: микровязкость, клеток дрожжей, γ -облучение

**EFFECT OF THE γ -RADIATION
ON THE STRUCTURAL CONDITION
OF PLASMATIC MEMBRANES
OF YEAST CELLS**

**Kocharli Natella
Hummatova Samira**

*Department of Biophysics and Molecular
Biology, Baku State University,
Baku, Azerbaijan;
e-mail: sam_bio@mail.ru
tel: +(994) 12439-10-91*

By using the method of fluorescent zonde was carried out the estimation of microviscosities of membranes in yeast cells under the influence of γ -irradiation at dose 5-150 Gy. According to the spectra of pyrene fluorescence has been determined the microviscosity of lipid bilayer, zones of protein-lipid contacts and in the zone of annular lipids. Based on data, it was shown that, after the irradiation of yeast cells at doses 5-50 Gy. the change of viscosity is a reflection of adaptive structural-functional rearrangements. The totality of the obtained data suggests that, adaptation processes at high radiation dose (75-100 Gy.) in yeast cells, obviously, end at an earlier time.

Key words: microviscosity, yeast cells, γ -irradiation

Введение

Плазматическая мембрана клетки по своей природе является структурой весьма чувствительной к воздействию различных внешних агентов, в том числе и к радиации. Показано, что различные дозы и характер облучения (хроническое или острое) по-разному изменяют такие ее физические параметры как микровязкость и полярность липидного бислоя [1].

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служили клетки дрожжей *Candida guilliermondii* ВКМУ-916.

Облучение клеток дрожжей осуществляли γ -квантами на установке ^{60}Co . Доза облучения составляла 5Гр-100Гр Контролем служила необлученная суспензия. Для оценки структурного состояния мембран определяли микровязкость липидной фазы. Метод определения основан на способности флуоресцентного зонда пирена образовывать эксимеры в неполярной среде. Скорость латеральной диффузии и эксимеризации пирена в липидном слое мембран обратно пропорциональна вязкости среды. В суспензию клеток, добавляли 10^{-3}M раствор пирена в этаноле, через 1 мин (время полного растворения пирена в липидной фазе мембран) измеряли флуоресценцию проб на спектрофлуориметре (Fluorescence spectrophotometer Varian Cary Eclipse 2007). Пик флуоресценции эксимера пирена F_{Σ} регистрировали при длине волны эмиссии 470 нм, а пик флуоресценции мономера F_m при длине волны эмиссии 393 нм. Коэффициент эксимеризации пирена F_{Σ}/F_m (334нм) отражающий микровязкость липидного бислоя, выражали отношением величины максимума флуоресценции эксимеров пирена F_{Σ} (в относительных единицах флуоресценции при $\lambda_{\text{эмиссии}}=470$ нм) к величине максимума флуоресценции мономеров пирена F_m ($\lambda_{\text{эмиссии}}=393\text{нм}$ при λ возбуждения

334 нм). Отношение интенсивности флуоресценции эксимеров к мономерам F_3/F_m обратно пропорционально микровязкости липидного бислоя и прямо пропорционально его текучести.

Полярность липидной фазы мембран ($F_{372}/F_{393}(334)$) оценивали по отношению интенсивности флуоресценции двух мономерных форм F_m пирена при длине волны возбуждения 334 нм и при длинах волн эмиссии 372 и 393 нм. Полярность зон белок-липидных контактов ($F_{372}/F_{393}(282)$) оценивали по отношению интенсивности флуоресценции двух мономерных форм F_m в тонком спектре пирена при длине волны возбуждения 282 нм и при длинах волн эмиссии 372 и 393 нм.

Результаты и обсуждение

Установлено, что γ -облучение клеток дрожжей в дозе 5-50 Гр судя по коэффициенту эксимеризации, приводила к увеличению микровязкости (уменьшению текучести) общего липидного бислоя мембран. Аналогичные процессы отмечались также в областях аннулярных (при белковых) липидов. После облучения в дозе 50-150 Гр наблюдалось незначительное изменение параметров, характеризующих физическое состояние липидного бислоя и аннулярных липидов мембран клеток дрожжей. Данные полученные при использовании флуоресцентного зонда пирена свидетельствует об изменении исследуемых параметров структурного состояния клеточных мембран. На основании данных об изменении микровязкости мембран дрожжей после облучения можно предположить, что модификация структуры может приводить к изменению полярности липидного бислоя проницаемости.

Полярность окружения зонда пирена в липидном слое мембран $F_{272}/F_{393}(334)$ увеличивается при облучение клеток дозой 5-50 Гр. При оценке полярности общего мембранного липидного бислоя установлено, что при облучении в дозе 75-150 Гр наблюдалось незначительное увеличение полярности липидного компонента мембран клеток. Полярность окружения зонда пирена в области аннулярных липидов $F_{272}/F_{393}(282)$ не имеет существенных отличий от контроля при дозах облучения клеток от 5 до 50 Гр. Динамика полярности микроокружения пирена в мембранах клеток дрожжей имеет лишь тенденцию к снижению в участках аннулярных липидов после облучения дозой 75-150 Гр.

В липидном слое мембраны и в зоне белок-липидных контактов полярность несколько возрастает, что согласуется с данными о накоплении в мембранах клеток первичных продуктов ПОЛ, быстро метаболизирующихся в гидрофильные гидроперекиси жирных кислот.

Последствия повреждений компонентов мембран, вызванных γ -облучением довольно значительны, что на современном этапе вызывает необходимость более глубокого изучения влияния γ -облучения на процессы ПОЛ биомембран.

При стимуляции ПОЛ в мембранах уменьшается содержание липидов, также меняется микровязкость и электростатический заряд. При более глубоком окислении фосфолипидов нарушается структура липидного бислоя и появляются дефектные зоны в мембранах клеток, а это нарушает функциональную активность [4].

Как известно, изменение вязкостных характеристик является отражением различных модификаций межмолекулярных связей, которые, по сути, определяются сочетанием уровней подвижных и стабильных взаимодействий компонентов мембран, что вытекает из представлений о мембранной структуре, основанных на двух гипотетических моделях: жидко-мозаичной [2] и твердо-каркасной [3].

В одной из них подчеркиваются динамические аспекты организации мембран, в другой – на первый план выходит стабильность ее компонентов и межмолекулярных связей.

Важность поддержания относительной стабильности структуры мембран определяется необходимостью сохранения тех специфических мембранных функций, которые вызваны их тканевой принадлежностью, клеточной специализацией. Относительная стабильность связана с бислоемностью липидной организации мембран, существованием характерного для каждого вида мембран химического состава, сохранением асимметричности в распределении белков и липидов во внутренних и поверхностных слоях, создании агрегатов липидов с белками, липидов с липидами, липидных рафтов и белковых комплексов в пределах слоя.

Таким образом, можно полагать, что при облучении клеток дрожжей в дозе 75-100 Гр вязкостные характеристики мембран незначительно отличаются от контроля, что указывает на установление относительной стабильности структуры и функции мембран.

После облучение в дозах 5-50 Гр изменение вязкостных характеристик, уменьшение текучести липидного компонента, являются отражением адапционных структурно функциональных перестроек.

Из приведенных данных, об особенностях влияния масла зародышей пшеницы во время γ - облучения следует, что модификация мембраны клеток вызванной малыми дозами носит обратимый характер и не имеет отличий от контроля как липидного бислоя и липидной фазы в при белковой области мембран клеток дрожжей. Так, после воздействия γ - облучения в дозе 5-50 Гр отмечались сходные эффекты при облучении в присутствии масла зародышей пшеницы, вязкость липидного бислоя и белок-липидных контактов мембран клеток дрожжей в норме.

Полученные нами данные свидетельствуют о радиозащитном действии масла зародышей пшеницы. Более глубокое изучение действия этого масла является предметом дальнейших исследований γ - излучения (^{60}Co).

Совокупность полученных данных позволяет предположить, что процессы адаптации при большой дозе облучения клеток дрожжей, очевидно, завершаются в более ранние сроки.

Литература

1. Бурлакова Е.Б., Хохлов А. П. Изменение структуры и состава липидов после воздействия природных и синтетических антиоксидантов. Влияние на передачу информационных сигналов на клеточном уровне. // Биол. мембраны, 1985 Т2 №6 С. 557-565.
2. Владимиров Ю.А., Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран. 1980, 320 с.
3. Молочкина Е.М., Джаман О.М., Озерова И.Б. и др. Biochemical Changes in Mice Brain Synaptosomes after Low-Dose Whole-Body γ -Irradiation of Various Intensities // *Радиационная биология. Радиоэкология*, 1995, т. 35, вып. 6, с. 860-868
4. Singer, S. I. A fluid-globular protein mosaic model of membrane structure / S. I. Singer, S. L. Nicolson // *Ann.N.Y.Acad.Sci.* 1972, Vol. 195, № 1, p. 16–23.

References

1. Burlakova E.B., Khokhlov A. P. "The change of structure and lipids after the influence of natural and synthetic antioxidants. The influence of informational signals for transmission on a cellular level". // *Biolog. Membranes*, 1985, v.2, N- 6, p. 557-565.
2. Vladimirov Y. A., Dobresov Q. E. "Fluorescent probes in the investigations of biological membranes" *Moscow Sciences.*, 1980, p. 320.
3. Molochkina E.M., Jaman O.M., Ozerova I. B. and others. "Biochemical Changes in Mice Brain Synaptosomes after Low-Dose Whole-Body γ -Irradiation of Various Intensities". *Radiation biology. Radioecology*, 1995, V.35, Issue 6, p. 860-868.
4. Singer, S. I. A fluid-globular protein mosaic model of membrane structure / S. I. Singer, S. L. Nicolson // *Ann.N.-Y.Acad.Sci.* 1972, Vol., 195, N 1, p. 16–23.

**ВЫЯВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ
НЕКОТОРЫХ СУБТРОПИЧЕСКИХ
КУЛЬТУР К НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫМ
ПОЧВАМ АБШЕРОНСКОГО
ПОЛУОСТРОВА В ЦЕЛЯХ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ**

Кулиев А.Г.- доктор с.-х.н.,
член-корр. НАН Азербайджана
Ч.Т.Бахшиева – кандидат с.-х. наук, доцент,
с.н.с. лаборатории рекультивации почв
Мамедов Г.М.- кандидат с.-х.наук, с.н.с.
лаборатории агрохимических исследований
и химических анализов почв

*Институт Почвоведения и Агрохимии
НАН Азербайджана,
AZ1073, г. Баку, ул. М.Рагима 5,
e-mail: elovset_q@mail.ru*

Статья посвящена проведению вегетационных исследований на рекультивируемых почвах НГДУ Биби-Эйбат. С этой целью на загрязненных в различной степени сырой нефтью супесчаных и песчаных серо-бурых почвах высаживались сухие субтропические садовые культуры (серебристый лох, белый тут и олеандр). Наблюдения показали, что эти культуры устойчивы к нефтезагрязнению и их развитие на этих почвах приемлемо.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, рекультивация, степень загрязнения, нефтепродукты, выживаемость, биологический метод.

Введение

Почвы и грунты считаются загрязненными, когда концентрация продуктов в них достигает такой величины, при которой начинаются негативные экологические изменения в окружающей среде: нарушается экологическое равновесие в почвенной экосистеме, гибнет почвенная биота, падает продуктивность или наступает гибель растений, происходит изменение морфологии, водно-физических свойств почв, падает их плодородие, создаётся опасность загрязнения подземных и поверхностных вод, в результате вымывания нефтепродуктов из почвы их растворения в воде. Небезопасным уровнем загрязнения, считается уровень, который превышает предел потенциала само-очистения. Минимальный уровень содержания нефтепродуктов в почвах и грунтах выше которого наступает ухудшение качества природной среды, рассматривается как верхний безопасный уровень концентрации- ВБУК.(1) ВБУК в почвах зависит от сочетания многих факторов, таких как тип, состав и свойства почв, климатических условий состава нефтепродуктов, типа растительности и т.д. Для нормирования загрязнения установления ВБУК недостаточна, в условиях Апшерона так как все природные экосистемы полуострова обладают большим потенциалом самоочистения, в них

**IDENTIFICATION OF THE RESISTANCE OF
SOME SUB-TROPICAL CROPS TO OIL-
POLLUTED SOILS OF THE ABSHERON
PENINSULA FOR THE PURPOSES OF
BIOLOGICAL REMEDIATION**

Kuliev A.G.- Doctor of Agricultural Sciences,
Corresponding Member NAS of Azerbaijan
Ch.T. Bakhshiyeva - PhD, Associate Professor,
Senior Scientist soil reclamation laboratories
Mamedov G.M. - PhD, Senior Scientist
agrochemical rese-arch laboratories and chemical
analyzes of soil

*Institute of Soil Science and Agrochemistry of the
National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Baku, AZ1073, st. M.Ragim 5,
e-mail: elovset_q@mail.ru*

An aim of the work is to perform vegetation experiments in the Bibiheybat zone where the recultivation works were carried out in Absheron peninsula. For the purpose the sand subtropik plants at different contaminated doses were planted in the same soils (silverberry and milberry). The annual observations indicate that the both cultures are durable and development is possible under this condition.

Key words: oil-polluted, recultivation, contamination degree, oil products, to be able to live, biological method.

активно действует физико-химические и микробиологические процессы разрушения углеводов. Это наглядно можно заметить на территории, окружающих старые нефтяные скважины чья эксплуатация прекращена. Природные процессы сделали своё дело и очистили территорию от нефти. Проводить в этих случаях специальные работы по рекультивации не целесообразно с экологической точки зрения, так как есть опасность ещё больший вред почвенной экосистеме. В связи с этим для каждой зоны необходимо установить концентрации нефтепродуктов. Этот уровень называется верхним уровнем самоочищения почв. В данном случае в условиях Апшерона этот предел составляет 5-6 г. нефти на 100 г. почвы.(3)

Почвы являются «экосистемой» в экосистеме то есть обладает высоким уровнем автономности протекающих в ней процессов. Поэтому задача экологической ремедиации заключается в управлении процессами самовосстановления их плодородия.

Необходимо учитывать, что при нефтяном загрязнении взаимодействуют 3 группы экологических фактов.

- 1.Сложность поликомпонентность состава нефти
- 2.Сложность гетерогенность состава и структуры почвенной экосистемы
- 3.Разнообразие и изменчивость внешних факторов: температура влажность и т.д.(2)

Объект и методы исследования: Целью является проведение биологической рекультивации заключается в выявлении более стойких садовых культур, к имеющимся почвенно-климатическим условиям. Для проведения вегетативных опытов на избранном участке были выкопаны лунки размером 40 x 40 x 60 см.

Схема опытов следующая: I вар.

1. Контроль-чистая почва - суглинистая
2. Почва загрязненная сырой нефтью -1%
3. Почва загрязненная сырой нефтью- 2%
4. Почва загрязненная сырой нефтью -3%
5. Почва загрязненная сырой нефтью -4%

Контроль чистая почва – супесчаная: II вар.

2. Почва загрязненная сырой нефтью -1%
3. Почва загрязненная сырой нефтью -2%
4. Почва загрязненная сырой нефтью -3%
5. Почва загрязненная сырой нефтью -4%

Объектом исследования является рекультивируемые нефтезагрязненные почвы Биби-Эйбатского месторождения. Загрязненные нефтепродуктами почвы промывались бензолом методом медленной деконтации.

Участок на котором ведутся вегетативные работы был исследован нами ранее. В целом здесь превалирует хлоридно-сульфатное засоленность, а количество нефтепродуктов меняется от 30 г. до 0,2 г. по профилю.

Таблица 1. Степень загрязнения нефтепродуктами
Table 1. The degree of oil pollution

№	Разрезы	Глубина см	Количество нефтепродуктов, гр\кг
1	№2(около нефтяной вышки)	0-20	30
2		20-40	29,3
3		40-60	29,1
4		60-80	17,75
5	№4	0-20	29,8
6		20-40	13,05
7		40-60	4,45
8		60-80	0,2

Наши вегетационные исследования в предыдущие годы велись с двумя садовыми культурами – шелковистым тутом, серебристым лохом и диким гранатом на супесчаной и суглинистых почвах

соответственно от 1%-4% загрязнения. Лох серебристый (лат *Elaeagnus commutata*)- деревянистое или кустарниковое растение вид рода Лох (*Elaeagnus*), семейства лоховые (*Elaeagnaceae*) «Аврамово дерево или Дикая маслина»

Белый тут (*Morus alba*)- Дерево семейства тутовых с густой шаровидной кроной. Широко распространен в субтропиках Азии, Африки, Северной Америки и Южной Америки. Насчитывается до 17 видов. Быстрорастущее дерево от 10 до 15 м. листья очередные, простые, часто лопастые особенно на молодых побегах, на краях зубчатые. Плод сложный, состоящий из костянок, мясистый от 2 до 3 см длиной. Живет тутовник до 200 лет.

Таблица 2. Рост олеандры растений за вегетационный период 2018 г. (супесчаная почва)

Table 2. The growth of oleander plants during the growing season of 2018 (sandy loam soil)

№	Варианты опыта	Рост раст. при посадке, см	10.06	3.07	26.07	3.09	3.10
1	Контроль	37	39	42	55	58	61
2	1%	32	44	51	59	63	65
3	2%	34	42	50	62	71	76
4	3%	39	43	44	45	54	59
5	4%	51	56	60	68	73	76

Таблица 3.Рост серебристого лоха за вегетационный период 2018 г. (суглинистая почва)

Table 3. Growth of the Silver Loss for the growing season 2018 (loamy soil)

1	Контроль	Рост растений при посадке, см. 57	Последний замер в 2017 г. 28.09 104(6в)	10.06 120	3.07 127	26.07 128	3.09 136	3.10 145
2	1%	49	99 (8в)	100	121	125	131	142
3	2%	45	93 (10в)	97	120	128	135	140
4	3%	42	98 (6)	100	110	117	120	123
5	4%	36	89(5)	94	104	124	127	129

Результаты и обсуждение

Результаты показали, что выживаемость туты в этом году свилась на нет, так как все варианты загрязнения не оправдывали себя и все кусты из-за сильного засоления высохли, кроме контроля. Эта культура была заменена олеандром. Олеандр- это кустарник рода семейства кутровых (лат. *Nerium*). Используется как декоративное растение в целях озеленения как субтропический вечнозелёный кустарник весьма благоприятен для условий Апшерона. Нужно отметить, что все варианты с олеандром дали хороший результат. Высота кустарника увеличилась от 10 до 20 см в целом по всем вариантам. Листья кустарников были упругими, кожистыми стебли прочными буроватого цвета, покрытые округлыми чечевичками. Показатели серебристого лоха по всем вариантам положительны. Лох хорошо приспособлен выдерживать засоление и загрязненность. При загрязнении 1-2% лох увеличил количество веток от 8 до 12, а его рост даже в наиболее загрязненных вариантах достиг хороших результатов: 3%- 123см; 4%-129см. Хотя плодов у лоха не было но цветение всех кустов в начале лета происходило дружно. Количество веток в 3% и 4% загрязнении о 6 до 8 штук. Под обе культуры в начале весны была введена аммофоса по 30 гр. Даже в варианте с более сильным загрязнением -4% серебристый лох чувствовал себя хорошо, листья были упругими, ярко насыщенными, а длина главного ствола увеличилась на 60 см.

Заключение

На основании проведённых анализов и визуальных исследований можно сделать следующие выводы:

Культура шелковистого туты предназначена для озеленительных целей не оправдала себя и на 4-ый год развитие культур под всеми загрязненными вариантами прекратилось. Олеандр и

серебристый лох весьма приемлемы к использованию для биологической рекультивации, так как их развитие протекает достаточно хорошо.

Литература

1. Бахшиева Ч.Т./Степень, токсичность нефтезагрязненных почв Апшерона.- Автореферат канд. диссерт, 1991.
2. Исмаилов Н.М./Ремедиация нефтезагрязненных почво-грунтов и буровых шламов. –Баку, 2007.- с.63-66
3. Пиковский Ю.И./Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах. Восстановление нефтезагрязненных экосистем.- М:Наука, 1988.-с. 84

References

1. Bakhshiyev Ch.T. The degree, toxicity of the oil-polluted Absheron soils. - Autoabstract of Cand. dissert, 1991.
2. Ismailov N.M. Remediation of oil-contaminated soil and drilling mud. –Baku, 2007.-с.63-66
3. Pikovsky Yu.I. Transformation of technogene oil flows in soil ecosystems. Restoration of oil-polluted ecosystems, M: The science, 1988.- с.84

**ЭЛЕКТРОГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ,
СТРУКТУРНАЯ ЛАБИЛЬНОСТЬ
ПЛАЗМАЛЕММЫ КЛЕТОК *NITELLOPSIS
OBTUSA* В ПРИСУТСТВИИ
КАТИОНОВ КОБАЛЬТА**

Махмудова Ш.С. – старший лаборант
биологического факультета

*Азербайджанский Государственный
Педагогический Университет
г.Баку, ул. У.Гаджибекова, 34,
e-mail: mahmudovashirin6562@gmail.com*

Мусаев Н.А. – доктор биологических наук,
проф. Биологического факультета

*Бакинский Государственный Университет,
г.Баку, ул.З. Халилова 23, AZ 1148,
e-mail: nagi.musayev@hotmail.com*

С помощью импедансной спектроскопии исследованы закономерности изменения потенциала φ_M , сопротивления R_M , ёмкости C_M плазмалеммы клеток *Nitellopsis obtusa* под влиянием Co^{2+} . Первичной реакцией на экзогенное воздействие Co^{2+} оказалось уменьшение C_M на 20-32%. Уменьшение C_M с увеличением концентрации Co^{2+} происходило по закону $C_M = 0,93 - 0,065 \lg[Co]$. Следом за изменением C_M происходило увеличение φ_M на 20-25% при постоянстве R_M . Многократное увеличение R_M при воздействии Co^{2+} обнаружили у клеток, φ_M которых находился в диапазоне активации наружу выпрямляющих K^+ -каналов.

Ключевые слова: плазмалемма, потенциал, сопротивление, электроёмкость мембраны, катионы кобальта, *Nitellopsis obtusa*.

Введение

Для Co^{2+} характерна быстрая аккумуляция во все компартменты растительных клеток [1], если растение находится в среде с кобальтом. В отдельных случаях для катионов Co^{2+} были установлены эффекты блокирования Na^+ -каналов [2], K^+ -каналов [3], усиление Na^+ -потоков через электровозбудимые мембраны [3]. Практически не рассмотрены изменения структурно-поляризационных свойств мембраны при активации, инактивации компонентов системы транспорта веществ через плазмалемму растительных клеток. Поэтому основной целью настоящей работы было выявление возможных изменений структурно-поляризационных свойств плазмалеммы при регуляции ионного транспорта через неё.

Объект и метод исследований

Объектами исследований были интернодальные клетки *Nitellopsis obtusa*. Измерение комплекса электрофизиологических параметров плазмалеммы, потенциала φ_M сопротивления R_M , ёмкости C_M *Nitellopsis obtusa* проводилось методом импедансной спектроскопии [3] с использованием прецизионной микроэлектродной техники. Измерительная установка, позволила осуществить непрерывную запись одновременно трёх электрофизиологических параметров интактных клеток φ_M , R_M , X_c , где X_c ёмкостное сопротивление плазмалеммы. C_M исследуемых клеток вычисляли на

**ELECTROGENIC ACTIVITY OF
NITELLOPSIS OBTUSE CELLS DURING
COBALT INFLUENCE AND STRUCTURE
DILIGENCE**

Mahmudova SH.S. – senior lab. of biological
department

*Azerbaijan Pedagogical University,
Baku, st. U. Hajibeyov, 34,
e-mail: mahmudovashirin6562@gmail.com*

Musayev N.A. – doctor of biological sciences, prof.
of the Department of Biology

*Baku State University,
Baku, st. Z.Khalilov 23, AZ 1148,
e-mail: nagi.musayev@hotmail.com*

With the help of impedance spectroscopy have been investigated the legality of Co kation exogenous influence on potential (φ_m), resistance (R_m), capacity (C_m) of *Nitellopsis obtuse* cells plasma. 20-32 % decrease has been in initial stage of cation influence on C_m . The dependence of this decrease on Co concentration has been expressed by $C_m = 0,93 - 0,065 \lg [Co]$ law. The C_m - decrease in R_m - stability state was accompanied by 20-25 mV hyperpolarization. Repeatedly increase of R_m - was observed only in cells being in activation range of outward rectifying K^+ - channels.

Key words: *Nitellopsis obtusa*, membrane potential, membrane resistance, membrane capacity, cobalt ions.

основе формулы ёмкостного сопротивления $C_M = 1/2\pi fX_C$, где f - частота применённого переменного тока.

Результаты и обсуждения

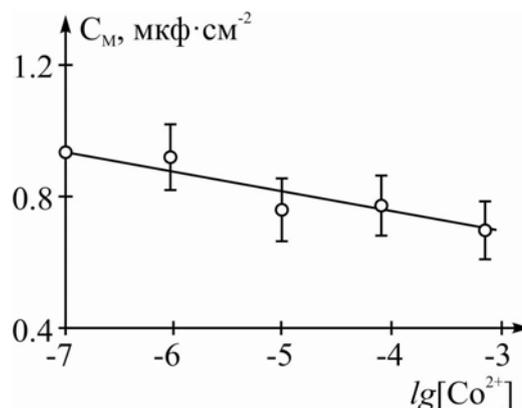
Средние значения φ_M опытных клеток в стандартных условиях составляли -168 ± 4 мВ, $R_M = 4,1 \pm 1$ Ом·м², $C_M = 0,9 \pm 0,05$ мкф·см⁻² соответственно. φ_M и R_M являются интегральными показателями протонных помп, диффузионных каналов проводимостей разного типа. Однако C_M является дифференциальным показателем физического состояния липидной фазы плазмалеммы.

Клетки с высокой электрогенной активностью, мембранный потенциал которых находился в диапазоне активации внутрь выпрямляющих K⁺-каналов (-165÷-300 мВ), на увеличение концентрации K⁺ в среде реагировали очень слабо. Наклоны зависимостей φ_M , R_M на единицу логарифма концентрации составляли 6 мВ, 0,2 Ом·м² соответственно. Наоборот, параметры клеток, φ_M которых находились в диапазоне активации наружу выпрямляющих K⁺-каналов (-165÷-100 мВ) оказались очень чувствительными на увеличение внешней концентрации K⁺. Наклоны зависимостей φ_M , R_M на единицу логарифма внешней концентрации K⁺ в диапазоне 30-100 мМ составляли 58 мВ, 1,7 Ом·м² соответственно.

У клеток, φ_M которых находились в диапазоне активации наружу выпрямляющих K⁺-каналов, первичный эффект добавления в состав питательной среды 10⁻⁶ М Co²⁺ в виде соли CoCl₂ было уменьшение электрической ёмкости плазмалеммы в пределах 20%. Следом за уменьшением электрической ёмкости плазмалеммы происходило увеличение её электрогенной активности на 20-25 мВ (рис.1). Отмеченные изменения C_M и φ_M происходили при постоянстве мембранного сопротивления плазмалеммы R_M , т.е. уменьшение шунта протонных насосов не причастно к изменению названных параметров. Следовательно, увеличение абсолютного значения φ_M отражает усиление электрогенной активности плазмалеммы за счёт изменения физического состояния липидной фазы, о чём свидетельствует заметное изменение её электрической ёмкости под влиянием катионов Co²⁺.

Рисунок 1. Корреляционная зависимость электрической ёмкости плазмалеммы от десятичного логарифма концентрации CoCl₂ в составе питательной среды. Коэффициент линейной корреляции $r = 0,7$, линейная зависимость установлена как $C_M = 0,93 - 0,0651 \lg[Co]$.

Figure 1. Correlation of the electrical capacity of the plasma membrane from the decimal logarithm of CoCl₂ concentration in the composition of the nutrient medium. The linear correlation coefficient is $r = 0.7$, the linear dependence is set as $C_m = 0.93 - 0.0651 \lg[Co]$.



В наших экспериментах при включении в состав питательной среды 10⁻⁵, 10⁻⁴ М концентрации Co²⁺ также происходило увеличение абсолютного значения φ_M на 20-25% при постоянстве R_M . Но величина убыли электрической ёмкости возрастало до 32%. Уменьшение электрической ёмкости может произойти за счёт увеличения толщины плазмалеммы и за счёт экранирования поверхностного заряда, приводящего к уменьшению поляризуемости липидной фазы плазмалеммы. Активация протонной помпы может произойти также за счёт электроактивации помпы внутримембранным электрическим полем [3], индуцированным адсорбированными зарядами катионов Co²⁺.

Особенно примечательный электрофизиологический эффект катионов Co²⁺ проявился при его концентрации 10⁻³ М. Появление 10⁻³ М Co²⁺ в среде вызывало гиперполяризацию плазмалеммы на 80-100 мВ в течение 40-50 мин. Значительная гиперполяризация плазмалеммы под влиянием Co²⁺ обнаружена также в междоузловых клетках *Chara gymnophylla* [3] и корневых волосках *Trianea bogotensis*. Гиперполяризация плазмалеммы в наших опытах сопровождалась увеличением мембранного сопротивления в 4-5 раза. При повторном введении катиона в среду R_M плазматической мембраны установились на относительно высоких уровнях (Рис.2). Уровни R_M в ИПВ после отмыывании клеток от катиона также оказались выше сопротивления клеток, не

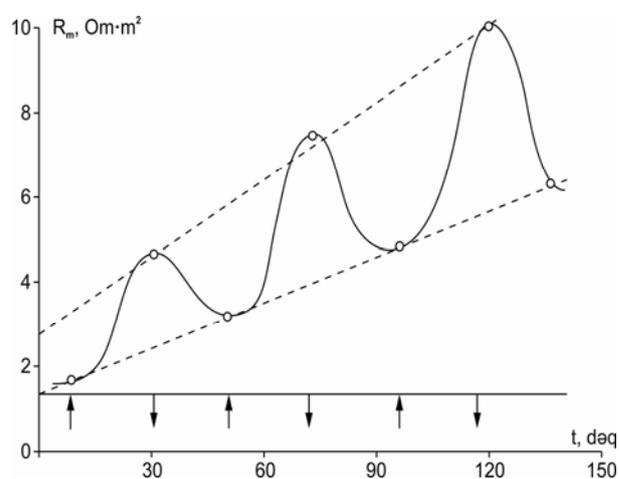
обработанных Co^{2+} . Этот эффект Co^{2+} мы обнаружили только у клеток, мембранный потенциал которых находился в диапазоне активации наружу выпрямляющих K^+ -каналов. Следовательно, обнаруженное нами многократное увеличение R_M , сопровождаемое гиперполяризацией плазмалеммы, отражает блокирование наружу выпрямляющих K^+ -каналов. А значительная гиперполяризация плазмалеммы в присутствии 10^{-3} М Co^{2+} несомненно, является следствием уменьшения шунтирующей нагрузки протонной помпы. Но значительной гиперполяризации плазмалеммы всегда предшествовало также уменьшение электрической ёмкости плазмалеммы. Поэтому вполне вероятно, что в значительную гиперполяризацию плазмалеммы вносит свой вклад также изменение физического состояния природного окружения мембранных помп – липидной фазы. Подтверждением такого предположения может явиться тот факт, что небольшая гиперполяризация (18-20 мВ) плазмалеммы в сопровождении уменьшения её электрической ёмкости на 20% мы выявили даже у клеток, φ_M которых находились в диапазоне активации внутрь выпрямляющих K^+ -каналов, когда изменение R_M отсутствовало даже в присутствии в наружной среде 10^{-3} М Co^{2+} . Отсюда следует, что гиперполяризация плазмалеммы на 20-25 мВ под влиянием Co^{2+} , сопровождаемая изменением электрической ёмкости липидной фазы, характерна для всех клеток *Nitellopsis obtusa*. А отсутствие изменения R_M клеток, φ_M которых находились в диапазоне активации K^+ -каналов внутреннего направления даже в присутствии 10^{-3} М Co^{2+} показывает, что катион способен блокировать только K^+ -канал наружного выпрямления.

Рисунок 2. Переходы мембранного сопротивления при повторном введении среды 10^{-3} М CoCl_2 .

Точками на графике указаны средние значения опытных величин. Их среднеквадратические отклонения не превышали по вертикали и горизонтали 10% основной величины. Стрелками вверх указаны моменты включения в состав среды, вниз - исключения катиона из состава среды.

Figure 2. Transitions of membrane resistance when re-introducing a medium of 10^{-3} М CoCl_2 .

The dots on the graph indicate the average values of the experimental values. Their mean-square deviations did not exceed 10% of the main value vertically and horizontally. The up arrows indicate the moments of inclusion in the medium, down - the exclusion of the cation from the medium.



Заключение

(i) всякие изменения структурно-поляризационных состояний липидной фазы плазмалеммы отражаются в изменениях её электрогенной активности;

(ii) катионы Co^{2+} удачно инактивируют наружу выпрямляющие K^+ -каналы, не затрагивая при этом K^+ -каналы внутреннего выпрямления.

Литература

- 1.Liu J., Reid R.J., Smith F.A. Mechanisms of cobalt uptake in plants: ^{60}Co uptake and distribution in *Chara* // J. Physiol. Plant., 1998, v.104, p.351-356.
- 2.Musaev N.A., Ismailov E.R. Bioelectrical properties of *Chara gymnohylla* plasmamembrana during interaction with cobalt (Co^{2+}) // Ecology, 2007, №63, p.1-6.
- 3.Мусаев Н.А, Юрин В.М., Соколик А.И., Ализаде В.М. Механизмы модификации транспортных свойств плазматической мембраны растительных клеток//Труды Беларус. Гос.Унив.2012, т.7, часть 1, с.154-162.

References

- 1.Liu J., Reid R.J., Smith F.A. Mechanisms of cobalt uptake in plants: ^{60}Co uptake and distribution in *Chara* // J. Physiol. Plant., 1998, v.104, p.351-356.
- 2.Musaev N.A., Ismailov E.R. Bioelectrical properties of *Chara gymnohylla* plasmamembrana during interaction with cobalt (Co^{2+}) // Ecology, 2007, №63, p.1-6.
- 3.Musaev N.A., Yurin V.M., Sokolik A.I., Ali-zade V.M. Mechanisms of modification of the transport properties of the plasma membrane of plant cells // Proceedings of Belarus State University. 2012, v.7, part 1, pp.154-162.

**ИЗМЕНЕНИЕ ТРАНСКРИПЦИИ ГЕНОВ
ДЕСАТУРАЗ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПРИ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ ЗАКАЛИВАНИИ
*SOLANUM TUBEROSUM***

Нарайкина Н.В. - кандидат б. наук,
н.с. лаб. зимостойкости

Селиванов А.А. - кандидат б. наук,
н.с. лаб. зимостойкости

Попов В.Н. - кандидат б. наук,
с.н.с. лаб. зимостойкости

Трунова Т.И. – профессор, доктор б. наук,
г.н.с. лаб. зимостойкости

*Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт физиологии
растений им. К.А. Тимирязева РАН
127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 35,
e-mail: narai@yandex.ru*

Исследовали изменения относительного содержания транскриптов генов *FAD6*, *FAD7* и *FAD8* в процессе низкотемпературного закаливания (7 сут при 3°C) растений *Solanum tuberosum* L., сорт Юбилей Жукова. В начале закаливания обнаружено 4-х кратное транзиторное увеличение содержания транскриптов гена *FAD8*, кодирующего ω3-десатуразу хлоропластов. Суммарная доля полиненасыщенных жирных кислот липидов хлоропластов за время закаливания существенно не изменялась. Сделано предположение, что повышение относительного содержания транскриптов гена *FAD8* в начале закаливания способствовало сохранению пула ω3-десатураз в хлоропластах и повышению устойчивости растений картофеля к гипотермии.

Ключевые слова: Низкотемпературное закаливание, картофель, транскрипция, ацил-липидные десатуразы, холодоустойчивость, жирнокислотный состав липидов, хлоропласты

Введение

Проблема выживания растений в условиях действия низких температур становится все более актуальной в свете глобальных изменений климата и возрастающей потребности населения в продовольствии. Картофель – важная продовольственная культура, занимающая четвертое место в мире по объемам производства. Реальная урожайность картофеля существенно ниже его потенциальной продуктивности, причем одним из ограничивающих факторов является недостаточная устойчивость многих современных сортов к весенним заморозкам [1]. Известно, что устойчивость растений к гипотермии формируется в процессе длительного закаливания при низких (но не повреждающих) температурах и обуславливается структурно-функциональной перестройкой клеток, связанной с изменениями на молекулярном уровне организации, в зависимости от генотипа растений. Расшифровка генома картофеля позволила использовать достижения молекулярной биологии для изучения роли отдельных генов и выявления ключевых белков, способных повышать устойчивость к

**FATTY ACID DESATURASE GENES
TRANSCRIPTION CHANGES AT *SOLANUM
TUBEROSUM* COLD ADAPTATION**

Naraikina N.V. – PhD of Biological Sciences,
Researcher, Frost resistance lab.

Selivanov A.A. – PhD of Biological Sciences,
Researcher, Frost resistance lab.

Popov V.N. – PhD of Biological Sciences, Senior
Researcher, Frost resistance lab.

Trunova T.I. – Professor, Frost resistance lab.

*K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology,
Russian Academy of Sciences
Botanicheskaya ave. 35, 127276 Moscow, Russia
email: narai@yandex.ru*

Changes in the relative content of *FAD6*, *FAD7* and *FAD8* acyl-lipid desaturases gene transcripts at cold adaptation (7 days at 3 °C) of *Solanum tuberosum* L. plants (Zhukov Jubilee) were studied. At the beginning adaptation, a 4-fold transient increase in the transcripts content of the *FAD8* gene, encoding ω3- chloroplast desaturase, was detected. The total proportion of polyunsaturated fatty acids of chloroplast lipids did not change significantly during the adaptation period. It has been suggested that an increase in the relative content of *FAD8* gene transcripts at adaptation period contributed to maintaining the ω3 desaturase pool in chloroplasts and increasing the resistance of potato plants to hypothermia.

Keywords Cold adaptation, potato, transcription, acyl-lipid desaturase, cold tolerance, fatty acid lipid composition, chloroplast.

низкой температуре. Так, показано, что во время закаливания картофеля к низкой температуре повышалась экспрессия 1397 генов. Эти гены связаны с процессами транскрипции, синтеза фитогормонов, липидным обменом, сигналингом, фотосинтезом и др. [2]. При действии температур ниже 0°C первичной мишенью являются мембранные системы клетки: происходит фазовый переход мембранных липидов, приводящий к снижению текучести мембран, потере их барьерных свойств и, как результат, к гибели клеток. Следовательно, главной целью закаливания является стабилизация мембран, например, за счет работы ферментов – десатураз жирных кислот (ЖК), катализирующих превращение насыщенных ЖК в ненасыщенные [3]. Среди всех мембран растительной клетки, хлоропластные мембраны играют особую роль в формировании устойчивости растений к низким температурам, поскольку именно в хлоропластах происходит фотосинтез – основной источник энергии, необходимой для перестройки метаболизма в период закаливания. Поэтому исследование роли $\Delta 12$ - и $\omega 3$ -ацил-липидных десатураз хлоропластной локализации при низкотемпературном закаливании растений картофеля важно для понимания физиологических механизмов формирования устойчивости к гипотермии.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служили растения картофеля (*Solanum tuberosum* L., сорт Юбилей Жукова), выращенные из клубней в течение 3 недель в почвенной культуре при температуре 22°C, освещенности 100 мкмоль/(м² с) и 16-ч фотопериоде в камере фитотрона ИФР РАН. Закаливание растений проводили в климатической камере KBW-240 (Binder, Германия) в условиях 16-ч фотопериода и освещенности 100 мкмоль/(м² с) при температуре 3°C в течение 7 сут. В качестве контроля использовали незакаленные растения. Для оценки эффективности закаливания целые растения картофеля промораживали при температуре минус 2°C в течение 18 часов в климатической камере MIR-153 (Sanyo, Япония), затем их переносили в условия выращивания для определения выживаемости. Для исследования были выбраны следующие гены десатураз ЖК: *FAD6* (кодирует $\Delta 12$ -десатуразу), *FAD7*, *FAD8* (кодируют $\Delta 15(\omega 3)$ -десатуразу). Белковые продукты указанных генов локализованы в хлоропластах. Тотальную РНК из листьев растений (3-4 ярус) выделяли с помощью набора Spectrum Plant Total RNA Kit (Sigma, США), согласно протоколу производителя. Реакцию обратной транскрипции проводили, используя набор реагентов и протокол MMLV RT Kit (Евроген, Россия). Полученную кДНК использовали для проведения ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ) с помощью амплификатора CFX96 Touch Real-Time PCR Detection System (Bio-Rad), используя набор реагентов qPCRmix-HS SYBR kit (Евроген, Россия). Расчет относительного содержания мРНК гена в пробе проводили с помощью вычисления величины нормализованной экспрессии ($\Delta\Delta CT$) [4]. Праймеры к исследуемым генам десатураз ЖК были подобраны с использованием базы данных NCBI и интернет-ресурса Primer3Plus. Интактные хлоропласты выделяли путем центрифугирования в ступенчатом градиенте перкола [5]. Липиды хлоропластов подвергали метилированию посредством кипячения в смеси СН₃ОН и СН₃СОСl [6]. Полученные метиловые эфиры ЖК анализировали методом ГЖХ-МС на приборе Agilent 7890A GC (США). Все эксперименты проводили в 5-6 биологических повторностях и 3-4 аналитических. Статистическую обработку данных проводили в программе SigmaPlot 11.

Результаты и обсуждение

На первом этапе работы была проведена оценка формирования устойчивости растений картофеля к холоду в ходе закаливания. Поскольку низкие положительные температуры не вызывают у холодостойких растений визуальных повреждений, нами был применен метод прямого промораживания растений картофеля с последующим определением их выживаемости. После действия 18 ч температуры –3°C оба варианта растений погибали, поэтому использовали температуру –2°C в течение 18 ч. Показано, что закаленные растения картофеля выживали после –2°C, а незакаленные – погибали, что свидетельствует о некотором закаливания *Solanum tuberosum* L. сорта Юбилей Жукова (Рис. 1).

При измерении относительного содержания транскриптов $\Delta 12/\omega 3$ -ацил-липидных десатураз хлоропластов в процессе закаливания за единицу было принято содержание транскриптов исследуемых генов у незакаленных растений. Транскрипция генов *FAD6* и *FAD7*, кодирующих $\Delta 12$ - и $\omega 3$ -десатуразы, соответственно, в процессе закаливания имела схожий характер. После незначительного повышения экспрессии данных генов в первые сутки, наступало 2-3 кратное снижение содержания их транскриптов к 5 суткам закаливания, а затем количество мРНК генов *FAD6* и *FAD7* возрастало и достигало уровня незакаленных растений. Характер экспрессии гена *FAD8*, кодирующего $\omega 3$ -десатуразу ЖК, отличался от остальных: относительное содержание транскриптов

данного гена резко, почти в 4 раза, возросло в 1 сутки закаливания, после чего снижалось до минимальных значений ~ 1/6 величины, определенной для контрольных растений, и оставалось на этом уровне в ходе дальнейшего закаливания.

В липидах хлоропластов, выделенных из листьев контрольных растений были идентифицированы восемь различных С16- и С18-ЖК, основными представителями которых были пальмитиновая (16:0), гексадекатриеновая (16:3n-3) линолевая (18:2n-6) и α -линоленовая (18:3n-3), причем на долю α -линоленовой ЖК приходилось больше 50% от суммы ЖК хлоропластов. За время низкотемпературного закаливания (3°C, 7 сут) состав ЖК не изменялся. Анализ содержания полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) показал, что в процессе закаливания происходило небольшое увеличение содержания гексадекатриеновой ЖК и снижение содержания линолевой ЖК. Содержание главной ПНЖК хлоропластов – α -линоленовой достоверно не изменялось.

Заключение

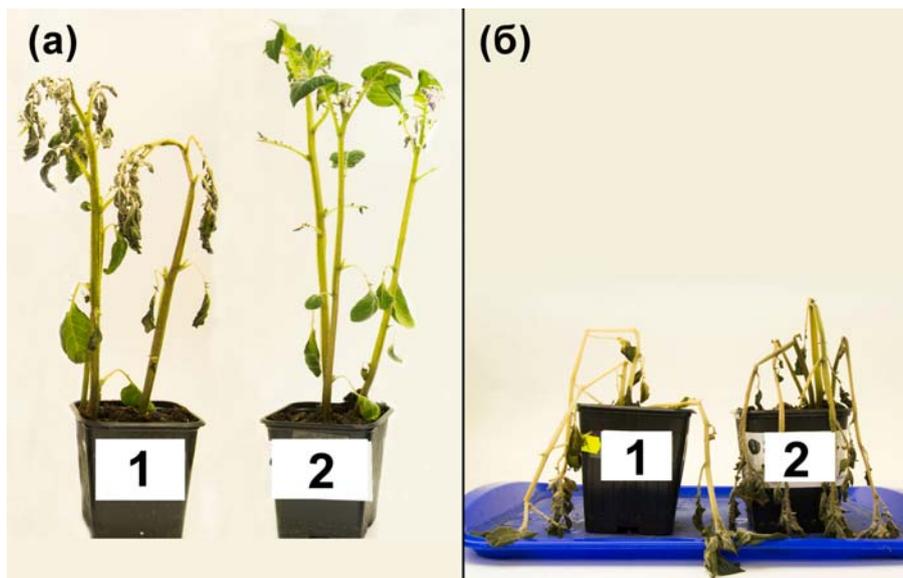


Рисунок 1. Контрольные (1) и закаленные (2) растения картофеля через сутки после промораживания при температуре -2°C (а) и -3°C (б) в течение 18 ч.

Figure 1. Control (1) and chilling (2) potato plants one day after freezing at -2°C (a) and -3°C (b) during 18 hours.

Таким образом, у картофеля из всех изученных генов $\Delta 12/\omega 3$ -десатураз хлоропластов обнаружено значительное кратковременное (на первые сутки закаливания) увеличение относительного содержания транскриптов гена *FAD8*, кодирующего $\omega 3$ -ацил-липидную десатуразу. При этом суммарная доля ПНЖК липидов хлоропластов картофеля в незакаленных растениях составляла почти 80% от общего содержания всех ЖК и за время низкотемпературного закаливания существенно не изменялась. На основании этих данных можно предположить, что стратегия низкотемпературной адаптации изученного сорта картофеля направлена на поддержание гомеостаза: конститутивно высокое содержание ПНЖК хлоропластов в процессе выращивания сохранялось и в процессе закаливания. Значительное повышение содержания транскриптов гена *FAD8* в начале этого периода, по-видимому, способствовало сохранению и поддержанию в активном состоянии пула $\omega 3$ -десатураз, осуществляющих синтез гексадекатриеновой и α -линоленовой ЖК. Благодаря этому растения были обеспечены достаточным количеством этих жизненно важных ЖК и повышали свою устойчивость в процессе закаливания.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 16-34-00604 мол_а).

Литература

1. Kikuchi A., Huynh H. D., Endo T., Watanabe K. Review of recent transgenic studies on abiotic stress tolerance and future molecular breeding in potato // *Breed. Sci.*, 2015, V. 65(1), P. 85–102. – DOI: 10.1270/jsbbs.65.85

References

1. Kikuchi A., Huynh H. D., Endo T., Watanabe K. Review of recent transgenic studies on abiotic stress tolerance and future molecular breeding in potato // *Breed. Sci.*, 2015, V. 65(1), P. 85–102. – DOI: 10.1270/jsbbs.65.85

2. Лось Д.А. Десатуразы жирных кислот // М.: Научный мир, 2014. 372 с.
3. Koc I., Vatansever R., Ozyigit I. I., Filiz E. Identification of differentially expressed genes in chilling-Induced potato (*Solanum tuberosum* L.); a data analysis study // Appl. Biochem. Biotechnol., 2015, V. 177, P. 792–811. – DOI 10.1007/s12010-015-1778-9
4. Rao X., Huang X., Zhou Z., Lin X. An improvement of the $2^{-(\Delta\Delta CT)}$ method for quantitative real-time polymerase chain reaction data analysis // Biostat. Bioinforma. Biomath., 2013, V. 3, P. 71–85.
5. Lang E.G.E., Mueller S.J., Hoernstein S.N.W., Porankiewicz-Asplund J., Vervliet-Scheebaum M., Reski R. // Plant Cell Rep, 2011, V. 30, P. 205–215.
6. Маали Амири Р., Голденкова-Павлова И.В., Юрьева Н.О., Пчелкин В.П., Цыдендамбаев В.Д., Верещагин А.Г., Дерябин А.Н., Трунова Т.И., Лось Д.А., Носов А.М. Жирнокислотный состав липидов растений картофеля, трансформированных геном 12-десатуразы цианобактерий // Физиология растений, 2007, Т. 54, С. 678–685.
2. Los D.A. Fatty acid desaturases // M.: Scientific World, 2014. 372 p.
3. Koc I., Vatansever R., Ozyigit I. I., Filiz E. Identification of differentially expressed genes in chilling-Induced potato (*Solanum tuberosum* L.); a data analysis study // Appl. Biochem. Biotechnol., 2015, V. 177, P. 792–811. – DOI 10.1007/s12010-015-1778-9
4. Rao X., Huang X., Zhou Z., Lin X. An improvement of the $2^{-(\Delta\Delta CT)}$ method for quantitative real-time polymerase chain reaction data analysis // Biostat. Bioinforma. Biomath., 2013, V. 3, P. 71–85.
5. Lang E.G.E., Mueller S.J., Hoernstein S.N.W., Porankiewicz-Asplund J., Vervliet-Scheebaum M., Reski R. // Plant Cell Rep, 2011, V. 30, P. 205–215.
6. Maali-Amiri R., Goldenkova-Pavlova I. V., Yur'Eva N. O., Pchelkin V. P., Tsydendambaev V. D., Vereshchagin A. G., Deryabin A. N., Trunova T. I., Los D. A., Nosov A. M. Lipid fatty acid composition of potato plants transformed with the $\Delta 12$ -desaturase gene from cyanobacterium // Russian Journal of Plant Physiology, 2007, V. 54, P. 600–606.

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И
РЕДОКС ГОМЕОСТАЗ РАСТЕНИЙ
КАЛЬЦЕФИТОВ С РАЗНЫМИ
ЖИЗНЕННЫМИ ФОРМАМИ**

Розенцвет О.А.¹ - доктор б.н., в.н.с. лаборатории
«Экологическая биохимия»

Богданова Е.С.¹ - кандидат б.н., н.с. лаборатории
«Экологическая биохимия»

Нестеров В.Н.¹ - кандидат б.н., с.н.с. лаборатории
«Экологическая биохимия»

Кавеленова Л.М.² - доктор б.н., заведующая
кафедрой «Экологии, ботаники и охраны природы»

Сарварова Р.Р.² - студентка 3 курса
биологического факультета

¹Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки «Институт экологии Волжского
бассейна Российской академии наук»
445003, г. Тольятти, ул. Комзина 10,
e-mail: olgarozen55@mail.ru

²Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С.П. Королева»
443086, г. Самара, ул. Московское шоссе 34.
e-mail: lkavelenova@mail.ru

Исследован состав пигментов, процессы ПОЛ и антиоксидантной защиты растений кальцефитов разных жизненных форм. Травянистые многолетники и полукустарнички накапливают меньше сухой массы по сравнению с вечнозелеными полукустарничками и кустарниками. Максимальный уровень хлорофилла отмечен в травянистых многолетниках и кустарниках. Более интенсивные процессы ПОЛ характерны для полукустарничков и кустарников на фоне большего количества фенольных соединений. Больше количество мембранных липидов выявлено у травянистых многолетников.

Ключевые слова: кальцефиты, мембранные липиды, перекисное окисление липидов, водорастворимые фенольные соединения, фотосинтетические пигменты

Введение

Кальцефитами называют растения, произрастающие преимущественно на почвах богатых соединениями кальция, в местах выхода чистых известняков, мела, мергелей и других пород [1]. Почвы, сформированные на таком субстрате, слабо развиты, плохо проницаемы для воды за счет

**PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS AND
REDOX HOMEOSTASIS OF PLANTS OF
CALCEPHITES WITH DIFFERENT
LIFE-FORMS**

Rosentsvet O.A.¹ - Dr of Biological Sciences,
Leading Researcher, Laboratory of «Ecological
Biochemistry»

Bogdanova E.S.¹ - Candidate of Biological
Sciences, Researcher of the Laboratory
«Ecological Biochemistry»

Nesterov V.N.¹ - Candidate of Biological
Sciences, Senior Researcher, Laboratory of
«Ecological Biochemistry»

Kafelenova L.M.² - Doctor of Biological
Sciences, Head of the Chair of «Ecology, Botany
and Nature Conservation»

Sarvarova R.R.² - student of biological
department

¹FSBIS IEVBRAS Federal State Budgetary
Institution of Science «Institute of Ecology of the
Volga Basin of the Russian Academy of Sciences»
445003, Tolyatti, str. Komzina 10,
e-mail: olgarozen55@mail.ru

²FSAEIHЕ SNUNAK Federal State Autonomous
Educational Institution of Higher Education
«Samara National Research University named
after academician S.P. Koroleva»
443086, Samara, str. Moskovskoe highway 34.
e-mail: lkavelenova@mail.ru

The variability in the composition of pigments, the processes of lipid peroxidation and antioxidant protection of plants of calcephytes of different life forms was studied. It has been shown that herbaceous perennials and half-shrubs accumulate less dry mass compared to evergreen half-shrubs and shrubs. The maximum level of chlorophyll is found in herbs and shrubs. More intensive processes of POL are characteristic of dwarf shrubs and shrubs against the background of a larger number of phenolic compounds. The largest amount of membrane lipids was found in herbaceous perennials.

Keywords, calcephytes, membrane lipids, lipid peroxidation, water-soluble phenolic compounds, photosynthetic pigments

высокой твердости и плотности, избыток кальция в почве существенно ограничивает доступность элементов питания. На территории нашей страны известно немало районов, где отмечаются выходы мела и других известковых пород. Помимо специфических почвенных условий, растения подвергаются постоянному действию ветров, высокой температуры воздуха, избыточной инсоляции, что говорит о высокой адаптационной способности растений, произрастающих в таких условиях.

Многочисленные исследования указывают на ключевую роль в поддержании жизнедеятельности клеток редокс-состояния внеклеточной и внутриклеточной среды, которое характеризует определенное равновесие между генерацией и утилизацией активных форм кислорода (АФК). Нарушение этого баланса приводит к окислению липидов, белков и т.д.

Одна из важнейших функций фенольных соединений – участие в окислительно-восстановительных процессах. Количество фенолов, синтезируемых в растениях, зависит от их физиологического состояния и условий местообитания. К специфическим мембранным антиоксидантам относят липорастворимые соединения, такие как каротиноиды. Каротиноиды – обязательные компоненты пигментных систем, считаются «дополнительными» пигментами, которые передают энергию поглощенных квантов хлорофиллу для совершения фотохимической работы. Доказано, что Кар выполняют защитную функцию, предохраняя хлорофилл от фотоокисления.

Цель данной работы состояла в изучении особенностей пигментного аппарата и антиоксидантов в листьях кальцефитов с разными жизненными формами.

Объекты и методы исследований

Объекты исследования: *Artemisia salsaloides* Klok., *Ephedra distachya* L., *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst., *Cotoneaster laxiflorum* J. Jacq. ex Lindl., *Astragalus zingeri* Korsh., *Gypsophila volgensis* Krasnova, *Archanthemis trotzkiana* (Bunge) Lo Presti & Oberpr., *Pimpinella titanophila* Woronow, *Linum uralense* Juz., *Onosma volgensis* Dobrocz, *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Linum flavum* L., *Vupleurum falcatum* L., *Polýgala sibírica* L., *Reseda lutea* L. Растения отбирали на территории Самарской области 2018 г. в первой половине июля. Жизненные формы представлены травянистыми многолетниками, вечнозелеными полукустарничками, полукустарничками и кустарниками.

Сухую массу (сух. м.) листьев рассчитывали после высушивания и выражали в мг/г сырой массы. Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в листьях растений оценивали по содержанию малонового диальдегида после реакции с тиобарбитуровой кислотой [2]. Содержания растворимых фенольных соединений в водных экстрактах определяли спектрофотометрически с применением реактива Фолина-Чокальтеу. Концентрацию пигментов определяли по методу Lichtenthaler. Содержание мембранных липидов оценивали по сумме основных фосфолипидов, гликолипидов и стеринов как описано ранее [2].

Результаты и обсуждение

Состояние фотосинтетических параметров и редокс-гомеостаза оценивали по содержанию сух. м., пигментов, водорастворимых фенолов, мембранных липидов, а также интенсивности процессов ПОЛ (рисунок). Травянистые многолетники и полукустарнички отличаются меньшим накоплением сух. м. листьев по сравнению с вечнозелеными полукустарничками и кустарниками. Содержание зеленых пигментов варьирует от 2,0 до 6,0 мг/г сух. м. при максимальном уровне для фитомассы трав и кустарников. Прослеживается тенденция увеличения содержания хлорофилла от вечнозеленых полукустарничков к кустарникам. Изменчивость внутри группы травянистых многолетников не превышала 30–40%.

Более интенсивные процессы ПОЛ, регистрируемые по количеству МДА, отмечены в полукустарничках и кустарниках. В них же наблюдали и большее количество фенольных соединений по сравнению с травянистыми многолетниками и вечнозелеными полукустарничками. Эти результаты согласуются с литературными данными, согласно которым уровни АФК и ПОЛ находятся в обратной зависимости от накопления фенольных соединений, таких как флавоноиды. Между фенольными соединениями и каротиноидами отмечены выраженные реципрокные отношения, особенно у травянистых многолетников.

Количество мембранных липидов было максимальным у травянистых многолетников (22,5 мг/г сух. м.) и превышал данный показатель для растений в других экологических группах растений в 1,5 раз. Содержание мембранных липидов существенно различается не только между растениями разных жизненных форм, но и внутри группы растений одной жизненной формы. Например, среди травянистых многолетников наименьшее количество мембранных липидов отмечено в листьях *O. volgensis* (9,5 мг/г), а наибольшее – *P. sibírica* (37,5 мг/г сух. м.). Индекс мембран клетки тесно связан с интегральными показателями, характеризующими фотосинтез и продукционный процесс. Широкое

варьирование данного признака отражает пластичность внутренней организации клетки фотосинтезирующих органов кальцефитов.

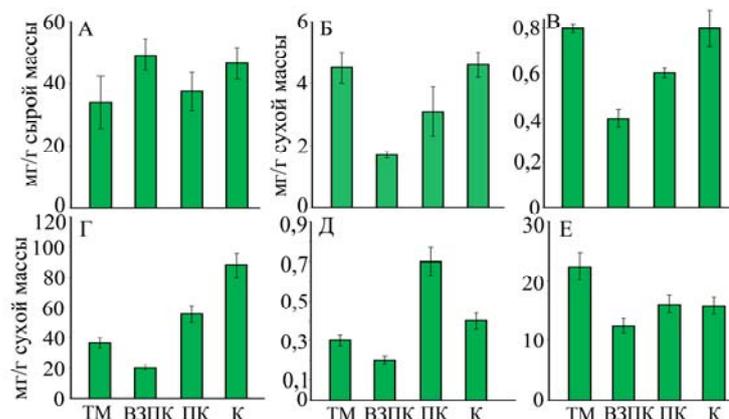


Рисунок. Содержание сухой массы (А), зеленых пигментов (Б), каротиноидов (В), фенольных соединений (Г), малонового диальдегида (Д) и мембранных липидов (Е) в листьях растений кальцефитов. ТМ – травянистые многолетники, ВЗПК – вечнозеленые полукустарнички, ПК – полукустарнички, К – кустарники.

Figure. Content of dry weight (A), green pigments (B), carotenoids (C), phenolic compounds (D), malonic dialdehyde (E) and membrane lipids (E) in the leaves of calcephyte plants. HP – herbaceous perennials, EHS – evergreen half-shrubs, HS – half-shrubs, S – shrubs.

Заключение

Исследована изменчивость состава пигментов, процессы ПОЛ и антиоксидантной защиты растений кальцефитов разных жизненных форм. Травянистые многолетники характеризовались меньшим накоплением сух. м., менее интенсивными процессами ПОЛ и меньшим накоплением фенольных антиоксидантов, но большим содержанием мембранных липидов. В целом исследованные параметры зависят от жизненной формы растений.

Литература

1. Калашников О.В., Плаксина Т.И. Кальцефитная флора меловых обнажений Приволжской возвышенности Самарский области. Изв. Самар. н. ц. РАН. 2010. Т. 12, № 3. С. 691-695.
2. Rozentsvet O., Kosobryukhov A., Zakhochiy I. et al. Photosynthetic parameters and redox homeostasis of *Artemisia santonica* L. under conditions of Elton region // Plant Physiol. and Biochem. 2017. V. 118. P. 385-393.

References

1. Kalashnikov O.V., Plaksina T.I. 2010. Calcephytes flora of the Cretaceous outcrops of the Privolzhskaya Upland of the Samara region // Izv. Sam. n.c. RAN. V. 12. P. 691-695.
2. Rozentsvet O., Kosobryukhov A., Zakhochiy I. et al. Photosynthetic parameters and redox homeostasis of *Artemisia santonica* L. under conditions of Elton region // Plant Physiol. and Biochem. 2017. V. 118. P. 385-393.

ВЛИЯНИЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА ДИНАМИКУ ХЛОРОПЛАСТНЫХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ТОМАТОВ, ЗАРАЖЕННЫХ ГАЛЛОВОЙ НЕМАТОДОЙ *MELOIDOGYNE INCOGNITA*

Удалова Ж.В. ^{1,2} – к.б.н., с.н.с.
Зиновьева С.В. ¹ – д.б.н. г.н.с. лаборатории фитопаразитологии

¹Центр паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
119071, г. Москва, Ленинский пр., 33
²ВНИИП-филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН
117218, г. Москва ул. Б. Черемушкинская, д.28,
e-mail: udalova.zh@rambler.ru;
zinovievas@mail.ru

Одной из основных неспецифических реакций растений на факторы стресса абиотической и биотической природы является нарушение фотосинтеза. Галловая нематода за счет образования гигантских клеток и галлов вызывает изменения проводящих функций корней, что ведет к нарушениям в фотосинтетическом аппарате растения. Салициловая кислота (СК) может выступать в качестве посредника для системной индуцированной устойчивости. В работе была проведена оценка динамики состава хлоропластных пигментов в качестве одного из физиологических параметров действия СК на взаимоотношения в системе растение - паразитическая нематода. Показана способность СК стабилизировать фотосинтетический аппарат томатов в условиях заражения.

Ключевые слова: *Meloidogyne incognita*, томат, хлоропластные пигменты, салициловая кислота

Введение

Галловые нематоды, *Meloidogyne* spp., являются экономически важными сельскохозяйственными вредителями, причиняющие серьезный ущерб многим видам культурных растений, в том числе томатам. Основными способами борьбы с галловой нематодой на томатах является применение экологически небезопасных нематодицидов, и выращивание устойчивых сортов и гибридов, в которых присутствует ген Mi, активный к ограниченному кругу галловых нематод и термически нестабильный. Применение соединений, обладающих биорегуляторными свойствами, является перспективным направлением не только в целях повышения продуктивности сельскохозяйственных растений, но и для повышения их устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам. Салициловая кислота (СК) представляет собой растительный гормон, который запускает защитные реакции растений, играет решающую роль в регуляции многих физиологических и биохимических процессов на протяжении всего жизненного цикла растений,

INFLUENCE OF SALICYLIC ACID ON THE DYNAMICS OF CHLOROPLAST PIGMENTS IN THE LEAVES OF TOMATOES INFECTED BY ROOT-KNOT NEMATODE *MELOIDOGYNE INCOGNITA*

Udalova Zh.V. ^{1,2} – PhD of Agricultural Sciences, Senior Researcher
Zinovieva S.V. ¹ – Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Department of Phytoparasitology

¹Center of parasitology of IPEE
by A.N. Severtsov RAS
119071, Russia, Moscow, Leninskyi prospect, 33,
²All-Russian Scientific Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology
by K.I. Skryabin RAS,
117218, Moscow B. Cheremushkinskaya St., 28
e-mail: udalova.zh@rambler.ru; zinovievas@mail.ru

One of the main non-specific plant responses to abiotic and biotic stress factors is a lesion of photosynthesis. The root-knot nematode due to the formation of giant cells and galls causes changes in the conductive functions of the roots, which leads to disturbances in the photosynthetic apparatus of the plant. Salicylic acid (SC) can act as an intermediary for systemic induced resistance. The work assessed the dynamics of the composition of chloroplast pigments as one of the physiological parameters of the effect of SC on the relationship in the plant – parasitic nematode system. The ability of the SC to stabilize the photosynthetic apparatus of tomatoes under conditions of infection is shown.

Keywords : *Meloidogyne incognita*, tomato, chloroplast pigments, salicylic acid

оказывает воздействие на многочисленные аспекты роста и развития растительного организма [1]. В настоящее время признано, что СК может выступать в качестве посредника для системной индуцированной устойчивости [2]. Показано, что экзогенная обработка томатов СК перед инокуляцией галловой нематодой позволяет ограничить размножение паразитов [3, 4].

При воздействии различных стрессоров, в том числе паразитических нематод, наблюдаются изменения в процессах фотосинтеза [5]. Хлорофиллы и каротиноиды являются компонентами фотосинтетического аппарата в листьях высших растений. Содержание этих пигментов зависит от многих сторон жизнедеятельности растений, и именно поэтому их рассматривают в качестве важной физиологической характеристики. Одной из основных неспецифических реакций растений на факторы стресса абиотической и биотической природы является нарушение фотосинтеза. Большое число наблюдений показывают, что заболевания растений сопровождаются значительным ослаблением их фотосинтетической активности, и фитогельминтозы, в том числе, вызывают депрессию фотосинтеза.

Эндогенная СК прямо или косвенно способна влиять на различные физиологические процессы, включая фотосинтез [6]. Она является необходимой молекулой для поддержания оптимальных процессов фотосинтеза и для адаптации к изменениям в окружающей среде. Поскольку фотосинтез является одной из основных мишеней биотических и абиотических стрессоров, было проведено настоящее исследование в целях изучения динамики изменения состава хлоропластных пигментов в качестве одного из физиологических параметров для оценки экзогенного действия СК на взаимоотношения в системе растения - паразитические нематоды

Объекты и методы исследований

Растения томатов выращивали по стандартной методике. Обработку проводили дважды в фазе семян, замачивая в водном растворе СК ($7 \times 10^{-8} \text{M}$), и опрыскивая вегетирующие растения перед заражением галловой нематодой *Meloidogyne incognita* (3 тыс. личинок/ растение). Оценка хлоропластных пигментов проводили на 10, 20, 30 и 40 сутки после заражения. Пигменты экстрагировали из верхушечных листьев 2 яруса 100%-ным ацетоном. Общее содержание хлорофиллов *a* и *b* и сумму каротиноидов в экстракте определяли спектрофотометрически. Спектры поглощения пигментов регистрировали на спектрофотометрах Specol 11 ("Carl Zeiss Jena", Германия).

Результаты и обсуждение

Наиболее чувствительными хлоропластными пигментами к факторам среды являются хлорофиллы *a* и *b*. Их количество значительно уменьшается с возрастом растений (Табл. 1). Анализ содержания хлорофиллов в листьях растений томатов, заражённых *M. incognita*, показал что, через 10 дней после инвазии происходит некоторое увеличение содержания общего хлорофилла, по сравнению с контролем. Это, по-видимому, связано с общей интенсификацией фотосинтетического процесса. В конце исследования (на 40-й день) наблюдается обратная зависимость. И как видно из таблицы 1, снижение происходит за счёт хлорофилла *a*. Нематода, вследствие образования гигантских клеток, увеличивает метаболическую активность корней за счёт надземных органов растения, с этим связывают снижение содержания хлорофилла в листьях. Из таблицы видно, что нематода на 40 день после заражения вызывает значительное снижение хлорофилла *a* и общего хлорофилла (на 14% и 12 %, соответственно). Обработка растений томатов препаратом СК не вызывает сильного снижения содержания общего хлорофилла при заражении. Количество общего хлорофилла в заражённых обработанных СК растениях всего на 3% ниже этого же показателя в незаражённом контроле. Очевидно, что обработка растений приводит к стабилизации фотосинтетического аппарата при заражении галловой нематодой.

Заражение томатов *M. incognita* вызвало изменения в содержании каротиноидов. Через 20 дней после заражения растений томатов количество каротиноидов в пробе возросло, а через 40 дней существенно сократилось (на 15% от контроля).

Обработка здоровых растений препаратом СК вызывала увеличение доли каротиноидов. Через 20 дней после заражения содержание каротиноидов было на 10% больше, чем в контроле (Табл.1). В конце опыта в обработанных зараженных растениях увеличение доли каротиноидов составило 12%, по сравнению с зараженным контролем. Следует отметить, что абиотические и биотические факторы среды, как правило, не сильно влияют на количество каротиноидов, значительным изменениям подвергается их качественный состав, что было показано для системы томаты- *M. incognita* [7].

Заключение

В отношении механизма влияния СК на процессы фотосинтеза мнения ряда авторов расходятся. Показано, что экзогенно некоторые фенольные соединения оказывают непосредственное влияние на

фотосинтетическую цепь электронного транспорта, но большинство результатов исследований показывают, что влияние СК на механизм фотосинтеза является косвенным и обусловлен его воздействием на устьичную проводимость [6]. Исходя из полученных в нашем эксперименте результатов, можно констатировать, что СК в используемой низкой концентрации (она подбиралась исходя из сигнального действия данного соединения) в некоторой степени стабилизирует фотосинтетический аппарат растения томата, нарушенный, механическим и сложным биохимическим воздействиями нематоды, с изменением проводящих функций корней. Полагаем, что действие СК в подобной концентрации, скорее всего, не связано с изменениями в устьичной проводимости.

Таблица. Действие препарата СК на динамику содержания хлоропластных пигментов в листьях здоровых и инвазированных томатов

Table. The effect of the salicylic acid (SC) on the dynamics of the content of chloroplast pigments in the leaves of healthy and invasive tomatoes

Дни после заражения	Пигменты*	Здоровый контроль	Зараженный контроль	Здоровые обработанные	Заражённые обработанные
10	Хл. <i>a</i>	1,353	1,463	1,616	1,519
	Хл. <i>b</i>	0,782	0,893	0,787	0,819
	Хл.(<i>a+ b</i>)	1,987	2,238	2,216	2,170
	Хл. <i>a/ b</i>	1,73	1,64	2,05	1,85
20	Хл. <i>a</i>	1,152	1,285	1,259	1,019
	Хл. <i>b</i>	0,742	0,776	0,877	0,792
	Хл.(<i>a+ b</i>)	1,690	1,873	1,896	1,667
	Хл. <i>a/ b</i>	1,55	1,66	1,44	1,28
	Каротиноиды	0,597	0,655	0,653	0,558
30	Хл. <i>a</i>	1,193	1,152	1,148	1,149
	Хл. <i>b</i>	0,798	0,742	0,615	0,765
	Хл.(<i>a+ b</i>)	1,669	1,667	1,713	1,782
	Хл. <i>a/ b</i>	1,49	1,55	1,87	1,50
	Каротиноиды	0,625	0,635	0,611	0,644
40	Хл. <i>a</i>	1,023	0,878	1,036	1,011
	Хл. <i>b</i>	0,684	0,656	0,677	0,691
	Хл.(<i>a+ b</i>)	1,576	1,393	1,599	1,530
	Хл. <i>a/ b</i>	1,50	1,34	1,53	1,46
	Каротиноиды	0,560	0,475	0,580	0,580

*Хлорофилл (*a+b*) - НСР=0,132; хлорофилл *a* - НСР=0,128; хлорофилл *b* - НСР=0,092; каротиноиды - НСР=0,080, при P=0,05

Литература

1. Poot-Poot W. A. , R. Delgado-Martínez, S.Castro-Nava et al. Effect of salicylic acid on pre-transplant acclimatization of native tomato populations Horticult. Bras. 2018 . V.36, N.4. - <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620180409>
2. Durner, J., Shah, J. and Klessig, D.F. Salicylic acid and disease resistance in plants.// Trends Plant Sci. 1997, V.2. -P266–274.

References

1. Poot-Poot W. A. , R. Delgado-Martínez, S.Castro-Nava et al. Effect of salicylic acid on pre-transplant acclimatization of native tomato populations Horticult. Bras. 2018 . V.36, N.4. - <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620180409>
2. Durner, J., Shah, J. and Klessig, D.F. Salicylic acid and disease resistance in plants.// Trends Plant Sci. 1997, V.2. -P266–274.

3. Molinari, S. Salicylic acid as elicitor of resistance to root-knot nematodes in tomato// Acta Hort. 2008, V. 789, -P.119-126. - DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.789.15
4. Зиновьева С. В., Н. И. Васюкова, Ж. В. Удалова, и др. Участие салициловой и жасмоновой кислот в генетической и индуцированной устойчивости томатов при инвазии галловой нематодой *Meloidogyne incognita* (Kofoid, White, 1919). //Известия РАН. Сер. Биологическая, 2013, № 3, -С.332-340
5. Khan M. R. , Haque Z. Soil application of *Pseudomonas fluorescens* and *Trichoderma harzianum* reduces root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on tobacco //Phytopathol. Mediterr. 2011, V. 50, -P.257–266
6. Janda, T., Gondor, O. K., Yordanova, R., Szalai, G., & Pál, M. . Salicylic acid and photosynthesis: signalling and effects. //Acta Physiologiae Plantarum, 2014, V.36, N.10. –P.2537-2546. - <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1620-y>
7. Васильева и др. Фотосинтетические пигменты растений томатов в условиях биотического стресса и действие на них фураностаноловых гликозидов. //Прикл. биох и микробиол. 2003, Т.39, №6.- С. 689-696
3. Molinari, S. Salicylic acid as elicitor of resistance to root-knot nematodes in tomato// Acta Hort. 2008, V. 789, -P.119-126. - DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.789.15
4. Zinovieva S.V., N. I. Vasyukova, Zh. V. UdalovaThe Participation of Salicylic and Jasmonic Acids in Genetic and Induced Resistance of Tomato to *Meloidogyne Incognita* (Kofoid and White, 1919) Biology Bulletin, 2013, Vol. 40, No. 3, pp. 297–303.
5. Khan M. R. , Haque Z. Soil application of *Pseudomonas fluorescens* and *Trichoderma harzianum* reduces root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on tobacco //Phytopathol. Mediterr. 2011, V. 50, -P.257–266
6. Janda, T., Gondor, O. K., Yordanova, R., Szalai, G., & Pál, M. . Salicylic acid and photosynthesis: signalling and effects. //Acta Physiologiae Plantarum, 2014, V.36, N.10. –P.2537-2546. - <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1620-y>
7. Vasil'eva, S. A. Vanyushkin, S. V. Zinov'eva S.V. et al. Photosynthetic Pigments of Tomato Plants under Conditions of Biotic Stress and Effects of Furostanol Glycosides //Applied Biochemistry and Microbiology 2003, V.39. N.6 –P.606-612

УДК 634.1:581.1

DOI: 10.22363/09509-2019-46-48

ИЗУЧЕНИЕ СУТОЧНОЙ ДИНАМИКИ НАБУХАЕМОСТИ СЕМЯН ПОД ВЛИЯНИЕМ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОГО АГЕНТА

STUDYING OF DAILY DYNAMICS OF SEED BOWELS UNDER THE INFLUENCE OF THE ALLEROPATHIC AGENT

Артищева Е.С. – магистр факультета математики и естественнонаучного образования

Понеделко К.С. – магистр факультета математики и естественнонаучного образования

Глубшева Т.Н. - кандидат с.-х. наук, доцент кафедры биологии

Artischeva E.S. - Master of Mathematics and Science Education

Ponedelko K.S. - Master of Mathematics and Science Education

Glubzheva T.N. - candidate s.-h. Sciences, Associate Professor, Department of Biology

*Белгородский национальный исследовательский университет (НИУ БелГУ)
308015, г. Белгород ул. Победы 85, e-mail:
e-mail: 819572@bsu.edu.ru*

*Belgorod National Research University (NRU BSU)
308015, Russia, Belgorod Victory 85,
e-mail: 819572@bsu.edu.ru*

Целью нашей работы было проанализировать суточную динамику набухаемости семян гороха под влиянием 2,5% водного настоя Melissa лекарственной. Исследование проведено по классической методике. Доля аллелопатического воздействия на набухаемость семян определена дисперсионным анализом. По результатам лабораторного опыта было установлено, что аллелопатический агент неоднозначно воздействует на поглощение воды семенами гороха. Наблюдается как угнетение, так и стимулирование в зависимости от времени нахождения семян в настое Melissa.

The aim of our work was to analyze the daily dynamics of the swelling capacity of pea seeds under the influence of 2.5% water infusion of lemon balm. The study was conducted according to the classical method. The proportion of allelopathic effects on seed swelling is determined by analysis of variance. According to the results of the laboratory experiment, it was found that the allelopathic agent ambiguously affects the absorption of water by pea seeds. There is both oppression and stimulation, depending on the time the seeds are in the infusion of lemon balm.

Ключевые слова: аллелопатия, набухаемость, семя, суточная динамика, горох, Melissa.

Keywords: allelopathy, swelling, seed, diurnal dynamics, peas, lemon balm.

Введение

Интерес к уникальному в мире растений явлению как аллелопатия огромный и постоянный. Аллелопатия – это взаимодействие растений посредством выделения биологически активных веществ во внешнюю среду [1]. Практически каждое растение на Земле создает вокруг себя определенную биохимическую среду. При этом действия могут быть как стимулирующие, так и ингибирующие. Известно 4 группы биологически активных веществ. Первые две группы образуются микроорганизмами. Первая группа – антибиотики, подавляющие жизнедеятельность других микроорганизмов. Вторая – миазины – вещества увядания, действующие на высшие растения. Вещества вторых двух групп выделяются высшими растениями – это фитонциды. Третья – вещества, подавляющие жизнедеятельность микроорганизмов. Четвертая – колины, влияющие на рост и развитие высших растений [2,3]. Важной проблемой изучения аллелопатии является выявление влияния колинов на сельскохозяйственные культуры. Наука и практика занимается поиском

оптимальных сочетаний растений. Стартом в развитии большинства растений являются семена. Сведения по физиологии и биохимии развития семян и влиянию на них различных условий пока носят общий характер. Для науки и, особенно для производства, важно понимать как конкретные растения влияют на прорастание семян культурных растений. Такие работы нами уже проводились [4]. Целью настоящего исследования было выявление суточной динамики набухаемости семян гороха посевного под влиянием аллелопатического агента Melissa лекарственной.

Объекты и методы исследования

При проведении опыта в качестве объекта использовались семена гороха посевного (*Pisum sativum*) сорта Дударь. Аллелопатический агент - зеленая масса Melissa лекарственной (*Melissa officinalis*) сорта Изумрудная была собрана летом, высушена до воздушно сухого состояния и использована для получения суточного водного настоя с процентной концентрацией 2,5. О набухаемости семян судили по изменению массы сухих и набухших семян за равные промежутки времени. При определении массы набухших семян с последних предварительно удаляли влагу при помощи фильтровальной бумаги. По этим замерам определяли набухаемость как отношение поглощенной воды к массе сухих семян. Повторность опыта трехкратная. Масса сухих семян и масса набухших семян различается в пределах 1%. Достоверность различий определена разностным методом.

Результаты и их обсуждение

Данные о суточной динамике набухаемости семян гороха под влиянием настоя Melissa лекарственной представлены на рисунке. По данным диаграммы можно судить о неравнозначной набухаемости гороха под действием настоя Melissa лекарственной и воды.

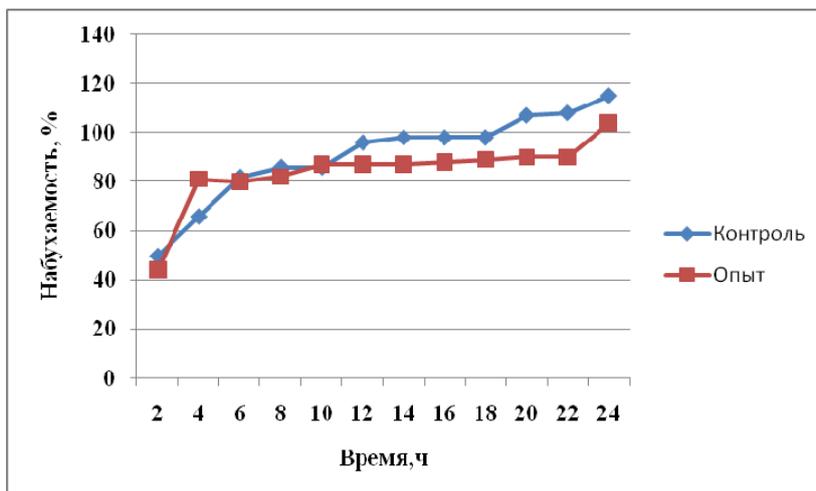


Рисунок 1. Суточная динамика набухаемости семян гороха
Figure 1. Daily dynamics of pea seed swelling

Уже на второй час проявляется влияние настоя Melissa. В воде набухаемость составила 50%, в то время как в настое 42%. На четвертый час наблюдалось стимулирование настояем Melissa поглощения семенами воды. Разница составила 15%. С шестого часа выявилась смена стимулирования на замедление набухаемости. В опыте семена набухли на 80%, а в контроле на 82%. Значения на шестой-десятый час различались незначительно в пределах 2-4%. Начиная с 12 часа и до конца эксперимента наблюдалось достоверное угнетение набухаемости семян на 9-18%. Набухаемость в четвертом часу в опыте составила 80%, и в течение каждого последующего часа увеличилась на 1-5% до 22 часов. В контроле наблюдалось более равномерное поглощение воды в течение суток.

Заключение

Таким образом, результаты опыта свидетельствуют о существовании неоднозначного влияния настоя из растительной массы многолетнего растения семейства Губоцветные Melissa лекарственной на набухаемость семян гороха посевного. Нами наблюдалось вначале стимулирование процесса набухания семян, а затем угнетение.

Литература

1. Раис Э. Природные средства защиты растений от вредителей.// Перевод с английского Е.Е. Верещагиной. Под редакцией акад. АН УССР А. М. Гродзинского М.: –Мир. –1986. – 184 с.
2. Гродзинский А.М. Основа химических взаимодействий растений. Киев: Наукова думка, 1973. – 136 с.
3. Гродзинский А.М. Экспериментальная аллелопатия. Киев: Наукова думка, 1987. – 236 с.
4. Глубшева Т.Н., Воробьева О.В. Аллелопатическое влияние настоя некоторых сорных растений на набухаемость семян горчицы. // Вестник научных конференций. Наука и образование в жизни современного общества: по материалам научно-практических конференций 31 марта 2016г., Ч.5, с.22-24.

References

1. Rais E. Natural plant protection products against pests.// Translation from English EE. Vereshchaginoy. Edited by Acad. Academy of Sciences of the USSR A. M. GrodzinskyM .: - World. - 1986. - 184 s.
2. Grodzinsky A.M. The basis of chemical interactions of plants. Kiev: NaukovaDumka, 1973. - 136 p.
3. Grodzinsky A.M. Experimental allelopathy. Kiev: NaukovaDumka, 1987. - 236 p.
4. Glubsheva T.N., Vorobyova O.V. Allelopathic effect of the infusion of some weed plants on the swelling of mustard seeds. // Bulletin of scientific conferences. Science and education in the life of modern society: based on scientific conferences on March 31, 2016, Part 5, p.22-24.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ O₂-ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОДОВ КЛАРКА

Бородин В.Б. – кандидат биол. наук, н.с.

*Институт фундаментальных проблем биологии,
ФИЦ ПНЦБИ РАН (Федеральное
государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«Пушкинский научный центр биологических
исследований Российской академии наук»)
142290, Московская обл., г. Пушкино,
ул. Институтская, 2,
e-mail: borodin_ibbp@mail.ru*

Рассмотрен вопрос влияния биологических сред на показания O₂-электродов Кларка. На примере присутствующей во многих биологических средах сахарозы показано, что, при условии неизменности количества добавляемого O₂ в среду с O₂-датчиком, увеличение содержания сахарозы в воде с 0 М до 1,2 М приводит к линейно зависимому увеличению сигнала электрода Кларка на 54% из-за увеличения активности растворённого O₂. Поскольку электроды Кларка измеряют активность, а не истинное содержание O₂ в средах, и поскольку растворимость и активность O₂ часто непредсказуемо зависят от состава среды, рассмотрен также вопрос калибровки электродов Кларка. Предложена калибровка O₂-датчиков путём добавок к ним микро-порций воды или другой жидкости насыщенных 100%-ным O₂. Одним из важных преимуществ калибровки таким несложным способом является возможность её применения в очень разных условиях проведения измерений.

Ключевые слова: электрод Кларка, применение, активность кислорода, калибровка

Введение

Биологические исследования часто требуют проведения кислородных измерений (O₂-измерений) с помощью электрода Кларка [1, 2] в богатых по содержанию и составу средах. Между тем, проведение O₂-измерений с помощью электродов Кларка в таких средах имеет одну важную особенность. Она состоит в том, что электроды Кларка измеряют не количество растворённых молекул O₂ в единице объема среды, а их активность [2, 3, 4]. То есть, электроды Кларка измеряют не истинную, а видимую концентрацию O₂, тогда как значения истинной и видимой концентраций O₂ в биологических средах в зависимости от их качественного и количественного состава может заметно и непредсказуемо различаться. Если отмеченную выше особенность электродов Кларка не учитывать и представлять результаты O₂-измерений этими устройствами в количественном виде, то эти результаты будут тем более ошибочными, чем больше отличаются значения активности и истинного

FEATURES OF CONDUCTING O₂-MEASUREMENTS WITH THE HELP OF CLARK-TYPE ELECTRODES

Borodin V.B. – PhD of Biological Sciences,
Researcher

*Institute of Basic Biological Problems, PSCBR RAS
(Federal Research Center “Pushchino Scientific
Center for Biological Research of the Russian
Academy of Sciences”)
2, Institutskaya str., Pushchino, 142290,
Moscow reg., Russia,
e-mail: borodin_ibbp@mail.ru*

The question of the influence of biological media on the readings of O₂-Clark type electrodes is viewed. Using the example of sucrose, which present in many biological media, it has been shown that, provided that the amount of O₂ added to the medium with the O₂-sensor remains unchanged, an increase in the sucrose content in water from 0 M to 1.2 M results in a linearly dependent increase of the Clarke electrode signal by 54% due to the increasing activity of dissolved O₂. Since Clark electrodes measure activity rather than true O₂ content in media, and since O₂ solubility and activity often unpredictably depend on the medium composition, the question of Clark electrodes calibration is also considered. Calibration procedure by adding micro portions of water or other liquid saturated with 100% O₂ to O₂-sensors is proposed. One of the important advantages of calibration in such a simple way is that it can be applied in very different experimental conditions.

Keywords Clarke electrode, application, oxygen activity, calibration

содержания O_2 в среде при проведении O_2 -измерений электродом Кларка.

Поскольку электроды Кларка широко используются для O_2 -измерений, отрицательные последствия от их неправильного применения, могут быть значительными. К случаям неправильного применения электродов Кларка относятся в том числе и те случаи, когда не учитывают отмеченное выше влияние качественного и количественного состава жидких сред на показания электродов Кларка. Эти случаи неправильного применения электродов Кларка совершаются по двум причинам: (1) либо из-за незнания о возможности влияния сред на показания электродов Кларка, (2) либо из-за невозможности учесть это влияние. В связи с этим, в настоящей работе рассмотрено и оценено часто не учитываемое при проведении O_2 -измерений влияние состава жидких сред на показания электродов Кларка и рассмотрены возможности учёта этого влияния.

Объекты и методы исследований

В работе был использован электрод Кларка с платиновым катодом и серебряным анодом. В качестве электролита использовали 0,1 М КСl и в качестве мембраны - тефлоновую пленку толщиной 15 мкм. При рабочем напряжении (700 мВ) и 25°C, сигнал погруженного в воду электрода Кларка проявлял линейную зависимость от содержания O_2 пределах 0-100% насыщения воды кислородом. Чтобы иметь возможности проводить O_2 -измерения, электрод Кларка подсоединяли к полярографу LP7 (Laboratorni Pristroje, Praha).

O_2 -измерения с помощью электрода Кларка производили в стеклянной термостатируемой герметично запираемой O_2 -измерительной ячейке объемом 3,8 мл при 25°C. Содержимое O_2 -измерительной ячейки перемешивали с помощью магнитной мешалки.

Насыщенную 100%-ным O_2 воду приготавливали в 14-мл стеклянном сосуде при 25°C. Для этого в сосуд помещали ~9 мл дистиллированной воды, закрывали его резиновой, пенициллиновой, пробкой, пробку плотно прижимали к сосуду винтовым устройством и протыкали двумя шприцевыми иглами, используемыми для продувки воды внутри сосуда кислородом. Через одну из игл, воду в сосуде продували O_2 -газом из баллона со сжатым 100%-ным кислородом. Через вторую иглу, O_2 -газ из газовой среды в верхней части сосуда выходил наружу.

Для определения ответа электрода Кларка на добавку O_2 -насыщенной воды, в O_2 -измерительную ячейку вносили 3,7 мл уравновешенных воздухом дистиллированной воды или водного раствора сахарозы, ячейку закрывали и начинали запись производимого датчиком электродного тока. После того, как запись становилась устойчивой, газовым микро-шприцом брали из продуваемого 100%-ным O_2 сосудика 100 мкл O_2 -насыщенной воды, добавляли её в O_2 -измерительную ячейку и записывали ответ электрода Кларка (ΔO_2) на эту добавку O_2 -насыщенной воды.

Результаты и обсуждение

На рис. 1, представлены данные по влиянию сахарозы на сигнал электрода Кларка. Можно видеть, что, не смотря на постоянство количества добавляемого O_2 в среду с находящимся в ней электродом Кларка, увеличение содержания сахарозы в этой среде с 0 М до 1,2 М приводило к линейно зависимому увеличению сигнала O_2 -датчика на 54%.

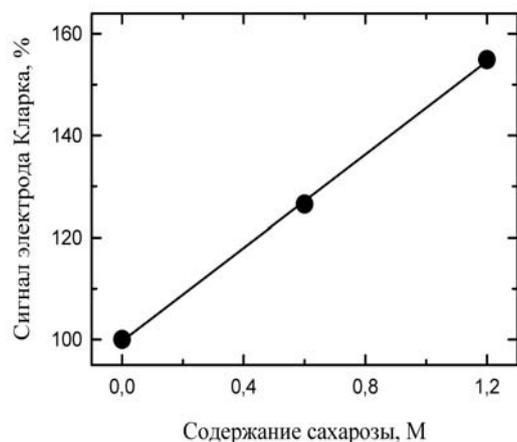


Рисунок 1. Влияние сахарозы на сигнал находящегося в водной среде электрода Кларка. Добавку O_2 (32,6 нмоль O_2 /мл среды) в находящуюся в O_2 -измерительной ячейке среду делали посредством внесения в неё одного и того же микро-количества насыщенной 100%-ным O_2 воды. Сигнал при нулевом содержании сахарозы принят за 100%. Представлены средние значения результатов 2-х опытов. Измерения делали в 4-7-ми кратной повторности.

Figure 1. Effect of sucrose on the signal of a situated in aqueous medium Clark electrode. O_2 was added to the medium in the O_2 -measuring cell (32,6 nmol O_2 /ml of the medium) by adding into it the same micro-quantity of saturated with 100% O_2 water. The signal at zero sucrose content is taken as 100%. The average values of the results of 2 experiments are presented. Measurements were made in 4-7-fold repetition.

Ранее, о подобном действии растворов NaCl, моносахаридов, дисахаридов, длинно-цепочечных

спиртов на показания электрода Кларка сообщали другие исследователи [3, 4, 5]. Причина увеличения сигнала электродов Кларка в ответ на увеличение содержания растворенных в водной среде веществ состоит в том, что эти устройства измеряют не количество растворенных молекул O_2 в единице объема среды, а их активность, тогда как активность растворенного O_2 возрастает при увеличении содержания в этой среде других веществ. Если указанное влияние растворённых веществ на показания электрода Кларка не учитывать, то результаты количественных измерений O_2 этим датчиком получатся тем более неверными, чем сильнее эти вещества изменяют активность растворённого O_2 .

Поскольку растворимость, активность и диффузия O_2 в жидких средах часто непредсказуемо зависят от состава среды, вопрос влияния жидких сред на показания электродов Кларка тесно связан с вопросом о калибровке этих O_2 -датчиков. Правильно выбранный способ калибровки используемого электрода Кларка является залогом правильности произведённых этим датчиком количественных измерений O_2 . Важностью калибровки электродов Кларка для O_2 -измерений, трудностями, связанными с её правильным проведением, и препятствиями для создания коммерческих стандартных растворов O_2 объясняется непрерывающийся поиск новых как можно более простых и пригодных для всех или, по крайней мере, для большого количества случаев O_2 -измерений способов калибровки данных O_2 -измерительных устройств. За время существования метода было предложено не менее 17-ти разных по трудоемкости, стоимости и условиям применения способов калибровки электродов Кларка. Существенно, что использованный в настоящей работе способ изменения содержания O_2 в жидкой среде (см. рис. 1) может быть применен для калибровки электродов Кларка в единицах истинного, количественного, содержания молекул O_2 в той или иной среде. Существенно также, что данный способ калибровки электродов Кларка, в отличие от других известных способов, может быть применён в чрезвычайно большом количестве разнообразных случаев O_2 -измерений. Причем, ошибка измерений связанная с изменением состава и свойств биологической или иной среды во время калибровки электродов Кларка данным способом незначительна, поскольку незначительно изменение состава и свойств среды при добавлении в неё насыщенной 100%-ным O_2 микро-порции иной жидкости.

Заключение

Показано, что биологические среды могут оказывать значительное влияние на показания электродов Кларка. Как представляется, калибровка O_2 -датчиков путём добавок к ним микро-порций воды или другой жидкости насыщенных 100%-ным O_2 позволяет преодолеть трудности учёта этого влияния лучше, чем другие способы калибровки.

Литература

1. Clark L.C.Jr. Monitor and control of blood and tissue oxygen tension // Trans. - Am. Soc. Artif. Internal Org. 1956. V. 2, n. 1, pp. 41–48.
2. Бородин В.Б. Полярография. Применение электродов Кларка для O_2 -измерений. / Ин-т фундаментальных пробл. биол. РАН., Пущино, Моск. обл. – Деп. в ВИНТИ 18.11.2016, № 154-B2016
3. Hitchman M.L. Measurement of Dissolved Oxygen. N.Y.: John Wiley & Sons Inc. 1978. 255 p.
4. Fatt I. Polarographic Oxygen Sensor. Its Theory of Operation and Its Application in Biology, Medicine, and Technology. Cleveland, Ohio: CRC Press, Inc., US. 1976. 290 p.
5. Hale J.M. Factors influencing the stability of polarographic oxygen sensors / Polarographic Oxygen Sensors: Aquatic and Physiological Applications (E. Gnaiger, H. Forstner, eds.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 1983. Pp. 3-17

References

1. Clark L.C.Jr. Monitor and control of blood and tissue oxygen tension // Trans. - Am. Soc. Artif. Internal Org. 1956. V. 2, n. 1, pp. 41–48.
2. Borodin V.B. Polarography. Application of Clark-type electrodes for O_2 -measurements. / Institute of Basic Biol. Problems RAS, Pushchino, Moscow Region, – deposited in VINITI 18.11.2016, № 154-B2016
3. Hitchman M.L. Measurement of Dissolved Oxygen. N.Y.: John Wiley & Sons Inc. 1978. 255 p.
4. Fatt I. Polarographic Oxygen Sensor. Its Theory of Operation and Its Application in Biology, Medicine, and Technology. Cleveland, Ohio: CRC Press, Inc., US. 1976. 290 p.
5. Hale J.M. Factors influencing the stability of polarographic oxygen sensors / Polarographic Oxygen Sensors: Aquatic and Physiological Applications (E. Gnaiger, H. Forstner, eds.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 1983. Pp. 3-17

**СОСТАВ АМИНОКИСЛОТ В
ГЕТЕРОТРОФНЫХ И АВТОТРОФНЫХ
ЛИСТЬЯХ *AMARANTHUS TRICOLOR* L.
СОПТА EARLY SPLENDOR**

Гинс М.С.^{1,2} – чл.-корр. РАН, доктор биол. наук, зав. лаб. физиологии и биохимии растений, интродукции и функциональных продуктов
Гинс В.К.^{1*} – доктор биол. наук, гл.н.с. лаб. физиологии и биохимии растений, интродукции и функциональных продуктов
Мотылева С.М.³ – кандидат с.-х. наук, ст.н.с. лаб. физиологии и биохимии
Байков А.А.¹ – ст.н.с. лаб. физиологии и биохимии растений, интродукции и функциональных продуктов
Гинс Е.М.³ – магистр, Аграрно-технологический институт

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» 143072, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14
*E-mail: anirr@bk.ru
² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6,
³ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» 115598, Россия, Москва., ул. Загорьевская, 4

С использованием ГХ-МС, в экстрактах гетеро- и автотрофных листьев было идентифицировано 8 и 11 аминокислот, которые определяют пищевую и фармакологическую ценность листовой биомассы амаранта. Это указывает на то, что листья амаранта являются перспективным сырьем для создания функциональных продуктов и фитопрепаратов.

Ключевые слова: *Amarantus tricolor* L., ГХ-МС, аминокислоты, антиоксиданты

Введение

В жизнедеятельности живых организмов свободные аминокислоты выполняют важные функции, участвуя в биосинтезе различных биологически активных веществ [1], вторичных соединений [2]. Они регулируют многие биохимические процессы и принимают участие в

**THE COMPOSITION OF AMINO ACIDS IN
HETEROTROPHIC AND AUTOTROPHIC
LEAVES OF *AMARANTHUS TRICOLOR* L.
VARIETIES EARLY SPLENDOR**

Gins M.S.^{1,2} - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Introduction and Functional Products
Gins V.K.^{1*} - Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Introduction and Functional Products
Motyleva S.M.³ - PhD of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Physiology and Biochemistry
Baikov A.A.¹ - Senior Researcher, Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Introductions and Functional Products
Gins E.M.³ - Master of Science, Agrarian and Technological Institute

¹FSBSI «Federal Scientific Vegetable Center» Selectionnaya st., 14, p. VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia
*E-mail: anirr@bk.ru
²FSAEI of HE «Peoples' Friendship University of Russia» (RUDN University), Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, 117198, Russia
³FSBSI «All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery», Zagorevskaya st., 4, Moscow, 115598, Russia

Using GC-MS, in extracts of hetero- and autotrophic leaves, 8 and 11 amino acids were identified, which determine the nutritional and pharmacological value of amaranth leaf bio-mass. This indicates that amaranth leaves are a promising raw material for creating functional products and herbal remedies.

Keywords: *Amarantus tricolor* L., GC-MS, amino acids, antioxidants

формировании механизмов устойчивости растений к стрессам различной природы: температурному стрессу, водному дефициту и другим [3, 4]. Среди растений овощного вида *Amarantus tricolor* L. встречаются такие, как сорт Early splendor, листья которых различаются между собой по типу питания – автотрофные (способные к фотосинтезу) и гетеротрофные (не имеющие фотосинтетического аппарата) [5]. Они представляют собой удобную модель для сравнительного исследования состава низкомолекулярных биологически активных метаболитов, в том числе и аминокислот.

Объекты и методы исследований

Объект исследования: растения амаранта вида *Amarantus tricolor* L. сорта Early splendor. Растения выращивали в пленочной теплице (ФГБНУ ФНЦО, Московская область, 2018). Материалом исследования служили свежие красноокрашенные гетеротрофные листья, сформированные на верхушке главного побега в виде соцветия и зелено-фиолетовые фотосинтезирующие листья растения амарант. Исследования проводили на листьях с полностью развитой листовой пластинкой.

Анализ метаболитов выполняли методом газовой хромато - масс -спектрометрии (ГХ-МС) на хроматографе ГХ-МС JMS-Q1050GC, в трех аналитических повторностях. Использовали капиллярную колонку DB-5HT (Agilent, США), длина 30м, внутренний диаметр 0,25мм, толщина пленки 0,52мкм. Газ - носитель – гелий. Температурный градиент во время анализа от 40 до 280 °С, температура инжектора и интерфейса 250 °С, ионного источника - 200 °С. Поток газа в колонке 2, 0 мл/мин, время анализа 45 мин, режим ввода с делением потока, объем вводимой пробы 1- 2 мкл упаренного экстракта. Дериватизацию проводили с использованием силирующего агента - БСТФА, согласно методике. Идентификацию веществ осуществляли по параметрам удерживания и масс-спектрам библиотеки NIST - 5. Диапазон сканирования 33 – 900 m/z [6]. Достоверная вероятность определения идентифицированных веществ была в пределах 75 - 98%.

Результаты и обсуждение

В результате анализа состава азотсодержащих соединений в экстракте гетеротрофных листьев было идентифицировано 8 аминокислот. Среди них обнаружено три незаменимых аминокислоты: валин, лейцин, треонин, а также цистатион, который является промежуточным продуктом при биосинтезе метионина (табл. 1).

В составе экстракта автотрофных листьев амаранта по библиотечным масс-спектрам было идентифицировано 11 аминокислот. Были обнаружены следующие незаменимые аминокислоты: валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, а также стресс-протекторные аминокислоты, такие как серин, пролин, аспарагиновая кислота, аспарагин, аланин, тирозин (табл. 1).

Образование в автотрофных листьях гетероциклических ароматических аминокислот в шикиматном пути биосинтеза тирозина и фенилаланина взаимосвязано: обе аминокислоты являются предшественниками ряда биологически активных веществ: фенольных соединений, бетацианинов. В высших растениях содержатся ферменты, катализирующие дезаминирование тирозина и фенилаланина с образованием ненасыщенных ароматических кислот. Дезаминирование тирозина и фенилаланина является основным способом превращения этих азотистых веществ в безазотистые соединения, которые в шикиматном пути служат предшественниками фенольных соединений, в том числе лигнина [7].

Пути биосинтеза аминокислот, в том числе идентифицированных в гетеро- и автотрофных листьях амаранта, тесно связаны между собой. Известно, что к биосинтетическому семейству аспарагиновой кислоты, образующейся из оксалоацетата цикла Кребса, относятся, в том числе, изолейцин и треонин. Ряд аминокислот образуется в результате биохимических превращений из других аминокислот. Так при восстановлении глутамата образуется пролин. Из молекулы аланина могут синтезироваться лейцин и валин, а из аминокислоты треонин образуется изолейцин. Глутамин является донором аминогруппы при синтезе серина. Помимо этого, аминокислоты аспарагин, глутамин, глицин служат предшественниками в биосинтезе азотистых, пуриновых и пиримидиновых оснований.

Предполагается, что одним из механизмов, обеспечивающих устойчивость к стрессам различной природы, является накопление свободных аминокислот [4, 8]. Участие в защитных реакциях молекул аминокислот может быть обусловлено их способностью обезвреживать активные формы кислорода. Показано, что отдельные аминокислоты проявляют антиоксидантные свойства, проявляющиеся как способность окисляться электрохимически при заданном потенциале [9].

Обнаруженные в листьях амаранта аминокислоты обладают выраженной функциональной активностью в организме человека. Например, тирозин является важнейшим нейромедиатором,

стимулирует работу мозга, участвует в контроле за стрессом. Триптофан контролирует защитно-приспособительные функции организма. Аминокислоты валин, лейцин, глутамин, пролин – стимулируют рост полезной кишечной флоры и накопление биомассы.

Таблица 1. Состав аминокислот в гетеротрофных и автотрофных листьях *Amaranthus tricolor* L. сорта Early splendor.

Table 1. The composition of amino acids in heterotrophic and autotrophic leaves of *Amaranthus tricolor* L. varieties Early splendor.

время удержания, мин:сек	листья	
	гетеротрофные	автотрофные
	аминокислоты	
11:07	аланин	аланин
12:06	лейцин	лейцин
12:55	валин	валин
13:20		серин
13:47	гомосерин	
14:03		изолейцин
15:23	треонин	треонин
16:08	пироглутаминовая к-та	
16:48	пролин	пролин
16:58		аспарагиновая к-та
18:12		фенилаланин
18:40		аспарагин
21:37		тирозин
22:38	цистатион	

Заключение

Перспективным является изучение биологической активности аминокислот, обнаруженных в составе экстрактов гетеротрофных и автотрофных листьев амаранта методом ГХ-МС.

Амперометрический метод определения суммарного содержания антиоксидантов может использоваться при исследовании влияния накопления свободных аминокислот на устойчивость к стресс-факторам овощных сортов амаранта [9, 10].

С учетом функциональной активности аминокислот, обнаруженных в листьях амаранта, в организме человека, листовая масса растений *Amarantus tricolor* L. может быть рекомендована для создания функциональных продуктов и фитопрепаратов.

Литература

1. Kavita P., Puneet G. Rediscovering the therapeutic potential of *Amaranthus* species: a review // Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences. 2017. V. 4 (3). P. 196-205.
2. Яхин О.И., Лубянов А.А., Калимуллина З.Ф., Батраев Р.А. Влияние регуляторов роста на стресс-индуцированное накопление свободных аминокислот в растениях пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 33. № 11. С. 38–40.
3. Rai V. K. Role of amino acids in plant responses to stresses. // *Biologia Plantarum*. 2002. V. 45(4). P. 481–487.
4. Filiz E., Cetin D, Akbudak M.A. Aromatic amino acids biosynthesis genes identification and expression analysis under salt and drought stresses in *Solanum lycopersicum* L. // *Scientia Horticulturae*. 2019. V. 250. P. 127-137.

References

1. Kavita P., Puneet G. Rediscovering the therapeutic potential of *Amaranthus* species: a review // Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences. 2017. V. 4 (3). P. 196-205.
2. Yakhin O.I., Lubyaynov A.A., Kalimullina Z.F., Batraev R.A. The influence of growth regulators on stress-induced accumulation of free amino acids in wheat plants // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2012. V. 33. No. 11. P. 38–40.
3. Rai V. K. Role of amino acids in plant responses to stresses. // *Biologia Plantarum*. 2002. V. 45(4). P. 481–487.
4. Filiz E., Cetin D, Akbudak M.A. Aromatic amino acids biosynthesis genes identification and expression analysis under salt and drought stresses in *Solanum lycopersicum* L. // *Scientia Horticulturae*. 2019. V. 250. P. 127-137.

5. Гинс М.С., Пивоваров В.Ф., Гинс В.К., Байков А.А., Платонова С.Ю., Гинс Е.М. Содержание и пигментный состав автотрофной и гетеротрофной ткани листьев амаранта вида *A. tricolor* L. // Овощи России. 2016. № 3 (32). С. 79-83.
6. Robbins R.J. Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology// J. Agric Food Chem. 2003. V.51. P.2866-2887.
7. Tzin V., Galili G. New insights into the shikimate and aromatic amino acids biosynthesis pathways in plants. // Mol. Plant. 2010. V. 3 P. 956–972.
8. Sharma S.S., Dietz K.J. The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. // J. Exp. Bot. 2006. V. 57. P. 711 - 726.
9. Гинс М.С., Гинс В.К., Байков А.А., Романова Е.В., Кононков П.Ф., Торрес М.К., Лапо О.А. Методика анализа суммарного содержания антиоксидантов в листовых и листостебельных овощных культурах // Учебно-методическое пособие / Москва, 2013.
10. Левко Г.Д., Гинс М.С., Здольникова Е.А., Байков А.А., Турушина В.М. Влияние суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов в корневищах на зимостойкость сортов ириса садового (*Iris hybrida* L.) // Овощи России. 2016. № 1 (30). С. 76-81.
5. Gins M.S., Pivovarov V.F., Gins V.K., Baikov A.A., Platonova S.Yu., Gins E.M. Content and pigment composition of autotrophic and heterotrophic leaf tissue of amaranth species *A. tricolor* L. // Vegetables of Russia. 2016. № 3 (32). P. 79-83.
6. Robbins R.J. Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology// J. Agric Food Chem. 2003. V.51. P.2866-2887.
7. Tzin V., Galili G. New insights into the shikimate and aromatic amino acids biosynthesis pathways in plants. // Mol. Plant. 2010. V. 3 P. 956–972.
8. Sharma S.S., Dietz K.J. The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. // J. Exp. Bot. 2006. V. 57. P. 711 - 726.
9. Gins M.S., Gins V.K., Baikov A.A., Romanova E.V., Kononkov P.F., Torres M.K., Lapo O.A. Method for analyzing the total antioxidant content in leafy vegetable crops // Teaching guide / Moscow, 2013.
10. Levko G.D., Gins M.S., Zdolnikova E.A., Baikov A.A., Turushina V.M. The effect of the total content of water-soluble antioxidants in rhizomes on winter hardiness of garden iris varieties (*Iris hybrida* L.) varieties // Vegetables of Russia. 2016. № 1 (30). P. 76-81.

**ВЛИЯНИЕ МЕЛАТОНИНА НА РАЗВИТИЕ
РЕГЕНЕРАНТОВ КАРТОФЕЛЯ
СОРТА НАКРА *IN VITRO***

Головацкая И.Ф. – доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии растений и биотехнологии;
Бойко Е.В. – аспирант, ассистент кафедры физиологии растений и биотехнологии;
Когай Л.С. – бакалавр;
Плюснин И.Н. – аспирант

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: golovatskaya.irina@mail.ru*

Проведены исследования по изучению развития регенерантов картофеля посредством введения мелатонина в питательную среду Мурасиге-Скуга (МС). Установлено, что использование мелатонина повышает процент укоренения микроклонов, число корней и междоузлий побега, коэффициент размножения, в сравнении с МС.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum*, клональное микроразмножение, укоренение, рост и развитие, фотосинтетические пигменты, перекисное окисление липидов, мелатонин

Введение

В связи со сложной фитопатогенной обстановкой в почвенной культуре картофеля теряется урожай и качество семенного материала. Для решения проблем семеноводства картофеля все чаще применяются биотехнологические методы оздоровления растений. Одним из оперативных методов является метод «апикальной меристемы», при котором у клубней картофеля стерильно извлекается апекс и на его основе получают регенеранты, после диагностики на наличие инфекции с помощью ПЦР их запускают в микроразмножение. В последующем оздоровленные растеньица-регенеранты используют как посадочный материал в стерильную субстратную или периодическую гидропонную культуру для получения микроклубней.

Эффективность процесса микроклонирования во многом зависит от условий укоренения микроклонов и развития регенерантов. В качестве регуляторов роста используются свет [1, 2] или гормональные вещества [2]. Среди новых стимуляторов роста выделяют вещество индольной природы – мелатонин (N-ацетил-5-метокситриптамин, Мел). Он характеризуется гидро- и липофильными, и антиоксидантными свойствами, важными для жизнедеятельности растений [3]. Отсутствуют сведения о влиянии Мел на морфогенез растений-регенерантов картофеля. В связи с

**MELATONIN EFFECT ON THE
DEVELOPMENT OF POTATO
REGENERANTS OF THE NAKRA
VARIETY *IN VITRO***

Golovatskaya I.F. – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Plant Physiology and Biotechnology;
Boyko E.V. – Post-graduate student, assistant of the Department of Plant Physiology and Biotechnology;
Kogay L.S. – bachelor;
Plyusnin I.N. – Post-graduate student

*FSAEIHE NRTSU (Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Tomsk State University"),
634050, Russian Federation, Tomsk, Lenin Ave. 36,
e-mail: golovatskaya.irina@mail.ru*

Studies on the study of development of potato regenerants through the introduction of melatonin into the Murashige-Skoog (MS) nutrient medium have been carried out. It is established that the use of melatonin increases the percentage of rooting, the number of roots and shoot internodes of potato regenerants, coefficient of propagation, in comparison with MS.

Keywords *Solanum tuberosum*, clonal micropropagation, rooting, growth and development, photosynthetic pigments, lipid peroxidation, melatonin

этим целью исследования было изучение роли мелатонина в регуляции роста и развития регенерантов *Solanum tuberosum* L. сорта Накра *in vitro*.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служили микроклоны *Solanum tuberosum* L. среднеспелого сорта Накра, которые культивировали в пробирках на твердой питательной среде Мурасиге-Скуга без (МС, контроль) и с добавлением 10 нМ Мел (МС+ Мел, опыт). Растения выращивали на белом свете с плотностью потока падающих квантов – 200–230 мкмоль / (м² с), при 16-часовом фотопериоде и температуре воздуха 20–22°С. Фенологические наблюдения проводили с первых дней культивирования микроклонов *in vitro*. Оценивали время появления корней и их количество, их суммарную длину, время распускания боковых почек и процент микроклонов, вовлеченных в этот процесс. У 39-дневных регенерантов определяли ростовые параметры. В листьях средних ярусов определяли содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов) и интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) по уровню его продукта малонового диальдегида (МДА) [4, 5].

Результаты и обсуждение

В ходе культивирования микроклонов *S. tuberosum* отметили влияние Мел на формирование корня и побега регенерантов. Исследования на начальных этапах укоренения микроклонов и роста регенерантов показали, что за четверо суток культивирования (с 7 по 10 сут) Мел увеличивал количество корней на 61%, а их суммарную длину на 31% по сравнению с растениями контрольного варианта (рис. 1). Из этого следовало, что Мел в большей степени влиял на саму закладку корней, чем на их растяжение. Основываясь на данных других авторов, показавших, что экзогенно применяемый Мел повышал уровень ИУК у *Brassica juncea* [6] можно предположить, что и в нашем случае эффекты связаны с совместным действием этих фитогормонов.

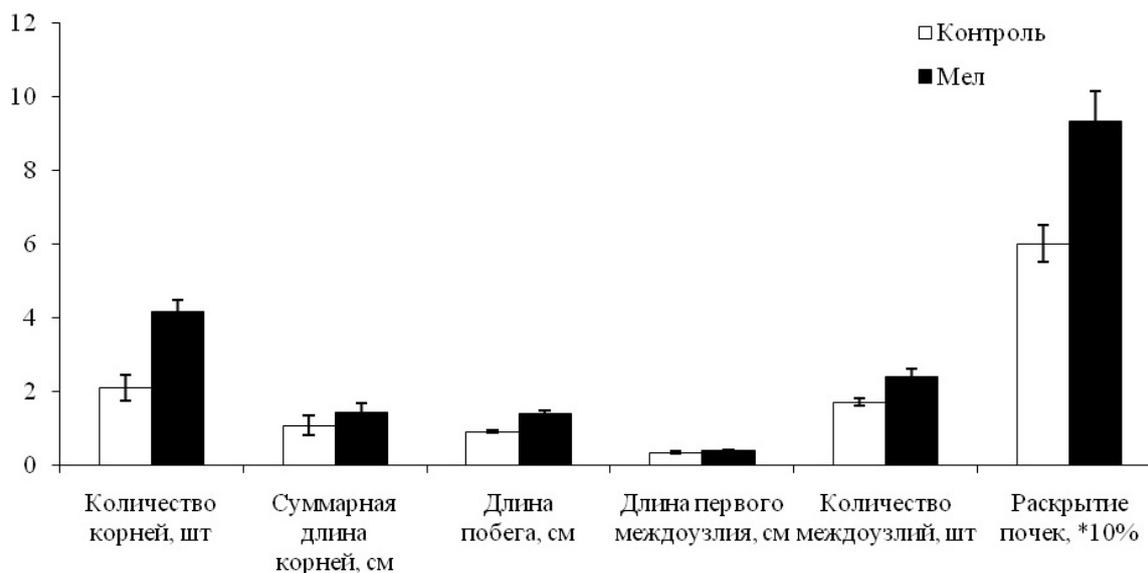


Рисунок 1. Ростовые параметры 10-дневных регенерантов картофеля под действием мелатонина (Мел)

Figure 1. Growth parameters of 10-day regenerants of potatoes under the action of melatonin

Действие Мел приводило к более раннему пробуждению почек. Мел-зависимое распускание почек у микроклонов превышало контроль на 33%. На 10-е сут увеличивалась длина побега и его масса на 26 и 20% соответственно, ускорялось на 20% формирование новых междоузлий (рис. 1). Увеличение количества ярусов побега под действием Мел свидетельствовало о повышении важного при микроклонировании параметра – коэффициента размножения. Активное развитие побега регенерантов *S. tuberosum* происходило до 15 сут с последующим затуханием различий с контролем. Это могло указывать на зависимость уровня эндогенного Мел от возраста растения и стадии его развития [6], на изменение компетентности к гормону. Кроме того, возможно, снижался необходимый уровень гормона в среде или растении, обеспечивающий регуляцию процессов.

В ходе развития регенерантов в присутствии Мел снижалась масса корня, но увеличивалась побега, что могло свидетельствовать об изменении донорно-акцепторных отношений и усилении потока питательных веществ в направлении надземной части растения.

Известно, что Мел, выполняя антиоксидантные функции, может снижать уровень активных форм кислорода (АФК) и увеличивать содержание низкомолекулярных антиоксидантов и активность антиоксидантных ферментов [7]. При изучении влияния Мел на физиологические параметры регенерантов *S. tuberosum* сорта Накра установили его аналогичную функцию, а именно снижение на 10% интенсивности ПОЛ в листьях средних ярусов, что обеспечивало увеличение уровня хлорофиллов относительно контроля.

Заключение

В процессе исследований установлено, что использование Мел в составе питательной среды увеличивало количество корней, своевременное формирование которых обуславливало более раннее побегообразование, приводящее к увеличению размера побега и числа новых ярусов. В итоге при микроклонировании повышался коэффициент размножения. Под действием Мел снижалась интенсивность перекисного окисления липидов и повышался уровень хлорофиллов.

Это создает предпосылки для дальнейшего изучения и оптимизации применения растительных гормонов при клональном микроразмножении растений картофеля.

Данное научное исследование выполнено при поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ.

Литература

1. Головацкая И.Ф., Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В. и др. Оптимизация условий освещения при культивировании микроклонов *Solanum tuberosum* L. сорта Луговской *in vitro* // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 4 (24). – С. 133–144.
2. Golovatskaya I.F. Brassinosteroids and light – regulatory factors of growth and development of plants // Brassinosteroids: a class of plant hormone. Eds. S. Hayat and A. Ahmad, Springer. 2011. – P.119–143. DOI 10.1007/978-94-007-0189-2_5.
3. Головацкая И.Ф., Бойко Е.В., Карначук Р.А. Роль мелатонина в регуляции ИУК-зависимых реакций растений в разных условиях освещения // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. №37. – С. 144–160. doi: 10.17223/19988591/37/8.
4. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Methods Enzymol. 1987. Vol. 148. – P. 350–382.
5. Buege J.A., Aust S.D. Microsomal lipid peroxidation // Methods Enzymol. 1978. V. 52. – P. 302–310.
6. Sharif R., Xie C., Zhang H., Arnao M.B., Ali M., Ali Q., Muhammad I., Shalmani A., Nawaz M.A., Chen P., Li Y. Melatonin and its effects on plant systems // Molecules. 2018. V. 23. – P. 2352.
7. Galano A., Medina M.E., Tan D.X. Melatonin and its metabolite as copper chelating agents and their role in inhibiting oxidative stress: a physiochemical analysis // J. Pineal Res. 2015. V. 58. P. – 107–116.

References

1. Golovatskaya I.F., Dorofeev V.Yu., Medvedeva Yu.V. et al. Optimization of lighting conditions during the cultivation of *Solanum tuberosum* L. microclones of the Lugovskoy variety *in vitro* // Tomsk State University Bulletin. Biology. 2013. № 4 (24). - P. 133-144.
2. Golovatskaya I.F. Brassinosteroids and light – regulatory factors of growth and development of plants // Brassinosteroids: a class of plant hormone. Eds. S. Hayat and A. Ahmad, Springer. 2011. - P. 119-143. DOI 10.1007/978-94-007-0189-2_5.
3. Golovatskaya I.F., Boyko E.V., Karnachuk R.A. The role of melatonin in the regulation of IAA-dependent plant reactions in different lighting conditions // Tomsk State University Bulletin. Biology. 2017. №37. - P. 144-160. doi: 10.17223/19988591/37/8.
4. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Methods Enzymol. 1987. Vol. 148. - P. 350-382.
5. Buege J.A., Aust S.D. Microsomal lipid peroxidation // Methods Enzymol. 1978. V. 52. - P. 302-310.
6. Sharif R., Xie C., Zhang H., Arnao M.B., Ali M., Ali Q., Muhammad I., Shalmani A., Nawaz M.A., Chen P., Li Y. Melatonin and its effects on plant systems // Molecules. 2018. V. 23. - P. 2352.
7. Galano A., Medina M.E., Tan D.X. Melatonin and its metabolite as copper chelating agents and their role in inhibiting oxidative stress: a physiochemical analysis // J. Pineal Res. 2015. V. 58. P. - 107-116.

**СПЕЦИФИКА ДЕЙСТВИЯ
24-ЭПИБРАССИНОЛИДА НА
МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ
РЕГЕНЕРАНТОВ КАРТОФЕЛЯ С РАЗНЫМ
УРОВНЕМ ИУК *IN VITRO***

Головацкая И.Ф. – доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии растений и биотехнологии;
Кадырбаев М.К. – магистрант;
Сатканов М.Ж. – бакалавр;
Плюснин И.Н. – аспирант

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,
e-mail: golovatskaya.irina@mail.ru*

Проведены исследования по изучению морфогенеза регенерантов картофеля посредством введения 24-эпибрасинолида (24-ЭБЛ) в питательную среду Мурасиге-Скуга. Установлено синергическое совместное действие 24-ЭБЛ и эндогенной ИУК на растяжение листьев, сопровождающееся увеличением содержания пролина и уменьшением содержания антоцианов.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum*, клональное микроразмножение, морфогенез, фотосинтетические пигменты, пролин, антоцианы, 24-эпибрасинолид

**SPECIFICS OF ACTION OF
24-EPIBRASSINOLIDE ON THE
MORPHOPHYIOLOGICAL REACTIONS OF
POTATO REGENERANTS WITH DIFFERENT
IAA LEVEL *IN VITRO***

Golovatskaya I.F. – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Plant Physiology and Biotechnology;
Kadyrbaev M.K. – Master student;
Satkanov M.ZH. – Bachelor;
Plyusnin I.N. – Post-graduate student

*FSAEIHE NRTSU (Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Tomsk State University"),
634050, Russian Federation, Tomsk, Lenin Ave. 36,
e-mail: golovatskaya.irina@mail.ru*

Studies on the study of development of potato regenerants through the introduction of 24-epibrassinolide (24-EBL) into the Murashige-Skoog nutrient medium have been carried out. It is established that 24-EBL + IAA have a synergistic effect on leaf elongation, accompanied by an increase in the content of proline and a decrease in the content of anthocyanins.

Keywords *Solanum tuberosum*, clonal micropropagation, morphogenesis, photosynthetic pigments, proline, anthocyanins, 24-epibrassinolide

Введение

В процессе микроклонирования особое внимание уделяется регуляции скорости роста и развития регенерантов. В качестве регуляторов роста используются свет или гормональные вещества [1]. Все больше сведений о том, что брассиностероиды (БР) играют важную роль в разных аспектах жизнедеятельности растений, в том числе участвуя в регуляции гормонального баланса, прежде всего уровня и функции ИУК. Известно о совместном действии БР и ауксинов в формировании гравитропического изгиба корня у кукурузы [2]. Обработка БР и ауксином вызывает накопление многих одинаковых транскриптов [3, 4]. Отсутствуют сведения о совместном влиянии БР и ауксинов на морфогенез и физиологию растений-регенерантов картофеля. В связи с этим целью исследования было изучение роли 24-эпибрасинолида (24-ЭБЛ) в регуляции морфофизиологических параметров регенерантов *Solanum tuberosum* L. с разным уровнем ИУК *in vitro*.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований были выбраны микроклоны оздоровленных растений *Solanum tuberosum* L. среднеспелого сорта Луговской, культивируемые на твердой агаризованной 100% питательной среде Мурасиге-Скуга (МС) (контроль) и МС с добавлением 1 пМ 24-эпибрасинолида (24-ЭБЛ, опыт). В эксперименте использовали 2 вида микроклонов: микроклоны средних ярусов, обычно используемые для микроклонирования, и микроклоны самых верхних ярусов – апикальные,

которые обычно отбраковывают из-за высокого уровня эндогенных ауксинов. Последние микроклоны были выбраны как модельные объекты, содержащие большее количество индолил-3-уксусной кислоты. Растения выращивали на белом свете с плотностью потока падающих квантов – 200–230 мкмоль / (м²с), при 16-часовом фотопериоде и температуре воздуха 20–22°C. У 42-дневных регенерантов определяли ростовые параметры, в листьях средних ярусов измеряли содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a* и *b* – Хла и Хл_b, каротиноидов), пролина и антоцианов (Ант) [5–7].

Результаты и обсуждение

В результате исследований отметили, что регенеранты, полученные из апикальных микроклонов (АР), отличались более крупными размерами. У них формировалась большая суммарная листовая поверхность (рис. 1а), более длинный побег и большее количество междоузлий относительно регенерантов, полученных из средних ярусов (СР). Это было связано с особенностями гормонального баланса регенерантов. У АР изначально преобладало количество ауксинов, которые синтезируются в апексе побега и транспортируются базипетально, на своем пути следования в сочетании с другими гормонами играют важную роль в построении тела растения. Поверхность листьев АР увеличивалась на 20% по сравнению с СР, что позволяет говорить о вкладе ИУК в ростовые процессы. Добавление 1 пМ ЭБЛ в питательную среду культивирования микроклонов увеличивало площадь листьев на 24 % в СР и 58% в АР. Из этого следовало, что поступающий 24-ЭБЛ из корней оказывал совместно с ИУК синергический эффект на растяжение листьев (рис. 1 а).

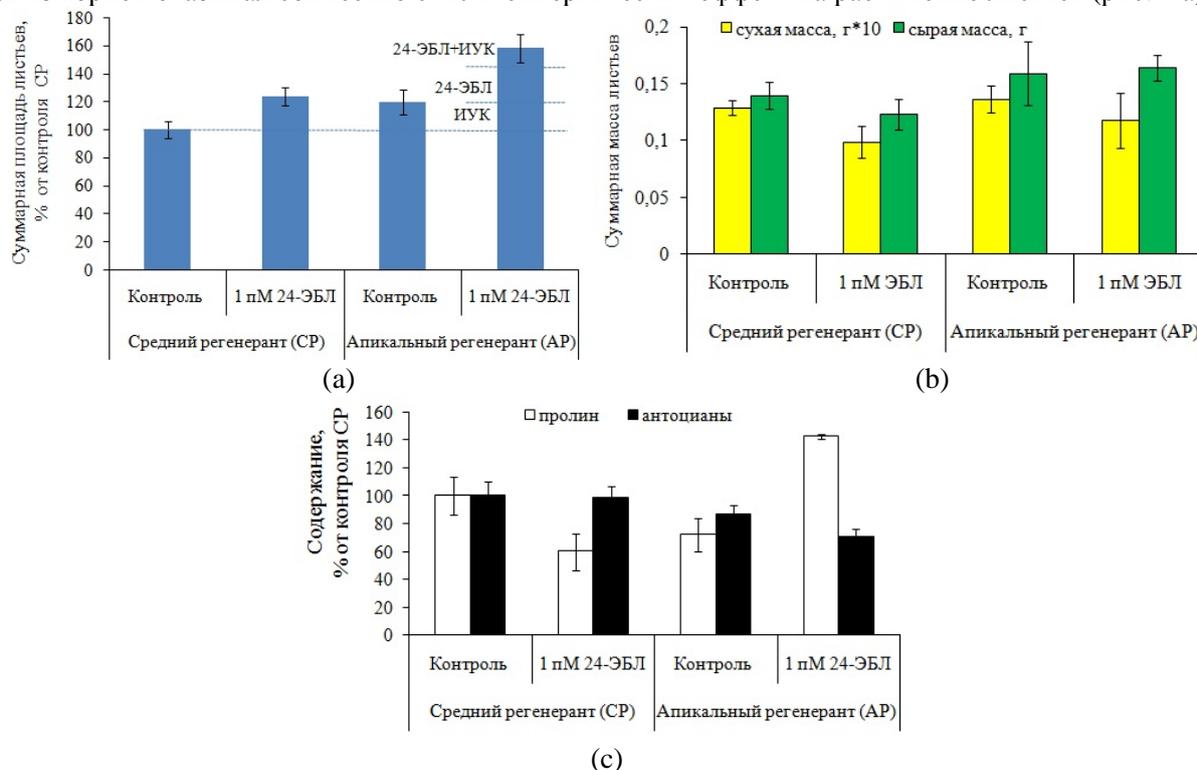


Рисунок 1. Влияние 24-эпибрассинолида и ИУК на площадь (а) и массу (б) листьев 42-дневных регенерантов картофеля, и содержание антоцианов и пролина (с)

Figure 1. The effect of 24-epibrassinolide and IAA on the area (a) and mass (b) of the leaves of 42-day-old potato regenerants, and the content of anthocyanins and proline (c).

Интенсивный рост поверхности листьев АР приводил к снижению содержания фотосинтетических пигментов: 2-кратно Хла и каротиноидов и на 1/3 Хл_b по сравнению с листьями СР (данные не приведены) и уровня пролина (рис. 1с). Различная морфология листьев разных ярусов сглаживала отличия их сухой и сырой массы у СР и АР (рис. 1 б).

Действие 1 пМ 24-ЭБЛ уменьшало содержание пролина в листьях СР и увеличивало его в листьях АР, что свидетельствовало о взаимодействии 24-ЭБЛ и ИУК при регуляции уровня осмолита в АР (рис. 1с). Действие отдельных гормонов снижало уровень пролина, тогда как совместное влияние приводило к его увеличению. На основе этих данных можно предположить антагонистическое действие гормонов на содержание пролина в листьях. Повышение уровня пролина, как совместимого

осмолита, могло выполнять функцию осмотически активного вещества – привлечение и удержание воды клетками, а, следовательно, обеспечения растяжения листовой пластинки.

В листьях АР снижался уровень антоцианов, а при добавлении 24-ЭБЛ эффект ингибирования существенно увеличивался (рис. 1с). В более ранней нашей работе показана отрицательная корреляция между содержанием Ант и редуцирующих сахаров в листьях *Lactuca sativa* L. [6], что можно объяснить субстратной ролью последних в синтезе Ант. Этим же объясняется большее вовлечение углеводов в строительство клеточных стенок листа АР и снижением уровня Ант.

Заключение

В процессе исследований установлено синергическое совместное действие экзогенного 24-ЭБЛ и эндогенной ИУК на растяжение листьев, сопровождающееся увеличением содержания пролина и уменьшением содержания антоцианов. Предполагается дальнейшее изучение проблемы и отработка доза-эффектов при клональном микроразмножении растений картофеля среднеспелого сорта Луговской и других сортов.

Данное научное исследование выполнено при поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ.

Литература

1. Golovatskaya I.F. Brassinosteroids and light – regulatory factors of growth and development of plants // Brassinosteroids: a class of plant hormone. Eds. S. Hayat and A. Ahmad, Springer. 2011. – P. 119–143. – DOI 10.1007/978-94-007-0189-2_5.
2. Kim S.K., Chang S.C., Lee E.J., Chung W.S., Kim Y.S., Hwang S., Lee J.S. Involvement of brassinosteroids in the gravitropic response of primary root of maize // Plant Physiology 2000. V. 123. – P. 997–1004.
3. Goda H., Sawa S., Asami T., Fujioka S., Shimada Y., Yoshida S. Comprehensive comparison of auxin-regulated and brassinosteroid-regulated genes in *Arabidopsis* // Plant Physiology 2004. V. 134. – P. 1555–1573.
4. Nemhauser J.L., Mockler T.C., Chory J. Interdependency of brassinosteroid and auxin signaling in *Arabidopsis* // PLoS Biology 2004. V. 2. – P. 1460–1471.
5. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Methods Enzymol. 1987. V. 148. – P. 350–382.
6. Головацкая И.Ф., Бойко Е.В., Видершпан А.Н., Лаптев Н.И. Возрастные морфологические и биохимические изменения у растений *Lactuca sativa* L. под влиянием селена и света разной интенсивности // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 5. – С. 1025–1036. – DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.1025rus
7. Bates L.S., Waldren R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant Soil. 1973. V. 39. P. 205–207.

References

1. Golovatskaya I.F. Brassinosteroids and light – regulatory factors of growth and development of plants. // Brassinosteroids: a class of plant hormone. Eds. S. Hayat and A. Ahmad, Springer. 2011. - P. 119-143. - DOI 10.1007/978-94-007-0189-2_5.
2. Kim S.K., Chang S.C., Lee E.J., Chung W.S., Kim Y.S., Hwang S., Lee J.S. Involvement of brassinosteroids in the gravitropic response of primary root of maize // Plant Physiology 2000. V. 123. - P. 997-1004.
3. Goda H., Sawa S., Asami T., Fujioka S., Shimada Y., Yoshida S. Comprehensive comparison of auxin-regulated and brassinosteroid-regulated genes in *Arabidopsis* // Plant Physiology 2004. V. 134. - P. 1555-1573.
4. Nemhauser J.L., Mockler T.C., Chory J. Interdependency of brassinosteroid and auxin signaling in *Arabidopsis* // PLoS Biology 2004. V. 2. - P. 1460-1471.
5. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Methods Enzymol. 1987. V. 148. - P. 350-382.
6. Golovatskaya I.F., Boyko E.V., Vidershpan AN, Laptev N.I. Age-dependent morphophysiological changes and biochemical composition of *Lactuca sativa* L. plants influenced by Se and solar radiation of varying intensity // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2018, V. 53, № 5. - P. 1025-1036. - DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.1025eng
7. Bates L.S., Waldren R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant Soil. 1973. V. 39. P. 205–207.

**ФИТОХИМИЧЕСКОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ СЫРЬЯ
КРОВОХЛЕБКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В
РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН**

Денисова С.Г. - кандидат биол. наук, н.с.
лаборатории интродукции и селекции цветочных
растений

Реут А.А. - кандидат биол. наук, в.н.с.
лаборатории интродукции и селекции цветочных
растений

*Южно-Уральский ботанический
сад-институт - обособленное структурное
подразделение УФИЦ РАН
450080, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195, корп. 3,
e-mail: cvetok.79@mail.ru*

Проведено сравнительное фитохимическое изучение травы, корневищ и корней кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.) из 9 районов Республики Башкортостан. В результате ресурсоведческого исследования установлено, что возможные запасы сырья кровохлебки лекарственной достаточно высокие. Обнаружены следующие группы биологически активных веществ: полисахариды, аминокислоты, сапонины, кумарины.

Ключевые слова: *Sanguisorba officinalis* L., биологически активные вещества, аминокислоты, макро- и микроэлементы, Республика Башкортостан

Введение

Одной из важнейших задач современной фармации является поиск новых видов лекарственных растений, а также обоснование возможности их использования наравне с фармакопейными видами лекарственного растительного сырья. С этой точки зрения, интересна для исследования кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.), которая широко известна и используется в основном в качестве вяжущего, кровоостанавливающего и противовоспалительного средства при желудочно-кишечных заболеваниях. Заготовка лекарственного сырья *S. officinalis*, связанная с выкапыванием подземных органов, негативно сказывается на фитоценозах и приводит к уничтожению растений [1]. В связи с этим, актуальны исследования, направленные на расширение сырьевой базы *S. officinalis* за счет использования травы.

Целью настоящей работы было сравнительное фитохимическое исследование травы, корневищ и корней *Sanguisorba officinalis* L. из девяти районов Республики Башкортостан и обоснование перспективы расширения ее использования в медицине.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили трава, корневища и корни *S. officinalis*, собранные в девяти районах РБ (Благоварский, Дюртюлинский, Зианчуринский, Кармаскалинский, Нефтекамский, Салаватский, Стерлитамакский, Уфимский, Чекмагушевский) в разных условиях произрастания. Траву кровохлебки лекарственной заготавливали в период цветения; корневища и корни – в период плодоношения, очищали от земли и сушили. Сырье упаковывали и хранили в соответствии с требованиями нормативной документации при комнатной температуре в сухом, хорошо

**PHYTOCHEMICAL STUDY OF RAW
MATERIAL OF *SANGUISORBA
OFFICINALIS* L. IN THE REPUBLIC OF
BASHKORTOSTAN**

Denisova S.G. - PhD of Biological Sciences,
Researcher of the laboratory of introduction and
selection of flower plants

Reut A.A. - PhD of Biological Sciences,
Leading Researcher of the laboratory of introduction
and selection of flower plants

*SUBGI UFRS RAS (South-Ural Botanical
Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of
Russian Academy of Sciences)
450080, Russia, Ufa, Mendeleev str., 195/3,
e-mail: cvetok.79@mail.ru*

A comparative phytochemical study of herbs, rhizomes and roots of *Sanguisorba officinalis* L. from 9 districts of the Republic of Bashkortostan. As a result of resource studies found that the possible reserves of raw materials hemoptysis drug is high enough. The following groups of biologically active substances were found: polysaccharides, amino acids, saponins, coumarins.

Keywords: *Sanguisorba officinalis* L., biologically active substances, amino acids, macro-and micronutrients, Republic of Bashkortostan

вентилируемом помещении, не зараженном амбарными вредителями, без прямого попадания солнечных лучей. Определение запасов корневищ и корней, а также травы *S. officinalis* проводили методами модельных экземпляров и учетных площадок соответственно. Качественные реакции для установления присутствия в сырье кровохлебки лекарственных различных групп биологически активных соединений проводили в соответствии с общепринятыми методиками [2]. Количественное определение содержания свободных органических кислот проводили алкалометрическим методом прямого титрования, аскорбиновой кислоты - титриметрическим методом [2]. Количество каротиноидов, полисахаридов, сапонинов определяли спектрофотометрическим методом при разных длинах волн [3]. Аминокислотный и элементный состав сырья определяли на спектрометре «PacificScientific-6520» рентгенофлуоресцентным методом. Все анализы выполнялись в трехкратной повторности. Статистическую обработку экспериментальных данных фитохимических исследований проводили в соответствии с требованиями ГФ-ХП издания «Статистическая обработка результатов химического эксперимента и биологических испытаний», с использованием критерия Стьюдента [2].

Результаты и обсуждение

Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*) относится к семейству розоцветных (*Rosaceae*). На территории РБ кровохлебка лекарственная является одним из самых распространенных растений. Подготовительный этап ресурсоведческих работ включал следующие пункты: обзор геоботанических и флористических обследований в РБ; анализ схем лесхозов различных районов; исследование таксационных лесоустроительных и землеустроительных материалов, в которых имеются карты растительности с пояснительными текстами к ним, сведениями о размещении лекарственных растений на территории районов [4]. На основании этих данных составлялись маршруты исследований для изучения кровохлебки лекарственной.

Из литературных данных известно, что ежегодные заготовки в России в среднем составляют 3 т сухого сырья *S. officinalis* [4]. Проведенные исследования позволили определить, что запасы травы *S. officinalis*, определенные методом учетных площадок, варьируют от 0.032 т до 0.843 т, а корневищ и корней, установленные методом модельных экземпляров – от 0.008 т до 0.172 т. Выявлено, что для лугов, расположенных на берегу водоемов (Дюртилинский, Кармаскалинский, Уфимский районы) характерна высокая урожайность надземной массы (164.9 – 282.3 г/м²), в других районах и местах обитания (луг и лесная поляна) данный показатель в 6.4-10.2 раза меньше.

Обнаружение аскорбиновой кислоты, органических кислот (щавелевая, винная, лимонная, яблочная), каротиноидов, оксикоричных кислот и кумаринов проводили методом тонкослойной хроматографии. Разделение веществ проводили в различных системах растворителей. В результате проведенных количественных анализов установлено, что содержание аскорбиновой, органических кислот и кумаринов выше в сырье травы (на 743.3-91.4%, 15.1-59.5% и 7.7-80.8% соответственно), а полисахаридов и оксикоричных кислот в корнях и корневищах кровохлебки лекарственной (на 78.9-89.6% и 31.0-36.9% соответственно).

Проведение хроматографического исследования на каротиноиды выявило интенсивно светящееся пятно при анализе извлечения из травы кровохлебки лекарственной и очень слабо окрашенное пятно при изучении вытяжки их корневищ и корней. Поэтому количественное определение данной группы БАВ проводили именно в траве кровохлебки. Установлено, что максимальное количество каротиноидов содержится в сырье из Стерлитамакского района. В образцах травы из других субъектов исследования содержание каротиноидов было на 4.3-8.7% меньше.

В результате проведенного анализа на присутствие сапонинов установлено, что в большем количестве они накапливаются в подземных органах кровохлебки. Также выявлено, что в корневищах и корнях преобладает олеаноловая кислота, а в листьях - урсоловая. Максимальное содержание сапонинов в пересчете на олеаноловую кислоту отмечено в корнях и корневищах из Дюртилинского района, в других образцах их количество было меньше на 6.8-22.5% меньше.

Значительная часть фитохимических исследований направлена на изучение веществ вторичного обмена (фенольные соединения, тритерпеноиды, алкалоиды и др.). Но для удовлетворения физиологических потребностей в организме человека и животных необходимы соединения первичного обмена, например аминокислоты, макро- и микроэлементы [5]. Проведенные анализы позволили выявить присутствие 14 аминокислот, из которых восемь незаменимых и шесть заменимых. Содержание отдельных аминокислот в траве кровохлебки варьировало от 0.04% до 2.22%, в корневищах и корнях – от 0.06% до 1.87%. В исследованных образцах в наибольшем количестве в сырье содержится пролин, в наименьшем в траве – тирозин, в корневищах и корнях – гистидин. Отмечено, что суммарное содержание аминокислот в образцах надземной массы выше на

13.2-32.0%, чем в подземных органах. Общее количество данной группы веществ в траве *S. officinalis* колебалось в пределах 8.01-8.27%.

Метод, использованный для определения элементного состава позволил установить присутствие четырех макроэлементов и пяти микроэлементов. Отмечено, что среди макроэлементов в траве кровохлебки лекарственной в большем количестве, чем в корневищах и корнях, накапливаются калий, натрий, фосфор (на 11.5-88.5%, 4.5-28.6% и 6.7-50.0% соответственно); в меньшем – кальций (на 5.0-55.1%). В корневищах и корнях *S. officinalis* содержание железа (на 42.8-79.2%), меди, марганца (на 7.3-39.6%) выше, чем в траве, а цинка (на 15.3-92.3%) и йода (на 16.7-50.0%) меньше.

Заключение

Проведенные исследования показали, что запасы кровохлебки лекарственной на территории Республики Башкортостан достаточно высокие (травы от 0.032 т до 0.843 т, корневища и корни – от 0.008 т до 0.172 т). При сравнительном биохимическом анализе установлено, что трава *S. officinalis* отличается более высоким содержанием аминокислот, калия, натрия, фосфора, цинка, йода, органических кислот, аскорбиновой кислоты, каротиноидов, кумаринов. Для корневищ и корней характерно накопление в большем количестве кальция, железа, меди, марганца, полисахаридов, сапонинов, оксикоричных кислот. Таким образом, можно рекомендовать траву кровохлебки для безотходной заготовки сырья наравне с корневищами и корнями.

Литература

1. Киселева Т.Л., Смирнова Ю.А., Блинков И.Л., Дронова М.А., Цветаева Е.В. Краткая энциклопедия современной фитотерапии с основами гомеопатии. М.: Изд-во: Проф. ассоц. натуротерапевтов, 2010. 570 с.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации: XIII изд. М.: Науч. центр экспертизы средств мед. применения, 2015. 1294 с.
3. Беляков К.В. Методические подходы к определению биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье спектрофотометрическим методом. М.: ООО "Мега Принт", 2004. 186 с.
4. Кучеров Е.В. Ресурсы и интродукция полезных растений в Башкирии. М.: Наука, 1979. 262 с.
5. Реут А.А., Миронова Л.Н. Исследование элементного и аминокислотного состава растительного сырья некоторых представителей рода *Paeonia* L. // Субтропическое и декоративное садоводство. 2013. № 48. С. 200-203.

References

1. Kiseleva T.L., Smirnova Yu.A., Blinkov I.L., Dronova M.A., Tsvetaeva E.V. Brief encyclopedia of modern phytotherapy with the basics of homeopathy. M.: Publishing house: Prof. Assoc. Naturotherapists, 2010. 570 p.
2. State Pharmacopoeia of the Russian Federation: XIII ed. M.: Science. center of expertise of medical applications, 2015. 1294 p.
3. Belyakov K.V. Methodological approaches to the determination of biologically active substances in medicinal plant raw materials by spectrophotometric method. M.: LLC "Mega Print", 2004. 186 p.
4. Kuchеров E.V. Resources and introduction of useful plants in Bashkiria. M.: Science, 1979. 262 p.
5. Reut A.A., Mironova L.N. Study of the elemental and amino acid composition of plant raw materials of some members of the genus *Paeonia* L. // Subtropical and decorative gardening. 2013. № 48. P. 200-203.

**ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО
СОЕДИНЕНИЯ 1-ЭТОКСИСИЛАТРАН И
МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАТЕЛЬНОГО
РАСТВОРА НА РОСТ СЕЯНЦЕВ НУГА
АБИССИНСКОГО ПРИ РАЗНЫХ
РЕЖИМАХ ИМПУЛЬСНОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Зеленков В.Н.^{1,2,3} - доктор с.-х. наук, профессор,
главный научный консультант, гл.н.с.,
Латушкин В.В.¹ - кандидат с.-х.наук,
Карпачев В.В.⁴ - доктор с.-х. наук, профессор,
чл.-корр. РАН, зав. отдела.,
Барышок В.П.⁵ –доктор химических наук,
профессор,
Верник П.А.¹ –директор института,
Гаврилов С.В.¹ – нач.отдела

¹Автономная некоммерческая организация
«Институт стратегий развития»
107031, Россия, Москва, пер. Столешников, д. 11,
e-mail: zelenkov-raen@mail.ru

²ФГБНУ «Всероссийский научно –
исследовательский институт лекарственных и
ароматических растений»
117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

³Всероссийский научно – исследовательский
институт овощеводства - филиал ФГБНУ
«Федеральный научный центр овощеводства»
(ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)
140153, Московская область, Раменский район,
д. Верея, стр.500, e-mail: vniioh@yandex.ru

⁴ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт рапса»
398037, Россия, Липецк, Боевой проезд, 26,
e-mail: vniirapsa@mail.ru

⁵ФГОУ ВО «Иркутский национальный
исследовательский технический университет».
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83,
e-mail: info@istu.edu

В исследовании установлено, что, независимо от режимов импульсного освещения, использование минерального питательного раствора (а не дистиллированной воды) при поливе увеличивало биомассу сеянцев нуга абиссинского в среднем на 8,5%, а дополнительная некорневая обработка 1-этоксисилатраном – на 12%. Отмечен также рост концентрации хлорофилла «а». Из режимов импульсного облучения наиболее благоприятен для растений 1с /3 с (увеличение на 22,6%).

**INFLUENCE OF SILICON ORGANIC
PREPARATION OF 1-ETOXISILATRANE
AND MINERAL NUTRIENT SOLUTION
ON THE GROWTH OF SEEDLINGS OF
ABIGIAN NIGS IN DIFFERENT MODES
OF PULSE LIGHTING**

Zelenkov V.N.^{1,2,3} - Advanced Doctor
(Agriculture), prof.,
Latushkin V.V.¹ - Ph.D. (Agriculture),
Karpachev V.V.⁴ - Advanced Doctor (Agriculture),
prof., Head of Department,
Baryshok V.P.⁵ Advanced Doctor (Chem.), prof.,
Vernik P.A.¹ -Director of the Institute,
Gavrilov S.V.¹ - Head of Department.

¹INPO “Institute for Development Strategies”,
107031, Russia, Moscow, trans. Stoleshnikov, 11,
e-mail: zelenkov-raen@mail.ru

²FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of
Medicinal and Aromatic Plants”
117216, Moscow, st. Green, 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

³All-Russian Scientific Research Institute of
Vegetable Growing — the branch of FSBSI “Federal
Scientific Center of Vegetable Growing”
140153, Moscow region, Ramensky district, village
Vereya, p. 500, e-mail: vniioh@yandex.ru

⁴FSBSI «All-Russian Scientific Research
Institute of Rape»
398037, Russia, Lipetsk, Fighting passage, 26,
e-mail: vniirapsa@mail.ru

⁵FSBEI HPE “Irkutsk National Research Technical
University
664074, Russia, Irkutsk, ul. Lermontov 83,
e-mail: info@istu.edu

The study found that, irrespective of the pulsed illumination regimes, the use of mineral nutrient solution (rather than distilled water) during irrigation increased the biomass of Abyssinian nougat seedlings by an average of 8.5%, and additional foliar treatment with 1-ethoxysylate - by 12%. An increase in the concentration of chlorophyll 'a' was also noted. Of the pulsed irradiation modes, the most favorable for plants is 1s / 3 s (an increase of 22.6%).

Ключевые слова: импульсное облучение, синерготрон, нуг абиссинский, 1-этоксисилатран, прорастание семян

Keywords: pulsed irradiation, synergatron, noug abyssinian, 1-ethoxysilatran, seed germination

Введение

Одной из перспективных масличных и белковых культур для интродукции и внедрения в производство является нуг абиссинский (*Guizotia abyssinica (L.f.) Cass*) [1]. В ФГБНУ «ВНИИ рапса» создан первый отечественный сорт «Липчанин», включенный в 2017 г. в Госреестр селекционных достижений. Представляет интерес изучение биологических особенностей новой культуры, в частности, ответных реакций семян на импульсное облучение. В предыдущей работе [2] нами впервые исследовано влияние режимов импульсного облучения на прорастание семян нуга (всхожесть, биометрические показатели сеянцев и суммарная антиоксидантная активность). Настоящая работа продолжает исследования в данном направлении и связана с необходимостью изучить физиологические особенности реакции семян и проростков на импульсное облучение при изменении режиме питания - использовании вместо полива водой минерального питательного раствора и его сочетания с некорневой обработкой кремнийорганическим соединением.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в 2019 г. в синерготроне модели ИСП-1.1. конструкции Автономной некоммерческой организации «Институт стратегий развития» (АНО «ИСП») - закрытой климатической камере с цифровым программным управлением основными параметрами внешней среды. В качестве объекта исследований взяты семена и проростки нуга абиссинского (*Guizotia abyssinica (L.f.) Cass*) сорта «Липчанин (селекции ФГБНУ «ВНИИ рапса»)). Проращивание семян проводили в чашках Петри согласно ГОСТ 12038-84 с изменениями – использовалась подложка из минеральной ваты фирмы «Агрос». Количество семян - по 25 шт. в чашке Петри, повторность трехкратная. Температура 25-26⁰ С. Уровень интенсивности света, создаваемый светодиодными светильниками красного и синего света на уровне субстрата в период действия импульса составил 130-140 мкМоль/м²*с, 24 ч в сутки. Использовались следующие режимы импульсного светодиодного облучения (фактор А): 1с /3 с (длительность импульса 1 с, пауза – период следования импульса 3 с); 1 с/4 с; 1с/6 с. Контроль – проращивание в темноте. Увлажнение подложки проводили по трем вариантам (фактор Б) – дистиллированной водой, минеральным питательным раствором (по рекомендации компании «Рийк Цваан» для салатных культур в концентрации ЕС 0.25 мСм/см) однократно по 20 мл на чашку Петри на 7-е сутки после посева семян, затем полив дистиллированной водой. В третьем варианте дополнительно проводили некорневую обработку сеянцев кремнийорганическим соединением 1-этоксисилатран в концентрации 5*10⁻³ на 7-е сутки от посева семян (по 3 мл. на чашку Петри)

Результаты и обсуждение

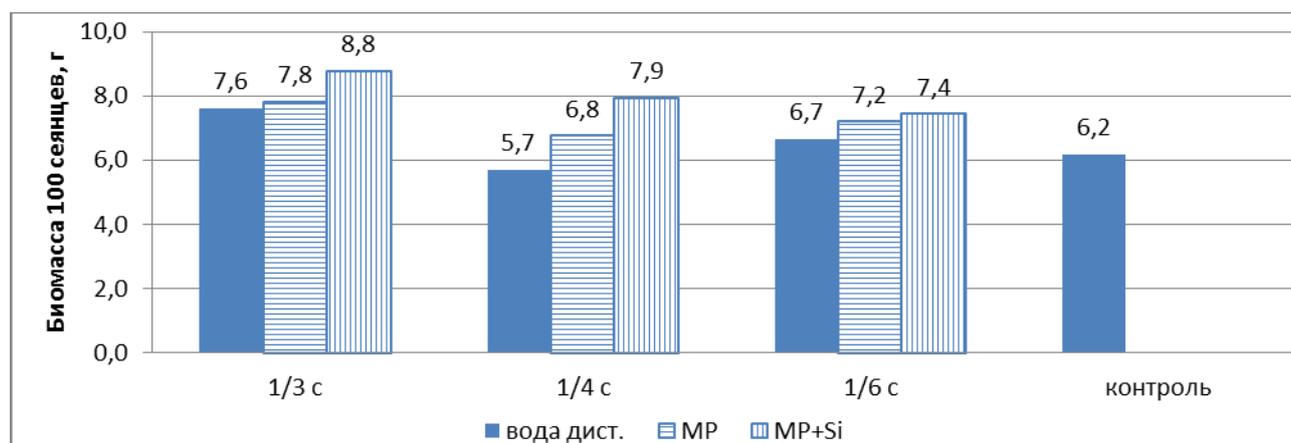


Рисунок 1. Биомасса сеянцев при разных режимах освещения (MR – минеральный раствор; MR+Si – минеральный раствор+ 1-этоксисилатран)

Figure 1. Seedlings biomass under different modes of pulsed irradiation (MR - mineral nutrient solution; MR+Si - mineral nutrient solution + 1-ethoxysilatran)

При использовании для полива семян минерального питательного раствора вместо дистиллированной воды наблюдалось усиление роста растений и увеличение биомассы в среднем на 8,5%, при дополнительной некорневой обработке 1-этоксисилатраном – на 12% по сравнению с поливом дистиллированной водой (рис.1). Отметим, что положительный эффект сохранялся при всех изученных режимах импульсного облучения.

Аналогичная закономерность в большинстве случаев наблюдалась в отношении концентрации хлорофилла «а» в зеленых частях семян (например, при 1с /6 содержание хлорофилла «а» в варианте с дистиллированной водой 2,46 мг/г сырой массы, в варианте минерального питательного раствора 3,64 мг и 3,67 мг при сочетании минерального раствора и 1-этоксисилатрана. Четких закономерностей по соотношению хлорофилла «а» и хлорофилла «б» установлено не было. При режиме импульсного облучения 1с /3 с существенных различий по содержанию каротиноидов не наблюдалось, однако при 1с /6 с накапливалось 0,7 мг/г каротиноидов в контрольном варианте и 0,95-0,96 мг/г в двух опытных вариантах.

По результатам морфологических исследований патологических изменений органов и тканей семян под воздействием импульсного облучения не обнаружено. Из режимов импульсного облучения наиболее благоприятен для растений 1с /3 с (увеличение биомассы в среднем на 22,6%).

Заключение

В процессе исследований установлено положительное влияние минерального питательного раствора и его сочетания с некорневой обработкой кремнийорганическим соединением 1-этоксисилатран (синергетический эффект). Эффект сохранялся при всех изученных режимах импульсного облучения.

Наибольший прирост биомассы растений наблюдался при режиме импульсного освещения 1с/3с.

Литература

1. Зеленков В.Н., Карпачев В.В., Белоножкина Т.Г., Воропаева Н.А., Лапин А.А. Жирнокислотный состав семян нуга абиссинского, их суммарная антиоксидантная активность и перспективы практического использования российского сорта «Липчанин» // Материалы XII Международного симпозиума: Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования (19-23 июня 2017 г, Пушино).- М., РУДН, 2017. – С. 12-14.
2. Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Лапин А.А., Марков М.В., Карпачев В.В. Верник П.А., Гаврилов С.В.. Новиков В.Б. Влияние облучения в импульсном режиме на всхожесть и содержание антиоксидантов при проращивании семян нуга абиссинского в закрытой системе синерготрона 1.1. // Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений. – М., РУДН, 2019. - Т.1. – С.314 – 317. Doi 10.22363/09358-2019.

References

1. Zelenkov V.N., Karpachev V.V., Belonozhkina T.G., Voropaeva N.A., Lapin A.A. Fat-acid composition of Abyssinian nougat seeds, their total antioxidant activity and prospects for practical use of the Russian variety «Lipchanin»// Materials of the XII International Symposium: New and unconventional plants and prospects for their use. (19-23 June, 2017, Pushchino).- M. RUDN, 2017. - - P. 12-14.
2. Zelenkov V.N., Latushkin V.V., Lapin A.A., Markov M.V., Karpachev V.V. Vernik PA, Gavrillov S.V. Novikov VB The effect of irradiation in a pulsed mode on germination and the content of antioxidants in the germination of Abyssinian nougat seeds in the closed system of a sinergotron 1.1. // The role of physiology and biochemistry in the introduction and breeding of agricultural plants. - M., RUDN, 2019.- V.1 – P. 314-317/ Doi 10.22363/09358-2019.

**АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ
ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ СЕЯНЦЕВ ОВОЩНЫХ
И ЛЕКАРСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ
ИМПУЛЬСНОМ ОСВЕЩЕНИИ В
УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ
СИНЕРГОТРОНА ИСР-1.1**

Зеленков В.Н.^{1,2,3} - доктор с.-х. наук, профессор, главный научный консультант, гл.н.с.,
Лапин А.А.⁴ - кандидат хим., доцент,
Латушкин В.В.¹ - кандидат с.-х. наук,
Иванова М.И.³ - доктор с.-х. наук, профессор РАН, зам. директора,
Карпачев В.В.⁵ - доктор с.-х. наук, профессор, чл.-корр.РАН, зав. отдела,
Верник П.А.¹ - директор института,
Свистунова Н.Ю.² - кандидат биол.наук. вед.н.с.

¹Автономная некоммерческая организация
«Институт стратегий развития»
107031, Россия, Москва, пер. Столешников, д. 11,
e-mail: zelenkov-raen@mail.ru

²ФГБНУ «Всероссийский научно –
исследовательский институт лекарственных и
ароматических растений»
117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

³Всероссийский научно – исследовательский
институт овощеводства - филиал ФГБНУ
«Федеральный научный центр овощеводства»
(ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)
140153, Московская область, Раменский район,
д. Верея, стр.500, e-mail: vniioh@yandex.ru

⁴ФГБОУ ВО «Казанский энергетический
университет»
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51,
e-mail: kgeu-oso@mail.ru

⁵ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт рапса»
398037, Россия, Липецк, Боевой проезд, 26, e-
mail: vniirapsa@mail.ru

Изучена суммарная антиоксидантная активность (САОА) зеленых частей сеянцев семи видов овощных и лекарственных культур при разных режимах импульсного освещения. Установлено, изменение САОА по вариантам в первую очередь зависит от генетических особенностей (вида растения). В большинстве случаев при импульсном облучении САОА увеличивается, особенно в режимах 1 с/1 с; 1 мс/3 мс (кроме тмина и календулы).

**ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE GREEN
MASS OF SEEDLINGS OF VEGETABLE AND
MEDICINE CULTURES UNDER PULSE
LIGHTING IN THE SINERGOTRON ISR-1.1**

Zelenkov V.N.^{1,2,3} - Advanced Doctor (Agriculture), prof.,
Lapin A.A.⁴ - Ph.D. (Chem.), Associate Professor.,
Latushkin V.V.¹ - Ph.D. (Agriculture),
Ivanova M.I.³, Advanced Doctor (Agriculture), prof. Russian Acad. of Sc.,
Karpachev V.V.⁵ Advanced Doctor (Agriculture), prof., Head of Department,
Vernik P.A.¹ - Director of the Institute,
Svistunova N.Y.² - Ph.D. (Biol.), Leading Research Scientist

¹INPO “Institute for Development Strategies”
107031, Russia, Moscow, trans. Stoleshnikov, 11,
e-mail: zelenkov-raen@mail.ru

²FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of
Medicinal and Aromatic Plants”
117216, Moscow, st. Green, 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

³All-Russian Scientific Research Institute of
Vegetable Growing — the branch of FSBSI “Federal
Scientific Center of Vegetable Growing”
140153, Moscow region, Ramensky district, village
Vereya, p. 500, e-mail: vniioh@yandex.ru

⁴FSBEI HPE “Kazan University of Energy”
420066, Kazan, st. Krasnoselskaya, 51,
e-mail: kgeu-oso@mail.ru

⁵FSBSI “All-Russian Scientific Research
Institute of Rape”
398037, Russia, Lipetsk, Fighting passage, 26,
e-mail: vniirapsa@mail.ru

The total antioxidant activity of the green parts of seedlings of seven types of vegetable and medicinal crops under different modes of pulsed illumination was studied. It has been established that the change in SAOA for variants primarily depends on the genetic characteristics (plant species). In most cases, with pulsed irradiation, SAOA increases, especially in 1 s / 1 s modes; 1 ms / 3 ms (except cumin and calendula).

Ключевые слова: импульсное облучение, синерготрон, антиоксидантная активность, горчица салатная, нуг, амарант

Keywords: pulse irradiation, sinergotron, antioxidant activity, salad mustard, nougat, amaranth

Введение

Особый интерес при оценке качества сельскохозяйственной продукции представляет определение антиоксидантной активности [1]. Исследования показывают связь антиоксидантной активности и спектрального состава света [2]. Представляет большой интерес изучить изменение антиоксидантных свойств растений при освещении в импульсном режиме.

Объекты и методы исследований

Эксперимент проводили в 2019 г.в синерготроне (закрытой камере с цифровым программным управлением). модели ИСР-1.1. конструкции АНО «ИСР» Объектами исследований служили семена и проростки горчицы салатной «Мэй Лин» (селекции ФГБНУ ФНЦО), амаранта «Липецкий» (ФГБНУ «ВНИИ рапса»), нуга абиссинского «Липчанин» (ФГБНУ «ВНИИ рапса»), а также лекарственных и эфиромасличных культур - тмина обыкновенного, змеголовника молдавского, пажитника сенного и календулы лекарственной из коллекционного фонда ВИЛАР.

Проращивание семян проводили согласно ГОСТ 12038-84 с изменениями – использовалась подложка из минеральной ваты. Количество семян по 25-50 семян в чашке Петри, повторность трехкратная. Уровень интенсивности света, создаваемый светодиодными светильниками красного и синего света на уровне чашек Петри в период действия импульса составил 240-290 мкМоль/м²*с, 24 ч в сутки. Использовались следующие режимы импульсного облучения: 1с /3 с (длительность импульса 1 с, перерыв – период следования импульса 3 с); 1 с/2 с; 1 с/1 с; 1 мс/3 мс. Контроль – проращивание в темноте, на 7-й день проращивания этиолированные сеянцы помещали на свет 1/3 с.

Для семян лекарственных и эфиромасличных культур контрольный вариант (проращивание в темноте) проводили в термостате ВИЛАР при температуре для календулы 20⁰С, остальных видов – переменная: 20⁰С (16 часов в сутки) и 30⁰С (8 часов).

Суммарную антиоксидантную активность (САОА) измеряли кулонометрическим методом (в пересчете на г аскорбиновой кислоты на 100 г образца на сухой (с.о) образец) [3]. Высушивание образцов проводили при комнатной температуре.

Результаты и обсуждение

Анализируя экспериментальные данные по влиянию импульсного освещения на суммарную антиоксидантную активность, можно отметить, что изменение САОА по вариантам в первую очередь зависит от генетических особенностей - вида растения (рис.1):

- Горчица – импульсное освещение приводило к заметному повышению САОА, различия между вариантами с разными режимами импульсного облучения незначительны;
- Амарант – при импульсном облучении также увеличивается САОА в режимах 1 с/2 с; 1 с/1 с; 1 мс/3 мс и в слабой степени – в режиме 1 с/3 с;

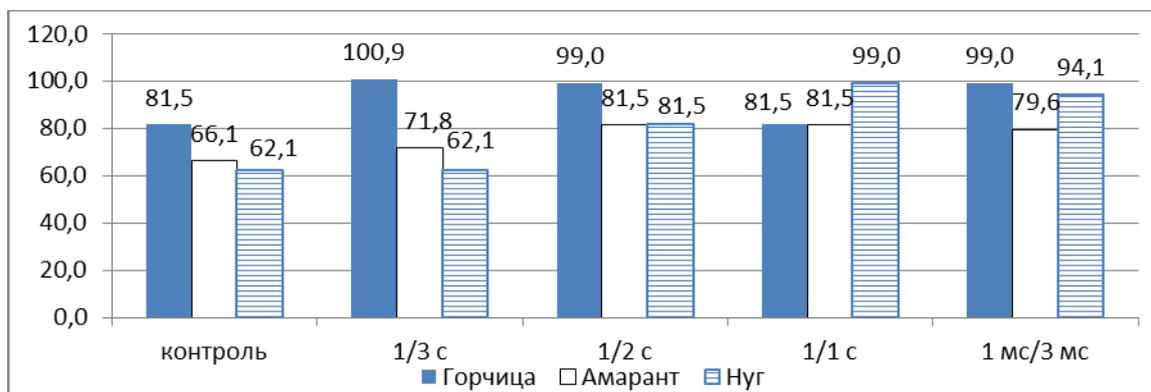


Рисунок 1. САОА некоторых овощных и масличных культур, г аскорбиновой кислоты на 100 г. с.о
Figure 1. Total antioxidant activity of some vegetable and oilseeds, g of ascorbic acid per 100 g. S.

- Нуг – наиболее сильный рост САОА - в вариантах 1 с/1 с; 1 мс/3 мс, достаточно сильный – при 1 с/2 с; тогда как режим импульсного освещения 1 с/3 с практически не влияет на изменение САОА по сравнению с контролем.

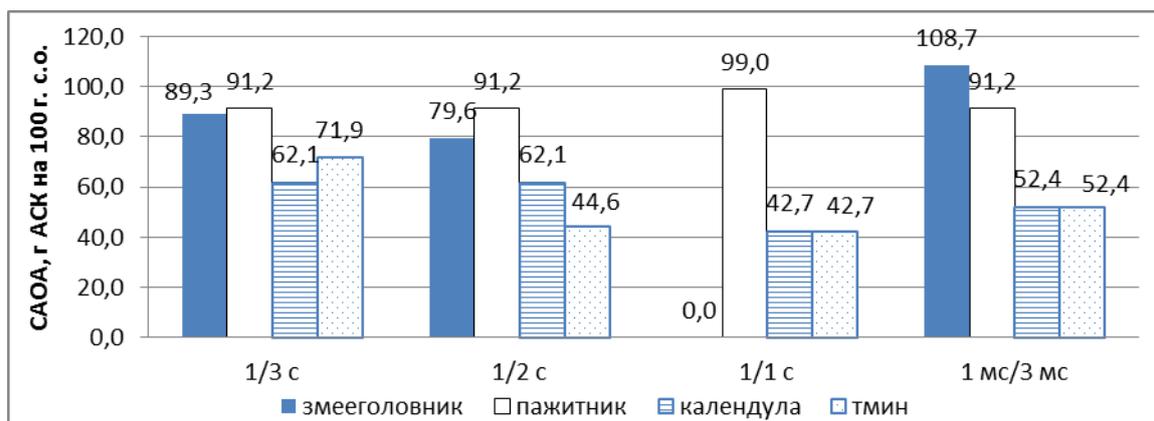


Рисунок 2. САОА лекарственных и эфиромасличных культур, г аскорбиновой кислоты на 100 г. с.о.
Figure 2. total antioxidant activity medicinal and essential oil crops, g of ascorbic acid per 100 g. s.o.

- Сравнительный анализ САОА для лекарственных и эфиромасличных культур показал (рис. 2):
- Пажитник – САОА при всех изученных режимах импульсного освещения была достаточно стабильной. Однако при режиме 1 с/1 с САОА увеличивалась.
 - Змееголовник – максимальная САОА наблюдалась при 1 мс/3 мс. Тмин – САОА максимальная при 1 с/3 с, минимальная при 1 с/1 с и 1/2с. Промежуточные показатели – при 1 мс/3 мс.
 - Календула – САОА уменьшалась при режимах 1 с/1 с и увеличивалась – при 1 с/2 с.

Заклучение

Получены данные по изменению суммарной антиоксидантной активности зеленых частей сеянцев семи овощных, лекарственных и эфиромасличных культур. Изменение САОА по вариантам в первую очередь зависит от генетических особенностей (вида растения). В большинстве случаев при импульсном облучении САОА увеличивается, особенно в режимах 1 с/1 с; 1 мс/3 мс. Однако такой характер ответной реакции САОА не характерен для тмина и календулы, что требует проведения дополнительных углубленных исследований.

Литература

1. Зеленков В.Н., Лапин А.А., Литвинов С.С. Антиоксидантный статус овощей // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – М.: РУДН, 2017. – 334 с. – с. 101 – 104.
2. Гинс, М.С., Гамбурова Н.Т. Активность антиоксидантной системы краснокрашенного амаранта при кратковременном действии УФ – А радиации // Овощи России. - 2009. - № 1. С. 33 - 35.
3. Зеленков В.Н., Лапин А.А. Суммарная антиоксидантная активность. Методика выполнения измерений на кулонометрическом анализаторе. МВИ -01-00669068. - Верея Московской обл.: ВНИИ овощеводства, 2013. – 19 с.

References

1. Zelenkov V.N., Lapin A.A., Litvinov S.S. Antioxidant status of vegetables // New and unconventional plants and prospects for their use. - M.: RUDN, 2017. - 334 p. - with. 101 - 104.
2. Hins, M.S., Gamburova N.T. The activity of the antioxidant system of red-colored amaranth with short-term exposure to UV - A radiation // Vegetables of Russia. - 2009. - № 1. P. 33 -35.
3. Zelenkov V.N., Lapin A.A. Total antioxidant activity. The method of measurement on the coulometric analyzer. MVI -01-00669068. - Vereya, Moscow Region: All-Union Scientific Research Institute of Vegetable Growing, 2013. - 19 p.

**ВЛИЯНИЕ ПРОМОРАЖИВАНИЯ СЕМЯН
НА ВСХОЖЕСТЬ И РОСТ СЕЯНЦЕВ
НЕКОТОРЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ПРИ
ИМПУЛЬСНОМ ОСВЕЩЕНИИ В
УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ
СИНЕРГОТРОНА ИСР-1.1**

Зеленков В.Н.^{1,2,3} - доктор с.-х. наук, профессор,
главный научный консультант, гл.н.с.,
Латушкин В.В.¹ - кандидат с.-х.наук,
Иванова М.И.³ - доктор с.-х.наук, профессор
РАН, зам. директора,
Карпачев В.В.⁴ - доктор с.-х. наук, профессор,
чл.- корр. РАН, гл.н.с.,
Верник П.А.¹ - директор института,
Новиков В.Б.¹ – нач. отдела,
Гаврилов С.В.¹ –нач. отдела

¹Автономная некоммерческая организация
«Институт стратегий развития»
107031, Россия, Москва, пер. Столешников, д. 11,
e-mail: zelenkov-raen@mail.ru

²ФГБНУ «Всероссийский научно –
исследовательский институт лекарственных и
ароматических растений»
117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

³Всероссийский научно – исследовательский
институт овощеводства - филиал ФГБНУ
«Федеральный научный центр овощеводства»
(ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)
140153, Московская область, Раменский район,
д. Верея, стр.500, e-mail: vniioh@yandex.ru

⁴ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт рапса»
398037, Россия, Липецк, Боевой проезд, 26,
e-mail: vniirapsa@mail.ru

Промораживание при -18⁰С увеличивало энергию прорастания семян горчицы, нуга и амаранта на 1,4-6%. Всхожесть семян горчицы увеличивалась в среднем на 3,4 %, нуга – на 1,1% как при проращивании в темноте, так и при импульсном освещении. Для семян амаранта выраженного влияния промораживания на всхожесть и высоту сеянцев не установлено.

Ключевые слова: покой семян, промораживание семян, синерготрон, импульсное освещение, горчица салатная, амарант, нуг абиссинский

Введение

Изучение способов предпосевной обработки семян и способов преодоления покоя семян овощных культур имеет большое научное и практическое значение [1]. Температурные воздействия,

**INFLUENCE OF FREEZING OF SEED
GERMINATION AND GROWTH OF
SEEDLINGS OF SOME VEGETABLE CROPS
UNDER PULSED ILLUMINATION IN
CONDITIONS OF A CLOSED SYSTEM OF
SINERGOTRAN ISR-1.1**

Zelenkov V.N.^{1,2,3} - Advanced Doctor (Agriculture),
prof.,
Latushkin V.V.¹ - Ph.D. (Agriculture),
Ivanova M.I.³, Advanced Doctor (Agriculture),
prof. Russian Acad. of Sc.,
Karpachev V.V.⁴ - Advanced Doctor (Agriculture),
prof.,
Vernik P.A.¹ - Director of the Institute,
Novikov V.B.¹ - Head of Department,
Gavrilov S.V.¹ - Head of Department

¹INPO “Institute for Development Strategies”
107031, Russia, Moscow, trans. Stoleshnikov, 11,
e-mail: zelenkov-raen@mail.ru

²FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of
Medicinal and Aromatic Plants”
117216, Moscow, st. Green, 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

³All-Russian Scientific Research Institute of
Vegetable Growing — the branch of FSBSI “Federal
Scientific Center of Vegetable Growing”
140153, Moscow region, Ramensky district, village
Vereya, p. 500, e-mail: vniioh@yandex.ru

⁴FSBSI “All-Russian Scientific Research
Institute of Rape”
398037, Russia, Lipetsk, Fighting passage, 26,
e-mail: vniirapsa@mail.ru

Freezing at -180C increased the germination energy of mustard, nougat and amaranth seeds by 1.4-6%. Germination of mustard seeds increased by an average of 3.4%, nougat - by 1.1%, both during germination in the dark and under pulsed illumination. For amaranth seeds, the pronounced effect of freezing on germination and height of seedlings has not been established.

Keywords: seed dormancy, seed freezing, sinergotron, pulse lighting, mustard, amaranth, noug abyssinian

в частности, промораживание, является одним из основных факторов регуляции покоя семян [2]. Другой важный фактор - освещение [3]. В связи с этим целью настоящей работы являлось изучение влияния промораживания семян в условиях импульсного и непрерывного освещения на прорастание семян некоторых овощных растений.

Объекты и методы исследований

Эксперимент проводили в 2019 г.в синерготроне (закрытой камере с цифровым программным управлением). модели ИСР-1.1. конструкции АНО «ИСР» Объектами исследований служили семена и проростки горчицы салатной «Мэй Лин» (селекции ФГБНУ ФНЦО), амаранта «Липецкий» (ФГБНУ «ВНИИ рапса»), нуга абиссинского «Липчанин» (ФГБНУ «ВНИИ рапса»).

Проращивание семян проводили согласно ГОСТ 12038-84 с изменениями – использовалась подложка из минеральной ваты. Количество семян по 50 семян в чашке Петри, повторность трехкратная. Уровень интенсивности света, создаваемый светодиодными светильниками красного и синего света на уровне чашек Петри в период действия импульса составил 240-290 мкМоль/м²*с, 24 ч в сутки. Использовались следующие режимы импульсного облучения: 1с /3 с (длительность импульса 1 с, перерыв – период следования импульса 3 с); 1 с/1 с. Температура проращивания в синерготроне 25-26⁰ С. Контроль – проращивание в темноте при комнатной температуре. На 7-й день проращивания этиолированные сеянцы помещали на свет в режиме 1с /3 с.

Семена промораживали в морозильной камере при -18⁰С в течение 3 суток перед посевом.

Результаты и обсуждение

Промораживание при -18⁰С увеличивало энергию прорастания семян горчицы, нуга и амаранта на 1,4-6% как при проращивании в темноте (контроль), так и при импульсном освещении (рис.1).

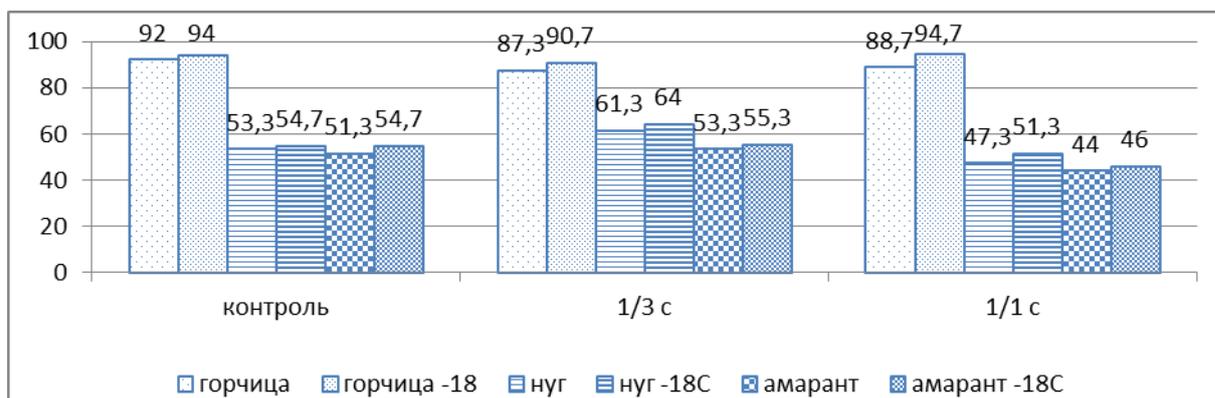


Рисунок 1. Влияние промораживания семян на энергию прорастания семян
Figure 1. The effect of seed freezing on seed germination energy

Промораживание при -18⁰С увеличивало всхожесть семян горчицы (в среднем на 3,4 %) и нуга (1,1%) как при проращивании в темноте (контроль), так и при импульсном освещении (табл.1). У нуга в режиме 1 с/1 с промораживание не дало положительного эффекта по сравнению с контролем, тогда как при 1 с/3 с превысило контроль на 2%. Сходные данные получены для семян амаранта, при импульсном освещении 1 с /1 с промораживание приводило даже к отрицательному эффекту.

Таблица 1. Влияние промораживания на всхожесть семян при импульсном освещении
Table 1. The effect of freezing on the germination of seeds under pulsed illumination

вариант	горчица		нуга		амарант		среднее
	Без промораж.	-18 ⁰ С	Без промораж.	-18 ⁰ С	Без промораж.	-18 ⁰ С	
контроль	93,3	95,3	62,7	64,0	64,7	65,3	74,2
1 с/3 с	90,7	94,7	70	72	57,3	59,3	74,0
1 с/1 с	92,7	96,7	67,3	67,3	59,3	58,0	73,6
среднее	92,2	95,6	66,7	67,8	60,4	60,9	-

Учеты высоты сеянцев (табл. 2) показали усиление роста сеянцев горчицы после промораживания семян. Менее выражен стимулирующий эффект промораживания у семян нуга и амаранта. Различия между вариантами сохранялись при режимах 1с/3 и 1 с/1 с.

Таблица 2. Влияние промораживания на высоту сеянцев при импульсном освещении
Table 2. Effect of freezing on the height of seedlings in pulsed lighting

вариант	горчица		нуг		амарант		среднее
	Без промораж.	-18 ⁰ С	Без промораж.	Без промораж.	Без промораж.	-18 ⁰ С	
контроль	68,7	69	73	72,8	46,3	46,3	62,7
1 с/3 с	19,3	23	37,6	38,1	28,7	28	29,2
1 с/1 с	16,3	19,7	23,8	26,6	17	20	20,6
среднее	34,8	37,2	44,8	45,8	30,7	31,4	-

Общая биомасса надземной части сеянцев в большинстве вариантов несколько возросла после промораживания семян (рис.2).

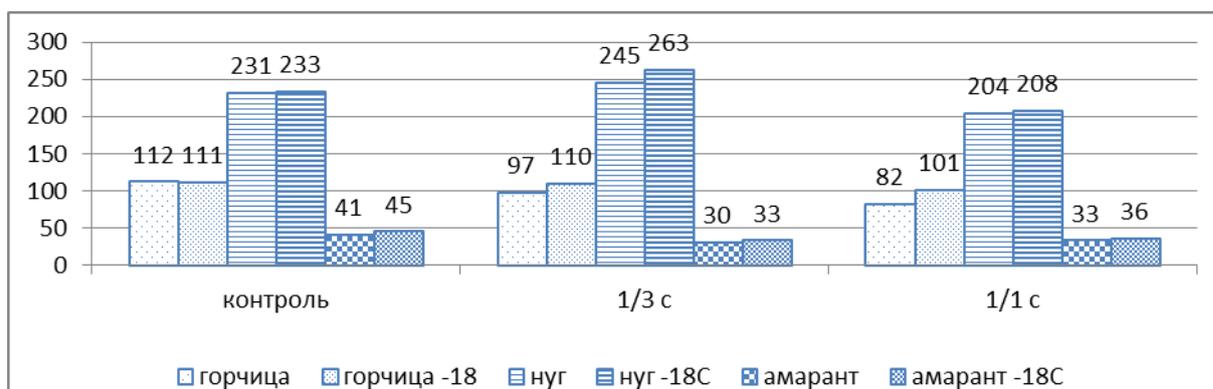


Рисунок 2. Биомасса надземной части сеянцев, г/100 шт
Figure 2. Biomass of the aerial part of seedlings, g / 100 pcs

Заклучение

Получены данные по влиянию промораживания семян на их всхожесть и рост сеянцев при импульсном освещении. Промораживание при -18⁰С увеличивало энергию прорастания семян горчицы, нуга и амаранта на 1,4-6%. Стимулирующий эффект промораживания по параметрам всхожести и высоты сеянцев характерен для горчицы и нуга, тогда как для амаранта четкой закономерности не выявлено.

Литература

1. Попцов А.В., Некрасов В.И., Иванова И.А. Очерки по семеноведению. - М.: Наука, 1981. - 112 с
2. Крокер В., Бартон Л. Физиология семян. - М.: Наука, 1955. - 399 с.
3. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. - М.: Наука, 1982. - 495 с.

References

1. Poptsov, A. V., Nekrasov V. I., Ivanova I. A. Essays on the seed. - M.: Science, 1981. - 112 p.
2. Crocker W., Barton L. Physiology of seeds. - Moscow: Science, 1955. - 399 p.
3. Physiology and biochemistry of rest and germination of seeds. - Moscow: Science, 1982. - 495 p.

**ФОТОСИНТЕЗ И АЗОТНЫЙ
МЕТАБОЛИЗМ В ЛИСТЬЯХ ПРОРОСТКОВ
ПШЕНИЦЫ ПРИ СОВМЕСТНОМ
ВОДНО-СОЛЕВОМ СТРЕССЕ**

Иванов А.А. - кандидат биол. наук, с.н.с. гр.
Экологии и физиологии фототрофных
организмов

Кособрюхов А.А. - доктор биол. наук, в.н.с. гр.
Экологии и физиологии фототрофных
организмов

*Федеральный исследовательский центр
«Пушчинский научный центр биологических
исследований РАН» ИФПБ РАН»
142290, г. Пушкино ул. Институтская 2,
e-mail: demfarm@mail.ru*

Проведены исследования по изучению взаимосвязи углеродного и азотного метаболизма в процессе развития совместного водно-солевого стресса. Установлено, что уменьшение фотосинтетической активности сопровождается повышением активности ферментов азотного метаболизма, направленных на синтез пролина, что способствует восстановлению C/N баланса, нарушенного в условиях стресса.

Ключевые слова: фотосинтез, водный стресс, солевой стресс, азотный метаболизм, пролин, C/N баланс

Введение

В естественных условиях произрастания растения подвержены влиянию различного рода неблагоприятных факторов, среди которых наиболее распространены засуха и засоление. Ответ растения на стрессовое воздействие зависит от типа стресса и его продолжительности. Так, при водном и солевом стрессе, сопровождающихся возникновением водного дефицита в тканях растения, наблюдается закрытие устьиц, что приводит к уменьшению доступности CO₂ и скорости фотосинтеза. Одновременно происходит накопление больших количеств пролина как осморегулирующего вещества. Азотный метаболизм тесно связан с процессом фотосинтеза, благодаря которому происходит поставка углеродных скелетов для синтеза азотсодержащих соединений, главным образом аминокислот и, в частности, пролина. Взаимозависимость углеродного и азотного метаболизмов определяет коэффициент эффективности использования азота. Поддержание постоянства этого коэффициента является важной составляющей противодействия влиянию стресса. Сокращение фотосинтетической активности приводит к C/N дисбалансу и избытку азота в растении, который в форме NH₃ приобретает токсические свойства. Одним из способов детоксикации клеток может быть синтез относительно нейтральных соединений, например, пролина, тем самым выводя избыток азота из сферы метаболических реакций. В наших экспериментах мы создавали условия двойного водно-солевого стресса, поскольку именно в этом случае синтезируется особенно много пролина. Мы надеялись, что мониторинг синхронного изменения активностей фотосинтеза и ферментов азотного метаболизма будет способствовать лучшему пониманию механизма противодействия стрессовому воздействию в растении.

**PHOTOSYNTHESIS AND NITROGEN
METABOLISM IN THE LEAVES OF WHEAT
SEEDLINGS AT A COMBINED
WATER-SALT STRESS**

Ivanov A.A. – PhD of Biological Sciences, Senior
Researcher, Laboratory of Ecology and Physiology
of Phototrophic Organisms

Kosobryukhov A.A. – ScD of Biological Sciences,
Leading Researcher, Laboratory of Ecology and
Physiology of Phototrophic Organisms

*PSCBR RAS (Federal Research Center “Pushchino
Scientific Center for Biological Research RAS”,
IBBP)
142290, Russia, Pushchino, Moscow Region,
Institutskaya str. 2, e-mail: demfarm@mail.ru*

Conducted studies on the relationship of carbon and nitrogen metabolism at the development of combined water-salt stress. It has been established that a decrease in photosynthetic activity is accompanied by an increase in the activity of nitrogen metabolism enzymes aimed at the synthesis of proline, which contributes to the restoration of the C/N balance disturbed under stress.

Keywords photosynthesis, water stress, salt stress, nitrogen metabolism, proline, C/N balance

Объекты и методы исследований

Проростки пшеницы сорта Полесская 90 выращивали в сосудах с чистым песком при полной влагоёмкости субстрата и минеральном питании в течение 14 суток. Освещённость - 280 мкмоль фотонов $\text{м}^{-2} \text{с}^{-1}$ при 12 ч фотопериоде, температура - 24/20°C (день/ночь). Затем создавали условия засоления 100 мМ NaCl (конечная концентрация в сосуде) и одновременно прекращали полив. В течение последующий 6 суток исследовали активности фотосинтеза, ферментов азотного метаболизма и содержание пролина во 2-ых (молодых) листьях проростков. Активность фотосинтеза измеряли с помощью газового анализатора LCPro⁺ (Великобритания). Определение активности виологен-зависимой нитритредуктазы (NiR) (нмоль $\text{NO}_2 \text{мин}^{-1} \text{мг белка}^{-1}$) проводили по Fry et al. (1982) [1], нитратредуктазы (NR) (нмоль $\text{NO}_2 \text{мин}^{-1} \text{мг белка}^{-1}$), глутаминсинтазы (GS) (нмоль γ -глутамилгидроксамата- $\text{Fe}^{3+} \text{мин}^{-1} \text{мг белка}^{-1}$) и НАД-зависимой глутаминдегидрогеназы (GDH) (нмоль НАДН $\text{мин}^{-1} \text{мг белка}^{-1}$) – по Robredo et al. (2011) [2] и пролиндегидрогеназы (PDH) (нмоль НАДН $\text{мин}^{-1} \text{мг белка}^{-1}$) – по Li et al. (2013) [3]. Содержание пролина определяли по Bates et al. (1973) [4].

Результаты и обсуждение

При водном и водно-солевом стрессе происходило уменьшение содержания воды в листьях, что сопровождалось падением фотосинтетической активности и, как следствие, сокращением утилизации CO_2 . Причём, динамика изменения фотосинтеза при засухе мало отличалась от таковой при водно-солевом стрессе. Скорость поглощения CO_2 сокращалась на 50% уже на 2-е сутки от начала эксперимента, а на 5-е сутки мы наблюдали практически полное прекращение фотосинтетической активности. Таким образом, происходило ингибирование углеродного метаболизма в растении. В качестве средства компенсации нарушения C/N-баланса, одновременно с уменьшением скорости фотосинтеза, наблюдалось снижение активности нитратредуктазы, фермента, ответственного за метаболизацию поглощённого из почвы неорганического азота. Изменения были более заметны при чисто водном стрессе, чем при водно-солевом стрессе.

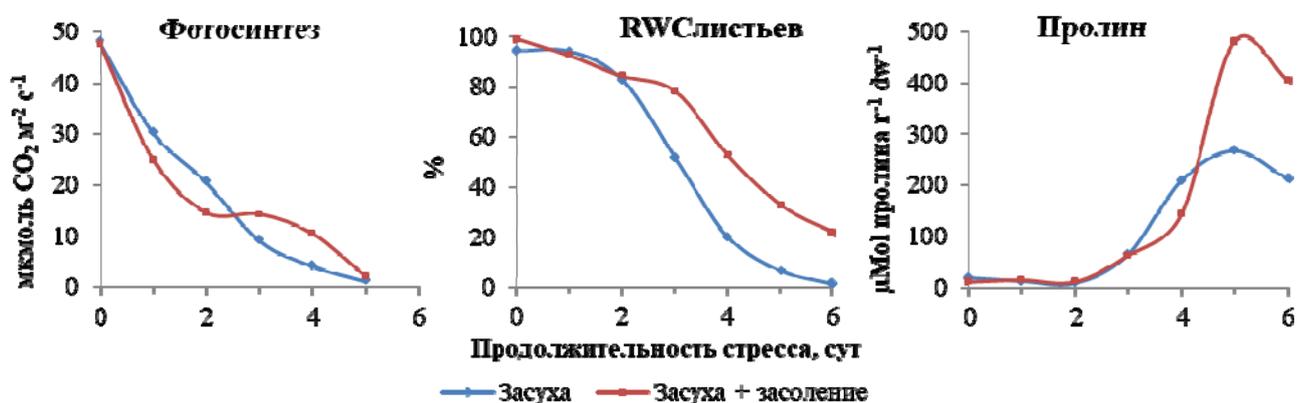


Рисунок 1. Скорость фотосинтеза, относительное содержание воды и содержание пролина в листьях пшеницы в процессе развития засухи и при комбинированном водно-солевом стрессе.

Figure 1. The photosynthesis rate, the relative water content (RWC) and the proline content in the wheat leaves during the development of drought and with combined water-salt stress.

Однако в процессе развития стресса происходило увеличение активности некоторых ферментов азотного метаболизма. Активность нитритредуктазы при засухе изменялась незначительно, но значительно увеличивалась при комбинированном стрессе. Данный фермент является ферредоксин-зависимым, т. е. получает электроны для восстановления нитрита до аммония от фотосистемы I. Увеличение его активности может быть следствием утилизации избыточных электронов фотосистемы в условиях ингибирования основного пути, направленного на образование углеродных соединений, что также можно рассматривать в качестве компенсации нарушения C/N-баланса. В отличие от засухи, при комбинированном стрессе происходило заметное увеличение активности глутаминсинтазы и НАД-зависимой глутаминдегидрогеназы, участвующих в поддержании пула глутамата в клетках и, следовательно, количества синтезированного пролина. Изменение активности пролиндегидрогеназы имело противоположную направленность при двух видах стресса. Если при чистой засухе наблюдалось уменьшение активности фермента, то при водно-солевом стрессе происходила его резкая активация. Накопление пролина в клетках обычно связывают с ингибированием пролиндегидрогеназы, единственного фермента, ответственного за утилизацию

данной аминокислоты. Однако активация фермента при комбинированном стрессе противоречит этому суждению. Накопление пролина в присутствии активности пролиндегидрогеназы можно объяснить тем, что синтез и утилизация аминокислоты происходят в разных компартментах клетки, соответственно в цитозоле и митохондриях. В условиях низкой оводнённости клетки нарушается транспорт пролина в митохондрии, что способствует накоплению его в цитозоле в больших количествах. Таким образом может осуществляться вывод больших количеств азота из цикла реакций клетки и исправление метаболического дисбаланса между количеством углеводов и азотсодержащих соединений

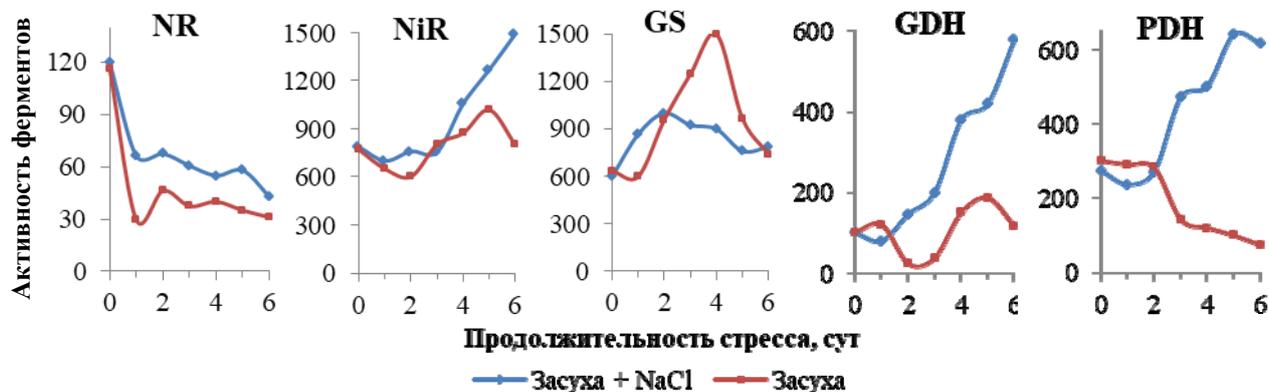


Рисунок 2. Активность ферментов азотного метаболизма в процессе развития засухи и при комбинированном водно-солевом стрессе.

Figure 2. The activity of nitrogen metabolism enzymes during the drought and under combined water-salt stress.

Заключение

В процессе исследований установлено, что в процессе развивающейся засухи, как при чисто водном, так и при водно-солевом стрессе, происходит резкое падение фотосинтетической активности, сопровождающееся изменением активности ферментов азотного метаболизма и накоплением пролина. Наблюдалось уменьшение активности нитратредуктазы, однако большая часть ферментов азотного метаболизма увеличивали свою активность. Это может быть связано с активацией синтеза пролина, который рассматривается в качестве вещества, «консервирующего» часть клеточного азота и служащего для восстановления C/N баланса клетки.

Литература

1. Fry I.V., Cammack R., Hucklesby D.P., Hewitt E.J. Kinetics of leaf nitrite reductase with Methyl Viologen and ferredoxin under controlled redox conditions // *Biochem. J.* 1982, V. 205. – P. 235-238.
2. Robredo A., Pérez-López U., Miranda-Apodaca J., Lacuestab M., Mena-Petitea A., Muñoz-Rueda A. Elevated CO₂ reduces the drought effect on nitrogen metabolism in barley plants during drought and subsequent recovery // *Environ. Exp. Bot.* 2011, V. 71. – P. 399–408.
3. Li X., Yang Y., Jia L., Chen H., Wei X. Zinc-induced oxidative damage, antioxidant enzyme response and proline metabolism in roots and leaves of wheat plants // *Ecotoxicol. Environ. Safety.* 2013, V. 89. – P. 150–157.
4. Bates L.S., Waldren R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies // *Plant Soil.* 1973. V. 39, - P. 205–207.

References

1. Fry I.V., Cammack R., Hucklesby D.P., Hewitt E.J. Kinetics of leaf nitrite reductase with Methyl Viologen and ferredoxin under controlled redox conditions // *Biochem. J.* 1982, V. 205. – P. 235-238.
2. Robredo A., Pérez-López U., Miranda-Apodaca J., Lacuestab M., Mena-Petitea A., Muñoz-Rueda A. Elevated CO₂ reduces the drought effect on nitrogen metabolism in barley plants during drought and subsequent recovery // *Environ. Exp. Bot.* 2011, V. 71. – P. 399–408.
3. Li X., Yang Y., Jia L., Chen H., Wei X. Zinc-induced oxidative damage, antioxidant enzyme response and proline metabolism in roots and leaves of wheat plants // *Ecotoxicol. Environ. Safety.* 2013, V. 89. – P. 150–157.
4. Bates L.S., Waldren R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies // *Plant Soil.* 1973. V. 39, - P. 205–207.

СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОЛИНА В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ СОИ ПРИ ВЫСОКИХ УРОВНЯХ ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ

Кириллов А.Ф. - канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник,

Харчук О.А. - канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник,

Будак А.Б. - канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник,

Баштовая С.И. - научный сотрудник,

Козьмик Р.А. - научный сотрудник,

Кистол М.К. – младший научный сотрудник

*Институт генетики, физиологии
и защиты растений,
2002 Республика Молдова, г. Кишинев;
ул. Пэдурилор, 20,
e-mail: biologia.asm@gmail.com*

В 2015-2018 гг. изучена зависимость содержания свободного пролина (Pro) в листьях влагообеспеченных растений сои сорт Амелина от относительного содержания воды листьев на двух почвенных фонах (без засоления и слабое бикарбонатное засоление). Установлено, что при достаточном влагообеспечении растений величины ОСВ листьев варьируют в диапазоне 80-95%, а содержание Pro при этом составляет 300-330 $\mu\text{g/g}$ сухого веса и практически не зависит от величины ОСВ и повышенного содержания бикарбоната натрия в почве. Сделан вывод, что листья сои в диапазоне водного дефицита листьев 5-15% не испытывают осмотический водный стресс.

Ключевые слова: соя, относительное содержание воды, пролин

FREE PROLINE CONTENT IN THE SOYBEAN PLANTS LEAVES WITH HIGH RELATIVE WATER CONTENTS

Chirilov A.F. – PhD of Biological Sciences, leading researcher,

Kharchuk O.A. PhD of Biological Sciences, leading researcher,

Budak A.B. - PhD of Biological Sciences, leading researcher,

Bastovaia S.I. - researcher,

Cozmic R.A. - researcher,

Kistol M.K. – junior researcher

*The Institute of Genetics,
Physiology and Plant Protection,
2002 Moldova Republic, Chisinau, str. Padurilor, 20
e-mail: biologia.asm@gmail.com*

In 2015-2018 the dependence of the free proline (Pro) content in the leaves on the relative water content (RWC) of leaves (in the RWC range 80-95%) of soybean variety Amelina on two soil fonds (without salinity and sodium bicarbonate 0,15%) was studied. It was established that in this range of RWC, Pro is 300-330 $\mu\text{g/g}$ dry weight, Pro does not depend on the RWC in the range of 80-95% and practically does not depend on the increased (0.15% dry weight of soil) sodium bicarbonate content in the soil. It was concluded that in the range of leaf water deficit 5-15% for soybean there is no osmotic water stress

Keywords soybean, RWC, proline

Введение. Общеизвестными физиологическими показателями уровня водного стресса растений являются водный потенциал и относительное содержание воды (ОСВ) листьев. Например, в работе [1] для растений сои критерием стресса служили величина тургорного потенциала и ОСВ листьев. Klausen (2005) показал, что содержание свободного пролина в листьях является мерой водного стресса растений томатов в диапазоне высоких, 85-93%, значений ОСВ [2]. Учитывая экономическое значение культуры сои и значительную флуктуацию почвенно-климатических условий регионов её возделывания, подобное исследование актуально и для растений сои *Glycine max* L. Нами поставлена задача изучить зависимость содержания свободного пролина от ОСВ листьев растений сои *Glycine max* L в диапазоне высоких (дефицит воды не более 15-20%) значений ОСВ листьев.

Объекты и методы исследований. Объект исследования – растения районированного в Республике Молдова сорта сои Амелина. Исследования проводили в течение 2015-2018 гг. на растениях, выращенных в сосудах объемом 10 литров (3 растения/сосуд) в условиях открытого

вегетационного комплекса при контролируемых условиях влажности почвы (70% ПВ) на двух почвенных фонах (без засоления и повышенное содержание бикарбоната натрия внесением соли при набивке сосудов, 0,15% сухого веса почвы). За 4 года в разные фазы онтогенеза растений было проведено 14 отборов- определений, каждое в 3-4 повторностях.

ОСВ определяли на высечках из листьев [3]. Содержание свободного пролина определяли в свежих листьях экстракцией 3% сульфосалициловой кислотой с последующей кислотной конденсацией свободного пролина с нингидрином и толуоловой экстракцией нингидринпролина [4]. Содержание пролина выражали в $\mu\text{г}/\text{г}$ сухой массы (*ppm*).

Дисперсионный анализ полученных параметров проводили по наименьшей средней разности для разных уровней значимости.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены средние величины ОСВ и содержания Pro в листьях растений сои сорт Амелина на вариантах достаточной влагообеспеченности 70% ПВ.

Таблица 1. Относительное содержание воды (ОСВ) и содержание Pro в листьях растений сои сорт Амелина в зоне низких дефицитов воды (2015-2018 гг.).

Table 1. Relative water content (RWC) and leaf proline content of soybean plants, Amelina variety in the diapazon of low water deficit (2015-2018).

Почвенный фон	ОСВ, % насыщения	Пролин, ppm сухой массы
без засоления	$88,9 \pm 1,6$	303 ± 34
бикарбонатное засоление	$86,6 \pm 1,4$	329 ± 43

Диапазон ОСВ листьев растений сои сорт Амелина был 80-95%. Это соответствует начальным уровням осмотического водного стресса: 0 (отсутствие стресса) и 1 (слабый стресс) [1] и существенно выше последующих уровней водного стресса; также известно, что в этом диапазоне дефицитов воды сохраняется высоким тургорный потенциал листьев сои [1]. Среднее содержание Pro в листьях для диапазона ОСВ 80-95% составило 300-330 ppm сухой массы, практически независимо от фона засоления почвы (табл. 1).

На рис. 1. приведена зависимость содержания Pro в листьях влагообеспеченных растений сои сорта Амелина (выращенных на почвах без засоления и при слабом бикарбонатном засолении) от ОСВ листьев.

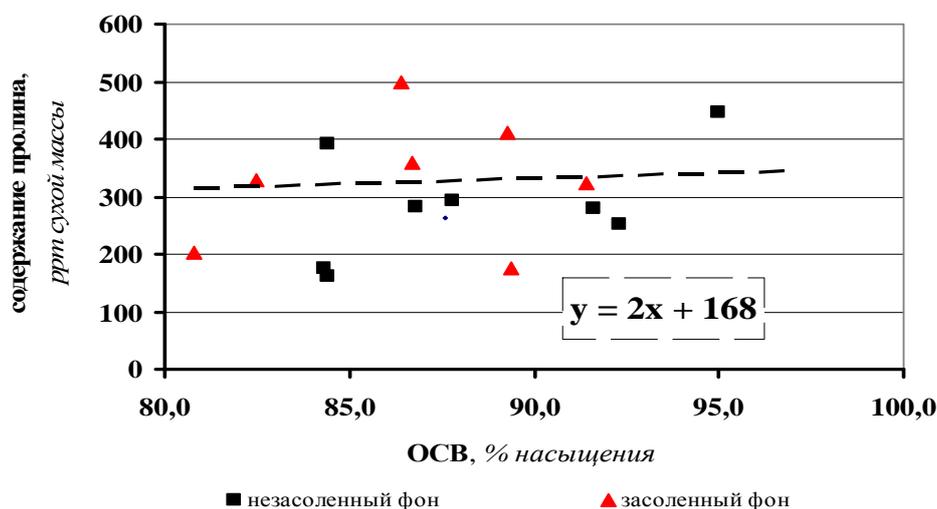


Рисунок 1. Зависимость содержания Pro в листьях растений сои сорта Амелина (на фоне без засоления и при слабом бикарбонатном засолении) от ОСВ листьев (2015-2018 гг.).

Figure 1. The dependence of the Pro content on the relative water content in the leaves of soybean plants Amelina variety (without salinity and low bicarbonate salinity) (2015-2018).

Как следует из рис. 1, в зоне высоких величин ОСВ (80-95%) содержание Pro в листьях растений сои сорта Амелина (без засоления и при слабом бикарбонатном засолении) практически не зависит от ОСВ листьев.

Наблюдаемые нами для растений сои закономерности между ОСВ и содержанием Pro существенно отличаются от закономерностей для растений томатов, где с ростом водного дефицита листьев в диапазоне ОСВ от 93,5% до 86% содержание Pro в листьях увеличивалось в несколько раз, от 0,5 до 3,4 $\mu\text{моль/г сырой массы}$ [2]. Такое содержание Pro в $\mu\text{моль/г сырой массы}$ должно соответствовать 360 и 2440 $\mu\text{г/г сухой массы}$ (*ppm сухой массы*) и при ОСВ 86-90% существенно выше содержания Pro в листьях растений сои, 300-330 *ppm сухой массы* (практически неизменное в диапазоне высоких ОСВ листьев), т.е. растения сои в таком диапазоне не испытывают осмотического водного стресса. Действительно, у растений сои тургор листьев падает при уровне ОСВ 80% [1]. Нами в 2017 г. было показано, что на всех вариантах достаточного (70% ПВ) влагообеспечения листья сорта Амелина содержат общей воды 68,1÷75,8%, что значительно ниже по сравнению с листьями томатов. У растений томатов тургор листьев начинает снижаться при ОСВ 86% при одновременном повышении содержания Pro в несколько раз [5]. Для сои при дефиците 5÷16% содержание Pro практически не меняется с уменьшением ОСВ, что отличается от опубликованной в [2] реакции листьев растений томатов, т.е. для листьев сои уровень водного дефицита ~15% не является стрессовым. Полученные нами данные об отсутствии зависимости содержания Pro от ОСВ листьев в зоне низких дефицитов воды согласуются с работами и других авторов. Так, Hossain M. (2014) отмечает, что ОСВ листьев влагообеспеченных растений сои составляет 90-95% при содержании Pro ~1 $\mu\text{моль г сырого веса}^{-1}$ [6], что при общей воде 75% соответствует содержанию Pro 460 *ppm сухого веса*.

Заключение

Для растений сои *Glycine max* L. в зоне низких дефицитов воды (5-15%) содержание Pro в листьях практически не зависит от величины ОСВ в них, т.е. в диапазоне ОСВ 80-95% листья не испытывают осмотического водного стресса.

Литература

1. Mok C. K. Water potential components, growth and physiological responses of soybeans to osmotically induced water stress. 1979. Iowa State University, 188 p. Retrospective Theses and Dissertations. 6658.
<https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=7657&context=rtd>
2. Claussen W. Proline as a measure of stress in tomato plants. *Plant Science*, 2005, 168, 241–248
3. Turner N.C. Technics and Experimental Approaches for the Measurement of Plant Water Status. *Plant and Soil* 1981, 58, 339-366
4. Bates L.S., Waldren R.P. and I .D. Teare. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 1973, 39, 206-207
5. Torrecillas A., Guillaume C., Alarcón J.J., Ruiz-Sánchez M.A. Water relations of two tomato species under water stress and recovery. *Plant Science*, 1995, 105, pp. 169-176
6. Hossain M., Liu X., Qi X., Lama H.-M., Zhang J. Differences between soybean genotypes in physiological response to sequential soil drying and rewetting. *The Crop Journal*, 2014, Vol. 2 (6), pp. 366-380

References

1. Mok C. K. Water potential components, growth and physiological responses of soybeans to osmotically induced water stress. 1979. Iowa State University, 188 p. Retrospective Theses and Dissertations. 6658.
<https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referrer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=7657&context=rtd>
2. Claussen W. Proline as a measure of stress in tomato plants. *Plant Science*, 2005, 168, 241–248
3. Turner N.C. Technics and Experimental Approaches for the Measurement of Plant Water Status. *Plant and Soil* 1981, 58, 339-366
4. Bates L.S., Waldren R.P. and I .D. Teare. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 1973, 39, 206-207
5. Torrecillas A., Guillaume C., Alarcón J.J., Ruiz-Sánchez M.A. Water relations of two tomato species under water stress and recovery. *Plant Science*, 1995, 105, pp. 169-176
6. Hossain M., Liu X., Qi X., Lama H.-M., Zhang J. Differences between soybean genotypes in physiological response to sequential soil drying and rewetting. *The Crop Journal*, 2014, Vol. 2 (6), pp. 366-380

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТЕНИЙ
VERONICA OFFICINALIS L. В КАЧЕСТВЕ
СТИМУЛЯТОРОВ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН
RICINUS COMMUNIS L.**

Корлэтяну Л.Б. - кандидат биол. наук, вед. н.с. лаборатории генетических ресурсов растений,
Мащенко Н.Е. - кандидат хим. наук, вед. н.с. лаборатории природных регуляторов,
Ганя А.И. - кандидат биол. наук, зав. лабораторией генетических ресурсов растений,
Михаилэ В.В. – н. с. лаборатории генетических ресурсов растений

*Институт генетики, физиологии
и защиты растений
МД-2002, г.Кишинев, ул.Пэдурий 20, Республика
Молдова, e-mail: lcorlateanu@yahoo.com*

Изучалась возможность повышения жизнеспособности семян клещевины при консервации *ex situ* с помощью биологически активных веществ, выделенных из растений сем. *Scrophulariaceae*. Обнаружены стимуляционные концентрации природных биорегуляторов из растений *Veronica officinalis* L. и экспозиции замачивания семян клещевины.

Ключевые слова: клещевина, биологически активные вещества, всхожесть семян, длина корешков, *Veronica officinalis* L., консервация *ex situ*

Введение

В генетическом банке растений при консервации *ex situ* коллекционных образцов различных сельскохозяйственных культур в семенах начинают происходить сложные физиолого-биохимические процессы старения, приводящие к потере всхожести. Часто данному феномену подвергаются редкие коллекционные образцы, представляющие большой научный и практический интерес. В связи с этим перспективным представляется использование методов экзогенного воздействия на старые семена с целью повышения их жизнеспособности. Для этого используют химические (микроэлементы, витамины, гибберелловая кислота, сахара, картолин, различные биологически активные вещества) и физические (электрические и магнитные поля, гамма облучение, миллиметровое излучение) факторы [1]. Одним из современных и экологически безопасных методов является применение биологически активных веществ (БАВ), а именно вторичных метаболитов высших растений, обладающих биорегуляторными свойствами.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в лаборатории генетических ресурсов растений Института генетики, физиологии и защиты растений. Объектами исследований являлись семена клещевины после их 10-летнего хранения в генетическом банке растений Молдовы. Семена *Ricinus communis* L. обрабатывали суммарными экстрактами биологически активных веществ, выделенными из растений

**THE USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE
SUBSTANCES FROM PLANTS *VERONICA
OFFICINALIS* L. AS STIMULATORS OF
VIABILITY OF *RICINUS COMMUNIS* L.
PLANT SEEDS**

Corlăteanu L.B. - PhD of Biological Sciences, laboratory of plant genetic resources,
Măşhenko N.E. - PhD of Chemical Sciences, laboratory of natural regulators,
Ganea A.I. - PhD of Biological Sciences, chief of laboratory of plant genetic resources,
Mihailă V.V. –researcher, laboratory of plant genetic resources

*Institute of Genetics, Physiology
and Plant Protection
MD-2002, Moldova, Chisinau, Padurii str. 20,
e-mail: lcorlateanu@yahoo.com*

We investigate the possibility of enhancing the viability of the castor oil plant seeds under *ex situ* conservation with help of biologically active substances isolated from plants of *Scrophulariaceae* family. Stimulating concentrations of natural bioregulators from plants *Veronica officinalis* L. and exposures of soaking of castor-oil plant seeds have been found.

Key words: castor-oil plant, biologically active substances, seed viability, length of rootlets, *Veronica officinalis* L., *ex situ* conservation

рода *Veronica* – *Veronica officinalis* L., семейство *Scrophulariaceae*. Сумма биологически активных веществ была получена исчерпывающей экстракцией 50%-ным этанолом из надземной части *Veronica officinalis* L., собранной в период цветения. Экстракты концентрировали под вакуумом до водного остатка и очищали на сефадексе LH-20 от сопутствующих веществ. Фракции, содержащие БАВ, объединяли, упаривали досуха и использовали для приготовления растворов. Водно-спиртовые экстракты, содержащие иридоидные, флавоноидные, стероидные и другие группы природных соединений, были очищены хроматографией на колонке [2]. При лабораторном тестировании они показали высокую биологическую эффективность по отношению к грибным, бактериальным и вирусным болезням, а также в качестве стимуляторов всхожести овощных и зерновых культур, причем вектор их действия напрямую зависит от используемой концентрации. В связи с этим нами была предпринята попытка использовать указанные биологически активные вещества для повышения всхожести семян клещевины с низкой жизнеспособностью при консервации *ex situ*.

Для замачивания семян использовали водные растворы БАВ в диапазоне концентраций 0,1-0,00001%, экспозиции замачивания -18 и 24 часа. Контролем в опытах служили семена, замоченные в дистиллированной воде. После обработки семена клещевины проращивали в чашках Петри в термостате при температуре 25°C. Повторность опыта - 4-х кратная. Определяли энергию прорастания и всхожесть семян, длину корешков согласно Международным правилам ISTA [3]. Данные обрабатывали с помощью пакета программ *Statistica 7*.

Результаты и их обсуждение.

На старых семенах клещевины, замоченных в суммарных экстрактах биологически активных веществ, полученных из растений *Veronica officinalis* L., при испытании различных концентраций (0,1; 0,01; 0,001; 0,0001; 0,00001%) была выбрана наиболее стимуляционная концентрация для предпосевной обработки старых семян - 0,0001%. Из двух тестируемых экспозиций замачивания семян наиболее эффективной оказалась экспозиция 18 часов. Энергия прорастания семян, учитываемая на 4-й день прорастания, составила в опыте 45,7%, а в контроле – 32,0% (табл. 1). Всхожесть семян клещевины в опыте и в контроле (на 8-й день прорастания) при этой же 0,0001%-ной концентрации составила соответственно 54,3% и 37,7%. По длине корешков проростков значения данного показателя в этих вариантах также различались: опыт - 23,3мм, контроль – 15,5мм. Таким образом, по отношению к контролю энергия прорастания семян, всхожесть и длина корешков превышали его соответственно в 1,43; 1,44 и 1,50 раза. Значительно меньший стимуляционный эффект был обнаружен при обработке семян суммарным экстрактом биорегуляторов в концентрации 0,01%. По отношению к контролю в данном варианте энергия прорастания семян,

Таблица 1. Энергия прорастания, всхожесть и длина корешков старых семян клещевины.

Table 1. Seed vigour, seed viability and length of rootlets of the old castor-oil plant seeds.

Вещества	Концентрация, %	Энергия прорастания семян, %	Всхожесть семян, %	Длина корешков, %
Сумма гликозидов из растений <i>Veronica officinalis</i> L.	10 ⁻¹	28,2 ± 2,0	35,0 ± 2,2	14,8 ± 1,2
	10 ⁻²	37,3 ± 3,2	42,7 ± 1,7*	20,9 ± 2,3*
	10 ⁻³	28,3 ± 3,0	34,0 ± 2,6	19,3 ± 1,7*
	10 ⁻⁴	45,7 ± 4,7*	54,3 ± 4,8*	23,3 ± 1,8*
Дистиллированная вода	Контроль	32,0 ± 4,3	37,7 ± 2,7	15,5 ± 1,4

* - различия достоверны при уровне значимости $p \leq 0,05$

всхожесть и длина корешков были выше в опыте соответственно в 1,17; 1,13 и 1,35 раза. Раствор суммарного экстракта в концентрации 0,1% проявил на семенах клещевины ингибирующий эффект, все изучаемые морфо-физиологические параметры проростков в опыте были ниже контроля.

Заключение

В результате проведенных исследований было обнаружено стимуляционное действие суммарного экстракта биорегуляторов, выделенных из растений *Veronica officinalis* L., на процессы прорастания старых семян клещевины с низкой жизнеспособностью после их длительного хранения.

Наиболее эффективной как для энергии прорастания, так и для всхожести семян, а также для лучшего развития корешков оказалась концентрация суммарного экстракта 0,0001% при экспозиции замачивания семян 18 часов.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о целесообразности применения данных биорегуляторов для экзогенной регуляции прорастания семян клещевины при консервации *ex situ*, что представляет большой интерес при работе с генетическими ресурсами.

Литература

1. Корлэтяну Л.Б. Жизнеспособность семян культурных растений в условиях консервации *ex situ* при действии миллиметрового излучения. - Кишинев, 2012. - 156 с.
2. Гусев П.Ф. Флавоноиды *Veronica officinalis* L. Н.Ф. Гусев, Г.Л. Глумов, С.В. Теслов // Химия природных соединений. 1975, №2. - С. 253.
3. International rules for seed testing. Москва: Колос, 1984. - 310 с.

References

1. Corlateanu L.B. Viability of seeds of the cultural plants under *ex situ* conservation under the action of millimeter radiation. Chisinau, 2012. – 156 p.
2. Gusev P.F. Flavonoids of *Veronica officinalis* L. Gusev P.F., Glumov G.L., Teslov C.V. // Chemistry of natural compounds. 1975, №2. - P.253.
3. International rules for seed testing. Moscow: Kolos, 1984. - 310 p.

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА
НА АКТИВНОСТЬ
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА**

Кособрюхов А.А. - доктор биол. наук, в.н.с. гр.
Экологии и физиологии фототрофных
организмов

*Институт фундаментальных проблем биологии
РАН, 142290 г. Пушкино, Институтская 2,
e-mail: kosobr@rambler.ru*

Проведены исследования по изучению реакции фотосинтетического аппарата на изменение уровней интенсивности света в процессе выращивания растений. Показано, что изменение активности фотосинтетического связано со снижением/повышением скорости транспорта электронов в ЭТЦ хлоропластов, скорости утилизации триозофосфатов, а также эффективности реакции карбоксилирования при изменении уровня интенсивности света в диапазоне 1200-220-50 мкмоль м⁻²с⁻¹.

Ключевые слова: фотосинтетический аппарат, интенсивность света.

**INFLUENCE OF LIGHT INTENSITY
CHANGE ON THE ACTIVITY OF
PHOTOSYNTHETIC APPARATUS**

Kosobryukhov A.A. – ScD of Biological Sciences,
Leading Researcher, Laboratory of Ecology and
Physiology of Phototrophic Organisms

*Institute of basic biological problems RAS,
142290 Pushchino, Institutskaya 2,
e-mail: kosobr@rambler.ru*

Studies have been conducted to study the reaction of the photosynthetic apparatus to changes in the levels of light intensity in the process of growing plants. It is shown that the change in photosynthetic activity is associated with a decrease / increase in the rate of electron transport in the ETC of chloroplasts, the utilization rate of triose phosphates, and the efficiency of the carboxylation reaction when the level of light intensity changes in a range of 1200–220–50 μmol m⁻² s⁻¹.

Keywords: photosynthetic apparatus, light intensity.

Введение

Динамический аспект приспособления растений к изменяющимся условиям произрастания остается недостаточно изученным, несмотря на все возрастающий интерес к данной проблеме. Известно, что повышение концентрации углекислоты в атмосфере в течение нескольких часов приводит к увеличению продуктивности растений, активности фотосинтетического аппарата, направленности углеводного метаболизма [1]. Положительный эффект отмечен, также, при кратковременном ночном снижении температуры выращивания растений [2].

В задачу данной работы входило исследование параметров CO₂ газообмена у растений в течение нескольких часов после изменения интенсивности света.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили на 40-42-дневных растениях сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.), выращенных при фотопериоде 12/12 часов, температуре 30/30°C и различных уровнях интенсивности света: 50, 220, 1200 мкмоль м⁻²с⁻¹. При проведении исследований растений переносили с одного светового режима на другой, после чего в течение 6 часов измеряли скорость газообмена. Схема работы включала определение углекислотной и световой зависимости скорости ассимиляции CO₂ растений при перенесении их с 220 на 50 мкмоль м⁻²с⁻¹ и с 1200 на 220 мкмоль м⁻²с⁻¹. В работе использовали инфракрасный газоанализатор LCPro+ (ADC BioScientific, Ltd). Параметры процесса рассчитывали по модели Farquhar et al [3] и Prioul и Chartier [4] соответственно для углекислотных и световых кривых газообмена. Эксперименты проводили в 3-4 биологических повторностях. В таблицах представлены средние значения параметров ± среднеквадратическая ошибка среднего.

Результаты и обсуждение

Изменение светового режима выращивания растений в диапазоне линейного участка световой кривой фотосинтеза от 220 до 50 мкмоль м⁻²с⁻¹ в течение 5-6 часов не приводило к изменению максимальных значений скорости фотосинтеза (P_n), что может быть связано с более высокой

активностью реакций световой стадии – скоростью электронного транспорта (J_{max}), более высокой эффективностью карбоксилирования (Табл 1).

Таблица 1. Параметры аппроксимации углекислотных кривых фотосинтеза растений свеклы при изменении светового режима выращивания растений с 220 до 50 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Table 1. The parameters of the approximation of carbon dioxide curves of photosynthesis of beet plants with a change in the light mode of growing plants from 220 to 50 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Параметры	Часы после изменения интенсивности света			
	0	1	3	5
P_n	$63,9 \pm 2,6$	$61,9 \pm 6,4$	$62,0 \pm 2,2$	$59,5 \pm 3,4$
R_{day}	$23,6 \pm 1,2$	$21,8 \pm 3,4$	$20,9 \pm 1,9$	$17,9 \pm 1,0$
R/D	0,37	0,35	0,34	0,30
V_c	$72,2 \pm 4,8$	$81,4 \pm 8,9$	$77,9 \pm 7,4$	$77,8 \pm 6,8$
J_{max}	$462,4 \pm 22,8$	$711 \pm 33,1$	$550 \pm 28,0$	$545 \pm 24,4$
TPU	$58,7 \pm 2,3$	$60 \pm 2,2$	$92,3 \pm 4,4$	$50,8 \pm 3,1$
CE	$0,280 \pm 0,014$	$0,355 \pm 0,018$	$0,384 \pm 0,022$	$0,373 \pm 0,019$

P_n – максимальная скорость поглощения CO_2 , R_{day} – темновое дыхание, V_c – максимальная скорость карбоксилирования, J_{max} – скорость электронного транспорта при световом насыщении, TPU – скорость утилизации триозофосфатов, CE – эффективность карбоксилирования

Изменение светового режима выращивания растений в диапазоне захватывающим плато световой кривой фотосинтеза – от 1200 до 220 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ в течение 5-6 часов (Таблица 2) приводило к повышению скорости поглощения CO_2 , что связано с повышением скорости транспорта электронов в ЭТЦ хлоропластов, скорости утилизации триозофосфатов, а также эффективности карбоксилирования. Наряду с повышением максимальных значений скорости фотосинтеза наблюдалось также повышение доли темнового дыхания с 0,26 до 0,32-0,35 в газообмене растений.

Таблица 2. Параметры аппроксимации углекислотных кривых фотосинтеза растений свеклы при изменении светового режима выращивания растений с 1200 до 220 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Table 2. The parameters of the approximation of carbon dioxide curves of photosynthesis of beet plants with a change in the light mode of growing plants from 1200 to 220 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Параметры	Часы после изменения интенсивности света			
	0	1	3	5
P_n	$41,9 \pm 2,4$	$56,7 \pm 3,5$	$59,3 \pm 4,2$	$61,8 \pm 4,8$
R_{day}	$11,2 \pm 2,0$	$18,6 \pm 3,1$	$20,9 \pm 3,1$	$19,5 \pm 3,3$
R/D	0,26	0,32	0,35	0,32
V_c	$70,8 \pm 5,7$	$65,9 \pm 6,5$	$73,0 \pm 4,4$	$72,9 \pm 3,8$
J_{max}	448 ± 28	475 ± 34	519 ± 38	542 ± 29
TPU	$39,9 \pm 3,3$	$54,1 \pm 3,5$	$94,4 \pm 4,4$	$25,2 \pm 1,8$
CE	$0,126 \pm 0,018$	$0,421 \pm 0,016$	$0,440 \pm 0,030$	$0,328 \pm 0,018$

Закключение

Полученные результаты отражают направленность процессов происходящие в интактном листе растений при изменении светового режима в широком диапазоне интенсивности света, дают возможность выявить лимитирующие звенья работы фотосинтетического аппарата и оценить действие светового фактора в динамическом режиме изменения его интенсивности.

Литература

1. Кособрюхов А.А. Активность фотосинтетического аппарата при периодическом повышении концентрации CO_2 // Физиология растений 2009. Т.56. №1. С. 8 - 16.

References

1. Kosobryukhov A.A. Activity of the photosynthetic apparatus at periodic elevation of CO_2 concentration // Russian Journal of Plant Physiology 2009. Vol. 56. No. 1. P. 6 – 13.

- | | |
|--|--|
| <p>2. Марковская Е.Ф., Шерудило Е.Г., Галибина Н.А., Сыроева М.И. Роль углеводов в реакции теплолюбивых растений на кратковременные и длительные низкотемпературные воздействия // Физиология растений 2010. Т.57. №5. С. 687-694.</p> <p>3. Farquhar G.D., von Caemmerer S., Berry J.A. A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C3 plants // Planta. 1980. V. 149 №1. P. 78-90</p> <p>4. Prioul J.L., Chartier P. Partitioning of transfer and carboxylation components of intracellular resistance to photosynthetic CO₂ fixation: A critical analysis of the methods used // Annals of Botany. 1977. V.41. P.789-800.</p> | <p>2. Markovskaya E.F., Sherudilo E.G., Galibina N.A., Syssoeva M.I. The role of carbohydrates in the reaction of heat-loving plants to short-term and long-term low-temperature effects // Plant Physiology 2010. T.57. №5. P. 687-694.</p> <p>3. Farquhar G.D., von Caemmerer S., Berry J.A. A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C3 plants // Planta. 1980. V. 149 №1. P. 78-90</p> <p>4. Prioul J.L., Chartier P. Partitioning of transfer and carboxylation components of intracellular resistance to photosynthetic CO₂ fixation: A critical analysis of the methods used // Annals of Botany. 1977. V.41. P.789-800.</p> |
|--|--|

**ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА
СВЕТА НА ФОТОСИНТЕЗ, РОСТ И
ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ**

Креславский В.Д. – доктор биологических наук,
в.н.с.

Кособрюхов А.А. – доктор биологических наук,
в.н.с.

*Федеральный исследовательский центр
«Пушкинский научный центр биологических
исследований РАН» Институт
фундаментальных проблем биологии РАН
142290, г. Пушкино, ул. Институтская 2,
e-mail: vkreslav@rambler.ru*

Анализируется влияние света различного спектрального состава на фотосинтез, рост и продуктивность растений. Подчеркивается важность наличия не только синего и красного диапазонов света при выращивании растений, но и дальнего красного света (область 710-750 нм), а также желто-зеленого света и УФ-А. Рассматривается влияние спектрального состава света на устойчивость растений к свету высокой интенсивности и УФ-радиации.

Ключевые слова: качество света, рост, фотосинтез, овощные культуры

Введение

Для выращивания растений в зимний период в закрытом грунте или получения хорошей рассады весной необходимо к естественному солнечному излучению добавлять искусственный свет. При этом спектральный состав дополнительного облучения имеет важное значение при выращивании растений в этих условиях. В настоящее время наряду со светодиодными источниками облучения используются различные осветительные лампы, в частности лампы ДНАТ – натриевые лампы высокого давления, люминесцентные лампы и ряд других. При этом важно определение оптимального спектрального состава света. Возникает вопрос, нужны ли источники света со спектром излучения подобным солнечному или необходимо модифицировать параметры облучателей. Следует учесть, что в солнечном излучении в среднем на каждую область света в видимой области 400-500 нм (синий свет, СС), 500-600 нм (желто-зеленый свет, ЖЗС) и 600-700 нм (оранжево-красный свет, ОКС) приходится около трети интенсивности светового потока. Для сравнения наиболее широко используемая для выращивания растений натриевая лампа высокого давления содержит порядка 8% излучения в синей области и основное излучение наблюдается в области длин волн 550-620 нм. Используя собственные и литературные данные, мы проанализировали важность различных спектральных диапазонов спектра излучения в видимой области на фотосинтез и рост растений.

Объекты и методы исследований

Эксперименты проводили на растениях салата, шпината и арабидопсиса, выращенных под светодиодными источниками различного спектрального состава или под люминесцентными лампами. Для оценки фотохимической активности растений использовали метод переменной флуоресценции. Активность ферментов и содержание пигментов определяли методом спектрофотометрии.

Результаты и обсуждение

Показано, что ни естественный свет, ни свет от искусственных источников на основе ламп, как правило, не являются оптимальными для выращивания растений. Эти соображения в значительной

**THE INFLUENCE OF THE SPECTRAL
COMPOSITION OF LIGHT ON
PHOTOSYNTHESIS, GROWTH
AND PLANT PRODUCTIVITY**

Kreslavski V.D. – Doctor of Biological Sciences,
leading scientist

Kosobryukhov A.A. – Doctor of Biological
Sciences, leading scientist

*Federal Research Center “Pushchino Scientific
Center for Biological Research of the Russian
Academy of Sciences” Institute of Basic Biological
Problems of the RAS,
142290, Russia, Pushchino, Institutskaya Street 2,
e-mail: vkreslav@rambler.ru*

The influence of the spectral composition of light on photosynthesis, growth and productivity of plants is analyzed. It emphasizes the importance of not only blue and red light in the light source when growing plants, but also of far-red light (region 710-750 nm), as well as yellow-green light and UV-A. The influence of the spectral composition of light on the resistance of plants to high-intensity light and UV radiation is considered.

Keywords: light quality, growth, photosynthesis, vegetable crops

степени согласуются с имеющимися литературными данными. Так, при исследовании влияния спектрального состава излучения на рост, развитие и качество продукции овощных растений [1-5] показано, что наиболее оптимальным является соотношение интенсивности света: оранжево-красный (ОКС) 40-80%, синий свет (СС) 10-30% и желто-зеленый (ЖЗС) – порядка 20%. При выращивании растений томатов оптимальным соотношением было: 60% красный свет (КС), 20% зеленый свет (ЗС) и 20% синий свет, а для огурцов – 40% КС, 20% СС и 20% ЗС [2]. Необходимо также использовать небольшую долю света в области УФ-А и дальний красный свет (ДКС) (710-740 нм). Облучение синим светом вызывает торможение роста стебля и поверхности листьев, при этом формируются листья с большей удельной плотностью. На синем свету наблюдался самый высокий фотосинтез в расчете на единицу площади листа. Красная область спектра способствует интенсивному росту площади листьев и вытягиванию осевых органов. В зеленой области спектра формируются тонкие листья с меньшим числом клеток и хлоропластов в 1 см² листа и отмечен самый низкий фотосинтез на единицу площади листа, но самый высокий - в расчете на хлоропласт.

Более оптимальным для выращивания растений является свет от светодиодных светильников. Например, 30 Вт фитолампа (фирма LightGrow) содержит 22 красных, 12 синих, 2 дальних красных (обычно максимум 730 нм), 2 ультрафиолетовых (обычно максимум 380 нм) и 2 белых светодиода. Тем не менее, часто используют более простые светодиодные источники, например, фитолампа для рассады 15 Ватт Е27 (Биколор). Согласно описанию, она подходит для подсветки рассады, досветки (подсветки) комнатных растений, а также для выращивания растений в гидропонике и гроубоксах. Спектр этой лампы содержит области КС и СС с максимумами 660 нм и 450 нм (в пропорции КС к СС как 4:1). По-видимому, использование светодиодных источников наиболее перспективно.

Важно также соотношение КС к ДКС в спектре излучения источника света. Так, Cao et al. [6] показали, что соотношение КС к ДКС, равное 1.2, наиболее оптимально для получения максимальной сухой массы 20-ти дн. растений томата. Соотношение КС к ДКС коррелирует с относительным содержанием активной формы фитохрома и влияет на стресс-устойчивость фотосинтетического аппарата (ФА). Например, предоблучение КС растений шпината, арабидопсиса и салата приводило к увеличению устойчивости их ФА к УФ-радиации и сильному свету [7,8]. Наблюдаемое увеличение стресс-устойчивости растений по нашим данным коррелировало с увеличением содержания различных УФ-поглощающих пигментов и антиоксидантного потенциала растений предоблученных КС.

Таким образом, доля КС в спектре солнечного излучения в среднем составляет около 30%. Для многих растений оптимальная доля КС от 50 до 80%. Поэтому во многих случаях важно добавлять КС путем дополнительного облучения растений.

На практике часто для досвечивания используют красный и синий свет. Однако лишь в некоторых случаях удается получить приемлемое выращивание овощных растений используя только два типа светодиодов: КС и СС [4]. Наиболее эффективно использование полного набора спектральных диапазонов, не только КС и СС, но и ДКС, ЖЗС и УФ-А [9]. Так, для выращивания растений салата наиболее оптимальным было сочетание КС+ДКС+СС [3, 9]. Желательно подобрать набор светодиодов с учетом времени онтогенеза и времени суток, то есть иметь своего рода спектральный паспорт для основных тепличных культур.

Другим путем корреляции спектра солнечного излучения является использование фотолюминофоров как свето-трансформирующих добавок, вносимых в материал покрытий теплиц. Так, обнаружено, что использование свето-трансформирующих добавок, преобразующих УФ-область спектра в область ОКС (610-640 нм), приводит к заметному повышению роста и продуктивности растений [10-12].

Анализ литературных и наших данных приводит к выводу, что важной причиной повышения продуктивности является возрастание изменения соотношения КС к ДКС. Другой причиной является увеличение светорассеяния покрытия за счет введенных частиц фотолюминофора, что оптимизирует доступ красного света и синего к нижним ярусам растений, куда обычно попадает преимущественно зеленый свет и ДКС.

Заключение

Важно выявить специфичность действия на рост и фотосинтез основных областей ФАР – синей, красной и желто-зеленой без добавок и с добавками УФ-А и дальнего красного света с максимумом 730 нм при выращивании наиболее важных для центральной полосы сортов овощных культур в условиях закрытого грунта.

Литература

1. Yorio N.C., Goins G.D., Kagie H.K., et al. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation // *HortScience*. 2001. V. 36. P. 380-383.
2. Тихомиров А.А., Лисовский Г.М., Сидько Ф.Я. Спектральный состав света и продуктивность растений / Отв. ред. В. М. Гольд; АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т биофизики. - Новосибирск:Наука;, 1991. - 164 с.
3. Tamulaitis G., Duchovskis P., Bliznikas Z. et al. High-power light-emitting diode based facility for plant cultivation // *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2005. V. 38. P. 3182–3187.
4. Аверчева О.В., Беркович Ю.А., Ерохин А.Н. и др. Особенности роста и фотосинтеза растений китайской капусты при выращивании под светодиодными светильниками // *Физиол. Раст.* 2009. Т. 56. С. 17-26.
5. Su N., Wu Q., Shen Z., Xia K. et al. Effects of light quality on the chloroplastic ultrastructure and photosynthetic characteristics of cucumber seedlings // *Plant Growth Regul.* 2014. V. 73 P. 227–235.
6. Cao K., Yu J., Xu D. et al. Exposure to lower red to far-red light ratios improve tomato tolerance to salt stress // *BMC Plant Biology*. 2018. V. 18:92.
7. Креславский В.Д., Христин М.С., Шабнова Н.И., Любимов В.Ю. Предоблучение отделенных листьев шпината красным светом повышает устойчивость фотосинтетического аппарата к УФ-радиации // *Физиол. Раст.* 2012. Т. 59. С. 723–729.
8. Kreslavski V.D., Los D.A., Schmitt F.-J. et al. The impact of the phytochromes on photosynthetic processes // *BBA-Bioenergetics* 2018. V. 1859. P. 400–408.
9. Pinho P., Jokinen K., Halonen L. The influence of the LED light spectrum on the growth and nutrient uptake of hydroponically grown lettuce // *Lighting Res. Technol.* 2016. P. 1–16.
10. Kosobryukhov A.A., Kreslavski V.D., Khramov R.N. et al. (2000) Effect of additional low intensity luminescence radiation 625 nm on plant growth and photosynthesis of plants // *Biotronics*. 2000. V.29. P. 1–6.
11. Raida V.S., Ivanitskii A.E., Bushkov A.V. et al. 2004. Determination of the contribution from light-transforming polymer films to red portion of transmitted solar radiation due to UV-excited luminescence // *Atmos. Oceanic Opt.* 2004. V. 17(2–3). P. 215–220.
12. Минич А.С. Экологические и морфофизиологические особенности продуктивности растений под флуоресцентными пленками, Дисс. на соиск. ученой степени д. б. н. Томск, 2011.

References

1. Yorio N.C., Goins G.D., Kagie H.K., et al. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation // *HortScience*. 2001. V. 36. P. 380-383.
2. Tikhomirov A.A., Lisovsky G.M., Sidko F.Ya. Spectral composition of light and plant productivity / Ed. ed. V.M. Gold; Academy of Sciences of the USSR, Sib. Department, Institute of Biophysics. - Novosibirsk: Science, 1991.-164 P.
3. Tamulaitis G., Duchovskis P., Bliznikas Z. et al. High-power light-emitting diode based facility for plant cultivation // *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2005. V. 38. P. 3182–3187.
4. Avercheva O.V., Berkovich Y.A. Erokhin A.N. et al. (2009). Growth and photosynthesis of Chinese cabbage plants grown under light-emitting diode-based light source. *Russ. J. Plant Physiol.* V.56. P.14-21.
5. Su N., Wu Q., Shen Z., Xia K. et al. Effects of light quality on the chloroplastic ultrastructure and photosynthetic characteristics of cucumber seedlings // *Plant Growth Regul.* 2014. V. 73 P. 227–235.
6. Cao K., Yu J., Xu D. et al. Exposure to lower red to far-red light ratios improve tomato tolerance to salt stress // *BMC Plant Biology*. 2018. V. 18:92.
7. Kreslavsky V.D., Khristin M.S., Shabnova N.I., Lyubimov V.Yu. Pre-irradiation of the separated leaves of spinach with red light increases the resistance of the photosynthetic apparatus to UV-radiation // *Russ. J. Plant Physiol.* 2012. V. 59. P. 723–729.
8. Kreslavski V.D., Los D.A., Schmitt F.-J. et al. The impact of the phytochromes on photosynthetic processes // *BBA-Bioenergetics* 2018. V. 1859. P. 400–408.
9. Pinho P., Jokinen K., Halonen L. The influence of the LED light spectrum on the growth and nutrient uptake of hydro-ponically grown lettuce // *Lighting Res. Technol.* 2016. P. 1–16.
10. Kosobryukhov A.A., Kreslavski V.D., Khramov R.N., et al. Effect of additional low intensity luminescence radiation 625 nm on plant growth and photosynthesis of plants // *Biotronics*. 2000. V.29. P.1–6.
11. Raida V.S., Ivanitskii A.E., Bushkov A.V. et al. 2004. Determination of the contribution from light-transforming polymer films to red portion of transmitted solar radiation due to UV-excited luminescence // *Atmos. Oceanic Opt.* 2004. V. 17(2–3). P. 215–220.
12. Minich A.S. Ecological and morphophysiological features of plant productivity under fluorescent films, Thesis for the degree of Doctor of Biological Sciences, Tomsk, 2011.

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АССИМИЛЯЦИЯ
CO₂ И ОКИСЛИТЕЛЬНО-
ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ГОМЕОСТАЗ В
ЛИСТЯХ ПШЕНИЦЫ ПРИ
АКТИВИРОВАННОМ ФИТОХРОМЕ**

Любимов В.Ю. - д.б.н., в.н.с.,
Кособрюхов А.А. - д.б.н., зав. группой,
Креславский В.Д. - д.б.н., в.н.с., группа
экологии и физиологии фототрофных организмов

*Институт фундаментальных проблем биологии
РАН, 142290 г. Пушкино, Институтская 2,
e-mail: lvyu99@mail.ru*

Исследовали активность хлоропластного (Хп) и цитоплазматического (Цп) ФГА-дегидрогеназных комплексов, фотосинтетическую ассимиляцию CO₂ и окислительно-восстановительный гомеостаз листьев пшеницы при активации-деактивации фитохромной системы. Показано, что при освещении красным светом (Хп)ФГА-ДГГ активируется до 200% от темнового уровня, а (Цп)ФГА-ДГГ ингибируется на 40%. При этом свето-насыщенная скорость ассимиляции возрастает на 160-170%, активность пероксидазы на 60-70% с уменьшением стационарного пула H₂O₂ на 30-40%. Т.о., можно заключить, что полная активация фитохрома (+660 нм) приводит к сдвигу углеродного метаболизма в сторону фотосинтеза и ОВ-гомеостаза в более восстановительное состояние.

Ключевые слова: фитохром, ассимиляция CO₂, пероксид водорода, пероксидаза

**PHOTOSYNTHETIC CO₂-ASSIMILATION
AND REDOX HOMEOSTASIS IN A WHEAT
LEAVES UNDER ACTIVATED
PHYTOCHROME**

Lyubimov V.Yu. – doctor of biological sciences,
leading researcher,
Kosobryukhov A.A. – doctor of biological sciences,
head of group,
Kreslavski V.D. - doctor of biological sciences,
leading researcher, group of ecology and physiology
of phototrophic organisms

*Institute of basic biological problems RAS,
142290 Pushchino, Institutskaya 2,
e-mail: lvyu99@mail.ru*

The activity of chloroplast (Ch) and cytoplasmic (Cp) PGA-dehydrogenase complexes, photosynthetic assimilation of CO₂ and redox homeostasis of wheat leaves during activation-deactivation of phytochromic system were investigated. It is shown that under red light (Ch)PGA-DHG is activated up to 200% of the dark level, and (Cp)PGA-DHG is inhibited by 40%. The light-saturated assimilation rate increases by 160-170%, the activity of peroxidase by 60-70% with a decrease in the stationary pool of H₂O₂ by 30-40%. Thus, it can be concluded that the full activation of phytochrome (+660 nm) leads to a shift of carbon metabolism towards photosynthesis and OR-homeostasis in a more reductive state.

Keywords: phytochrome, CO₂ assimilation, hydrogen peroxide, peroxidase

Введение

В природных условиях в течение дня – от восхода солнца и до заката – растения существуют в различных световых условиях, характеризующихся не только различной энергией падающей радиации, но также и различным соотношением энергии в красной области спектра. В утренние часы отношение I₆₆₀/I₇₃₀ имеет в 1,5-1,8 раза большее значение, чем в послеполуденный период. Это, вероятно, имеет следствием то, что фитохромная система растений в утренние часы будет находиться в наиболее активированном состоянии, чем во весь остальной световой период. Переключение фитохромной системы (ФХ_{кc} ФХ_{дкc}) управляет многими процессами жизнедеятельности растений. В ряде исследований показана фитохромная регуляция морфогенеза, активности митохондриальных ферментов и т.д. Вероятно, существенную роль фитохромов могут играть во взаимоотношении дыхания и фотосинтеза. Именно этой проблеме и посвящены наши исследования.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили на 10-14-дневных растениях пшеницы (*Triticum aestivum* L), выращенных при фотопериоде 10/14 часов, температуре 22/18 °С и ОВВ 60/80 % под белым светом 300 мкмоль кв м⁻² с⁻¹. Облучение КС (660 нм, 50 мкмоль кв м⁻² с⁻¹) и ДКС (730 нм, 20 мкмоль кв м⁻² с⁻¹)

¹⁾ осуществляли с помощью светодиодов. Активность ферментов определяли в суммарном белковом экстракте листьев спектрофотометрически [1]. Для (Хп)ФГА-ДГГ и (Цп)ФГА-ДГГ использовали НАДФН и НАДН в качестве восстановителя, соответственно, а для пероксидазы – диаминобензидин. Световые кривые скорости ассимиляции CO₂ измеряли на приборе LCPro+ (ADC BioScientific, Ltd) и параметры процесса рассчитывали по модели J.L. Prioul и P. Chartier [2]. Количество H₂O₂ в листьях измеряли люминометрическим методом в системе пероксидаза+люминол [3]. Все расчёты отнесены к 1 г свежего веса листа. Эксперименты проводили в 3-4 биологических повторностях с последующими 3-мя измерительными повторностями. В таблицах представлены средние значения всех уровней повторностей ± среднеквадратическая ошибка среднего.

Результаты и обсуждение

После 14-часового темпового периода активности хлоропластного и цитоплазматического ФГА-ДГГ комплексов были, в среднем, 1,0 и 10,0 мкмоль/мин*г (СВЛ), соответственно. Освещение листьев целых растений КС в течение 20 минут приводило к двукратному увеличению активности хлоропластного фермента и снижению активности цитоплазматического на 40% (Табл. 1). Освещение растений одним ДКС практически не меняло активность ни одного, ни другого ферментного комплекса. Обработка листьев ДКС сразу после КС полностью снимала активационно-деактивационное действие последнего на ФГА-ДГГ комплексы.

Таблица 1. Активность хлоропластной и цитоплазматической ФГА-ДГГ в экстрактах листьев пшеницы при различных условиях световой обработки растений

Table 1. Activity of chloroplast and cytoplasmic PGA-DHG in a wheat leaf extracts under the different light conditions

Световые условия перед измерением	Хлоропластная ФГА-ДГГ		Цитоплазматическая ФГА-ДГГ	
	А, мкмоль/мин*г	% от контроля	А, мкмоль/мин*г	% от контроля
Темнота-контроль	1,07±0,09	100,00±8,41	9,33±0,07	100,00±0,73
КС 20 минут	2,15±0,16	200,93±7,44	5,91±0,13	63,35±2,28
ДКС 20 минут	1,09±0,12	101,87±11,01	9,51±0,34	97,75±3,58
КС + ДКС	0,94±0,07	87,85±7,45	9,12±0,36	114,80±3,95

По той же схеме было проведено исследование регуляции пероксидазной активности и стационарного уровня H₂O₂ (Табл. 2). Двадцатиминутное облучение КС давало прирост активности антиоксидантного фермента на 55-65%. Освещение растений одним ДКС не меняло активности пероксидазы. Так же ДКС-обработка растений вслед за КС «отменяла» активирующее действие последнего. Данные по стационарному пулу пероксида водорода коррелируют с данными по пероксидазе. После 20-минутного активирования фитохромной системы уровень H₂O₂ снижался на 30-40%. Схемы хроматических облучений, не изменявшие активности пероксидазы (+ДКС и +КС+ДКС) также не приводили к каким-либо изменениям в величине пула пероксида водорода.

Таблица 2. Активность ДАВ-пероксидазы и содержание пероксида водорода в экстрактах листьев пшеницы при различных условиях световой обработки растений

Table 2. Activity of DAB-peroxidase and amount of hydrogen peroxide in a wheat leaf extracts under the different light conditions

Световые условия перед измерением	Пероксидаза		Пероксид водорода	
	А, мкмоль/мин*г	% от контроля	мкмоль/г	% от контроля
Темнота-контроль	5,12±0,38	100,00±7,43	1,46±0,031	100,00±2,12
КС 20 минут	8,53±0,98	166,43±11,45	1,01±0,66	69,18±6,53
ДКС 20 минут	5,38±0,43	105,08±8,00	1,48±0,055	101,37±3,72
КС + ДКС	5,89±0,33	115,04±5,60	1,41±0,047	96,58±3,33

Важнейшее значение для растения имеет величина нетто CO₂-газообмена. В связи с этим мы исследовали световую зависимость ассимиляции углекислоты при двух состояниях фитохромной системы: полностью инактивированной (темнота) и активированной (КС). По световым кривым были получены важные параметры, какими являются максимальная (светонасыщенная) скорость ассимиляции CO₂ (A_{max}), скорость темпового дыхания (R_d) и некоторые другие (Табл. 3). При активации ФХ происходило увеличение A_{max} более, чем в 2,5 раза. При этом величина темпового

дыхания снижалась в 1,7 раза. С этим ответом фотоассимиляции и дыхания согласуются изменения в величинах других параметров. Так величина интенсивности света, при которой достигается A_{\max} увеличивается в 4 раза, а световая эффективность процесса – в 2 раза. Такое кооперативное изменение параметров CO_2 -газообмена при активировании ФХ может говорить о сдвиге равновесия в сторону ассимиляции углекислоты.

Таблица 3. Параметры CO_2 -газообмена интактных листьев пшеницы при различных условиях световой обработки растений, полученные по световым кривым фотосинтеза.

Table 3. Parameters of CO_2 -exchange in intact wheat leaves under the different light conditions.

Световые условия	A_{\max} , мкмоль CO_2 /м ² с	A_{\max} , % от Темн	R_d , мкмоль CO_2 /м ² с	ФКП, мкмольКв/м ² с	Световое насыщение мкмольКв/м ² с	QE_{\max} , мкмоль CO_2 /мкмКв	Световая эффект. $\Delta\text{CO}_2/\Delta\text{Кв}$
Темн, 12 ч	17,4±0,03	100,0	-6,36±2,05	58,4	218	0,109±0,001	0,019
КС, 20 мин	46,9±1,93	269,5	-3,71±0,51	72,3	986	0,051±0,007	0,039
КС+Темн 30 мин	21,5±3,49	123,6	-2,50±0,85	67,7	650	0,037±0,008	0,032

Заклучение

Таким образом, представлены результаты комплексных исследований, охватывающие окислительно-восстановительные ферментативные реакции, состояние редокс-гомеостаза тканей листа и интегральную функцию углекислотного газообмена. Значительное усиление потока углерода по восстановительному пути в хлоропластах и снижение потока через окислительную реакцию в цепи гликолиза позволяет нам с уверенностью говорить о том, что перевод ФХ-системы в активное состояние регулирует частичное переключение с дыхательного на фотосинтетический метаболизм. С нашими данными согласуются результаты исследований коллег из Воронежского ГУ [4] о снижении активности ряда ферментов цикла Кребса при активации фитохрома. Фитохром-зависимый сдвиг между дыхательным и фотосинтетическим потоками углерода отражается в интегральном показателе – темновом и световом углекислотном газообмене. Увеличение максимальной скорости фотоассимиляции CO_2 под действием $\text{ФХ}_{\text{дкс}}$ более, чем в 2 раза коррелирует с двукратным увеличением скорости восстановления ФГК в хлоропластах, а уменьшение при этом темнового дыхания на 40% почти точно соответствует снижению потока углерода через окислительную реакцию гликолиза и последующие реакции цикла Кребса. По-видимому, одним из факторов, способствующих таким регуляторным энерготрансформирующим изменениям под управлением фитохромной системы является состояние редокс-гомеостаз фотоавтотрофной клетки.

Литература

1. Lyubimov V.Yu., Kreslavski V.D. Phytochrome B-dependent regulation of reductive phase of photosynthetic carbon assimilation. *Russ J Plant Physiol*, 2017, V.24, P. 776-781.
2. Мартиросян Ю.Ц., Мартиросян Л.Ю., Кособрюхов А.А. Динамика фотосинтетических процессов в условиях переменного спектрального облучения растений. *Сельскохозяйственная биология*, 2019, т. 54, №1, С.130-139.
3. Lyubimov V.Yu., Zastrizhnaya O.M. Role of hydrogen peroxide in photorespiration of C4 plants. *Sov Plant Physiol*, 1992, V.39, No.4, P.454-460.
4. Попов В.Н., Епринцев А.Т., Федорин Д.Н. Световая регуляция экспрессии сукцинатдегидрогеназы в листьях *Arabidopsis thaliana*. *Физиол. раст.* 2007, т.54, С.409-415.

References

1. Lyubimov V.Yu., Kreslavski V.D. Phytochrome B-dependent regulation of reductive phase of photosynthetic carbon assimilation. *Russ J Plant Physiol*, 2017, V.24, P.776-781.
2. Martirosyan Yu.Ts., Martirosyan L.Yu., Kosobryukhov A.A. Dynamic regulation of photosynthetic processes under variable spectral led irradiation of plants. *Agricultural biology (Russ)*, 2019, V.54, №1, P.130-139.
3. Lyubimov V.Yu., Zastrizhnaya O.M. Role of hydrogen peroxide in photorespiration of C4 plants. *Sov Plant Physiol*, 1992, V.39, No.4, P.454-460.
4. Popov V. N., Eprintsev A. T., Fedorin D. N. Light regulation of succinate dehydrogenase expression in *Arabidopsis thaliana* leaves. *Fiziol. rast.* 2007, V.54. P.409-415.

**ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ ВИНОГРАДА В
АЗЕРБАЙДЖАНЕ**

Мусаев М.К. – кандидат с.-х.наук,
зав.отделом плодовых культур

Гусейнова Т.Н.- кандидат б.-х.наук, в. н. с.
отдела физиологии

*Институт Генетических Ресурсов
Национальной Академии Наук Азербайджана
AZ 1106, г. Баку, проспект Азадлыг 155,
e-mail: mirza.musayev@yahoo.com*

Проведены исследования по изучению действие стрессового фактора засухи на устойчивость физиологических процессов. Определены содержание хлорофилла «а+б» и их соотношение у некоторых сортов и форм винограда. В результате исследования выявлены относительно засухоустойчивые образцы, которые рекомендованы для использования в селекционных работах.

Ключевые слова: виноград, физиологический параметр, засуха, стресс, хлорофилл

Введение

«Путь к жизни проходит через виноград», так гласит древнеримская пословица. Азербайджан является одним из самых древних центров происхождения и культуризации винограда. Виноград (*V/vinifera* L.) принадлежит к семейству виноградных (*Vitaceae* Lindley), которые насчитывают около 600 видов. Виноград является высококалорийным продуктом. По подсчетам экспертов 1 кг винограда со средней сахаристостью может дать организму человека около 30% количества калорий его дневного рациона. Глюкоза и фруктоза, содержащиеся в винограде, легко усваиваются организмом человека и очень быстро включаются в обмен веществ. Виноград содержит также значительное количество минеральных солей и ряд витаминов, отмечено наиболее высокое содержание витаминов В₁, В₂ и С. Виноград богат органическими кислотами, преимущественно таких как винная, яблочная и таниновая. Виноград содержит также и пектиновые вещества. Благодаря ценному составу плодов виноград находит значительное применение в качестве и лечебного средства (1).

В процессе своей жизнедеятельности растения часто подвергаются воздействию целого ряда природных факторов, которые лимитируют их рост, продуктивность и видовое распространение. Недостаточная устойчивость к неблагоприятным факторам среды является одной из главных причин снижения урожайности сельскохозяйственных растений. Понимание механизмов, позволяющих растениям адаптироваться к различным стрессам с целью обеспечения их роста и продуктивности во время стресса, очень важно для развития новых стратегий в селекции толерантных генотипов.

Немаловажная роль в приспособлении и устойчивости растений к неблагоприятным факторам принадлежит структурным элементам пластидного аппарата, как материальной основе, обеспечивающей его функциональную активность в изменяющихся условиях среды. Отмечается также адаптивная сущность взаиморегуляции структурно-функциональных элементов в самой фотосинтезирующей системе при неблагоприятных отклонениях параметров внутриклеточной среды или воздействии внешних факторов. В связи с этим особый интерес вызывает развитие во времени

**ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL
FEATURES OF GRAPES IN AZERBAIJAN**

Musayev M.K. – Phd of Agricultural Sciences,
Head of the Fruit Crops department

Huseynova T.N. – Phd of Biological Sciences,
Leading Researcher, Department of Physiology

*Genetic Resources Institute of ANAS, AZ 1106,
Azerbaijan, Baku, Azadlig Avenue, 155,
mirza.musayev@yahoo.com*

In this research work have been studied the changes in physiological parameters under the influence of stress factor – drought in some accessions of grapes. Chlorophyll content and their ratio is determined of grapes. As a result of the study relatively drought-resistant accessions were identified which are recommended for use in selection.

Keywords grapes, physiological parameter, drought, stress, chlorophyll

ответной реакции фотосинтетического аппарата на действие неблагоприятных факторов, поскольку есть основания считать, что она носит неспецифический, общий для всех растительных организмов характер, являясь отражением внутренней структурно-функциональной настройки живой системы, попавшей в экстремальные условия (2).

Важное значение приобретают сорта, формы, обладающие повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям окружающей среды, в частности, к засухе и засолению. Одним из путей использования территорий, подверженных к стрессу, в интересах аграрного производства является создание и выращивание засухо- и солеустойчивых сортов растений. Определение степени устойчивости к засухе и засолению позволит оценить их перспективность для разных почвенно-климатических зон и выделить генетические источники с высокой стресс-устойчивостью для использования их в селекции и растениеводстве.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в отделах плодовых культур и физиологии Института Генетических ресурсов Национальной Академии Наук Азербайджана. В качестве объектов исследований были взяты следующие сорта и формы винограда: Аг кишмиш, Гырмызы кишмиш, Тебризи, Нахичеван сары кишмиши, Хафизели, Баяншире, Шамахи мерендиси, Сары гиле, Гуш уреи, Гызыл изюм, Аг шаны и др., а также дикие образцы винограда. Исследования устойчивости растений к засухе проводились по некоторым физиологическим показателям: содержанию и стресс-депрессии фотосинтетического пигментного комплекса (содержание общей суммы хлорофилла, хлорофилла *a*, *b*) в растворе осмотика (сахарозы), имитирующего недостаток влаги. Оценку устойчивости растений к засухе по величине снижения концентрации пигментов проводили, используя высечки листьев, помещенные в пробирки с раствором осмотика (сахарозы) и водой (контроль), после чего для экстракции пигментов материал помещали в пробирки с 10 мл 96% этанола. С помощью современного спектрофотометра (UV - 3100РС, Япония) устанавливалась величина оптической плотности (*D*) хлорофилла *a* и *b* в общей смеси пигментов при двух длинах волны ($D_{665, 649}$), соответствующих максимумам поглощения пигментов в данном растворе. По полученным данным было рассчитано отношение (в процентах) концентрации пигментов в высечках листьев на растворе осмотика (опыт) к концентрации их на воде (контроль). Это отношение и является мерой для определения относительной засухоустойчивости сравниваемых объектов – оно тем выше, чем больше засухоустойчивость растений (3). Степень депрессии по содержанию пигментов при повышенном осмотическом давлении (*Z*) определяли по формуле:

$$Z = 100 - \frac{y}{x} \cdot 100\%,$$

где *y* – исследуемый средний показатель в опытном варианте,
x – данный показатель в контроле.

Результаты и обсуждение

Важную роль в изучение устойчивости растений к стрессам, имеет оценка фотосинтетических параметров. Пигментный комплекс растительного организма относится к числу систем, отличающихся значительной чувствительностью к изменяющимся условиям среды. С целью изучения и выделения генетических источников высокой стресс-устойчивости проведена оценка реакции некоторых сортов винограда на стрессовые действия и определены некоторые основные физиологические параметры (количество хлорофилла (*a+b*), (*a/ b*) и степень стресс-депрессии хлорофилла под воздействием стрессовых факторов. При изучении содержания фотосинтетических пигментов (суммы хлорофилла (*a+b*) и отношения (*a/ b*), а также уровня стресс-депрессии в листьях изученных образцов растений винограда под действием стресса засухи получены следующие результаты: сорта винограда - (Аг Шаны, Аг кишмиш, Тозлайыджы, Гырмызы кишмиш) по изученному физиологическому параметру проявили себя как высоко-засухоустойчивые. Степень депрессии хлорофилла в растворе сахарозы у этих сортов полностью отсутствует. Устойчивость изученных образцов к засухе подтверждают показатели, которые колеблются в пределах 119,2%-150%. Сорта Тебризи, Хафизели, Мисгалы, Байаншире, Шамахи Мерендиси, Нахчыван сары кишмиши оказались засухоустойчивыми. Общее количество хлорофилла в зависимости от внутренних и внешних факторов различна, как у разных таксономических групп растений, так и у одного растения. Также нужно учесть различную чувствительность каждого растения на действие неблагоприятных факторов среды. Дикие образцы винограда, коллекционные номера, которых являются 71, 78, 43,74, 3410,17 были определены, как высоко засухоустойчивые.

Соотношение хлорофилла «a»/ «b» является показателем устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Абиотические стрессовые факторы вызывают существенные нарушения в пигментном комплексе. Изменения, происходящие в пигментном комплексе объясняются, в первую очередь, снижением лабильной формы хлорофилла, т.е. количеством хлорофилла «a», в это время количество хлорофилла «b» отличается стабильностью в условиях засухи. Наблюдаемое в исследовательской работе правильное изменение отношения хлорофилла («a»/ «b») можно считать адаптивной реакцией (не специфической) ассимиляционного аппарата растений на стрессовые воздействия и в результате снижения количества основного фотосинтетического пигмента - хлорофилла «a», увеличивается количество вспомогательной формы хлорофилла «b».

Заключение

В процессе исследований нами у изученных образцов была выявлена различная устойчивость под действием стрессовых факторов и по степени устойчивости были отобраны и оценены образцы, которые можно в дальнейшем использовать в качестве донора в различных селекционных программах. Изучение эколого-физиологических особенностей плодовых растений, в т.ч. виноградного растения, позволит реализовать потенциальные возможности каждого вида и сорта с учетом всех характерных для них свойств и функций в конкретных условиях произрастания.

Литература

1. М.К. Musayev, Huseynova T.N. Biodiversity of grapevine in Azerbaijan // International Journal of Minor Fruits Medicinal and Aromatic Plants (IJMFM&AP). -Volume 2. -Number 1. -2016. – India. - p. 28-31.
2. Шишкану Г.В. и др. В кн.: «Фотосинтез плодовых растений». // Кишинев «ШТИИИИЦА»1985. 231с.
3. Методическое руководство: «Диагностика устойчивости растений стрессовым воздействиям» под ред. Удовенко Г.В. Л.,1988, 227 с.

References

1. M.K. Musayev, Huseynova T.N. Biodiversity of grapevine in Azerbaijan // International Journal of Minor Fruits Medicinal and Aromatic Plants (IJMFM&AP). -Volume 2. -Number 1. -2016. – India. - p. 28-31.
2. Shishkan G.V. and etc.«Photosynthesis of fruit plants ». //Kishinev, Shtiean, 1985, 231 p.
3. Methodical manual: «Diagnostics of plant resistance to stress» edited Udovenko G.V. L., 1988, 231 p.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ КИСЛОРОДА В ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА РОСТОВЫЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОНИКИ

INFLUENCE OF THE LEVEL OF OXYGEN IN THE FOOD MEDIUM ON GROWTH AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF PLANTS-REGENERATORS IN THE CONDITIONS OF HYDROPONICS

Плюснин И. Н. – аспирант;

Головацкая И.Ф. – доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии растений и биотехнологии;

Бойко Е.В. – аспирант, ассистент кафедры физиологии растений и биотехнологии

Plyusnin I.N. – Post-graduate student;

Golovatskaya I.F. – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Plant Physiology and Biotechnology;

Boyko E.V. – Post-graduate student, assistant of the Department of Plant Physiology and Biotechnology

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», 634050, г. Томск, пр. Ленина 36, e-mail: korok94@bk.ru

FSAEIHE NRTSU (Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Tomsk State University"), 634050, Russian Federation, Tomsk, Lenin Ave. 36, e-mail: korok94@bk.ru

Проведены исследования по изучению влияния кислорода в питательной среде на ростовые и биохимические параметры оздоровленных методом апикальной меристемы растений-регенерантов картофеля сорта Жуковский ранний в условиях гидропоники.

Studies have been conducted to study the effect of oxygen in the nutrient medium on the growth and biochemical parameters of regenerated plants of the Zhukovsky Early variety of the variety cultivated by the apical meristem method under hydroponics conditions.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum*, клональное микроразмножение, морфогенез, столонобразование, фотосинтетические пигменты, перекисное окисление липидов, гипоксия

Keywords *Solanum tuberosum*, clonal micropropagation, morphogenesis, stolon formation photosynthetic pigments, lipid peroxidation, hypoxia

Введение

Гидропонные технологии значительно упрощают процесс выращивания растений. Происходит это за счет возможности автоматизировать все этапы ухода за растениями: минеральное питание, световой и температурный режим [1]. Важнейшим звеном в гидропонных системах является аэрация раствора. Отсутствие кислорода в питательном растворе приводит к губительным последствиям для растений – в растворе активно развивается патогенная микрофлора, корни отмирают, поступление питательных веществ существенно снижается и растение погибает [2]. В настоящее время особенно остро стоит вопрос технологий получения качественного семенного материала картофеля. В литературе нет достаточных сведений о влиянии кислорода в питательной среде на рост растений-регенерантов картофеля в условиях гидропоники.

Объекты и методы исследований

В ходе эксперимента получали оздоровленные материнские микроклоны картофеля из проверенных на отсутствие вирусов апикальных регенерантов. Микроклоны культивировали в течение 25 суток в пробирках на агаризованной безгормональной половинной питательной среде Мурасиге-Скуга (½МС) с добавлением сахарозы и витаминов на белом свету (200±50 мкмоль квантов /м²с).

Растения-регенеранты последовательно адаптировали к жидкой среде ½ МС (4 дня) и среде Прянишникова (10 дней), затем растения высаживали в сосуды с аэрацией (контроль) и без аэрации (опыт), выращивали при температуре 18 (день) и 14 °С (ночь) в течение 21 суток. В этот период были

изучены такие показатели как: накопление биомассы, морфология побега и корня, суммарная площадь листьев, содержание хлорофиллов, интенсивность перекисного окисления липидов. Перекисное окисление липидов (ПОЛ) в клетке поддерживается на постоянном уровне благодаря многоуровневой антиоксидантной системе защиты. Повышенное образование МДА служит маркером окислительного стресса. Метод основан на способности МДА реагировать с тиобарбитуровой кислотой, образуя окрашенный комплекс, количество которого можно определить по оптической плотности при 532 нм [3].

С помощью Chlorophyll Content Meter CL-01 (Hansatech Instruments, Великобритания) определяли сумму хлорофиллов ($a+b$) в листьях 4-5 ярусов без их отделения от растения. Поскольку в листьях присутствуют две формы хлорофилла a и b , различающиеся по спектрам поглощения, то для определения суммы хлорофиллов выбрали длину волны 640 нм, которую обе формы поглощают одинаково.

Результаты и обсуждение

В ходе эксперимента оценили влияние кислорода на ростовые и биохимические параметры растений-регенерантов в условиях гидропоники.

При дефиците кислорода в питательной среде активировалось на 30% растяжение стебля (рис. 1), однако при этом снизилась его сырая и сухая масса соответственно на 50 и 40%. В то же время угнеталось формирование корневой системы. Гипоксия корня снижала его сырую и сухую массу на 50 и 65% соответственно относительно контроля, уменьшался его объем на 80% (рис. 2).

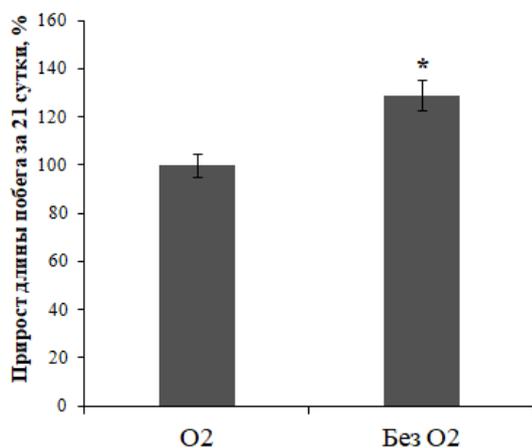


Рисунок1. Влияние кислорода на прирост длины побега растений картофеля сорта Жуковский ранний на 21 сутки культивирования

Figure 1. The effect of oxygen on the increase in the length of the shoot of potato plants of the Zhukovsky variety, early on the 21st day of cultivation



Рисунок2. Влияние кислорода на морфогенез корня и побега растений картофеля сорта Жуковский ранний

Figure 2. The effect of oxygen on the morphogenesis of the root and shoot of potato plants of the Zhukovsky Early variety

Торможение роста корней связано с активацией в них интенсивности ПОЛ. Снижение интенсивности метаболизма в корнях негативно отразилось на развитии листовой поверхности, которая сократилась на 40%, уменьшении уровня пролина в листьях. На 7 сутки снизился на 20 % суммарный уровень хлорофиллов в единице площади листа, который сохранялся в течение 2-х недель. Сохранение уровня фотосинтетических пигментов в единице площади листа, которая уменьшалась, может свидетельствовать о снижении суммарного пула хлорофиллов ($a+b$) в листьях, то есть его деградации.

Отсутствие дополнительного притока кислорода к корням тормозило прирост новых столонов в 5 раз, что существенно ограничивало семенную продуктивность растений картофеля (рис. 3).

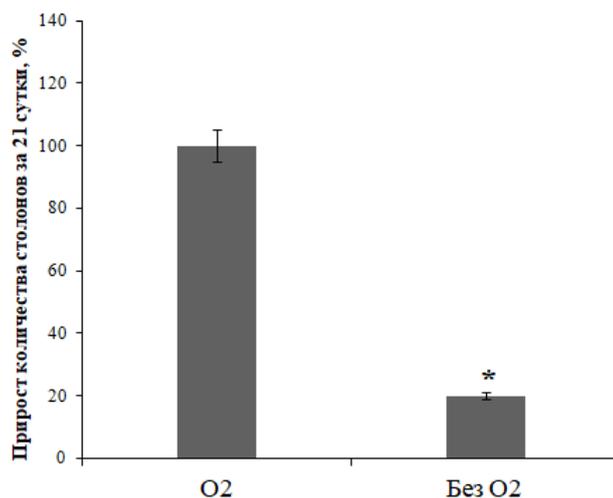


Рисунок3. Влияние кислорода на прирост количества столонов растений картофеля сорта Жуковский ранний

Figure 3. The effect of oxygen on the increase in the number of plant stolons of potato varieties Zhukovsky early

Заклучение

В процессе исследований установлено, что без дополнительного притока кислорода увеличивается длина стебля на 30%, при этом снижается его сырая и сухая масса на 50%. Отмечено Наибольшее негативное действие гипоксии проявляется на уровне корня. Торможение роста корня и снижение его объема составляет 80%.

Показано, что влияние гипоксии на корневую систему, угнетая ее рост и физиологические функции, нарушает развитие растения и столонообразование. Полученные данные позволяют регламентировать условия роста корней и таким образом повышать продуктивность растени.

Данное научное исследование выполнено при поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ.

Литература

1. Алиев Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. 2-е изд. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
2. Чесноков В.А. Выращивание растений без почвы / В.А. Чесноков, Е.Н. Базырина, Т.М. Бушуева – Л.: Издательство Ленинградского Университета, 1960. –169 с.
3. Heath R. L., Parker L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stiochiometry of fatty acid peroxidation // Arch. Biochem. Biophys. 1968. Vol. 125. – P. 189–198.

References

1. Aliev, E. A. Growing vegetables in hydroponic greenhouses. 2nd ed. - K.: Harvest, 1985. - 160 p.
2. Chesnokov V.A. Growing plants without soil / V.A. Chesnokov, E.N. Bazyrina, T.M. Bushueva – L.: Publishing House of the Leningrad University, 1960. –169 p.
3. Heath R. L., Parker L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stiochiometry of fatty acid peroxidation // Arch. Biochem. Biophys. – 1968. – Vol. 125. – P. 189–198.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ЗАСОЛЕНИЯ НА КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ МЕЗОФИЛЛА И ЛИПИДНЫЙ ПРОФИЛЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ МЕМБРАН У РАСТЕНИЙ С РАЗНЫМ ТИПОМ ФОТОСИНТЕЗА

Розенцвет О.А.¹ - доктор б.н., в.н.с, лаборатории «Экологическая биохимия»
Богданова Е.С.¹ - кандидат б.н., н.с. лаборатории «Экологическая биохимия»
Нестеров В.Н.¹ - кандидат б.н., с.н.с. лаборатории «Экологическая биохимия»
Иванова Л.А.² - кандидат б.н., с.н.с. лаборатории «Интродукции травянистых растений»
Шуйская Е.В.³ - кандидат б.н., с.н.с. лаборатории «Глобальной экологии фотосинтеза»

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук» 445003, г. Тольятти, ул. Комзина 10, e-mail: olgarozen55@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», 620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта 202а.

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук», 127276, Москва, ул. Ботаническая 35.

Исследованы три вида растений с разными типами фотосинтеза *Climacoptera crassa* (C₄), *Sedobassia sedoides* (C₃₋₄), *Salicornia perennans* (C₃) в районе Северного Прикаспия на участках с разным уровнем засоления. Показано, что с увеличением концентрации NaCl меняются размеры и число клеток в единице площади листа, число и размеры хлоропластов, индекс мембран клеток. Направленность и степень изменений у разных видов растений зависят от типа фотосинтеза.

Ключевые слова: галофиты, липиды, мезоструктура, фотосинтетический аппарат

Введение

Согласно современным представлениям существует ряд ключевых функциональных признаков, характеризующих особенности растений и их способность реагировать на изменения окружающей

INFLUENCE SALINITY ON QUANTITATIVE PARAMETERS OF MESOPHYLL AND THE LIPID PROFILE PHOTOSYNTHETIC MEMBRANES IN PLANTS WITH DIFFERENT TYPES OF PHOTOSYNTHESIS

Rosentsvet O.A.¹ –DSc of Biological Sciences, Leading Researcher, laboratory "Ecological Biochemistry"
Bogdanova E.S.¹ – PhD of Biological Sciences, Researcher, laboratory of "Ecological Biochemistry"
Nesterov V.N.¹ – PhD of Biological Sciences, Senior Researcher, laboratory "Ecological Biochemistry"
Ivanova L.A.² – PhD of Biological Sciences, Senior Researcher of the laboratory of the "Introduction of Grassy Plants"
Shuyskaya E.V.³ – PhD of Biological Sciences, Senior Researcher of the laboratory of "Global Ecology of Photosynthesis"

¹FSBIS IEVBRAS (Federal State Budgetary Institution of Science "Institute of Ecology of the Volga Basin of the Russian Academy of Sciences") 445003, Russia, Tolyatti, Komzina str. 10, e-mail: olgarozen55@mail.ru

² FSBIS IBGUBRAS (Federal State Budgetary Institution of Science "Institute Botanic Garden, Ural Branch, of the Russian Academy of Sciences"), 620144, Russia, Yekaterinburg, 8 March str. 202а.

³ FSIS IPPRAS (Federal State Institution of Science "Institute of Plant Physiology. KA Timiryazev Russian Academy of Sciences"), 127276, Moscow, Botanicheskaya str. 35.

Three species of plants with different types of photosynthesis *Climacoptera crassa* (C₄), *Sedobassia sedoides* (C₃₋₄), *Salicornia perennans* (C₃) in the Northern Caspian region in areas with different levels of salinity were studied. It was shown that with increasing NaCl concentration, the size and number of cells per unit of leaf area, the number and size of chloroplasts, and the cell membrane index change. The directionality and degree of change in different plant species depend on the type of photosynthesis.

Keywords halophytes, lipids, mesostructure, photosynthetic apparatus

среды [1]. К ним относят параметры, характеризующие жизненную форму, архитектуру листа, анатомические и морфологические признаки, водный обмен, фотосинтез, редокс-гомеостаз, метаболический потенциал и др. Важным компонентом приспособления растений к изменяющимся условиям среды является структурно-функциональная адаптация фотосинтетического аппарата (ФА) [2]. Функциональные комплексы ФА встроены в матрицу полярных глицеролипидов в мембранах тилакоидов, состоящих из моно- и дигалактозилдиацилглицеринов (МГДГ и ДГДГ), сульфохиновозилдиацилглицерина (СХДГ) и фосфатидилглицерина (ФГ) [3]. Цель работы состояла в изучении внутри- и межвидовых структурных и биохимических признаков листьев растений с разным типом фотосинтеза в ответ на изменение уровня засоления почвы.

Материалы и методы

Исследованы три вида растений, произраставших в районе Северного Прикаспия. Листья растений *Climacoptera crassa* (C₄ НАД-МЭ) и *Sedobassia sedoides* (C₃-C₄) отбирали в сходных ценоотических условиях (ЦП-1 и ЦП-2) на двух участках с разным составом почвы, а сросшиеся с листьями побеги *Salicornia perennans* (C₃) – в ценопопуляциях ЦП-3 и ЦП-4. Проведенный анализ почвы выявил двукратное превышение содержания NaCl в почве растительных сообществ ЦП-2 по сравнению с ЦП-1, а также в ЦП-3 по сравнению с ЦП-4.

Результаты и обсуждения

С увеличением засоления почвы меняются размеры и число клеток в единице площади листа. Для вида с C₄-типом фотосинтеза характерно двукратное уменьшение объема клеток мезофилла и четырехкратное - клеток обкладки. У растений с C₃-C₄ и C₃-типа напротив при засолении наблюдали двукратное увеличение объема и площади поверхности клеток мезофилла и обкладки. Изменение размеров клеток коррелировало с числом хлоропластов в них: для *C. crassa* – снижалось, для *S. sedoides* и *S. perennans* – увеличивалось. Изменение размеров и количества клеток при смене условий произрастания имело обратно пропорциональную зависимость. Так у *C. crassa* при уменьшении размеров клеток мезофилла их число в единице площади проекции органа увеличивалось, у *S. sedoides* и *S. perennans* снижение количества фотосинтезирующих клеток сопровождалось увеличением их размеров.

Соотношение размеров и количества клеток и хлоропластов влияло на интегральные показатели мезофилла. Так, с увеличением засоления почвы у C₄ вида снижалась суммарная площадь поверхности фотосинтетических клеток и площадь поверхности хлоропластов в единице площади листа. У C₃-C₄ вида, напротив, ассимилирующая поверхность клеток и поверхности хлоропластов увеличивалась, а у *S. perennans* оставались стабильными.

Общее содержание пигментов варьировало от 2,1 до 5,5 мг/ 1г сухой массы. Больше их количество обнаружено в растениях *S. sedoides*. С увеличением количества NaCl в почве у всех видов наблюдали небольшое снижение содержания пигментов. При этом отношение хлорофилла *a/b* у растений C₃ уменьшалось, C₃-C₄ – увеличивалось, а C₄ – не изменялось. Выявлена отрицательная зависимость между отношением хлорофилла *a/b* и объемом клетки.

В липидах, выделенных из хлоропластов, кроме МГДГ, ДГДГ, СХДГ и ФГ, обнаружены фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилинозитол и фосфатидная кислота, а также лизофосфатидилхолин и стеринны. С увеличением концентрации NaCl в почве у всех видов увеличивается количество мембранных липидов. Причем у *S. sedoides* и *S. perennans* этот процесс коррелирует с увеличением объема клеток и хлоропластов.

Заключение

Таким образом, определены особенности изменения параметров мезофилла и липидного профиля фотосинтетических мембран у растений с C₃, C₄ и C₃₋₄ – типом фотосинтеза. Показано, что с увеличением засоления почвы меняются размеры и число клеток в единице площади листа, число и размеры хлоропластов, индекс мембран клеток. Направленность и степень изменений у разных видов растений зависят от типа фотосинтеза.

Литература

1. Cornelissen J.H.C., Lavorel S., Garnier E., Diaz S., Buchmann N., Gurvich D.E., Reich P.B., ter Steege H., Morgan H.D., van der Heijden M.G.A. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide // Austral. J. Botany. 2003. V. 51. - P. 335-380.

References

1. Cornelissen J.H.C., Lavorel S., Garnier E., Diaz S., Buchmann N., Gurvich D.E., Reich P.B., ter Steege H., Morgan H.D., van der Heijden M.G.A. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide // Austral. J. Botany. 2003. V. 51. - P. 335-380.

- | | |
|--|--|
| <p>2. Ivanova L.A., Yudina P.K., Ronzhina D.A., Ivanov L.A., Hölzel N. Quantitative mesophyll parameters rather than whole-leaf traits predict response of C3 steppe plants to aridity // <i>New Phytologist</i>. 2018. V. 217(2). - P. 558-570.</p> <p>3. Dörmann P. Benning C. Galactolipids rule in seed plants // <i>Trends Plant Sci</i>. 2002. V. 7. - P. 112-118.</p> | <p>2. Ivanova L.A., Yudina P.K., Ronzhina D.A., Ivanov L.A., Hölzel N. Quantitative mesophyll parameters rather than whole-leaf traits predict response of C3 steppe plants to aridity // <i>New Phytologist</i>. 2018. V. 217(2). - P. 558-570.</p> <p>3. Dörmann P. Benning C. Galactolipids rule in seed plants // <i>Trends Plant Sci</i>. 2002. V. 7. - P. 112-118.</p> |
|--|--|

**ФОТОРЕЦЕПТОРЫ РАСТЕНИЙ КАК
ФАКТОР АДАПТАЦИИ
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА К
УФ-РАДИАЦИИ**

¹Худякова А.Ю. – м.н.с.,
¹Ширшикова Г.Н. – кандидат биологических
наук, с.н.с.,
¹Любимов В.Ю. – доктор биологических наук,
в.н.с.,
^{1,2}Креславский В.Д. – доктор биологических
наук, в.н.с.

¹Федеральный исследовательский центр
«Пушчинский научный центр биологических
исследований РАН» Институт
фундаментальных проблем биологии РАН
142290, г. Пушкино, ул. Институтская 2,
²Институт физиологии растений
РАН им. К.А. Тимирязева,
127276, Москва, ул. Ботаническая, 35,
e-mail: vkreslav@rambler.ru

Изучено влияние содержания фоторецепторов, таких как фитохромы А и В (ФхА и ФхВ), а также криптохромы 1 и 2 на устойчивость фотосинтетического аппарата (ФА) к УФ-радиации у растений *A. thaliana* дикого типа и мутанты, дефицитные по ФхА, ФхВ и дефицитные по ФхА, ФхВ одновременно, а также мутанты, дефицитные по криптохромам 1 и 2. Показано, что наиболее чувствительными к действию УФ-радиации являются мутанты, дефицитные по криптохромам 1 и 2, а также по ФхА и ФхВ одновременно. Мутанты дефицитные только по ФхА и ФхВ мало отличались от растений дикого типа. Обнаружена положительная корреляция между устойчивостью ФА и содержанием УФ-поглощающих пигментов в листьях растений. Предполагается, что одним из основных факторов, определяющих фоторецептор-зависимую устойчивость ФА является содержание УФ-поглощающих пигментов

Ключевые слова: стрессоустойчивость, УФ-радиация, фотосинтетический аппарат, фотосистема 2, криптохромы, фитохромы

**PHOTORECEPTORS AS A FACTOR OF
PHOTOSYNTHETIC APPARATUS
ADAPTATION TO UV-RADIATION**

¹Khudyakova A.Yu – Junior Researcher,
¹Shirshikova G.N. – PhD of Biological Sciences,
Senior Researcher,
¹Lyubimov V.Yu. – Doctor of Biological Sciences,
Leading Researcher,
^{1,2}Kreslavski V.D. – Doctor of Biological Sciences,
Leading Researcher

¹Federal Research Center “Pushchino Scientific
Center for Biological Research of the Russian
Academy of Sciences” Institute of Basic Biological
Problems of the RAS,
142290, Russia, Pushchino, Institutskaya Street 2,
²Timiryazev Institute of Plant Physiology of the RAS,
127276, Russia, Moscow, Botanicheskaya Street 35,
e-mail: vkreslav@rambler.ru

The effect of the content of photoreceptors, such as phytochromes A and B (PhyA and PhyB), as well as cryptochromes 1 and 2 on the resistance of the photosynthetic apparatus (PA) to UV radiation in *A. thaliana* plants wild type and mutants deficient in PhyA, PhyB, deficient in PhyA and PhyB simultaneously, as well as mutants deficient in cryptochromes 1 and 2. It was shown that mutants deficient in cryptochromes 1 and 2, as well as in PhyA and PhyB, are the most sensitive to the action of UV radiation. Mutants deficient only in PhyA and PhyB were differed little from wild type plants. A positive correlation between the resistance of PA and the content of UV-absorbing pigments in the leaves was found. It is assumed that one of the main factors determining photoreceptor-dependent PA resistance is the content of UV-absorbing pigments.

Keywords: stress resistance, UV radiation, photosynthetic apparatus, photosystem 2, cryptochromes, phytochromes

Введение

Известно, что система регуляторных фоторецепторов играет ключевую роль в восприятии света. Эти фоторецепторы включают фитохромы, криптохромы, фототропины, протохлорофиллиды и фоторецепторы УФ-В (UVR8). У томата и арабидопсиса пять типов фитохромов [1]. Также

существует три основных типа криптохромов: криптохром 1, криптохром 2 и криптохром-подобный ДНК-лиаза. Однако механизм участия этих фоторецепторов в процессах адаптации фотосинтетического аппарата (ФА) к действию различных стрессовых факторов мало изучен [1, 2]. Ранее было показано, что ФА мутантов растений арабидопсиса дефицитных по фитохромам А и В, а также криптохрому 1, более чувствителен к действию УФ-радиации, чем дикий тип (ДТ) [3, 4, 5]. В представленной работе проведено детальное исследование возможных причин влияния фоторецепторов на адаптацию ФА растений арабидопсиса к УФ-радиации.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования были использованы 23-30-дн. растения арабидопсиса ДТ, растения мутантов, дефицитных по фитохрому В (ФхВ), фитохрому А (ФхА), фитохрому В и А (ФхВФхА, ДМ) одновременно, а также по криптохрому 1 и криптохромам 1 и 2 одновременно. Особый акцент был сделан на использование растений, выращенных в различных световых условиях (фотопериод: 12,16 и 24 ч, выращивание на белом и красном свете (КС)). Растения дефицитные по фитохромам выращивались под красными светодиодами при интенсивности света 130 мкмоль квантов $\text{м}^{-2} \text{с}^{-1}$ или под белыми люминесцентными лампами при той же интенсивности света. Растения дефицитные по криптохромам выращивались на белом свете люминесцентных ламп. Опытные образцы перед анализом в конце темного периода подвергались или облучению УФ-В (311 ± 4 нм, 3.6 кДж м^{-2}) в течение 1 ч или 2-х часовому облучению УФ-А (365 нм, 72 кДж м^{-2}). В качестве контроля использовали растения без облучения.

С помощью метода переменной флуоресценции оценивали активность фотосистемы 2 (ФС2). Для определения максимального (F_v/F_m) и эффективного (F_v'/F_m') квантовых выходов и скорости электронного транспорта (ETR) использовали РАМ-флуориметрию и флуориметрию на основе JР теста. Определяли содержание УФ-поглощающих (УФПП) и фотосинтетических пигментов в листьях контрольных и опытных растений.

Результаты и обсуждение

При исследовании влияния УФ-радиации на фотосинтетическую активность (активность ФС2) и содержание пигментов обнаружено, что мутант *ФхАФхВ*, выращенный на КС, является наиболее чувствительным по сравнению с ДТ. Разница по этим параметрам при всех условиях у мутантов по ФхА и ФхВ и ДТ была незначительна. Кроме *ФхАФхВ*, при выращивании на белом свете, ФС2 мутанта дефицитного по криптохромам 1 и 2 была более чувствительна к действию УФ-В, чем мутанта по криптохрому 1.

Была обнаружена положительная корреляция между содержанием УФПП и устойчивостью ФС2 к УФ-В, выращенных на КС, растений ДТ и ДМ. Чем выше было это содержание, тем меньше было снижение активности ФС2 после воздействия УФ-В. Высокие коэффициенты корреляции всех вариантов (в пределах 0.86-0.99) согласуются с нашей гипотезой о важной роли содержания УФПП в устойчивости ФС2 к УФ-В. Также была обнаружена корреляция между содержанием каротиноидов в листьях и чувствительностью ФС2 к УФ-В. Содержание УФПП у мутанта дефицитного по криптохромам 1 и 2 было также ниже, чем у ДТ, что согласуется с этой гипотезой.

Мы предполагаем, что пониженное содержание УФПП у двойных мутантов по сравнению с диким типом и мутантами дефицитными только по одному фоторецептору связано с более низкой активностью ферментов биосинтеза флавоноидов и других УФПП.

Заключение

Показано, что в формировании механизмов адаптации ФА растений арабидопсиса к УФ излучению участвует фитохромная система и криптохромы. Предполагается, что регуляция осуществляется через изменение содержания УФПП и каротиноидов, а также антиоксидантный потенциал растений. Частично это может происходить путем индукции транскрипционной активности генов некоторых факторов транскрипции и антиоксидантных ферментов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 18-34-00613 мол_а.

Литература

1. Gavassi M.A., Monteiro C.C., Campos M.L. et.al. Phytochromes are key regulators of abiotic stress responses in tomato // *Scientia Horticulturae*. 2017. 222. P. 126–135.
2. Carvalho R.F., Campos M.L., Azevedo R.A. The role of phytochrome in stress tolerance // *J. Integr. Plant Biol.* 2011. V. 53. P. 920–929.

References

1. Gavassi M.A., Monteiro C.C., Campos M.L. et.al. Phytochromes are key regulators of abiotic stress responses in tomato // *Scientia Horticulturae*. 2017. 222. P. 126–135.
2. Carvalho R.F., Campos M.L., Azevedo R.A. The role of phytochrome in stress tolerance // *J. Integr. Plant Biol.* 2011. V. 53. P. 920–929.

3. Kreslavski V.D., Los D.A., Schmitt F.J. et al. The impact of the phytochromes on photosynthetic processes // BBA - Bioenergetics. 2018. V. 1859. P. 400–408.

4. Kreslavski V.D., Shirshikova G.N., Lyubimov V.Yu. et al. Effect of preillumination with red light on photosynthetic parameters and pro-/antioxidant balance in *Arabidopsis thaliana* in response to UV-A // J. Photochem. Photobiol. B. V. 127. 2013. P. 229–236.

5. Khudyakova A.Yu., Kreslavski V.D., Shirshikova G.N., et al. Impact of UV-B radiation on the photosystem II activity, pro-/antioxidant balance and expression of light-activated genes in *Arabidopsis thaliana hy4* mutants grown under light of different spectral composition// J. Photochem. Photobiol. B, Biol. 2019. V. 194. P. 14–20.

3. Kreslavski V.D., Los D.A., Schmitt F.J. et al. The impact of the phytochromes on photosynthetic processes // BBA - Bioenergetics. 2018. V. 1859. P. 400–408.

4. Kreslavski V.D., Shirshikova G.N., Lyubimov V.Yu. et al. Effect of preillumination with red light on photosynthetic parameters and pro-/antioxidant balance in *Arabidopsis thaliana* in response to UV-A // J. Photochem. Photobiol. B. V. 127. 2013. P. 229–236.

5. Khudyakova A.Yu., Kreslavski V.D., Shirshikova G.N., et al. Impact of UV-B radiation on the photosystem II activity, pro-/antioxidant balance and expression of light-activated genes in *Arabidopsis thaliana hy4* mutants grown under light of different spectral composition// J. Photochem. Photobiol. B, Biol. 2019. V. 194. P. 14–20.

**БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ
МАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ
АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

¹**Якубовский В.И.** – бакалавр АлтГУ
¹**Бородулина И.Д.** – кандидат с.-х. наук, доцент
кафедры экологии, биохимии и биотехнологии
АлтГУ
²**Яговцева Н.Д.** – с.н.с. селекционного центра
ФАНЦА
²**Земцова А.Я.** – кандидат с.-х. наук, с.н.с.
лаборатории промышленных технологий
ФАНЦА

¹*Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Алтайский государственный
университет»
656049, г. Барнаул, пр-т Ленина, 61,
e-mail: yakubovskij97@gmail.com*

²*ФАНЦА (Федеральный Алтайский научный
центр агробиотехнологии)
656045, г. Барнаул, Змеиногорский тр-т, 49,
e-mail: anna-krysova@mail.ru*

В работе представлена комплексная оценка биохимических показателей ягод сортов и гибридов малины обыкновенной в условиях лесостепной зоны Алтайского края.

Ключевые слова: малина обыкновенная, биохимический состав, витамин С, комплексная оценка.

Введение

Малина обыкновенная – одно из наиболее распространенных растений используемых, как в официальной, так и народной медицине во всем мире. Она содержит множество биологически активных соединений, таких как витамины, сахара, органические кислоты, микроэлементы, флавоноиды, дубильные вещества, антоцианы, кумарины, эфирные масла [1]. Направления использования малины многочисленны. Она может быть использована для потребления в свежем виде или её реализуют в качестве полуфабриката. В настоящее время селекция рода *Rubus* ведётся более чем в 20 странах мира. Создание зимостойких, засухоустойчивых, устойчивых к грибным и вирусным заболеваниям, урожайных форм с высоким качеством плодов разного срока созревания – основные направления селекции для сортов, плодоносящих на двухлетних стеблях. За последние 5 лет в Государственный реестр селекционных достижений РФ включено 20 новых сортов малины, из них 9 ремонтантного типа [2]. В Алтайском крае научные программы по селекции малины выполняются в ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий (ФАНЦА), Отделе НИИСС им. М.А. Лисавенко (г. Барнаул).

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в лаборатории промышленных технологий НИИСС им. М.А. Лисавенко ФАНЦА в 2018 г. Объектами исследования служили ягоды 6-ти сортов (Барнаульская (контроль), Аврора, Блеск, Бригантина, Иллюзия, Кредо) и 12-ти гибридов малины из коллекции

**BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS
OF THE RASPBERRY ORTICAL IN THE
CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE
ZONE OF THE ALTAI TERRITORY**

¹**Yakubovsky V.I.** – Bachelor of Altai State
University
¹**Borodulina I.D.** – PhD of Agricultural Sciences,
Associate Professor of Department of Ecology,
Biochemistry and Biotechnology of Altai State
University
²**Yagovtseva N.D.** – Senior Researcher, Breeding
Center, FASCA
²**Zemtsova A.Ya.** – PhD of Agricultural
Sciences, Senior Researcher, Laboratory of
Industrial Technologies, FASCA

¹*Federal state budgetary educational institution of
higher education "Altai State University»
656049, Russia, Barnaul, Prospect Lenina, 61,
e-mail: yakubovskij97@gmail.com*

²*FASCA (Federal Altai Scientific Center for
Agrobiotecnology)
656045, Russia, Barnaul, Zmeinogorsky str. 49
e-mail: anna-krysova@mail.ru*

The paper presents a comprehensive assessment of the biochemical parameters of the berries of raspberry varieties and hybrids of ordinary rape in the forest-steppe zone of the Altai Territory.

Keywords red raspberry, biochemical composition, vitamin C, complex evaluation.

НИИСС им. М.А. Лисавенко. Методы исследования: рефрактометрический метод определения сухого вещества [3], определение массовой концентрации сахаров прямым титрованием [4], методы определения витамина С [5], определение кислотности по вытяжке [3]. Комплексная оценка биохимических показателей проводилась по методике Е.В. Тюриной [6].

Результаты и обсуждение

В результате проведения комплексного анализа биохимических признаков ягод малины обыкновенной в первом и втором классах с наименьшим проявлением одного признака выделилось 2 гибрида – 06-11-12 и 07-11-04. По двум признакам в данных классах – сорт Блеск и гибриды 03-08-36, 07-11-14, 13-1 и 06-11-04. По трём признакам – 3 сорта (Барнаульская, Аврора и Кредо) и 3 гибрида (№89, рубиновый-2 и 03-08-09). По четырем признакам (растворённые сухие вещества, сахара, витамин С и сахарокислотный индекс) зафиксирован сорт Иллюзия.

Таблица 1. Распределение по классам биохимических показателей сортов и гибридов малины обыкновенной, 2018 г.

Table 1. The distribution by classes of biochemical indicators of raspberry varieties and hybrids ordinary, 2018.

Признак	П.	Класс интенсивности развития признаков					
		1	2	3	4	5	6
РСВ, %	1	7,15 – 8,24	8,25 – 9,34	9,35 – 10,44	10,45 – 11,54	11,55 – 12,64	12,65 – 13,77
	2	Барнаульская, № 89, Рубиновый-2	Аврора, Иллюзия, Кредо, 07-11-14, 13-1, 03-08-09	Блеск, 06-11-04, 06-11-12	07-11-04, 15-1, 03-08-36	08-11-11, 09-11-13	Бригантина
Сахара, %	1	3,43 – 4,40	4,41 – 5,30	5,31 – 6,21	6,22 – 7,11	7,12 – 8,02	8,03 – 9,28
	2	Барнаульская, Иллюзия	Аврора, Рубиновый-2	Блеск, 07-11-14, 06-11-04, 06-11-12, 07-11-04, 13-1, 09-11-13	08-11-11	Бригантина, Кредо, 03-08-09	15-1, 03-08-36
Титруемая кислотность, %	1	1,02 – 1,147	1,148 – 1,275	1,276 – 1,404	1,405 – 1,532	1,533 – 1,660	1,661 – 1,79
	2	08-11-11, 03-08-09, 03-08-36	Кредо	Аврора, Блеск, Бригантина, 07-11-14, 09-11-13	Иллюзия, №89, 15-1	Барнаульская, Рубиновый-2, 13-1, 06-11-04, 07-11-04	06-11-12
Сахарокислотный индекс	1	2,07 – 3,11	3,12 – 4,16	4,17 – 5,21	5,22 – 6,26	6,27 – 7,31	7,32 – 8,36
	2	Барнаульская, Иллюзия, №89, Рубиновый-2	Аврора, Блеск, 07-11-14, 06-11-04, 06-11-12, 07-11-04, 13-1	09-11-13	Бригантина, Кредо, 08-11-11	15-1	03-08-09, 03-08-36
Витамин С, мг/100 г	1	19,76 – 25,99	26,00 – 32,23	32,24 – 38,47	38,48 – 44,71	44,72 – 50,95	50,96 – 57,20
	2	03-08-09	Блеск, Иллюзия, Кредо, 06-11-04, 03-08-36	Барнаульская, Аврора, Бригантина, 08-11-11, №89, 06-11-12	07-11-04, 15-1, Рубиновый-2, 09-11-13	13-1	07-11-14

Примечание: 1 – интервал класса; 2 – сорта и гибриды малины; П. – показатель.

«Центром» или ядром изучаемых генотипов явились третий и четвёртый классы. Здесь с минимальным проявлением одного признака отмечено 3 сорта – Барнаульская, Иллюзия и Кредо, и 3 гибрида – 15-1, рубиновый-2 и 09-11-13. По двум признакам выделился сорт Аврора и гибриды 07-11-14, 06-11-04, №89. По трём критериям выделено 2 сорта (Блеск и Бригантина) и 4 гибрида (08-11-11, 06-11-12, 07-11-04 и 15-1). По четырём признакам (сахара, кислотность, сахарокислотный индекс и титруемая кислотность) проявился черноплодный гибрид 09-11-13.

В 5-м и 6-м классах с максимальным значением биохимических показателей по одному признаку выделились сорта Барнаульская и Кредо, а также гибриды 07-11-14, 08-11-11, 06-11-04, 06-11-12, 07-11-04, рубиновый-2 и 09-11-13. По двум показателям зафиксирован сорт Бригантина и гибриды 13-1, 15-1, 03-08-09 и 03-08-36.

Данные комплексного анализа приведены в таблице 1. Проведенный комплексный анализ биохимических показателей ягод малины обыкновенной позволил выявить сорта и гибриды, перспективные для дальнейшей селекции.

Заключение

В условиях Алтайского края у малины обыкновенной выделены сорта и гибриды с максимальным проявлением одного или нескольких биохимических признаков: Бригантина – по содержанию растворённых сухих веществ, гибрид 15-1 – по содержанию сахаров, гибрид 06-11-12 – по содержанию кислот, гибрид 07-11-14 – по количеству витамина С, гибрид 03-08-09 – по сахарокислотному индексу, гибрид 03-08-36 – по содержанию сахаров и сахарокислотному индексу.

Литература

1. Аминова Е.В., Джураева Ф.К. Оценка биохимического состава ягод различных сортов малины: Инновации в селекции плодовых и ягодных культур: Сб. науч. тр. по материалам международной научно-практической конференции «Инновации в селекции плодовых и ягодных культур» (5–8 июля 2016 г., г. Орёл). – Орёл: Изд-во ВНИИСПК, 2016. – № 5. – С. 38–41.
2. Евдокименко С.Н., Кулагина В.Л., Якуб И.А. Современные тенденции производства и селекции малины // Плодоводство и ягодоводство России, 2012. – Т. 31. – № 1. – С. 148–156.
3. Арасимович В.В., Ермаков А.А., Луковникова Г.А., Ярош Н.П. Методы биохимического исследования растений. – Л.: Колос, 1972. – 456 с.
4. ГОСТ 13192–73. Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров. – М.: Стандартиформ, 2009. – С. 4.
5. ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.–М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – С. 6.
6. Тюрина Е.В. Популяционные аспекты изучения исходного материала для интродукции / Ускорение интродукции растений Сибири: Задачи и методы: Сб. науч. тр. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 159 с.

References

1. Aminova E.V., Dzhuraeva F.K. Evaluation of the biochemical composition of berries of different varieties of raspberry: Innovations in the selection of fruit and berry crops: Coll. scientific tr. on the materials of the international scientific-practical conference "Innovations in the selection of fruit and berry crops." Orel, July 5–8, 2016. / Ed. Ed.: E.V. Aminova, F.K. Juraeva. – Orel: VNIISPK Publishing House, 2016. – № 5. – P. 38–41.
2. Evdokimenko S.N., Kulagina V.L., Yakub I.A. Modern trends in the production and selection of raspberries // Fruit and berry growing in Russia, 2012. – V. 31. – № 1. – P. 148–156.
3. Arasimovich V.V., Ermakov A.A., Lukovnikova G.A., Yarosh N.P. Methods of biochemical studies of plants. – L.: Kolos, 1972. – 456 p.
4. GOST 13192–73. Wines, wine materials and cognacs. Method for the determination of sugars. – M.: Standardinform, 2009. – p. 4.
5. GOST 24556–89. Products of processing fruits and vegetables. Methods for the determination of vitamin C.–M.: IPK Publishing house of standards, 2003. – С. 6.
6. Tyurina E.V. Population aspects of the study of the source material for the introduction / Acceleration of the introduction of plants of Siberia: Tasks and methods: Sat. scientific tr. – Novosibirsk: Science. Sib. Department, 1989. – 159 p.

**МОЛЕКУЛЯРНО-ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРТОВ *CALENDULA
OFFICINALIS* L. ОТЕЧЕСТВЕННОЙ
СЕЛЕКЦИИ**

Т.Е. Саматадзе¹ – кандидат биол. наук, с.н.с.
Лаборатории молекулярной кариологии
О.Ю. Юркевич¹ – кандидат биол. наук, с.н.с.
Лаборатории молекулярной кариологии,
Ф.М. Хазиева² – кандидат биол. наук, зав.
Лаборатории агробиотехнологии,
А.И. Морозов² – доктор с-х. наук, зав.
Центра растениеводства
А.В. Амосова¹ – кандидат биол. наук, с.н.с.
Лаборатории молекулярной кариологии
О.В. Муравенко¹ – доктор биол. наук, зав.
Лаборатории молекулярной кариологии

¹ *Институт молекулярной биологии
им. В.А. Энгельгардта РАН,
119991, г. Москва, ул. Вавилова, 32,
e-mail: tsamatadze@gmail.com*

² *ФГБНУ Всероссийский
научно-исследовательский институт
лекарственных и ароматических растений,
117216, г. Москва, ул. Грина, 7*

С использованием C/DAPI-, Ag-ЯОР-окрашивания и флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH) проведено молекулярно-цитогенетическое исследование сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) отечественной селекции: Кальта, Рыжик, Золотое море и Райский сад.

Ключевые слова: календула лекарственная, кариотип, дифференциальное окрашивание, FISH- анализ

Введение

Лекарственные растения играют важную роль в жизни человека, а их применение в последнее время неизмеримо возросло и объясняется это тем, что они имеют малую токсичность, комплексность воздействия и возможность длительного применения без существенных побочных явлений. Среди лекарственных растений особое место занимает календула лекарственная, или ноготки лекарственные (*Calendula officinalis* L.) (Asteraceae). Благодаря своим антигенотоксическим/защитным, а также противоопухолевым и антималярийным эффектам, *C. officinalis* может иметь важное значение в разработке новых стратегий лечения рака [1]. Для оценки генетической стабильности сортов растений изучение кариотипов как важнейших составных частей видовой характеристики играет важную роль в решении многих вопросов систематики, филогении, генезиса флоры [2]. Целью нашей работы было выявить кариогеномные особенности сортов календулы лекарственной отечественной селекции с использованием современных методов хромосомного анализа.

Объекты и методы исследований

Материалом для исследования послужили корневая меристема календулы лекарственной сортов отечественной селекции: Золотое море, Райский сад, Кальта, Рыжик, выращенных в

**MOLECULAR CYTOGENETIC STUDY OF
RUSSIAN VARIETIES OF *CALENDULA
OFFICINALIS* L.**

T.E. Samatadze¹ - Phd of Biol. Sciences, Senior
Researcher Laboratory of molecular karyology
O.Yu. Yurkevich¹ - Phd of Biol. Sciences,
Senior Researcher Laboratory of molecular
karyology,
F.M. Hazieva² - Phd of Biol. Sciences, Head of the
Laboratory of agro-biotechnology,
A.I. Morosov² - PhD of Agricultural Sciences,
Head of plant growing center
A.V. Amosova¹ - Phd of Biol. Sciences, Senior
Researcher Laboratory of molecular karyology,
O.V. Muravenko¹ - Phd of Biol. Sciences, Head of
the laboratory of molecular karyology

¹ *Engelhardt Institute of Molecular Biology of
Russian Academy of Sciences,
119991, Moscow, Vavilova str, 32,
e-mail: tsamatadze@gmail.com*

² *Federal State Budgetary Scientific Institution
All-Russian Scientific Research Institute of
Medicinal and Aromatic Plants,
117216, Moscow, Grina str. 7*

Molecular cytogenetic investigation of Russian calendula (*Calendula officinalis* L.) varieties Calta, Ryzhik, Zolotoe more and Rajskij sad were performed with the use of C/DAPI banding, Ag-NOR staining and fluorescence *in situ* hybridization.

Keywords calendula officinalis, karyotype, differential staining, FISH analysis

Ботаническом саду Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР, Москва). Предобработку корневых меристем интеркалятором ДНК – 9 аминокридином, приготовление хромосомных препаратов проводили согласно описанным ранее методикам [3]. C/DAPI-; Ag-ЯОР-окрашивание, FISH - анализ проводили по описанным ранее методикам [4, 5]. Просмотр препаратов, отбор метафазных пластинок и их анализ проводили с помощью флуоресцентного микроскопа Olympus BX61, снабженного черно-белой ПЗС. Полученные изображения обрабатывали, используя программы хромосомного анализа, согласно технологии, принятой в лаборатории [3].

Результаты и обсуждение

Морфометрический анализ хромосом сортов ноготков показал, что в кариотипе 16 пар мелких хромосом размером 3,5-5,0 мкм. Кариотип представлен, в основном, субметацентрическими хромосомами и наличием двух пар спутничных хромосом (1 и 9) у всех изученных сортов. Спутничные хромосомы имели вторичную перетяжку в прицентромерном районе и сходный рисунок C/DAPI-окраски. Крупные гетерохроматические блоки расположены в прицентромерных районах хромосом, а средние и небольшие C/DAPI - бэнды - преимущественно в теломерных и интеркалярных районах. В кариотипах всех изучаемых сортов ноготков не выявлены хромосомные аномалии. Незначительный полиморфизм C/DAPI-бэндов был обнаружен на хромосомах сортов календулы Райский сад и Золотое море. В их кариотипах была выявлена наибольшая вариабельность размеров у DAPI-бэндов, прилегающих к вторичной перетяжке и самой спутничной нити. Это обычно связывают с изменчивостью числа рибосомных генов и их различной функциональной активностью [5].

Изучение рисунка Ag-ЯОР-окрашивания выявило наличие Ag-положительных районов в области вторичных перетяжек на спутничных хромосомах у всех изучаемых сортов. На хромосоме 1 всегда наблюдался более крупный Ag-ЯОР. В интерфазных ядрах и у сортов и у мутантных форм ноготков наблюдалось от одного до четырех Ag-окрашенных ядрышек. Поскольку ранее было показано, что размеры Ag-ЯОР коррелируют с функциональной активностью расположенных в этом районе рибосомных генов [4, 6], можно предположить большую функциональную активность Ag-ЯОР хромосомы 1 по сравнению с ЯОР хромосомы 9. Гетероморфизм спутничных хромосом по активности ЯОР был отмечен и у других объектов, что указывает на наличие различных механизмов взаимодействия между активными ЯОР [5].

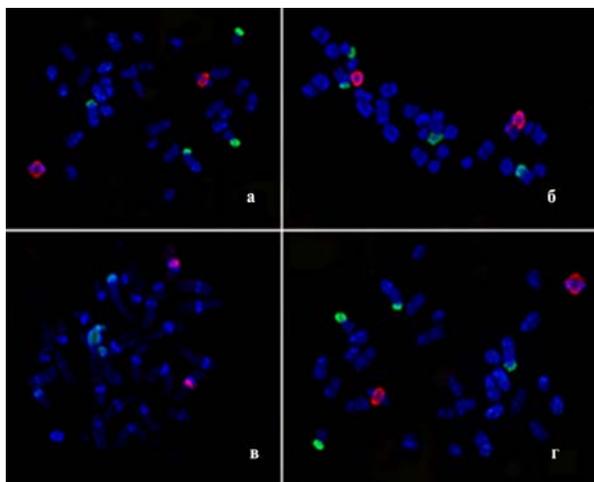


Рисунок 1. Метафазные пластинки календулы лекарственной *C. officinalis*: Кальта (а), Рыжик (б), Золотое море (в), Райский сад (г). FISH с 26S рДНК (зеленый сигнал) и 5S рДНК (красный сигнал).

Figure 1. Metaphase plates of *C. officinalis*: Kalta (a), Ryzhik (b), Zolotoe more (c), Rajskij sad (d). The results of FISH-analysis of 26S (green signal) and 5S rDNA (red signal).

FISH анализ выявил у всех изучаемых сортов локализацию 45S рДНК разной интенсивности на двух спутничных хромосомах 1 и 9 (рис. 1). У сорта Золотое море выявлен минорный сайт 45S рДНК, расположенный медианно в коротком плече хромосомы 7. У сортов Рыжик и Кальта наблюдался полиморфизм по наличию этого сайта. На длинном плече хромосомы 10 выявлен сайт 5S рДНК с сигналом высокой интенсивности, колоколизированный с минорным сайтом 45S рДНК. У сорта Райский сад минорный локус 45S рДНК отсутствует. На длинном плече хромосомы 10 выявлен сайт 5S рДНК с сигналом высокой интенсивности. У сортов Рыжик и Кальта наблюдался полиморфизм сайтов 45S рДНК на хромосомах 1 и 9. При изучении кариотипов сортов календулы выявлено высокое сходство их кариотипов по размерам хромосом и их морфологии, рисункам C/DAPI-бэндинга и локализации рибосомных генов (за некоторым исключением). В единственной найденной нами работе была проведена FISH с зондами 5S и 45S рДНК на метафазных хромосомах *C. officinalis* при этом было выявлено 2 пары хромосом с сайтами гибридизации 45S рДНК и одна пара хромосом с 5S рДНК, что совпадает с нашими данными [7].

Заклучение

Впервые с использованием C/DAPI-, Ag-ЯОР-окрашивания и флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH) проведено молекулярно-цитогенетическое исследование сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) отечественной селекции. Использование интеркалятора ДНК – 9 аминокридина позволило увеличить длину хромосом в кариотипах исследуемых сортов, провести их идентификацию и выявить хромосом-специфические маркеры в кариотипах.

Данная работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-016-00167, в рамках Программы фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013 - 2020 годы (тема № 01201363824) и в рамках темы НИР 0576-2019-0008 «Научное формирование, сохранение, изучение биокolleкций».

Литература

1. Cruceriu D., Balacescu O. *Calendula officinalis* : Potential Roles in Cancer Treatment and Palliative Care. *Integrative Cancer Therapies*17(4) <https://doi.org/10.1177/1534735418803766>
2. O.V. Muravenko, O. Yu. Yurkevich, N.L. Bolsheva, T.E. Samatadze, I. V. Nosova, D.A. Zelenina, A. A. Volkov, K. V. Popov, A.V. Zelenin. Comparison of genomes of eight species of sections *Linum* and *Adenolinum* from the genus *Linum* based on chromosome banding, molecular markers and RAPD analysis // *Genetica*. 2009. V. 135. № 2. P. 245–255
3. Муравенко, Зеленин. Исследование хромосомной организации геномов мелкохромосомных растений. *Генетика*. 2009. Т. 45. N 11, с. 1516-1529.
4. Саматадзе Т.Е., Муравенко О.В., Большева Н.Л., Амосова А.В., Гостимский С.А., Зеленин А.В. Изучение хромосом сортов и транслокационных линий гороха посевного (*Pisum sativum* L.) с использованием FISH, Ag-ЯОР и DAPI- дифференциального окрашивания. *Генетика*, 2005, N 12, с. 1665 – 1673.
5. Tatiana E. Samatadze, Svyatoslav A. Zoshchuk, Anna S. Khomik, Alexandra V. Amosova, Natalya Yu. Svistunova, Svetlana N. Suslina, Firdaus M. Hazieva, Olga Yu. Yurkevich, Olga V. Muravenko. Molecular cytogenetic characterization, leaf anatomy and ultrastructure of the medicinal plant *Potentilla alba* L. *Genet Resour Crop Evol.* 2018. <https://doi.org/10.1007/s10722-018-0640-7>
6. Амосова А.В., Подугольникова О.А., Каминир Л.Б. Количественная оценка площади Ag-окрашенных ядрышкообразующих районов хромосом человека. *Цитология*. 1986. Т.28. N 1. С.113-116.
7. Garcia S., Panero J.L., Siroky J., Kovarik A. Repeated reunions and splits feature the highly dynamic evolution of 5S and 35S ribosomal RNA genes (rDNA) in the Asteraceae family. *BMC Plant Biology* 2010, 10:176 <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/10/176>

References

1. Cruceriu D., Balacescu O. *Calendula officinalis* : Potential Roles in Cancer Treatment and Palliative Care. *Integrative Cancer Therapies*17(4) <https://doi.org/10.1177/1534735418803766>
2. O.V. Muravenko, O. Yu. Yurkevich, N.L. Bolsheva, T.E. Samatadze, I. V. Nosova, D.A. Zelenina, A. A. Volkov, K. V. Popov, A.V. Zelenin. Comparison of genomes of eight species of sections *Linum* and *Adenolinum* from the genus *Linum* based on chromosome banding, molecular markers and RAPD analysis // *Genetica*. 2009. V. 135. № 2. P. 245–255.
3. Muravenko, O.V. and Zelenin, A.V. Chromosomal organization of the genomes of small chromosome plants. *Russ. J. Genet.* 2009. vol. 45. N 11. pp. 1338–1350.
4. Samatadze, T.E., Muravenko, O.V., Bol'sheva, N.L., Amosova, A.V., Gostimsky, S.A., and Zelenin, A.V., Investigation of Chromosomes in varieties and Translocation Lines of Pea *Pisum sativum* L. by FISH, Ag-NOR and Differential DAPI Staining, *Genetika (Rus.)*, 2005, N 12, pp. 1665–1673.
5. Tatiana E. Samatadze, Svyatoslav A. Zoshchuk, Anna S. Khomik, Alexandra V. Amosova, Natalya Yu. Svistunova, Svetlana N. Suslina, Firdaus M. Hazieva, Olga Yu. Yurkevich, Olga V. Muravenko. Molecular cytogenetic characterization, leaf anatomy and ultrastructure of the medicinal plant *Potentilla alba* L. *Genet Resour Crop Evol.* 2018. <https://doi.org/10.1007/s10722-018-0640-7>
6. A.V. Amosova., O.A. Podugol'nikova., L.B. Kamir. Quantitative assessment of the size of Ag-stained nucleolus-organizing regions in human chromosomes. *Cytology*. 1986.V.28. N 1. p.113-116/
7. Garcia S., Panero J.L., Siroky J., Kovarik A. Repeated reunions and splits feature the highly dynamic evolution of 5S and 35S ribosomal RNA genes (rDNA) in the Asteraceae family. *BMC Plant Biology* 2010, 10:176 <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/10/176>

**КАЛЛУСО- И МОРФОГЕНЕЗ В КУЛЬТУРЕ
ЗРЕЛЫХ ЗАРОДЫШЕЙ
ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ СОРТОВ
ЯЧМЕНЯ**

Асадова С.Ш.¹ – кандидат биол. наук, вед.н.с.
лаборатории биотехнологии растений
Гамбарова П.И.² – магистрант
агрономического факультета

¹*Институт молекулярной биологии и
биотехнологий Национальной Академии
Наук Азербайджана,
Азербайджан, AZ 1073, г. Баку, пр. Метбуат 2а,
e-mail: biotexnoloqaz@mail.ru*

²*Азербайджанский Государственный
Аграрный Университет,
Азербайджан, AZ2000, Гянджа, проспект
Ататюрка, 262*

Зрелые зародыши ячменя, вычлененные из зерен 6-месячной сохранности, высаживали на питательные среды с различным соотношением фитогормонов и культивировали в условиях освещения и высокой температуры. Исследовано влияние условий культивирования на частоту каллусогенеза и эффективность морфогенеза.

Ключевые слова: ячмень, зрелый зародыш, условия культивирования in vitro, каллусогенез, морфогенез

Введение

Среди зерновых культур ячмень является менее требовательным к почвенно-климатическим условиям растением. Такая особенность создает условия для выращивания его на достаточно больших площадях. Несмотря на это, урожайность ячменя в определенной степени колеблется в зависимости от регионов выращивания. Эта проблема злободневна и для Азербайджана, который характеризуется широким спектром почвенно-климатических условий регионов, где урожайность выращенного ячменя бывает достаточно далека от его потенциальной продуктивности. Поэтому в последнее время большое внимание уделяют созданию сортов, приспособленных к росту и развитию в зонах с конкретными почвенно-климатическими условиями. Стали проводиться работы по созданию моделей, на основе которых возможно целенаправленно выводить сорта с заданными характеристиками [1,2]. Применение методов in vitro может еще больше увеличить генетическое разнообразие природных форм, усиливая тем самым отбор и повышая его эффективность [3,4,5]. Кроме того, искусственно создавая определенную климатическую модель можно изучать процессы, происходящие в растении на клеточном и тканевом уровнях. Одной из важных характеристик растений, используемых в условиях in vitro, является их способность образовать клеточные ткани и реализовать свой регенерационный потенциал. На реализацию способности растения размножаться в условиях in vitro может оказывать влияние ряд факторов, среди которых определенную роль играют физические условия, используемые для индуцирования каллусной ткани и получения морфогенеза. Ячмень – растение с очень слабым проявлением раневой регенерации. Выявление условий,

**CALLUSOGENESIS AND MORPHOGENESIS
IN MATURE EMBRYO CULTURE OF
AGRICULTURALLY IMPORTANT BARLEY
VARIETIES**

Asadova S.Sh.¹ – PhD of Biological Sciences,
Leadeing Researcher, Plant Biotechnology
Laboratory
Gambarova P.I.² – Master of Science in
Agronomy Faculty

¹*Institute of Molecular Biology and Biotechnology of
Azerbaijan National Academy of Sciences,
2a Matbuat avenue, AZ 1073, Baku, Azerbaijan
e-mail: biotexnoloqaz@mail.ru*

²*Azerbaijan State Agricultural University
AZ2000, Azerbaijan, Ganja,
Ataturk avenue, 262*

Mature barley embryos, isolated from the grains of 6 months of preservation, were planted on nutrient media with different ratios of phytohormones and cultured in light and high temperature conditions. The influence of cultivation conditions on the induction of callus - and morphogenesis was studied

Keywords: barley, mature embryo, in vitro cultivation conditions, callusogenesis, morphogenesis

обеспечивающих увеличение степени проявления регенерационного потенциала этого растения, представляет собой один из ключевых моментов для проведения различного рода исследований на клеточном уровне. Используя методы *in vitro*, мы в данном эксперименте преследовали цель исследовать генетические возможности клеточных тканей ряда перспективных сортов ячменя и оценить их реакцию на различные условия культивирования

Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили сорта ячменя, отличающиеся друг от друга по ряду параметров и источникам происхождения. Из них только сорт Нахчивандани был получен в 1939 году из местных сортов многорядного ячменя, а 4 новых перспективных сорта были выведены из различных питомников, интродуцированных из Международного центра ICARDA.

В эксперименте использовались зерна 6-месячной сохранности. Стерилизация материала осуществлялась в течение 15 минут концентрированной серной кислотой, 5-ти минут 70%-ным этанолом и 18-и минут - 1%-ным раствором хлоргексидина. После смены каждого стерилизующего агента зерна 3-4 раза промывались стерильной дистиллированной водой. Вычищенные из зерен зрелые зародыши высаживались на питательную среду Gamborg (B₅) с добавлением в качестве фитогормонов 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и кинетина. Зародыши высаживались на 2 варианта питательной среды: 1. B₅ + 7 мг/л 2,4-Д + 2 мг/л КИН и 2. B₅ + 10 мг/л 2,4-Д + 5 мг/л КИН. Применялось 2 варианта культивирования: 1) темнота + 26⁰С (контроль); 2) освещение (16 тыс. люкс) + высокая температура (34±2⁰С). Образцы 2-го варианта через 2 недели культивирования переносились в условия рассеянного освещения.

Результаты и обсуждение

Наблюдения показали, что процесс каллусообразования у некоторых сортов в большей степени зависел от условий культивирования, чем от фитогормонального состава питательной среды. Так, при контрольном культивировании (темнота+26⁰С) в обоих вариантах питательной среды по числу зародышей, образовавших каллусы, между сортами существенной разницы отмечено не было, т.е. в первом и втором вариантах питательной среды были получены практически похожие результаты. При культивировании образцов в условиях повышенной температуры и освещения, за исключением сорта Нахчивандани, существенных различий также выявлено не было. Таким образом, при культивировании образцов в одинаковых условиях число зародышей, образовавших каллусы, для каждого отдельного сорта было приблизительно одинаковым как в первом, так и во втором варианте питательной среды. Однако, при сравнении показателей, полученных в темновом и световом вариантах, было отмечено, что для сортов Нахчивандани, Бахарлы и Даянатли культивирование в условиях освещение + высокая температура оказалось менее благоприятным, т.к. математическая обработка данных показала наличие существенной разницы между вариантами.



а



б

Рисунок 1.Регенерация в культуре зрелых зародышей ячменя:

а) сорт Джалилабад-19; б) сорт Даянатли

Figure 1. Regeneration in the immature embryo culture of barley:

а) Jalilabad-19; б) Dayanatly

Несколько иная картина наблюдалась при индукции морфогенеза. За исключением сорта Бахарлы, который во всех вариантах опыта практически морфогенеза не дал, при культивировании

каллусов в условиях освещение + температура у 3-х сортов лучший морфогенез наблюдался на первой питательной среде, где соотношение 2,4-Д и кинетина равнялось 3,5 : 1. В контрольном варианте, т.е. при культивировании в темноте более благоприятным для индукции морфогенеза был второй вариант среды, где соотношение 2,4-Д и кинетина равнялось 5 : 1. В этом эксперименте данные статистического анализа показали наличие существенных различий между фитогормональным составом питательной среды и условиями культивирования с одной стороны и генотипом – с другой. Объяснить этот факт можно особенностями генотипов, фитогормональный статус которых вероятно неодинаково менялся в течение 6 месяцев хранения семян, что, в свою очередь, повлияло на эффективность морфогенеза, но не отразилось на частоте образования каллусов.

Заклучение

В рамках данного исследования установлено, что частота каллусообразования у изученных сортов не зависела от фитогормонального состава питательной среды. Однако различное культивирование эксплантов оказалось существенным фактором, влияющим на индукцию каллусогенеза для 3-х изучаемых сортов. Математическая обработка данных также показала, что соотношение фитогормонов в питательной среде совместно с выбранным способом культивирования каллусов в значительной степени влияет на эффективность морфогенеза в культуре зрелых зародышей хозяйственно-ценных сортов ячменя.

Литература

1. Nəsimova N.S., Abbasov V.Ə. Yuxarı Qarabaq suvarma zonası üçün yüksək məhsuldarlığı təmin edən arpa sortu modelinin əsas elementləri. ƏETİ-nin elmi əsərləri məcmuəsi, XXIX, 2018 – с. 89-92
2. Brisson N., Gate P., Gouache D., Charmet G., Oury F.X., Huard F. Why are wheat yield stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France/ Field Crops Res/ V. 2010 – p. 201-212.
3. Зобова Н.В., С.Ю. Луговцова, В.Ю. Ступко. Условия обеспечения эффективных процессов регенерации в культуре изолированных зародышей ячменя, пшеницы и овса, Вестник КрасГАУ, № 12, 2011 – с.109-115.
4. Асадова С.Ш., Гамбарова П.И. Влияние условий культивирования на прямое прорастание, каллусообразование и регенераионный потенциал в культуре незрелых зародышей ячменя. ж. ЕСУ, №2 (59), ч.3, 2019 – с. 4-7.
5. Сельдимирова О. А., Круглова Н. Н., Зинатуллина А. Е. Роль фитогормонов в индукции каллусогенеза и регуляции путей морфогенеза каллусов злаков in vitro: обзор проблемы. /Научный результат. Физиология. Т.3, №1, 2017-с.8-13

References

1. Khashimova N.S, Abbasov V.A. The main elements of the model of barley varieties, providing high yields in the irrigation zone of Upper Karabakh. Transactions of the Azerbaijan Research Institute of Crop Husbandry XXIX, 2018 – p.89-92.
2. Brisson N, Gate P, Gouache D, Charmet G, Oury F.X, Huard F. Why are wheat yield stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France/ Field Crops Res/ V. 2010 – p. 201-212.
3. Zobova N.V, S.Yu. Lugovtsova, V.Yu. Stupko. Conditions for ensuring efficient regeneration processes in culture of isolated germs of barley, wheat and oats, Herald KrasGAU, No. 12, 2011 - p.109-115.
4. Asadova S.Sh, Gambarova P.I. Effect of different cultivation conditions on germination, callusogenesis and regeneration potential in the culture of immature barley embryos. j. ESU, No. 2 (59), 3, 2019 - p. 4-7.
5. Seldimirova O.A, Kruglova N.N, Zinatullina A.Y. The role of phytohormones in both induction of callusogenesis and regulation of the morphogenesis pathways of cereal callus in vitro: review of the problem. / Scientific result. Physiology. Vol. 3, No. 1, 2017 - .p.8-13

**БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ПРЯНО-ВКУСОВЫХ КУЛЬТУР НА
ПРИМЕРЕ- РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ
ОВОЩНОЙ ХРИЗАНТЕМЫ**

Горбатовская Е.А.¹- аспирант,
Пиункова С.А.² - кандидат биологических наук,
доцент кафедры молекулярной
биологии и генетики,
Романова Е.В.¹- доцент
агробиотехнологического департамента РУДН

¹ ФГАОУ ВО «Российский Университет Дружбы
Народов» (РУДН), Москва, Россия
e-mail: tuna_9292@inbox.ru

² ФГБОУ ВО «Московский Педагогический
Государственный Университет» (МПГУ),
Россия, Москва e-mail: bichem@mpgu.su

Улучшение ценности продуктов питания растительного происхождения является главной задачей современной селекции овощных культур. В статье рассматриваются биологические показатели разных сортов овощной хризантемы. Установлена высокая продуктивность биомассы некоторых сортов овощной хризантемы. Выявлено высокое содержание биологически активных веществ и микроэлементов.

Ключевые слова: овощная хризантема, биометрические показатели, метаболиты.

Введение

В странах Восточной Азии компонентами многих блюд являются стебли, листья и цветки пряновкусовых культур. Пищевая промышленность многих стран направлена на производство химически синтезированных продуктов и различных пищевых добавок. Именно с продуктами питания в организм человека поступают необходимые витамины, биологически активные вещества и микроэлементы [1], особую ценность при этом имеют богатые антиоксидантами зеленные и пряно-ароматические культуры [2]. Все чаще встает вопрос необходимости мониторинга химических веществ в продуктах питания, что связано с широким спектром применения различных пестицидов и регуляторов роста при выращивании многих культур [4].

Целью исследования является сравнение биометрических показателей сортов овощной хризантемы (*Chrysanthemum coronarium* L.) Хризантема узорчатая, оригинатором которой выступает ВНИИССОК, обладает высоким антиоксидантным потенциалом [5].

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в ВНИИССОК в 2015–2019 гг. В качестве объектов исследований были взяты сорта овощной хризантемы (*Chrysanthemum coronarium* L. и *Garland chrysanthemum* L.).

Биометрическое исследование проводилось по методике [6,7].

Вычисления проводились по формуле:

$$M = \sum x_i / n$$

M – среднее арифметическое значение признака;

**BIOMETRIC FEATERES OF SPICY CROPS
ON THE EXAMPLE OF DIFFERENT
VARIETIES OF VEGETABLE
CHRYSANTHEMUM**

Gorbatovskaya E.A.¹ -PhD student,
Piunkova S.A.²- PhD candidate of bio-science,
associate Professor of molecular biology and
genetics,
Romanova E.V. - associate Professor of
agrobiotechnological Department of RUDN

¹ "Peoples' friendship University of Russia" RUDN
University, Moscow, Russia
e-mail: tuna_9292@inbox.ru

²Federal State Budgetary Educational Institution of
Higher Education «Moscow State Pedagogical
University», Moscow, Russia
e-mail: biochem@mpgu.su

Improving the value of food of plant origin is the main task of the modern selection of vegetable crops. The article discusses the biological characteristics of different varieties of vegetable chrysanthemum. High productivity of biomass of some varieties of vegetable chrysanthemum is established. A high content of biologically active substances and microelements was revealed.

Keywords vegetable chrysanthemum, biometric indicators, metabolites.

$\sum x_i$ – сумма конкретных значений (вариантов) признака, полученных внутри *i*-того индивида (особи), или же сумма всех конкретных значений, полученных на всех изучаемых индивидах (от *i* до *n*);

« / » – знак деления числителя на знаменатель; *n* – количество вариантов (объём выборки).

Результаты и обсуждение

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. «Биометрические показатели овощной хризантемы»
Table 1. “Biometric parameters of vegetable chrysanthemum”

Сорт:	Высота Растения, мм	Длина Листа, мм	Ширина Листа, мм	Количество цветов в соцветии
Хризантема узорчатая	1580±0,6	110 ±0,5	35±0,01	5
Garland chrysanthemum	650±0,8	60±0,15	32±0,03	7

Установлено, что наибольшей биологической массой обладает Хризантема узорчатая. Биометрические показатели Garland chrysanthemum намного ниже, что объясняется слабой адаптацией сорта к климатическим условиям РФ. Количество цветов в соцветии варьируется от 5 до 7, из этого следует, вывод о том что в этих сортах целесообразнее использовать только листья.

Заключение

В процессе исследований установлено, что использование овощной хризантемы экономически выгодно. Наибольшей продуктивностью обладает сорт Хризантема узорчатая. Установлено, что в пищу наиболее целесообразно использовать листья, а не соцветия.

Литература

1. Адрианов В.Н., Андреева А.В. Съедобные хризантемы, их пищевые, целебные достоинства и особенности размножения // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы IX международного симпозиума. 2011. Т. I. С. 26–31.
2. Беспалько Л.В., Байков А.А., Гинс М.С., Гинс В.К. Содержание антиоксидантов в листьях монарды лимонной в зависимости от яруса их расположения на растении // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2015. № 11. С. 114-118.
3. Беспалько Л.В., Байков А.А., Гинс В.К., Харченко В.А. Содержание антиоксидантов в водных экстрактах сухих листьев и соцветий некоторых пряно-ароматических овощных культур // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 92-97.
4. Пятина И.С., Миронова Л.Н. Биологические особенности некоторых представителей рода *Chrysanthemum* L. при интродукции в Башкирское Предуралье // Сборник трудов третьей научно-практической конференции аспирантов и молодых учёных «Молодые учёные и фармация XXI века». 2015. С. 114–117.

References

1. Adrianov V.N., Andreeva A.V. Edible chrysanthemums, their food, medicinal advantages and peculiarities of reproduction // New and non-traditional plants and prospects of their use: Proceedings of the IX International Symposium. 2011. Vol. I. Page 26-31.
2. Bepalko L.V., Baikov A.A., Gins M.S., Gins V.K. The content of antioxidants in the leaves of lemon monarda, depending on the tier of their location on the plant. // New and unconventional plants and the prospects for their use. 2015. No. 11. P. 114-118.
3. Bepalko L.V., Baikov A.A., Gins V.K., Kharchenko V.A. The content of antioxidants in aqueous extracts of dry leaves and inflorescences of some aromatic vegetable crops // New and non-traditional plants and the prospects for their use. 2016. No. 12. P. 92-97.
4. Pyatina I. S., Mironova L. N. Biological features of some members of the genus *Chrysanthemum* L. in the introduction to the Bashkir Urals // Proceedings of the third scientific and practical conference of graduate students and young scientists "Young scientists and pharmacy of the XXI century." 2015. Page 114-117

5. Гинс М.С., Гинс В.К., Кононков П.Ф., Фотев Ю.В., Байков А.А., Гинс Е.М. Воздействие холодового стресса на антиоксидантную систему хризантемы овощной // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2018. № 13. С. 177-182.

6. Терентьев П.В. Практикум по биометрии. 1977. Л.: ЛГУ. 152 с

7. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. 1984. М.: Наука. 424 с.

5. Gins M.S., Gins, V.K., Kononkov P.F., Fotev Yu.V., Baikov A.A., Gins, E.M. The impact of cold stress on the antioxidant system of vegetable chrysanthemum // New and unconventional plants and the prospects for their use. 2018. No. 13. P. 177-182.

6. Terentyev P. V. Practicum on biometrics. 1977. L.: Leningrad state University. 152 page

7. Zaitsev G.N. Mathematical statistics in experimental botany. 1984. M.: Science. 424 page.

**ПРЕИМУЩЕСТВО ШТАМБОВОЙ
РАЗНОВИДНОСТИ ТОМАТА
(var.validum Brezh.)**

Кондратьева И.Ю. - кандидат с.-х. наук, в.н.с.
Отдела селекции и семеноводства пасленовых культур.

*ФГБНУ ФНЦО «Федеральный научный центр
овощеводства»,
Москва, Россия.
E-mail: vniissok@mail.ru*

Накопление сухого вещества в плодах штамбовых сортов идет более активно, содержание его в плодах заметно выше, чем в плодах нештамбовых сортов. Чем выше содержание сухих веществ, тем экономически выгодней производство сортов, особенно для промышленной переработки на томат-пасту.

Ключевые слова: штамбовые сорта, сухие вещества, томат-паста

Ведение

Штамбовые формы (var.validum Brezh.) представляют значительный интерес, как для селекционных, генетических исследований культуры томата, так и для производства. Признак штамбовости, положенный в основу внутривидовой дифференциации культурного томата, объединяет несколько мутантных генов имеющих сходный фенотипический эффект (1,4). Первые штамбовые формы для Нечерноземной зоны России получены в 30-е годы 20 столетия селекционером Алпатьевым А.В. Была проведена серия скрещиваний раннеспелых нештамбовых форм с сортом Matador 642 и получен штамбовый сорт томата Штамбовый Алпатьева 905 а, Плановый, Карлик 185 (3). В лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур ФГБНУ ФНЦО(ВНИИССОК) в последние годы создана целая серия штамбовых сортов томата для открытого грунта (Челнок, Реванш, Первоцвет, Арго, Бонус, Фонарик, Евгения, Малинка, Отрадный). Вовлечение выделенных штамбовых форм в скрещивания позволило создать ряд перспективных линий и сортов полустабровой формы (Перст, Первоцвет, Благодатный, Долгоносик, Восход ВНИИССОКа), что значительно увеличивает генетическое разнообразие штамбовых форм. Для цельноплодного консервирования и переработки рекомендованы сорта: Челнок, Перст, Северянка, Реванш, Первоцвет, Восход ВНИИССОКа, Благодатный. Эти сорта с содержанием сухих веществ до 7,5%, продолжительным сроком хранения (до 3-4-х недель). Крупноплодные штамбовые сорта: Бонус, Фонарик, Евгения, Реванш, Арго - салатные. К салатным относится и штамбовый сорт Малинка с розовыми плодами.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на селекционном материале лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур ФГБНУ ФНЦО (Одинцовский район, Московская область). Изучено 139 сортов и селекционных линий, в том числе 60 сортов и линий штамбовой разновидности томата. Проанализировано 1390 растений, сделано более 2800 измерений на содержание сухих веществ. Содержание сухих веществ определяли экспресс методом (полевым рефрактометром). По каждому исследуемому образцу анализировалось 10 растений. Проведена сравнительная характеристика зависимости наличия сухих веществ от типа растения, высоты растения, массы плода, скороспелости с учетом погодных условий вегетационного периода (6).

Результаты исследований

Высокая способность штамбовой разновидности томата к выживанию обусловлена благодаря онтогенетической приспособленности растений к условиям произрастания. Главная ценность томатов, состоит в накоплении витаминов. Чем их больше, тем ценнее продукт для питания и

**ADVANTAGE OF TOMATO
STAMP VARIETY (var.validum Brezh.)**

Kondratieva I.Y. - PhD of Agricultural Sciences,
Senior Researcher, Department of breeding and seed of solanaceous crops.

*Federal Scientific Research Center "Federal
Scientific Center of Vegetable Growing",
Moscow, Russia.
E-mail: vniissok@mail.ru*

The accumulation of dry matter in fruits of standard grades is more active, its content in fruits is noticeably higher than in non-standard fruits. The higher the solids content, the more economically advantageous the production of varieties, especially for the industrial processing of tomato paste.

Keywords: standard grades, dry substances, tomato paste

переработки. Содержание сахаров, как правило, тесно связано с высоким содержанием сухих растворимых веществ, влияющих не только на вкусовые качества, но и на качество продукции при переработке плодов. Отклонение от среднего показателя при накоплении сухого вещества у сортов штамбовой разновидности составляет 1.33%, а у сортов с обыкновенным типом растений- 0.9%. Заметно выше общий процент содержания сухих веществ у штамбовой разновидности, выращенных в благоприятные по погодным условиям годы : он колеблется от 5.0% до 6.9 %. Корреляционная зависимость между содержанием сухого вещества в плодах, выращенных в неблагоприятных погодных условиях и содержанием сухого вещества в плодах, выращенных в относительно благоприятные по погодным условиям годы, положительная и высокая($r=0.6$) Рис.1 В неблагоприятные по погодным условиям года наблюдается снижение содержания сухого вещества в плодах томата в среднем на 1-2 %. При возделывании одних и тех же сортов томата в различных географических зонах наблюдается изменение в периодах прохождения фенофаз. Меняется группа скороспелости. Чем севернее район возделывания сорта, тем продолжительность фенофазы « всходы-цветение» увеличивается.

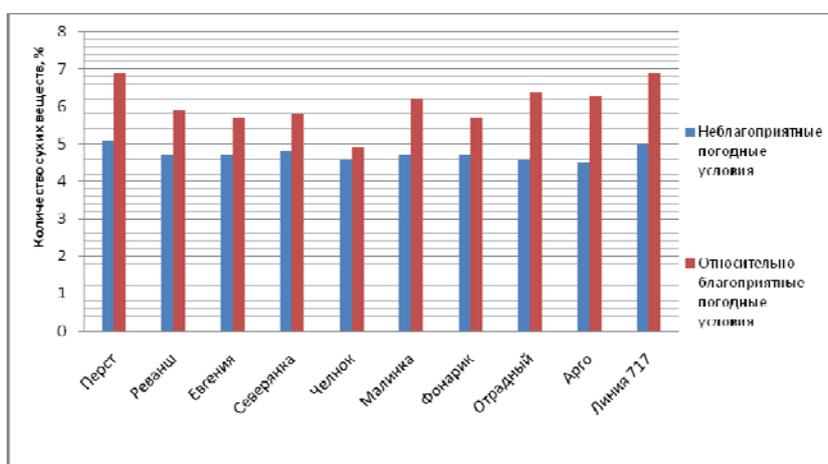


Рисунок 1. Накопление сухого вещества в плодах томата штамбовой разновидности при возделывании в открытом грунте в зависимости от погодных условий

Figure 1. The accumulation of dry matter in the fruits of tomato stemming varieties when cultivated in open ground, depending on weather conditions

Таблица 1. Расчетная и фактическая урожайность сортов томата штамбовой разновидности с учетом содержания сухих веществ.

Table 1. Estimated and actual yield of tomato varieties of the standard variety, taking into account the content of dry substances.

Сорт	Фактическая урожайность, т/га	Содержание сухих веществ, %	Превышение стандарта по содержанию сухих в-в, %	Расчетная урожайность с учетом сухих в-в, т/га	Превышение урожайности с учетом сухих в-в, т/га
Перст	44.2	5.7	+0.2	47.74	3.54
Арго	37.5	6.5	+1.0	43.9	6.45
Северянка	43.8	6.2	+0.9	51.25	7.45
Реванш	38.4	6.0	+0.7	43.39	4.99
Евгения	36.2	6.1	+0.8	38.73	5.43
Челнок	45.7	6.0	+0.7	51.64	5.94
Фонарик	42.9	5.7	+0.4	46.28	3.39
Первоцвет	62.5	6.4	+1.1	75.63	13.13
Малинка	30.6	5.8	+0.7	33.35	2.75
Отрадный стандарт	20.0	5.3	0	20.0	0

Наибольший процент сухого вещества содержится в неблагоприятные годы в плодах штамбовой разновидности со средней массой плода от 60 до 100г., в благоприятные годы - у образцов с массой от 30 до 60г. Снижение содержания сухого вещества при массе плода более 100г наблюдается при любых биострессах. Независимо от условий года в плодах позднеспелых форм штамбовой разновидности накапливается больше сухого вещества, чем у той же группы скороспелости, но нештамбовой разновидности. С увеличением высоты растений накопление сухих веществ снижается (5,3). Формула расчета урожайности в зависимости от количества сухих веществ в плодах томата.

$$P = Y + \left(\frac{C}{B} - 1 \right) \times Y$$

Где Y - фактическая урожайность сорта, т/га; B - базисное содержание сухих веществ (в плодах стандарта); C - содержание сухих веществ в плодах изучаемого сорта.

Содержание сухого вещества в плодах томата влияет не только на вкусовые, но и на качество продукции при переработке. Как видно из таблицы 1, превышение содержания сухого вещества у сортов по сравнению со стандартом невелико, в пределах 0.2-1.1 %, а урожайность увеличилась от 2,8 до 13.13 т/га. Это при превышении по сухому веществу в плодах в пределах 1%. Чем выше содержание сухих веществ в плодах томата, тем выше общая урожайность, а значит и рентабельность. Экономически выгодней производство сортов томата, особенно для промышленной переработки на томат-пасту, сок и консервирование с высоким содержанием сухих веществ в плодах.

Заключение

При неблагоприятных погодных условиях вегетационный период у растений увеличивается, наблюдается небольшое снижение количества сухих веществ в плодах. Независимо от условий года в плодах позднеспелых образцов томата штамбовой разновидности сухих веществ накапливается больше, чем в образцах с обычным типом растений. Знание динамики накопления сухих веществ в образцах томата на ранних фазах онтогенеза дает возможность оценки большого селекционного материала, что значительно ускорит процесс создания гибридов и сортов томата с заданными параметрами.

Литература

1. Куземенский А.В. Селекционно-генетические исследования мутантных форм томата. - Харьков, 2004.-С.105-115
2. Авдеев Ю.И. Оценка урожайности с учетом сухого вещества. Теоретические и прикладные исследования по овощным культурам. Астрахань, 2004. - 244-245 с.
3. Алпатьев А.В. Помидоры. - М. - Московский рабочий. - 1981.-302с
4. Куземенский А.В. Селекционно-генетические исследования штамбовых форм томата. Междун. научн.-практ. конф. по пасленовым культурам. - Астрахань, 2004.- 105-115 с.
5. Жученко А.А. Генетика Томатов.- Кишинев. - Штиинца. -1973.-661с
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд. доп. и переработанное. М.-Агропромиздат.- 1985.-351с.

References

1. Kuzemensky A.V. Selection and genetic studies of tomato mutant forms. - Kharkiv, 2004.-p.105-115
2. Avdeev Yu.I. Evaluation of yield, taking into account the dry matter. Theoretical and applied research on vegetable crops. Astrakhan, 2004. - 244-245 p.
3. Alpatyev A.V. Tomatoes. - M. - Moscow worker. - 1981.-302 p.
4. Kuzemensky A.V. Selection and genetic studies of standard forms of tomato. International scientific-practical conf. solanaceous crops. - Astrakhan, 2004.- 105-115 p.
5. Zhuchenko A.A. Genetics Tomatov.- Chisinau. - Shtiintsa. -1973.-661 p.
6. Armor B.A. Field experience. 5th ed. additional and recycled. M.-Agropromizdat.-1985.-351 p.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ
S. SEGETALE (ZHUK.) ROSHEV
ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ
УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА**

Рафиева Г.К. - кандидат б. наук, с.н.с. отдела
Зерновых и бобовых культур,
Мамедова С.М. - кандидат б. наук, с.н.с.
лаборатории Зародышевой плазмы

*Институт Генетических Ресурсов
НАН Азербайджана,
Баку, AZ1106, пр. Азадлыг 155.
E-mail: gulya.refiyeva@mail.ru*

В работе изучена Шекинская популяция ржи, выращенная на Апшеронской Экспериментальной Базе ИГР и Шеки, на Опорном Пункте НИИ Земледелия (в 2018 г.). Был установлен процент всхожести семян, хранившихся в холодильной установке при 6°C по годам (с 2015 по 2017) и произведен посев в полевых условиях. Установлено, что урожайность и всхожесть семян этой популяции зависят не только от метеорологических факторов, но и от генетических особенностей сортообразца ржи.

Ключевые слова: популяция ржи, всхожесть семян, элементы урожайности, селекция

Введение

Рожь - универсальное растение, используемое для пищевых, кормовых и технических целей, которая является второй хлебной культурой после пшеницы.

Культурная рожь (по данным Н.И.Вавилова) произошла от дикой сорно-полевой ржи, которая и сейчас еще засоряет посевы пшеницы и ячменя в предгорных районах Кавказа [1].

В настоящее время многие формы сорно-полевой ржи Закавказья не уступая культурной, превосходят её по крупности зерна и большинство этих форм по окраске зерна не отличаются от культурной [2].

В селекции ржи доминируют два направления – селекция гибридов и селекция сортов – популяций. Селекция гибридов основана на оценке и отборе потомства с контролируемым опылением внутри сорта, а селекция сортов популяции связана с оценкой и отбором потомств от свободного или контролируемого перекрестного опыления. Отбор потомств от самоопыления, часто называемый индивидуальным отбором, является наиболее эффективным [3].

Перекрестно опыляющиеся растения отличаются тем, что их селекционные сорта всегда представлены весьма сложными популяциями, обуславливающими возможность постоянного улучшения сортов [2].

В основе селекционной программы института Генетических Ресурсов лежат два основных элемента: обогащение генетического фонда, выбор селекционной методики. Коллекционные образцы ИГР - это основной исходный материал для выведения новых сортов, которым широко пользуются селекционные учреждения республики. От наличия хорошего, разносторонне изученного исходного материала и правильного его подбора зависит успех в селекционной работе. Коллекция ржи Национального Генбанка Азербайджана включает многообразие ботанических видов,

**CHARACTERISTICS OF *S. SEGETALE*
(ZHUK.) ROSHEV POPULATIONS GROWN
IN DIFFERENT CONDITIONS OF
AZERBAIJAN**

Rafiyeva G.K. - PhD of Biological Sciences, Senior
Researcher, Department of Cereals and leguminous
crops,
Mammadova S.M. - PhD of Biological Sciences,
Senior Researcher, Germplasm laboratory

*Azerbaijan NAS Genetic Resources Institute (GRI),
Baku, AZ1106, Azadliq ave.155.
E-mail: gulya.refiyeva@mail.ru*

In the study, the Shaki population of rye grown on the Apsheron Experimental Base of the GRI and in Shaki was studied at the Shaki Support Point of the Research Institute of Agriculture (in 2018). The percentage of seed germination stored in the refrigeration unit at 6 ° C over the years (from 2015 to 2017) was determined and sowed in the field conditions. It has been defined that the yield and germination of seeds of this population depend not only on meteorological factors, but also on the genetic characteristics of rye variety sample.

Keywords: rye population, seed germination, yield indicators, breeding

разновидностей и форм произрастающих в стране, необходимых для решения проблем селекции [4]. Основной задачей селекции ржи в республике, независимо от природных зон, является выведение новых сортов, дающих устойчивые и высокие урожаи зерна. Опираясь на это, нами проведена оценка всхожести семян и урожайности, отобранной при многолетних исследованиях из коллекции Национального Генбанка, Шекинской популяции ржи *S.segetale* (Zhuk.) Roshev, выращенного в различных агроклиматических условиях республики.

Объекты и методы исследований

Материалом исследования служила популяция ржи *S.segetale* (Zhuk.) Roshev Н-275, выращенная на Апшероне (орошение) и в Шеки (обеспеченная богара) по общепринятой методике. Семена ржи урожая 2015, 2016 и 2017 годов высевались на полях Апшеронской Экспериментальной Базы Института Генетических Ресурсов, в Шеки на Опорном Пункте НИИ Земледелия, в оптимальный срок и с оптимальной нормой высева (400с/м²) на 1 м² в четырёх повторности в 2018-ом году. Элементы урожайности оценивались общепринятыми методами [5]. Процент всхожести был установлен по ГОСТУ.

Результаты и обсуждение

С целью выявления посевных качеств материала исследования, была оценена всхожесть семян, которая в лабораторных опытах разнялся с результатами полевых опытов и наблюдалось снижение этого показателя в зависимости от сроков хранения. Так лабораторная всхожесть семян изучаемой популяции по годам составляет 80%, 85% и 89%, а полевая всхожесть на Апшероне варьируют от 71 до 79%, а в Шеки от 71 до 82 % (Таблица 1.).

А при сравнении элементов урожайности Н-275 выявлено варьирование абсолютных величин средних значений по годам в зависимости от условий выращивания. В посевах семенами 2015, 2016 и 2017 годов высота растений ржи варьировала на Апшероне от 172 до 229 см. и от 141 до 150 см. в Шеки, число продуктивных стеблей от 4,6 до 5,6 шт. (Апш.) и 5,5 - 6,4 (шт.) в Шеки, длина колоса на Апшероне от 19,4 до 21,2 см., а в Шеки от 15,5 до 18,24 см., число колосков в колосе 49,2 - 56,6 шт. (Апш.), соответственно в Шеки 46,4 - 49,2 шт. Число зёрен в колосе на Апшероне - 88,0-106,2 шт., а в Шеки, соответственно 66,4 - 88,8 шт. Масса зёрен с колоса на Апшероне составляла 3,09 - 3,69 гр., в Шеки - 3,18 - 3,35 гр. Масса 1000 зёрен на Апшероне составляла 35,9 - 43,6 гр., а в Шеки - 38 - 43,3 гр.

Таблица 1. Процент всхожести семян ржи Шекинской популяции в зависимости от сроков хранения.

Table1. Germination percentage of Shaki population rye seeds depending on period of storage.

Год	Процент всхожести в лабораторных опытах	Процент всхожести в полевых опытах	Регион выращивания
2015	80,0	75,0	Шеки
		71,0	Апшерон
2016	85,0	79,0	Шеки
		73,0	Апшерон
2017	89,0	82,0	Шеки
		79,0	Апшерон

Заключение

Так как условия среды, в которой выращивалась эта популяция, отличались (Апшерон и Шеки), мы получили разные данные по изученным показателям, что вероятно связано с генетической адаптивностью. А более высокая урожайность формировалась благодаря повышенной густоте продуктивного стеблестоя и возросшей массе зерна с колоса.

Литература

1. Ф.М. Стрижова, Л.Е. Царева, Н.И. Шевчук, Э.В. Путилин, Л.В. Ожогина. Биологические особенности и технология возделывания основных полевых культур в Алтайском крае: учебное пособие / под ред. Ф.М. Стрижовой. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. 124 с.

References

1. F.M. Strijova, L.E. Tsareva, N.I. Shevchuk, E.V. Putilin, L.V. Ojogina. Biological features and technology of cultivation of main field crops in the Altai Territory: a tutorial/ed. F.M. Strijova. Barnaul: Publishing House AGAU, 2006. 124 p.

- | | |
|---|--|
| <p>2. А.П.Иванов. Рожь. Сельхозиздат, 1961, стр. 5-10.</p> <p>3. А.В.Войлоков. Перспективы использования автофертильности в селекции сортов популяций у ржи. Генетика, 2007, том. 43, №10, ст. 1402.</p> <p>4. К.Рафиева, С.М.Мамедова, Т.И.Аллахвердиев, Л.С.Велева. Генетический анализ шекинской популяции ржи <i>S.segetale</i> (Zhuk.) Roshev из различных агроклиматических условий выращивания//Научные Труды НИИ Земледелия, том XXV, Баку, 2014 г., С 48-51.</p> <p>5. Musayev A.C., Hüseynov H.S., Məmmədov Z.A. Dənli-taxıl bitkilərinin seleksiyası sahəsində tədqiqat işlərinə dair tarla təcrübələrinin metodikası, "Müəllim" nəşriyyatı, 2008, 88 səh.</p> | <p>2. A.P. Ivanov. Rye. Selkhozizdat, 1961, p.5-10.</p> <p>3. A.V.Voilokov. Prospects for the use of autofertility in breeding of variety populations in rye. Genetics, 2007, vol. 43, No. 10, p. 1402.</p> <p>4. G.K.Rafieva, S.M.Mammadova, T.I. Allahverdiev, L.S. Veleva. Genetic analysis of the Shaki rye population <i>S.segetale</i> (Zhuk.) Roshev from various agro climatic growing conditions // Scientific Works of the Research Institute of Crop Husbandry, vol. XXV, Baku, 2014, p.48-51.</p> <p>5. Musayev A.J., Huseynov H.S., Mammadov Z.A. Methodology of Field Practices on Selection of Cereals, Publishing House "Teacher", 2008, 88 p.</p> |
|---|--|

ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ В ФАЗУ ПРОРАСТАНИЯ РИСА *ORYZA SATIVA L.*

Скаженник М.А. – доктор биол. наук, с.н.с.,
заведующий лабораторией физиологии
Ковалев В.С. – доктор с.х.-н., профессор,
заместитель директора
Иваненко Е.Е. – аспирант лаборатории
физиологии
Пшеницына Т.С. – с.н.с. лаборатории
физиологии

*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Всероссийский научно-
исследовательский институт риса»
350921, г. Краснодар, пос. Белозерный 3,
e-mail: sma_49@mail.ru*

Образцы уникальной научной установки ВНИИ риса исследовали при 14 °С на холодостойкость. В группах генотипов, различающихся по периоду вегетации, выявлены холодостойкие, среднеустойчивые и неустойчивые формы при воздействии низких температур. Скороспелые сорта имели низкую скорость прорастания – в большинстве от 4,22 до 7,00 суток. Выделены перспективные генотипы в качестве исходного материала для создания новых холодостойких сортов риса..

Ключевые слова: рис, сорт, холодостойкость, интенсивность роста, морфологические признаки

Введение

Рис (*Oryza sativa L.*) является всемирно распространенной культурой, выращиваемой в тропических, субтропических и умеренных регионах. Низкие температуры во время сезона выращивания риса представляют серьезную проблему в таких странах, как Австрия, Китай, Индонезия, Япония, Южная Корея, Непал, США, Южная Латинская Америка, Чили, Бразилия и Россия [1]. На ранних стадиях развития низкая температура снижает и задерживает прорастание семян, оказывает негативное влияние на получение всходов и на неравномерное созревание зерновок. Для создания холодостойких сортов риса необходимо исследовать генетические ресурсы, происходящие из разных регионов мира, позволяющие введение генов, участвующих в низкотемпературной способности к прорастанию из местных и традиционных сортов в элитные сорта [3].

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были взяты сорта риса, различающиеся по периоду вегетации: I. Ультраскороспелая группа (приморские и дальневосточные сорта): 1-09, 4-09, 9-09, 10-09, 29-09, 30-09, 32-09, 34-09, 46-09, 49-09, 58-09, 62-09, Му-07-980, Му-07-1055, Луговой, Приозёрный, Рассвет II. Скороспелая группа: Солярис, Изумруд, Фонтан, Серпантин, Спринт, Новатор, Кубань 3 III. Среднеспелая группа: Лиман, Курчанка, Регул, Аметист, Янтарь, Атлант, Соната, Гарант, Флагман, Сонет, Северный IV. Среднепоздняя группа: Рапан, Снежинка, Лидер, Хазар, Кумир, Южный, Одаебуе, Jinbubyе, Австрал, Гамма. Оценку холодостойкости проводили по

COLD TOLERANCE AT THE GERMINATION STAGE OF RICE *ORYZA SATIVA L.*

Skzhennik M.A. – DSc of Biology Sciences,
Senior Researcher, Head of the Laboratory of
Physiology
Kovalyov V.S. – DSc of Agricultural Sciences,
Professor, Deputy Director
Ivanenko E.E. – Graduate Student of the Laboratory
of Physiology
Pshenitsyna T.S. – Senior Researcher of the
Laboratory of Physiology

*FSBSI ARRI (Federal State Budgetary Scientific
Institution "All-Russian Rice Research Institute"),
350921, Russia, Krasnodar, Belozerny 3,
e-mail: sma_49@mail.ru*

Unique samples of initial stock of the All-Russian Rice Research Institute were investigated at 14 °C for cold resistance. In groups of genotypes differing by the vegetation period, cold tolerant, medium-resistant and unstable forms were revealed when exposed to low temperatures. Early maturing varieties had a low germination rate of most from 4.22 to 7.00 days. Promising genotypes were selected as an initial stock for creating new cold tolerance rice varieties.

Keywords: rice, variety, cold tolerance, temperature, germination power, morphobiological traits.

скорости наклевывания семян и интенсивности роста проростков на 13 сутки прорастания [2]. В качестве стандарта использовали сорт риса Кубань 3. Сравнивая полученные величины этих показателей анализируемых и контрольных образцов, определяли холодостойкость по пятибалльной шкале. Такой подход позволяет определять холодостойкость риса с высокой точностью, так как в нём учитывается не статическая выживаемость, а кинетическая величина интенсивности прорастания, позволяющая дифференцировать выживаемость на разных стадиях прорастания и выводить интегральный показатель холодостойкости генетических линий и сортов. Для дифференцировки экспериментальных результатов по группам с близкими значениями исследуемых параметров использовали однофакторный дисперсионный анализ с применением критерия Фишера.

Результаты и обсуждение

Получение всходов растений риса в условиях затопления связано с физиологической функцией колеоптиля, который при небольшом слое воды, достигая её поверхности, обеспечивает приток кислорода воздуха к осевым органам зародыша и тем самым способствует росту других листьев почечки, а также корешка. Поэтому важна его изменчивость в генотипах при низких положительных температурах. Величина колеоптиля изучаемых образцов варьировала в большинстве случаев от 0,25 см до 1,07 см при температуре 14 °С.

При определении длины колеоптиля проростков на 13 сутки при 14 °С выявили, что они по данному признаку разделились на три группы по критерию Фишера. В первую группу, имеющей длину колеоптиля от 0,76 до 1,02 см вошли 20 генотипов. Вторую группу составили 14 генотипов с длиной от 0,50-0,75 см. В третью группу с длиной 0,25-0,49 см, соответственно, вошли 11 сортов. С увеличением энергии прорастания у большинства генотипов снижается и длина колеоптиля. Установлена отрицательная связь между величиной колеоптиля и энергией прорастания семян $r = -0,81 \pm 0,09$, которая на 66,0 % обусловлена генотипом. Дисперсионный анализ и последующие попарные сравнения по наименьшей существенной разности показали отсутствие образцов с длиной колеоптиля, достоверно большей, чем у стандартного сорта Кубань 3. Из этого следует, что снижение глубины заделки семян до 0,5-0,7 см в условиях пониженных температур будет способствовать повышению полевой всхожести семян, что подтверждается ранее проведёнными исследованиями по физиологии их прорастания.

Первая ультраскороспелая группа по скорости прорастания семян характеризовалась в большинстве от 4 до 7 суток при температуре 14 °С, кроме сортов Ми-07-1055 и Приозерный. Исследуемые генотипы по скорости прорастания семян при 14 °С разделились на 3 группы по критерию Фишера.

В первую группу, имеющую минимальное количество суток на прорастание одного семени (4,16-5,66 суток) вошли 18 генотипов из 45. Вторую группу составили 14 генотипов с количеством суток 5,86-7,92, в третью – 13 сортов от 8,68 до 11,80 суток. Скороспелые сорта имели продолжительность прорастания в большинстве от 4,88 до 6,70 суток, кроме сортов Серпантин и Солярис.

Интенсивность, или скорость, прорастания семян тесно связана с активностью трансляции белков на полирибосомах. На запуск и эффективную работу трансляционного аппарата влияют многие генотипдетерминированные внутриклеточные факторы. Это, прежде всего, биохимические факторы поддержания высокоструктурированности макромолекул рРНК в покоящемся зерне и при реактивации зародыша. От работы систем, обеспечивающих сохранность в условиях холодового стресса сложных третичных и четвертичных надмолекулярных структур рРНК, образованных в ходе периода созревания и покоя, во многом зависит устойчивость рРНК на последних этапах сборки рибосом и запуска трансляции, которые обеспечивают прорастание.

Количественное определение рРНК в зрелом сухом зерне – важный метод оценки устойчивости генотипа к холодовому стрессу. Как показали предыдущие исследования, наиболее холодостойкие сорта риса – Северный и Кубань 3, обладали наибольшим содержанием рРНК в зародышах зерна [3]. В настоящем исследовании эти сорта проявили высокую интенсивность прорастания в условиях холодового стресса по скорости роста и длине колеоптелей. Это с одной стороны является подтверждением их статуса стандартов холодостойкости сортов, с другой стороны – раскрывает сложные физиолого-биохимические механизмы, связанные с запуском трансляции, у генотипов риса, обладающих повышенной устойчивостью к холодовому стрессу.

Заключение

По двум признакам по скорости роста и интенсивности прорастания колеоптиля выделены три группы генотипов, различающиеся по холодостойкости. Первая группа характеризовалась более

интенсивным ростом coleoptilya и меньшей энергией прорастания, выраженной средним числом дней, необходимых для прорастания одного семени. В группах генотипов, различающихся по периоду вегетации выявлены холодостойкие, среднеустойчивые и неустойчивые формы при воздействии низких температур. Скороспелые сорта имели низкую скорость прорастания в большинстве от 4,22 до 7,00 суток. Снижение глубины заделки семян до 0,5-0,7 см в условиях пониженных температур будет способствовать повышению полевой всхожести риса. Выделены наиболее перспективные для селекции на холодостойкость генотипы: из ультраскороспелой группы - 29-09 (04641); 32-09 (64643); 34-09 (04644); Луговой (04621). Из скороспелой группы: Кубань 3 (01310); Новатор (04237); Спринт (04063); Изумруд (04118). В среднеспелой группе: Северный (04241); Лиман (01252); Курчанка (04064); Регул (04116); Сонет (04473); Атлант (04197) и в среднепоздней: Лидер (04074); Гамма (04651); Odaebyeo (04476) и Jinbubyeo (04477).

Литература

1. Костылев П.И., Парфенюк А.А., Степовой В.И. Северный рис. – Ростов-на-Дону: ЗАО Книга, 2004. – 576 с.
2. Скаженник, М.А., Воробьев Н.В., Досеева О.А. Методы физиологических исследований в рисоводстве. – Краснодар, 2009. – 24 с.
3. Скаженник, М.А., Иваненко Е.Е. Идентификация подвидов риса *Indica* и *Japonica* при помощи молекулярно-физиологических признаков // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 3(27). – С. 11-15.

References

1. Kostylev PI, Parfenyuk A.A., Stepovoy V.I. Northern rice. – Rostov-on-Don: Kniga, 2004. – 576 p.
2. Skazhennik MA, Vorobyov N.V., Doseeva O.A. Methods of physiological research in rice. – Krasnodar, 2009. – 24 p.
3. Skazhennik MA, Ivanenko, E.E. Identification of subspecies of rice *Indica* and *Japonica* using molecular physiological features // Grain economy of Russia. – 2013. – № 3 (27). – P. 11-15.

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ
СИМБИОТИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ
ЛЮЦЕРНЫ ХМЕЛЕВИДНОЙ
(*MEDICAGO LUPULINA L.*)**

Степанова Г.В. - кандидат с.-х. наук, доцент, зав. лабораторией селекционных симбиотических технологий

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса») 141055, Московская обл., г. Лобня, Научный городок, к.1, e-mail: vniikormov@mail.ru

Исследование симбиоза люцерны хмелевидной сорта Мира с высокоактивными штаммами клубеньковых бактерий выявило достоверную положительную связь между количеством клубеньков и массой растений ($r = 0,90$), сбором протеина ($r = 0,87$), массой клубеньков ($r = 0,81$), процентным содержанием протеина в сухом веществе надземной части растений ($r = 0,79$), содержанием азота в корнях ($r = 0,71$) и отрицательную с массой корней ($r = - 0,51$). Исследование симбиотических систем люцерны сорта Мира с местными расами клубеньковых бактерий в контроле не выявило статистически значимых корреляционных зависимостей между количеством клубеньков и эффективностью симбиоза, накоплением азота и даже массой клубеньков.

Ключевые слова: люцерна хмелевидная, клубеньковые бактерии, активные штаммы, активность симбиоза, эффективность симбиоза

Введение

Люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina L.*) – наиболее широко распространенный полиморфный вид рода *Medicago*, относится к подроду *Lupularia Grossh.*, включает две разновидности: 1 *vulgaris Koch.*, 2 *Willdenowii Bonn.*, имеющие однолетний жизненный цикл и разновидность *perennans Grossh.*, которая представлена двух- и многолетними формами озимого и интермедиального типа. Наибольшую ценность для сельского хозяйства представляет разновидность *perennans Grossh.*, относящаяся к интермедиальному типу. Созданы сорта этой разновидности: Renata (Польша), Nordol (Дания), Georgia (США), Мира (Россия, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса). Названные сорта рекомендуются для использования на пастбище в составе сложных травосмесей в качестве бобового компонента. По данным ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса при благоприятных погодных условиях урожайность вышеназванных иностранных сортов достигает 4,91-5,77 т/га сухого вещества, а сорта Мира – 6,47- 7,85 т/га. Содержание протеина в сухом веществе люцерны в фазу цветения составляет 24,0-24,6%. В 1 кг сухого вещества содержалось в среднем 171,34 г аминокислот, в том числе незаменимых – 84,38 г. Сорт Мира высокоотзывчив на искусственную инокуляцию клубеньковыми бактериями. К нему подобран специфичный комплементарный штамм *Sinorhizobium meliloti* ЛХ-1. Данный штамм выделен из клубеньков дикорастущей люцерны хмелевидной, произрастающей в Московской области. Предпосевная инокуляция семян этим штаммом увеличивает продуктивность (эффективность симбиоза) биомассы на 55-75%, семян на 20-

**CORRELATION BETWEEN SYMBIOTIC
CHARACTERISTICS OF BLACK MEDICA
(*MEDICAGO LUPULINA L.*)**

Stepanova G.V. – PhD of Agricultural Sciences, associate Professor, head of laboratory of breeding symbiotic technologies

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology 141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1 e-mail: vniikormov@mail.ru

A study of the symbiosis of black medica of varieties Mira with highly active strains of nodule bacteria revealed a significant positive relationship between the number of nodules and plant weight ($r = 0.90$), the collection of protein ($r = 0.87$), the mass of nodules ($r = 0.81$), the percentage of protein in the dry matter of the above-ground part of plants ($r = 0.79$), the nitrogen content in the roots ($r = 0.71$) and negative with the mass of roots ($r = - 0.51$). The study of symbiotic systems of variety Mira with local races of nodule bacteria in the control revealed no statistically significant correlation between the number of nodules and the effectiveness of symbiosis, nitrogen accumulation and even the mass of nodules.

Keywords : black medica, nodule bacteria, active strains, the activity of the symbiosis, the efficiency of symbiosis

50%. При благоприятных погодных условиях за вегетационный сезон травостой сорта Мира накапливает 150-180 кг/га азота, причем доля симбиотического азота составляет 70-75% [1-4].

В настоящее время продолжают исследования по селекции люцерны хмелевидной. Интерес представляют: высокое качество сухого вещества, стабильно высокая урожайность семян, холодостойкость – растет при среднесуточной температуре воздуха +3-5°C, способность формировать эффективный растительно-микробный симбиоз с клубеньковыми бактериями и эндомикоризными грибами рода *Glomus*.

Для организации селекционной работы методически важным является вопрос связи эффективности симбиоза с азотфиксирующей активностью и интенсивностью образования клубеньков.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в лаборатории селекционных симбиотических технологий ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в 2017-2018 гг. Объекты исследований: люцерна хмелевидная (*M. lupulina* L.) сорт Мира, созданный в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и штаммы клубеньковых бактерий (*Sinorhizobium meliloti*) 425a и СХМ1-188, созданные во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург), а также штамм ЛХ1, выделенный в лаборатории селекционных симбиотических технологий ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» из клубеньков на корнях дикорастущей люцерны хмелевидной Московской области. Эффективность симбиоза и другие показатели симбиотрофности растений люцерны определяли по общепринятым методикам [5, 6]. Исследования проводили в контролируемых условиях селекционно-тепличного комплекса. Растения выращивали в сосудах емкостью 2,5 л наполненных речным песком, имеющим следующие показатели плодородия: содержание гумуса 0,20%, рН солевой вытяжки 7,7, содержание P₂O₅ 33,2, K₂O 2,3 мг на 100 г песка, общего азота 0,123%. В субстрат минеральные удобрения не вносили. В сосуде размещали по 5 растений, повторность 6-ти кратная. Перед посевом семена обрабатывали препаратами клубеньковых бактерий: Контроль – вариант без инокуляции. Учеты проводили в фазу цветения люцерны.

Результаты и обсуждение

Важным показателем при изучении симбиотических растительно-ризобиальных взаимодействий является азотфиксирующая активность, которая характеризует скорость превращения молекулярного азота в ионы аммония. Она может быть измерена с помощью изотопного метода (по скорости включения метки ¹⁵N в растения), либо более простого ацетиленового метода (по скорости восстановления ацетилена в этилен, происходящего, как и фиксация азота, за счет нитрогеназной активности). Совместные исследования, проведенные во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии и ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса показали, что нитрогеназная активность достоверно коррелировала с накоплением азота в сухом веществе надземной части растений люцерны посевной и хмелевидной, но не коррелировала с массой растений. Схожие результаты были получены, как в микровегетационных, так и полевых опытах.

В вегетационных опытах нитрогеназная активность люцерны хмелевидной сорта Мира достоверно коррелировала с накоплением азота в сухом веществе надземной части растений ($r = +0,56$), но не имела существенной корреляционной связи с массой растений ($r = +0,12$).

Не менее важен вопрос о связи показателя симбиотической эффективности с интенсивностью образования клубеньков на корнях бобовых растений. Размеры, форма, количество и окраска клубеньков на корнях одного и того же растения могут существенно варьировать. При эффективном симбиозе на растениях люцерны образуются крупные удлиненные клубеньки розового цвета. Более 30 лет назад рядом исследователей (Nutman, 1984; Федоров, 1987; Федоров, Симаров, 1987; Caetano-anolles, 1991) было установлено, что количество клубеньков на корнях люцерны изменчивой и посевной (*M. varia* и *M. sativa*) не коррелирует с азотфиксирующей активностью и эффективностью симбиозов. Часто, при высокоэффективном симбиозе клубеньков формируется меньше, чем при малоэффективном. Связано это с действием системных механизмов регуляции роста и развития растений, которые не допускают образования избытка клубеньков.

В наших опытах изучали симбиотическое взаимодействие люцерны хмелевидной сорта Мира со штаммами СХМ1-188, 425a и ЛХ 1. В фазу начала цветения люцерны среднее количество клубеньков на одно растение в вариантах с инокуляцией ЛХ 1, 425a и СХМ1-188 составило соответственно 452, 438 и 317 штук, в контроле, варианте без искусственной инокуляции, – 116 штук. Клубеньки различались размером и формой. В вариантах с инокуляцией СХМ1-188 и 425a образовались одиночные клубеньки удлиненно-цилиндрической формы, в варианте с ЛХ 1 – одиночные с утолщением на конце, а в контроле – крупные, сросшиеся пальчатой формы. Так как

растения люцерны и симбиотический аппарат находились в стадии роста и развития, все клубеньки были активные, розового цвета. Масса клубеньков в среднем на одно растение распределилась следующим образом (по убыванию): контроль – 1177 мг, вариант с ЛХ 1 – 1047 мг, с 425^a – 659 мг и с СХМ1-188 – 470 мг. Выявлены статистически достоверные корреляционные связи между количеством клубеньков и такими показателями как эффективностью симбиоза по массе растений ($r = 0,90$), сбор протеина ($r = 0,87$), процентное содержание протеина в сухом веществе надземной массы люцерны ($r = 0,79$), содержание азота в корнях ($r = 0,71$).

Исследование симбиотических систем люцерны сорта Мира с местными расами клубеньковых бактерий не выявило корреляционной зависимости между массой клубеньков и эффективностью симбиоза, накоплением азота и даже массой клубеньков и их количеством. Объясняется это тем, что малоактивные расы клубеньковых бактерий часто формируют крупные клубеньки пальчатой формы (дикий тип), которые по массе в несколько раз превышают мелкие клубеньки цилиндрической формы активных штаммов клубеньковых бактерий. Исследование симбиоза с высокоактивными штаммами показало достоверную связь между массой клубеньков и их количеством ($r = 0,81$), массой клубеньков и эффективностью симбиоза по сухому веществу надземной массы ($r = 0,97$), накоплению протеина в надземной массе ($r = 0,96$), процентному содержанию протеина в надземной массе ($r = 0,81$) и азота в корнях ($r = 0,75$). Установлено, что у люцерны хмелевидной прослеживается отрицательная корреляционная зависимость между массой корней и массой клубеньков ($r = - 0,35$), а также числом клубеньков ($r = - 0,51$).

Заключение

Эффективность симбиоза в первую очередь зависит от генетических особенностей микросимбионта, а затем от количества и массы активных клубеньков.

Литература

1. Степанова Г.В. Хозяйственная ценность дикорастущих образцов люцерны хмелевидной // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. –С-Пб.: 2009.-т.166.-С.249-255.
2. Степанова Г.В., Рогожина С.И. Отбор селекционного материала люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina* L.) по эффективности симбиоза // В сборнике: Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Материалы X Международного симпозиума. 2013. Пушино, 17-21 июня 2013 г. С. 134-137.
3. Степанова Г.В. Хозяйственное использование люцерны хмелевидной //Селекция и семеноводство. – 1998.-№3.- С. 18-20.
4. Степанова Г.В. Хозяйственное значение люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina* L.)// В сборнике: Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Материалы X Международного симпозиума. 2013. Пушино, 17-21 июня 2013 г. С. 131-134.
5. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. – М. «Агрпромиздат». 1991. 300 с.
6. Проворов Н.А., Симаров Б.В., Сметанин Н.И., Квасова Э.В. Селекция люцерны на повышение эффективности симбиоза с клубеньковыми бактериями (Методические рекомендации). М. 1990. 50 с.

References

1. Stepanova G. V. Economic value of wild samples of black medica // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. —SPb.: 2009.-vol. 166.-P. 249-255.
2. Stepanova G. V., Rogozhina S. I. Selection of breeding material of black medica (*Medicago lupulina* L.) on the effectiveness of symbiosis // In the collection: New and non-traditional plants and prospects for their use. Proceedings of the X International Symposium. 2013. Pushchino, 17-21 June 2013, Pp. 134-137.
3. Stepanova G. V. Economic use of black medica / /Breeding and seed production. – 1998.-№3.- P. 18-20.
4. Stepanova G. V. Economic value of black medica (*Medicago lupulina* L.)// In the collection: New and non-traditional plants and prospects of their use. Proceedings of the X International Symposium. 2013. Pushchino, 17-21 June 2013 P. 131-134.
5. Posypanov G. S. Methods of studying biological fixation of air nitrogen. – М. "Agropromizdat". 1991. 300 P.
6. Provorov N. A. Simarov B. V., Smetanin N.I., Kvasova E. V. Selection of alfalfa to improve the effectiveness of symbiosis with nodule bacteria (Methodical recommendation). - М. 1990. 50 P.

УДК 633.2:631.52:581:549.67

DOI: 10.22363/09509-2019-128-130

**ПОВЫШЕНИЕ ВСХОЖЕСТИ НОВЫХ
КУЛЬТУРНЫХ КОРМОВЫХ ТРАВ
В РСО-АЛАНИИ****IMPROVING THE GERMINATION OF A
NEW CULTURAL FODDER GRASSES IN
NORTH OSSETIA-ALANIA REPUBLIC**

Бекузарова С.А.¹- доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая лабораторией селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур
Датиева И.А.¹-м.н.с, аспирант
Дзампаева М.В.² – аспирант
Дулаев Т.А.²- аспирант

Bekuzarova S.A.¹- Phd of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Breeding and Seed Fertilization of Crops

Datieva I.A.¹-m.n.s, graduate student

Dzampaeva M.V.² - graduate student

Dulaev T.A.²- graduate student

¹*СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН (Северо-Кавказский Научно-Исследовательский Институт Горного и Предгорного Сельского Хозяйства ВНИЦ РАН)
363110, РСО-Алания, с. Михайловское,
ул. Вильямса 1
skniigpsh@mail.ru*

¹*SKNIIGPSKh VNC RAS (North Caucasus Scientific Research Institute of Mining and Foothill Agriculture VNC RAS)*

*363110, RNO-Alania, p. Mikhailovsky, st. Williams 1
skniigpsh@mail.ru*

²*ФГБОУ ГГАУ (Горский Государственный Аграрный Университет)
362040, РСО-Алания, г. Владикавказ,
ул. Кирова 37, e-mail: info@gorskigau.com*

²*FSBEI GGAU (Gorsky State Agrarian University)
362040, RNO-Alania, Vladikavkaz, ul. Kirova 37,
e-mail: info@gorskigau.com*

В статье рассмотрены результаты исследований по всхожести мелкосеменных сельскохозяйственных культур однолетнего клевера, рыжика озимого, амаранта, включающий обработку семян веществами растительного происхождения с маслом из зародышей семян озимой пшеницы и цеолитсодержащей глиной «аланит». Результаты исследований выявили повышение всхожести мелкосеменных культур при использовании природного растительного сырья.

The article discusses the results of studies on the germination of small-seeded crops of annual clover, winter wheat, amaranth, including the treatment of seeds with plant-based substances with oil from seed germs of winter wheat and zeolite-containing clay "alanite". The research results revealed an increase in the germination of small-seed crops when using natural plant materials.

Ключевые слова: рыжик озимый, клевер однолетний, амарант

Keywords: camelina sativa, annual clover, amaranth

Введение

В настоящее время повышение урожайности сельскохозяйственных культур кормовых трав является актуальной проблемой земледелия в Северной Осетии. Предпосевная обработка семян различными веществами природного происхождения способна стимулировать их жизнедеятельность, что, в конечном итоге, существенно отражается на получении более высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на территории РСО-Алании [5,6]. В силу многих причин площади посевов мелкосемянных кормовых трав не увеличиваются, а где-то, зачастую, и уменьшаются. Поэтому все новые и передовые приёмы агротехники, способствующие росту урожайности при минимальном увеличении себестоимости, имеют производственное значение. В связи с этим, применение различных приёмов предпосевной обработки семян является перспективным направлением в нашей республике.

В Северной Осетии новые интродуцированные культуры однолетнего вида клевера, рыжика озимого и амаранта занимают одно из ведущих мест среди других однолетних кормовых культур по значимости в сельском хозяйстве и производстве продукции растениеводства [1,2,3,4]. Однако урожайность их находится на низком уровне, который не отвечает богатым потенциальным возможностям данных культур.

Поэтому целью настоящей работы является разработка технологических приемов, повышающих урожайность семян культурных кормовых трав при помощи экологически чистых веществ, которыми могут послужить масло проростков озимой пшеницы и цеолитсодержащая глина Аланит. В задачу исследований входило определение оптимального варианта предпосевной обработки семян, обеспечивающей максимальную всхожесть, а значит, и формирование высокопродуктивного семенного травостоя с лучшими параметрами его структуры.

Масло проростков озимой пшеницы содержит сквален и октанозол- ненасыщенные углеводороды, повышающие иммунитет растений. Входящие в состав антиоксиданты, микроэлементы, жирорастворимые витамины, различные кислоты, улучшают обмен веществ, ускоряют процесс роста и развития прорастающих семян. Имеющиеся в масле антиоксиданты селена и цинка формируют высокий иммунитет растений, обеспечивая его защиту от болезней и вредителей, осуществляют освобождение от свободных радикалов. Комплекс макро и микроэлементов создает благоприятные условия для роста и развития мелкосеменных культур. Масло зародышей пшеницы обычно применяют в косметике и медицине, и в предпосевной обработке предлагается нами впервые. Поскольку обработанные маслом семена имеют способность прилипания, к обработанному семенному материалу добавляли глину аланит, насыщенную йодистым калием в 0,2 % водным раствором.

Цеолитсодержащая глина Аланит (место происхождения - Республика Северная Осетия – Алания, Моздокский район) содержит ряд макро - и микроэлементов, необходимых для улучшения плодородия почв и питания растений. В данном случае эта глина в небольшом количестве 1 кг на 1 кг семян мелкосеменной культуры, обработанной маслом проростков пшеницы, используется для обволакивания семян с целью улучшения сыпучести при использовании сеялки и дополнительной подкормки семенного материала йодом. Аланит содержит 31-33 % кальция, 16-17 % алюминия, 5-6 % железа, 51-53 % кремния, калий, фосфор, сера, кобальт, марганец и другие элементы находятся в аланите в небольших количествах, что существенно дополняет элементы масла зародышей пшеницы.

Таблица 1. Всхожесть семян сельскохозяйственных культур, %
Table 1. Germination of seeds of agricultural crops,%

№	Варианты эксперимента	Клевер Шабдар	Клевер Инкарнатный	Амарант	Рыжик озимый
1	Проточная вода (контроль)	86 %	78 %	89 %	82 %
2	Водный раствор йодистого калия	92 %	97 %	91 %	89 %
3	Глина аланит- водный раствор	94 %	95 %	92 %	91 %
4	Смесь глины Аланит и йодистого калия	97 %	98 %	97 %	93 %
5	Семена + масло зародышей пшеницы+ глина Аланит с йодистым калием	100 %	100 %	99 %	99 %

Объекты и методы исследований

Исследования проводили на базе сельскохозяйственных угодий СКНИИГПСХ в 2018 г. Перед использованием глину Аланит измельчали и замачивали в 5% спиртового раствора йодистого калия из расчета 2 мл на 1 литр воды. Приготовленной смесью из расчета 0,2 % йодистого калия

смешивают с 1 кг цеолитсодержащей глиной, то есть 1 кг семян смешанных с 100 мл масла зародышей пшеницы смешивают с 1 кг аланита, насыщенного йодным раствором

Опыт №1. Семена однолетнего клевера персидского и инкарнатного смешивали с маслом зародышей озимой пшеницы в соотношении 1:20, то есть 100 мл масла и 2 кг семян однолетнего клевера. Такое количество семян смешивали с измельченным аланитом в количестве 2 кг. Перед обработкой семян глину измельчали и помещали в 1 л 0,2 % водного раствора йодистого калия. После подсушивания смесь высевали сеялкой.

Опыт №2. Семена амаранта в количестве 1 кг (гектарная норма семян) смешивали с маслом зародышей пшеницы из расчета в количестве 50 мл. Такое количество смешивали с глиной аланит, насыщенной йодистым калием в количестве 1 кг

Опыт №3. Мелкие семена рыжика озимого из расчета 1 кг семян каждой культуры смешивали с 50 мл масла проростков озимой пшеницы, добавляя к ним глину аланит, как в опытах 1 и 2.

Результаты и обсуждение

Результаты опытов представлены в таблице 1.

Заключение

На основании приведенных в таблице данных следует, что данная методика обеспечивает повышение всхожести мелкосеменных культур и позволяет при использовании природного растительного сырья повысить ее эффективность.

Литература

1. Бекузарова С.А., Дулаев Т.А. Рыжик озимый — новая культура в Северной Осетии-Алания
2. Бекузарова, С.А. Клевер – биоиндикатор тяжёлых металлов / С.А. Бекузарова, И.А. Шабанова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51. - № 3. – С. 297-301.
3. Бекузарова, С.А. Продуктивность амаранта сорта «Иристон» и энергетическая эффективность его возделывания в одновидовых и смешанных посевах / С.А. Бекузарова, Д.Т. Калищева, А.А. Сабанова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 49. - № 4. – С. 51-59.
4. Бекузарова, Сарра Абрамовна. Амарант - универсальная культура / С. А. Бекузарова, И. Ю. Кузнецов, В. И. Гасиев ; Северо-Кавказский научно-исслед. ин-т горного и предгорного сельского хоз-ва, ФГБОУ ВПО Горский гос. аграрный ун-т. - Владикавказ : Мавр, 2014. - 180 с., [б] л. цв. ил., портр., табл. : табл.; 21 см.; ISBN 978-5-901912-79-9 : 100 экз.
5. Вавилов П.П. Новые кормовые культуры / П.П. Вавилов, А.А. Кондратьев. М.: Россельхозиздат, 1975.- 351с.
6. Гончарова Э.А., Бекузарова С.А. Биоразнообразие культурных растений: экологическая безопасность и продовольственные ресурсы // Известия Горского государственного аграрного университета. Т.52, ч.2, Владикавказ, 2015. - С. 258-267.

References

1. Bekuzarova SA, Dulaev T.A. Ryzhik winter - a new culture in North Ossetia-Alania
2. Bekuzarova, S.A. Clover - a heavy metal bioindicator / S.A. Bekuzarova, I.A. Shabanova // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. - 2014. - Т. 51. - № 3. - p. 297-301.
3. Bekuzarova, S.A. The productivity of amaranth varieties "Iriston" and the energy efficiency of its cultivation in single-species and mixed crops / S.A. Bekuzarova, D.T. Kalitseva, A.A. Sabanova // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. - 2012. - Т. 49. - № 4. - P. 51-59.
4. Bekuzarova, Sarra Abramovna. Amaranth - universal culture / S. A. Bekuzarova, I. Yu. Kuznetsov, V. I. Gasiev; North Caucasus Scientific Research. Inst. mountain and foothill agricultural households, FSBEI HPE Gorsky State. Agrarian University. - Vladikavkaz: Moor, 2014. - 180 p., [6] l. color Il., Portr., Table. : tabl. ; 21 cm; ISBN 978-5-901912-79-9: 100 copies
5. Vavilov P.P. New feed crops / PP. Vavilov, A.A. Kondratyev. M. : Rosselkhozizdat, 1975.- 351s.
6. Goncharova E.A., Bekuzarova S.A. Biodiversity of cultivated plants: environmental safety and food resources // News of Gorsky State Agrarian University. T.52, part 2, Vladikavkaz, 2015. - p. 258-267.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ВЫРАЩИВАНИЯ РУККОЛЫ В
УСЛОВИЯХ МАЛООБЪЕМНОЙ
ГИДРОПОНИКИ И ПРИ ГРУНТОВОЙ
КУЛЬТУРЕ**

Бербеков К.З. – кандидат с.-х. наук, старший преподаватель;

Езаов А.К. – кандидат с.-х. наук, доцент;

Кишев А.Ю. – кандидат с.-х. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»

360030, КБР, г.Нальчик, пр-кт Ленина 1 «В»

Руккола – культура богатая макро– и микроэлементами, важный источник биогенного йода отвечающего за нормальное функционирование щитовидной железы, поддерживающего гормональный баланс, необходимый для работы мозга и для поддержания иммунитета человека.

Ключевые слова: Руккола; биопрепараты; урожайность; удобрения

**COMPARATIVE EFFICIENCY OF ARUGULA
CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF
SMALL-VOLUME HYDROPONICS AND
SOIL CULTURE**

Berbekov K.Z. - candidate of agricultural Sciences

Ezaov A.K. - candidate of agricultural Sciences, associate Professor

Kishev A.Y. - candidate of agricultural Sciences, associate Professor

Federal state budgetary educational institution of higher professional education «Kabardino-Balkaria state agrarian University named after V. M. Kokov» 360030, KBR, Nalchik, Lenin Ave. 1 "V»

Arugula is a culture rich in macro-and microelements, an important source of biogenic iodine responsible for the normal functioning of the thyroid gland, maintaining the hormonal balance necessary for the brain and to maintain human immunity.

Keyword. Arugula; biological products; yield; fertilizers

Введение. Руккола – культура богатая макро– и микроэлементами, важный источник биогенного йода отвечающего за нормальное функционирование щитовидной железы, поддерживающего гормональный баланс, необходимый для работы мозга и для поддержания иммунитета человека, что особенно важно для йододефицитных регионов, к которым относится Северный Кавказ.

Вследствие этого руккола является ценной культурой для диетического и функционального питания человека.

Агроэкологические аспекты выращивания рукколы в условиях гидропоники изучались отечественными и зарубежными исследователями. При этом, в первую очередь, рассматривались агробиологические и технологические аспекты использования проточной гидропоники.

Вместе с тем, интересным представляются возможности выращивания скороспелых овощных растений в качестве добавочных при основной культуре тепличного огурца или томата. Учитывая все большее распространение малообъемной гидропоники в тепличном овощеводстве, актуальным представляется изучение эффективности выращивания рукколы именно в условиях малообъемной гидропоники. При этом полученные результаты могут послужить основой для разработки агротехнологических регламентов использования рукколы в качестве добавочной культуры при выращивании тепличного огурца или томата.

Результаты и обсуждение. В ходе экспериментальных исследований в условиях остекленных блочных зимних теплиц ЗАО «Юг-Агро» в зимнем обороте 2017 – 2018гг. проведено сравнительное изучение эффективности выращивания разных сортов рукколы в условиях малообъемной гидропонной культуры и традиционного грунтового выращивания.

Объект исследования. Исследования проводили с сортами Пасьянс, Покер, Спартак и Виктория.

Проводимые фенологические наблюдения предусматривали учет сроков наступления основных фаз развития растений рукколы. Изучение динамики прохождения основных начальных этапов

онтогенеза показало влияние способа культуры, а, следовательно, и условий выращивания, на эти показатели (табл. 1).

Таблица 1. Сроки прохождения начальных этапов онтогенеза различных сортов рукколы при разных способах культуры (остекленные зимние теплицы ЗАО «Юг-Агро»; зимний оборот 2017-2018гг.)
Table 1. The deadlines for the initial stages of ontogenesis of different varieties of arugula with the different methods of culture (winter glazed greenhouses JSC "Yug-agro", the winter turnover 2017-2018гг.)

Сорта	Сроки появления, сут.			
	всходов		1-го настоящего листа	2-го настоящего листа
	первичных (10%)	массовых (75%)		
Гидропоника				
Пасьянс	4,2	5,8	10,1	12,3
Покер	4,3	5,8	10,2	12,2
Спартак	3,4	4,6	9,4	11,4
Виктория	3,4	4,5	9,2	11,3
Грунтовая культура				
Пасьянс	5,1	6,3	11,2	13,1
Покер	5,0	6,3	11,2	13,2
Спартак	4,2	5,4	10,7	12,6
Виктория	4,1	5,3	10,5	12,6

Так, при выращивании в условиях малообъемной гидропонии первые всходы отмечались на 3 – 4 сутки после посева семян, тогда как при грунтовой культуре - на 4 – 5 сутки. Это было характерно для всех изучаемых сортов растений рукколы относящихся как к виду *Diplotaxis tenuifolia* L. (Пасьянс), так и для *Eruca sativa* L. (Виктория, Спартак, и Покер). Данная тенденция прослеживалась и в дальнейшем на протяжении всего вегетационного периода роста и развития растений. Растения в условиях гидропонной культуры опережали в своем развитии аналогичные растения выросшие на почвогрунте.

Анализ биометрических показателей растений рукколы изучаемых сортов (табл. 2) показал, что растения, выращенные в условиях малообъемной гидропонии, превосходили практически по всем показателям аналогичные растения на почвогрунте.

Таблица 2. Биометрические показатели растений рукколы при грунтовой культуре и в условиях гидропонии (остекленные зимние теплицы ЗАО «Юг-Агро»; зимний оборот 2017-2018гг.)
Table 2. Biometric indicators of plants of arugula with soil culture and hydroponic conditions (winter glazed greenhouses JSC "Yug-agro", the winter turnover 2017-2018гг.)

Сорта	Высота растений, см	Диаметр главного стебля, мм	Число листьев, шт./раст.	Длина главного корня, см	Масса корневой системы, г
Гидропоника					
Пасьянс	14,3±0,6	5,1±0,2	14,0±0,3	10,9±0,6	15,4±0,8
Покер	14,8±0,7	5,2±0,3	14,5±0,3	11,1±0,8	16,1±0,5
Спартак	13,9±0,4	5,8±0,5	15,1±0,5	11,5±0,5	15,9±0,5
Виктория	14,4±0,5	5,6±0,4	15,1±0,3	11,3±0,4	16,1±0,4
Грунтовая культура					
Пасьянс	10,0±0,5	4,9±0,6	15,8±0,5	12,4±1,2	12,3±0,8
Покер	11,2±0,6	4,8±0,4	15,9±0,4	12,7±1,1	11,9±0,9
Спартак	11,3±0,2	4,2±0,5	15,7±0,5	12,6±0,9	12,9±0,6
Виктория	10,9±0,5	4,5±0,4	15,8±0,3	12,2±1,0	12,7±0,5

Примечание. Показатели приведены на момент срезки растений.

Так, установлено, что на момент срезки растения имели следующие биометрические характеристики:

- сорт Пасьянс: высота растений – 14,3см и 10,0см, число листьев – 14,0шт и 15,8шт, масса корневой системы – 15,4г и 12,3г соответственно при гидропонной и грунтовой культуре;
- сорт Покер: высота растений – 14,8см и 11,2см, число листьев – 14,5шт и 15,9шт, масса корневой системы – 16,1г и 11,9г;
- сорт Спартак: высота растений – 13,9см и 11,3см; число листьев – 15,1шт и 15,7шт; масса корневой системы – 15,9г и 12,9г;
- сорт Виктория: высота растений – 14,4см и 10,9см; число листьев – 15,1шт и 15,8шт; масса корневой системы – 16,1г и 12,7г.

Анализ данных табл. 3, показал, что наивысшие показатели урожайности растений рукколы сортов Пасьянс, Покер, Спартак и Виктория была достигнута при выращивании в условиях малообъемной гидропоники.

При этом, урожайность рукколы составила: сорт Спартак - 1,706 кг/м²; сорт Виктория – 1,695 кг/м²; сорт Пасьянс – 1,646 кг/м²; сорт Покер - 1,650 кг/м². Тогда как аналогичные посевы рукколы на почвосмеси показали следующие показатели: сорт Пасьянс - 1,476 кг/м²; сорт Покер - 1,442кг/м²; сорт Спартак – 1,511 кг/м²; сорт Виктория – 1,498кг/м².

Таблица 3. Сравнительная эффективность гидропонного и грунтового выращивания рукколы в условиях защищенного грунта (остекленные зимние теплицы ЗАО «Юг-Агро»; зимний оборот 2017-2018гг.)

Table 3. Comparative efficiency of hydroponic and soil cultivation of arugula in protected soil (glazed winter greenhouses of JSC "Yug-agro"; winter turnover 2017-2018.)

Сорта	Масса одного растения, г/раст.	Урожайность, кг/м ²	Сроки, сутки		Биохимические характеристики листьев, мг/кг		
			срезки растений	цветения*	сухое вещество, %	аскорбиновая кислота, мг%	нитраты, мг/кг
Гидропоника							
Пасьянс	64,3	1,646	45,3	56,0	7,6	14,0	1825
Покер	64,7	1,650	46,0	56,0	7,2	12,3	1718
Спартак	66,7	1,706	45,5	55,3	7,3	12,8	1760
Виктория	65,9	1,695	44,3	54,8	7,3	13,0	1754
НСР05= 0,015 кг/м ²							
Грунтовая культура							
Пасьянс	56,7	1,476	51,3	61,0	7,3	13,8	1715
Покер	55,9	1,442	51,0	60,3	7,1	12,5	1668
Спартак	57,4	1,511	50,3	59,5	7,0	13,0	1650
Виктория	56,9	1,498	49,8	56,8	7,1	12,8	1685
НСР05= 0,028 кг/м ²							
ПДК=3000 мг/кг							
НСР05 АВ= 0,020 кг/м ²							

*- сроки настоящего цветения определяли на модельных растениях

В условиях гидропоники отмечалось ускорение сроков наступления технической спелости культуры (табл. 3). Так, срезка растений проходила на 44,3 – 46,0 сут в вариантах на гидропонике при 49,8 – 51,3 сутки у растений на почвогрунте. Сроки наступления цветения у разных сортов растений рукколы, в зависимости от способа выращивания имели аналогичную тенденцию (табл. 3.20) и составили: на гидропонике — сорт Пасьянс – 56,0 дней, сорт Покер – 56,0 дней, сорт Спартак – 55,3 дня, сорт Виктория 54,8 – дня; на почвосмеси — сорт Пасьянс – 61,0 день, сорт Покер – 60,3 дня, сорт Спартак – 59,5 дней, сорт Виктория – 56,8дня. Важным показателем, характеризующим качество овощной продукции, является содержание нитратов. Особенно актуально это для листовых культур, характеризующихся склонностью к их избыточному накоплению в условиях дефицита освещенности на фоне несбалансированного минерального питания.

Заключение. Таким образом, проведенный учет урожайности выращивания сортов рукколы показал их достаточно высокую продуктивность. При этом растения выросшие при гидропонной

культуре были более урожайны: (1,650 -1,706 кг/м² при 1,442 – 1,511 кг/м²) в грунтовой культуре и накапливали больше сухих веществ. Наиболее урожайным же был сорт Спартак как при грунтовой, так и при гидропонной (1,706 кг/м²) культуре.

Литература.

1. Кишев А.Ю., Шибзухов З.Г.С., Магомедов К.Г., Ханиева И.М., Бозиев А.Л., Жеруков Т.Б., Амшочков А.Э. Восстановитель плодородия почв. /Fundamental and applied science-2017 Materials of the XIII International scientific and practical conference. Editor: Michael Wilson. 2017. С. 74-77.
2. Кишев А.Ю., Ханиева И.М., Жеруков Т.Б., Мамаев К.Б. Способы и приемы повышения почвенного плодородия. /Уральский научный вестник. 2017. Т. 10. № 3. С. 042-044.
3. Кишев А.Ю., Мамсиров Н.И., Уджуху А.Ч., Чумаченко Ю.А., Дагужиева З.Ш. Основы агрономии. /Учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки 35.03.04 Агрономия, 35.04.04 Агрономия, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, 35.06.01 Сельское хозяйство // Майкоп, 2018.
4. Кишев А.Ю., Шибзухов З.С., Ханиева И.М., Жеруков Т.Б. Эффективность микроэлементов в земледелии. /Аграрная Россия. 2019. № 1. С. 19-23.
5. Езаов А.К., Емузова Ю.В., Шибзухов З.Г.С. Оптимизация агротехнических методов борьбы с сорной растительностью // NovaInfo.Ru. 2017. Т. 2. № 63. С. 82-86.

References

1. Kishev A. Yu., Shibzukhov Z. G. S., Magomedov K. G., I. M. Hanawa, Bozиеv A. L., Zherukov T. B., [A. E. Restorer of soil fertility. /Fundamental and applied science-2017 Materials of the XIII International scientific and practical conference. Editor: Michael Wilson. 2017. P. 74-77.
2. Kishev A. Yu., I. M. Hanawa, Zherukov T. B., Mamaev K. B. Methods and techniques of improving soil fertility. /Ural scientific Bulletin. 2017. Vol. 10. No. 3. P. 042-044.
3. Kishev A. Yu., Mamyrov N. And. Udzuhuh A. C., Chumachenko Yu. a., Dagazieva Z. sh. Fundamentals of agronomy. /Textbook for students in the areas of training 35.03.04 agronomy, 35.04.04 agronomy, 35.03.07 Technology of production and processing of agricultural products, 35.06.01 agriculture // Maikop, 2018.
4. Kishev A. Yu., Shibzukhov Z. S., Hanawa I. M., Terukov T. B. the Effectiveness of micronutrients in agriculture. /Agricultural Russia. 2019. No. 1. P. 19-23.
5. Ezov A. K., Amosov Yu. V., Shibzukhov Z. G. S. Optimization of agrotechnical methods of weed control // NovaInfo.Ru. 2017. Vol.2. No. 63. P. 82-86.

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ
МЕЛАТОНИНОМ И СЕЛЕНИТОМ НАТРИЯ
НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН**

Бойко Е.В. – аспирант, ассистент кафедры физиологии растений и биотехнологии

Головацкая И.Ф. – д-р биол. наук, профессор кафедры физиологии растений и биотехнологии

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», 634050, г. Томск, пр. Ленина 36, e-mail: CaterinaSoloveva@gmail.com

Проведены исследования по оценке влияния мелатонина (Мел) и селенита натрия (Se) на всхожесть семян огурца. Нами было установлено, что кратковременная обработка Мел или Se оказывала влияние на прорастание семян растений огурца в зависимости от вносимой концентрации и длительности воздействия. Показано, что Мел оказывал стимулирующий эффект на прорастание в разной степени для любой из исследуемых концентраций, в то время как для Se позитивный эффект отмечен только при 30-минутной обработке 1 мкМ.

Ключевые слова: мелатонин, селенит натрия, всхожесть, кратковременная обработка, *Cucumis sativus*

Введение

Данные, полученные в последнее время, показывают, что растущее антропогенное воздействие, вызывающее чрезмерные окислительные нагрузки на растения, ограничивает получение высоких стабильных урожаев хорошего качества. В этих условиях появляется необходимость или использования устойчивых сортов растений, или применение химических биостимуляторов. К таким экологически безопасным регуляторам можно отнести мелатонин (Мел) и селен. К настоящему времени установлена протекторная роль мелатонина при действии ряда стрессоров абиотической природы [1]. Мел уменьшает окисление липидов, снижает деградацию хлорофиллов, уменьшает торможение роста и развития растений при действии холода, засухи, недостатка кислорода, влиянии тяжелых металлов и засоления [2]. Показано, что селен регулирует рост растений, изменяет углеводный состав, протекторные свойства селена показаны в отношении абиотических стрессов, индуцированных холодом, засухой, УФ-Б лучами, засолением и тяжелыми металлами. Отмечено, что положительные эффекты селена зависят от его дозы и генотипа растений и сопровождаются активацией антиоксидантной защиты в клетках [3]. В настоящее время достаточно хорошо изучена антиоксидантная функция данных веществ при действии стрессорных факторов, но недостаточно сведений, характеризующих влияние кратковременной предобработки Мел и Se на прорастание семян для активации роста сельскохозяйственных культур.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования были растения *Cucumis sativus* L. раннеспелого сорта Изящный (Агрофирма “СеДеК”). Для оценки влияния мелатонина и селенита натрия (Se) на прорастание семян

**INFLUENCE OF PRE-SOWING SEED
TREATMENT BY MELATONIN AND SODIUM
SELENIUM ON GROWING SEEDS**

Boyko E.V. – post-graduate student, assistant of the Department of Plant Physiology and Biotechnology
Golovatskaya I.F. – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Plant Physiology and Biotechnology

FSAEIH NRTSU (Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «National Research Tomsk State University», 634050, Russia, Tomsk, Lenin Ave, 36, e-mail: CaterinaSoloveva@gmail.com

Studies have been conducted to assess the effect of melatonin (Mel) and sodium selenite (Se) on the germination of cucumber seeds. We have established that the short-term treatment Mel or Se influenced the germination of cucumber seeds depending on the applied concentration and the duration of exposure. It is shown that Mel had a stimulating effect on the growth in varying degrees for any of the studied concentrations, while for Se the positive effect was observed only with 30-minute treatment with 1 μ M.

Keywords melatonin, sodium selenite, germination, short-term treatment, *Cucumis sativus*

C. sativus, их замачивали в течение 30 и 60 мин Мел (“Sigma”, США) 0.1 пМ, 1 мкМ или 0.1 мМ (опыт) или Se (“Sigma”, США) 0.1 пМ, 1 мкМ. В дальнейшем семена переносили на чистые стерильные фильтры, смоченные ½ безгормональной жидкой питательной средой Мурасиге-Скуга (МС). Семена проращивали при интенсивности света 200–230 мкмоль фотонов/м²с и температуре 22–24°C. Прорастание семян после обработки Мел и Se оценивали на 1-е и 3-е сутки, тем самым определяя энергию прорастания и всхожесть семян. Для каждого варианта обработки рассчитывали в процентах количество проросших семян от общего числа высеванных семян на момент подсчета.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований показали, что кратковременная обработка семян Мел многократно увеличивала энергию прорастания семян по сравнению с контролем. Применение двух вариантов обработки семян огурца Мел в течение 30-ти и 60-ти мин приводило к значительному увеличению показателя. Максимальный эффект предобработки (в 4 раза) отмечен для 0.1 пМ и 1 мкМ гормона, в то время как наименьший стимулирующий эффект (в 3 раза) относительно контроля – при концентрации гормона 0.1 мМ через 1 сутки воздействия (рис. 1).

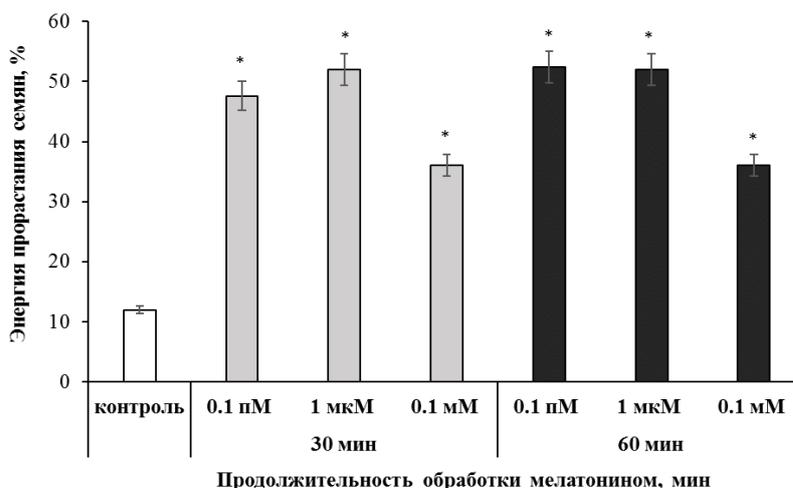


Рисунок 1. Влияние мелатонина на энергию прорастания семян огурца через 1 сутки обработки, %

Figure 1. The effect of melatonin on the seed germination of cucumber seeds on the 1st day of treatment, %

Дальнейшее культивирование обработанных мелатонином семян на ½ безгормональной среде МС, приводило к 100% прорастанию семян вне зависимости от концентрации и времени воздействия (таб. 1).

Таблица 1. Влияние мелатонина и селенита натрия на всхожесть семян огурца спустя 3-е суток воздействия, %

Table 1. The effect of melatonin and sodium selenite on the germination of cucumber seeds on the 3rd day of exposure, %

Мелатонин		
Концентрация вещества	30 минут	60 минут
0	90	90
0.1 пМ	100	100
1.0 мкМ	100	100
0.1 мМ	100	100
Селенит натрия		
0	81	81
0.1 пМ	75	75
1.0 мкМ	100	75

Нами показано влияние Se на всхожесть семян *Cucumis sativus* L. спустя 3-е суток воздействия. Микроэлемент в низкой концентрации 0.1 пМ снижал прорастание вне зависимости от времени обработки. В то же время 30-ти минутное воздействие 1 мкМ Se стимулировало прорастание, но увеличение времени обработки до 60 минут приводило к снижению количества проросших семян (таб. 1), что можно объяснить чрезмерным накоплением элемента в семенах. Известно, что селен может замещать серу в белках, и таким образом оказывать негативное влияние на процессы.

Наши данные о стимуляции прорастания семян огурца Мел согласуются с данными Zhang с соавторами, показавшими динамику содержания гормона в процессе подготовки семян огурца к прорастанию с максимумом его уровня за 14 часов до проклевывания корешка [4]. Кроме того, имеются данные о повышении всхожести обработанных мелатонином семян растений огурца в условиях хлоридного засоления и низкотемпературного стресса [5].

Данные полученные нами при изучении влияния Se на прорастания семян огурца, сопоставимы с данными полученными на зерновках пшеницы [6].

Заключение

В результате проведенных исследований было установлено, что кратковременная обработка селенитом натрия оказывает влияние на прорастание семян растений огурца в зависимости от вносимой концентрации и длительности воздействия. Полученные данные позволяют предположить существование мелатонин-зависимых процессов при прорастании семян, которые реализуются в зависимости от количества эндогенного гормона и внешних факторов окружающей среды.

Данное научное исследование выполнено при поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ.

Литература

1. Arnao M.B., Hernandez-Ruiz Melatonin and its relationship to plant hormones // Ann. Bot. 2018. V. 121. – P. 195–207. – DOI: 10.1093/aob/mcx114
2. Zhang N., Sun Q., Zhang H. et al. Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants // Journal of Experimental Botany. 2015. V. 66. – P. 647–656. DOI: 10.1093/jxb/eru336
3. Головацкая И.Ф., Бойко Е.В., Видершпан А.Н., Лаптев Н.И. Возрастные морфофизиологические и биохимические изменения у растений *Lactuca sativa* L. под влиянием селена и света разной интенсивности // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 5. – С. 1025–1036. – DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.1025rus
4. Zhang H.J., Zhang N., Yang R.C., Wang L., Sun Q.Q., Li D.B., Cao Y.Y., Weeda S., Zhao B., Ren S., Guo Y.D. Melatonin promotes seed germination under high salinity by regulating antioxidant systems, ABA and GA4 interaction in cucumber (*Cucumis sativus* L.) // Journal of Pineal Research. 2014. V. 57. – P. 269–279. – DOI: 10.1111/jpi.12167
5. Posmyk M.M. Melatonin applied to cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds improves germination during chilling stress // Journal of pineal research. 2009. V. 46. P. 214–223. – DOI: 10.1111/j.1600-079X.2008.00652.x.
6. Усубова, Е.З., Виноградова И.С., Захарова Т.К. Сортовые особенности действия селенита натрия на растения фасоли и яровой пшеницы // Вестник КрасГАУ. 2010. Вып. 9. – С. 40–45.

References

1. Arnao M.B., Hernandez-Ruiz Melatonin and its relationship to plant hormones // Ann. Bot. 2018. V. 121. – P. 195–207. – DOI: 10.1093/aob/mcx114
2. Zhang N., Sun Q., Zhang H. et al. Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants // Journal of Experimental Botany. 2015. V. 66. – P. 647–656. – DOI: 10.1093/jxb/eru336
3. Golovatskaya I.F., Boyko E.V., Vidershpan A.N., Laptev N.I. Age-dependent morphophysiological changes and biochemical composition of *Lactuca sativa* L. plants influenced by se and solar radiation of varying intensity // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2018, V. 53, 5. – P. 1025–1036. – DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.1025rus
4. Zhang H.J., Zhang N., Yang R.C., Wang L., Sun Q.Q., Li D.B., Cao Y.Y., Weeda S., Zhao B., Ren S., Guo Y.D. Melatonin promotes seed germination under high salinity by regulating antioxidant systems, ABA and GA4 interaction in cucumber (*Cucumis sativus* L.) // Journal of Pineal Research. 2014. V. 57. – P. 269–279. – DOI: 10.1111/jpi.12167
5. Posmyk M.M. Melatonin applied to cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds improves germination during chilling stress // Journal of pineal research. 2009. V. 46. – P. 214–223. – DOI: 10.1111/j.1600-079X.2008.00652.x.
6. Usubova E.Z., Vinogradova I.S., Zakharova T.K. Varietal peculiarities of natrium selenite effect on haricot and spring wheat plants // Bulletin of KrasGAU. 2010. V. 9. – P. 40–45.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХРАНЕНИЯ РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*SORBUS AUCUPARIA*) В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* И ПОСЛЕДУЮЩЕГО КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ

Бьядовский И.А. - кандидат с.-х. наук, с.н.с. отдела биотехнологии и защиты растений

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»
115598, г. Москва ул. Загорьевская 4,
e-mail: vstisp@vstisp.org*

Культивирование рябины *in vitro* на питательных средах с добавлением сорбита и сахарозы при 3...6⁰С позволяет длительно (до 54 мес.) поддерживать их жизнеспособными. Отмечено, что депонирование при 3...6⁰С и добавление в питательные среды сорбита и сахарозы 5% повышает коэффициент размножения рябины обыкновенной.

Ключевые слова: клональное микро-размножение, рябина, хранение, сорбит, сахароза

REGULARITY OF STORAGE OF ROWAN (*SORBUS AUCUPARIA*) *IN VITRO* CULTURE AND THE FOLLOWING CLONAL MICRODISTRATION

Bjadovski I.A. – PhD of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Biotechnology and Plant Protection

*ARHIBAN "All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery",
115598, Russia, Moscow, Zagorevskaya str. 4,
e-mail: vstisp@vstisp.org*

Cultivation of mountain ash *in vitro* on nutrient media with the addition of sorbitol and sucrose at 3 ... 6⁰С allows for a long time (up to 54 months) to keep them viable. It is noted that deposition rowan at 3 ... 6⁰С and adding 5% of sorbitol and sucrose to nutrient media increases the multiplication factor.

Keywords clonal micropropagation, rowan, storage, sorbitol, sucrose

Введение. Важным направлением в биотехнологии является хранение коллекций растений в культуре *in vitro*. Существуют несколько способов сохранения генофонда высших растений. Наиболее простым и известным способом хранения является культивирование тканей и органов растений *in vitro* с использованием пересадочной культуры и применением различных способов снижения скорости их роста [1]. Известно, что рост растений можно задерживать, добавляя в питательную среду многоатомные спирты – маннит и сорбит, увеличивая концентрацию сахарозы [2, 3]. Одним из распространенных способов хранения коллекций является хранение при низких положительных температурах. Различные виды растений часто различаются по реакции на культивирование при пониженных температурах (3...7⁰С) [4].

Существует ряд проблематичных моментов на этапе пролиферации связанных с задачей снижения ростовой активности при клональном микро-размножении рябины. Это создает предпосылки для дальнейшего изучения и оптимизации данного этапа. Поэтому целью данного исследования являлось изучение возможности снижения скорости роста микрорастений рябины, с использованием различных факторов.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в отделе биотехнологии и защиты растений ФГБНУ ВСТИСП в 2014-2019 г. В качестве объектов исследований использовали рябину обыкновенную сортов Бурка, Титан и Десертная. Материалы и применяемые методы на этапах изучения в культуре *in vitro* соответствовали общепринятым для данного раздела исследований, с некоторыми изменениями [5]. Стандартные условия в культуральной комнате поддерживали следующие: температура 20...24⁰С (при пониженной температуре в холодильной камере Liebherr FKv +3...6⁰С), освещенность 2500-3000 лк (80-86 мМоль/м²*сек⁻¹), 6500 К, при 15-ти часовом фотопериоде. Микрочеренки высаживались на питательные среды с добавлением сорбита, маннита в концентрациях 1%, 3%, 5% и сахарозы 3% и 5%. Экспланты в контроле пересаживали по стандартной методике каждые 2,5-3 месяца [5].

Результаты и обсуждение. Добавление в питательные среды маннита в различных концентрациях приводило к полной гибели микрорастений рябины обыкновенной через 24 месяца беспересадочного культивирования, поэтому в данной работе эти результаты не представлены.

При культивировании рябины обыкновенной (Рис. 1) в стандартных температурных условиях, через 42 месяца депонирования, процент жизнеспособных эксплантов, находился в пределах от 3,6% до 25,0%. Через 54 месяца депонирования жизнеспособные экспланты отмечены только у сорта Титан, в вариантах с сорбитом 5% и сахарозой 5%.

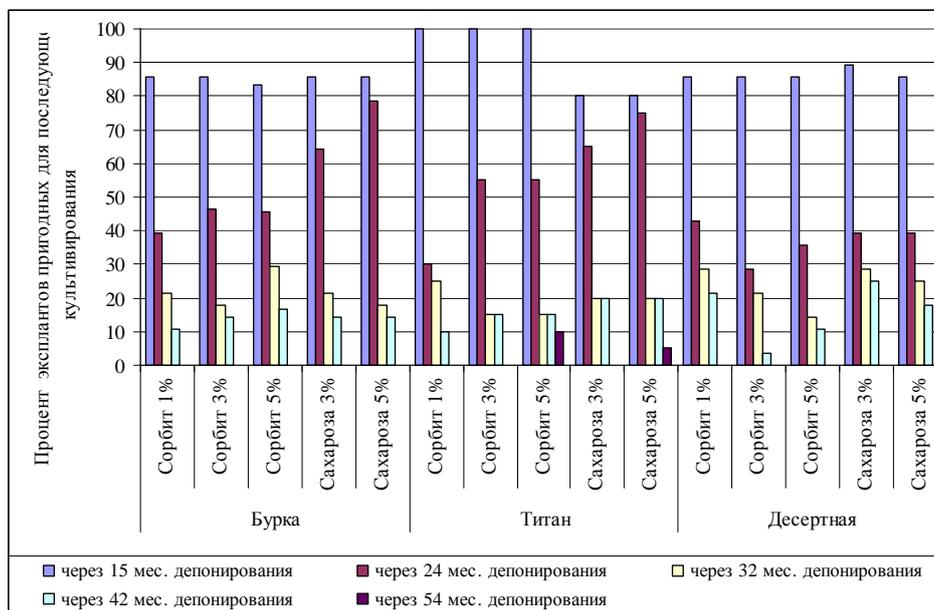


Рисунок 1 – Влияние различных источников углерода и их концентраций на сохранность эксплантов рябины обыкновенной при длительном беспересадочном депонировании *in vitro*, +20...24°C.

Figure 1 - The effect of various carbon sources and their concentrations on the safety of rowan explants with long-term non-transfer deposition *in vitro*, + 20 ... 24°C.

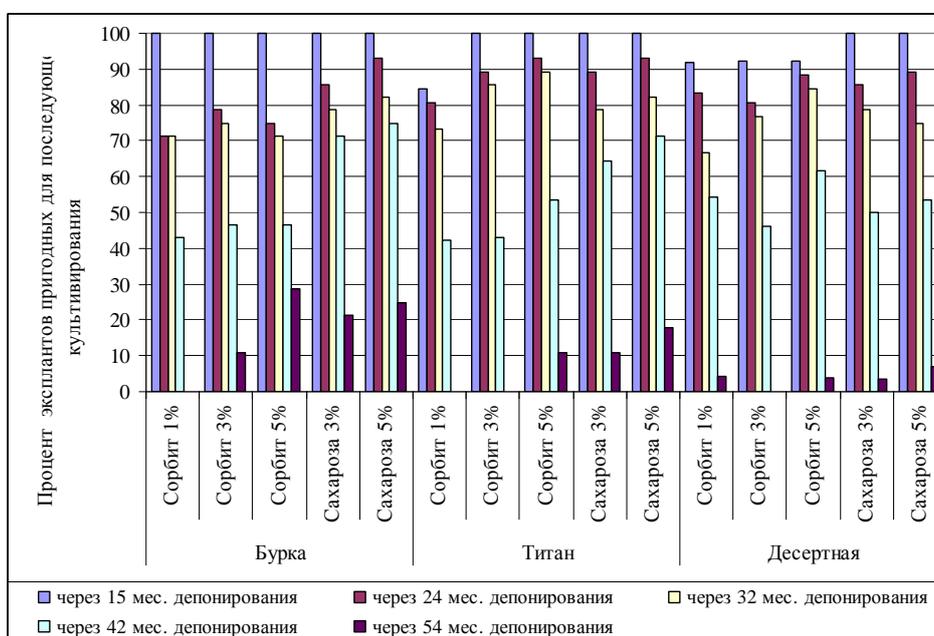


Рисунок 2 – Влияние различных источников углерода и их концентрации на сохранность эксплантов рябины обыкновенной при длительном беспересадочном культивировании *in vitro*, +3...6°C.

Figure 2 - Effect of various types carbon sources and their concentration on the safety of rowan explants during long-term non-transfer cultivation *in vitro*, + 3 ... 6°C.

Можно отметить, что после культивирования рябины обыкновенной (Рис. 2) при пониженной температуре, через 42 месяца депонирования, процент жизнеспособных эксплантов варьировал от 42,3

до 71,4%. Через 54 месяца депонирования жизнеспособные экспланты у всех изученных сортов рябины обыкновенной отмечены в вариантах сахарозой 3%, 5% и сорбитом 5%. У сорта Бурка жизнеспособные экспланты также были в варианте с сорбитом 3%, у сорта Десертная с сорбитом 1%.

Таблица 1. Коэффициент размножения рябины обыкновенной после длительного беспересадочного депонирования *in vitro*, в различных температурных условиях и при добавлении в питательную среду различных источников углерода.

Table 1. Rowan multiplication factor after a long non-intermediary deposition *in vitro*, in various temperature conditions and when various carbon sources are added to the nutrient medium.

Сорт	Продолжительность депонирования	Сорбит			Сахароза	
		1%	3%	5%	3%	5%
Депонирование при +20...22 ⁰ С						
Бурка	32 мес.	3,5±1,35	3,6±1,27	5,0±1,83	4,8±1,93	5,3±14,2
	54 мес.	–	–	–	–	–
Титан	32 мес.	3,7±0,95	4,6±1,17	5,6±0,84	4,2±0,79	5,5±1,27
	54 мес.	–	–	5,1±1,13	–	4,5±2,71
Десертная	32 мес.	3,1±1,29	4,0±0,67	5,3±1,06	3,8±0,79	5,4±1,27
	54 мес.	–	–	–	–	–
Депонирование при +3...6 ⁰ С						
Бурка	32 мес.	9,4±3,34	9,7±1,95	15,6±2,41	13,1±4,15	17,6±3,81
	54 мес.	–	9,8±2,05	16,3±2,19	14,3±3,81	18,8±3,15
Титан	32 мес.	4,8±1,23	5,1±0,99	7,7±2,58	9,2±4,23	14,8±3,58
	54 мес.	–	–	6,5±1,31	6,8±1,67	12,1±3,56
Десертная	32 мес.	9,6±2,32	11,3±2,98	11,9±2,96	9,8±2,78	13,3±3,68
	54 мес.	11,5±2,88	–	8,8±2,05	10,0±2,93	14,3±4,1
Контроль						
Бурка		5,2±1,64				
Титан		4,9±1,56				
Десертная		3,8±1,9				

После длительного беспересадочного депонирования микрорастения были высажены в стандартные условия культивирования (сахароза 3%) и за ними продолжилось наблюдение, гибели эксплантов не отмечено, и был произведен подсчет коэффициента размножения (Табл. 1). Можно отметить тенденцию повышения коэффициента размножения в 1,1-3,2 раза у микрорастений, которые депонировали при пониженной температуре, в сравнении с контрольными растениями. У эксплантов которые депонировали, в стандартных температурных условиях, коэффициент размножения был близок к контролю. Также можно отметить тенденцию повышения коэффициента размножения в 1,2-2,1 раза в вариантах с 5% сахарозы и 5% сорбита в питательных средах после хранения при пониженной температуре.

Закключение.

Культивирование при +20...24⁰С и использование питательных сред с добавлением сорбита и сахарозы позволяет поддерживать сохранность эксплантов рябины обыкновенной на протяжении 42 месяцев депонирования, в пределах от 3,6% до 25%, а при пониженной температуре в пределах от 42,3 до 71,4%. Процент жизнеспособных эксплантов изученных сортов рябины обыкновенной выше в 2,5-5,8 раза после депонирования при +3...6⁰С, и отмечена закономерность повышения их последующего коэффициента размножения в 1,1-3,2 раза в сравнении с культивированием в стандартных условиях. Наблюдалась тенденция повышения коэффициента размножения в 1,2-2,1 раза в вариантах с 5% сахарозы и 5% сорбита в питательных средах при хранении при пониженной температуре.

Литература

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе – М: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.

References

1. Butenko R.G. Biology of cells of higher plants *in vitro* and biotechnology based on them - M: FBK-PRESS, 1999. - 160 p.

- | | |
|--|--|
| <p>2. Kadota, M., Imizu K., Hirano T. Double-phase <i>in vitro</i> culture using sorbitol increases shoot proliferation and reduces hyperhydricity in <i>Japanese pear</i> // <i>Sci. Hort.</i> – 2001, Vol. 89, Is. 3. – P. 207-215</p> <p>3. Бьядовский И.А. Влияние компонентов питательной среды и пониженной температуры на способность к хранению рябины (<i>Sorbus</i>) в культуре <i>in vitro</i> // «Плодоводство и ягодоводство России». – г. Москва, 2017. – т. XXXXVIII, №2, С. 60-64</p> <p>4. Morata B., Arrillaga I., Segura J. <i>In vitro</i> storage of cedar shoot cultures under minimal growth conditions // <i>Renau Plant Cell Repts.</i>, 2006, Vol. 25, № 7. – P. 636-642</p> <p>5. Трушечкин, В.Г., Высоцкий В.А., Леонтьев-Орлов О.А. Методические указания по клональному микроразмножению подвоев и сортов яблони // М.: ВАСХНИЛ, 1985. – 19 с.</p> | <p>2. Kadota, M., Imizu K., Hirano T. Double-phase <i>in vitro</i> culture using sorbitol increases shoot proliferation and reduces hyperhydricity in <i>Japanese pear</i> // <i>Sci. Hort.</i> – 2001, Vol. 89, Is. 3. – P. 207-215</p> <p>3. Byadovsky I.A. The influence of the components of the nutrient medium and low temperature on the ability to store rowan (<i>Sorbus</i>) in culture <i>in vitro</i> // "Fruit and Berry Growing of Russia". - Moscow, 2017. - Vol. XXXXVIII, №2, p. 60-64</p> <p>4. Morata B., Arrillaga I., Segura J. <i>In vitro</i> storage of cedar shoot cultures under minimal growth conditions // <i>Renau Plant Cell Repts.</i>, 2006, Vol. 25, № 7. – P. 636-642</p> <p>5. Trushechkin, V.G., Vysotsky V.A., Leontiev-Orlov O.A. Guidelines for clonal micropropagation of rootstocks and varieties of apple // М.: VASHNIL, 1985. - 19 p.</p> |
|--|--|

**ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА
ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ**

Кириллова Л.Л. – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры биологии и технологий живых систем
Мельник Л.С. – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры биологии и технологий живых систем
Пешкова А.М. – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры биологии и технологий живых систем
Лавыгина В.А. - магистрант

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
300026, г. Тула, пр-т Ленина 125,
e-mail: alisapeshkova78@mail.ru*

Изучено влияния протравителей в сравнительном плане при выращивании перспективных сортов пивоваренного ячменя в условиях Тульской области.

Ключевые слова: ячмень, протравители, качество зерна

Введение

Ячмень является одной из ведущих зерновых культур. В России зерно ячменя использовалось в основном на корм скоту и только в 20 веке-начале 21 века в России резко увеличилось производство пива, которое одновременно привело к дефициту высококачественного отечественного сырья. Почти 80% зерна закупалось за границей, поскольку качество российского ячменя не отвечало европейскому уровню требований пивоваренной промышленности. Это привело к увеличению интереса к данной культуре, поиску новых технологий возделывания и выведению новых сортов ячменя.

Сейчас пивоварение в России динамично развивается, повышается его качество, что требует получения высококачественного солода, основным компонентом которого служит зерно ячменя. И несмотря на то, что сельхозпроизводители получают большие объемы зерна, оно не всегда отвечает требованиям пивоваренной промышленности [2]. Кроме того, селекционеры при выведении сортов вынуждены руководствоваться критериями прибыльности, что в основном зависит от урожайности, массы 1000 зерен, из размеров, пивоваренных качеств и погодных условий. Это определяется степенью их устойчивости к грибным болезням и повреждениям, вызванным абиотическими стрессами. А для этого необходимо сочетать правильную агротехнику с разумным применением средств защиты растений. Обеззараживание семенного материала – обязательный прием, который является экономичным и окупается при сохранении уже 0,8-1,2 ц/га урожая при правильном проведении работ и кроме того, это залог получения здорового и качественного урожая зерна, застрахованного от развития и неблагоприятного воздействия семенной, почвенной и частично аэрогенной инфекции [1].

Объекты и методы исследований

Экспериментальная работа проводилась в течение двух лет, полевые опыты были заложены на территории СПК «Хлебороб», Куркинского района Тульской области. Почвы данного района

**THE EFFECT OF DISINFECTANTS ON
IMPROVING GRAIN QUALITY OF MALTING
BARLEY**

Kirillova L.L. – PhD of Agricultural Sciences, associate Professor of biology and technologies of living systems
Melnik L.S. – PhD of Agricultural Sciences, associate Professor of biology and technologies of living systems
Peshkova A.M. – PhD of Agricultural Sciences, associate Professor of biology and technologies of living systems
Lovygina V.A. - graduate student

*FSBEI « Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University»
300026, prospekt Lenina, 125, Tula,
e-mail: alisapeshkova78@mail.ru*

Studied the effect of disinfectants in comparative terms in the cultivation of promising varieties of brewing barley in the conditions of the Tula region.

Keywords barley, protectants, grain quality

преимущественно выщелоченные оподзоленные черноземы, тяжелосуглинистого типа. Площадь учетной делянки 15 м² (10×1,5 м), ширина междурядий 40 см, Площадь поля 0,5 га. Предшественник – озимая пшеница. Лабораторные исследования проводились на базе кафедры биологии и технологий живых систем ТГПУ им. Л.Н. Толстого.

Объектами исследования служили сорта пивоваренного ячменя:

– Чарльз, оригинатор сорта - CARLSBERG AS. Включён в Госреестр по Центральному (3) и Центрально-Чернозёмному (5) регионам с 2016 года. Рекомендован для возделывания в Московской, Тульской и Тамбовской областях;

- Орфелия, оригинатор сорта KWS LOCHOW GMBH. Включен в Госреестр по Центральному (3) и Центрально-Черноземному (5) регионам с 2015 года. Рекомендован для возделывания в Московской, Смоленской и Тамбовской областях.

В качестве протравителей были выбраны следующие препараты:

- Систива (BASF), оказывает дополнительное положительное влияние на физиологию растений благодаря AgCelence®-эффекту (по словам руководителя группы технической поддержки ЗАО «BASF» К.П. Луговского: «...этот эффект включает в себя устойчивость растений к стрессам, повышение фотосинтетической активности, лучшая усвояемость азота, лучше используется влага растений, лучшее использование углекислого газа, повышение жаростойкости и засухоустойчивости» [19]. Действующее вещество: флуксапироксад-333 г/л [3];

- Виал ТрасТ (August). Комплексный фунгицидный протравитель с антистрессовыми компонентами. Действующее вещество: тебуконазол-60 г/л, тиабендазол-80 г/л. Вредный объект: каменная головня, пыльная головня, черная (ложная) пыльная головня, гельминтоспориозная и фузариозная корневые гнили, плесневение семян. Норма применения препарата: 0,4-0,5 л/т [3].

Контролем служили растения, не подвергавшиеся обработке протравителем.

Результаты и обсуждение

Перед проведением определения качественных показателей пивоваренного ячменя исследуемых сортов было проведено выделение среднего образца из проб с помощью делителя проб зерна: A/S Rationel Kornservice Vario Divider type F/4.

Масса тысячи зерен считается более надежным показателем, чем насыпная масса, она зависит от сорта и содержания экстрактивных веществ: с увеличением массы 1000 зерен растет и процентное содержание экстрактивных веществ [4].

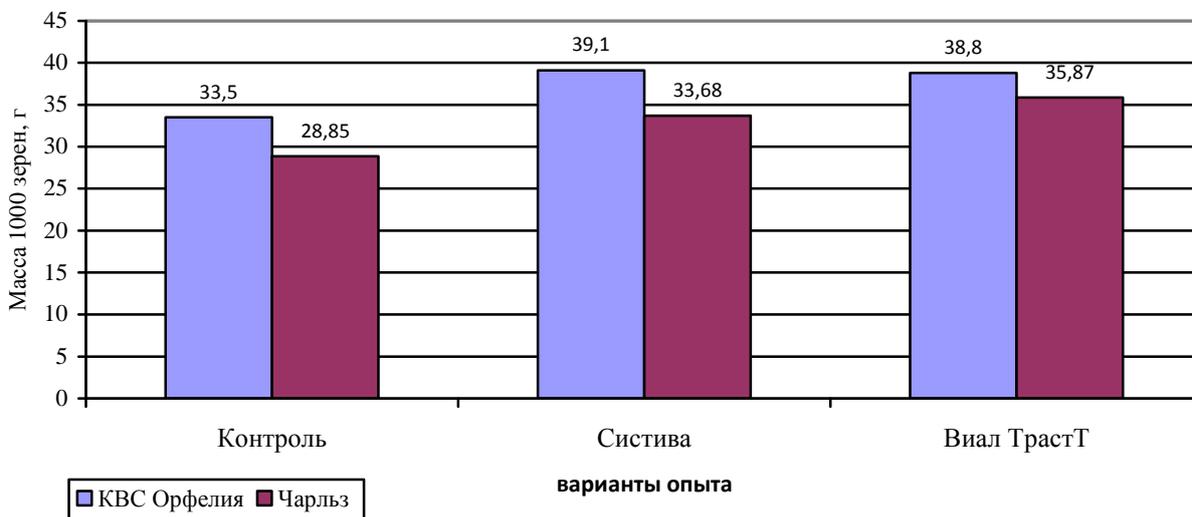


Рисунок 1. Влияние протравителей на массу 1000 зерен различных сортов пивоваренного ячменя, г.

Figure 1. The influence of protectants on the weight of 1000 grains of different varieties of malting barley, g

Анализируя полученные данные можно отметить, что существует существенное отличие в показателях массы 1000 зерен у растений с применением протравителей по сравнению с контролем (семена без предпосевной обработки). Для сорта КВС Орфелия наибольшая масса наблюдается при применении протравителя Систива – на 16% выше контроля, меньше - с протравителем Виал ТрасТ – на 15%, для сорта Чарльз – наибольшая масса при применении Виал ТрасТ – на 24% выше контроля, меньше с протравителем Систива – на 16% выше, чем в контроле (рисунок).

Крупность является важными показателям при определении пивоваренных качества зерна. Наиболее ценными для пивоварения являются зерна, остающиеся при просеивании через сито с продолговатыми отверстиями и диаметром ячеек 2,5×2,0 мм [2]. Минимальная крупность для пивоваренного двурядного ячменя по ГОСТ 5060-86 составляет 85% только с такими зерновыми показателями ячменя работают солодовни и пивоварни в России [1] (таблица).

Таблица 1. Влияние протравителей на крупность зерна исследуемых сортов ячменя,%
Table 1. Influence of protectants on grain size of the studied barley varieties%

Вариант опыта	Содержание крупной фракции семян, %			
	<i>КВС Орфелия</i>		<i>Чарльз</i>	
	2017	2018	2017	2018
контроль	69,2	95,9	64,2	97
Систива	78,4	94,7	76,7	97,4
Виал Траст	76,2	94,2	78,2	97,9

Анализируя полученные данные можно отметить отличия по крупности зерна в разные года исследования. В 2017 году количество крупных зерен в пробах было низким у всех сортов, что не отвечает требованиям ГОСТ 5060-86 для пивоваренного ячменя и относит его к 2 классу. По результатам 2018 года все сорта отвечают требованиям ГОСТ 5060-86 и считаются отличными для применения в производстве. По сравнению с контролем не наблюдалось значительного увеличения показателя крупности зерна во всех вариантах опыта.

Заключение

Проанализировав результаты качественных показателей зерна, полученную урожайность и рассчитав рентабельность, достаточно эффективным оказалось воздействие препарата Систива и Виал ТрастТ на показатели качества семян, таких как масса 1000 зерен и крупность у всех исследуемых сортов ячменя.

Литература

1. Гончаров С.В. Пивоваренный ячмень: монография/ С.В. Гончаров, В.А. Федотов, И.В. Матвеев и др.// Под ред. В.А. Федотова, С.В. Гончарова. – М., 2014.
2. Нечаев Л.А., Зотиков В.И., Чекмарёв П.А., Черкасов Г.Н., Коротеев В.И., Борзёноква Г.А., Сидоренко В.С. Рекомендации по интенсивным технологиям возделывания ячменя на пивоваренные цели// под общ. ред. Л.А. Нечаева, В.И. Зотикова. – М., Россельхозиздат, 2013 г. – 248 с.
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенные к применению на территории Российской Федерации: Ч.1. Пестициды: (официальное издание)/ М-во сельского хоз-ва Российской Федерации. – М.: 2017. – 938 с.
4. Нарцисс Л. Пивоварение. Т.1.Технология солодоращения /Л. Нарцисс; перевод с нем. Под общ. ред. Г.А. Ермалаевой и Е.Ф. Шаненко. – СПб.: Профессия, 2007. – 584 с., ил., табл. – (Серия: Научные основы и технологии).

References

1. Goncharov S. V. Malting barley: monograph/ S. V. Goncharov, V. A. Fedotov, I. V. Matveev, etc.// Edited by V. A. Fedotov, S. V. Goncharov. – M., 2014.
2. Nechaev L. A., Zotikov V. I., Chekmarev A. P., Cherkasov G. N., Koroteev V. I., Borzenkova G. A., Sidorenko V. S. Guidelines for intensive technologies of cultivation of barley for malting purposes// under the General editorship of L. A. Nechaev, V. I. Zotikov. – M., Rosselkhozizdat, 2013 – 248 p.
3. State catalogue of pesticides and agrochemicals authorized for use on the territory of the Russian Federation: Part 1. Pesticides: (official publication)/ M-in rural households of the Russian Federation. – Moscow: 2017. – 938 p.
4. Narcissus L. Brewing. Vol.1. Technology of malting /L. Narcisse; translation from German. Under the General editorship of G. A. Ermolaeva E. F. Shanenko. – SPb.: Profession, 2007. – 584 p., Il., table. – ((Series: Scientific bases and technologies).

**ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕНСИВНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ**

Кириллова Л.Л. – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры биологии и технологий живых систем
Мельник Л.С. – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры биологии и технологий живых систем
Пешкова А.М. – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры биологии и технологий живых систем
Юкина К.И. - магистрант

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
300026, г. Тула, пр-т Ленина 125,
e-mail: alisapeshkova78@mail.ru*

Изучено влияние минеральных удобрений и химических средств защиты растений на урожайность гибридов кукурузы

Ключевые слова: кукуруза, минеральные удобрения, средства химической защиты, урожайность

Введение

Кукуруза является наиболее урожайной полевой культурой, использующейся как высокоэнергетический корм сельскохозяйственных животных, отличный предшественник и ценная техническая культура. Более широкое использование зерна кукурузы в условиях Нечернозёмной зоны сдерживается отсутствием раннеспелых, холодоустойчивых гибридов и слабой разработкой агротехнических приёмов их возделывания, способствующих повышению продуктивности и стабильности.

Поэтому поиск и оценка таких гибридов по скороспелости, холодостойкости, комплексу других хозяйственно ценных признаков, а также экологически чистых и малозатратных интенсивных технологий возделывания, были и будут актуальными [1].

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в ООО «Знаменское» в Тульской области, Куркинский район. Для опыта было разработано несколько вариантов элементов технологий для интенсивного выращивания гибрида кукурузы Краснодарский 292 АМВ. Лабораторные исследования проводились на базе компании «Агрохимсервис» и кафедры биологии и технологий живых систем ТГПУ им. Л.Н. Толстого.

Объектом исследования стал гибрид кукурузы Краснодарский 292 АМВ - простой модифицированный гибрид, создан Краснодарским НИИСХ им. П.П. Лукьяненко Россельхозакадемии, В 2010 году включен в Госреестр по Центрально-Чернозёмному (5) региона зерно и силос, Северо-Кавказскому (6) и Нижневолжскому (8) регионам на зерно. Относится к группе среднераннего типа с вегетационным периодом 105-110 дней, (ФАО 290).

В качестве элементов интенсивной технологии было предложено использование:

**ELEMENTS OF INTENSIVE TECHNOLOGY
OF CULTIVATION OF HYBRIDS OF CORN**

Kirillova L.L. – PhD of Agricultural Sciences, associate Professor of biology and technologies of living systems
Melnik L.S. – PhD of Agricultural Sciences, associate Professor of biology and technologies of living systems
Peshkova A.M. – PhD of Agricultural Sciences, associate Professor of biology and technologies of living systems
Yukina K. I - graduate student

*FSBEI «Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University»
300026, prospekt Lenina, 125, Tula, e-mail:
alisapeshkova78@mail.ru*

The influence of mineral fertilizers and plant protection chemicals on the yield of maize hybrids was studied

Keywords corn, mineral fertilizers, chemical protection, yield

- карбамидно-аммиачной смеси (КАС) – жидкого азотного удобрения, прологированного действия. В составе КАС – 32% азота, находящегося в трех формах - нитратная форма (8%) - сразу усваивается растениями, аммонийная форма (8%) – также доступна растениям и постепенно переходит в нитратную форму, амидная форма (16%) – постепенно переходит в аммонийную, а затем в нитратную форму, становясь доступной для корневой системы [2].

- водорастворимых концентрированных удобрений Нутримикс и Нутрибор, в составе Cu, Mn, Zn и B. Удобрения совместимы с большинством пестицидов, рекомендуются для применения при неблагоприятных погодных условиях, при недостатке питания и дефиците бора.

В качестве контроля была использована традиционная технология возделывания кукурузы, принятая в ООО «Знаменское».

Результаты и обсуждение

Предшественником кукурузы на опытном участке был черный пар. Подготовку пара проводили путем вспашки почвы оборотным плугом марки Lemken Diamond 8 в сцепе с трактором 6-го тягового класса New Holland TJ - 140. Глубина вспашки - 30 см.

Сроки сева всех вариантов опыта были одинаковы – 2 мая 2017 г.

Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта по возделывания гибрида кукурузы
Table 1. Scheme of experience in the cultivation of corn hybrids

Способ и сроки внесения	1 вариант - контроль (традиционная технология)	2 вариант	3 вариант
Предпосевное внесения		250 л/га КАС-32	220 л/га КАС-32
Внесение в рядок при посеве	Аммиачная селитра 300 кг/га		100кг/га NPS 20:20:13,5
Подкормка в фазу 4-5 листа	15кг/га Карбамид + Майстер Пауер 1,5л/га	15кг/га Карбамид + Майстер Пауер 1,5л/га	1кг/га Нутримикс + Майстер Пауер 1,5л/га
Подкормка в фазу 8-9 листа			Аканто Плюс-0,5 л/га + Нутрибор 1кг/га

Урожайность является основным показателем при возделывании любой сельскохозяйственной культуры. По урожайности можно судить об эффективности всех работ, сделанных за сезон, а также приемлемости погодных условий для конкретного вида. Урожайность кукурузы – сложный показатель, составляющими которого являются количества початков на одном растении, длина початка, количество рядков зерен, число зерен в рядке и масса 1000 зерен (таблица 2).

Таблица 2. Влияние внесения КАС и водорастворимых удобрений на биометрические показатели гибрида кукурузы

Table 2. Influence of CAS and water-soluble fertilizers on the biometric indicators of corn hybrids

Варианты опыта	Количество початков, 1/растение	Длина початка, см	Число зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, г
1 (контроль)	1,6±0,35	32,5±1,55	520±1,2	188,3±1,78
2	1,7±0,35	32,5±1,55	538±1,4	192,2±1,81
3	1,9±0,35	32,0±1,50	555±1,5	199,1±1,69

Анализируя полученные данные можно отметить, что использование КАС в сочетании с водорастворимыми удобрениями Нутримикс и Нутрибор оказали влияние на биометрические показатели кукурузы - число зерен по початке увеличилось на 18 шт. по сравнению с контролем,

масса 1000 зерен увеличилась на 5,7% по сравнению с контролем, количество початков на одном растении в 3 варианте опыта на 18,7% больше, чем при традиционной технологии возделывания. Длина початка оставалась одинаковой в трех вариантах опыта.

Внесение карбамидно-аммиачной смеси и водорастворимых микроудобрений Нутримикса и Нутрибора (3 вариант опыта) оказывает значительное влияние на формирование урожая кукурузы (рисунок 1).

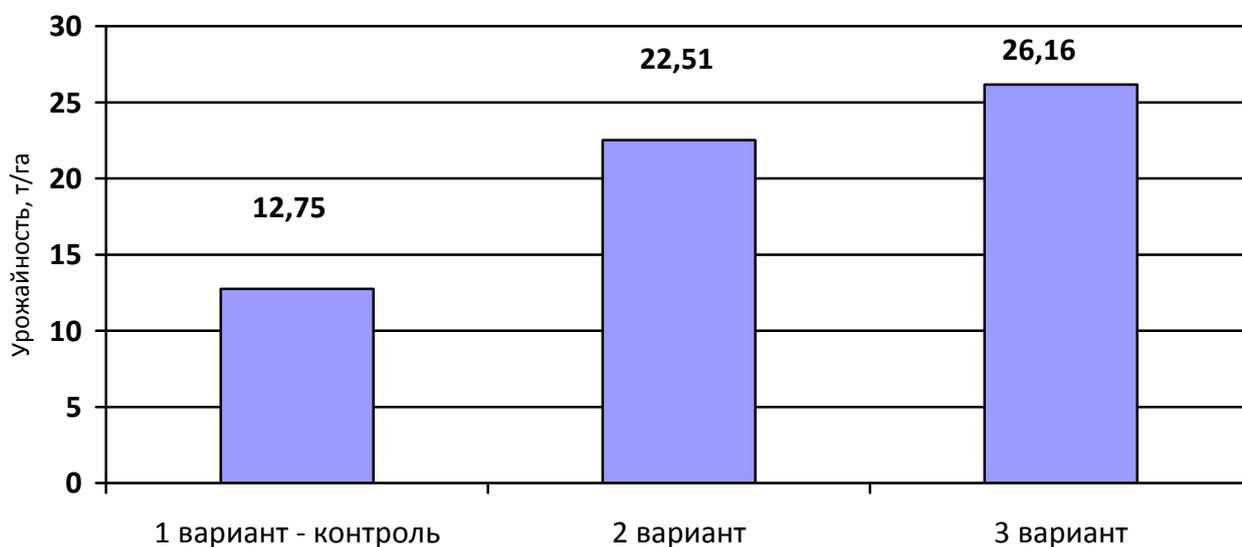


Рисунок 1. Влияние внесения КАС и водорастворимых удобрений на урожайность гибрида кукурузы

Figure 1. Influence of CAS and water-soluble fertilizers on corn hybrid yield

Урожайность гибрида кукурузы Краснодарский 292 АМВ в 3 варианте опыта составила 26,16 т с одного гектара, что на 105% больше чем в контроле.

Заключение

Включение в технологию возделывания кукурузы предпосевного внесения карбамидно-аммиачной смеси в дозе 250 л/га позволяет растениям лучше усваивать азот, который вносится более равномерно, иметь более высокие биометрические показатели, такие как длина початка, количество зерен в початке и масса 1000 зерен. Также использование в качестве подкормки водорастворимых микроудобрений Нутримикса и Нутрибора дает значительное увеличение урожайности, улучшение качества продукции, предотвращают скрытый дефект элементов питания, играют роль антистрессового фактора при совместном применении с гербицидами и фунгицидами.

Литература

1. Васько В. Т., Загробский А. И., Технология возделывания зерновых культур в Нечерноземной зоне России [Текст] // В. Т. Васько, А. И. Загробский - СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2004 – 128 с.
2. Шкалик В. А., Белошапкина О. О., Букреев Д. Д. Защита растений от болезней [Текст] / В.А. Шкалик, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев - М.: Колос, 2004 – 255 с.

References

1. Vasko V. T., Zahrobsky A. I., Technology of cultivation of grain crops in the Nonchernozem zone of Russia [Text] // V. T. Vasko, A. I. Zahrobsky - SPb.: PRO-INFORM, 2004 – 128 p.
2. Shkalikov V. A., Beloshapkina O. O., Bukreev D. D. plant Protection from diseases [Text] / V. A. Shkalikov, O. Beloshapkina, D. D. Bukreev - M.: Kolos, 2004 – 255 p.

**СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ
ONOBRYCHIS MILL. В СТЕПИ УКРАИНЫ**

Курдюкова О.Н. – доктор с.-х. наук, научный
сотрудник лаборатории гербологии

*Институт защиты растений
Национальной академии аграрных наук Украины
03022, г. Киев, ул. Васильковская, 33,
e-mail: herbology8@gmail.com*

Приведены данные о средней, максимальной и минимальной семенной продуктивности и урожайности семян интродуцированных видов *Onobrychis* с природной флоры Украины, Кавказа, Закавказья, Средней Азии, Дагестана. Установлено, что для Степной зоны Украины лучшими для введения в культуру являются *O. altissima*, *O. arenaria*, *O. gracilis*, *O. transcaucasica* отличающиеся высокой семенной продуктивностью (от 32 до 49 шт. бобов с растения) и обеспечивающие относительно высокую урожайность бобов (110–141 г/м²) с единицы площади.

Ключевые слова: интродуцированные виды, *Onobrychis*, семенная продуктивность.

Введение

Onobrychis (эспарцет) – один из многочисленных родов семейства *Fabaceae* Lindl. (Бобовые). В мире насчитывается более 130 видов, в России – 62, Украине – 14 видов, но широкое распространение и наибольшее значение имеют лишь 3 вида: *Onobrychis viciifolia* Scop., *O. transcaucasica* Grossh., *O. arenaria* (Kit.) DC. [2,3,7].

В степных зонах Украины эспарцет введен культуру как кормовое, медоносное, фитомелиоративное и лекарственное растение. По площади посевов среди бобовых кормовых культур занимает второе место после люцерны [2,3,6].

Эспарцет хорошо поедается на пастбищах, в зеленом виде и сене всеми видами животных. Урожайность зеленой массы его достигает 15,4–26,6 т/га, сена – 3,1–6,4 т/га. В 100 кг зеленой массы его содержится 19,5–24,8 кормовых единиц, 3,1–3,6 кг протеина, 6,4–6,8 г каротина, а в 100 кг сена – соответственно 54–59 кормовых единиц, 10,1–10,5 кг протеина, 2,5–2,8 г каротина [2,3].

Поедание эспарцета в зеленом виде не вызывает у животных тимпанита [6].

Эспарцет является лучшей почвопокровной культурой в почвозащитных севооборотах, особенно на малопродуктивных, каменистых, мело-мергельных почвах и песках [3].

В медицине используют надземную часть и корни растения, обладающие кровоостанавливающим и тонизирующим действием [2,3].

Вместе с тем, бедность украинской флоры представителями этого рода и благоприятные природные условия территории степных зон позволяют вести успешную интродукцию и вводить в культуру новые виды этого рода. Однако успешность интродукции и широкого использования эспарцета ограничиваются возможностями семенного размножения. Поэтому для эффективного введения в культуру и последующего широкого распространения важное значение приобретают данные о семенной продуктивности новых видов эспарцета и получение достаточного количества

**THE SEED PRODUCTIVITY OF
INTRODUCED SPECIES ONOBRYCHIS
MILL. IN THE STEPPE OF UKRAINE**

Kurdyukova O.N. – Doctor of Agricultural
Sciences, Researcher, Laboratory of Herbology

*Institute of Plant Protection of National Academy of
Agrarian Sciences of Ukraine,
03022, Ukraine, Kiev, 33, Vasilkovskaya str. 33,
e-mail: herbology8@gmail.com*

The data on the average, maximum and minimum seed productivity and seed yield of the introduced species of *Onobrychis* from the natural flora of Ukraine, the Caucasus, Transcaucasia, Central Asia, and Dagestan are presented. It was established that for the Steppe zone of Ukraine, the best for introduction into culture are *O. altissima*, *O. arenaria*, *O. gracilis*, *O. transcaucasica* which are distinguished by high seed productivity (from 32 to 49 beans from a plant) and providing relatively high yield of beans (110–141 g/m²) per unit area.

Keywords: introduced species, *Onobrychis*, seed productivity.

семян. В связи с этим, определение особенностей формирования и величины семенной продуктивности интродуцированных видов эспарцета в степных условиях Украины является определяющим.

Целью наших исследований было установить величину семенной продуктивности основных видов эспарцета, находящихся в процессе интродукции.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований служили виды природной флоры Украины, Кавказа, Закавказья, Средней Азии, Дагестана.

Полевые опыты закладывали на землях агрофирмы «Житница», расположенной на стыке Крынско-Нагольчанского сельскохозяйственного района Луганской области и Приазовского слабозасушливого сельскохозяйственного района Ростовской области. Почвы опытных участков – черноземы обыкновенные маломощные на элювии карбонатных пород. Климат района проведения исследований континентальный, умеренно засушливый. Средняя температура самого теплого месяца, июля, 22,8°C, самого холодного, января, – минус 5,3°C. Средняя продолжительность безморозного периода – 258 суток. Среднее количество осадков за теплый период (апрель-октябрь) не превышает 345 мм.

Посев эспарцета проводили во второй декаде апреля. Семена интродуцируемых видов, собранных в естественных фитоценозах, высевали беспокровно рядковым способом из расчета 450 шт. семян на 1 м². Глубина заделки семян – 3,0–3,5 см. Перед посевом семена обрабатывали нитрагином. Контролем был традиционно выращиваемый вид – эспарцет песчаный (*O. arenaria*). Удобрения вносили из расчета P₄₅K₄₅.

Площадь посевных делянок – 2,8 м², размещение вариантов – систематическое, повторность опытов – трехкратная. Закладку, проведение опытов, учеты и наблюдения в них проводили по общепринятым методикам [1].

Учет фактической семенной продуктивности проводили по общепринятым и нами разработанным методикам [4,5,8].

Результаты и обсуждение

Было установлено, что все виды *Onobrychis* в течение вегетационного сезона полностью завершали этапы онтогенеза, фазы роста, развития и формировали полноценный урожай семян. Но семенная продуктивность их даже с одной особи была очень изменчивой и определялась множеством факторов: возрастом, площадью питания, местопроизрастанием, погодными условиями при цветении, наличием опылителей и др. Все виды *Onobrychis* имели относительно невысокую семенную продуктивность, которая не превышала в среднем 50 шт. семян с одного растения. Наиболее высокую среднюю семенную продуктивность, более 35 шт., имели виды *O. altissima*, *O. arenaria*, *O. gracilis*. В то же время семенная продуктивность отдельных экземпляров этих видов достигала 63–82 шт. бобов с растения, тогда как *O. cyri*, *O. arenaria* subsp. *miniata*, *O. vassilczenkoi* – в два раза меньше (табл. 1).

Таблица 1. Семенная продуктивность (шт. бобов с 1 растения) различных видов *Onobrychis* в Степи Украины, 2016–2018 гг.
Table 1. The seed productivity (pieces of beans from 1 plant) of various species of *Onobrychis* in the Steppe of Ukraine, 2016–2018.

Вид растения	Максимальная	Средняя	Минимальная
<i>O. altissima</i> Grossh.	82,4	49,2±17,0	25,7
<i>O. arenaria</i> (Kit.) DC.	68,4	38,4±10,1	21,6
<i>O. arenaria</i> subsp. <i>miniata</i> (Steven) P.W.Ball	29,0	16,2±7,7	10,1
<i>O. cyri</i> Grossh.	26,3	15,2±6,4	9,50
<i>O. inermis</i> Steven	30,4	18,0±5,0	11,2
<i>O. gracilis</i> Besser	62,7	37,6±14,9	16,3
<i>O. tesquicola</i> Krytzka	44,1	26,5±6,3	14,6
<i>O. transcaucasica</i> Grossh.	51,6	27,4±2,7	12,8
<i>O. vassilczenkoi</i> Grossh.	29,8	16,7±6,2	9,14
<i>O. viciifolia</i> Scop.	45,5	21,0±4,0	12,1

В неблагоприятных условиях произрастания семенная продуктивность всех видов *Onobrychis* снижалась в сравнении со средними показателями на 27–38%.

При беспокровном весеннем посеве и благоприятных по увлажнению условиям цветоносные стебли, их цветение и формирование семян отмечалось уже в год посева у *O. arenaria*, *O. inermis*, *O. transcaucasica* и др., но семенная продуктивность их была очень низкой. Максимальную семенную продуктивность большинство видов обеспечивали только на второй год жизни. Причем самой высокой урожайностью, 110–141 г/м², отличались *O. altissima*, *O. arenaria*, *O. gracilis* и др., а в третий и последующие годы – *O. viciifolia*, *O. vassilczenkoi* и др.

Но значительно большей в сравнении со средними показателями, нередко в 1,8–2,4 раза, индивидуальная семенная продуктивность была при благоприятных гидротермических условиях в разреженных ценопопуляциях. Так, при площади питания 40 см² средняя семенная продуктивность *O. arenaria* достигала 46–54 шт. семян, 30 см² – 32–37 шт., 20 см² – 14–16 шт. с растения, но максимальная урожайность семян с 1 м² на уровне 120–125 г формировалась при площади питания – 30 см².

При двух укосном использовании посевов *Onobrychis* более высокая семенная продуктивность растений и урожайность семян с 1 м² всегда были выше при первом укосе. При использовании первого укоса на зеленый корм или сено, а второго на семена – семенная продуктивность растений и урожайность бобов составляли лишь 38–46% от показателей первого укоса.

Заключение

В Степной зоне Украины интродуцируемые виды *Onobrychis* существенно различаются как по фактической семенной продуктивности, так и урожайности семян с единицы площади. Заслуживают интродукционного внимания и введения в культуру *O. altissima*, *O. arenaria*, *O. gracilis*, *O. transcaucasica* и некоторые другие, отличающиеся высокой семенной продуктивностью и обеспечивающие относительно высокую урожайность семян с единицы площади.

Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1986. – 351 с.
2. Кириченко И.И. Эспарцет в каждое хозяйство. – Донецк: Донбасс, 1974. – 144 с.
3. Кондратюк Е.Н., Глухов А.З., Юрченко И.Т. Природные растительные ресурсы Донбасса. – К.: Наукова думка, 1986. – 192 с.
4. Курдюкова О.Н., Конопля Н.И. Семенная продуктивность и семена сорных растений. – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2018. – 200 с.
5. Курдюкова О.Н., Тыщук Е.П. Методика определения семенной продуктивности сорных растений // Растительные ресурсы. – 2019. – Т.55. – № 1. – С. 130-138.
6. Кургак В.Г. Лучні агрофітоценози. – К.: ДІА, 2017. – 374 с.
7. Определитель высших растений Украины / Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н. и др. – К.: Фитосоцицентр, 2018. – 548 с.
8. Работнов Т.А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах // Полевая геоботаника. – 1960. – Т.2. – С. 20-40.

References

1. Dosphehov B.A. Field experience. – M., 1986. – 351 p.
2. Kirichenko I.I. The Sainfoin in every household. – Donetsk: Donbass, 1974. – 144 p.
3. Kondratyuk E.N., Gluhov A.Z., Yurchenko I. T. Natural plant resources of Donbass. – K.: Naukova Dumka, 1986. – 192 p.
4. Kurdyukova O.N., Konoplya N.I. The seed production and weed seeds. – St. Petersburg: Own publishing house, 2018. – 200 p.
5. Kurdyukova O.N., Tischuk E.P. The method of determining the seed productivity of weeds // Plant resources. – 2019. – V.55. – № 1. – P. 130-138.
6. Kurgak V.G. The meadow agrophytocenoses. – K.: DIA, 2017. – 374 p.
7. The determinant of higher plants of Ukraine / Dobrochaeva D.N., Kotov M.I., Prokudin Yu.N. et al. – K.: Phytosociocentre, 2018. – 548 p.
8. Rabotnov T.A. The methods for studying seed propagation of grassy plants in communities // Field geobotany. – 1960. – V.2. – P. 20-40.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ И МЕСТНЫХ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА

Сейидалиев Н.Я. – д.а.н., профессор кафедры общего земледелия, генетики и селекции
Халилов Х.Г. – д.ф.а.н., доцент кафедры растениеводства и защиты растений
Мамедова М.З. – ст. пр. кафедры общего земледелия, генетики и селекции

*Азербайджанский Государственный Аграрный Университет,
AZ2000, Азербайджан, г. Гянджа, пр. Атаурка 450, e-mail: vmns@mail.ru*

Проведены исследования по изучению интродуцированных и местных сортов хлопчатника. Установлено, что урожайность и выход волокна у местного сорта Гянджа-110 была выше по сравнению с интродуцированными сортами.

Ключевые слова: хлопчатник, сорт, местный, урожай, волокно, интродуцированный

Введение

Хлопководство, являющееся одним из стратегических и приносящих доход отраслей аграрного сектора, отличается высокими показателями по производству общей продукции и трудоемкостью.

Древние традиции хлопководства и благоприятные климатические условия для возделывания хлопчатника в Азербайджане, возможности обеспечения промышленности сырьем за счет местного производства, а также имеющийся потенциал по экспорту продукции изготовленных из хлопчатника, способствует возникновению необходимости ещё более развивать данную отрасль [1].

Наиболее мощный толчок отрасль получила в 2017 году, когда глава государства дала распоряжение об утверждении "Государственной программы по развитию хлопководства в Азербайджане на период 2017-2022 годы". Госпрограмма была направлена на решение проблем в этой отрасли.

В экономическом и социальном развитии нашего государства хлопководство имеет особое значение. Хлопководство - является одной из основных отраслей сельскохозяйственного производства Азербайджана и её развитие в дальнейшем весьма важно для нашего государства. Важнейшей задачей хлопководства является повышение урожайности и качества продукции.

Важнейшим и эффективным способом повышения урожайности хлопчатника, а также её качества, является использование для посева раннеспелых сортов, введение новых технологий возделывания, своевременный сбор урожая и т.д.

В 2017 году со 136 тыс. гектаров было получено 207 тыс. тон, в 2018 году со 132 тыс. гектаров – 232 тыс. тон хлопка-сырца. Наряду с этим количество трудящихся в этой области увеличилось в два раза, и были открыты более 15 тыс. новых рабочих мест.

Хлопчатник имеет стратегическое значение. Основная задача сельского хозяйства обеспечить потребность населения продуктами питания, а промышленность сырьём.

Нет ни одной отрасли народного хозяйства, которая не использовала бы в той или иной мере материалы и изделия из хлопка. Кроме обычной пряжи и большого разнообразия одежных и бельевых тканей, из хлопкового волокна вырабатывают швейные нитки, веревки, канаты,

COMPARATIVE STUDYING ALIEN AND LOCAL GRADES OF THE COTTON

Seyidaliev N.Y. - Doctor of agricultural sciences, professor, Department of General agriculture, Genetics and Selection

Xalilov X.Q. - PhD of Agricultural Sciences, docent, Department of Plant growing and Plant Protection
Mamedova M.Z. - Senior teacher, Department of General agriculture, Genetics and Selection

*Azerbaijan State Agrarian University,
AZ2000, Azerbaijan, Ganja, Ataturk ave 450
e-mail: vmns@mail.ru*

Researches on studying alien and local variety of a cotton are conducted. It is established that productivity and an exit of a fiber at a local variety Ganja-110 was above in comparison with alien grades.

Keywords: cotton, variety, local, productivity, fiber, alien

рыболовные снасти, приводные ремни, транспортерные ленты, специальную ткань для резиновых шлангов (рукавов), фильтры, электроизоляционную обмотку, искусственный шелк (вискоза), вату. Из хлопкового волокна можно также делать целлулоид, фотокиноплёнки, лаки, высокие сорта писчей бумаги и много разных других материалов и изделий. Используется оно также в виде примеси к шерсти и шелку.

Большую ценность имеют семена хлопчатника, которые после снятия с них волокна частично используют для посева, а в основном перерабатывают для получения разнообразных продуктов, в частности масла.

Рафинированное хлопковое масло отличается очень высокими пищевыми качествами и считается почти равноценным прованскому, поэтому его широко используют в консервной промышленности. Идет оно также для приготовления маргарина, искусственного сала, хозяйственного и туалетного мыла, технических масел и олифы. Из него получают глицерин, стеарин и ряд других продуктов. Остающиеся после отделения масла хлопковый жмых и шрот — хороший концентрированный корм для некоторых домашних животных.

Хлопчатник — прекрасный медонос, поэтому вблизи его посевов можно успешно развивать пчеловодство (при некоторых ограничениях применения пестицидов в борьбе с вредителями и болезнями). В последнее время проведены большие работы по приданию хлопковому волокну свойств несминаемости, водоотталкивания и др. Для этого его пропитывают химическими веществами. Важное преимущество хлопчатобумажных тканей перед тканями из искусственного волокна — возможность придания им различной расцветки, узорчатости, их гигроскопичность и гигиеничность.

В настоящее время интерес к прядильным культурам постоянно повышается в связи ростом потребности в натуральных волокнах и отказом от использования во многих случаях синтетических материалов, прежде всего в одежде.

Использование в хлопководстве вновь разработанных технологий, раннеспелых, высокоурожайных сортов, укрепление материально-технической базы, разработка эффективных методов борьбы против хлопковых вредителей и болезней, повышение урожайности сделают хлопководство одним из рентабельных отраслей народного хозяйства [2].

Так как хлопчатник является ценной технической культурой, в нашей стране уделяется особое внимание на увеличение его производства. Хлопчатник выращивают в основном ради волокна. Почвенно-климатические условия нашей страны являются благоприятными для выращивания хлопчатника [3].

Объекты и методы исследований

Основным средством повышения урожайности является использование урожайных и высококачественных сортов. В связи с этим в наших исследованиях, мы провели сравнительное изучение сортов хлопчатника Гянджа-110 (местный сорт), Баяз-алтун, Флэш, Проген и Карло (привезенные из Турции) при одинаковых нормах удобрений и режимах орошений.

Результаты и обсуждение

Как видно из данных таблицы 1, высота главного стебля у сорта Гянджа-110 составила 95,2 см; у Баяз-алтун-79,5 см; у сорта Флэш- 87,4 см; у Проген- 84,4 см; у сорта Карло- 82,8 см.

Таблица 1. Влияние норм удобрений и орошений на высоту главного стебля (см) сортов хлопчатника

Table 1. Influence of norms of fertilizers and орошений on height of the main stalk (sm) of grades of a cotton

NN	Варианты			Высота основного стебля (см)
	Сорта	Нормы удобрений (кг/га)	.Орошения	
1	Карло	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	82,8
2	Баяз-алтун	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	79,5
3	Флэш	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	87,4
4	Проген	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	84,4
5	Гянджа-110	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	95,2

Таблица 2. Влияние норм удобрений и орошений на количество коробочек на одном кусте, массу хлопка-сырца с одной коробочки и массу 1000 штук семян (г)

Table 2. The influence of the norms of fertilizers and irrigation on the number of boxes on one bush, the mass of raw cotton from one box and the mass of 1000 seeds (g)

N	Варианты			Количество коробочек на одном кусте, штук	Масса хлопка-сырца с одной коробочки, г	Масса 1000 штук семян, г
	Сорта	Нормы удобрений (кг/га)	Орошения			
1	Карло	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	12	2,8	110
2	Баяз-алтун	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	11	2,6	112
3	Флэш	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	7	2,6	111
4	Проген	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	8	2,7	113
5	Гянджа-110	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	15	4,3	121

Количество коробочек на одном кусте (таблица 2) составило у сорта Гянджа-110-15 штук; у сорта у Баяз-алтун-11 штук; у сорта Флэш - 7 штук; у сорта Проген - 8 штук; а у сорта Карло - 12 штук.

Таблица 3. Влияние норм удобрений и орошений на урожайность и выход волокна сортов хлопчатника

Table 3. The effect of fertilizer rates and irrigation on yield and fiber yield of cotton varieties

N	Варианты			Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц	Прибавка урожая, %	Выход волокна, %
	Сорта	Нормы удобрений (кг/га)	Орошения				
1	Карло	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	19,8	-	-	34,5
2	Баяз-алтун	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	25,4	5,6	28,2	34,6
3	Флэш	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	21,3	1,5	7,5	33,7
4	Проген	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	24,7	4,6	23,2	33,8
5	Гянджа-110	5 тон навоза +N ₁₀₀ P ₈₀ K ₅₀	1-4-0	35,7	15,9	80,3	37,2

Урожайность и выход волокна (таблица 3) также были различны и составили у сорта Гянджа-110- 35,7 ц/га, 37,2 %; у сорта у Баяз-алтун-25,4 ц/га, 34,6 %; у сорта Флэш- 21,3 ц/га, 33,7 %; у сорта Проген- 24,7 ц/га, 33,8 %; а у сорта Карло- 19,8 ц/га, 34,5 %.

Заклучение

В процессе исследований установлено, что использование местных сортов способствует получению высокого и качественного урожая. Увеличение составило, по сравнению с контролем, на 15,9 ц/га. Выход волокна у сорта Гянджа-110- 37,2 %.

Литература

- Əliyev İ.N. "Azərbaycan Respublikasında pambıqçılığın inkişafına dair 2017–2022-ci illər üçün Dövlət Proqramı" Bakı şəhəri 13 iyul 2017- ci il.
- Seyidəliyev.N.Y. Pambıqçılığın əsasları. Dərs vəsaiti. "Şərq-Qərb" nəşriyyatı. Bakı. 2012. 325 səh.
- Seyidaliyev N.Y. The influence of various doses of mutagens on productivity of various grades of cotton 3rd In International scientific conference "Applied Sciences and Technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings" November 11-12, 2013, New York, p.114-115

References

- Aliyev I.G. "State program for the development of the cotton industry in the Republic of Azerbaijan for 2017-2022" Baku, July 13, 2017.
- Seyidaliyev N.Y. Basics of cotton. Manual. Publishing house "East-West." Baku. 2012. 325 p
- Seyidaliyev N.Y. The influence of various doses of mutagens on productivity of various grades of cotton 3rd In International scientific conference "Applied Sciences and Technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings" November 11-12, 2013, New York, p.114-115

**ОСНОВНЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ
ВЕЩЕСТВА СЫРЬЯ ИЗ КОЗЛЯТНИКА
ВОСТОЧНОГО**

Трузина Л.А. - кандидат с.-х. наук
лаборатория кормовых культур и систем
полевого кормопроизводства

*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный научный
центр кормопроизводства и агроэкологии имени
В.Р. Вильямса» (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»)
141055, Московская обл., Лобня,
ул. Научный городок, корп.1,
e-mail: truzina2012@yandex.ru*

Дана оценка сырьевой массы из козлятника
восточного в сравнении с люцерной по
содержанию питательных веществ и обменной
энергии.

Ключевые слова: козлятник восточный,
люцерна, зеленая масса, сухое вещество,
протеин, клетчатка, переваримость, обменная
энергия

**MAJOR FEEDING MATERIALS FROM
GALEGA EAST**

Truzina L.A., the candidate of agricultural sciences
laboratory of forage crops and systems of field
forage production

*Federal State Budget Sciences Institution «Federal
Williams Research Center of Forage Production and
Agroecology» (FWRC FPA)
141055, Moscow reg., Lobnya,
Nauchniy gorodok street, 1,
e-mail: truzina2012@yandex.ru*

The estimation of raw material from galega oriental
in comparison with alfalfa on content of nutrients
and exchange energy is given.

Keywords: galega oriental, alfalfa, green mass, dry
matter, protein, fiber, digestibility, exchange energy

Введение

В качестве сырья для приготовления кормов козлятник восточный имеет существенные отличия от других многолетних бобовых трав, которые характеризуются не только физиолого-биохимическими, но технологическими и кормовыми свойствами.

К числу особенностей козлятника восточного следует отнести быстрое отрастание растений после зимовки и интенсивное нарастание вегетативной массы. В Центральном регионе Нечерноземной зоны козлятник восточный достигает фазы бутонизации на 9-11 суток раньше, чем люцерна, в обычные годы она наступает 20-25 мая.

Объекты и методы исследований

Во ВНИИ кормов проводится полевой опыт по сравнительной оценке продуктивного долголетия люцерны изменчивой и козлятника восточного. Люцерну и козлятник восточный высевали под покров кукурузы. Норма посева семян люцерны сорта Вега – 8 млн. шт./га (16 кг), козлятника восточного сорта Гале – 4 млн. шт./га (28 кг). Весной после культивации с боронованием на глубину 10–12 см были внесены минеральные удобрения фоном из расчета $N_{90}P_{60}K_{90}$ кг/га. После широкорядного (на 45 см) посева кукурузы проводили посев люцерны и козлятника обычным рядовым способом, предварительно проскарифицированными и проинокулированными семенами. Против сорняков применяли рекомендованные гербициды. Кукурузу убирали в середине августа (на зеленый корм). На травостоях люцерны и козлятника восточного, начиная со второго года жизни, проводили ежегодное двухукосное скашивание.

Учеты и наблюдения в опыте проводились лабораторным и полевым методами в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» [1].

В опыте определяли густоту и высоту травостоя, проводили фенологические наблюдения за растениями, учет урожайности зеленой массы козлятника. Лабораторными методами определяли структуру урожайности, качество получаемого урожая, содержание сухого вещества в зеленой массе.

Результаты и обсуждения

Значительная разница в урожае зеленой массы и сухого вещества изучаемых культур отмечается по мере вегетирования растений. У козлятника восточного в первом укосе в фазе

стеблевания она составляет в среднем около 40% от максимального количества, у люцерны - лишь 15%. В козлятнике восточном самое интенсивное нарастание массы происходит до фазы бутонизации. В результате этого содержание сухого вещества в растениях в фазе начала бутонизации составляет 60-70%.

Эти данные означают, что козлятник восточный является наиболее ранней культурой, позволяющей приступать к заготовке объемистых кормов на 10-12 суток раньше обычного.

Козлятник восточный первого укоса отличается от других многолетних бобовых трав (кроме клевера лугового) избыточной влажностью. Причем, она мало снижется по мере вегетирования растений. В фазе стеблевания составляет 85,2-86,1%, а в фазе цветения - 79,5-81,4%. Поэтому массу первого укоса в основном представляется возможным убрать на силос и в ограниченном количестве на сенаж, поскольку погодные условия третьей декады мая в большинстве регионов неблагоприятны для проявлявания массы до сенажной влажности (45-55%).

Но наиболее существенное отличие козлятника восточного от люцерны, наиболее типичной и широко распространенной культуры, состоит в химическом составе и в переваримости питательных веществ. В таблице 1 приведены данные о содержании основных питательных веществ, переваримости сухого вещества и энергетической питательности зеленой массы разных фаз вегетации. Они наиболее полно характеризуют кормовое достоинство этой культуры и определяют рациональные способы использования выращенного урожая для приготовления кормов.

Таблица 1. Содержание основных питательных веществ и энергетическая питательность козлятника восточного и люцерны по фазам вегетации (первый укос)
Table 1. The content of basic nutrients and energy nutritional quality of galega oriental and alfalfa milk vetch according to vegetation phases (first cut)

Фаза вегетации	Культура	Содержание в сухом веществе, %			Переваримость сух. в-ва, %	ОЭ в 1 кг СВ, МДж
		сырого протеина	сырой клетчатки	лигнина		
Стеблевание – нач. бутонизации	козлятник восточный	26,7	19,5	5,0	73,7	11,2
	люцерна	23,5	18,8	6,5	72,4	10,9
Бутонизация	козлятник восточный	22,8	25,8	6,3	66,6	10,3
	люцерна	21,9	25,2	6,8	67,8	10,7
Начало цветения	козлятник восточный	21,8	31,8	7,8	59,9	9,2
	люцерна	19,6	28,7	7,2	63,7	9,8
Цветение	козлятник восточный	16,2	36,1	8,3	57,2	8,8
	люцерна	16,8	32,2	7,9	61,2	9,4

Приведенные данные показывают о лучшем качестве козлятника восточного в ранние фазы вегетации по всем показателям, особенно по содержанию сырого протеина. Значительное повышение его концентрации, обуславливает в основном и повышение переваримости сухого вещества и энергетической питательности зеленой массы. Необычно низкое наличие лигнина также является одним из факторов, способствующих высокой переваримости питательных веществ, особенно сырой клетчатки, коэффициент переваримости которой достаточно высок – около 68%. Более того, было выявлено, что лигнин козлятника восточного в первые две фазы вегетации не обладает устойчивостью к воздействию на него гидролитических ферментов. Под действием отечественного полиферментного препарата Феркон он разлагается почти на 25%, естественно превращаясь при этом в более доступное вещество для ферментов пищеварительного тракта животных.

Начиная с фазы бутонизации, качество козлятника восточного и люцерны по содержанию сырого протеина и сырой клетчатки практически выравнивается. Но энергетическая питательность козлятника заметно снижается, при почти одинаковой переваримости сухого вещества. Это, как было выявлено в опытах на животных, обуславливается существенным снижением переваримости сырой

клетчатки, в которой уже содержится несколько выше лигнина. В фазе начала и полного цветения ухудшение качества козлятника восточного в сравнении с люцерной по содержанию сырой клетчатки, переваримости сухого вещества и энергетической питательности является существенным. Это означает, что для получения кормов высокого качества из козлятника восточного, возделываемого в системе зеленого конвейера, вести его уборку желательнее до фазы бутонизации.

Вместе с тем, технологические опыты показали, что сложные труднопереваримые питательные вещества козлятника восточного являются более доступными для гидролитических ферментов. При силосовании проявленной массы в фазе цветения с тем же полиферментным препаратом Феркон энергетическая питательность полученного корма заметно повышается в сравнении с исходной зеленой массой - с 8,8 до 9,2 МДж ОЭ 1 кг СВ. При силосовании люцерны этого не происходит. Эти результаты опыта указывают на целесообразность исследований по повышению качества кормов за счет применения ферментов.

Заключение

На основании проведенных исследований следует сделать вывод о лучшем качестве зеленой массы из козлятника восточного по сравнению с люцерной в ранние фазы развития – стеблевание–начало цветения по содержанию сырого протеина, сырой клетчатки, сухого вещества, переваримости сухой массы, а также концентрации обменной энергии.

Литература

1. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новоселов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов и др.- М.: Типография Россельхозакадемии, 1997. – 156 с.
2. Трузина Л.А. Продуктивность и длительность пользования травостоем люцерны и козлятника восточного на дерново-подзолистых почвах / Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр., посвящ. памяти академика РАСХН Б.П.Михайличенко. – М.: Угрешская типография, 2011. – С. 149-155.
3. Трузина Л.А. Козлятник восточный и люцерна под покровом кукурузы // Стратегия развития кормопроизводства в условиях глобального изменения климатических условий и использования достижений отечественной селекции: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию Уральского НИИСХ (г. Екатеринбург, 3-5 авг. 2011 г). – Екатеринбург, 2011. – Т. I. – С.370-372.

References

1. Methodical instructions on conducting field experiments with fodder cultures/Yu. K. Novoselov, V.N. Kireyev, G. P. Kutuzov, etc.-M.: Printing House Agricultural Sciences, 1997. -156 s.
2. Truzina L.A. productivity and duration of use of alfalfa and goat's east on sod-podzolic soils/Multifunctional adaptive fodder production: SB. Scientific. Tr., Dedi. Memory of Academician RASHN B. P. Mikhailichenko. -M.: Ugresskaya Printing House, 2011. - P. 149-155.
3. Truzina L. A. Kozlytnik Oriental and alfalfa under cover of corn//strategy of development of feed production in conditions of global change of climatic conditions and use of achievements of the domestic selection: Materials Betweinnar. Scientific.-Prect. konf., Dedi. 55 Anniversary of Ural NIISKH (Yekaterinburg, 3-5 Aug. 2011). -Yekaterinburg, 2011. -Т. 1. - P. 370-372.

УПРАВЛЕНИЕ РЕПРОДУКЦИОННОЙ АКТИВНОСТЬЮ МИКРОРАСТЕНИЙ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР ПУТЕМ МОДИФИКАЦИИ УГЛЕВОДНОГО И ГОРМОНАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

THE MANAGEMENT OF SMALL FRUIT CROPS MICROPLANTS REPRODUCTION ACTIVITY BY MODIFYING CARBOHYDRATES AND HORMONAL COMPOSITION OF THE NUTRIENT MEDIUM

Упадышев М.Т. - доктор с.-х. наук, член-кор. РАН, зав. отделом биотехнологии и защиты растений

Князева И.В. - кандидат биол. наук, с.н.с., зав. лабораторией биотехнологии

Афанасьев А.Д. - м.н.с. лаборатории репродуктивной биотехнологии

Ретунский В.В. - м.н.с. лаборатории репродуктивной биотехнологии

Вершинина О.В. - кандидат с.-х. наук, н.с. лаборатории репродуктивной биотехнологии

Upadyshev M.T. - doctor of agricultural sciences, cor. member Rus. Academy of Sciences, Head of the Department of Biotechnology and Plant Protection

Knyazeva I.V. - PhD biol. sciences, senior researcher, Head of the Biotechnology Laboratory

Afanasyev A.D. - junior researcher, Reproductive Biotechnology Laboratory

Retunsky V.V. - junior researcher, Reproductive Biotechnology Laboratory

Vershinina O.V. - PhD of agricultural sciences, Researcher, Reproductive Biotechnology Laboratory

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства" 115598, г. Москва, ул. Загорьевская, 4, e-mail: virlabor@mail.ru

FSBSI ARHIBAN (Federal State Budgetary Institution "All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery") 115598, Moscow, Zagorevskaya str., 4, e-mail: virlabor@mail.ru

Изучено действие углеводов (сахароза, глюкоза, лактоза) и 6-бензиламинопурина на пролиферативную способность ежевики и малины черной. Оптимальным углеводом оказалась глюкоза в концентрации 30 г/л. С увеличением концентрации 6-БАП в среде для размножения установлена тенденция к снижению потребности эксплантов ежевики в сахарозе.

The effect of carbohydrates (sucrose, glucose, lactose) and 6-benzylaminopurine on the proliferative capacity of blackberries and black raspberries has been studied. The optimal carbohydrate was glucose at a concentration of 30 g / l. With the increase in the of 6-BAP concentration in the reproduction medium, the decrease tendency of the sucrose need in the blackberry explants was established.

Ключевые слова: клональное микро-размножение, углеводы, регуляторы роста, ягодные культуры

Keywords: clonal micropropagation, carbohydrates, growth regulators, small fruit crops

Введение

Для растений, культивируемых на питательных средах, в качестве преобладающего характерен гетеротрофный тип питания. При исключении из состава среды органических соединений наблюдается резкое снижение коэффициента размножения и длины побегов. Поэтому в искусственные питательные среды обязательно вносят органические компоненты, к важнейшим из которых относятся углеводы. Как правило, при культивировании эксплантов в качестве источника углеводного питания используют сахарозу (15-40 г/л), поскольку она является основной транспортной формой углеводов у большинства видов растений, характеризуется универсальностью и относительной дешевизной [1, 2]. Реже применяли глюкозу, фруктозу, мальтозу, лактозу, которые в ряде случаев оказались эффективнее сахарозы [3, 4]. Действие углеводов и регуляторов роста необходимо изучать применительно к биологическим особенностям культур.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили экспланты ежевики сорта Торнфри, Дарроу и малины черной сорта Кумберленд. Использовали питательную среду Мурасиге и Скуга (1962), в состав которой вносили сахарозу, глюкозу и лактозу в концентрации от 20 до 40 г/л. В качестве регулятора роста испытывали 6-бензиламинопурин (6-БАП) в концентрации 1-3 мг/л. В культуральном помещении поддерживали температуру 25 °С, освещенность 3000 лк при фотопериоде 16 ч. В каждом варианте высаживали по 20 эксплантов, эксперименты повторяли дважды.

Результаты и обсуждение

Испытание двух дисахаридов (сахарозы и лактозы) и одного моносахарида (глюкозы) показало, что экспланты ежевики сорта Торнфри и малины черной лучше всего развивались на среде с глюкозой (рис. 1).

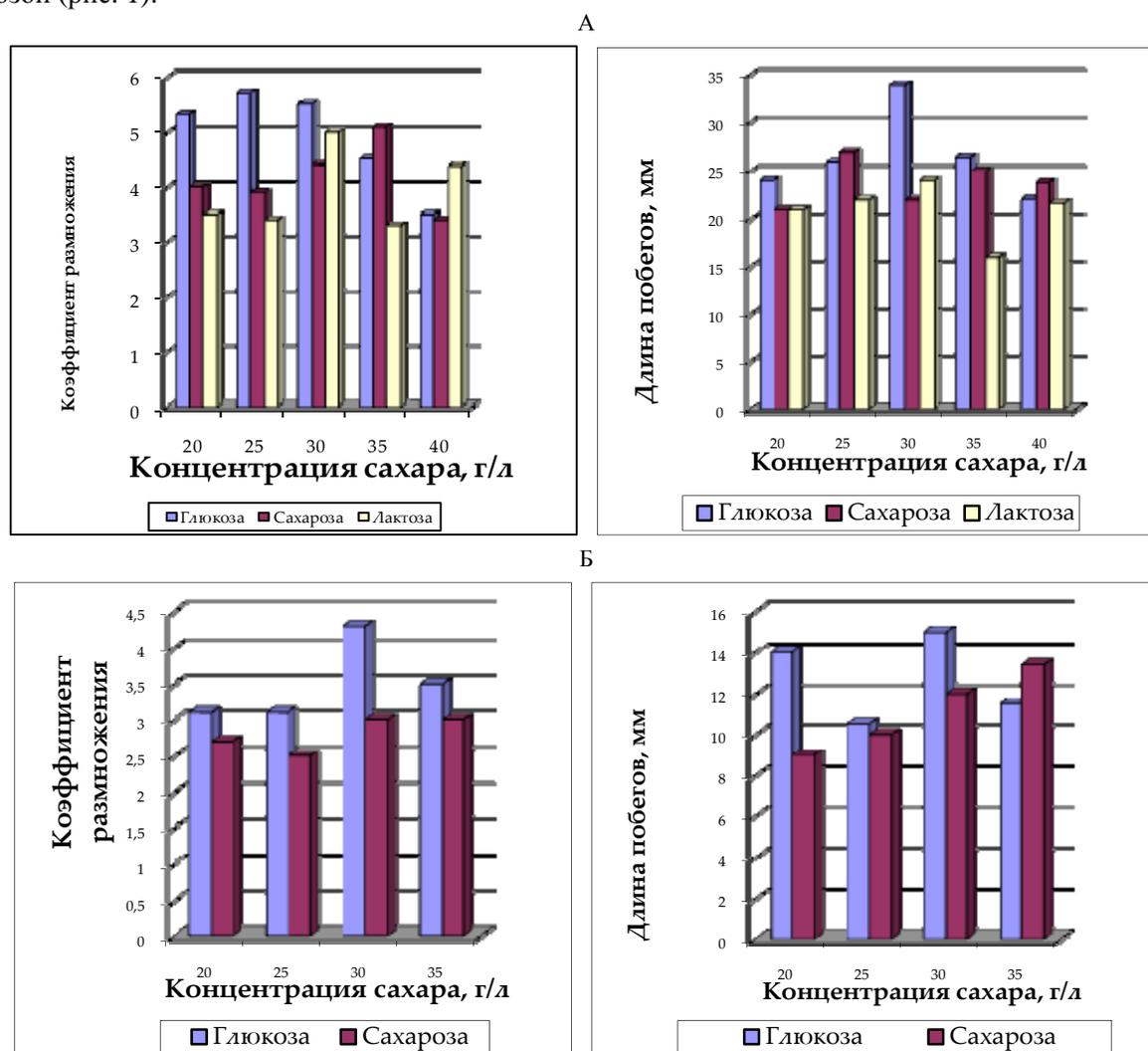


Рисунок 1. Коэффициент размножения и длина побегов у эксплантов ежевики сорта Торнфри (А) и малины черной сорта Кумберленд (Б) в зависимости от концентрации углеводов (на фоне 6-БАП 1 мг/л).

Figure 1. Multiplication coefficient and length of shoots of blackberry explants of the Thornfree (A) and black raspberry of the Cumberland (B) depending on the concentration of carbohydrates (6-BAP 1 mg / l).

Коэффициент размножения и длина побегов при использовании сахарозы и лактозы были достоверно ниже по сравнению с глюкозой. Листья у малины черной на среде с глюкозой имели более интенсивную зеленую окраску, чем на среде с сахарозой. По комплексу показателей оптимальная концентрация глюкозы составила 30 г/л. Для ежевики сорта Дарроу среда с глюкозой также оказалась предпочтительней, чем с сахарозой: число и длина побегов увеличились в 1,4 раза.

Эффективность применения глюкозы объясняется несколькими причинами. Молекулы глюкозы имеют в своем составе меньшее число гидроксильных групп, чем сахароза и лактоза, и поэтому активнее поступают в клетки растений. К тому же при одной и той же концентрации (в г/л) осмотическое давление среды в случае с глюкозой выше, чем с сахарозой или лактозой. При этом необходимо учитывать видовую специфику растений и их способность использовать в своем питании те или иные сахара. Можно предположить, что некоторые виды рода *Rubus* наряду с сахарозным типом транспорта, характерным для двудольных растений, имеют и глюкозный тип. Стоимость глюкозы примерно на 30 % выше, чем сахарозы. Однако использование глюкозы выгоднее за счет улучшения развития растений.

При культивировании на питательных средах на примере сахарозы и 6-БАП нами установлено их взаимодействие. При повышении концентрации сахарозы от 25 до 35 г/л имелась тенденция к улучшению развития эксплантов ежевики сорта Торнфри на среде с концентрацией 1 мг/л 6-БАП (рисунок 2). На фоне 2 и 3 мг/л 6-БАП максимальные коэффициент размножения и длина побегов достигнуты при концентрации сахарозы 25 г/л. Более низкие или высокие концентрации сахарозы ухудшали ростовые показатели. При увеличении концентрации сахарозы отмечено более интенсивное развитие каллуса.

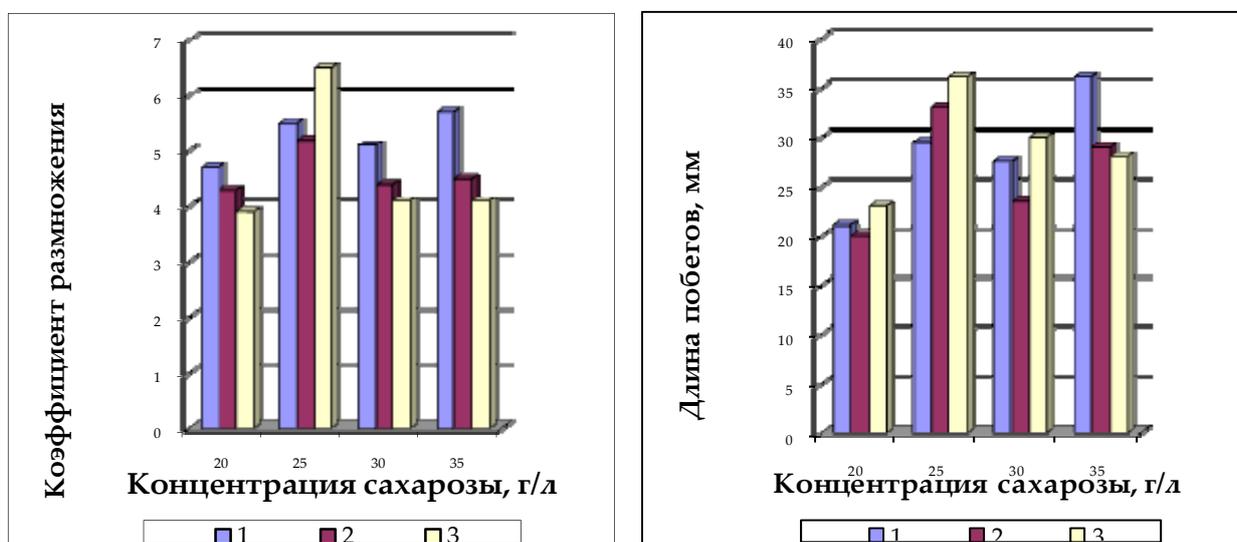


Рисунок 2. Коэффициент размножения и длина побегов у эксплантов ежевики сорта Торнфри в зависимости от концентрации сахарозы и 6-БАП: 1 – 1,0 мг/л; 2 – 2,0 мг/л; 3 – 3,0 мг/л.

Figure 2. Multiplication coefficient and length of shoots of blackberry explants of the Thornfree variety depending on the concentration of sucrose and 6-BAP: 1 - 1,0 mg/l; 2-2,0 mg/l; 3 - 3,0 mg/l.

Заклучение

Экспланты ежевики и малины черной наиболее высокие коэффициент размножения и длину побегов имели на среде с глюкозой. Оптимальная концентрация глюкозы составила 30 г/л. Концентрация сахарозы модифицировала физиологические эффекты регулятора роста 6-БАП. С увеличением концентрации 6-БАП в среде для размножения имелась тенденция к снижению потребности эксплантов ежевики в сахарозе. Возможным объяснением данному феномену служит то, что сахароза в тканях растений способна гликозилироваться с образованием глюкозы и фруктозы. Известно, что цитокинины конъюгируются с D-глюкозой, образуя O-, 7- и 9β-D-гликозиды, причем O-гликозиды являются метаболически важными. Вместе с тем данное конъюгирование может приводить к частичной инактивации цитокинина. Вероятно, при использовании высоких концентраций 6-БАП и сахарозы такое конъюгирование усиливается, что приводит к ухудшению ростовых показателей.

Литература

1. Jafari Najaf-Adadi A., Hamidoghli Y. Micropropagation of thornless trailing blackberry (*Rubus* sp) by axillary bud explants // Australian J. Crop Science.– 2009.– V. 3(4).– P. 191-194.

References

1. Jafari Najaf-Adadi A., Hamidoghli Y. Micropropagation of thornless trailing blackberry (*Rubus* sp) by axillary bud explants // Australian J. Crop Science.– 2009.– V. 3(4).– P. 191-194.

- | | |
|--|--|
| <p>2. Молканова О.И., Коновалова Л.Н., Стахеева Т.С. Особенности размножения и сохранения коллекции ценных и редких видов растений в условиях <i>in vitro</i> // Сб. научных трудов ГНБС.– Ялта, 2016.– Т. 120.– С. 17-23.</p> <p>3. Матушкина О.В. Оптимизация процессов регенерации при размножении клоновых подвоев и сортов яблони и груши <i>in vitro</i>: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.– Мичуринск, 2008.– 23 с.</p> <p>4. Муратова С.А., Папихин Р.В., Янковская М.Б. Влияние различных углеводов на регенерацию, размножение и рост растений <i>in vitro</i>// Плодоводство и ягодоводство России.– 2012.– Т. XXXI, ч. 2.– С. 86-94.</p> | <p>2. Molkanova O.I., Konovalova L.N., Stakheeva T.S. Features of reproduction and preservation of the collection of valuable and rare plant species <i>in vitro</i> // Proc. scientific papers GNSS.– Yalta, 2016.– Т. 120.– P. 17-23.</p> <p>3. Matushkina O.V. Optimization of regeneration processes during reproduction of clonal rootstocks and varieties of apple and pear <i>in vitro</i>: author. dis. ...PhD. of Agricultural Sciences. – Michurinsk, 2008.– 23 p.</p> <p>4. Muratova S.A., Papikhin R.V., Yankovskaya M.B. The effect of various carbohydrates on the regeneration, reproduction and growth of plants <i>in vitro</i> // Pomiculture and small fruits culture in Russia. – 2012.– Т. XXXI, part 2.– P. 86-94.</p> |
|--|--|

УДК 581.13:631.811:581.2.02
DOI: 10.22363/09509-2019-161-163

**ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ ТЫКВЫ
ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
ТОКСИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ МОЛИБДЕНА И
ЗАСОЛЕНИЯ**

Пириев И.Т. - кандидат биол. наук, в.н.с.,
Бабаева Г.Х. - кандидат биол. наук, с.н.с.,
Аннагиева М.А. - с.н.с.,
Кулиева Б.А. - н.с.,

Ширвани Т.С. - кандидат биол. наук, в.н.с.
лаборатории физиологической экологии растений

*Институт ботаники НАНА, AZ1004, Баку,
Азербайджан, Бадамдарское шоссе, 40,
E-mail: shirvani_ts@hotmail.com*

Изучена специфика ответных реакций растений тыквы, подвергнутых одновременному воздействию избытка молибдена и натрия хлорида, с учетом морфологических, ростовых изменений в зависимости от длительности воздействия токсикантов. Полученные данные показали, что при совместном воздействии стрессоров наблюдается протекторный эффект среднего засоления при адаптации растений тыквы к избытку молибдена.

Ключевые слова: молибден, хлоридное засоление, тыква, ростовые параметры, содержания воды

Введение

В связи с ухудшением экологической обстановки, повсеместно в мире все более актуальной проблемой становится продолжающееся расширение территорий почв, загрязненных тяжелыми металлами (ТМ) и подверженных засолению. С увеличением загрязнения почв ТМ и их засоления, негативно влияющих на рост и развитие растений, уменьшается количество диких и культурных видов растений, сокращается ареал их распространения и снижается кормовая и питательная ценность. Однако, характер физиолого-биохимических ответных реакций растений на совместное действие ТМ и хлоридного засоления, определяющих адаптивную стратегию растения к этим стрессорам, изучен на сегодняшний день все еще недостаточно. Для максимизации роста растений в условиях засоления были задействованы различные стратегии. В частности, было показано, что обработка растений молибденом значительно улучшала в этих условиях состояние галофитного растения пырея (*Agropyron cristatum*). Молибден предотвращал окислительное повреждение растительных тканей, подвергнутых стрессу засоления, посредством усиления активности трех ферментов, содержащих молибден-нитратредуктазы, альдегидоксидазы и ксантиндегидрогеназы [1, 2]. Однако, при избытке удобрений, содержащих Мо, он может накапливаться в растениях в достаточно больших количествах, намного превышая допустимую норму. Избыток Мо весьма токсичен для растений, он оказывает отрицательное воздействие на них, замедляя рост и снижая их

**CHANGE OF PHYSIOLOGICAL
PARAMETERS OF PUMPKIN PLANTS
AT THE COMPLEX EFFECT OF TOXIC
LEVELS OF MOLYBDENUM AND SALINITY**

Piriyev I.T. - PhD of biol. sciences, Leading
Researcher,
Babayeva G.Kh. - PhD of biol. sciences, Senior
Researcher,
Annagiyeva M.A. - Senior Researcher,
Kulieva B.A. - scientific worker,
Shirvani T.S. - PhD of biol. sciences, Leading
Researcher, Laboratory of physiological ecology of
plants

*Institute of Botany, ANAS, AZ1004, Baku,
Azerbaijan, Badamdar highway, 40,
E-mail: shirvani_ts@hotmail.com*

The specificity of the responses of pumpkin plants subjected to simultaneous effect of excess of molybdenum and sodium chloride has been studied taking into account the morphological, growth changes depending on the duration of influence of toxicants. The data obtained showed that at the combined action of stressors the protective effect of medium salinity during adaptation of pumpkin plants to excess of molybdenum is observed.

Key words: molybdenum, chloride salinity, pumpkin, growth parameters, water content

урожайность. Цель нашей работы исследование влияния комплексного и индивидуального воздействия молибдена и хлоридного засоления на физиологические процессы растений тыквы с учетом их морфологических, ростовых изменений в зависимости от длительности воздействия токсикантов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования в работе служили корни, стебли, настоящие и семядольные листья растений тыквы (*Cucurbita pepo* L.) сорта «Перехватка». Пятидневные проростки пересаживали в питательный раствор Кнопа (1N, pH 6,0) в 4 вариантах опыта: 1. контроль (питательный р-р–ПР); 2. ПР+NaCl (0,1 М); 3. ПР+Mo ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ –30мкМ); 4. ПР+NaCl+Mo.

Растения выращивали до 21 дня. Пробы растений из всех вариантов брали на анализ в три срока через каждые 7 дней в трех биологических повторностях. Изменение морфометрических показателей и накопление биомассы определяли по прописям, принятым в нашей лаборатории и подробно изложенным в работе [3].

Результаты и обсуждение

В экстремальных и напряженных условиях окружающей среды растения запускают протекторные механизмы на разных уровнях своей организации для самозащиты от вредных воздействий различных видов стресса. Формируя свою адаптивную стратегию, они проявляют множественное разнообразие своих ответных реакций на стрессовое воздействие на морфологическом, физиологическом и биохимическом уровнях. Рост растений на этапе проростков и молодых растений является одним из самых чувствительных к действию различных факторов интегральных физиологических процессов. В наших экспериментах изучение влияния индивидуального и комплексного использования молибдена и хлорида натрия на изменение ростовых параметров растений тыквы в зависимости от длительности их воздействия показало, что корни растений оказались более чувствительными к металлу, чем стебли во всех сроках опыта, особенно на 21 день эксперимента. Однако, в варианте совместного использования Mo и NaCl корни по ростовым параметрам (в % от контроля) опережали свои же стебли, а также корни, получившие только молибден, на 7, 14, и 21 день опыта составляя от них, соответственно, 134,7%, 124,4% и 119,35%. Что касается варианта только с NaCl, корни, как всегда, по длине превосходили даже контрольные растения на 10%-18% в зависимости от срока опыта (Рис. 1).

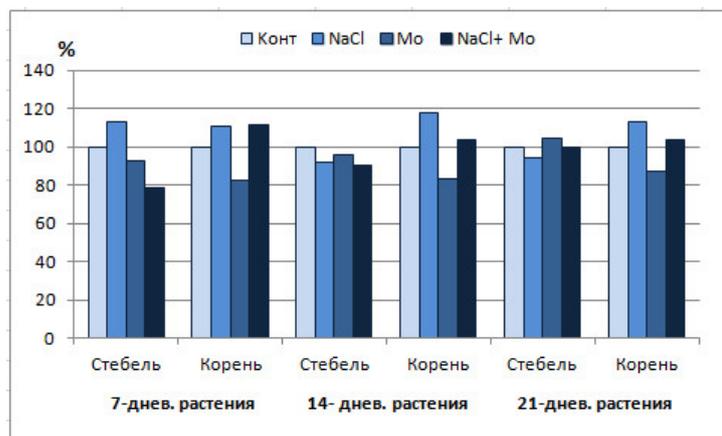


Рисунок 1. Влияние Mo и NaCl, использованных отдельно и в комплексе, на ростовые параметры корня и стебля растений тыквы в зависимости от длительности их воздействия (% от контроля).

Figure 1. The effect of Mo and NaCl used separately and in combination on the growth parameters of root and stem of pumpkin plants depending on duration of their action (in % of control).

Условия засоления, оказавшие протекторный эффект на растения, в наших экспериментах несколько снижали токсическое действие молибдена не только на их рост, но и на накопление биомассы различными органами, в частности, корнем. Если в варианте только с молибденом корни накапливали биомассу в размере 84%, 92% и 90% от контроля (по срокам опыта), то в варианте Mo+NaCl – соответственно, 112%, 125% и 106,2%, т.е. сухая биомасса корня в варианте Mo+NaCl составляла 133%, 136% и 118% от их биомассы в варианте только с Mo. Здесь явно прослеживается влияние засоления на снижение ингибиторного действия молибдена на рост растения (Рис. 2). При

совместном действии молибдена и NaCl наблюдается некоторое снижение ингибиторного действия избытка Мо и на другие физиологические процессы, происходящие в опытных растениях на более поздних стадиях их развития, особенно в корневой системе 21-дневных растений. Об этом свидетельствуют более высокие показатели содержания биомассы, воды, отношения корень/погреб (ОКП) по содержанию биомассы, воды в корнях растений, обработанных молибденом в условиях засоления, чем у растений, получивших только молибден.

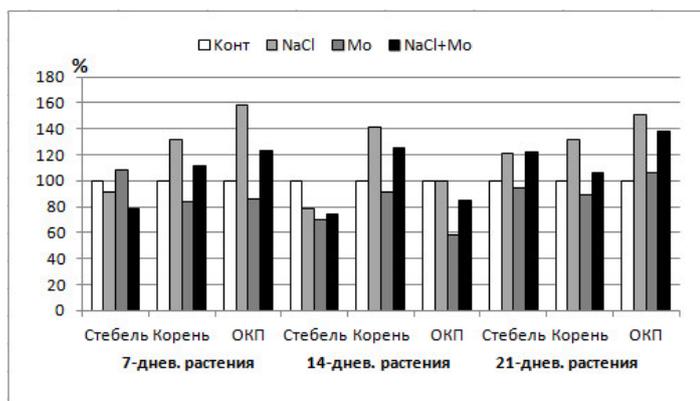


Рисунок 2. Динамика накопления сухой биомассы различными органами растений тыквы в зависимости от длительности воздействия Мо и NaCl, использованных в отдельности и в комплексе (в одном растении % от контроля).

Figure 2. Dynamics of accumulation of dry biomass by different organs of pumpkin plants depending on duration of action of Mo and NaCl used separately and in a complex (in one plant in % of control).

Данные по содержанию воды в органах растений тыквы, подвергнутых одиночному и совместному с NaCl воздействию молибдена, показали, что адаптация растений к хлоридному засолению сопровождается снижением ингибиторного действия Мо на водный статус опытных растений. И корень, и стебель растений в варианте Мо+NaCl на 21 день опыта оказались в более благоприятном состоянии по содержанию воды, чем в варианте только с Мо (на 25% и 26%, соответственно), что, в свою очередь, позитивно отразилось на их ростовых процессах.

Закключение

Полученные в работе результаты по изучению формирования и функционирования адаптивных систем у растений по ответным реакциям на индивидуальное и совместное воздействие двух стрессовых факторов приближают нас к пониманию общих механизмов адаптации растений к действию стрессоров различной природы и могут быть использованы в деле повышения металло – и солеустойчивости растений, а также для использования последних в дальнейшем в фиторемедиации загрязненных почв.

Литература

- Ventura Y., Wuddineh W.A., Ephrath Y., Shpigel M., Sagi M. Molybdenum as an essential element for improving total yield in seawater-grown *Salicornia europaea* L. // Sci. Hortic. 2010. Vol. 126. P. 395-401.
- Babenko O.N., Brychkova G., Sagi M., Alikulov Z.A. Molybdenum application enhances adaptation of crested wheatgrass to salinity stress // Acta Physiol. Plant. 2015. 37.14.
- Ширвани Т.С., Самедова А.Д., Салаева Х.Л., Пириев И.Т., Аннагиева М.А., Али-аде В.М. Воздействие различных доз кадмия на ростовые и физиолого-биохимические характеристики растений тыквы // Известия НАНА, биол. науки. 2010. Том. 65. №3-4. С. 3-11.

References

- Ventura Y., Wuddineh W.A., Ephrath Y., Shpigel M., Sagi M. Molybdenum as an essential element for improving total yield in seawater-grown *Salicornia europaea* L. // Sci. Hortic. 2010. Vol. 126. P. 395-401.
- Babenko O.N., Brychkova G., Sagi M., Alikulov Z.A. Molybdenum application enhances adaptation of crested wheatgrass to salinity stress // Acta Physiol. Plant. 2015. 37.14.
- Shirvani T.S., Samedova A.J., Salayeva X.L., Piriyevev I.T., Annagiyeva M.A., Ali-zadeh V.M. Effect of various doses of cadmium on the growth and physiological-biochemical characteristics of pumpkin plants // Transactions of NASA (biol. sci. series). 2010. Vol. 65. №3-4. P. 3-11.

Биотехнология создания новых лечебно-профилактических продуктов, пищевых и биологически активных добавок на основе нетрадиционных овощных, плодовых, ягодных и лекарственных растений

Biotechnology for creating new therapeutic and prophylactic products, food and dietary supplements based on non-traditional vegetables, fruits, berries and medicinal plants

УДК: 635.262: 57.08: 57.013

DOI: 10.22363/09509-2019-164-166

ОСОБЕННОСТИ УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ ЗУБЦОВ ЧЕСНОКА РАЗНЫХ СОРТОВ ПРИ ИНФРАКРАСНОМ ОБЛУЧЕНИИ ПРИ 105⁰С

FEATURES OF WATER REMOVAL FROM THE TRRTH OF GARLIC OF DIFFERENT VARIETIES WITH INFRARED IRRADIATION AT 105⁰ C

Зеленков В.Н.^{1,2} - доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник,
Поляков А.В.¹ – доктор биологических наук, профессор, зав. отделом биотехнологии и инновационных проектов

Zelenkov V.N.^{1,2} - Advanced Doctor (Agriculture), prof., chief researcher, Department of biotechnology and innovative projects
Polyakov A.V.¹ - Advanced Doctor (Biol.), prof., head of the Department of biotechnology and innovative projects

¹*Всероссийский научно – исследовательский институт овощеводства - филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО), e-mail: vniioh@yandex.ru*

140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр.500, e-mail: vniioh@yandex.ru

²*ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» 117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7, e-mail: vilarnii@mail.ru*

¹*All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing — the branch of FSBSI “Federal Scientific Center of Vegetable Growing” 140153, Moscow region, Ramensky district, village Vereya, p. 500, e-mail: vniioh@yandex.ru*

²*FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants” 117216, Moscow, st. Green, 7, e-mail: vilarnii@mail.ru*

Показана возможность использования динамик удаления воды из зубцов чеснока трех сортов при инфракрасной сушке при 105⁰С для качественной и количественной характеристики сортовых особенностей растений.

Showing the possibilities of obtaining speaker drying teeth of garlic with infrared radiation. See score differences between varieties of garlic on qualitative and quantitative indicators on the analysis drying speaker.

Ключевые слова: зубцы чеснока, удаление воды, инфракрасная сушка, динамики обезвоживания, сорта чеснока, скорость удаления воды.

Keywords: garlic, varieties, water removal, analysis, infrared irradiation, drying speed calculation

Введение

Один из методологических вопросов биотехнологии растений и растениеводства - понимание взаимосвязи воды в овощах с их химическим составом. Ранее, нами было показано, что для корнеплодов зеленой редьки, динамика инфракрасной сушки ее срезов по горизонтали и вертикали принципиально отличаются [1]. В работе [2] рассмотрены методические вопросы изучения динамик обезвоживания 7 разных сортов чеснока при инфракрасной сушке (ИК-облучение) для зубцов чеснока при 105⁰С.

Цель данной работы – продолжение исследований по изучению особенностей обезвоживания сырых зубцов чеснока при инфракрасном облучении при 105⁰ С с анализом их динамик сушки и оценкой скоростей удаления воды на разных этапах сушки в графическом и количественном описании.

Материалы и методы исследований. Динамики обезвоживания получали, определяя массу образцов во времени сушки при непрерывном взвешивании на анализаторе влажности MX-50, A&D Company, Япония. Сушку проводили при 105°C с использованием инфракрасного излучателя (ИК-сушка). В качестве объектов исследования использовали 3 сорта чеснока – озимый сорт Гладиатор, озимый сорт Мещерский и яровой сорт Торжокский, выращенных в условиях Московской области на делянках ВНИИ овощеводства – филиала ФГБНУ ФНЦ овощеводства.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 приведены динамики сушки при 105°C зубцов чеснока при тонкой нарезке для его 3-х сортов.

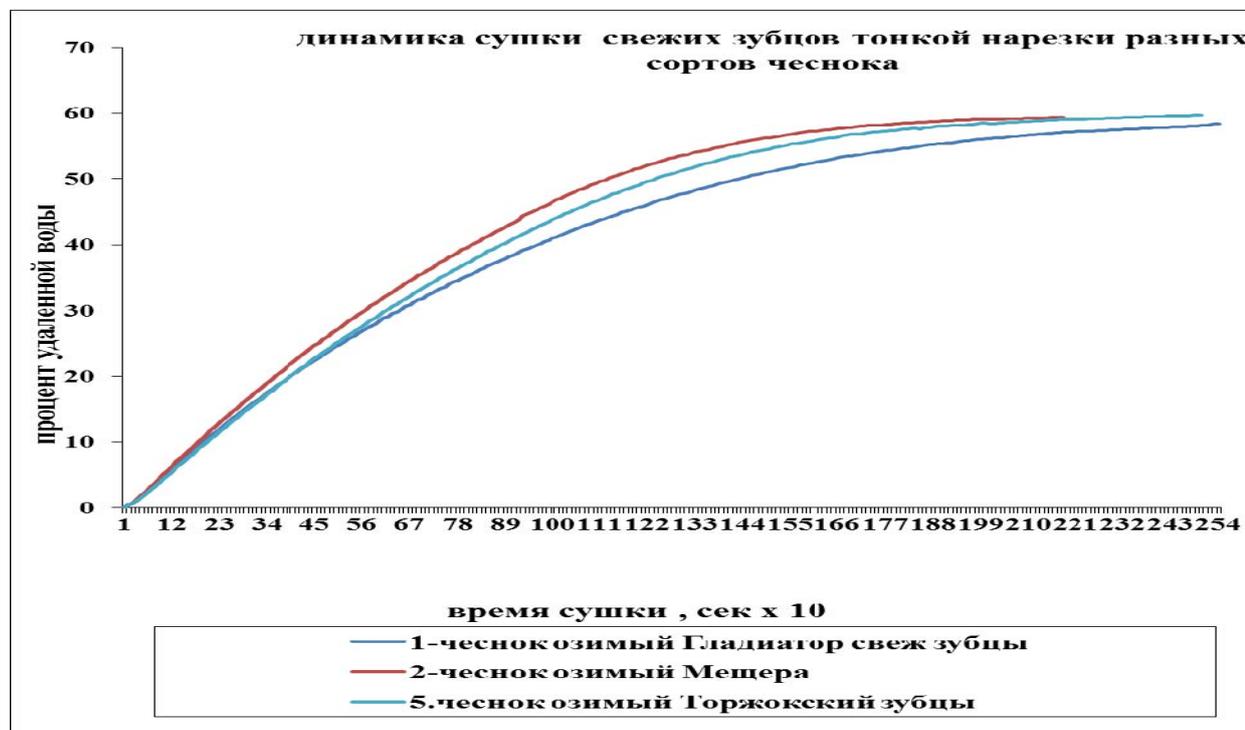


Рисунок 1 - Динамика сушки образцов чеснока
Figure 1 - Dynamics of drying garlic samples

Как видно из динамик сушки, наблюдаются различия в ходе этих кривых, что может говорить о сортовой специфичности чеснока по химическому составу, Индикатором и количественной мерой их отличий, на наш взгляд, являются количественные показатели удаления воды из свежих образцов чеснока в форме тонко нарезанных его зубцов. На примере сорта Гладиатор подробно рассмотрены особенности динамики обезвоживания сырых образцов этого сорта при ИК-сушке, что характерно и для других сортов, отличия касаются только количественных показателей скоростей удаления воды.

Общей закономерностью для всех исследованных в работе сортов чеснока, является принципиальная возможность описания кривых сушки через представление их через составляющие эти кривые четыре линейных участка, которые описываются уравнениями линейной регрессии с высокой аппроксимацией для первых 3-х участков от начала сушки не ниже 0,98 и конечного участка сушки с корреляцией не менее 0,91. Это позволяет количественно оценить взаимосвязи воды с химическим составом конкретных сортов чеснока. Так, на рисунке 1 видно, что по ходу динамик удаления воды можно сделать качественный вывод о распределении сортов чеснока по их эффективности удерживать воду в следующем порядке: сорт Гладиатор, сорт Торжокский, сорт Мещерский, что, на наш взгляд, непосредственно связано с энергией взаимодействия воды с химическими компонентами (составом) чеснока. Таким образом, последующая обработка динамик обезвоживания позволяет определить скорости удаления воды, которые обратно пропорциональны с ее взаимодействием с химическими компонентами и структурой высушиваемого материала. На рисунке 2 приведена гистограмма показателей скоростей ИК-сушки на 4-х этапах сушки для сорта Гладиатор: 1-й участок -0,0449 %/сек, 2-й участок -0,0530 %/сек, 3-й участок -0,0365 %/сек, 4-й участок -0,0120 %/сек. . Графически скорости удаления воды представляют собой тангенсы углов

наклона этих прямолинейных участков к оси ОХ. И, чем меньше угол наклона к оси ОХ, тем меньше скорость удаления воды по каждому прямолинейному участку и тем больше энергии требуется для ее удаления.

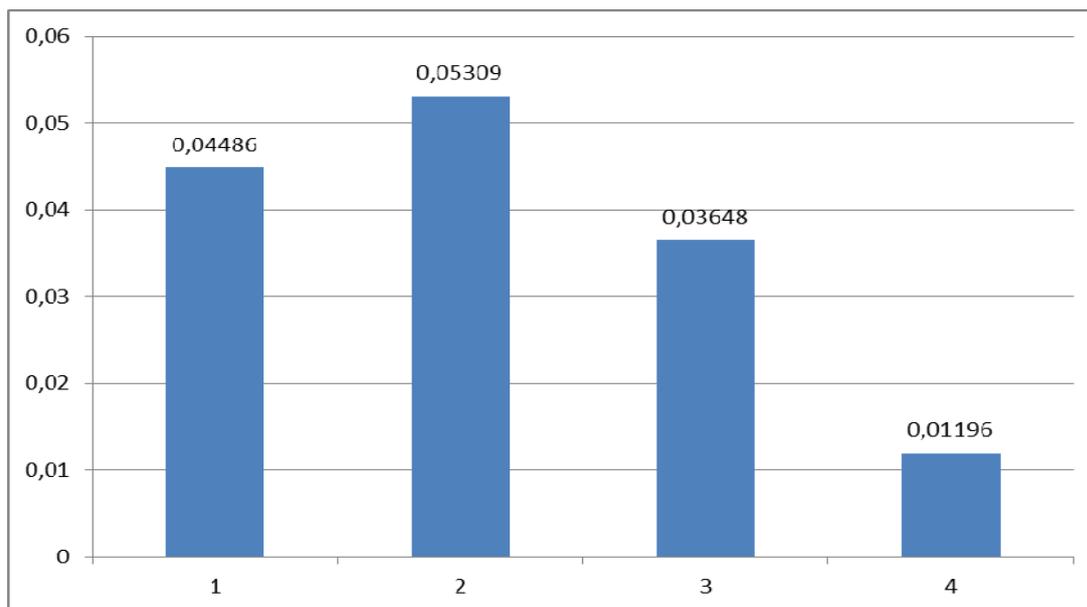


Рисунок 2. Гистограммы скоростей удаления воды (в % /сек) по 4-м линейным участкам обезвоживания сырого измельченного чеснока сорта Гладиатор.

Figure 2. Gistogramy speeds of removal of water (%/sec) on the 4-m linear sections of dehydration of raw chopped garlic varieties of Gladiator.

Заключение

В работе показаны возможности качественного анализа сушки сортов чеснока по графическому построению динамик и сравнению углов наклона прямолинейных участков обезвоживания зубцов чеснока для разных его сортов. Величина наклона прямолинейных участков динамик обезвоживания обратно пропорциональна энергии взаимосвязи воды с химическими компонентами и структурными особенностями каждого сорта.

Проведен расчет скоростей обезвоживания зубцов чеснока для сорта Гладиатор по 4-м прямолинейным участкам составляющих кривую динамики обезвоживания с аппроксимацией их прямолинейности в 91 %. Расчетные характеристики по скоростям удаления воды из зубцов чеснока при 1050 С при ИК-облучении для сорта Гладиатор по 4-м прямолинейным участкам динамики сушки составили : 1-й участок -0,0449 %/сек, 2-й участок -0,0530 %/сек, 3-й участок -0,0365 %/сек, 4-й участок -0,0120 %/сек.

Литература

1. Зеленков В.Н. Особенности динамики обезвоживания срезов редьки зеленой при инфракрасном облучении. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Выпуск 22 – М.: РАЕН, 2015. С. 109-115.
2. Зеленков В.Н., Лапин А.А., Поляков А.В. Особенности динамики обезвоживания разных сортов чеснока отечественной и зарубежной селекции при инфракрасной сушке. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Выпуск 23 – М.: РАЕН, 2016. С. 109-115.

References

1. Zelenkov V.n. Features of dynamics of hydrated green radish slices with infrared radiation. Non-traditional natural resources, innovative technologies and products: collection of scientific papers. Issue 22-m.: RANS, 2015. С. 109-115.
2. Zelenkov v.n., Lapin AA, Polyakov A.v. features of dynamics of hydrated garlic of different varieties of domestic and foreign breeding with infrared drying. Non-traditional natural resources, innovative technologies and products: collection of scientific papers. Issue 23-m.: RANS, 2016. С. 109-115.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СЕМЯН КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР

Зеленков В.Н.¹ - доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник, отдел биотехнологии и инновационных проектов,
Иванова М.И.¹ - доктор с.-х. наук, профессор РАН, зам.директора,
Разин О.А.³ – кандидат с.-х.н., зам. директора ФГБНУ Федеральный центр овощеводства

¹*Всероссийский научно – исследовательский институт овощеводства - филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) 140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр.500, e-mail: vniioh@yandex.ru*
²*ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» 117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7, e-mail:vilarnii@mail.ru*
³*ФГБНУ «Федеральный центр овощеводства», 143080, Московская обл., Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14*

Изучен элементный состав семян 5 сортов различных видов капустных культур. Показано, что для макроэлементов кремний, алюминий и микроэлемент титана наблюдается широкая вариабельность показателей. Преимущественно для большинства макро- и микроэлементов значения их концентраций находятся в узком диапазоне.

Ключевые слова: концентрация макро- и микроэлементов, вариабельность показателей, капустные культуры, сорта, семена.

Введение

В настоящее время изучение перспективных сортов капустных культур с целью расширения номенклатуры отечественного овощеводства остается актуальным направлением современного растениеводства. К числу перспективных овощных культур как источника витаминов, клетчатки относятся растения семейства капустные. Все разнообразие выращиваемых видов капусты относится к роду *Brassica L.* Ценность капустной культуры обусловлено не только органическими, но и неорганическими веществами. Из-за высокой пищевой ценности и богатого разнообразия биологически активных компонентов капустные растения применяются во многих сферах народного хозяйства. Целью исследования явилось изучение элементного состава пяти сортов разных капустных культур методом прямого рентгенофлуоресцентного анализа.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служили семена 5-ти сортов капустных культур, полученных в ФГБНУ ФНЦ овощеводства в различные годы сбора. Элементный состав семян определяли методом прямого

THE STUDY OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF SEEDS OF COLE CROPS

Zelenkov V.N.^{1,2} - Advanced Doctor (Agriculture), prof., Chief Researcher, Division of biotechnology and innovative projects
Ivanova M.I.², *Advanced Doctor (Agriculture)*, prof. Russian Acad. of Sc., Deputy Director
Razin O.A.³, Ph.D. (Agriculture), Deputy Director

¹*All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing — the branch of FSBSI “Federal Scientific Center of Vegetable Growing” 140153, Moscow region, Ramensky district, village Vereya, p. 500, e-mail: vniioh@yandex.ru*
²*FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants” 117216, Moscow, st. Green, 7, e-mail: vilarnii@mail.ru*
³*FSBSI «Federal Centre for horticulture», 143080, Moscow region, Odintsovo district, village VNISSOK, Breeding str., Bldg. 14*

Studied elemental composition of seeds of 6 varieties of different species of cabbage crops. It is shown that for silicon, aluminum and titanium are wide variability of indicators. Mainly for the majority of macro- and microelements concentration values are within a narrow range.

Keywords: concentration of macro- and microelements, variability of indicators, Brassicaceae crops, varieties, seeds.

рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). РФА зарекомендовал себя в качестве надежного инструмента одновременного определения макро- и микроэлементов в различных растительных и биологических материалах [1]. Одним из преимуществ прямого РФА перед аналитическими методами, для выполнения которых требуется разрушение (вскрытие) исходного образца воздействием высокой температуры или химических реагентов, является отсутствие в результатах неопределенностей, связанных именно со стадией пробоподготовки. При этом, исключаются неполное вскрытие образца, загрязнение его реактивами, а также потеря элементов в ходе реакции и другие, порой не поддающиеся контролю факторы.

Объект для исследования – семена измельчали на кофемолке и далее проводили дополнительный помол в агатовой ступке. Полученный порошок прессовали в виде таблетки из 1 г тонко измельченного (менее 100 мкм) материала на подложке из борной кислоты. Аналитические линии элементов Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Ba, Pb измеряли на рентгеновском спектрометре S4 Pioneer (Bruker, Германия): рентгеновская трубка с родиевым анодом, напряжение 30-50 кВ в зависимости от определяемого элемента.

Для расчета искомой концентрации элементов строили градуированные графики, используя государственные стандартные образцы зерен пшеницы СБМП-02 [2], листа березы ЛБ-1, травосмеси Тр-1 и стандартные образцы веток и листьев тополя и листьев чая GSV- 1-4. Пределы обнаружения рассчитывали по 3 σ -критерию с учетом погрешности измерения фона рядом с линией [3] с помощью излучателей стандартных образцов.

Результаты и обсуждение

В таблицах 1 и 2 приведены результаты по исследованию содержания макро- и микроэлементов в 5 аздах сортах разных видов капустных культур.

В семенах всех исследованных сортов капусты обнаружены такие элементы, как Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Zr, Ti, Cr. Установлено высокое содержание калия, фосфора, магния, кальция, относящихся к эссенциальным элементам. Как видно из таблицы 1, из 11 исследованных макроэлементов только 2 элемента- кремний и алюминий по их содержанию в разных образцах капустных культур имеют существенный разброс по концентрациям. Это может говорить о существенном влиянии такого фактора как состав почвы при получении семян этих капустных культур. Содержание большинства (9 элементов) биогенных макроэлементов в капустных культурах не имеет существенных разбросов концентрационных значений, что может говорить о характерном профиле значений биогенных макроэлементов для капусты разных сортов, принадлежащих разным видам.

Таблица 1 – Содержание макроэлементов семенах разных сортах капусты, %
Table 1- Contents of macroelements seeds of different varieties of cabbage,%

Образец капусты	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe
декоративная Эстафета, 2014	0,0010	0,348	0,036	0,195	0,971	0,925	0,034	0,848	0,614	0,0020	0,0294
белокочанная F1 Северянка, сбор 2017г	0,009	0,3313	0,005	0,011	0,902	1,958	0,026	1,038	0,545	0,0039	0,0112
китайская Веснянка, 2015	0,006	0,346	0,015	0,062	1,127	0,862	0,028	0,936	0,579	0,0025	0,0146
брокколи Тонус, 2014г	≤0,005	0,354	0,003	≤0,005	1,012	1,236	0,029	1,039	0,718	0,002	0,0095
цветная полярная Звезда, 2014г	0,005	0,311	0,005	0,011	0,945	1,571	0,032	1,151	0,661	0,0027	0,0094

В семенах капусты обнаружены также такие микроэлементы, как Ni, Mn, Cu, Cr, Zn, необходимые для функционирования ферментных систем растений (таблица 2). При сравнении содержания микроэлементов с предельно допустимыми уровнями концентраций для растений установлено, что в исследуемых образцах капусты их концентрации ниже токсичных значений. Отмечается и в этом случае только для одного элемента – титана существенное превышение концентрации для капусты декоративной Эстафета по сравнению с другими 4-мя образцами семян капусты.

Для большинства микроэлементов (7 из 8) можно говорить также о специфичности их содержания в семенах капустных культур разных сортов, что характеризуется принципиально несущественным разбросом значений концентраций химических элементов в семенах растений.

Таблица 2–Содержание микроэлементов в семенах капусты, ppm*
Table 2-The content of trace elements in cabbage seeds, ppm *

Образец	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Zr	Ti	Cr
декоративная Эстафета, 2014г	1,1	6	48	<3	31	<1	23	2,3
белокачанная F1 Северянка, сбор 2017г	1,7	6	44	4	75	1,5	<5	<2
китайская Веснянка, 2015г	1,5	5	48	<3	46	<1	9	<2
брокколи Тонус, 2014г	1,1	7	52	<3	30	<1	<5	2,5
цветная полярная Звезда, 2014г	<1	6	60	<3	30	<1	<5	<2

* 1 ppm = 1 мкг/г или 10⁻⁴ %.

Таким образом, для большинства исследованных элементов (16 элементов из 19), на наш взгляд, значения их концентраций в диапазоне разброса данных составляют характерные специфические профили для капустных культур. Дальнейшие исследования в этом направлении могут уточнить предельные граничные значения диапазона характерных концентраций для элементного состава капустных культур по конкретным элементам, что позволит говорить о специфичности элементного состава капусты, связанного с ее химическим составом, задаваемый геномом, т.е. говорить о характерном статусе капустных культур по конкретным биогенным макро- и микроэлементам.

Заключение

Получены экспериментальные данные по содержанию макро- и микроэлементов в семенах 5-ти различных сортов капустных культур. Показано, что только для 3-х элементов из 19-ти для кремния, алюминия и титана наблюдается широкий разброс в образцах капусты. Высказано предположение о возможности определения элементного статуса или характерного для капустных культур содержания макро- и микроэлементов, необходимых для жизнедеятельности растений капусты, связанного со спецификой химического состава семян, определяемого особенностями генома капустных культур..

Литература

- 1.Ревенко, А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. – Новосибирск: Наука - Сиб. изд. фирма, 1994. – 264 с.
- 2.Арнаутов, Н.В. Стандартные образцы химического состава природных минеральных веществ: методические рекомендации. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1987. – 204 с
- 3.Смагунова А.Н., Козлов В.А. Примеры применения математической теории эксперимента в рентгенофлуоресцентном анализе. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1990. – 230 с.

References

1. Revenko, A.G. X-ray spectrum analysis fluorescent analysis of natural materials. - Novosibirsk: Science-Nib. Ed. the company, 1994. - 264 s.
2. Arnautov N.V., Standard samples of the chemical composition of natural mineral substances: methodical recommendations. -Novosibirsk: IGI G ACADEMY of SCIENCES of the USSR, 1987. -204 p.
3. Smagunova A.N., Kozlov V.A. Examples of application of mathematical theory of experiment in rentgenofluorescentnom analysis. — Irkutsk: ISU, 1990. -230 p.

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА
СЕМЯН РАЗНЫХ СОРТОВ ЛУКА
РЕПЧАТОГО**

Зеленков В.Н.¹ - доктор с.-х. наук, профессор,
главный научный сотрудник, отдел
биотехнологии и инновационных проектов,
Иванова М.И.¹ - доктор с.-х. наук, профессор
РАН, зам.директора,

¹*Всероссийский научно – исследовательский
институт овощеводства - филиал ФГБНУ
«Федеральный научный центр овощеводства»
(ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)
140153, Московская область, Раменский район,
д. Верея, стр.500, e-mail: vniioh@yandex.ru*
²*ФГБНУ «Всероссийский научно –
исследовательский институт лекарственных и
ароматических растений»
117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru*

Изучен элементный состав семян 6 сортов различных видов капустных культур. Показано, что для макроэлементов кремний, алюминий и микроэлемент титана наблюдается широкая вариабельность показателей. Преимущественно для большинства макро- и микроэлементов значения их концентраций находятся в узком диапазоне.

Ключевые слова: концентрация макро- и микроэлементов, вариабельность показателей, сорта, семена.

Введение

В настоящее время изучение химического состава перспективных сортов луковых культур является актуальным направлением современного лекарственного растениеводства.

Семейство *Allium L.* обеспечивает один из самых обширных и разнообразных конечных продуктов, используемых человеком. В рамках постоянного поиска биоактивных компонентов природных лекарственных ресурсов, несомненный интерес представляют исследования по изучению макро- и микроэлементного состава семян луковых культур. Наиболее широко распространен в России лук репчатый, представленный разнообразием сортов как отечественного, так и зарубежного происхождения. Представляло интерес исследовать макро- и микроэлементный состав семян шести сортов лука репчатого отечественного и зарубежного происхождения с точки зрения оценки лабильности показателей минерального состава в зависимости от сортовой принадлежности семенного материала.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служили семена шести сортов лука репчатого, полученные из коллекции луков ФНЦ овощеводства.

Элементный состав семян определяли методом прямого рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) [1]. Семена измельчали на кофемолке и далее проводили дополнительный помол в агатовой ступке. Полученный порошок прессовали в виде таблетки из 1 г тонко измельченного (менее 100

**THE STUDY OF THE ELEMENTAL
COMPOSITION OF SEEDS OF DIFFERENT
VARIETIES OF ONION**

Zelenkov V.N.^{1,2} - Advanced Doctor (Agriculture),
prof., Chief researcher, Department of biotechnology
and innovative projects
Ivanova M.I.², Advanced Doctor (Agriculture),
prof. Russian Acad. of Sc., Deputy Director

¹*All-Russian Scientific Research Institute of
Vegetable Growing — the branch of FSBSI “Federal
Scientific Center of Vegetable Growing”
140153, Moscow region, Ramensky district, village
Vereya, p. 500, e-mail: vniioh@yandex.ru*
²*FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of
Medicinal and Aromatic Plants”
117216, Moscow, st. Green, 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru*

Studied elemental composition of seeds of 6 varieties of different species of cabbage crops. It is shown that for silicon, aluminum and titanium are wide variability of indicators. Mainly for the majority of macro- and microelements concentration values are within a narrow range.

Keywords: concentration of macro- and microelements, variability of indicators, varieties, seeds.

мкм) материала на подложке из борной кислоты. Аналитические линии элементов Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Ba, Pb измеряли на рентгеновском спектрометре S4 Pioneer (Bruker, Германия): рентгеновская трубка с родиевым анодом, напряжение 30-50 кВ в зависимости от определяемого элемента.

Для расчета искомой концентрации элементов строили градуированные графики, используя государственные стандартные образцы зерен пшеницы СБМП-02 [2], листа березы Лб-1, травосмеси Тр-1 и стандартные образцы веток и листьев тополя и листьев чая GSV- 1-4. Пределы обнаружения рассчитывали по 3 σ -критерию с учетом погрешности измерения фона рядом с линией [3] с помощью излучателей стандартных образцов.

Результаты и обсуждение

Таблица 1 – Содержание макроэлементов в семенах разных сортов лука репчатого, %
Table 1-Contents of macroelements in the seeds of different varieties of onion,%

Образцы сортов лука репчатого	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe
Кармен, Чешская республика	0,0085	0,497	< 0,003	< 0,0050	0,686	0,617	0,045	0,800	0,441	0,0053	0,0164
Одинцовец, Россия	< 0,0050	0,406	< 0,003	< 0,0050	0,668	0,585	0,041	0,888	0,385	0,0049	0,0054
Супра, Польша	0,0061	0,416	< 0,003	< 0,0050	0,646	0,600	0,064	0,826	0,389	0,009	0,0062
Халцедон, Италия	< 0,0050	0,545	< 0,003	< 0,0050	0,630	0,558	0,031	0,680	0,309	0,036	0,0062
Чемпион, Россия	0,0067	0,42	< 0,003	< 0,0050	0,657	0,566	0,069	0,930	0,536	0,0044	0,0045
Ретро, Россия	0,0094	0,436	0,0049	0,02	0,575	0,585	< 0,030	0,553	0,461	0,0049	0,0094

Таблица 2–Содержание микроэлементов в семенах разных сортов лука репчатого, ppm*
Table 2-The content of microelements in different kinds of seeds of onion, ppm *

Образцы сортов лука репчатого	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Zr	Ti	Cr	Ba	Pb
Кармен, Чешская республика	1	9	51	< 5	9	< 1	< 4	< 2	< 10	< 3
Одинцовец, Россия	2	8	49	< 5	< 5	< 1	< 4	< 2	< 10	< 3
Супра, Польша	3	8	48	< 5	< 5	< 1	< 4	< 2	< 10	< 3
Халцедон, Италия	1	10	55	< 5	10	< 1	< 4	< 2	< 10	< 3
Чемпион, Россия	2	10	54	< 5	5	< 1	< 4	< 2	< 10	< 3
Ретро, Россия	2	8	34	< 5	9	< 1	5	< 2	< 10	< 3

* 1 ppm = 1 мкг/г или 10^{-4} %.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты по исследованию содержания макро- и микроэлементов в шести различных сортах лука репчатого. В семенах всех исследованных сортов лука репчатого обнаружены такие элементы, как Na, Mg, Si, P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr, Zr, Ti, Cr. Установлено высокое содержание калия, фосфора, калия, магния, кальция, серы, относящихся к эссенциальным элементам. Эти элементы играют важную роль при обеспечении функционирования систем синтеза первичных и вторичных метаболитов растений.

В семенах лука обнаружены также такие микроэлементы, как Cu, Ni, Zn, необходимые для лечения микроэлементозов. При сравнении содержания микроэлементов с предельно допустимыми

уровнями концентраций для растений установлено, что в исследуемых образцах лука репчатого их концентрации ниже токсичных значений.

Как видно из табличных данных, не наблюдается существенных различий по содержанию основных макро- и микроэлементов в семенах разных сортов лука репчатого. Можно отметить только для сорта Ретро (Россия) по элементам алюминия, кремния и титана существенные отличия по значениям концентраций этих элементов от семян других сортов, у которых эти значения находятся ниже уровня их аналитического определения. Сходства микро- и макроэлементного профиля семян лука репчатого разной сортовой принадлежности можно объяснить родственной близостью их генов.

Это дает предпосылки дальнейшей конкретизации элементного статуса луковых культур при продолжении работ в этом направлении, что имеет существенное значение для стандартизации семенного материала луковых культур.

Заключение

Проведенные исследования элементного состава семян 6-ти сортов лука репчатого показали, что все исследованные образцы имеют богатый макро- и микроэлементный состав с высоким содержанием эссенциальных элементов. Только один сорт Ретро существенно отличается по содержанию алюминия, кремния и титана от других сортов, что может быть объяснено существенными особенностями почвенного состава при получении семян в отличие от других 5-ти сортов..

Предварительные выводы об отсутствии принципиальных отличий исследованных 6-ти сортов лука репчатого по макро- и микроэлементному составу на основе данных рентгенофлуоресцентного анализа по 21 химическому элементу, по нашему мнению, связаны с химическим составом их семян и общим родством их генетического аппарата.

Литература

- 1.Ревенко, А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. – Новосибирск: Наука - Сиб. изд. фирма, 1994. – 264 с.
- 2.Арнаутов, Н.В. Стандартные образцы химического состава природных минеральных веществ: методические рекомендации. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1987. – 204 с
- 3.Смагунова А.Н., Козлов В.А. Примеры применения математической теории эксперимента в рентгенофлуоресцентном анализе. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1990. – 230 с.

References

1. Revenko, A.G. X-ray spectrum analysis fluorescent analysis of natural materials. - Novosibirsk: Science-Nib. Ed. the company, 1994. - 264 s.
2. Arnautov N.V., Standard samples of the chemical composition of natural mineral substances: methodical recommendations. -Novosibirsk: IGiG ACADEMY of SCIENCES of the USSR, 1987. -204 p.
3. Smagunova A.N., Kozlov V.A. Examples of application of mathematical theory of experiment in rentgenofluorescentnom analysis. — Irkutsk: ISU, 1990. -230 p.

**ДИНАМИКИ УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ
ЛИСТЬЕВ И КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА
СОРТА ИНТЕРЕС ПРИ ИНФРАКРАСНОМ
ОБЛУЧЕНИИ ПРИ 105⁰ С**

Зеленков В.Н.^{1,2} - доктор с.-х. наук, профессор,
главный научный сотрудник отдела
биотехнологии и инновационных проектов,
Павлов М.Н.^{3,4} - кандидат с.-х. наук, биолог,
старший преподаватель,
Усанова З.И.⁴, доктор с.-х. наук, профессор

¹ФГБНУ «Всероссийский научно –
исследовательский институт лекарственных и
ароматических растений»
117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

²Всероссийский научно – исследовательский
институт овощеводства - филиал ФГБНУ
«Федеральный научный центр овощеводства»
(ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)
140153, Московская область, Раменский район,
д. Верея, стр.500, e-mail: vniioh@yandex.ru

³ФГБОУ ВО «Тверской государственный
университет», научно – образовательный центр
«Ботанический сад»,
170013, город Тверь, улица Желябова, д.33
e-mail: garden@tversu.ru

⁴ФГБОУ ВО «Тверская государственная
сельскохозяйственная академия».
170904. г.Тверь, ул. Маршала Василевского
(Сахарово), д.7, e-mail: mail@tvghsha.ru

Исследованы особенности удаления воды при инфракрасном облучении образцов сушеных листьев и клубней топинамбура сорта Скороспелка при 105⁰ С. Показано, что динамики обезвоживания могут быть описаны линейными участками кривых обезвоживания с определением скоростей удаления воды по каждому участку.

Ключевые слова: удаление воды, динамики обезвоживания, лист, клубни, топинамбур, сорт Интерес, скорость обезвоживания.

Введение

Актуальность темы изучения закономерностей взаимосвязи обезвоживания овощей и, в частности, клубней и листа топинамбура, с биологической активностью и химическим составом

**THE DYNAMICS OF THE REMOVAL OF
WATER FROM THE LEAVES AND TUBERS
OF JERUSALEM ARTICHOKE VARIETIES
OF INTEREST WITH INFRARED
RADIATION AT 105⁰ C**

Zelenkov V.N.^{1,2,3} - Advanced Doctor (Agriculture),
prof., Chief researcher of the Department of
biotechnology and innovative projects,
Pavlov M.N.^{3,4}, PhD (Agriculture), biologist, senior
lecturer,
Usanova Z.I.⁴, Advanced Doctor (Agriculture),
professor

¹FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of
Medicinal and Aromatic Plants”
117216, Moscow, st. Green, 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

²All-Russian Scientific Research Institute of
Vegetable Growing — the branch of FSBSI “Federal
Scientific Center of Vegetable Growing”
140153, Moscow region, Ramensky district, village
Vereya, p. 500, e-mail: vniioh@yandex.ru

³Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education "Tver State University"
170013, city of Tver, Zhelyabova St., Bldg. 33
e-mail: garden@tversu.ru

⁴Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education "Tver State Agricultural
Academy"

17090, city of Tver, Marshal Vasilevsky St., Bldg.
33 (Saharovo), Bldg. 7, e-mail: mail@tvghsha.ru

In this work the received experimental dynamics of water removal during drying of samples of leaves and tubers of Jerusalem artichoke varieties «Interes». Shows that curves can be represented by linear. Suggested that the relationship of the ratio of speeds remove water from the leaves and tubers of Jerusalem artichoke characterizes the particular chemical composition of varieties of Jerusalem artichoke.

Keywords: water removal, the dynamics of drying, leaves and tubers of Jerusalem artichoke, drying speed, velocity ratio, sort of «Interes».

приобретает особое значение в настоящее время в связи с проблемой создания функциональных продуктов. Данная работа является продолжением наших работ в этом направлении [1.2].

Объекты и методы исследований

Динамики обезвоживания получали, определяя показатели остаточной влажности сушеный и измельченных образцов во времени досушивания при 105°C при непрерывном взвешивании с на анализаторе влажности MX-50, A&D Company, Япония. Досушивание до постоянной массы образцов проводили с использованием инфракрасного излучателя. Проведение эксперимента после начала сушки проводили в контролируемом режиме с использованием автоматической записи данных по остаточной влажности образцов (с временным шагом в 10 сек) на компьютере, с последующей их обработкой.). В построении графиков использовали экспериментальные данные динамики остаточной влажности от 40 до 50 экспериментальных значений влажности образцов в динамике сушки. В работе исследованы образцы топинамбура сорта Скороспелка, выращенного на базе Тверской государственной аграрной академии урожая 2018 года

Результаты и обсуждение

Полученные количественные данные по сушке образцов использованы для построения графиков динамик сушки образцов топинамбура в зависимости от времени (рисунок).

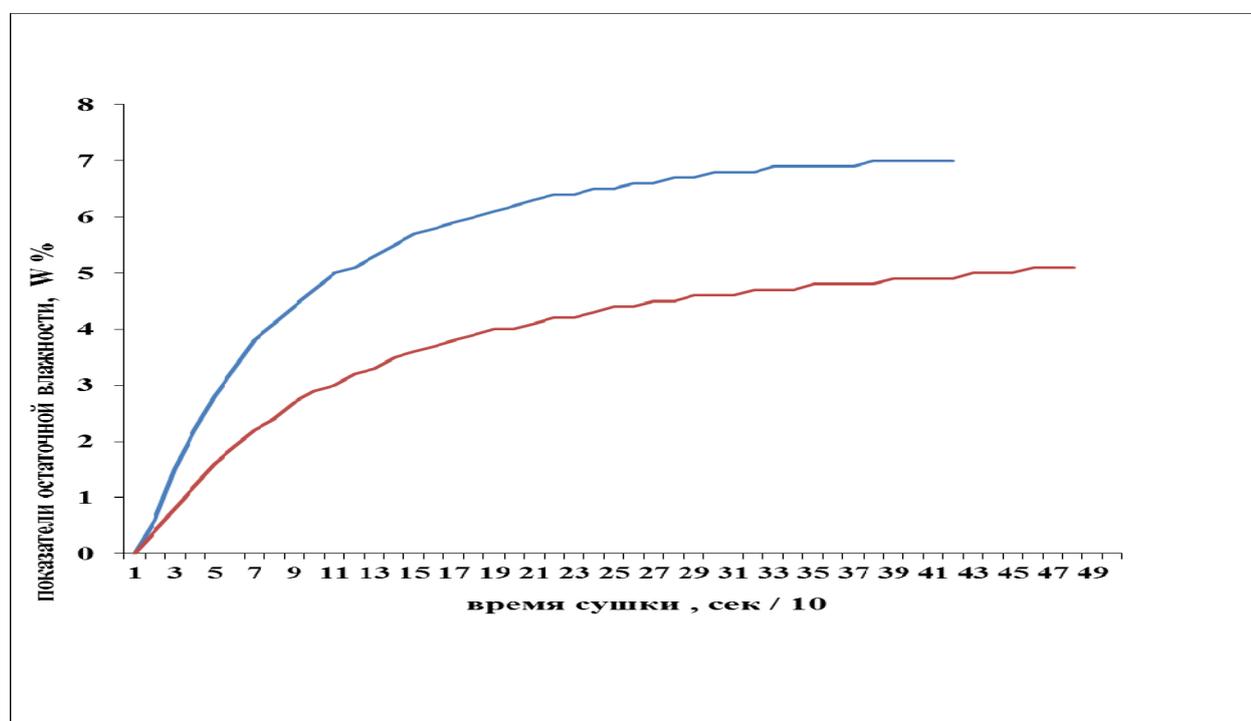


Рисунок. Динамики ИК-сушки при 105⁰С листьев (верхняя кривая) и клубней топинамбура (нижняя кривая) сорта Интерес

Figure 1. Dynamics of IR-drying at 105⁰ with the leaves (lower curve) and tubers of Jerusalem artichoke (lower curve) varieties of « Interes».

Как видно из рисунка, удаление воды из листовых и клубневых стандартных образцов топинамбура имеют характерные картины по динамике обезвоживания до постоянной массы образцов при ИК-облучении при температуре 105⁰С. Кривые сушки как листа, так и клубней топинамбура сорта Скороспелка можно представить 4-мя участками прямых, которые описываются уравнениями линейной регрессии с коэффициентами \geq корреляции $R^2 \geq 0.92$. Скорости сушки листьев и клубней топинамбура представляют собой значения коэффициента А уравнений. Анализ кривой сушки по скоростям для каждого линейного участка и коэффициентов корреляции их линейности приведен в таблице.

На наш взгляд, соотношение скоростей удаления воды из листа и клубней, является характеристикой особенностей сорта топинамбура и характеризует на этапе созревания клубней, особенности взаимосвязи воды с метаболизмом растения и, как следствие, количественно связан с энергией взаимосвязи воды с химическим составом первичных, вторичных, третичных метаболитов листа и клубней.

Таблица. Значения скоростей удаления воды (%/мин) по участкам динамик обезвоживания образцов топинамбура при ИК-облучении.

Table. Speeds the removal of water (%/min) on plots speaker dehydration of samples of Jerusalem artichoke with IR-irradiated.

	Участок 1 динамики	Участок 2 динамики	Участок 3 динамики	Участок 4 динамики
Лист топинамбура	0,6464 %/мин	0,1636 %/мин	0,0545 %/мин	0,0253 %/мин
Значение R^2 для листа	0,9904	0,983	0,9837	0,9204
Клубни топинамбура	0,3245 %/мин	0,0973 %/мин	0,0503 %/мин	0,0257 %/мин
Значение R^2 для клубней	0,9869	0,9844	0,9723	0,9618
Соотношение скоростей удаления воды листья/клубни	1,9920	1,6814	1,0835	0,9844

Заключение

В результате анализа полученных динамик обезвоживания при 105 С при ИК-облучении образцов листа и клубней топинамбура сорта Интерес высказано предположение, что скорости удаления воды из листа и клубней и их соотношение являются биофизическими маркерами уровней энергетической составляющей взаимодействия воды с химическим составом различных частей растения топинамбура, что может быть в перспективе положено в основу идентификации сортовых особенностей для различных растений.

Литература

1. Зеленков В.Н. Особенности динамики обезвоживания срезов редьки зеленой при инфракрасном облучении. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Выпуск 22 – М.: РАЕН, 2015. С. 109-115.
2. Зеленков В.Н., Лапин А.А., Поляков А.В. Особенности динамики обезвоживания разных сортов чеснока отечественной и зарубежной селекции при инфракрасной сушке. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Выпуск 23 – М.: РАЕН, 2016. С. 109-115.

References

1. Zelenkov V.N. Features of dynamics of hydrated green radish slices with infrared radiation. Non-traditional natural resources, innovative technologies and products: collection of scientific papers. Issue 22-M.: RANS, 2015. С. 109-115.
2. Zelenkov V.N., Lapin A.A., Polyakov A.V. Features of dynamics of hydrated garlic of different varieties of domestic and foreign breeding with infrared drying. Non-traditional natural resources, innovative technologies and products: collection of scientific papers. Issue 23- M.: RANS, 2016. С. 109-115.

**ИННОВАЦИОННЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОДУКТЫ ИЗ ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА**

Тагильцев Ю.Г. – доктор биол. наук, профессор,
академик АНИРР, г.н.с. отдела лесоводства и
лесосечных работ

Шемякина А.В. – кандидат биол. наук, в.н.с.
отдела лесоводства и лесосечных работ

*Федеральное бюджетное учреждение
«Дальневосточный научно-исследовательский
институт лесного хозяйства»
680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, 71
E-mail: Ashem777@mail.ru*

Проведено изучение биологически активных веществ из хвойных и лиственных лесных растений. Установлено, что новые запатентованные продукты в Российской Федерации перспективны для использования.

Ключевые слова: масла эфирные, технологии получения, выход, состав, использование.

Введение

К недревесным лесным ресурсам по лесному кодексу отнесено 15 видов лесных ресурсов [1]. По действующим Правилам разрешается заготовка древесной зелени (листья, хвоя, побеги) лиственных и хвойных древесных пород. Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации приказом от 16 июля 2018 года № 325 утверждены «Правила заготовки и сбора недревесных лесных ресурсов». Правила зарегистрированы в Министерстве Юстиции 10 августа 2018 года, зарегистрированный номер № 51845 [2].

Для выработки эфирных масел Правилами разрешается ручная заготовка древесной зелени в весенне-летний период с растущих деревьев диаметром 18 см и более. Обрезка веток осуществляется острыми инструментами на протяжении 30 % кроны с оставлением сучьев не менее 30 см.

Нами выбрано инновационное направление исследований.

Объекты и методы исследований

В качестве материала для исследования отбирались пробы древесной зелени сосны корейской *Pinus Koraiensis* Siebold et Zucc, а также шишки (орехи и отходы шишек, освобожденные от орехов) в Хабаровском крае (Хехцирское лесничество) и Приморском крае (Роцинское лесничество). Древесная зелень и почки берез плосколистной *Betula platyphylla* Sukacz. и березы даурской *Betula davurica* Pall. отбирались в Хехцирском лесничестве с растущих деревьев.

Образцы масел хвойных пород и сопутствующие им продукты получены на лабораторной установке, состоящей из парообразователя, перегонного чана, холодильника, флорентины и приемника масла. Эфирное масло из почек березы получено на приборе Клевенджера. Способы получения хвойных масел запатентованы в Роспатенте [3, 4]. Анализы эфирных масел проводились на хроматографе фирмы «Schimadzu» с пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой в режиме программирования температуры.

Результаты и обсуждение

Сосна корейская – вечнозеленое дерево семейства сосновых высотой до 40 м и диаметром ствола до 1,5 м. Плодоношение в древостоях начинается в 40-50 лет. Урожайные годы повторяются через 4-6 лет. Семена (орехи) 15-20 мм длиной и 8-10 мм шириной [5].

Береза плосколистная достигает размеров крупного дерева – 27 м высоты и 60 см в диаметре. Ствол прямой, крона рыхлая. Регулярное и обильное плодоношение начинается с 15-30 лет. Береза

**INNOVATIVE BIOLOGICAL PRODUCTS
FROM FOREST PLANTS OF THE FAR
EASTERN REGION**

Tagiltsev Yu.G. – doctor of Biological Sciences,
professor, academician ANIRR

Shemyakina A.V. – candidate of Biological
Sciences

*Far East Forest Research Institute,
Khabarovsk, Russia*

*680020, Khabarovsk, Volochaevskaya, 71
E-mail: Ashem777@mail.ru*

The study of biologically active substances from coniferous and deciduous forest plants is observed. It has been established that new patented products in the Russian Federation are promising for use.

Keywords: essential oils, production technologies, yield, composition, use.

даурская – дерево до 25 м высоты и 50-70 см в диаметре ствола. Характерный признак этой березы – кора: на старых деревьях растрескивающаяся темно-серая.

На новые продукты из древесной зелени сосны корейской и отходов кедровых шишек нами разработана технология получения четырех новых продуктов: масло эфирное натуральное из древесной зелени; вода флорентинная; масло эфирное из кедровых шишек, освобожденных от орехов; вода флорентинная из отходов кедровых шишек, а также технические условия на эти продукты. Способ получения эфирных масел из шишек хвойных растений запатентован в Роспатенте РФ [6]. Хроматографическим методом установлен химический состав эфирных масел сосны корейской, состоит из монотерпеновых, сесквитерпеновых и кислородсодержащих соединений (качественный состав одинаков; в монотерпеновой фракции выделено 11 компонентов; в сесквитерпеновой – 6; в кислородсодержащей – 6). Доминирующими компонентами эфирных масел являются α , β -пинены, мирцен, борнилацетат. Изучено содержание эфирного масла из древесной зелени и шишек сосны корейской. Динамика выхода эфирного масла в течение года: минимальное значение из древесной зелени в июле – 0,45 %; с октября по апрель месяцы выход составлял от 0,91 до 1,22 %; выход эфирного масла из отходов шишек сосны корейской в течение года изменялся в пределах от 0,80 до 1,42 % [7].

Установлено, что химический состав эфирных масел из почек берез плосколистной и даурской по данным хромато-масс-спектрометрии сложен и разнообразен. В эфирном масле из почек березы плосколистной идентифицировано 28 компонентов, доминирующими среди которых являются кариофиллен-эпоксид (8,5 %), α -кадиол (6,6 %). В масле эфирном из почек березы даурской идентифицировано 30 компонентов, доминирующими являются – элемол (18,6 %), β -эвдесмол (12,9 %), α -эвдесмол+ α -кадиол (8,9 %). Выявлены различия в выходе эфирных масел из древесной зелени и почек 2-х видов берез. Выход масла эфирного из почек березы плосколистной составляет 0,20-0,30 %, даурской – 0,10-0,20. Выход масла эфирного из древесной зелени березы плосколистной – 0,65 %; березы даурской - 0,60.

В 2013 году на Московском международном Салоне новый продукт «Масло эфирное из шишек кедра» был отмечен дипломом и награжден золотой медалью, в 2014 году – серебряной медалью. В апреле 2014 г. на XVII Московском международном салоне «Архимед-2014» разработка «Продукт водомасляный березовый» отмечена дипломом и награждена серебряной медалью. В марте 2015 г. в конкурсе «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года» данная разработка награждена серебряной медалью с вручением диплома.

Самовольные рубки и ежегодные пожары приводят к сокращению ресурсов кедра корейского. Юридические организации (предприниматели) отказываются брать участки лесов в аренду и не заготавливают семена (орехи кедра). Лесной кодекс РФ разрешает гражданам заготовку и сбор недревесных лесных ресурсов для собственных нужд. Китайские предприниматели повысили цены на орехи и поэтому граждане продают им семена. Необходим строгий контроль в этом направлении.

Заключение

В процессе исследований усовершенствована технология получения эфирных масел. Разработана технология переработки отходов лесозаготовок для получения биологически активных веществ для лесного хозяйства, медицины и других сфер использования в народном хозяйстве России.

Усилить контролирующим органам при освоении лесов за незаконными рубками и губительными пожарами. Усилить контроль за гражданами за сбор и заготовку кедровых орех лесничествам.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2017). -17 с.
2. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Правила заготовки и сбора недревесных лесных ресурсов, утверждены Министерством юстиции РФ 18 июля 2018 года № 325. – 10 с.

References

1. Forest Code of the Russian Federation "of 04.12.2006 N 200-FZ (as amended on 03.07.2016) (as amended and added., Entered into force on 01.03.2017). - 17 p.
2. Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. Rules for harvesting and collection of non-timber forest resources, approved on July 18, 2018 No. 325. - 10 p.

3. Способ получения хвойного эфирного масла [Текст]: пат. 1723109 Рос. Федерация: МКИ С11 В 9/02; А 61 К 31/37 / Тагильцев Ю.Г., Колесникова Р.Д. патентообладатели. Заявитель: заявл. 04.06.1990; опубл. 1992. Бюл. изобр. № 12. – С. 27
4. Способ получения эфирного масла из шишек хвойных растений [Текст] пат. 2417094 Рос. Федерация. МПК А 61 К 36/14, А 61 Р43/00 / Тагильцев Ю.Г., Горовой А.И., Караваев С.В., Цюпко В.А., Уваровская Д.К., Колесникова Р.Д.; заявитель и патентообладатель ФГУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»; заявл. 27.04.09; опубл. 24.04.11. Бюл. изобр. № 12. – 6 с.
5. Тагильцев Ю.Г., Колесникова Р.Д., Нечаев А.А. Дальневосточные растения – наш доктор. – Хабаровск: Дальпресс, 2004. – 520 с.
6. Пат. 2417094 Российская Федерация МПК А 61 К 36/15. Способ получения эфирного масла из шишек хвойных растений [текст] / Тагильцев Ю. Г., Караваев С. В., Цюпко В. А. и др. // Бюл. изобр. № 12, 2011. – С. 6.
7. Тагильцев Ю.Г., Колесникова Р.Д. Недревесные лесные продукты Дальнего Востока России (десятилетия труда и вдохновения). К 75-летию Дальневосточного научно-исследовательского института лесного хозяйства. – Хабаровск: ФБУ «ДальНИИЛХ», 2014. – 522 с.
3. A method of obtaining coniferous essential oil [Text]: Pat. 1723109 Ros. Federation: MKI S11 B 9/02; A 61 K 31/37 / Tagiltsev Yu.G., Kolesnikova RD patent holders. Applicant: claim 06/04/1990; publ. 1992. Bull. fig. № 12. - p. 27
4. The method of obtaining essential oil from cones of coniferous plants [Text] Pat. 2417094 Ros. Federation. IPC A 61 K 36/14, A 61 R43 / 00 / Tagiltsev Yu.G., Gorovoy A.I., Karavaev S.V., Tsyupko V.A., Uvarovskaya DK, Kolesnikova RD; applicant and patent holder of the Federal State Institution "Far Eastern Forestry Research Institute"; declare 04.27.09; publ. 04.24.11. Bul fig. № 12. - 6 p.
5. Tagiltsev Yu.G., Kolesnikova RD, Nechaev A.A. Far Eastern plants - our doctor. - Khabarovsk: Dalpres, 2004. - 520 p.
6. Pat. 2417094 Russian Federation IPC A 61 K 36/15. The method of obtaining the essential oil from cones of coniferous plants [text] / Tagiltsev Yu.G., Karavaev S.V., Tsyupko V.A. et al. // Bul. fig. Number 12, 2011. - p. 6.
7. Tagiltsev Yu.G., Kolesnikova RD Non-wood forest products of the Russian Far East (decades of labor and inspiration). To the 75th anniversary of the Far Eastern Scientific Research Institute of Forestry. - Khabarovsk: FBU "DalNIILH", 2014. - 522 p.

ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ СБОРА ЖЕЛЧЕГОННОГО ДЕЙСТВИЯ И ВХОДЯЩИХ В НЕГО КОМПОНЕНТОВ

Ферубко Е.В.¹, к.м.н., заведующая отделом экспериментальной и клинической фармакологии,
Зеленков В.Н.^{1,2} - доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела биотехнологии и инновационных проектов,
Лапин А.А.³ - кандидат хим. наук, доцент,
Даргаева Т.Д.¹ - д.фарм.н., профессор, главный научный сотрудник отдела стандартизации и сертификации

¹ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»
117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

²Всероссийский научно – исследовательский институт овощеводства - филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)
140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр.500, e-mail: vniioh@yandex.ru

³ФГБОУ ВО «Казанский энергетический университет», 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, e-mail: kgeu-oso@mail.ru

Определены показатели суммарной антиоксидантной активности сбора желчегонного действия и входящих в него компонентов. Результаты исследований могут быть использованы для трактования механизма действия сбора с учетом вклада каждого компонента.

Ключевые слова: желчегонный сбор, входящие компоненты растений, суммарная антиоксидантная активность.

Введение

Применение лекарственных растений имеет широкие перспективы использования особенно в комплексном лечении заболеваний гепатобилиарной системы, так как они обладают низкой токсичностью, мягкостью действия и редким возникновением аллергических реакций [1, 2].

В настоящее время актуальной задачей медицины является расширение исследований по изысканию источников для получения новых эффективных и безопасных лекарственных средств растительного происхождения, в том числе применяемых в гастроэнтерологической практике, учитывая, что ассортимент лекарственных растительных средств, применяемых в практическом здравоохранении, составляет более 40%. Одним из путей увеличения количества препаратов растительного происхождения является широкое изучение действия уже известных фармакопейных лекарственных растений, часто используемых по ограниченному числу показаний, а также

THE STUDY OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COLLECTING CHOLAGOGUE ACTION AND THE COMPONENTS ENTERING IT

Ferubko E.V.¹ - Ph. D. (Med.), Head of department of experimental and clinical pharmacology of the Center of Medicine,
Zelenkov V.N.^{1,2} - Advanced Doctor (Agriculture), prof., Chief researcher of Department of Department of biotechnology and innovative projects
Lapin A.A.³ - Ph.D. (Chem.), Associate Professor,
Dargaeva T.D.¹ - Dr. Sc. (Pharm.), prof., Chief researcher of Department of standardization and certification

¹FSBSI “All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants”
117216, Moscow, st. Green, 7,
e-mail: vilarnii@mail.ru

²All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing — the branch of FSBSI “Federal Scientific Center of Vegetable Growing”
140153, Moscow region, Ramensky district, village Vereya, p. 500, e-mail: vniioh@yandex.ru

³FSBEI HPE “Kazan University of Energy”
420066, Kazan, st. Krasnoselskaya, 51,
e-mail: kgeu-oso@mail.ru

Indicators of total antioxidant activity of collecting cholagogue action and the components entering it are defined. Results of researches can be used for interpretation of the mechanism of action of collecting taking into account a contribution of each component.

Keywords: cholagogue collecting, the entering components of plants, total antioxidant activity.

составление рациональных многокомпонентных растительных композиций (сборов), которые являются наиболее популярными, доступными для населения и содержат биологически активные вещества с разносторонним фармакологическим действием для коррекции многих, связанных между собою систем организма [3].

Учитывая данное обстоятельство, нами разработан состав желчегонного средства: цветки бессмертника песчаного (*Helichrysum arenarium* L.), цветки пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), плоды шиповника (*Rosa* sp.), листья крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), листья мяты (*Mentha piperita* L.), корни солодки (*Glycyrrhiza glabra* L.).

Антиоксидантные свойства растительных средств обеспечиваются за счет комплекса природных веществ, извлекаемых из растительного сырья. В случае сборов, антиоксидантами являются водорастворимые вещества растений, входящие в состав исходного сбора: эфирные масла, аминокислоты, водорастворимые полисахариды, органические кислоты, фенольные соединения, гликокозиды терпеновых соединений, водорастворимые витамины и т.д. [4].

Исходя из этого, целью настоящих исследований явилось изучение суммарной антиоксидантной активности сбора желчегонного действия и входящих в него компонентов.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований использовали сбор для лечения заболеваний гепатобилиарной системы следующего состава: цветки бессмертника песчаного – 300 г, цветки пижмы обыкновенной – 100 г, плоды шиповника – 100 г, листья крапивы двудомной – 100 г, листья мяты – 50 г, корни солодки – 50 г и входящие в него растения. Растения взяты из биологической коллекции ФГБНУ ВИЛАР.

Образец навеской 0,60 г заливали кипятком 60 мл (соотношение 1:100) и перемешивали на магнитной мешалке 15 минут. После охлаждения и отстаивания, аликвоту водного экстракта 0,1 см³ вводил в ячейку кулометра пипеточным дозатором в 10 кратной повторности. В качестве стандарта использовали спиртовой раствор рутина (Ru) который используют в качестве эталона при определении суммарной антиоксидантной активности (САОА) методом кулометрического титрования по сертифицированной методике МВИ-01-00669068-13 в пересчете на стандартный образец Ru [5] через модальное значение (моду Mo) из 10 определений на сертифицированном приборе «Эксперт-006-антиоксиданты». Относительная ошибка определения САОА (Е отн.) при испытании исследованных нами образцов находилась в пределах 1,25 - 3,70%. САОА определяли в г Ru в пересчете на 100 сухого (с.о.) или абсолютно сухого (а.с.о.) образцов.

Результаты и обсуждение

Данные по определению САОА сбора желчегонного действия, входящих в него растений представлены в таблице. В САОА сбора желчегонного действия наибольший вклад вносят биологически активные соединения цветков бессмертника песчаного, плодов шиповника. В результате исследований было установлено, что наибольшая САОА отмечена в образцах бессмертника песчаного. Как видно из таблицы, расчет суммарного вклада всех растительных компонентов (столбец 5) дает показатель САОА в 7,265 г рутина на 100 г лекарственного сбора. Расчет основан на предположении о свойстве аддитивности проявления антиоксидантных свойств компонентов, составляющих лекарственный сбор. Однако, определение САОА лекарственного сбора желчегонного действия в эксперименте превышает расчетное значение САОА на 28,12 % и соответствует значению $9,308 \pm 0,124$ г рутина на 100 г а.с.о. Это может говорить о проявлении синергизма по показателю антиоксидантной активности всех растительных компонентов в составе лекарственного сбора желчегонного действия. Антиоксидантная активность сбора желчегонного действия подтверждена в экспериментах на животных, проведенных в ФГБНУ ВИЛАР [6].

Полученные экспериментальные данные, возможно, позволят в будущем выяснить механизмы действия сбора желчегонного действия на системах *in vitro* и *in vivo* с учетом вклада каждого компонента сбора и проявлении ими в совокупности свойств аддитивности и синергизма.

Заключение

Анализ полученных результатов показал, что сбор желчегонного действия и входящие в него растения обладают антиоксидантной активностью.

Впервые в эксперименте выявлен потенцирующий эффект по проявлению суммарной антиоксидантной активности лекарственного сбора желчегонного действия, состоящего из следующих растительных лекарственных компонентов: цветки бессмертника песчаного (*Helichrysum arenarium* L.), цветки пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), плоды шиповника (*Rosa* sp.),

листья крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), листья мяты (*Mentha piperita* L.), корни солодки (*Glycyrrhiza glabra* L.).

Показано, что показатель суммарной антиоксидантной активности лекарственного сбора, определенный экспериментально на 28,12 % выше расчетного показателя, определенного как сумма вкладов всех показателей антиоксидантной активности, определенных экспериментально для каждого растительного компонента

Таблица - Суммарная антиоксидантная активность сбора желчегонного действия и входящих в него компонентов с учетом вклада по каждому компоненту

Table-The total antioxidant activity of collecting cholagogue action and of its components, taking into account the contribution of each component

Объект исследований	Остаточная влажность, %	САОА в г рутина на 100 г а.с.о.	Содержание каждого компонента в сборе, в %	Вклад каждого компонента в САОА сбора, в г рутина на 100 г а.с.о.
1	2	3	4	5
Сбор желчегонного действия	6,1	9,308±0,124	100	7,265
Цветки бессмертника песчаного	5,4	9,239±0,123	42,86	3,965
Цветки пижмы обыкновенной	6,3	6,382±0,105	14,28	0,912
Плоды шиповника	5,6	8,284±0,119	14,28	1,183
Листья крапивы двудомной	10,4	2,510±0,078	14,28	0,359
Листья мяты	7,2	6,413±0,106	7,15	0,459
Корни солодки	6,4	5,406±0,097	7,15	0,387

Литература

- Ивашкин В.Т. Гастроэнтерология: национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 704 с.
- Николаев СМ. Фитофармакотерапия и фитофармакопрофилактика заболеваний. — Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2012. — 286 с.
- Соколов С.Я. Фитотерапия и фитофармакология. Руководство для врачей. — Москва: МИА, 2000. — 976 с.
- Лубсандоржиева П.-Н.Б. Разработка и стандартизация фитосредств для лечения и профилактики заболеваний органов пищеварения. — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. — 280 с.
- Лапин А.А., Романова Н.Г., Зеленков В.Н. Применение метода гальваностатической кулонометрии в определении антиоксидантной активности различных видов биологического сырья и продуктов их переработки. М.: МСХА имени К.А. Тимирязева. 2011. 197с.
- Ферубко Е.В., Николаев С.М., Пупыкина К.А., Даргаева Т.Д. Гепатопротекторное действие многокомпонентного растительного экстракта // Медицинский вестник Башкортостана. — 2018. — Т. 13, № 5 (77). — С. 47-50.

References

- Ivashkin V.T. Gastroenterology: national leadership. — M.: GEOTAR-MEDIA, 2008.- 704 p.
- Nikolaev SM. Fitofarmakoterapija and fitofarmakoprofilaktika diseases. -Ulan-Ude: BSU, 2012. -286 p.
- Sokolov S.Ya. Phytotherapy and fitofarmakologija. Guide for physicians. — Moscow: MIA, 2000.- 976 p.
- Lubsandorzheeva P-N.B Development and standardization of phytosubstances for the treatment and prevention of diseases of the digestive system. - Ulan-Ude: BNC SB RAS, 2016. -280 p.
- Lapin A.A., Romanov N.G., Zelenkov V.N. Galvanostatic method kulonometrii in identifying different types of antioxidant activity of biological raw materials and their products. M.: MSXA the name. K.A. Timiryazev - 2011.197 p.
- Ferubko E.V., Nikolaev S.M., Pupykina K.A., Dargaeva T.D. Hepatoprotective action multicomponent herbal extract//Medical Bulletin of Bashkortostan. -2018. -T. 13, №. 5 (77). -P. 47-50.

Интродукция овощных, плодовых, ягодных, лекарственных и кормовых растений и перспективы их практического использования	Introduction of vegetable, fruit, berry, medicinal and fodder plants and the prospects for their practical use
--	--

Домбровская С.С., Конопля Н.И. Влияние интродуцированных бобовых культур на плодородие почвы	3
Почуев П.В., Маланкина Е.Л. Стратегии использования регуляторов роста для повышения продуктивности кориандра посевного (<i>Coriandrum sativum</i> L.)	6
Хлебников В.Ф., Медведев В.В., Смурова Над.В., Смурова Нам.В. Интродукционный потенциал природной флоры Приднестровья: пищевые растения	9

Антиоксиданты, неспецифический окислительный стресс, регуляция ростовых и метаболических реакций при действии биотических и абиотических стрессоров	Antioxidants, non-specific oxidative stress, regulation of growth and metabolic reactions under the action of biotic and abiotic stressors
---	--

Балахнина Т.И. Влияние умеренно уплотненной почвы и затопления на рост и окислительный метаболизм пшеницы <i>Triticum aestivum</i> L. cv. "Банти"	12
Будаговская Н.В. Динамика восстановительных процессов у растений при действии стресс-факторов разной природы и антиоксидантов	16
Гасанова А.Е., Мусаев Н.А., Дадашева С.Б. Электрофизиологические эффекты малых доз гамма – лучей и экстрактов ряда фитопротекторов на клетках <i>Chara fragilis</i>	19
Емельянова А.В., Каляга Т.Г., Савина С.М., Аверина Н.Г. Влияние 5-аминолевулиновой кислоты на активность дигидрофлавонол-4-редуктазы и экспрессию гена <i>dfr</i> в растениях озимого рапса	22
Кочарли Н.К., Гумматова С.Т. Влияние γ -излучения на структурное состояние плазматических мембран клеток дрожжей	25
Кулиев А.Г., Бахшиева Ч.Т., Мамедов Г.М. Выявление устойчивости некоторых субтропических культур к нефтезагрязненным почвам Абшеронского полуострова в целях биологической рекультивации	28
Махмудова Ш.С., Мусаев Н.А. Электрогенная активность, структурная лабильность плазмалеммы клеток <i>Nitellopsis obtusa</i> в присутствии катионов кобальта	32
Нарайкина Н.В., Селиванов А.А., Попов В.Н., Трунова Т.И. Изменение транскрипции генов десатураз жирных кислот при низкотемпературном закаливании <i>Solanum tuberosum</i>	35
Розенцвет О.А., Богданова Е.С., Нестеров В.Н., Кавеленова Л.М., Сарварова Р.Р. Фотосинтетические параметры и редокс гомеостаз растений кальцефитов с разными жизненными формами	39
Удалова Ж.В., Зиновьева С.В. Влияние салициловой кислоты на динамику хлоропластных пигментов в листьях томатов, зараженных галловой нематодой <i>Meloidogyne incognita</i>	42

Фотобиология, фотосинтетическая и биологическая продуктивность, физиология и биохимия	Photobiology, photosynthetic and biological productivity, physiology and biochemistry
---	---

Артищева Е.С., Понеделко К.С., Глубишева Т.Н. Изучение суточной динамики набухаемости семян под влиянием аллелопатического агента	46
Бородин В.Б. Особенности проведения O_2 -измерений с помощью электродов Кларка	49
Гинс М.С., Гинс В.К., Мотылева С.М., Байков А.А., Гинс Е.М. Состав аминокислот в гетеротрофных и автотрофных листьях <i>Amaranthus tricolor</i> L. сорта Early splendor	52
Головацкая И.Ф., Бойко Е.В., Когай Л.С., Плюснин И.Н. Влияние мелатонина на развитие регенерантов картофеля сорта Накра <i>in vitro</i>	56
Головацкая И.Ф., Кадырбаев М.К., Сатканов М.Ж., Плюснин И.Н. Специфика действия 24-эпибрассинолида на морфофизиологические реакции регенерантов картофеля с разным уровнем ИУК <i>in vitro</i>	59

Денисова С.Г., Реут А.А. Фитохимическое исследование сырья кровохлебки лекарственной в Республике Башкортостан	62
Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Карпачев В.В., Барышок В.П., Верник П.А., Гаврилов С.В. Влияние кремнийорганического соединения 1-этоксисилатран и минерального питательного раствора на рост сеянцев нуга абиссинского при разных режимах импульсного освещения	65
Зеленков В.Н., Лапин А.А., Латушкин В.В., Иванова М.И., Карпачев В.В., Верник П.А., Свистунова Н.Ю. Антиоксидантная активность зеленой массы сеянцев овощных и лекарственных культур при импульсном освещении в условиях замкнутой системы синерготрона ИСР-1.1	68
Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Иванова М.И., Карпачев В.В., Верник П.А., Новиков В.Б., Гаврилов С.В. Влияние промораживания семян на всхожесть и рост сеянцев некоторых овощных культур при импульсном освещении в условиях замкнутой системы синерготрона ИСР-1.1	71
Иванов А.А., Кособрюхов А.А. фотосинтез и азотный метаболизм в листьях проростков пшеницы при совместном водно-солевом стрессе	74
Кириллов А.Ф., Харчук О.А., Будак А.Б., Баитовая С.И., Козьмик Р.А., Кистол М.К. Содержание свободного пролина в листьях растений сои при высоких уровнях относительного содержания воды	77
Корлэтяну Л.Б., Маценко Н.Е., Ганя А.И., Михаилэ В.В. Применение биологически активных веществ из растений <i>Veronica officinalis</i> L. В качестве стимуляторов всхожести семян <i>Ricinus communis</i> L.	80
Кособрюхов А.А. Влияние изменения интенсивности света на активность фотосинтетического аппарата	83
Креславский В.Д., Кособрюхов А.А. Влияние спектрального состава света на фотосинтез, рост и продуктивность растений	86
Любимов В.Ю., Кособрюхов А.А., Креславский В.Д. Фотосинтетическая ассимиляция CO ₂ и окислительно-восстановительный гомеостаз в листьях пшеницы при активированном фитохроме	89
Мусаев М.К., Гусейнова Т.Н. Эколого-физиологические особенности винограда в Азербайджане	92
Плюснин И.Н., Головацкая И.Ф., Бойко Е.В. Влияние уровня кислорода в питательной среде на ростовые и биохимические параметры растений-регенерантов в условиях гидропоники	95
Розенцвет О.А., Богданова Е.С., Нестеров В.Н., Иванова Л.А., Шуйская Е.В. Влияние уровня засоления на количественные параметры мезофилла и липидный профиль фотосинтетических мембран у растений с разным типом фотосинтеза	98
Худякова А.Ю., Ширишкова Г.Н., Любимов В.Ю., Креславский В.Д. Фоторецепторы растений как фактор адаптации фотосинтетического аппарата к УФ-радиации	101
Якубовский В.И., Бородулина И.Д., Яговцева Н.Д., Земцова А.Я. Биохимический состав плодов малины обыкновенной в условиях лесостепной зоны Алтайского края	104

Генетика, селекция, семеноводство | Genetics, selection, seed production

Амосова А.В., Саматадзе Т.Е., Юркевич О.Ю., Хазиева Ф.М., Морозов А.И., Муравенко О.В. Молекулярно-цитогенетическое исследование сортов <i>Calendula officinalis</i> L. отечественной селекции	107
Асадова С.Ш., Гамбарова П.И. Каллусо- и морфогенез в культуре зрелых зародышей хозяйственно-ценных сортов ячменя	110
Горбатовская Е.А., Пиункова С.А., Романова Е.В. Биометрические особенности пряно-вкусовых культур на примере- различных сортов овощной хризантемы	113
Кондратьева И.Ю. Преимущество штамбовой разновидности томата (var. validum Brezh.)	116
Рафиева Г.К., Мамедова С.М. Характеристика популяций <i>S. segetale</i> (Zhuk.) Roshev выращенных в различных условиях Азербайджана	119
Скаженник М.А., Ковалев В.С., Иваненко Е.Е., Пшеницына Т.С. Холодостойкость в фазу прорастания риса <i>Oryza sativa</i> L.	122
Степанова Г.В. Корреляционные связи между симбиотическими признаками люцерны хмелевидной (<i>Medicago lupulina</i> L.)	125

<i>Бекузарова С.А., Датиева И.А., Дзампаева М.В., Дулаев Т.А.</i> Повышение всхожести новых культурных кормовых трав в РСО-Алании	128
<i>Бербеков К.З., Езаов А.К., Кишев А.Ю.</i> Сравнительная эффективность выращивания рукколы в условиях малообъемной гидропоники и при грунтовой культуре	131
<i>Бойко Е.В., Головацкая И.Ф.</i> Влияние предпосевной обработки мелатонином и селенитом натрия на прорастание семян	135
<i>Бьядовский И.А.</i> Закономерности хранения рябины обыкновенной (<i>Sorbus aucuparia</i>) в культуре <i>in vitro</i> и последующего клонального микроразмножения	138
<i>Кириллова Л.Л., Мельник Л.С., Пешкова А.М., Лавыгина В.А.</i> Влияние протравителей на повышение качества зерна пивоваренного ячменя	142
<i>Кириллова Л.Л., Мельник Л.С., Пешкова А.М., Юкина К.И.</i> Элементы интенсивной технологии возделывания гибридов кукурузы	145
<i>Курдюкова О.Н.</i> Семенная продуктивность интродуцированных видов <i>Onobrychis</i> Mill. в Степи Украины	148
<i>Сейидалиев Н.Я., Халилов Х.Г., Мамедова М.З.</i> Сравнительное изучение интродуцированных и местных сортов хлопчатника	151
<i>Трузина Л.А.</i> Основные питательные вещества сырья из козлятника восточного	154
<i>Упадьшев М.Т., Князева И.В., Афанасьев А.Д., Ретунский В.В., Вершинина О.В.</i> Управление репродукционной активностью микрорастений ягодных культур путем модификации углеводного и гормонального состава питательной среды	157

Экологическая защита растений | Ecological plant protection

<i>Пириев И.Т., Бабаева Г.Х., Аннагиева М.А., Кулиева Б.А., Ширвани Т.С.</i> Изменения физиологических параметров растений тыквы при комплексном воздействии токсических уровней молибдена и засоления	161
--	-----

Биотехнология создания новых лечебно-профилактических продуктов, пищевых и биологически активных добавок на основе нетрадиционных овощных, плодовых, ягодных и лекарственных растений	Biotechnology for creating new therapeutic and prophylactic products, food and dietary supplements based on non-traditional vegetables, fruits, berries and medicinal plants
---	--

<i>Зеленков В.Н., Поляков А.В.</i> Особенности удаления воды из зубцов чеснока разных сортов при инфракрасном облучении при 105 ⁰ С	164
<i>Зеленков В.Н., Иванова М.И., Разин О.Ф.</i> Изучение элементного состава семян капустных культур	167
<i>Зеленков В.Н., Иванова М.И.</i> Изучение элементного состава семян разных сортов лука репчатого	170
<i>Зеленков В.Н., Павлов М.Н., Усанова З.И.</i> Динамики удаления воды из листьев и клубней топинамбура сорта Интерес при инфракрасном облучении при 105 ⁰ С	173
<i>Тагильцев Ю.Г., Шемякина А.В.</i> Инновационные биологические продукты из лесных растений дальневосточного региона	176
<i>Ферубко Е.В., Зеленков В.Н., Лапин А.А., Даргаева Т.Д.</i> Изучение антиоксидантной активности сбора желчегонного действия и входящих в него компонентов	179

Научное издание

**НОВЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ РАСТЕНИЯ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Издание подготовлено в авторской редакции

Технический редактор *Е.В. Попова*
Дизайн обложки *М.В. Рогова*

Подписано в печать 13.06.2019 г. Формат 60×84/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 21,86. Тираж 500 экз. Заказ 993.

Российский университет дружбы народов
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

Типография РУДН
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3, тел. 952-04-41

Для заметок

Для заметок
