

**ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ЭКОТИПОВ
MEDICAGO VARIA M.
К РАЗЛИЧНЫМ УСЛОВИЯМ ЭКОТОПА[†]**

Чернявских В.И., доктор сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник природно-ландшафтного
комплекса «Ботанический сад НИУ «БелГУ»,
Думачева Е.В., доктор биологических наук, заведующий
кафедрой биологии Института фармации,
химии и биологии НИУ «БелГУ»,
Бородаева Ж.А., аспирант НИУ «БелГУ»

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»),
308015, Россия, Белгород, ул. Победы, 85; chernyavskih@bsu.edu.ru;
dumacheva@bsu.edu.ru; borodaeva@bsu.edu.ru

Изучены морфобиологические особенности ценопопуляций *M. varia* Mart. в различных экотопах Белгородского региона. Установлено, что адаптационные процессы идут в направлении сохранения особей с увеличенной площадью листовой поверхности, снижением количества генеративных органов при увеличении количества бобов в соплодиях, завитков в бобах и их обсемененности в сравнении с ценопопуляциями, выявленными в луговых и степных фитоценозах.

The morpho-biological features of the co-populations of *M. varia* Mart. in various ecotopes of the Belgorod region. It has been established that adaptation processes proceed in the direction of preserving individuals with an increased leaf surface area, a decrease in the number of generative organs with an increase in the number of beans in the coplodia, curls in the beans and their dissemination in comparison with the cenopopulations found in meadow and steppe phytocenoses.

[†] Исследование выполнено при поддержке гранта на проведение НИР по приоритетным направлениям развития агропромышленного комплекса Белгородской области (Соглашение № 2 от 12 ноября 2018 года) на тему: «Формирование селекционно-семеноводческой базы медоносных культур в условиях малых форм хозяйствования».

Люцерна изменчивая (*M. varia* Mart.) является одной из наиболее востребованных кормовых культур не только России, но и мира. Получение продукции высокого качества осложняется непростыми климатическими и географическими особенностями территории региона. Белгородчина является регионом с неустойчивым увлажнением, климат характеризуется резкими колебаниями суточных и сезонных температур. Территория области изрезана оврагами и урочищами, сеть овражно-балочных комплексов с обнажениями пещего мела. Почва имеет высокую степень карбонатности [4]. В связи с этим возникает необходимость целенаправленного исследования адаптационных процессов, происходящих в ценопопуляциях *M. varia* Mart. в различных экотопах региона, и выявления экотипов, обладающих экологической устойчивостью и приспособленностью в сложных экотопических условиях карбонатных почв. Меловой юг Среднерусской возвышенности с его уникальными почвенно-климатическими и геологическими условиями является вторичным антропогенным микрогенцентром формообразования синантропных видов [3]. В течение 2012-2018 гг. изучали ценопопуляции *M. varia* Mart. в естественной природе по методам, общепринятым в геоботанике и биогеоценологии [1; 2]. Модельные участки располагались в различных природно-территориальных комплексах региона. Установлены выраженные морфобиологические отличия у особей ценопопуляций *M. varia* в зависимости от местообитания и в соответствии с экологическими градиентами.

На степных территориях (луговая степь, настоящая степь) в сомкнутом травостое особи *M. varia* имели морфобиологические признаки, в большей степени характерные для диких форм *M. falcata*: высокая кустистость, стебли длинные и тонкие, мелкие листья ($Cv=13,6-16,8\%$). Особи, выросшие в овражно-балочных комплексах с меловыми обнажениями, по высоте побегов не уступали степным формам, а луговые даже превосходили. Площадь фотосинтетической поверхности

снижалась в ряду настоящая степь → луговая степь → овражно-балочный комплекс на 17,2 и 21,3 % соответственно ($C_v=18-25$ %). Оценка степени гибридации особей люцерны по количеству завитков в бобах показала, что на луговых и степных участках произрастают экотипы, у особей которых количество завитков не превышает 1,0-1,2 оборота ($C_v = 22,3$ %). В овражно-балочных комплексах у особей люцерны количество завитков составляло 2,2-2,4 оборота ($C_v = 40,2-43,8$ %). Увеличивалось количество особей с бобами в 4-6 оборотов.

Таким образом, установлено, что в зависимости от условий экотопа идет формирование различных экотипов люцерны: в ценопопуляциях овражно-балочных комплексов преобладают особи *M. varia* с габитусом, характерным для культурных гибридных люцерн: с низкой кустистостью, меньшим числом генеративных органов, большим числом завитков бобов и высокой площадью фотосинтетической поверхности. На степных участках региона формируются экотипы *M. varia* с проявлением выраженных морфобиологических признаков по типу дикорастущих форм.

Оценка экологических стратегий выявленных экотипов в степной зоне и в условиях овражно-балочных комплексов показала, что в условиях овражно-балочных комплексов для люцерны характерно проявление стресс-толерантного типа адаптивной стратегии. Адаптационные процессы идут в направлении сохранения особей с увеличенной площадью листовой поверхности, снижением количества генеративных органов при увеличении количества бобов в соплодиях, завитков в бобах и их обсемененности в сравнении с ценопопуляциями, выявленными в луговых и степных фитоценозах.

Библиографический список

1. Барицкая В.А., Чепинога В.В. Геоботаника и методы геоботанических исследований. Иркутск, 2014. 193 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. школа, 1990. 352 с.

3. Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I., Markova E.I., Klimova T.B., Vishnevskaya E.V. Spatial Pattern and Age Range of Cenopopulations *Medicago L.* In The Conditions of Gullying of the Southern Part of the Central Russian Upland // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. V. 6 (6). P. 1425-1429.

4. Lisetskii F.N., Chernyavskikh V.I., Degtyar O.V. Pastures in the Zone of Temperate Climate: Trends of Development, Dynamics, Ecological Fundamentals of Rational Use // Pastures: Dynamics, Economics and Management. USA, Nova Science Publishers, Inc. 2011. P. 51-85.

DOI: 10.22363/09358-2019-107-109

УДК 581.1

ПОЛИФЕНОЛЫ И ИХ РОЛЬ В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ

Загоскина Н.В.

*Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева
Российской академии наук, Россия, 127276, Москва, Ботаническая ул., 35*

*K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS,
35 Botanicheskaya St., Moscow, 127276, Russia*

Полифенолы – это представители вторичных метаболитов высших растений, накапливающиеся во всех их клетках и тканях. Они чрезвычайно разнообразны по функциональной роли, что, возможно, является следствием различий в структуре и свойствах. Наибольший интерес в последние годы проявляется к изучению их роли в адаптации растений к действию экологических факторов, а также возможностям использования в фармакологических целях.

Полифенолы, или фенольные соединения (ФС), являются уникальными метаболитами высших растений и в определенной степени их «визитной» карточкой, позволяющей

проводить даже филогенетические исследования [1-3]. Они чрезвычайно разнообразны по структуре и свойствам. Именно этим, вероятно, и обусловлено их участие в различных метаболических процессах – дыхании, фотосинтезе, регуляции роста и развития, аллелопатии, а также адаптации растений к действию различных экологических факторов.

В последние годы уделяется большое внимание изучению антиоксидантной роли ФС, которые, благодаря своим химическим свойствам, взаимодействуют с активными формами кислорода и препятствуют развитию окислительного стресса [4; 5]. Появляется все больше данных об их антиоксидантной и биологической активности, которая проявляется не только в клетках растений, но и животных, включая человека [6; 7]. Ведется активный поиск растений – продуцентов ФС для использования в фармакологии и пищевой промышленности [8-10].

В дальнейшем будут рассмотрены вопросы структурной организации ФС, их распространения, функциональной роли и участия в адаптации растений.

Библиографический список

1. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 272 с.
2. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск: Наука, 2004. 240 с.
3. Cheynier V., Comte G., Davies K. M., Lattanzio V., Martens S. Plant phenolics: recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2013. V. 72. P. 1-20.
4. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K. V. Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: a Review // *Annals of Botany*. 2003. V. 91. P. 179-194.
5. Загоскина Н. В., Назаренко Л. В. Активные формы кислорода и антиоксидантная система растений // *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Естественные науки»*. 2016. №. 22. С. 9-23.

6. Andersen O.M., Markham K.R. Flavonoids: chemistry, biochemistry and application. New York: CRC Press, 2005. P. 397-441.

7. Heleno S.A., Martins A., Queiroz M. J.R., Ferreira I.C. Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review // Food chemistry. 2015. V. 173. P. 501-513.

8. Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдрасилов Б.С., Музафиров Е.Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пушкино: Synchronobook, 2013. 310 с.

9. Гинс М.С., Гинс В.К., Пивоваров В.Ф., Торрес М.К., Конюков П.Ф. Функциональные продукты питания из семян и листьев амаранта. М.: ВНИИССОК, 2015.

10. Terahara N. Flavonoids in foods: a review // Natural product communications. 2015. V. 10. P. 521-528.

DOI: 10.22363/09358-2019-109-112

УДК 577.152:633.11:632.4

ДИНАМИКА ЗАЩИТНЫХ РЕАКЦИЙ ПШЕНИЦЫ ТИМОФЕЕВА ПРИ ПОРАЖЕНИИ БУРОЙ РЖАВЧИНОЙ

**Плотникова Л.Я.¹, докт. биол. наук, профессор,
Пожерукова В.Е.², канд. биол. наук, научный сотрудник,
Новикова Е.С.³, аспирант**

*Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина (Омский ГАУ)*

P.A. Stolypin Omsk State Agrarian University (Omskyi SAU)

¹lya.plotnikova@omgau.org, ²ve.pozherukova@omgau.org,

³s.novikova06.06.02@omgau.org

Исследования взаимодействия устойчивого вида *Triticum timopheevii* Zhuk. с возбудителем бурой ржавчины пшеницы показало, что на поздних этапах патогенеза растения были защищены комплексом механизмов: реакцией СВЧ, синтезом H₂O₂, каллозы, лигнина.

Бурая ржавчина пшеницы, вызываемая грибом *Puccinia triticina* Erikss., наносит существенный ущерб производству зерна в регионах РФ. Для длительной защиты пшеницы от ржавчины необходимо создавать сорта с набором механизмов устойчивости. В связи с этим актуальны исследования комплекса защитных реакций иммунных родственных видов (видов-нехозяев). Пшеница Тимофеева *Triticum timopheevii* Zhuk. считается эталоном резистентности к грибным болезням. Ранее на примере взаимодействия *T. timopheevii* с западносибирской популяцией *P. triticina* было показано, что образцы вида полиморфны по устойчивости к болезни, а клоны патогена частично преодолевают механизмы защиты растений [1]. Целью работы было исследование физиологических реакций *T. timopheevii*, ограничивающих развитие *P. triticina* в тканях и подавляющих его размножение.

Исследования проводили на проростках образца *T. timopheevii* к-30920 (из коллекции ВИР) и восприимчивого сорта мягкой пшеницы Памяти Азиева (контроль). Листья растений заражали спорами западносибирской популяции *P. triticina*. Исследование развития мицелия и пустул проводили с помощью световой микроскопии, затем в тех же препаратах определяли защитные ответы растений: реакцию сверхчувствительности (СВЧ), накопление супероксид-аниона O_2^- , перекиси водорода H_2O_2 , каллозы, фенольных производных (окраски анилиновым синим, ДАБ, кораллином соответственно). Распределение в тканях низкомолекулярных фенольных веществ и лигнина уточняли с помощью люминесцентной микроскопии [2]. Для определения влияния на патогенез проводили анализ корреляции между размерами площадей мицелия/пустул и зон синтеза защитных соединений.

На восприимчивом сорте мягкой пшеницы споры *P. triticina* успешно прорастали, образовывали ростковые трубки, аппрессории на устьицах, инфекционные гифы, гаустории в мезофилльных клетках, урединиопустулы через 10 сут после инокуляции (п/ин). Защитные реакции проявлялись только в

форме слабых отложений каллозы под пустулами. На листьях *T. timopheevii* существенная часть инокулюма *P. triticina* гибнет при контакте аппрессориев с устьицами и при проникновении гаусторий в мезофилльные клетки в результате генерации супероксид-аниона. Однако некоторые клоны гриба преодолевают этот механизм устойчивости [3].

Исследование взаимодействия на более поздних этапах патогенеза (3–10 сут п/ин) показали, что гибель некоторых колоний (<10 %) сопровождалась реакцией СВЧ, но большая их часть образовывала микроскопические пустулы (рис. 1, а, б, в). В зоне мицелия происходил синтез H_2O_2 , каллозы, фенольных веществ в цитоплазме и лигнина на клеточных стенках. Расчет коэффициентов корреляции показал, что значение реакций в защите растений различалось. Выявлена отрицательная корреляция ($r = -0,66$) между площадью мицелия и зоны реакции СВЧ. По другим показателям коэффициенты r были близки к 1, что свидетельствует о тесной связи реакций с развитием мицелия. Отмечено значительное ингибирующее влияние синтеза каллозы и лигнина на размеры пустул ($r = -0,82$ и $-0,91$ соответственно) (рис. 1, г, д). Вероятно, данные вещества препятствуют транспорту питательных веществ в спорогенную ткань, что ограничивают размножение патогена.

Таким образом, на поздних этапах патогенеза растения *T. timopheevii* защищены набором механизмов: реакцией СВЧ, синтезом каллозы и лигнина на клеточных стенках. При создании сортов пшеницы важно сочетать эффективные механизмы устойчивости к болезни.

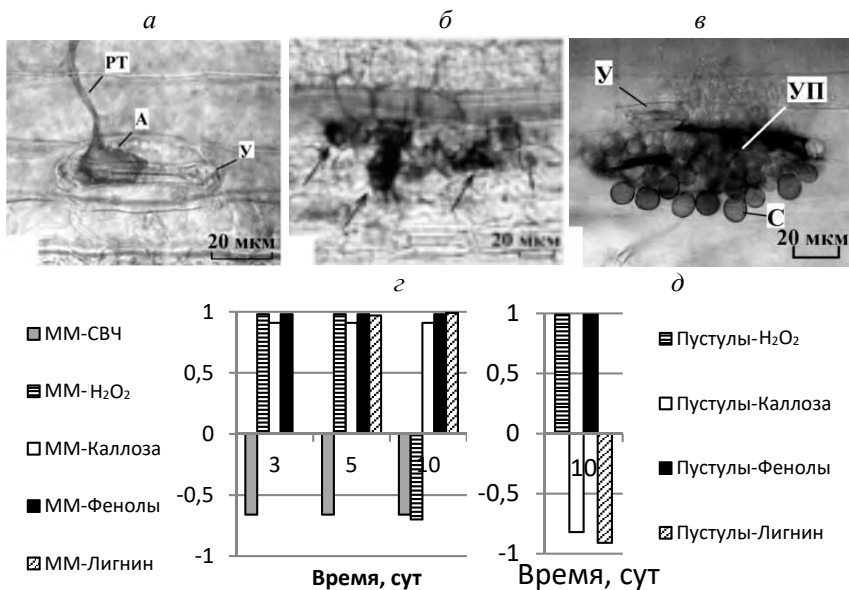


Рис. 1. Развитие *P. tritricina* на поверхности и в тканях *T. timopheevii* (а, б, в) и коэффициенты корреляции r между площадями мицелия ММ (з) и пустул (д), а также зон проявления защитных реакций.

А – аппрессорий, РТ – ростковая трубка, У – устьице, УП – уренинопустула, стрелки – реакция СВЧ

Библиографический список

1. Плотникова Л.Я. Устойчивость пшеницы Тимофеева к *Rhizinia tritricina* в Западной Сибири / Л.Я. Плотникова, В.Е. Пожерукова, Л.В. Мешкова [и др.] // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49. Вып. 2. С. 116–125.
2. Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Т.Д. Веселова, А.Г. Девятов [и др.]. М.: Изд-во Московского ун-та, 2004. 312 с.
3. Плотникова Л.Я. Влияние индукции или подавления окислительного взрыва на взаимодействие возбудителя бурой ржавчины с пшеницей Тимофеева / Л.Я. Плотникова, В.Е. Пожерукова, О.П. Митрофанова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т. 52. № 1. С. 74–84.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ТРИГГЕРЫ СТРЕССОВЫХ ОТВЕТОВ

Лось Д.А.

*Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН
127276 г. Москва, Ботаническая ул., 35. losda@ippras.ru*

K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences

Системный анализ стресс-транскриптомов цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC 6803 выявил ряд генов, транскрипция которых индуцируется в ответ практически на все абиотические стрессы. Гены белков теплового шока (БТШ) активируются всеми перечисленными стрессами и представляют собой группу, универсально реагирующую на все изменения окружающей среды [1]. Функции универсальных триггеров стрессовых ответов у цианобактерий могут выполнять активные формы кислорода, в частности H_2O_2 , а также изменения редокс-потенциала компонентов фотосинтетической ЭТЦ [2; 3]. Двойной мутант *Synechocystis* sp. штамм PCC 6803 (*katG/tpx*), дефектный по антиоксидантным ферментам каталазе (KatG) и тиоредоксинпероксидазе (Tpx), не может расти в присутствии экзогенного пероксида водорода (H_2O_2) и чрезвычайно чувствителен к низким концентрациям H_2O_2 , особенно в условиях низкотемпературного стресса. Показано, что H_2O_2 участвует в регуляции экспрессии генов, отвечающих на снижение температуры окружающей среды, и влияет как на восприятие, так и передачу сигнала о холодовом стрессе [4].

Образование активных форм кислорода (АФК) во многом зависит от физического состояния мембран, которое может выражаться в терминах текучести или вязкости. У цианобактерий увеличение текучести мембран приводит к сниже-

нию формирования АФК и повышению устойчивости к холодному стрессу [5; 6]. Трансгенные растения табака [7] и картофеля [8] с повышенной текучестью клеточных мембран также характеризуются снижением скорости генерации АФК и повышенной устойчивостью к низким положительным температурам.

Выводы:

1) Универсальным триггером стрессовых ответов в фотосинтезирующих клетках является H_2O_2 .

2) Интенсивность образования АФК (в частности H_2O_2) во многом определяется свойствами биологических мембран, в которых расположен фотосинтетический комплекс.

3) Разрушающее действие H_2O_2 снижается путем повышения текучести биологических мембран.

Библиографический список

1. Sinetova M.A., Los D.A. Systemic analysis of transcriptomics of *Synechocystis*: common stress genes and their universal triggers // *Mol. BioSys.* 2016 V. 12. P. 3254–3258.

2. Sinetova M.A., Los D.A. New insights in cyanobacterial cold stress responses: Genes, sensors, and molecular triggers // *BBA Gen. Subj.* 2016. V. 1860. P. 2391–2403.

3. Maksimov E.G., Mironov K.S., Trofimova M.S., Nechaeva N.L., Todorenko D.A., Klementiev K.E., Tsoraev G.V., Tyutyayev E.V., Zorina A.A., Feduraev P.V., Allakhverdiev S.I., Paschenko V.Z., Los D.A. Membrane fluidity controls redox-regulated cold stress responses in cyanobacteria // *Photosynth. Res.* 2017. V. 133. P. 215–223.

4. Feduraev P.V., Mironov K.S., Gabrielyan D.A., Bedbenov V.S., Zorina A.A., Shumskaya M., Los D.A. Hydrogen peroxide participates in perception and transduction of cold stress signal in *Synechocystis* // *Plant. Cell. Physiol.* 2018. V. 59. P. 1255–1264.

5. Nishiyama Y., Allakhverdiev S.I., Murata N. Protein synthesis is the primary target of reactive oxygen species in the photoinhibition of photosystem II // *Physiol. Plant.* 2011. V. 142. P. 35–46.

6. Los D.A., Mironov K.S., Allakhverdiev S.I. Regulatory role of membrane fluidity in gene expression and physiological functions // Photosynth. Res. 2013. V. 116. P. 489–509.

7. Orlova I.V., Serebriiskaya T.S., Popov V., Merkulova N., Nosov A.M., Trunova T.I., Tsydendambaev V.D., Los D.A. Transformation of tobacco with a gene for the thermophilic acyl-lipid desaturase enhances the chilling tolerance of plants // Plant. Cell. Physiol. 2003. V. 44. P. 447–450.

8. Amiri R.M., Yur'eva N.O., Shimshilashvili K.R., Goldenkova-Pavlova I.V., Pchelkin V.P., Kuznitsova E.I., Tsydendambaev V.D., Trunova T.I., Los D.A., Jouzani G.S., Nosov A.M. Expression of acyl-lipid $\Delta 12$ -desaturase gene in prokaryotic and eukaryotic cells and its effect on cold stress tolerance of potato // J. Integr. Plant. Biol. 2010. V. 52. P. 289–297.

DOI: 10.22363/09358-2019-115-118

УДК 581.5:633.11

АДАПТИВНАЯ РЕАКЦИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА

Мамедова А.Д., Алиев Р.Т., Гаджиев Э.С.

*Институт генетических ресурсов НАНА, Баку, Азербайджан,
afet.m@mail.ru*

Mamedova A.D., Aliyev R.T., Hajiyev E.S.

Institute of Genetic Resources of ANAS, Baku, Azerbaijan

Работа посвящена изучению физиолого-генетических аспектов рост-ингибирования с/х культур (пшеница *Triticum* L., рожь *Secale cereale* L., тритикале *Triticosecale* W.). Установлено, что под влиянием ингибирующей рост концентрации гидразид малеиновой кислоты происходит глубокое торможение биосинтеза как ДНК, так и РНК. Доля лабильной к тотальной ДНК и отношение лабильной ДНК к стабильной уменьшается, что, вероятно, приводит к подавлению процессов деления и в итоге – к торможению роста растений.

Ключевые слова: гидразид малеиновой кислоты, ингибирование роста, РНК, ДНК, рожь, пшеница, тритикале.

The work is devoted to the study of physiological and genetic aspects of growth-inhibition in some of agricultural crops (wheat: *Triticum* L. rye: *Secale cereale* L., triticale: *Triticosecale* W.). Determined that under the influence of growth inhibited concentration of maleic hydrazide acid the retarding in both RNA and DNA synthesis were observed. Ratio of labile fraction to the total DNA and to the stable fraction of DNA decreased, which, leads to a suppression of the cell division, which ends up to the inhibition of plant growth.

Keywords: maleic hydrazide acid, growth inhibition, RNA, DNA, rye, wheat, triticale.

Введение. Для повышения урожайности, устойчивости растений к неблагоприятным факторам перспективным является применение регуляторов роста [1; 2]. Из биологически активных веществ эффективным средством управления роста, развития и другими жизненными процессами у растений является гидразид малеиновой кислоты (ГМК), который в малых дозах может быть использован как стимулятор роста и развития растений, а в больших – как гербицид сплошного действия.

Целью настоящих исследований явилось изучение физиолого-генетических показателей при ингибировании ростовых процессов, вызываемых действием ГМК, у зерновых культур.

Объекты и методы исследований. В качестве объекта исследований были выбраны хозяйственно-ценные культуры: пшеница, рожь, тритикале. Общее содержание нуклеиновых кислот в растительном материале определяли спектрофотометрическим методом (Nieman, Poulsen, 1963). Для выделения фракций ДНК использовали метод ступенчатого фракционного экстрагирования (Алексеев, 1973).

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что растения обладают различной ответной реакцией на действие ГМК. В табл. 1 представлены результаты действия ГМК на всхожесть семян тритикале, пшеницы и ржи.

Действие ГМК на всхожесть семян тритикале, пшеницы и ржи

Варианты опыта	Всхожесть семян, в %	
	3-е сутки	5-е сутки
Т р и т и к а л е		
Контроль	92	96
Опыт (0,6% ГМК)	56	84
П ш е н и ц а		
Контроль	74	78
Опыт (0,6% ГМК)	58	66
Р о ж ь		
Контроль	96	100
Опыт (0,6% ГМК)	50	78

Действие ГМК при концентрации 0,6% оказало ингибирующее влияние на всхожесть семян зерновых культур.

В табл. 2 представлены показатели изменения содержания нуклеиновых кислот в пересчете на клетку при ингибировании ростовых процессов: опытные растения пшеницы уступают контрольным по темпам накопления РНК и ДНК. Уменьшение количества ДНК в клетке растений наблюдается за счет снижения доли лабильной фракции от общей ДНК.

Таблица 2

Изменение содержания РНК и ДНК в клетке проростков ржи при ингибировании ростовых процессов, вызываемых действием ГМК

Варианты	РНК, пг	Фракции ДНК, пг				% лаб. ДНК	Лаб/стаб
		лаб.	стаб	ост.	тот.		
Контроль	22,05	2,54	3,61	1,51	7,66	33,2	0,70
Опыт	10,74	1,78	2,84	0,87	5,49	32,4	0,63

Заключение. В результате проведенных исследований было установлено, что ГМК при концентрации 0,6% подавляет всхожесть семян исследованных растений. Ингибирование ростовых процессов сопровождается уменьшением активности синтеза РНК и ДНК, транскрипционной активности ДНК, доли ДНК эухроматина в ядре и отношения лабильной

фракции ДНК к стабильной. Воздействие на рост растений ингибирующих доз ГМК приводит к нарушению функционирования генетического аппарата, сильному нарушению биохимических превращений и в результате – к уменьшению интенсивности метаболизма и ослаблению физиологических функций растений.

Библиографический список

1. Костин В.И., Ерофеева Е.Н. Адаптация популяции озимой пшеницы к абиотическим факторам среды в осенне-зимне-весенний период под действием природных регуляторов роста // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. Т. 68. № 6. С. 9-13.

2. Тюкина Е.В. Антистрессовое действие регуляторов роста при использовании гербицидов на растениях озимой пшеницы // Вестник Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова. 2013. № 5. С. 41-45.

DOI: 10.22363/09358-2019-118-121

УДК 635.64:631.524.85

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕНОТИПОВ ТОМАТА ПО ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПРИЗНАКАМ МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА

***Салтанович Т.И.,** канд. биол. наук,
ведущий научный сотрудник*

Институт генетики, физиологии и защиты растений (ИГФЗР)

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection

Представлены результаты изучения реакции мужского гаметофита у гибридных комбинаций F₃ томата на действие недостатка влаги и температурного фактора. Показано, что качество гаметофита значительно варьирует под действием этих факторов. На основе установленных различий проведена дифференциация генотипов по уровню устойчивости.

Для современных селекционных технологий важное значение приобретает использование генотипов, характеризующихся повышенной устойчивостью к действию экстремальных условий внешней среды. Следует отметить недостаток информации о реакции одного и того же генотипа на разные виды стрессов. Как правило, такие реакции генетически детерминированы и характеризуют адаптивность и устойчивость генотипов. Известно, что этапы репродуктивного развития наиболее восприимчивы к негативному влиянию абиотических факторов, а их действие приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. В то же время оценка генотипов на этих стадиях может позволить с большей точностью идентифицировать и выделить формы с различным уровнем устойчивости для их вовлечения в селекционных процесс [1; 2]. В связи с этим нами проведены исследования по изучению реакции генотипов томата на стадии мужского гаметофита на действие температуры и недостатка влаги.

Для проведения экспериментов использовали набор гибридных комбинаций F₃ томата. Растения выращивали в полевых условиях по общепринятой для томатов методике до стадии цветения. Собирали полностью раскрытые цветки каждого генотипа, отделяли пыльники, подсушивали их при оптимальной температуре и выделяли пыльцу. В опыте проводили термообработку пыльцы при температуре 40 °C 2 и 4 ч, затем высевали ее на питательную среду; часть пыльцы проращивали на среде, моделирующей действие недостатка влаги. В контроле использовали стандартную для томата питательную среду; анализировали жизнеспособность пыльцы и длину пыльцевых трубок, затем вычисляли их устойчивость. Обработку полученных результатов осуществляли с использованием пакетов программ STATGRAF v.5.1 и Microsoft Exel 2013.

В результате проведенных исследований установлены основные закономерности изменчивости признаков мужского

гаметофита в условиях повышенной температуры и недостатка влаги. Действие этих факторов, в большинстве случаев, приводило к снижению значений уровня жизнеспособности пыльцы в 1,5–2,4 раза в зависимости от экспозиции. Кроме того, в этих условиях пыльцевые зерна формировали пыльцевые трубки, длина которых была меньше в 2,6–5,1 раза. Следует отметить, что с увеличением экспозиции прогревания пыльцы у 45% генотипов жизнеспособность пыльцы изменялась в 2,5–2,7 раза. Одновременно установлено, что в условиях недостатка влаги более чем у половины исследуемых генотипов наблюдалось снижение значений признаков мужского гаметофита по сравнению с контролем. Обработка полученных результатов с использованием теста ANOVA показала, что вариабельность изученных показателей детерминирована достоверным влиянием ($P < 0,05$) генотипа (7,1–24,4 %), температуры (66,5–68,4 %) и их взаимодействием. В результате экспериментов в 2018 г. выделены 8 гибридных комбинаций с высоким уровнем термоустойчивости пыльцы, значения которого превышали 50%, в том числе у трех гибридов отмечена наиболее высокая устойчивость (60,0–65,3 %). В результате обобщения полученных результатов за 2 года установлено, что в 2018 г. средний уровень устойчивости пыльцы возрос на 7,5 %, что является результатом проведенной селекции. На основе полученных данных отселектированы четыре гибридные комбинации, которые в течение 2 лет проявляли высокий уровень термоустойчивости мужского гаметофита.

В экспериментах по изучению вариабельности признаков гаметофита в условиях недостатка влаги выявлена решающая роль этого фактора (более 90,0 %). Действие водного дефицита уменьшало длину пыльцевых трубок более чем в 5 раз, что указывает на высокий уровень чувствительности генотипов на этом этапе. В результате проведенных исследований выделены 3 гибридные комбинации с уровнем устойчивости к водному дефициту более 50,0 %, а также 3 гибрида,

сочетающие устойчивость к высокой температуре и недостатку влаги (рис. 1).

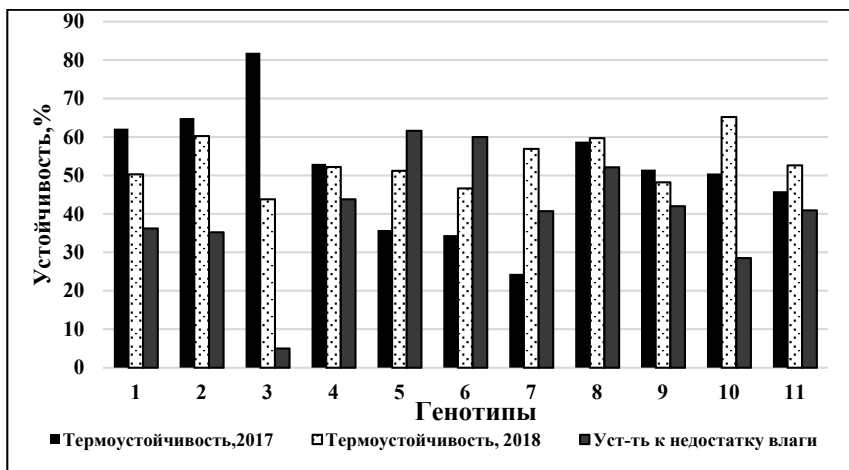


Рис. 1. Устойчивость мужского гаметофита томата:

1–11 – Гибриды F3: Эльвира × Милениум; Эльвира × Томиш; Эльвира × Престиж; Михаела × Милениум; Михаела × Томиш; Михаела × Престиж; Юбиляр × Милениум; Юбиляр × Томиш; Юбиляр × Престиж; Милениум × Эльвира; Милениум × Михаела

Таким образом, выделены генотипы с высоким уровнем устойчивости мужского гаметофита к температуре и недостатку влаги, которые могут быть рекомендованы и использованы в качестве исходных форм в селекционном процессе.

Библиографический список

1. Dominguez E. Breeding tomato for pollen tolerance to low temperatures by gametophytic selection // *Euphytica*. 2005. Vol. 142. Iss. 3. P. 253–263.
2. Khuram R., Saeed R., Muhammad S. et al. Genetic analysis of pollen viability: an indicator of heat stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*. 2017. Vol. 1 (1). P. 40-50.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ В СОРТАХ ТОМАТА С РАЗЛИЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ФИТОФТОРОЗУ

***Кабачевская Е.М., Суховеева С.В.,
Мисюкевич А.Ю., Волотовский И.Д.***

*Государственное научное учреждение «Институт биофизики
и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси»,
220072, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27,
lmbc@ibp.org.by*

*Institute of Biophysics and Cell Engineering of NAS of Belarus,
220072, Belarus, Minsk, Academicheskaya st., 27*

Проведена оценка базального уровня экспрессии генов, контролирующих устойчивость к фитофторозу в различных сортах томата. Выявлена тенденция к повышению базального уровня экспрессии генов фосфоинозитид-зависимой фосфолипазы C, флиппазы и рецепторной киназы брассиностероидов в клетках листьев сортов с повышенной устойчивостью к фитофторозу.

The basal level of expression of late blight resistance genes in tomato varieties with different resistance to this pathogen was evaluated. A tendency to an increase in the basal level of expression of phosphoinositide-dependent phospholipase C, flippase and receptor kinase of brassinosteroids in leaf cells of varieties with increased resistance to late blight was detected.

Введение. Оценка функциональной роли генов в реализации ответов растений на действие повреждающих факторов, в том числе патогенных микроорганизмов, является актуальной задачей биологии растений. Выявление новых генов, экспрессия которых важна для формирования устойчивости, может существенно расширить современные научные знания о молекулярных основах функционирования растительного организма, а также может быть полезна для выявления генов-маркеров устойчивости растений к патогену, например,

устойчивости пасленовых культур, таких как томат, к действию фитофторы. Фитофтора чрезвычайно агрессивный фитопатоген, который характеризуется высокой скоростью приспособления к действию агротехнических и селекционных мер борьбы. В связи с этим углубленное изучение функциональной роли генов в развитии устойчивости сортов растений путем оценки генной экспрессии на уровне изменений уровня транскрипции может быть важно для улучшения свойств сортов томата.

Задачей данного исследования являлся поиск транскрипционных маркеров устойчивости к фитофторозу на основе анализа содержания транскриптов модельных растений сортов томата с известной степенью устойчивости.

Материалы и методы. Объектом исследования служили томаты (*Lycopersicon esculentum*) сортов белорусской селекции. Томаты выращивали в закрытом грунте в режиме 16 ч света (интенсивность освещения 150 мкмоль квантов/(м² с)) и 8 ч темноты при температуре 25 °С. Для исследований использовали верхушечные листья томатов в возрасте 2 мес. Из листьев тризоловым методом выделяли суммарную растительную РНК, на основе которой получали кДНК с использованием обратной транскриптазы RevertAid (Thermo Fisher Scientific) по протоколу производителя. Для оценки изменений уровня генной экспрессии применяли метод ОТ-ПЦР в реальном времени, для чего использовали набор реагентов “Thermo Scientific Maxima SYBR Green/ROX qPCR Master Mix”. ПЦР проводили согласно протоколу фирмы-производителя ПЦР-смеси.

Результаты и их обсуждение. Индивидуальные различия между растениями могут выражаться в том, что в отсутствии прямого стрессового воздействия определенные гены проявляют в их тканях повышенный базальный уровень транскрипционной активности, что может помочь таким растениям более оперативно реагировать на патогенную атаку. Такие гены могут служить транскрипционными маркерами

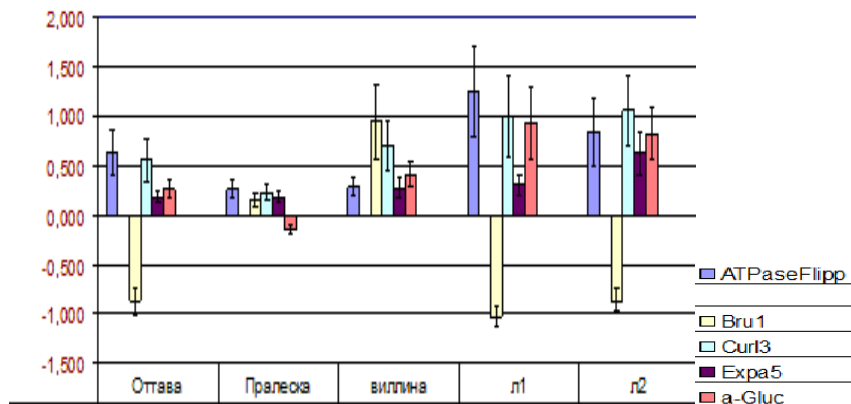
устойчивости к действию фитопатогена. Например, базальный уровень экспрессии трех PR-генов в инокулированных фитофторой растениях был наибольшим в сортах картофеля с повышенной устойчивостью к *P. infestans* и наименьший – в малоустойчивых сортах [1].

Новые потенциальные транскрипционные маркеры могут быть полезными и для понимания особенностей молекулярно-генетических механизмов устойчивости растений томата к фитофторе и в перспективе могут использоваться при отборе селекционного материала.

В нашей работе использовались сорта томата с известной степенью устойчивости к фитофторозу, которая выражается баллами (чем меньше балл, тем выше устойчивость): Оттава – 1, Вилина – 3, Пролеска – 4. Превосходный – 5, Доходный – 6.

В качестве потенциальных генов, контролирующих устойчивость к фитофторозу, рассматривали гены, ассоциированные с перестройками клеточных стенок, катаболизмом фосфолипидов мембран и синтезом сигнальных молекул, мембранным транспортом, активностью фитогормонов. Среди всех протестированных генов наибольшую положительную корреляцию между ростом базального уровня экспрессии и повышенной устойчивостью сорта к фитофторозу проявили гены фосфоинозитид-зависимой фосфолипазы C, флипазы и рецепторной киназы brassиностероидов C_{url}1.

Заключение. Таким образом, исследованные гены могут быть использованы в качестве потенциальных транскрипционных маркеров при оценке устойчивости сортов томатов к фитофторозу с использованием метода кДНК-ПЦР.



Библиографический список

1. Does basal PR gene expression in *Solanum* species contribute to non-specific resistance to *Phytophthora infestans*? V.G. Vleeshouwers [et al.] // *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 2000. V. 57. P. 35-42.

ЭВОЛЮЦИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ СЕЛЕКЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

*Гончарова Э.А., главный научный эксперт,
докт. биол. наук, профессор*

*ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Всероссийский
институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР),
г. Санкт-Петербург, e.goncharova@vir.nw.ru*

EVOLUTION OF REPRODUCTIVE FUNCTIONS OF FRUIT PLANTS AND THEIR BREEDING SIGNIFICANCE

Goncharova E.A.

All-Russian Institute of Plant Genetic Resources St. Petersburg

Раскрыты физиолого-генетические механизмы устойчивости на большом наборе плодовых растений, изученных как в регулируемых условиях, так и в естественных условиях произрастания в разных погодно-климатических регионах на базе мировой генетической коллекции растительных ресурсов ВНИИ ВИР. Показаны методы диагностики и прогнозирования стрессоустойчивости плодовых растений к экологическим стрессам для использования в селекции.

Ключевые слова: репродукция, эволюция, плодовые, селекция.

The physiological and genetic mechanisms of stability on a large set of fruit plants studied both in controlled conditions and in natural conditions of growth in different weather-climatic regions on the basis of the world genetic collection of plant resources of the Institute of VIR are revealed. Methods of diagnostics and forecasting of stress resistance of fruit plants to ecological stresses for use in selection are shown

Keywords: reproduction, evolution, fruit, selection.

Продуктивность растений зависит от многих факторов среды, но наиболее существенна эта зависимость от основных агрометеорологических параметров (водобеспеченности растений, температуры воздуха, физико-химических свойств

почвы и др.). При рассмотрении экспериментальных данных характера изменения структуры урожая разных по биологии и морфологии видов культурных сочноплодных растений (овощные, плодовые, цитрусовые, ягодные) под влиянием различных экологических экстремальных факторов (засуха, засоление, жара) выявляется большое количество аналогий, на основании которых сформулированы общие закономерности изменения элементов структуры урожая растений [1].

Во-первых, действие разных стрессов на структуру урожая растений однотипно, что позволяет рассматривать общую реакцию на культурах другого типа возделывания (посадки растений, саженцами, плетями и т.п.). Поэтому и общая продуктивность поля (посадки) в основном определяется у них изменчивостью среднего урожая с отдельного растения, которая зависит от трех основных компонентов – числа плодоносных элементов (кистей, ветвей, плодоносов и т.д.), числа генеративных органов на плодоеlemente (последовательно сменяющихся по цепи цветок-завязь-плод) и абсолютной массы плода. При неблагоприятных условиях сокращается количество плодоносных элементов (число кистей, плодонесущих побегов, и т.п.). Хотя у сочноплодных культур это явление выражено слабее, чем, например, у злаков, но оно наблюдается, выражаясь в том, что некоторая часть плодоносов либо не развивается, либо остается неплодоносной. Биологический смысл этого явления заключается в том, что растение путем саморегуляции избавляется от излишних потребителей пластических веществ, которые в стрессовых условиях становятся ему «тяжелой обузой», и направляет все свои ресурсы (в том числе и H_2O) на обеспечение лишь той части плодоносов, на которых формируются наиболее жизнеспособные плоды или семена [2].

Другой компонент структуры урожая – количество плодов на плодоносе – регулируется путем образования определенного числа предшественников плода (цветков) и поддер-

жания уровня плодонагрузки на последующих фазах онтогенеза. Число зачатков плодов генетически детерминировано довольно жестко и мало изменяется под влиянием даже сильных стрессов. Причём в особо благоприятных условиях среды потенциальную возможность развития в плоды имеют, вероятно, все эти зачатки. В естественной природной обстановке у растений развивается в плоды лишь небольшая часть от числа их предшественников (цветков и даже завязей). В экстремальных условиях среды эта депрессия плодообразования резко усиливается. Осуществляется этот процесс и путём стерилизации цветков (не образуется завязи), и путем блокирования роста и развития уже образовавшихся завязей или массового сбрасывания завязей и плодов. Подавление роста и налива плодов под влиянием неблагоприятных гидротермических факторов приводит к снижению их массы, что нередко связано также с ухудшением товарно-хозяйственных качеств получаемой продукции.

Анализ экспериментальных данных, полученных в опытах с различными сочноплодными сельскохозяйственными культурами, убедительно показал, что их валовой урожай и слагающие его компоненты количественно в разной степени изменяются в одних и тех же неблагоприятных условиях. У растений различного морфолого-биологического статуса изменения структуры урожая под влиянием экстремальных гидротермических условий среды принципиально подобны друг другу. Это все дает основание говорить об общих закономерностях влияния стрессов на структуру урожая культурных растений, возделываемых ради получения генеративных (плодовых) органов.

У сочноплодных культур, из-за особенностей их иерархичности, основные элементы структуры урожая формируются на организменном уровне (на индивидуальном растении). Причем формируются они не одновременно, а последовательно на разных этапах онтогенеза. Сам характер измене-

ния структуры урожая зависит от того, испытывают ли растения давление экстремальных условий временно или постоянно [1; 3].

При сильном стрессе возможно проявление даже его угнетающего последствия и на другие, формировавшиеся не в экстремальных условиях среды компоненты урожая. Но чаще всего при смене стрессовой ситуации на оптимальный режим вегетации формирующиеся в этих оптимальных условиях элементы структуры урожая количественно даже возрастают, как бы компенсируя угнетенный ранее компонент; особенно заметно это проявляется в изменениях таких «конкурирующих» элементов структуры урожая, как число плодов в плодonoсе и масса плода.

В связи с последним – конкурентными связями числа и средней массой плодов – следует отметить, что в ситуациях, когда экстремальные погодные или иные ситуации возникают на последних этапах онтогенеза, в период роста уже завязавшихся плодов, у многих приспособленных к этому форм растений происходит массовое осыпание завязей и растущих плодов. У сортов же и видов, не сбрасывающих плоды при стрессах, наблюдается резкое снижение массы плодов, образование низкокачественной и нетоварной продукции. Искусственное удаление части плодов в подобных условиях ведет к получению не меньшего валового сбора плодов, но с более высоким качеством. Отмеченные закономерности изменения структуры урожая в экстремальных условиях среды генетически обусловлены и имеют большую целесообразность с точки зрения сохранения в разных условиях вида как эволюционирующей биологической единицы [3].

Описанные изменения при стрессах ряда важных сторон метаболизма растений приводят к анатомическим трансформациям в отдельных тканях, в свою очередь отражающимся на взаимодействии органов и адаптации растений к экстремальным условиям [2; 3].

Одной из существеннейших сторон метаболического влияния плодов на функционирование других органов растений при стрессах является обнаруженное воздействие плодов на общую устойчивость растений к экстремальным условиям, которая меняется, в зависимости от уровня плодонагрузки, по одновершинной кривой с минимумом при полном отсутствии плодов и максимумом при малой плодонагрузке. Это явление имеет также глубокий биологический смысл и причинную обоснованность, так как образование генеративных органов мобилизует, очевидно, все потенциальные возможности организма, в том числе и его устойчивость к стрессам (повышая ее), но излишний «груз» плодов несколько ослабляет функциональную мощность, в том числе и сопротивляемость его экстремальным воздействиям среды на растения. И один из важнейших механизмов адаптации плодоносящих растений к экстремальным воздействиям среды – именно саморегуляция (снижение) уровня плодонагрузки путем частичного (но не полного!) сбрасывания плодов или задержки развития некоторых из них в таких ситуациях. Метаболические и структурные изменения, связанные с саморегуляцией плодоношения сочноплодных сельскохозяйственных культур при стрессах, сохраняя качественную однотипность, количественно различаются у разных по устойчивости сортов, обуславливая у менее восприимчивых форм растений полученные при экстремальных условиях более высокие величины и лучшего товарного качества урожая [2; 3].

Выводы. Вышеприведенные многоплановые исследования указывают на практическую целесообразность возделывания в неблагоприятных почвенно-климатических районах более устойчивых к таким факторам сортов растений, выявляемых из генофонда плодовых ресурсов каждой культуры или создаваемых селекционным путем, с использованием при селекции генетических источников высокой устойчивости к стрессам. Для тех же целей увеличения продуктивности рас-

тений в экстремальных условиях служат и некоторые агротехнические приемы повышения стрессоустойчивости вегетирующих растений. Для оценки эффективности селекционной и агротехнической работы, а также дальнейшего выявления генетических источников высокой устойчивости необходимы надежные методы диагностики устойчивости растений к стрессам; в этой области также осуществлены, в том числе и нами, новые разработки и предложены эффективные способы оценки стрессоустойчивости для плодных культур. Отмечена также необходимость учета в диагностической работе ряда выявленных биологических особенностей, описанных выше: взаимодействие органов, уровень плодонагрузки растений и т. д. Понимать и учитывать свойство саморегуляции плодонагрузки, выработанное и закрепленное у всех растений эволюцией, чрезвычайно важно для плодоводства в экстремальных условиях.

Библиографический список

1. Удовенко Г.В., Гончарова Э.А. Влияние экстремальных условий среды на структуру с.-х. раст. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 144 с.
2. Гончарова Э.А. Водный статус культурных растений и его диагностика / под ред. акад. РАСХН В.А. Драгавцева. СПб.: ВИР, 2005. С. 48.
3. Гончарова Э.А. Изучение устойчивости и адаптации культурных растений к абиотическим стрессам на базе мировой коллекции генетических ресурсов: Научное наследие профессора Г.В. Удовенко / под ред. акад. РАН и РАСХН А.А. Жученко. СПб.: ГНУ ВИР, 2011. С. 210.

Секция 2

Биологически активные и ценные пищевые вещества сельскохозяйственных растений

BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF PEEL AND PULP OF FRUITS OF *PSEUDOCYDONIA SINENSIS* SCHNEID

*Grygorieva O.¹, PhD., Senior Research Fellow,
Klymenko S.¹, Prof., Head of Department,
Ilyinska A.¹, PhD., Senior Research Fellow,
Vergun O.¹, PhD., Researcher,
Brindza J.², PhD., Director of the Institute,
Ivanišová E.³, PhD., Ing.*

¹ *M.M. Gryshko National Botanical Garden, Kyiv, Ukraine,
olgrygorieva@gmail.com*

² *Institute of Biological Conservation and Biosafety, Slovak University
of Agriculture in Nitra, Slovakia, jan.brindza@uniag.sk*

³ *Department of Storing and Processing of Plant Products, Slovak University
of Agriculture in Nitra, Slovakia, eva.ivanisova@uniag.sk*

The evaluate the antioxidant activity, total polyphenol, flavonoid, and phenolic acid content of dry *Pseudocydonia sinensis* Schneid. fruits (peel and pulp) of collection from M.M. Gryshko National Botanical Garden (Kyiv, Ukraine). Obtained results demonstrated that investigated plants had a high content of bioactive compounds that can be used for further investigation and utilization of these species.

Recent interest has the search for new and underutilized plant species that are the valuable source of natural bioactive compounds, to which belong plants of *Pseudocydonia sinensis* Schneid. (Chinese quince). Fruits of the Chinese quince are used especially in traditional Chinese medicine as antitussives that central or peripheral suppress a cough. Fruits are used for the treatment of asthma, cold, sore throat, antitussive and expectorant agents, mastitis, rheumatoid arthritis, and tuberculosis. They contain some medically complex of active ingredients including organic acids, flavonoids of rutin and quercetin, procyanidins, vola-

tile compounds. Recent pharmacological studies suggest extracts of phytochemicals in the fruit have antibacterial, antihemolytic, anti-inflammatory, antipruritic, antioxidant and antiviral, antiulcerative, gastroprotective, antitumor, antimicrobial activity.

The objective of this study was to evaluate the antioxidant activity, polyphenol, flavonoid, and phenolics content of fruits (peel and pulp) of Chinese quince of collection from M.M. Gryshko National Botanical Garden (Kyiv, Ukraine).

Antioxidant activity (AOA) was measured using two different photometric methods – DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and molybdenum reducing antioxidant. Total polyphenol content (TPC) was evaluated using Folin-Ciocalteu reagent assay, the total flavonoid content was determined by the modified method described by Shafii et al. (2017), total phenolic acids content was determined using the method of Farmakopea Polska (1999). Basic statistical analyses were performed using the PAST 2.17.

The antioxidant activity of Chinese quince peel and pulp genotypes evaluated by the DPPH method ranged from 9.31 to 10.23 and from 5.39 to 6.85 mg TEAC/g, respectively. The degree of mean variability antioxidant activity of peel and pulp was confirmed by the variation coefficient (5.39 and 11.56 %, respectively) in all the genotypes tested.

The antioxidant activity of extracts of peel and pulp of genotypes measured by molybdenum reducing antioxidant power ranged from 122.0 to 219.31 and from 62.19 to 95.44 mg TEAC/g, respectively. The degree of the high variability of antioxidant activity of pulp and peel was confirmed by the variation coefficient (21.07 and 31.78 %, respectively) in tested genotypes.

By our data, the total polyphenol content in Chinese quince peel and pulp genotypes ranged from 53.17 to 78.67 and from 32.31 to 47.41 mg GAE/g, respectively. Moreover, obtained results of the variation coefficient of antioxidant activity of pulp and peel (19.02 and 20.16 % respectively) confirm the high variability of the investigated parameters.

The total flavonoid content of peel and pulp varied from 9.15 to 26.18 and from 0.55 to 0.87 mg.g⁻¹ QE, respectively. The variation coefficient of pulp and peel (22.50 and 61.78 % respectively) supported the observations on high variability of this parameter.

The total phenolic acid of peel and pulp varied from 3.56 to 7.45 and from 1.04 to 2.38 mg g⁻¹ QE, respectively. The variation coefficient of peel and pulp (37.89 and 39.51 % respectively) also demonstrated on high variability of this parameter.

Correlation analysis was used to explore the relationships between polyphenol content and flavonoid, phenolic acid, antioxidant capacities (DPPH method and MRP method), measured for peel and pulp extracts from five *Pseudocydonia sinensis* genotypes.

The findings of this study indicate that the polyphenol content presents high positive correlations with flavonoid and phenolic acid ($r = 0.927$, $P < 0.05$; $r = 0.935$, $P < 0.05$, respectively). In addition, high positive correlation noticed between polyphenols and antioxidant capacities DPPH and MRP methods ($r = 0.922$, $P < 0.05$; and $r = 0.988$, $P < 0.05$, respectively).

The antioxidant activity, total polyphenol, flavonoid, and phenolic acid content of fruits (peel and pulp) extracts of *Pseudocydonia sinensis* were studied. As resulted in obtained data, peel extracts had the highest content of bioactive compounds compared with a pulp. All investigated extracts exhibited strong antioxidant activities, which correlated positively with the content of polyphenol, flavonoid, and phenolic acids. This study demonstrates the potential of fruits of *Pseudocydonia sinensis*, as a possible source of valuable polyphenol content with high antioxidant activities and health-promoting properties.

Acknowledgements: This work was supported by the Operational Programme Research and Development of the European Regional Development Fund in the frame of the project ITMS 26220220115 „Support of technologies innovation for special bio-food products for human healthy nutrition“. The authors are

grateful Bilateral Scholarship of the Ministry of Education, Science, Research and Sport (Slovak Republic) and Visegrad Fund (51810415). Experimental activities were realized in laboratories Excellent center for the conservation and use of agrobiodiversity at the Faculty of Agrobiolgy and Food Resources, Slovak Agricultural University in Nitra.

DOI: 10.22363/09358-2019-138-141

УДК 613.39

HONEY INFLUENCE ON THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WATER AND TEAS

Horčinová Sedláčková V.¹, PhD., Researcher,
Šimková J.¹, Researcher,
Brindza J.¹, assoc. prof., Director of the Institute,
Grygorieva O.², PhD., Senior Research Fellow,
Vergun O.¹, PhD., Researcher

¹ *Institute of Biodiversity Conservation and Biosafety, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia, vladimira.sedlackova@uniag.sk;
jan.brindza@uniag.sk;*

² *M.M. Gryshko National Botanical Garden, Kyiv, Ukraine,
olgrygorieva@gmail.com*

Honey, as a unique natural sweet substance produced by bees (*Apis mellifera* Linnaeus) from the plant nectar and the plant secretions or from the insect excretions eating natural parts of plants, which transform and enriched the bees with their own specific substances, has become the object of our experiments. Honey is most commonly used as a supplement to a variety of herbal teas or for the preparing of honey water, which has a nutritional, energy and therapeutic value as beverages. We present the results of the pH assessment, electrolytic conductivity, temperature and mineral content of the evaluated water with honey and tea with honey prepared from dried inflorescences elderberry (*Sambucus nigra* L.).

For experiments, we used 50 types of honey from different regions of Ukraine (Donetsk, Askania, Kiev, Zhitomir, Kharkov). Tea with honey was made from dried elderberry inflorescences

with the addition of 50 g of honey for all honey samples. Water with honey prepared for all honey samples using 100 ml of water at 23 °C with the addition of 50 g of honey, were well mixed. Using EUTECH 2041138, we have identified four basic physicochemical parameters in both variants: pH, temperature, electrolytic conductivity – $\mu\text{Sm} - \text{mS/m}$, soluble minerals (TDS) – mg. l^{-1} . Samples were tested at different times during the day.

Variability in the pH of water with honey and tea with honey. In water with honey was determined a pH range of 6.82 (WH-16-01) to 7.70 (WH-16-25). The smallest difference between samples was determined at 11:00, ranging from 7.16 (WH-16-32) to 7.66 (WH-16-25). For all time measurements were determined maximum pH values in the range from 7.48 (9.00) to 7.70 (11:00 and 13:30). A modest increasing trend of pH value has been demonstrated.

After addition of honey into elderberry tea was determined a pH range of 6.84 (TH-16-01) to 7.56 (TH-16-24; HT-16-25; TH-16-48; TH-16-49 TH-16-50). The smallest differences between the pH samples were determined at 11:00 and at 13:30. The minimum pH values were the most often detected at the sample TH-16-01. The maximum pH value of tea with honey samples was determined in all times measurements, the range of 7.40 (9.00) to 7.56 (13.30). A tendency to increase pH values was observed.

Variability in electrolytic conductivity of water with honey and tea with honey. Water with honey samples tested at different times showed an electrolytic conductivity range of 424.0 (WH-16-30) to 545.0 (WH-16-37). The smallest differences between samples in electrolytic conductivity were determined at 13:30, in the range from 425.00 (WH-16-49) to 536.00 (WH-16-37).

After the addition of honey to the cooled elderberry tea was determined the electrolytic conductivity range of 555.00 (HT-16-02) to 1450.00 (HT-16-01). The smallest differences between samples in electrolytic conductivity were determined at 9:00, then the difference increased sharply. The maximum value was deter-

mined in all times measurements in the range from 897.00 (9:00) to 1450.00 (13:30). In tea with honey, an increasing trend in electrolytic conductivity can be observed.

Variability in the content of soluble salts of water with honey and tea with honey. In water with honey, samples were determined the soluble salt content in the range from 252.00 (WH-16-01) to 344.00 (WH-16-47). Samples were also tested at different times during the day, with the smallest differences between the samples in the soluble salt content were determined at 13:30 in the range from 268.00 (WH-16-49) to 338.00 (WH-16-37). For all times measurements were the maximum value range of 338.00 (13:30) to 344.00 (09:00). At the same time, it is significant the variability of soluble salts content depending on the time period.

After adding honey into the elderberry tea was determined the soluble salt content in the range from 350.00 (TH-16-02) to 913.00 (TH-16-01). The smallest differences between the samples in the soluble salt were determined at 9:00, ranging from 397.00 (TH-16-49) to 565.00 (TH-16-01). The minimum soluble salt content was the most frequently detected at the sample TH-16-49. The maximum values of the soluble salt content at all times measurements were determined a range of 565.00 (9:00) to 913.00 (13:30).

For a more complex assessment of the issue was determined the dependence between the evaluated properties in samples of water with honey and tea with honey. In both evaluated variants was determined a negative statistically high dependence between pH and electrolytic conductivity and soluble minerals. A similar dependence was also found between electrolytic conductivity and soluble minerals of dissolved honey in water and teas.

The differences between samples of tested water with honey and teas with honey according to established physicochemical parameters are presented graphically according to cluster analysis. Comparisons in both variants clearly indicate a significant difference in similarity, although we have seen only two different

clusters. These results are justified of the fact that honey from different plant species was used in the experiments.

The most recent trend is returning to traditional products, and therefore to traditional drinks and traditional meals. The use of honey beverage with natural nutritional, therapeutic and energetic values could be a good alternative for obtaining energy and nutrition for the human organism.

Acknowledgements: Co-authors (51810109; 51810415) is grateful to Visegrad Scholarship Fund and Bilateral Scholarship of the Ministry of Education, Science, Research and Sport (Slovak Republic) for the scholarship grant for the research stay during which the presented knowledge was obtained. The publication was prepared with the active participation of researchers involved in the International network *AgroBioNet* of the Institutions and researchers for the realization of research, education and development program «Agrobiodiversity for improving nutrition, health, and life quality» and within the project ITEBIO (ITMS 26220220115).

**СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ
В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЛИСТЬЯХ
AMARANTHUS TRICOLOR L. СОРТА ВАЛЕНТИНА**

***Гинс М.С.¹, Гинс В.К.¹, Мотылева С.М.², Куликов И.М.²,
Тодорова Д.А.³, Сергиев И.Г.³***

¹ ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»,
г. Одинцово, ул. Селекционная, д. 14, anirr@bk.ru

² ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт
садоводства и питомниководства», г. Москва, ул. Загорьевская, д. 4,
motyleva_svetlana@mail.ru

³ Институт физиологии и генетики Болгарской академии наук,
dessita@bio21.bas.bg; iskren@bio21.bas.bg

***Gins M.S.¹, Gins V.K.¹, Motyleva S.M.², Kulikov I.M.²,
Todorova D.A.³, Sergiev I.G.³***

¹ Federal Research Center for Vegetable Growing, 14, ul. Selektionnaya,
pos. VNISSOK, Odintsovskii Region, Moscow Province, 143080 Russia,

² All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology
and Nursery, 4, ul. Zagor'evskaya, Moscow, 115598 Russia

³ Institute of Plant Physiology and Genetics, Bulgarian Academy of Sciences,
Acad. G. Bonchev Street, Bldg. 21, 1113 Sofia, Bulgaria,

Изучался состав органических кислот в листьях амаранта методом ГХ-МС. Метаболическое профилирование разновозрастных листьев характеризуется индивидуальным фенотипом каждого отдельного листа, включающим как общие метаболиты, обнаруженные во всех листьях, так и специфические, характерные для листа определенного возраста. Последние могут служить биомаркерами, которые указывают возраст листа и которые могут быть одной из составляющих процессов старения.

We investigated the organic acids composition in amaranth leaves by using GC-MS. The metabolic profiles of leaves of different age are characterized by the individual phenotype of each leaf, including common metabolites found in all leaves, as well as specific ones characteristic for the leaves of certain age. The latter could be part of the aging process component system, and can be used as biomarkers indicating the age of the leaf.

Органические кислоты в растениях содержатся как в свободном виде, так и в виде солей или эфиров. Они накапливаются в растениях в больших количествах, при этом чаще других встречаются лимонная, яблочная и щавелевая кислоты. Образование органических кислот у высших растений связано с процессом дыхания и диссимиляцией углеводов. Материалом для синтеза органических кислот служат сахара, которые подвергаются окислительной диссимиляции и являются продуктом неполного окисления сахаров. Изучение состава низкомолекулярных метаболитов – органических кислот, участвующих в разнообразных метаболических процессах, и динамики их изменения в процессе роста и развития разновозрастных листьев амаранта является целью данной работы.

Материалы и методы. Материалом служили свежие листья овощного амаранта (*Amaranthus tricolor* L.) сорта Валентина (оригинатор – Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур, ВНИИССОК, Московская обл.). Для изучения брали листья разного возраста: верхние ювенильные с полностью развитой листовой пластинкой, а также первый и второй старые листья с полностью сформированной листовой пластинкой (отсчет снизу).

Качественный анализ метаболитов выполняли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) на хроматографе JMS-Q1050GC («JEOL Ltd», Япония). Идентификацию веществ осуществляли по параметрам удерживания и масс-спектрам библиотеки NIST-5 National Institute of Standards and Technology (США) [1]. Все измерения проводили в трех повторностях.

Результаты и их обсуждение. *Органические кислоты цикла Кребса.* У высших растений важную роль в образовании и превращениях трикарбоновых органических кислот играет пировиноградная кислота, которая образуется на первой стадии диссимиляции гексоз и служит исходным соединением для синтеза органических кислот алифатического ря-

да. Полное окисление пировиноградной кислоты происходит при аэробном дыхании в цикле Кребса через ряд последовательных реакций. При этом из одной молекулы глюкозы при ее расщеплении образуется две молекулы пировиноградной кислоты.

Анализ данных табл. 1 свидетельствует, что все исследованные разновозрастные листья амаранта содержат пировиноградную кислоту.

Таблица 1

**Состав трикарбоновых кислот
в разновозрастных листьях амаранта сорта Валентина**

Разновозрастные листья		
1 – самый старый	2 – старый лист	Ювенильный лист
Пировиноградная	Пировиноградная	Пировиноградная
Янтарная	Янтарная	Янтарная
Лимонная	Лимонная	Лимонная
Фумаровая	Фумаровая	Фумаровая
-	Яблочная	Аспаргиновая
-	Ацетопирувиновая	-

В реакциях цикла Кребса участвуют 9 органических кислот алифатического ряда, тогда как нами обнаружено в первом и третьем листьях амаранта по 3 кислоты, а во втором листе – 6 органических кислот. Возможно, что не обнаруженные нами в опыте трикарбоновые кислоты, являясь промежуточными продуктами цикла Кребса, не накапливаясь, быстро расходовались в листьях амаранта в этот период развития листа. В ювенильных листьях амаранта обнаружена аспаргиновая кислота, в биосинтезе которой участвует щавелевоуксусная кислота.

Органические карбоновые кислоты. По библиотечным масс-спектрам было идентифицировано более 70 индивидуальных веществ, относящихся к органическим кислотам. В разновозрастных листьях амаранта наряду с одинаковым составом органических кислот, обнаруженных во всех листьях, накапливаются специфические кислоты, характерные только

для листьев определенного возраста. Например, в самом старом (первом) листе амаранта накапливаются пропеоновая, пентановая, октиленовая, бромсантарная, моноамидометилмалоновая, халановая кислоты, а во втором листе – винная кислота, пироглутаминовая, дезоксихолева, ксилоновая. В ювенильных листьях амаранта образуется этилсульфоновая, кетовалериановая, диоксигептановая, кетоглюконовая кислоты и др. Вышеперечисленные специфические кислоты образуются в разновозрастных листьях, что, по-видимому, может указывать на их важную роль в метаболических реакциях в определенный период развития листа. Не исключено, что они могут служить биомаркерами возраста листа.

Фенолкарбоновые кислоты. К группе растительных фенолов относятся органические соединения ароматического ряда, которые содержат одну или несколько гидроксильных групп, связанных с атомами углерода ароматического бензольного кольца. Огромное разнообразие природных фенольных соединений включает в свой состав группу (С6–С1) метаболитов, представленных оксибензойными кислотами. Оксибензойные кислоты широко распространены в растениях, в которых они обычно присутствуют в связанном состоянии и высвобождаются при гидролизе. Во всех разновозрастных листьях амаранта была выявлена ценная ванилиновая кислота, которая является мощным антиоксидантом (табл. 2).

Таблица 2

**Состав фенолкарбоновых кислот
в разновозрастных листьях амаранта сорта Валентина**

1 – самый старый	2 – старый лист	3 – ювенильный лист
Ванилиновая	Ванилиновая	Ванилиновая
-	Бензойная	Бензойная
Кофейная	Кофейная	Кофейная
Коричная	-	Коричная
-	Феруловая	-
-	Карболовая	-

Другая группа (С6–С3) соединений представлена оксикоричными кислотами, которые в растениях присутствуют как в свободном виде, так и в виде эфиров, имеют транс-конфигурацию. Характерной особенностью о-гидроксикоричной кислоты является образование лактона, которое осуществляется после транс-цис-изомеризации этой кислоты. Для всех оксикоричных кислот характерна цис-транс-изомерия. Во всех разновозрастных листьях амаранта обнаружена кофейная кислота, в то время как в самом старом листе и ювенильном листьях выявлена коричная кислота (см. табл. 2). Во втором (старом) листе амаранта аккумулируется метилированное производное кофейной кислоты – феруловая кислота (см. табл. 2).

Выводы. Метаболическое профилирование разновозрастных листьев характеризуется индивидуальным фенотипом каждого отдельного листа, включающим как общие метаболиты, обнаруженные во всех исследованных листьях, так и специфические, характерные для листа определенного возраста, которые могут служить в качестве биомаркеров, указывающих на возраст листа, и которые могут быть одной из составляющих процессов старения.

Библиографический список

1. Гинс М.С., Гинс В.К., Мотылева С.М., Куликов И.М., Медведев С.М., Пивоваров В.Ф., Мертвищева М.Е. Идентификация метаболитов с антиоксидантными свойствами в листьях овощного амаранта (*Amaranthus tricolor* L.) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 5. С. 1030-1040.

2. Гинс М.С., Гинс В.К., Колесников М.П., Кононков П.Ф., Чекмарев П.А., Каган М.Ю. Методика анализа фенольных соединений в овощных культурах // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. М., 2010.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА РАСТЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

Гладей Д.М.¹, младший научный сотрудник,
Елисовецкая Д.С.¹, д.б.н., ведущий научный сотрудник,
Бриндза Ян², доктор инженер, директор департамента

¹ Институт генетики, физиологии и защиты растений,

Республика Молдова (ИГФЗР РМ),

diana.cristman78@gmail.com, dina.elis.s@gmail.com

² Словацкий аграрный университет в Нитре, Департамент генетики
и растениеводства, факультет агробиологии и пищевых ресурсов,

Институт сохранения биоразнообразия и биобезопасности,

brindza.jan@gmail.com

¹ Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection,

Republic of Moldova (IGPPP RM)

² Slovak University of Agriculture in Nitra, Department of Genetics
and Plant Breeding, Faculty of Agrobiological and Food Resources,

Institute of Biodiversity Conservation and Biosafety (UNIAG, FAaFR)

В работе приведены результаты влияния различных концентраций экстракта из хвои сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae) на процессы каллусообразования у черенков кизила. Установлено, что экстракт в концентрации 1,0 % проявлял свойства ингибитора физиологических процессов каллусообразования. Более низкие концентрации растительного экстракта из хвои *P. sylvestris* (0,1-0,001 %) действовали как стимуляторы роста.

Paper presents the results of the influence of various concentrations of extracts from needle of pine *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae) on the processes of callus formation in cornelian cherry cuttings. It is established that the extract at concentration of 1.0 % exhibited the capacity of inhibitor for callus formation physiological processes. Lower concentrations of plant extract from *P. sylvestris* needles (0.1-0.001 %) acted as growth stimulators.

Кизил обыкновенный, или мужской (*Cornus mas* L.) – многолетнее плодое растение из семейства Кизиловые (Cornaceae). В Республике Молдова специальные плантации

кизила крайне редки, а ресурсы дикорастущего кизила сильно уменьшились. Вопросы разработки эффективных способов размножения кизила являются актуальными не только для сохранения и поддержания естественных запасов и получения новых сортов, но и для оптимизации выращивания ценных сортов. Подобно другим видам фруктовых деревьев, защита генетических характеристик кизила возможна путем вегетативного воспроизводства.

Одним из вегетативных способов размножения кизила является черенкование, которое обеспечивает получение корнесобственных растений, характеризующихся генетической однородностью, а также физиологической и анатомической целостностью организмов. Это исключает такие отрицательные явления, как несовместимость привоя и подвоя, нередко наблюдаемые в привитой культуре. Корнесобственные растения обладают способностью самовозобновления в случаях отмирания надземной части. Это особенно важно для сортов кизила с пониженной зимостойкостью. Корнесобственная культура обеспечивает большую выносливость, высокую продуктивность, а также долговечность плодовых насаждений.

В этой связи цель настоящей работы состояла в изучении влияния биологически активных веществ, экстрагированных из хвои сосны обыкновенной *Pinus sylvestris*, на физиологические процессы каллусообразования как предшественника развития корневой системы черенков кизила.

Объектом исследования служили растения кизила обыкновенного *Cornus mas*, произрастающие в экспериментальном саду Института сохранения биоразнообразия и биобезопасности Словацкого аграрного университета в Нитре. Для закладки опыта использовали стеблевые черенки, заготовленные в сентябре, длиной 18 см с 3-4 узлами. Листья полностью удаляли для уменьшения испарения влаги. В качестве биологически активных веществ использовали экстракты из хвои *P. sylvestris*, разбавленные водой до концен-

трации 1,0; 0,1; 0,01 и 0,001 %. Контролем служила вода. Черенки помещали в сосуды с растворами, уровень погружения черенков в растворы был 3-4 см. В каждом варианте было по 10 черенков. Каждый черенок имел этикетку с номером и учитывался индивидуально. Наблюдение за изменением структуры базальной зоны черенка проводили с помощью микроскопа Stereomicroscope SteREO Discovery V20 (Carl Zeiss) Germania через 5, 10 и 15 дней.

Наблюдения за черенками кизила показали, что уже на 5-й день появились характерные изменения базальной зоны. На поверхности нижнего среза наблюдалось формирование кольцевого каллюсного наплыва, особенно в прикамбиальной области. На 15-й и 21-й дни наибольшее изменение в образовании каллуса наблюдалось в вариантах обработки экстрактами *P. sylvestris* концентрацией 0,1; 0,01 и 0,001 %, камбиальное кольцо было шире в 1,15-1,4 раза, чем в варианте с обработкой водой. В концентрации 1,0 % экстракт из *P. sylvestris* негативно влиял на черенки кизила – у большинства черенков (70-80 %) на базальной части наблюдалось омертвление ткани.

Таким образом, установлено, что экстракты из хвои сосны обыкновенной содержат биологически активные компоненты, которые в зависимости от их концентрации могут действовать либо как стимуляторы роста каллуса, либо как ингибиторы. Показано, что использование экстракта в концентрации 0,1-0,001 % способствует интенсификации процесса каллусообразования у черенков кизила.

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ И ФОРМ ВИШНИ

*Жбанова Е.В., доктор с.-х. наук, в.н.с.,
Кружков А.В., кандидат с.-х. наук, с.н.с.*

ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», shbanovak@yandex.ru,

FOOD VALUE OF PERSPECTIVE CHERRY VARIETIES AND FORMS

*Zhbanova Ye.V., Doctor of Agricultural Sciences,
Kruzhkov A.V., Candidate of Agricultural Sciences*

FSSI "I.V. Michurin FSC"

В результате проведенных исследований отобраны ценные сорта и формы вишни с высоким содержанием пищевых веществ, витаминов и других способствующих укреплению здоровья соединений: сахаров – Превосходная Веньяминова, 12-75, 7-10-02, аскорбиновой кислоты – Фея, Превосходная Веньяминова, 1-26-4; антоцианов – ВБК 10-3, Гранит, 12-75, хлорогеновой кислоты – Тургеневка, Превосходная Веньяминова, 12-75.

As a result of the research, valuable cherries varieties and forms with a high content of nutrients, vitamins and other health promoting compounds were selected: sugars – Prevoskhodnaya Ven'yaminova, 12-75, 7-10-02, ascorbic acid – Feya, Prevoskhodnaya Ven'yaminova, 1-26-4; anthocyanins – VBK 10-3, Granit, 12-75, chlorogenic acid – Turgenevka, Prevoskhodnaya Ven'yaminova, 12-75.

Введение. Плоды вишни являются отличным источником многочисленных питательных и биологически активных веществ, что является одной из основных причин их растущей популярности в рационе человека. Цель настоящей работы состояла в комплексной оценке по химическому составу ряда перспективных сортов и форм вишни для выделения источников высокого содержания пищевых и биологически активных веществ.

Материалы и методы. Объектами исследования служили плоды перспективных сортов, отборных и элитных форм вишни генетической коллекции, собранной и созданной в ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Химические анализы плодов проводились общепринятыми стандартизированными методами [1-3].

Результаты и их обсуждение. Отмечены значительные различия между исследованными формами по основным компонентам химического состава плодов (табл. 1).

Химический состав плодов вишни (2015-2018 гг.)

Таблица 1

Показатель	Среднее (M±m)	Интервалы варьирования		
		min	max	разность (Δ)
PCB, %	16,4±0,41	9,9	21,4	11,5
Сахара (сумма), %	10,2±0,32	6,0	16,7	10,7
Титр. к-ть, %	1,34±0,05	0,59	2,17	1,58
pH	3,3±0,04	2,9	3,8	0,9
Сахар/кислота	8,4±0,67	3,9	28,3	24,4
АК, мг/100 г	12,6±0,57	7,9	20,7	12,8
Катехины, мг/100 г	412±60,7	50	884	834
Антоцианы, мг/100 г	150,9±17,4	21,5	440,0	418,5
Сумма флавонолов, мг/100 г	69,3±8,76	34,1	98,3	64,2
Хлорогеновая к-та, мг/100 г	88±6,40	18	180	162
Пектиновые в-ва (сумма), %	0,77±0,04	0,61	0,89	0,28

Содержание растворимых сухих веществ (PCB) в среднем составило 16,4 %, суммы сахаров – 10,2 %. Повышенным уровнем содержания PCB (выше 20,0 %) и сахаров (выше 12,0 %) отличался сорт Превосходная Веньяминова, отборные формы 12-75, 7-10-02. Основную часть (91,3 %) сахаров плодов вишни составляют редуцирующие сахара (глюкоза, фруктоза). На долю сахарозы приходится незначительная часть (8,7 % от общей суммы). Диапазон варьирования органических кислот достигал 0,59–2,17 %. Низкая кислотность плодов (менее 1,0 %) отмечена у сорта Фея, элиты 6-85, отборной формы 12-79. Указанные формы характеризуются наибольшим сахаро-кислотным индексом. Показатель актив-

ной кислотности (рН) сока плодов вишни изменялся в диапазоне 2,9-3,8.

Среднее по сортам содержание аскорбиновой кислоты составило 12,6 мг/100 г, изменяясь в пределах 7,9-20,7 мг/100 г. По данному показателю (выше 15,0 мг/100 г) выделены сорта и формы: Владимирская, Фея, Превосходная Веньяминова, 1-13-3, вишня степная, 1-26-4. Употребление всего 100 г плодов вишни удовлетворяет суточную потребность в витамине С (60 мг) 13,2-34,5 %.

Варьирование по содержанию хлорогеновой кислоты (ХК) составляло от 18 до 180 мг/100 г (среднее 88 мг/100 г). Высокое содержание ХК (выше 140 мг/100 г) отмечено у сортов Владимирская, Тургеневка, Превосходная Веньяминова, элитных форм 12-75. Изменчивость содержания катехинов у исследованных форм вишни составила от 50 до 884 мг/100 г. Высокое их накопление отмечено у сортов Владимирская, Гранит, Звезда, отборных сеянцев 12-75, 1-13-3. Флавонолов накапливалось в пределах 34,1-98,3 мг/100 г. Лучшими по данному признаку являлись сорта Жуковская, Владимирская, Фея. Содержание в плодах антоцианов варьировало в широком диапазоне – от 21,5 до 440,0 мг/100 г (среднее – 150,9 мг/100 г). Наибольшим их содержанием характеризовались: ВБК 10-3, Гранит, 12-75, Владимирская. Исследованные сорта вишни накапливали менее 1,0 % пектиновых веществ. Наиболее высокое их содержание отмечено у сортов Романтика (0,89 %) и Звезда (0,85 %). Протопектин преобладает над растворимым пектином, на его долю приходится от 52,9 до 68,6 % суммарного их содержания.

Заключение. В результате проведенных исследований выделены сорта – ценные источники высокого содержания: *суммы сахаров* (Превосходная Веньяминова, отборные формы 12-75, 7-10-02); *аскорбиновой кислоты* (Владимирская, Фея, Превосходная Веньяминова, 1-26-4); *антоцианов* (ВБК 10-3, Гранит, 12-75, Владимирская); *хлорогеновой кислоты*

(Владимирская, Тургеневка, Превосходная Веняминова, 12-75).

Библиографический список

1. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1995. 502 с.

2. Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. 430 с.

3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.

DOI: 10.22363/09358-2019-153-156

УДК 631

МИКРОВОДОРОСЛИ: БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ И ЦЕННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ВЕЩЕСТВА*

***Куликовский М.С., Мальцев Е.И., Гусев Е.С.,
Кузнецова И.В., Шкурина Н.А., Кезля Е.М.***

*Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева
Российской академии наук, Москва, Россия, tax-kulikovsky@yandex.ru*

***Kulikovskiy M.S., Maltsev Y.I., Gusev E.S.,
Kuznetsova I.V., Shkurina N.A., Kezlya E.M.***

K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, IPP RAS, Moscow, Russia

Глобальным мировым трендом является улучшение качества продуктов питания путем повышения эффективности использования биоресурсов и строгого контроля за эксплуатацией природных ресурсов. В связи с этим значительно возрастает перспективность использования биомассы микроводорослей в биотехнологических целях. В работе представлены результаты скрининга штаммов разных групп водорослей в контек-

* Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 18-74-00095).

сте поиска перспективных продуцентов ценных биологически активных веществ.

Ключевые слова: скрининг, водоросли, коллекция культур, фукоксантин.

The global world trend is to improve the quality of food products by increasing the efficiency of the use of biological resources and strict control over the exploitation of natural resources. In this regard, the prospect of the use of microalgae biomass for biotechnological purposes increases significantly. The paper presents the results of screening strains of different groups of algae in the context of the search for promising producers of biologically active substances.

Keywords: screening algae, culture collection, fucoxanthin.

Введение. Перспективность использования водорослей, по сравнению с сельскохозяйственными культурами и сырьем животного происхождения, как источника биологически активных веществ для производства биотоплива, питания людей и животных, во многом определяется их высокой производительностью и широкой экологической устойчивостью. При этом продукты биосинтеза разных групп водорослей могут применяться для решения различных биотехнологических задач. Диатомовые водоросли могут служить промышленным источником липидов в связи с их хорошим ростом в условиях культуры, а также способностью к высокопродуктивному накоплению хризолaminaрина, триглицеридов и т.д.

Фукоксантин – один из наиболее распространенных каротиноидов в природе и один из основных пигментов, которые продуцируют гетероконтные и гаптофитовые водоросли. В водорослях фукоксантин действует как первичный светособирающий каротиноид, который переносит энергию на хлорофилл-белковый комплекс. Фукоксантин также обладает многими полезными для здоровья эффектами, включая противоопухолевые, гипотензивные, противовоспалительные и противодействующие ожирению эффекты. Микроводоросли являются перспективным источником фукоксантина для коммерческого производства. В данной работе представлены первые результаты скрининга разных групп водорослей из

Коллекции культур лаборатории Молекулярной систематики водных растений Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН для выявления новых коммерчески перспективных продуцентов биологически активных и ценных пищевых веществ.

Объекты и методы исследований. В работе приведено обобщение опубликованных данных, в том числе на основе собственных исследований. Объектами исследования служили штаммы из разных групп зеленых, диатомовых и золотистых водорослей. Микроскопические исследования и фотографирование проводили с помощью светового микроскопа Zeiss Scope A1. Филогенетические исследования – с помощью последовательностей генов SSU rDNA и *rbcL*. Состав жирных кислот определяли при помощи газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором Agilent 5975C.

Результаты и их обсуждение. В настоящее время фукоксантин производится главным образом из бурых макроводорослей, таких как *Laminaria japonica*, *Eisenia bicyclis*, *Undaria pinnatifida* и *Hijikia fusiformis*. Однако эти макроводоросли в основном собираются для производства продовольствия в Азии и содержат очень низкие концентрации фукоксантина. Концентрация фукоксантина в микроводорослях намного выше, чем у макроводорослей, и методы промышленного производства микроводорослей постоянно развиваются.

Несмотря на обилие и разнообразие фукоксантина, который производят микроводоросли, всего лишь несколько видов были изучены для коммерческого производства фукоксантина. Установлено, что золотистая водоросль *Mallomonas* sp. SBV13 показала наибольшие величины содержания фукоксантина в сухой биомассе водорослей среди разных штаммов одноклеточных водорослей. Сравнение с литературными данными показывает, что полученная величина (26,3 мг/г сухой массы) также наибольшая из изучен-

ных к настоящему времени штаммов. Из штаммов с высокими величинами фукоксантина следует прежде всего указать диатомовую водоросль *Odontella aurita* SCCAP K-1251 (Xia et al., 2013) и гаптофитовую *Isochrysis* aff. *galbana* CCMP1324 (Kim et al., 2012). Однако у первого штамма максимальная величина фукоксантина в сухой биомассе составила 21,7 мг/г, а у второго – 18,23 мг/г, что значительно ниже, чем у штамма SBV13. Следует отметить, что это первые данные по водорослям порядка Synurales в качестве объекта биотехнологии и производителя фукоксантина. Содержание фукоксантина в сухой биомассе *Phaeodactylum tricornutum* значительно меньше (9,8 г/мг), чем у *Mallomonas* sp. SBV13 (Petrushkina et al., 2017).

Заключение. Микроводоросли являются перспективным источником фукоксантина для коммерческого производства. Новый штамм *Mallomonas* sp. (Synurophyceae) имеет самое высокое известное содержание фукоксантина. Поиск новых штаммов с высоким содержанием фукоксантина и генетическая модификация механизмов его биосинтеза могут стать эффективной стратегией для дальнейшего улучшения коммерческого производства фукоксантина.

АНАЛИЗ СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ[†]

Лу́кьянчук И.В., кандидат с.-х. наук, с.н.с.,

Жбанова Е.В., доктор с.-х. наук, в.н.с.,

Лыжин А.С., кандидат с.-х. наук, в.н.с.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина»,
shbanovak@yandex.ru*

ANALYSIS OF STRAWBERRY VARIETIES FOR INDICATORS OF CHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS

Luk'yanchuk I.V., Candidate of Agricultural Sciences,

Zhbanova Ye.V., Doctor of Agricultural Sciences,

Lyzhin A.S., Candidate of Agricultural Sciences

*Federal State Budgetary Scientific Institution
"I.V. Michurin Federal Scientific Center"*

Проведена оценка сортов земляники по приоритетным показателям химического состава плодов. Выделены перспективные сорта – источники пищевых и биологически активных веществ (сахаров – Флора, Ласточка, Гирлянда, Привлекательная; аскорбиновой кислоты – Незнакомка, Дивная, Гирлянда, Кокинская заря, Привлекательная, Купчиха; антоцианов – Алена, Фейерверк).

Assessment of strawberry varieties on the priority indicators of the chemical composition of the fruit was held. Perspective varieties – sources of food and biologically active substances (sugars – Flora, Lastochka, Girlyanda, Privlekatelnaya; ascorbic acid – Neznakomka, Divnaya, Girlyanda, Kokinskaya zarya, Privlekatelnaya, Kupchikha; anthocyanins – Alena, Feyerverk) were selected.

[†] Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Тамбовской области в рамках научного проекта № 18-416-680002.

Введение. Плоды земляники ценятся за высокие вкусовые качества, аромат, диетические и лечебные свойства. Они являются богатым источником фитохимических соединений: витамина С, фолиевой кислоты, полифенольных веществ (антоцианы, катехины, флавонолы, фенольные кислоты) и других компонентов антиоксидантного комплекса [1]. В последние годы важным направлением селекции земляники является создание сортов, обладающих специфическими, влияющими на здоровье человека фитохимическими веществами.

Интерес к скринингу генотипов земляники по фитонутриентному составу обусловлен данными эпидемиологических исследований и клинических испытаний – употребление плодов, богатых фитонутриентами, способствует профилактике гипертонии, атеросклероза и воспалительных процессов [2, 3]. В этой связи целью исследований являлась оценка сортов земляники генетической коллекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» по химическому составу плодов.

Материалы и методы. Биологическими объектами исследования являлись сорта земляники ананасной (*F. × ananassa* Duch.), полученные в ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», а также интродуцированные сорта отечественной и зарубежной селекции. Анализы химического состава плодов проводились с использованием общепринятых стандартизированных методов [4].

Результаты и их обсуждение. Анализ коллекции сортов земляники по химическому составу плодов показал значительные различия между исследованными генотипами по изучаемым показателям. Установлено, что количество растворимых сухих веществ (РСВ) в плодах исследованных форм составило от 9,6 до 16,4 % при среднем значении 14,1 %. Более высоким (выше 15,0 %) накоплением РСВ характеризовались сорта Избранница, Дивная, Флора, Ласточка. Содержание сахаров в плодах исследованных сортов варьировало в пределах 7,3-13,3 % при среднем значении

10,2 %. Показатель рН сока плодов земляники варьировал в пределах от 3,05 (Red Gauntlet) до 4,01 (Избранница).

Новые перспективные сорта селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина – Флора, Ласточка характеризовались высоким накоплением сахаров и превосходили по данному показателю контрольный (районированный) сорт Урожайная ЦГЛ. Так, накопление сахаров у вышеуказанных сортов составило: Флора – 13,3 %, Ласточка – 11,8 %, Урожайная ЦГЛ – 9,7 %; сахаро-кислотный индекс составил 11,6; 19,0; 8,2 соответственно. Ценность плодово-ягодной продукции во многом определяется наличием в ней биологически активных веществ, таких как аскорбиновая кислота, антоцианы. В изучаемой коллекции генотипов земляники накопление в плодах витамина С варьировало в пределах 48,4-96,8 мг/100 г при среднем по сортам значении 76,1 мг/100 г. Наибольшее накопление витамина С (свыше 80,0 мг/100 г) отмечено у сортов Незнакомка, Дивная, Гирлянда, Кокинская заря, Привлекательная, Купчиха. Содержание антоцианов в плодах земляники в зависимости от генотипа варьировало в значительных пределах – от 21,8 до 124,5 мг/100 г (среднее – 57,8 мг/100 г). Свыше 100,0 мг/100 г антоцианов накапливали плоды сортов Алена и Фейерверк.

Заключение. Таким образом, проведена оценка коллекции сортов земляники по приоритетным показателям химического состава плодов, включая лечебные компоненты. Выделены источники пищевых и биологически активных веществ – перспективные сорта с наилучшей биохимической характеристикой: высоким (более 11,0 %) накоплением сахаров – Флора, Ласточка, Гирлянда, Привлекательная; высоким (более 80,0 мг/100г) содержанием аскорбиновой кислоты – Незнакомка, Дивная, Гирлянда, Кокинская заря, Привлекательная, Купчиха; высоким (более 100,0 мг/100г) содержанием антоцианов – Алена, Фейерверк.

Библиографический список

1. Assessment of the differences in the phenolic composition and color characteristics of new strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars by HPLC–MS and Imaging Tristimulus Colorimetry / Fernández-Lara R., Gordillo B., Rodríguez-Pulido F.J. [et al.] // *Food Res. Int.*, 2015. Vol. 76. P. 645-653.

2. Strawberry as a Functional Food: An Evidence-Based Review / Basu A., Nguyen A., Betts N.M., Lyons T.J. // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2014. Vol. 54 (6). P. 790-806.

3. The healthy effects of strawberry bioactive compounds on molecular pathways related to chronic diseases / Giampieri F., Forbes-Hernandez T.Y., Gasparrini M. [et al.] // *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2017. Vol. 1398 (1). P. 62-71.

4. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош и др.; под ред. А.И. Ермакова. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние. 1987. 430 с.

**ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ
КИСЛОТЫ И АКТИВНОСТИ ПЕРОКСИДАЗЫ
В РАСТЕНИЯХ *MOMORDICA CHARANTIA* L.,
TRICHOSANTHES CUCUMERINA L. В ЗАЩИЩЕННОМ
ГРУНТЕ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

*Мусихин С.А., магистр, младший научный сотрудник,
Ардашева О.А., кандидат с.-х. наук, старший научный
сотрудник*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского
отделения Российской академии наук» (УдмФИЦ УрО РАН),
musihin.sergei87@yandex.ru*

*Federal State Budgetary Institution of Science “Udmurt Federal Research
Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”
(Udmfic UB RAS)*

В данном исследовании приведены результаты лабораторных анализов на содержание аскорбиновой кислоты и активности пероксидазы в листьях *Momordica charantia* L., *Trichosanthes cucumerina* L. при прививке на разные виды подвоев.

Введение. В настоящее время в мировой практике придается большое значение использованию прививки при выращивании травянистых овощных культур. Прививка на устойчивые подвои является одним из высокоэффективных и экологически безопасных методов повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям произрастания [3]. При этом отмечается, что важная роль в совместимости компонентов принадлежит уровню содержания в тканях привоя и подвоя аскорбиновой кислоты и активности пероксидазы [4].

Аскорбиновая кислота – уникальное полифункциональное соединение. Обладая способностью обратимо окис-

ляться и восстанавливаться, она принимает участие в важнейших энергетических процессах растительной клетки – фотосинтезе [6] и дыхании [8], является признанным антиоксидантом [2].

В связи с этим знание условий, формирующих объединение аскорбиновой кислоты зеленых растений, необходимо не только для программированного получения высоковитаминных растительных продуктов, что само по себе является важным для решения проблемы качества пищи, но и для понимания механизмов, определяющих продуктивность растений [5].

На протяжении всей жизни растения подвергаются действию различных стрессовых факторов, в том числе биотической природы (действие фитопатогенов, фитофагов и т.п.). В связи с этим чрезвычайный интерес исследователей наряду с аскорбиновой кислотой вызывает пероксидаза. В живой клетке пероксидаза играет ключевую роль в поддержании молекул в восстановленном состоянии, что является одним из основных условий для нормального существования живых организмов [1]. Повышение активности пероксидазы – результат действия лишь одного из звеньев сложной цепи процессов, изучение которых представляет интерес для выявления устойчивости растения к негативному воздействию. В последние годы появляются работы, в которых авторы предлагают использовать различные ферменты, в том числе пероксидазу, как диагностический признак для оценки степени устойчивости растений к действию стрессовых факторов [7].

Методика проведения исследований. Исследования проводили в весенних поликарбонатных теплицах на территории УдмФИЦ УрО РАН, расположенного в столице Удмуртской Республики г. Ижевске. Объектом исследований были *Momordica charantia* L. и *Trichosanthes cucumerina* L., а также подвои тыквенных культур.

Варианты опытов: 1 – без прививки (контроль). Подвои: 2 – тыква твердокорая; 3 – тыква крупноплодная;

4 – тыква мускатная; 5 – тыква фиголистная; 6 – лагенария. Повторность четырехкратная, площадь учетной деланки – 2 м².

Результаты и их обсуждение. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях *Momordica charantia* L. и *Trichosanthes cucumerina* L. повышалось с увеличением возраста растений, достигая максимального значения в фазу плодоношения, и от прививки на виды подвоев оно не зависело.

Анализ активности пероксидазы показывает, что после высадки *Momordica charantia* L. в защищенный грунт в вариантах с привитыми растениями ее содержание выше, от 150,6 до 171,9 %, по сравнению с контрольным вариантом. Изменения активности пероксидазы в растениях во всех вариантах и в различные фазы развития носили тенденцию роста, что связано с влиянием факторов среды, а также с физиологическим старением растений.

После высадки растений *Trichosanthes cucumerina* L. в защищенный грунт активность пероксидазы остается высокой у привитых растений и варьирует от 109,6 до 154,2 %, а на подвое тыква твердокорая достигает максимального значения в 222,9 %, чем у варианта без прививки.

В фазу плодоношения у *Trichosanthes cucumerina* L. показатель пероксидазы резко вырос, это было связано с поражением растений грибной инфекцией.

Библиографический список

1. Андреева В.А. Фермент пероксидаза: участие в защитном механизме растений. М.: Наука, 1988. 128 с.
2. Бохински Р. Современные воззрения в биохимии. М., 1987. 543 с.
3. Федоров А.В. Биологические и технологические основы применения прививки при выращивании тыквенных культур в сооружениях защищенного грунта: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Ижевск, 2007. 44 с.
4. Федоров А.В., Ардашева О.А., Кочеткова Т.А., Активность пероксидазы и содержание аскорбиновой кислоты в расте-

ниях арбуза и дыни при прививке на разные виды подвоев // Международная научно-практическая конференция «Коняевские чтения»: материалы конф. Екатеринбург. 2013. С. 361-364.

5. Чупахина Г.Н. Система аскорбиновой кислоты растений: монография. Калинингр. ун-т. Калининград, 1997. 120 с. ISBN 5-88874-063-2.

6. Ming-Ching Yu C., Brand J.J // Biochim. et biophys. acta. 1980. Vol. 591. N 2. P. 483-487.

7. Multiple molecular forms of peroxidases and esterases among Nicotiana species and amphiploids / H.H. Smith [et al.] // Plant Physiol. 1976. Vol. 57. № 6. P. 203–212.

8. Yamazaki I. // J. Boil. Chem. 1962. Vol. 237. N 1. P. 242-247.

DOI: 10.22363/09358-2019-164-168

УДК 633.2.031

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПРОТЕИНА И КЛЕТЧАТКИ В ЗЕЛЕННОЙ МАССЕ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО

Трузина Л.А., к. с.-х. н., с.н.с.

ФНЦ «ВИК им. В.П. Вильямса», truzina@yandex.ru

DYNAMICS OF PROTEIN AND FIBER CONTENT IN THE GREEN MASS OF EASTERN GOAT

*Trusina L.A., Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Researcher*

FWRC FPA, truzina@yandex.ru

Показана зависимость содержания протеина и клетчатки в зеленой массе от фазы развития растений и года жизни козлятника восточного.

The dependence of the content of protein and fiber in the green mass on the phase of plant development and the year of life of the Eastern goat.

Введение. В отделе полевого кормопроизводства на дерново-подзолистой почве в среднем за 20 лет использова-

ния травостоя получено около 10,3 т/га абсолютно сухого вещества [1-3]. Питательная ценность зеленой массы кормовой культуры зависит от содержания в ней сухого вещества, поэтому при оценке кормового растения и для установления оптимального срока уборки культуры содержание его в надземной массе является одним из важнейших показателей [4-5].

Корма из козлятника отличаются высокой питательной ценностью: на одну кормовую единицу приходится до 200 г переваримого протеина, с большим содержанием аминокислот, в том числе и незаменимых [5].

Нами проведены исследования по накоплению сухого вещества и химическому составу зеленой массы козлятника восточного в динамике, начиная с фазы стеблевания до фазы цветения.

Материалы и методы. Опыты проводятся во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. Объектом исследований является травостой козлятника восточного районированного сорта Галле, возделываемого по технологии, рекомендуемой ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса.

Химический состав и питательность зелёной массы изучали непрерывно на протяжении всего периода вегетации козлятника восточного.

Результаты и их обсуждение. Проведенными в динамике исследованиями установлено, что сбор сухого вещества с гектара и содержание его в растениях козлятника восточного увеличиваются по мере их роста и развития, при этом чем раньше проводилось скашивание травостоя, тем меньше сухого вещества в нем содержалось. Так, в фазу стеблевания в зеленой массе растений козлятника восточного содержалось 15,1 % сухого вещества, а в фазу цветения – 20,6 % (рис. 1).

Химический состав корма в значительной степени зависит от почвенно-климатических и погодных условий, в которых произрастают растения, от фазы вегетации, в которую культуру убирают и т.д. В ранние фазы в сухом веществе

обычно больше протеина, меньше клетчатки. По мере роста и развития растений происходит увеличение содержания клетчатки, изменяется состав протеина и т.д.

По содержанию сырого протеина козлятник восточный превосходит все известные бобовые культуры. В Нечерноземной зоне в фазу стеблевания в сухом веществе первого укуса козлятника восточного может содержаться более 27 % сырого протеина, а в фазу цветения – более 18 %. В наших опытах содержание сырого протеина снижалось с 27,5 (фаза стеблевания) до 19,1 % (фаза цветения), а содержание сырой клетчатки, наоборот, увеличивалось по мере «старения» растений с 22,4 до 34,2 %.

Следует отметить, что изменения в содержании питательных веществ были менее заметны в период развития от фазы стеблевания до начала бутонизации и резко выражены в фазе полного цветения. Так, в этот период в сравнении с фазой стеблевания содержание сырого протеина снизилось на 8,4 %, а содержание сырой клетчатки увеличилось на 11,8 %.

Кормовые достоинства козлятника восточного по годам жизни поукосно представлены на рис. 2. Биохимический анализ показывает, что содержание протеина в зеленой массе козлятника остается высоким с возрастом растений, что связано с высокой облиственностью (до 50...75 %), а листья содержат больше протеина, чем стебли. Так, в фазе цветения содержание протеина в листьях составляет 23,6 %, а в стеблях – 7,8 %.

Протеин необходим животным как незаменимый источник питания, за счет которого синтезируются белковые вещества тела животных и производимой ими продукции. Важным показателем биологической полноценности протеина является аминокислотный состав. В сыром протеине зеленой массы козлятника восточного идентифицировано 18 аминокислот. Установлено, что аминокислотный состав

надземной массы в процессе вегетации не изменяется, но абсолютное содержание снижается при старении растений.

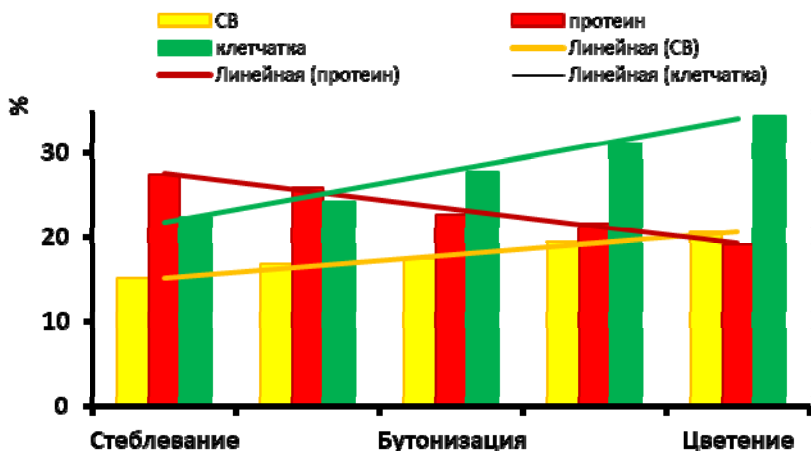


Рис. 1. Химсостав зелёной массы козлятника первого укоса по фазам вегетации

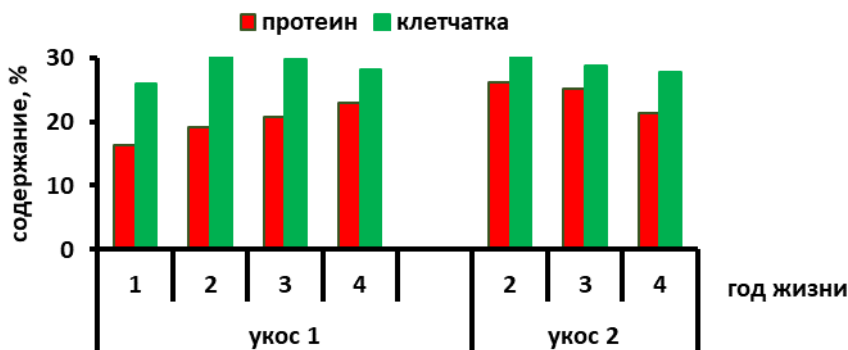


Рис. 2. Химсостав зелёной массы козлятника по годам жизни и укосам

Выводы. Содержание сухого вещества в растениях козлятника восточного увеличивается по мере их роста и развития: чем раньше проводилось скашивание травостоя,

тем меньше сухого вещества в нем содержалось. По мере роста и развития растений происходит снижение содержания протеина и увеличение содержания клетчатки.

Библиографический список

1. Трузина Л.А. Перспективное возделывание козлятника восточного под покровом кукурузы // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы VIII Международного симпозиума. Москва, 22-26 июня 2009 г. М.: РУДН, 2009. Т. II. С. 514-515.

2. Харьков Г.Д., Трузина Л.А., Белова Г.В. Способ выращивания козлятника восточного: патент на изобретение № 2156055. Дата регистрации 13.10.1998. Номер заявки 98118732/13. Патентообладатель: Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса. Россия, 2000.

3. Трузина Л.А. Адаптивные возможности козлятника восточного в агрофитоценозе с кукурузой // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: материалы IV Международной научной конференции (г. Ульяновск, 24-28 июня 2002 г.). – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2002. Т. 1. С. 161-164.

4. Трузина Л.А., Сафина Н.В., Кильянова Т.В. Особенности технологических приемов возделывания козлятника восточного под покровом кукурузы // Агромир Поволжья. 2012. № 2 (6). С. 64-67.

5. Клименко В.П., Трузина Л.А. Перспективы использования козлятника восточного для приготовления силоса и сенажа // Адаптивное кормопроизводство. 2012. № 1. С. 43-48.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО И КОЗЛЯТНИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО ПО ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ

*Трузина Л.А., к.с.-х.н., ст. н. сотрудник,
Коровина В.Л., ст. н. сотрудник*

*ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», г. Лобня Московской области, Россия,
truzina@yandex.ru*

COMPARATIVE EVALUATION OF GALEGA ORIENTALIS AND GALEGA OFFICINALIS NUTRIENT

*Trusina L.A., Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Researcher,
Korovina V.L., Senior Researcher*

FWRC FPA, Lobnya, Moscow Region, Russia

Статья посвящена двум видам многолетнего бобового растения – козлятник восточный (*Galega orientalis Lam.*) и козлятник лекарственный (*Galega officinalis L.*), выращиваемых в Нечерноземной зоне России.

The article deals with two types of perennial leguminous plant *Galega orientalis* (*Galega orientalis Lam.*) and *Galega officinalis* (*Galega officinalis L.*), grown in the non-Chernozem zone of Russia.

Многолетнее травянистое растение козлятник относится к семейству Бобовые (Fabaceae), роду Галега (*Galega*). В России растение известно под названиями: галега, козлятник, козья рута, рутёвка, солодянка лесная. В лесной зоне Кавказа известно два вида козлятника: восточный (*Galega orientalis Lam.*) и лекарственный (*Galega officinalis L.*).

Козлятник восточный (*Galega orientalis Lam.*). Из двух форм козлятника восточного, существующих в природе (северокавказская и лорийская), первая более раннеспелая, с

большим количеством междоузлий и представляет интерес для кормопроизводства. Лорийская форма может быть использована в процессе селекции.

Растение стержнекорневое, образует мощный куст с 10–18 стеблями, высотой 1–1,5 м. На 1 м² может образовывать до 120 стеблей. В год посева козлятник развивается сравнительно медленно, причем его не рекомендуется скашивать в первый год жизни, если к концу вегетации растения имеют высоту менее 20 см. Начиная со второго и во все последующие годы козлятник дает по два полноценных укоса в год, сохраняя высокую продуктивность в течение всего времени его использования. По нашим данным, наиболее рациональным режимом использования козлятника является двухукосное скашивание травостоя: попеременное в первом укосе (в начале бутонизации или цветения), а второе – в конце сентября.

В 100 кг зеленой массы козлятника содержится 20–21 корм. ед., в 100 кг сена 57–58 корм. ед. Содержание белка в надземной массе составляет 16–25 %, при обеспеченности 1 корм. ед. сырым белком 125–216 г. Козлятник восточный отличается высоким содержанием не только белка, но и углеводов, зольных элементов. Его кормовая ценность остается высокой в течение всей вегетации. Листья и стебли остаются зелеными и сохраняют питательную ценность даже после созревания семян.

Козлятник лекарственный (*Galega officinalis L.*). Растет на влажных субальпийских лугах, в горных степях, на опушках буковых лесов, среди кустарников, по берегам рек и ручьев на Кавказе, в Турции и в южных районах европейской части России и Украины.

Многолетнее травянистое растение высотой 40–90 см.

Во всем растении содержатся углеводы, дубильные вещества, алкалоиды, пенагин, флавоноиды, пипеколиновая кислота, кемпферол, рутин, каротин, кверцетин, витамин С, танин, фенолкарбоновые кислоты, галегин, горькие веще-

ства. Из корней растения выделяются тритерпеноиды. В цветках и листьях растения содержатся флавоноиды, кумаровая, кофейная, феруловая и синаповая кислоты, витамины. В составе семян обнаружены стахиоза, сахароза, стероиды, алкалоиды, сапонины, высшие жирные кислоты, углеводы, а также жирное масло.

Медицинское значение имеют надземная часть растения (трава) и семена. Из них выделены алкалоиды, в том числе галегин и пеганин, сапонины. В кормовом отношении козлятник лекарственный практически не изучен.

Таблица 1

**Содержание питательных веществ в зеленой массе
(фаза начало цветения), %**

Козлят- ник	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сырая зола	БЭВ	фосфор	калий
Восточ- ный	20,30	17,81	32,90	2,54	5,64	41,11	0,33	2,29
Лекар- ствен- ный	21,48	13,38	38,68	2,46	5,30	40,18	0,27	0,88

Нами проведены исследования по сравнительной оценке питательной ценности зеленой массы козлятника восточного и козлятника лекарственного. В табл. 1 приведены данные по содержанию питательных веществ в зеленой массе козлятника в фазу начала цветения.

Библиографический список

1. Трузина Л.А. Коровина В.Л. Основные отличия козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) и козлятника лекарственного (*Galega officinalis* Lam.) // Интродукция нетрадиционных и редких растений: материалы X Международной науч.-методич. конф., посвящ. памяти академика РАСХН Немцева Н.С.: в 2 т. Т. 1. Ульяновск: УлГТУ, 2012. С. 93-97.

2. Трузина Л.А. Коровина В.Л. Козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.) и козлятник лекарственный (*Galega officinalis* Lam.) в Нечерноземной зоне России // Охрана биосферы. Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье // Материалы XXIII Международного симпозиума. (г. Алушта, 7-14 сентября 2014 г.). Симферополь, 2014. С. 181-184.

3. Трузина Л.А. Коровина В.Л. Козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.) и козлятник лекарственный (*Galega officinalis* Lam.): основные отличия и продуктивность // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. Вып. 5 (53) / под ред. чл.-корр. РАН В.М. Косолапова, Н.И. Георгиади / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». М.: Угрешская типография, 2015. С. 140-143.

ТЫКВЕННЫЕ ОВОЩИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

*Тошев А.Д.¹, профессор, доктор технических наук,
заведующий кафедрой технологии и организации
общественного питания, Институт спорта, туризма
и сервиса,*

*Хамраева Г.Б.², старший преподаватель кафедры
технологии и организации общественного питания,
Институт спорта, туризма и сервиса,*

*Журавлева Н.Д.³, аспирант кафедры технологии
и организации общественного питания,
Институт спорта, туризма и сервиса,*

*Данченко К.⁴, студентка кафедры технологии
и организации общественного питания, Институт спорта,
туризма и сервиса*

*Южно-Уральский государственный университет
Federal Public Autonomous Educational Institution of the Higher
Education "Southern Ural State University (National Research University)",
454080, г. Челябинск, проспект Ленина, д. 76*

¹ toshevad@susu.ru, ORCID: 0000-0001-8620-2065

² hamraevagb@susu.ru, ORCID: 0000-0001-8620-2065

³ zhuravlevand@susu.ru, ORCID:0000-0002-4218-8772

⁴ kristidanch@gmail.com ORCID: 0000-0002-2160-5450

Цель работы – научное обоснование использования тыквенного порошка в производстве бисквитного полуфабриката, расширение ассортимента, повышение пищевой ценности и разработка научно обоснованной технологии.

Ключевые слова: тыквенный порошок, повышение пищевой ценности.

The purpose of the work is a scientific substantiation of the use of pumpkin powder in the production of biscuit semi-finished product, expanding the range, increasing the nutritional value and the development of science-based technology.

Keywords: pumpkin powder, nutritional value increase.

Введение. В условиях демографического кризиса укрепление здоровья населения является одной из важных проблем российского здравоохранения [6].

Решение данной проблемы возможно при наличии государственной программы, способствующей укреплению, совершенствованию индивидуальных умений и навыков сохранения здоровья. Необходима активная переориентация всей системы здравоохранения на первичную профилактику, разработку специальных программ по укреплению здоровья с учетом имеющихся нарушений либо для предотвращения развития нарушений функций и систем организма. Идея улучшения здоровья населения путем создания условий для рационального питания в настоящее время получила официальное признание и в РФ. Появилась концепция государственной политики в этой области [2].

Целесообразно разрабатывать научно обоснованные рецептуры с меньшим содержанием таких энергоемких компонентов, как сахар и жир, при сохранении в готовой продукции высоких качественных показателей [7].

Мучные кондитерские изделия относятся к широко употребляемым продуктам питания. Поэтому повышение качества, пищевой ценности, расширение ассортимента мучных изделий приобретает важное решение для производства [1].

Мучные кондитерские изделия являются к высококалорийной продукцией, потребление которой нарушает сбалансированность рациона питания как по пищевым веществам, так и по энергетической ценности. Каждые 100 г бисквитного полуфабриката дают организму человека большое количество энергии (1340 кДж) за счет значительного содержания сахара (35,5 % от массы готового изделия). Чтобы возрастающее потребление мучных кондитерских изделий не приносило вреда организму человека, снижение энергетической ценности мучных кондитерских изделий выступает первостепенной задачей работников общественно-

го питания. Ее решение будет способствовать снижению числа лиц, страдающих «болезнями века» (ожирение, сахарный диабет и др.). Целесообразно разрабатывать научно обоснованные рецептуры с меньшим содержанием таких энергоемких компонентов, как сахар и жир, при сохранении готовой продукцией высоких качественных показателей [4].

Анализ существующих рационов показывает, что в промышленно развитых странах потребление высокомолекулярных углеводов (растительных пищевых волокон), включающих в комплекс некрахмалосодержащих полисахаридов – клетчатку, гемицеллюлозы, пектиновые вещества, лигнин (так называемые балластные вещества) – снизилось в 3...4 раза по сравнению с тем количеством, которое люди получили с питанием 100 лет тому назад. В результате неправильного питания у значительной части населения развитых стран, включая и молодое поколение, отмечается резкое ослабление активности кишечника, что способствует преждевременному старению, нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта.

Питание наряду с физической активностью и психоэмоциональным статусом относится к тем важнейшим факторам качества жизни, которые с момента рождения и до самых последних мгновений жизни влияют на организм человека. Рацион каждого человека стал богаче по вкусовым ощущениям, но менее сбалансированным по составу. Рациональное питание – один из главных факторов, определяющих здоровье нации [3].

Разработка новых технологий, предусматривающих использование добавок в качестве одного из основных компонентов рецептур мучных изделий, позволяет улучшить пищевые достоинства готовой продукции.

Объекты и методы исследования. Цель работы – научное обоснование использования тыквенного порошка в производстве бисквитного полуфабриката, расширение ас-

сортимента, повышение пищевой ценности и разработка научно обоснованной технологии.

В соответствии с поставленной целью решались следующие взаимосвязанные задачи:

- определить химический состав используемого основного сырья;
- найти рациональную дозировку используемого тыквенного порошка, которая будет способствовать улучшению качественного состава мучного изделия;
- исследовать пищевую ценность выпеченного бисквитного полуфабриката;
- разработать новую технологию бисквитного полуфабриката.

Результаты и их обсуждение. Технологическая схема производства тыквенного порошка предусматривает обезвоживание сырья до остаточной влажности 5-8 % комбинированным радиационно-конвективным способом в условиях шадящих температурных режимов, обеспечивающих высокую сохранность биологически активных компонентов.

Порошок из тыкв представляет собой однородную сыпучую массу, отличающуюся по цвету, вкусу и запаху. Тыквенный порошок имеет светло-желтый цвет с легким запахом, присущим тыкве.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения не должны превышать 4 %.

При анализе результатов, представленных в табл. 1, установлено, что в тыквенном порошке по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта содержатся витамины В1 и В2.

Данные табл. 1 показывают, что содержание моно- и дисахаридов, пищевых волокон больше. Сведения по качественному и количественному составу пищевых волокон в продуктах переработки зерна в доступной нам литературе ограничены.

Химический состав основного сырья (на 100 г продукта)

Химический состав	Пшеничная мука высшего сорта	Тыквенный порошок
Белки	14,3	2,2
Жиры, г	2,1	0,1
Углеводы, г	67,7	59,0
Моно- и дисахариды	2,27	5,6
Влажность, %	14	12,0
Пищевые волокна, г	3,5	14,9
Витамин В1, мг %	0,14	0,22
Витамин В2, мг %	0,24	2,1
Калий, мг %	123,0	580,0
Энергетическая ценность, ккал	360	232,0

В процессе эксперимента были разработаны образцы бисквитного полуфабриката с различным содержанием тыквенного порошка. Для определения оптимальной дозы вносимой добавки тыквенного порошка проведена органолептическая оценка образцов, приготовление с содержанием порошка тыквы 1,0; 1,5 и 2,0 % от общей массы муки.

Рецептуры контрольного и опытных образцов основного бисквитного полуфабриката с добавлением тыквенного порошка представлены в табл. 2.

Бисквитный полуфабрикат

Сырье и материалы	Масса нетто, г			
	Контрольный	С добавкой порошка тыквы, %		
		1,0	1,5	2,0
Мука пшеничная высшего сорта	2376,0	2352,0	2340,0	2328,0
Тыквенный порошок	-	24,0	36,0	48,0
Масло сливочное	780,0	780,0	780,0	780,0
Сахар	3096,0	3096,0	3096,0	3096,0
Яйца	6863,0	6863,0	6863,0	6863,0
ИТОГО	13119,0	13119,0	13119	13119
ВЫХОД	10000	10000	10000	10000

Влияние тыквенного порошка на основные свойства выпеченных полуфабрикатов. Качество бисквитного теста определяется прежде всего свойствами взбитой яично-сахарной массы, в связи с этим исследовали влияние концентрации сахара. Количество сахара изменяли в пределах 60...100 % от его массы [5].

Таблица 3

**Показатели качества бисквитного теста
с различным количеством тыквенного порошка**

Показатели качества	Контроль	Содержание тыквенного порошка %		
		1,0	1,5	2,0
Влажность, %	30,5	30,8	31,4	33,1
Плотность, кг/м ³	30,5	28,0	36,0	50,0

Следовательно, теоретические и практические исследования показали, что при внесении в рецептуру основного бисквитного полуфабриката тыквенного порошка в количестве 1,5 % влажность увеличивается на 1,5 %, а плотность уменьшается в сравнении с бисквитами приготовленными.

Все зависимости «Объем выпеченных полуфабрикатов» описываются полиномиальными зависимостями. Для бисквитов основные оптимальные значения добавки тыквенного порошка 1,5 %. Результаты подбора моделей отображены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние добавки тыквенного порошка на объем выпеченных бисквитных полуфабрикатов

Вид полуфабриката	Контроль	Тыквенный порошок, %		
		1,0	1,5	2,0
Бисквитный полуфабрикат объем, см ³ /г	340	354	363	336

В данной таблице показано, что при добавлении тыквенного порошка в состав бисквитного полуфабриката будут увеличиваться основные показатели качества и удельный объем. В результате при добавлении тыквенного порошка в количестве 1,5 % от общей массы пшеничной муки высшего

сорта в состав бисквитного полуфабриката достигнут его наибольший объем.

Дальнейшие количества вносимой добавки приводили к ухудшению качества выпеченных бисквитных полуфабрикатов.

Заключение. В результате исследований установлено, что внесение добавки тыквенного порошка в полуфабрикаты бисквита способствует улучшению показателей качества выпеченного полуфабриката. Плотность бисквитного теста с добавлением тыквенного порошка в количестве 1,5 % снизилась на 2,0...4,5 %, удельный объем, пористость мякиша выпеченного бисквитного полуфабриката возросли соответственно на 1,5 %, выход увеличился на 2 %.

Технологический процесс приготовления бисквитных полуфабрикатов с добавкой тыквенного порошка не требует модификации традиционного способа его производства и может быть использован в производственной программе любого кондитерского цеха в структуре предприятия общественного питания без дополнительных затрат на его переоснащение.

На основе проведенных исследований физико-химических свойств теста и выпеченных бисквитных полуфабрикатов выявлена оптимальная дозировка тыквенного порошка, которая составила 1,5 % к массе пшеничной муки. Показано, что уменьшение дозировки на 0,5 % приводит к снижению суммарного эффекта, а увеличение на 2,0 % – к ухудшению качественных показателей теста и выпеченных полуфабрикатов.

На основе результатов проведенных исследований разработана рецептура и технология бисквитного полуфабриката, установлены органолептические показатели качества, регламентирующие лабораторный контроль разработанных полуфабрикатов.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения, 2005. 8 с.
2. Егорова Е.Ю. Продукты функционального назначения и БАД к пище на основе дикорастущего сырья / Е.Ю. Егорова, М.Н. Икольникова // Пищевая промышленность. 2007. № 11. С. 11-12.
3. Колесник А.А. Теоретические основы товароведения продовольственных товаров / А.А. Колесник, Л.Г. Елизарова. М.: Экономика, 2008. 456 с.
4. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / Спиричев В.Б. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 548 с.
5. Технология продукции общественного питания: в 2 т. Физико-химические процессы, протекающие в пищевых продуктах при их кулинарной обработке / под ред. д-ра техн. наук, проф. А.С. Ратушного. М.: Мир, 2004. Т. 1. 358 с.
6. СанПин 2.3.2.1324-03. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов, дата введения 25 июня 2003 г.
7. Байдзайтене З.Ю. Биологическая и биохимическая характеристика овощных порошков: автореф. дис. ... канд. техн. наук / З.Ю. Байдзайтене. Вильнюс, 1975. 23 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАПСОВОГО ЖМЫХА КАК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

*Журавлева Н.Д.¹, аспирант кафедры технологии
и организации общественного питания,
Институт спорта, туризма и сервиса;*

*Тошев А.Д.², профессор, доктор технических наук,
заведующий кафедрой технологии и организации
общественного питания, Институт спорта,
туризма и сервиса;*

*Ярыгина Е.С.³, студент кафедры технологии и организации
общественного питания, Институт спорта,
туризма и сервиса*

*Южно-Уральский государственный университет
Federal Public Autonomous Educational Institution of the Higher Education
“Southern Ural State University (National Research University)”,
454080, г. Челябинск, проспект Ленина, д. 76*

¹ zhuravlevand@susu.ru, ORCID: 0000-0002-4218-8772

² toshevad@susu.ru, ORCID: 0000-0001-8620-2065

³ yaryginaliza@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2160-5450

Проведено исследование рапсового жмыха, его положительного влияния на организм человека. Определены перспективы использования рапсового жмыха как биологически активной добавки.

Рапс – это культурное гибридное растение, которое содержит практически все хромосомы родительских видов. Его уникальность заключается в том, что в дикой природе не существует конкретного предка растения.

Благодаря этому растению можно получить следующие необходимые вещества и продукты:

– биологические масла и топлива;

- натуральные косметические средства и бытовая химия;
- натуральное растительное масло для пищевой промышленности;
- зеленый продукт на зимние заготовки;
- составляющий элемент кормовых продуктов.

Жмых рапсовый получается при холодном отжиме растительного масла на шнековых прессах из предварительно обработанных семян рапса. Рапсовый жмых предназначен для кормовых целей, непосредственного введения в рацион животных и производства комбикормовой продукции. В настоящее время остается открытым вопрос использования рапсового жмыха как пищевого продукта. Рапсовый жмых богат различными веществами: жиром, протеином, углеводами, клетчаткой [3].

В настоящее время фермерами культивируется две основные разновидности рапса: озимый и яровой. Существенных различий в морфологии между ними нет. Вся разница между ними заключается в том, что озимый рапс лучше переносит зимние холода, но более уязвим перед засухой. Озимый рапс обладает более высокой урожайностью: до 30 т зелёной массы с 1 га при кормовом направлении и до 3 т зерна при масличном направлении. Для сравнения яровой рапс дает не более 1,5 т зерна с гектара [3].

По кормовой ценности рапс значительно превосходит другие сельскохозяйственные культуры. Так, в 1 кг семян рапса содержится 233 г протеина, 400–405 г жира, 1,4–1,5 к. ед., 14–17 МДж обменной энергии, до 9,5 % клетчатки. Протеин рапсовых кормов по аминокислотному составу является биологически более полноценным, так как содержит в 4–5 раз больше незаменимых аминокислот, чем злаковые культуры, но протеин рапса дефицитен по лизину [2]. Проблему недостатка кормового протеина частично решают путем использования в кормлении сельскохозяйствен-

ных животных семенами рапса и продуктами их переработки – жмыхов и шротов, получаемых после отжима и экстракции масла. Так, в 1 кг рапсового жмыха содержится 1–1,12 к. ед., 10–11 МДж обменной энергии, 90–110 г жира, 253–337 г сырого протеина, 7,6 г кальция, 6,1 г фосфора [2].

Таблица 1

Сравнение химического состава жмыха рапсового повышенной масличности и муки высшего сорта

Химические показатели, г/100 г сухого вещества	Значение показателя	
	Рапсовый жмых	Мука высшего сорта
Массовая доля сырого жира	7,45±0,03	1,3±0,9
Массовая доля серого протеина	38,87±0,2	10,6±9,8
Углеводы		69±71
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном продукте	13,7±0,1	–
Гемицеллюлозы	12,6±0,1	–
Лигнин	9,44±0,03	–
Крахмал	1,65±0,3	66,7±67,2
Сахар	3,72±0,01	1,8±2,1
Массовая доля общей золы, в т.ч. нерастворимой в соляной кислоте	6,6±0,1 0,2	0,55±0,57
Массовая доля влаги	8,83±2,5	15,0±15,6

Изучив химический состав жмыха рапсового, пришли к выводу, что использование данного продукта, богатого макро- и микроэлементами, витаминами, минеральными веществами (кальций), белками, жирами и углеводами (клетчатка), целесообразно применять в виде растительной пищевой добавки в питание человека.

В проведенном исследовании было установлено, что при добавке жмыха рапса в объеме 5 % в соус красный основной происходит увеличение показателей микронутриентов. При употреблении в пищевой рацион в течение 3 месяцев соуса красного основного с добавкой жмыха рапса наблюдалось снижение судорог и спазмов мышц у легкоат-

летов. Данные исследования химического состава жмыха рапса дают возможность для дальнейшего использования его в производстве продуктов питания для спортсменов [1].

В исследовании жмых рапса вносили вместе с пшеничной мукой в количестве 2,5 и 5 %. Перед тем как дополнять муку пищевой добавкой растительного происхождения, необходимо было провести исследования на минеральный состав муки пшеничной высшего сорта и рапсового жмыха. Данные исследования показали, что рапсовый жмых превосходит муку пшеничную высшего сорта по содержанию натрия, кальция, магния, в среднем на 3 мг в 100 г продукта [1].

Таким образом, рапсовый жмых полезно добавлять в продукты питания, так как он положительно влияет на организм человека, мышечные волокна, а клетчатка, содержащаяся в данной растительной добавке, улучшает работу желудочно-кишечного тракта.

Библиографический список

1. Тошев Д., Журавлева Н.Д., Ярыгина Е.С., Велямов М.Т., Позняковский В.М. Перспективы использования рапсового жмыха в питании спортсменов. 2018. Т. 18. № 1. С. 115-124.
2. Глушко В.М., Линкевич С.А., Глушко О.Г., Козинец А.И., Надаринская М.А., Глушко А.В. Рапсовый жмых в рационах сельскохозяйственных животных. Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству (поступила в редакцию 15.02.2012).
3. Рапс // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). СПб., 1890–1907.
4. ГОСТ Р 52189-2003 «Национальный стандарт Российской Федерации. Мука пшеничная».

ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ АЛЫЧИ ГИБРИДНОЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОДВОЯ

Упадышева Г.Ю., Мотылёва С.М.

*ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт
садоводства и питомниководства», upad64@mail.ru*

*FSBSI “All-Russian Horticultural Institute of Breeding,
Agrotechnology and Nursery”, г. Москва, ул. Загорьевская, д. 4*

Представлены результаты биохимических исследований, листьев 5 подвоев и 5 привойно-подвойных комбинаций алычи гибридной. Установлено, что антиоксидантная активность у сорта Кубанская комета в зависимости от подвоя варьировала в пределах 72-91 %. Показано наличие тесной корреляционной связи между показателями АА подвоя и привитых на них растений алычи ($r=0,87$). Отмечены различия качественного состава веществ-метаболитов в зависимости от комбинации и подвоя.

Results of biochemical researches, leaves of 5 rootstocks and 5 scion/stock combinations of cherry plum hybrid are submitted. It is established, antioxidant activity at varieties the Kubanskaya cometa depending on rootstock varied activity within the limits of 72-91 %. Presence of close correlation connection between parameters AA of rootstock and of plants of cherry plum ($r=0,87$) is shown. Distinctions of qualitative structure of substances are marked depending on combination and rootstock.

Введение. В настоящее время одной из наиболее перспективных косточковых культур для средней зоны садоводства является алыча гибридная. Благодаря раннему созреванию и богатому биохимическому составу плодов она заняла свободную нишу в конвейере поступления свежих плодов [1]. Некоторые современные сорта, выведенные на юге, растут и обильно плодоносят в условиях Подмоскovie [2]. Алыча хорошо укореняется зелёными черенками и может выращиваться как в корнесобственной, так и в привитой культуре. Для быстрого тиражирования новых сортов косточковых

культур повсеместно используют клоновые подвои [3]. Подвой влияет на обеспечение надземной системы водой и питательными веществами, вызывая изменения в активности процессов метаболизма [4]. Цель нашей работы – выявить изменения антиоксидантной активности и содержания низкомолекулярных метаболитов в листьях алычи в зависимости от подвоя.

Материалы и методы. Исследования проводили в течение двух лет в лаборатории биохимии ФГБНУ ВСТИСП. Объекты исследований – листья алычи сорта Кубанская комета, привитого на 5 подвоях (ОПА-2-15, Новинка, 13-113, ВВА-1, семенной подвой алычи), корнесобственных растений и подвоев. В лабораторных условиях определяли антиоксидантную активность (АА) водных экстрактов листьев и метаболомный анализ. Антиоксидантную активность (АА) определяли на спектрофотометре Helios У методом DPPH. Он основан на взаимодействии веществ-антиоксидантов со стабильным хромоген-радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом [5]. Компонентный состав индивидуальных веществ в спиртовой вытяжке исследовали методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХМС). Повторность – 3-кратная.

Результаты их обсуждение. При исследовании листьев привойно-подвойных комбинаций антиоксидантная активность водной вытяжки в зависимости от подвоя находилась в пределах 72,7-82,6 % Самое низкое значение этого показателя (72,7 %) было в варианте с семенным подвоем, высоким – 82,6 % – при использовании подвоя Новинка. В листьях корнесобственных растений сорта Кубанская комета антиоксидантная активность была максимальной (91,4 %). При исследовании АА в листьях подвоев установили, что у форм Новинка, ВВА-1 и ОПА-15-2 она была значительно выше, чем у семенного подвоя (соответственно 86-91,4 и 62,0 %). Между показателями АА подвоя и привитых на них растений алычи была установлена тесная положительная связь $r = 0,87$ (рис. 1).

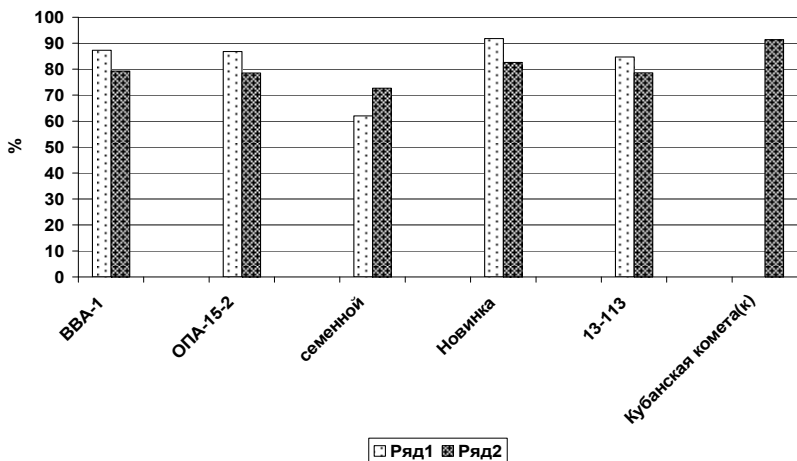


Рис. 1. Антиоксидантная активность водного экстракта листьев у клоновых подвоев и привойно-подвойных комбинаций алычи гибридной, %; (ряд 1 – клоновый подвой, ряд 2 – Кубанская комета на том же подвое)

В результате метаболомного анализа спиртовых экстрактов листьев подвоев и сорта Кубанская комета, привитых на этих подвоях, были идентифицированы 56 веществ, относящихся к различным классам органических соединений. Нами установлено, что часть соединений содержалась у всех привойно-подвойных комбинаций, а некоторые соединения – только при прививке на определенных подвоях. У всех комбинаций присутствовали 4 аминокислоты (треонин, аспарагин, валин, глутаминовая кислота), 5 органических кислот (яблочная, пироглутаминовая, гентизиновая, гидроксимасляная, глюконовая), жирная пальмитиновая кислота, 14 углеводов (рамноза, рибоза, рибитол, ксилоза, метил-глюкофуранозид, арабиноза, фруктоза, психоза, аллоза, глюкоза, талоза, сорбит, сорбоза, галактоза), 4 карбоновые кислоты (лимонная, хинная, пропенная, эритропентановая), многоатомный спирт инозитол.

Наиболее богатый состав метаболитов был у клоновых подвоев ОПА-15-2 и ВВА-1. В листьях этих подвоев обнаружены также аминокислота серин, пропионовая кислота, 2 углевода (манноза и сахароза), 3 многоатомных спирта (арабитол, рибитол, дульцитол), 3 вещества фенольной природы (протокахетин, хинная и хлорогеновая кислоты). Только в листьях гибридного подвоя ОПА-15-2 синтезировалась гексановая кислота, деоксиглюкоза, глицериновая и глиоксиловая кислоты, бутантриол и коричная кислота. У подвоя ВВА-1 дополнительно в метаболоме присутствовали щавелевая и эритроновая кислоты, спирт маннирол и гидроксibenзойная кислота. В листьях комбинаций Кубанская комета на ВВА-1 и на ОПА-15-2 отмечено присутствие янтарной, пентановой и метилпентановой кислот, пропионовой и галловой кислот, сциллитола и рибита, глиоксима и 3-аминопиперидина.

Заключение. Установлено, что антиоксидантная активность у алычи сорта Кубанская комета в зависимости от подвоя варьировала в пределах 72-91 %. Между значениями этого показателя у подвоя и привитых растений имелась тесная корреляционная связь. Отмечены различия качественного состава веществ – метаболитов в зависимости от комбинации и подвоя.

Библиографический список

1. Мотылева С.М., Симонов В.С., Куликов И.М., Мертвищева М.Е. Помологические и биохимические особенности плодов сливы // Вестник российской с.-х. науки. 2017. № 2. С. 37-42.
2. Упадышева Г.Ю. Агробиологическая оценка привойно-подвойных комбинаций алычи гибридной в Московской области // Вестник российской с.-х. науки, 2017. № 3. С. 59-61.
3. Упадышева Г.Ю. Интродукция клоновых подвоев – важнейший резерв повышения эффективности выращивания косточковых культур в Нечерноземье // Плодоводство и ягодоводство России. М.: ВСТИСП, 2012. Т. XXXII. С. 343-353.

4. Dekena D., Janes H., Alsina I., Lepse L., Lepsis J. (2014). Influence of plum rootstocks on reducing sugars in the annual shoots of cultivar Victoria // Acta Horticulturae. No 1058. P. 565-570.

5. Волков В.А. Физико-химические закономерности взаимодействия 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила с антиоксидантами растительного происхождения: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Тверь, 2010. 20 с.

DOI: 10.22363/09358-2019-189-191

УДК 635.3

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ В СОСТАВЕ ЗЕРНА ГОРОХА

Шелепина Н.В.

*ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет
экономики и торговли», shel-nv@yandex.ru*

Orel State University of Economy and Trade

Изучение компонентного состава зерна гладких и морщинистых сортов гороха показало, что оно является источником целого ряда функциональных пищевых ингредиентов для пищевой промышленности.

The study of the component composition of grain of smooth and wrinkled varieties of peas showed that it is the source of the whole number of functional food ingredients for the food industry.

Введение. Согласно ГОСТ Р 52349-2005 к функциональным пищевым ингредиентам относят физиологически активные, ценные и безопасные для здоровья ингредиенты с известными физико-химическими характеристиками, для которых выявлены и научно обоснованы полезные для сохранения и улучшения здоровья свойства и установлена суточная физиологическая потребность. В составе зерна гороха, по разным данным, присутствуют такие функциональные ингредиенты, как растворимые и нерастворимые пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, жиры, полисахара-

риды, а также вторичные растительные соединения (флавоноиды/полифенолы, каротиноиды и др.) [1, 3].

Материалы и методы. Объектом исследований являлось зерно гладких и морщинистых сортов гороха селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур» (г. Орел, Россия). Исследования проводили с использованием общепринятых методик в трехкратной повторности.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что в зерне различных сортов гороха содержание сырого протеина варьирует от 19,17 до 30,27 %; содержание крахмала – от 23,20 до 55,84 %; содержание амилозы в крахмале – от 30,96 до 72,57 %. Содержание минорных компонентов составляет в среднем: общей золы – 3,23 %; жира – 1,9 %; сырой клетчатки – 6,48 % [2].

Высокоамилозные сорта гороха содержат крахмал с полиморфной кристаллической структурой В-типа, отличающийся высокой температурой желатинизации и относящийся к резистентным второго типа с повышенным содержанием энзимрезистентного крахмала. В нативных крахмалах из сорта Амиор и селекционной линии Амих-99-1132 содержание ферментостойчивого крахмала составило, соответственно, 16,8 и 15,1 %.

Оболочки зерна гороха в основном состоят из нерастворимых пищевых волокон – клетчатки, гемицеллюлозы и лигнина. На долю пектиновых веществ, состоящих на 86,4 % из протопектина, приходится 3,13-3,32 %. В незначительных количествах в оболочках представлены белки, липиды, крахмал и зола.

Зародыши зерна гороха содержат 24-4,65 % золы, 4,93-6,85 % липидов, 46,88-50,97 % белка, 10,36-11,75 % сахаров, 4,93-5,10 % клетчатки. Причем липиды на 83,6-84,0 % состоят из ненасыщенных жирных кислот, с преобладанием олеиновой и линолевой жирных кислот. Повышенное содержание липидов обуславливает присутствие в зародышах жирорас-

творимых витаминов А и Е, а также каротиноидов. В составе зародышей зерна гороха обнаружены водорастворимые антиоксиданты (в пересчете на кверцетин).

Заключение. Таким образом, зерно гладких и морщинистых сортов гороха селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур» представляет собой перспективное сырье для извлечения целого ряда функциональных пищевых ингредиентов, которые могут найти применение в различных отраслях пищевой промышленности.

Библиографический список

1. Биохимия зернобобовых и крупяных культур: монография / Н.Е. Павловская [и др.]. Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2010. 300 с.
2. Шелепина Н.В. Научно-практическое обоснование эффективных способов переработки зерна современных сортов и форм гороха: дис. ... д-ра с.-х. наук: 05.18.01 / Шелепина Н.В. – Мичуринск-научоград РФ, 2014. – 400 с.
3. Шпаар Д. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников, Г. Тарануха [и др.] / под общ. ред. Д. Шпаара. Мн.: ФУАинформ, 2000. – 264 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛОННОВИДНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ ПО СОХРАНЯЕМОСТИ Р-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРОДУКТАХ ПЕРЕРАБОТКИ

*Салина Е.С., ст. научный сотрудник, канд. с.-х. наук,
salina@vniispk.ru*

*Левгерова Н.С., гл. науч. сотрудник, зав. Сектором
технологической оценки сортов, доктор с.-х. наук,
levgerova@vniispk.ru*

*Макаркина М.А., гл. науч. сотрудник, зав. лабораторией
биохимической и технологической оценки сортов и хранения,
доктор с.-х. наук, makarkina@vniispk.ru*

*Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых
культур, 302530, Россия, Орловская обл., Орловский р-н,
Жилина, ВНИИСПК*

CHARACTERISTIC OF COLUMNAR APPLE CULTIVARS ON THE PERSISTENCE OF P-ACTIVE SUBSTANCES IN PROCESSED PRODUCTS

Salina E.S., Cand. Agr. Sci.

Levgerova N.S., Doc. Agr. Sci.

Makarkina M.A., Doc. Agr. Sci.

*Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding,
302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISPK*

Изучено содержание Р-активных катехинов в свежих плодах и соке, компоте, варенье и джеме из яблок 10 колонновидных сортов яблони с целью определения их сохраняемости при переработке. В качестве контроля использовались плоды и аналогичные консервы сорта Антоновка обыкновенная. Опытная переработка осуществлялась согласно ГОСТам и технологическим инструкциям по консервированию, определение Р-активных катехинов – колориметрическим методом в модификации

Вигорова. Установлено, что в среднем в консервах сохранялось около половины Р-активных катехинов от их содержания в плодах. Сохранность Р-активных катехинов уменьшалась в ряду: сок (59,1 %), компот (58,5 %), джем (30,8 %), варенье (19,1 %), что связано, в первую очередь, с технологией производства того или иного продукта. Среди изучаемых сортов можно выделить сорта, у которых более высокое содержание Р-активных катехинов в продуктах переработки обусловлено их высоким содержанием в свежих плодах (Валюта, Памяти Бlynского, Приокское), и сорта, у которых более высокое содержание Р-активных катехинов в продуктах переработки обусловлено их лучшей сохраняемостью (Гирлянда, Московское ожерелье). Повышенная сохранность катехинов в продуктах с более интенсивной термообработкой, например, у сорта Антоновка обыкновенная, очевидно, связана с превращением полимерных форм в мономеры под воздействием температуры, что отмечено рядом авторов.

Ключевые слова: колонновидные сорта, Р-активные катехины, сок, компот, джем, варенье.

The content of P-active catechols has been studied in fresh fruits and juice, compote, confiture and jam from apples of 10 columnar apple cultivars with the aim of the investigation of their preservation at the processing. Fruits and similar canned food of the cultivar Antonovka Obyknovennaya were used as a control. The experimental processing was done according to the Standards (GOST) and technological instructions on canning. P-active catechols were determined by calorimetric method in Vigorov's modification. It was stated that on the average, about half of P-active catechols from their content in fruit was preserved in canned products. The preservation of P-active catechols reduced in the range: juice (59.1 %), compote (58.5 %), jam (30.8 %) and confiture (19.1 %), this is primarily due to the technology of production of a product. Among the studied cultivars, it is possible to distinguish the cultivars in which the higher content of P-active catechols in the products of processing is due to their high content in fresh fruits (Valuta, Pamyaty Blynского, Priokskoye) and also cultivars in which the higher content of P-active catechols in the products of processing is due to their better preservation (Girlianda, Moskovskoye Ozherelie). Higher preservation of catechols in the products with more intensive thermal treatment, for example, in Antonovka Obyknovennaya, is obviously associated with the transformation of polymer forms into monomers under the influence of temperature, as noted by a number of authors.

Keywords: columnar cultivars, P-active catechols, juice, compote, jam, confiture.

Одним из важных показателей пищевой ценности консервов из яблок является содержание в них веществ с Р-витаминной активностью, обладающих высокими антиоксидантными свойствами. Катехинам свойственна наибольшая антиоксидантная активность [4; 11; 6, 17]. Как и весь комплекс полифенолов, катехины оказывают влияние на пищевую и товарную ценность фруктовых консервов, участвуя в формировании цвета, аромата и вкуса [11]. Высокая сохранность полифенолов в продуктах переработки необходима и потому, что обеспечивает высокие товарные и пищевые качества консервов, поскольку при окислении они вызывают помутнение соков, побурение компотов, варенья и др. [6; 13; 16].

Вопрос сохранности основных антиоксидантов плодов яблони – Р-активных катехинов, то есть процентное содержание их в продуктах переработки по отношению к содержанию в исходном сырье, мало изучен. Считают, что потери Р-активных веществ при переработке плодов невелики. Так, при производстве соков с мякотью из яблок разных сортов потери катехинов составили 15–20 % от их исходного содержания [8]. Однако, по данным А.Л. Фельдман [14], при хранении плодовых консервов потери Р-активных веществ могут составлять 80–90 %. Отмечается, что наиболее подвержены окислению катехины и процианидины [15].

Целью наших исследований было изучить сохраняемость Р-активных катехинов в продуктах переработки из плодов колонновидных сортов яблони. Объектами изучения служили 10 колонновидных сортов яблони, старинный сорт Антоновка обыкновенная традиционно использовался в качестве контроля для продуктов переработки из яблок. Опытная переработка на сок, компот, джем и варенье осуществлялась согласно ГОСТам и технологическим инструкциям по консервированию [1; 2; 3; 9], определение Р-активных катехинов – колориметрическим методом в модификации Вигорова [7].

Анализ сохраняемости Р-активных катехинов в продуктах переработки через 6 месяцев хранения показал, что в среднем в консервах сохранялось около половины их содержания в плодах. Но высокая степень изменчивости этого показателя не позволяет распространять его значение на все сорта. Для каждого вида переработки характерен большой разброс данных по сохраняемости Р-активных катехинов в зависимости от сорта. В целом, как показывают данные табл. 1 и рис. 1, сохраняемость Р-активных катехинов уменьшалась в ряду: сок, компот, джем, варенье, что связано, в первую очередь, с технологией производства того или иного продукта переработки и с качественным набором катехинов в консервах.

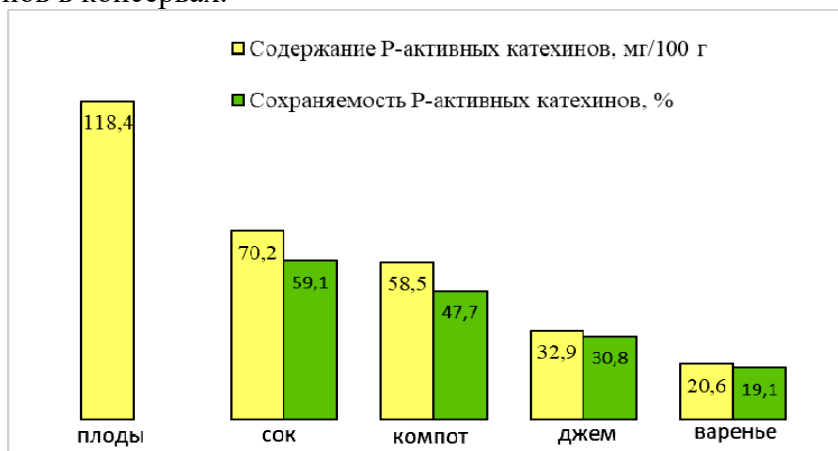


Рис. 1. Среднее содержание и сохраняемость Р-активных катехинов в плодах и продуктах переработки

По сохраняемости катехинов в соках все колонновидные сорта превосходили контроль: данный показатель варьировал от 42,3 % в контроле (Антоновка обыкновенная) до 85,5 % у сорта Гирлянда при среднем значении 59,1 %. Достоверно превышали контроль по содержанию катехинов в соке сорта Валюта, Поэзия, Московское ожерелье и Гирлянда. Из всех изучавшихся сортов содержание Р-активных ка-

техинов превысило 100 мг/100 г только в соке, сорта Валюта. Сорта Гирлянда и Московское ожерелье отличались высокой степенью сохраняемости катехинов при сравнительно невысоком их содержании в плодах.

Таблица 1

Содержание (мг/100 г) и сохраняемость (%) Р-активных катехинов в продуктах переработки из яблок через 6 месяцев хранения (в среднем за период 2009–2018 гг.)

Сорт	В плодах		В соке		В компоте		В варенье		В джеме	
	мг/100 г		мг/100 г	%	мг/100 г	%	мг/100 г	%	мг/100 г	%
Памяти Блинского	181,6		77,3	42,6	63,2	34,8	21,5	11,8	41,0	22,6
Валюта	166,1		109,0	65,6	62,5	37,6	32,1	19,3	46,7	28,1
Приокское	146,6		78,9	53,8	75,1	51,2	23,3	15,9	24,0	16,4
Антоновка обыкновенная	127,7		54,0	42,3	78,2	61,2	–	–	40,3	31,6
Поэзия	121,3		82,5	68,0	48,1	39,7	18,2	15,0	35,2	29,0
Звезда эфира	117,4		64,3	54,8	69,8	59,5	13,5	11,5	38,5	32,8
Созвездие	117,4		56,4	48,0	66,0	56,2	21,5	18,3	21,8	18,6
Восторг	104,1		57,6	55,3	32,5	31,2	22,6	21,7	20,6	19,8
Гирлянда	93,4		79,9	85,5	61,2	65,5	17,6	18,8	30,0	32,1
Лукомор	71,2		–	–	28,2	39,6	14,6	20,5	16,4	23,0
Московское ожерелье	55,5		41,7	75,1	–	–	21,4	38,6	47,1	84,9
\bar{X}	118,4		70,2	59,1	58,5	47,7	20,6	19,1	32,9	30,8
V, %	31,8		27,4	24,0	29,0	26,1	25,4	39,9	33,1	61,1
НСР _{0,05}	35,8		19,2	14,2	16,9	12,4	5,2	7,6	10,3	17,9

Сохраняемость катехинов изменялась от 31,2 % в компоте сорта Восторг до 65,5 % в компоте сорта Гирлянда. Сохраняемость катехинов в компоте ниже, чем в соке, и в среднем составила 47,7 % (табл. 1, рис. 1). По данному показателю ни один сорт не превзошел контрольный: сорта Приокское, Созвездие, Звезда эфира и Гирлянда были на

уровне сорта Антоновка обыкновенная, остальные – ниже. Высоким содержанием катехинов в компоте отличались сорта Созвездие, Звезда эфира, Приокское и Антоновка обыкновенная.

Средняя сохраняемость катехинов в джеме составила 30,8 %. При этом размах изменчивости был от 16,4 % у сорта Приокское до 84,9 % у сорта Московское ожерелье. Все сорта, за исключением сорта Приокское, по сохраняемости катехинов в джеме находились на уровне контроля (см. табл. 1). По содержанию катехинов были выделены джемы сортов Памяти Блынского, Валюта и Московское ожерелье, которые, тем не менее, не превышали контроль по данному показателю.

Для варенья при среднем значении сохраняемости катехинов 19,1 % размах изменчивости составил от 11,5 % у сорта Звезда эфира до 38,6 % у сорта Московское ожерелье. По содержанию катехинов в варенье выделен сорт Валюта.

Изменение среднего содержания Р-активных катехинов в различных продуктах переработки свидетельствует о влиянии технологии производства на процессы превращения катехинов и их сохранность. Изучаемые виды переработки отличаются различной степенью термической обработки, что и явилось одним из главных факторов, определяющих сохраняемость катехинов. Например, консервирование сока предусматривает доведение отжатого сока до кипения, розлив и укупушивание. При изготовлении компота плоды заливаются горячим сиропом и стерилизуются 20 мин при 100 °С, а при варке варенья и джема происходит достаточно длительное воздействие высокой температуры на плоды в сахарном сиропе.

Наряду с различиями в технологии изготовления, по нашему мнению, важную роль играют и сортовые особенности, обуславливающие количественный и качественный набор катехинов в плодах и их изменения в процессе переработки и хранения. Так, большую роль играет активность

фермента полифенолоксидазы, окисляющей катехины. У сортов, в плодах которых активность этого фермента низкая, катехины будут сохраняться в продуктах переработки в больших количествах [11].

Таким образом, среди изучавшихся сортов можно выделить сорта, у которых более высокое содержание Р-активных катехинов в продуктах переработки обусловлено их высоким содержанием в свежих плодах и сорта, у которых более высокое содержание Р-активных катехинов в продуктах переработки обусловлено их лучшей сохраняемостью.

Наиболее ярким представителем первой группы являются сорта Валюта, Памяти Блынского, Приокское, второй – сорта Гирлянда и Московское ожерелье. Также среди объектов изучения присутствовали сорта, отличающиеся повышенной сохраняемостью катехинов в продуктах с более интенсивной термообработкой. Примером может служить контрольный сорт Антоновка обыкновенная: сохраняемость Р-активных катехинов в соке 42,3 %, в компоте – 61,2 %. Очевидно, это связано с превращением полимерных форм в мономеры под воздействием температуры. Данное явление отмечалось Ю.Г. Скориковой [11] и А.Т. Мархом [8], его наблюдали и мы в своих исследованиях [5; 10].

Библиографический список

1. ГОСТ 31712-2012. Джеммы. Общие технические условия. Национальный стандарт Российской Федерации. Введ. 01.07.2013. М.: Стандартинформ, 2014. 11 с.
2. ГОСТ Р 53118-2008. Варенье. Общие технические условия. Национальный стандарт Российской Федерации. Введ. 01.07.1991. М.: Стандартинформ, 2011. 9 с.
3. ГОСТ Р 54680-2011. Консервы. Компоты. Общие технические условия. Национальный стандарт Российской Федерации. Введ. 01.01.2013. М.: Стандартинформ, 2013. 11 с.
4. Гудковский В.А. Природные антиоксиданты фруктов и овощей – источник здоровья человека // Пути повышения устойчивости садоводства: сб. науч. трудов ВНИИС им. И.В. Мичурина. Мичуринск, 1998. С. 30-35.

5. Левгерова Н.С. Научное обоснование создания сырьевых садов на основе генетического потенциала плодовых культур: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Орел, 2009. 45 с.
6. Леонченко В.Г., Жбанова Е.В. Плодовые и ягодные растения – источники природных антиоксидантов // Экологические аспекты интенсификации с.-х. производства: мат. между. науч.-практ. конф. Пенза, 2002. Т. I. С. 48-50.
7. Лобанов Г.А. (ред.) Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск, 1973. 492 с.
8. Марх А. Т. Биохимия консервирования плодов и овощей. М.: Пищевая промышленность, 1973. 371 с.
9. Методические указания по химико-технологическому сортоиспытанию овощных, плодовых и ягодных культур для консервной промышленности. М., 1993. 108 с.
10. Салина Е.С. Пригодность новых иммунных и высокоустойчивых к парше сортов и форм яблони для сокового производства: дис. ... канд. с.-х. наук. Орел, 2007. 162 с.
11. Скорикова Ю.Г. Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1973. 232 с.
12. Технический регламент Таможенного союза. ТР ТС 023/2011. Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей. Введ. 09.12.2011.
13. Упадышев М.Т. Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений. Издательский Дом МСП, 2008. 311 с.
14. Фельдман А.Л. Факторы повышения качества свежих и консервированных плодов и овощей. М.: Пищевая промышленность, 1979. 168 с.
15. Guyot S., Marnet N., Sanoner P., Drilleau J.F. Variability of the polyphenolic composition of cider apple (*Malus domestica*) fruits and juices // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003. Vol. 51. Iss. 21. P. 6240-6247. DOI: 10.1021/jf0301798
16. Tinello F., Lante A. Recent advances in controlling polyphenol oxidase activity of fruit and vegetable products. // Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2018. Vol. 50. P. 73-83. DOI: 10.1016/j.ifset.2018.10.008

17. Van der Slujs A., Dekker M., Jager A. de, Jongen W.M.F.J. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions // Agricultural and Food Chemistry. 2001. № 8. P. 3606-3013.

DOI: 10.22363/09358-2019-200-207

УДК 634:577

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В СВЕЖИХ ПЛОДАХ МАЛИНЫ РАЗЛИЧНОЙ ОКРАСКИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

*Останчук И.Н., н. с. отдела биотехнологии,
Фролова Л.В., канд. с-х. наук, зав. лабораторией
ген. ресурсов отдела ягодных культур*

*РУП «Институт плодоводства»,
lvlegkaya@tut.by, irisha.ostap4uk@bk.ru*

В статье представлены сведения об основных биохимических показателях свежих плодов малины различной окраски (содержание сухих веществ, растворимых сухих веществ, аскорбиновой кислоты, титруемых кислот, сахаров, пектиновых веществ и суммы фенольных соединений). Изучены три летних сортообразца малины различной окраски (Бальзам, Мядовая, перспективный гибрид 03-07-08), выращиваемых в условиях Республики Беларусь.

Ключевые слова: малина летняя, биохимический состав, аскорбиновая кислота, пектины, фенольные соединения, Беларусь.

Введение. Фрукты составляют полезную добавку к нашей пище. Они содержат большое количество витаминов, органических кислот, полифенольных и других ценных веществ, имеющих большое значение для сохранения здоровья человека. Малина пользуется заслуженной популярностью у населения за уникальные питательные и целебные свойства. Ее ягоды являются ценным источником биологически активных веществ, сахаров, органических кислот, пектиновых ве-

ществ, что делает их незаменимой и полезной добавкой к пище, особенно в постчернобыльский период.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2015-2016 гг. на базе отдела ягодных культур РУП «Институт плодородства» в центральной зоне плодородства Республики Беларусь (аг. Самохваловичи Минского района). Объектом исследований являлись перспективные сорта и гибриды малины различной окраски. Учеты и наблюдения по изучению комплекса хозяйственно-полезных признаков проведены по методике ВНИИСПК (1999 г.) [1].

Сорт Бальзам – российский сорт летнего срока созревания, выведен И.В. Казаковым на Кокинском опорном пункте Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства (ВСТИСП) от скрещивания сортов Ньюбург и Рубин. Отличается слабой ремонтантностью побегов, продуктивностью 6-8 т/га, высокой зимостойкостью. Плоды средней величины (2,5-3,0 г), округлые, рубиновой окраски. Мякоть отличного вкуса с ароматом. Включен в Государственный реестр сортов для промышленного возделывания на территории Республики Беларусь в 1991 г.

Сорт Мядовая – получен в 2009 г. от свободного опыления ремонтантного сорта Геракл в РУП «Институт плодородства», Беларусь. Сорт летнего срока созревания, обладает высокой продуктивностью (до 13,0 т/га) и крупными плодами (3,5 г) желтой окраски. Ягоды употребляются в свежем виде и для технической переработки. Включен в Государственный реестр сортов Республики Беларусь для приусадебного возделывания в 2018 г.

Гибрид 03-07-08 – получен в 2008 г. от скрещивания сортов малины летнего срока созревания Таруса и Метеор в РУП «Институт плодородства», Беларусь. Перспективный гибрид летнего срока созревания, отличается бесшипностью побегов, обладает высокой продуктивностью (до 11,0 т/га) и крупноплодностью (4,6 г). Плоды красной окраски с блес-

ком, приятного вкуса. Ягоды употребляются в свежем виде и для технической переработки.

Биохимические показатели в свежих плодах малины определялись по следующим методикам: сухие вещества – по ГОСТ 28-561-90 [2], растворимые сухие вещества – рефрактометрическим методом [3]; сахара – по Бертрану в модификации Вознесенского [4]; пектиновые вещества – спектрофотометрически, карбазольным методом [5]; титруемая кислотность – титриметрически с пересчетом по яблочной кислоте [6]; сумма фенольных соединений – спектрофотометрически с использованием реактива Фолина–Дениса [7]; аскорбиновая кислота – спектрофотометрически после реакции с α , α -дипиридиллом [8].

Результаты и их обсуждение. Вкусовые и ценные качества ягод малины во многом определяются их биохимическим составом. Известно, что чем выше в плодах содержание сухих веществ, тем больше питательная ценность на единицу веса плода [9]. В зависимости от сорта содержание сухих веществ в ягодах малины, выращенных в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь, варьировало в пределах 14,58-15,63 %, растворимых сухих веществ (РСВ) – 9,03-10,19 %, сахаров – 5,17-6,69 % (табл. 1). По накоплению сахаров заметно выделяется сорт малины летнего срока созревания желтой окраски Мядовая (6,69 %).

Таблица 1

Биохимический состав ягод малины разного срока созревания (среднее за 2 года)

Сорт, форма	Сухие вещества, %	РСВ, %	Сахара, %	Титруемая кислотность, %
Бальзам	15,63	10,17	6,20	2,03
Мядовая	15,54	10,19	6,69	2,08
03-07-08	14,58	9,03	5,17	1,53

Важным компонентом, обуславливающим вкусовые качества ягод малины, являются органические кислоты, пред-

ставленные на 85-90 % яблочной кислотой [10]. В организме человека кислоты являются сильными возбудителями секретов поджелудочной железы, способствуют нормальному течению обменных процессов и пищеварению [11]. В наших исследованиях титруемая кислотность ягод малины в пересчете на яблочную кислоту составила 1,53-2,08 %.

Лечебное и профилактическое свойства ягод малины связано с содержанием в них аскорбиновой кислоты. Аскорбиновая кислота участвует в окислительно-восстановительных процессах, тканевом дыхании, нормализует обмен холестерина, повышает устойчивость организма к инфекционным заболеваниям, увеличивает работоспособность человека. Регулярное использование в своем рационе свежих ягод малины может восполнить суточную потребность человека в витамине С (50-100 мг в сутки) [12; 13]. В условиях Республики Беларусь сорта малины летнего срока созревания накапливают 44,7-46,8 мг/100 г аскорбиновой кислоты (рис. 1).

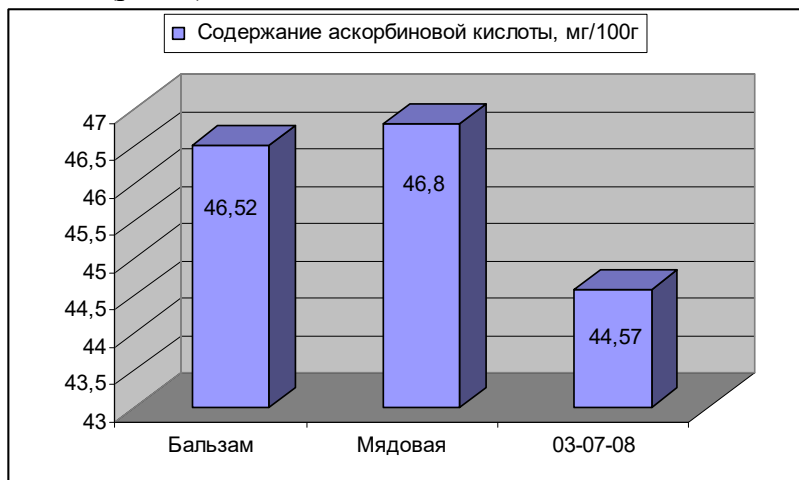


Рис. 1. Аскорбиновая кислота, мг/100 г в ягодах малины разной окраски (за 2 года)

Антиоксиданты – это вещества, предотвращающие окисление, обладают способностью выводить из организма соли и тяжелые металлы. Среди антиоксидантов наиболее изучены фенольные соединения.

Ценным источником фенольных соединений являются ягоды малины. Сумма фенольных соединений для малины летнего срока созревания варьировала от 325,34 до 473,22 мг/100 г (рис. 2).

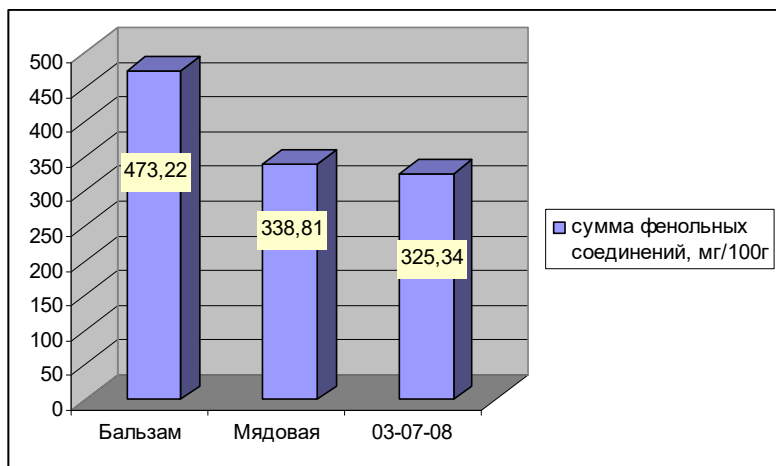


Рис. 2. Сумма фенольных соединений, мг/100 г в свежих ягодах малины различной окраски (за 2 года)

Из пектиновых веществ в растениях преобладает растворимый пектин и протопектин (нерастворимый пектин). Пектиновые вещества благотворно влияют на организм человека [14]. Являясь полиэлектролитами и обладая гелеобразующими и эмульгирующими свойствами, пектины находят широкое применение в медицине и фармакологии. В частности, способность пектинов подавлять рост и размножение микроорганизмов позволила использовать их для лечения некоторых инфекционных желудочно-кишечных заболеваний. Пектиновые вещества обладают способностью препят-

ствовать всасыванию в организм токсичных веществ, в том числе тяжёлых металлов и радионуклидов [11].

Содержание пектиновых веществ в ягодах малины летнего срока созревания, в среднем за 2 года варьировало в пределах 0,75-0,77 % в зависимости от сорта (рис. 3). У сортов Бальзам и Мядовая среди пектинов преобладающей является фракция протопектинов, на долю которой приходится 50,67 и 51,95 % соответственно от суммы пектиновых веществ. У перспективного гибрида малины 03-07-08 содержание растворимого пектина и протопектина составило 50 %.

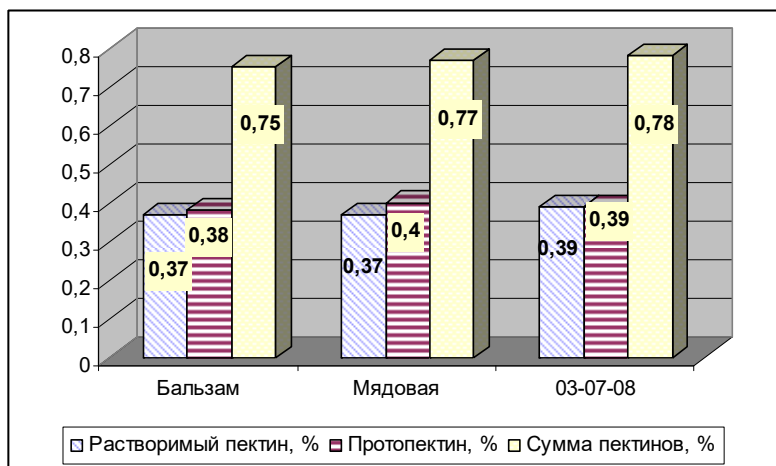


Рис. 3. Пектиновые вещества, % в свежих ягодах малины различной окраски (за 2 года)

Выводы. Результаты исследований показывают, что малина, выращенная в условиях Республики Беларусь, обладает ценным биохимическим составом. Употребление ягод малины в свежем виде полезно для здоровья человека. Хочется отметить сорт малины белорусской селекции Мядовая с желтой окраской ягод, который имеет высокие биохимические показатели и может использоваться в диетическом питании аллергиков (рис. 4). В Республике Беларусь среди рай-

онированного до 2018 г. сортимента малины нет желтоплодных сортов [15].



Рис. 4. Сорт малины Мясная летнего срока созревания

Библиографический список

1. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.

2. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги: ГОСТ 28561-90. Введ. 01.07.1992. М.: Изд-во стандартов, 1992. 15 с.

3. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ: ГОСТ 28562-90. – Введ. 01.07.1991. М.: Изд-во стандартов, 1990. 15 с.

4. Методы биохимического исследования растений / Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др.; под ред. А.И. Ермакова. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

5. Определение пектиновых веществ карбазольным методом. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Г.А. Лобанов [и др.]; под общ. ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск: ВНИИС, 1973. С. 273-277.

6. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности: ГОСТ 25555.0-82 (СТ СЭВ 301081). Введ. 01.01.1983. М.: Изд-во стандартов, 1983. 4 с.

7. Спектрофотометрический метод определения общего содержания фенольных соединений с использованием реактива Фолина–Дениса. Исследования БАВ плодов / Г.Б. Самородова-Бианки, С.А. Стрельцина; под ред. Г.Б. Самородовой-Бианки. Л.: ВАСХНИЛ ВИР, 1979. С. 20-22.

8. Spanyol P. Bestimmung des tatsächlichen Gehaltes an Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure in Lebensmitteln / P. Spanyol, F. Kevei, M. Blazovich // Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung. 1963. BU 123. № 2. S. 93-102.

9. Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высшая школа, 1980. С. 65-97.

10. Причко Т.Г. и др. Особенности накопления биологически активных веществ в ягодах малины Юга России // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. Т. 21. 4.2. ВСТИСП. М., 2009. С. 367-376.

11. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Левгерова Н.С. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2007. С.66.

12. Доценко В.А. Овощи и плоды в питании и лечении / В.А. Доценко. СПб.: Лениздат, 1993. 333 с.

13. Склярский Л.Я. Целебные свойства пищевых растений / Л.Я. Склярский. Вологда, 1991. 225 с.

14. Ширко Т.С., Ярошевич И.В. Биохимия и качество плодов. Мн.: Навука і тэхніка, 1991. 294 с.

15. Сорта плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда, включенные в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород и находящиеся на испытании в Государственной инспекции по испытанию и охране сортов растений / РУП «Институт плововодства». Самохваловичи, 2017. 32 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ СОРТОВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ ВСТИСП ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Бохан А.И., Юдаева В.Е., Козак В.И.

*ФГБНУ Всероссийский селекционно-технологический институт
садоводства и питомниководства, г. Москва, Россия,
alexboxan@rambler.ru*

Bokhan A.I., Ydaeva V.E., Kozak V.I.

*All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery,
Moscow, Russia*

Целью исследований являлось создание сортов овощных культур с комплексом хозяйственно ценных признаков в условиях Московской области. В результате селекционной работы созданы высокопродуктивные сорта овощных культур с высоким содержанием аскорбиновой кислоты (8-38 мг/100 г сырого вещества): чеснока – Лидия, свеклы – Осенняя Принцесса, редиса – Михневский 1, дайкона – Осенний Красавец, редьки – Осенняя Удача, петрушки – Альбина, пастернака – Атлант, томата – Пушистик, Лавина, Заря Подмосковья; сорт моркови Дар Подмосковья с высоким содержанием каротина в корнеплодах 15-18 мг %.

Ключевые слова: селекция, сорт, овощные культуры, аскорбиновая кислота, каротин, хозяйственно ценные признаки.

The aim of the research was to create varieties of vegetable crops with a complex of economically valuable traits in the conditions of the Moscow region. As a result of the breeding work, highly productive varieties of vegetable crops with a high content of ascorbic acid (8-38 mg/100 g of raw material) were created: garlic – Lydia, beets – Osennyaya Princessa, radish – Mikhnevsky 1, daikon – Osenniy Krasavez, radish – Osennyaya Udacha, parsley – Albina, parsnip – Atlant, tomato – Puschistik, Lavina, Zarya Podmoskovya. Variety of carrots Dar Podmoskovya with a high content of carotene in root vegetables of 15-18 mg %.

Keywords: selection, variety, vegetables, ascorbic acid, carotene, economically valuable traits.

Введение. Овощные культуры – основной источник витаминов в пище. Витамины играют важную и многообразную роль в жизни человека. Аскорбиновой кислотой богаты стручковые перцы, листья петрушки и брюссельская капуста. К относительно богатым источникам аскорбиновой кислоты относятся также томат, капуста, брюква, редька, которые сохраняют аскорбиновую кислоту в процессе хранения и переработки. Основными источниками каротина являются морковь и тыква. По содержанию никотиновой кислоты выделяются морковь, капуста цветная, кольраби и кресс-салат. Овощи также наиболее значительный источник минеральных веществ.

Изменчивость химического состава у овощных растений определяется биологическими особенностями сорта, климатическими условиями выращивания и способами возделывания [3].

Создание исходного материала овощных культур с высокими биохимическими показателями является актуальным направлением исследований [1]. Внедрение новых сортов и гибридов овощных культур с повышенным содержанием в органах витаминов и питательных веществ позволит увеличить производство качественной продукции [4; 5].

Цель исследований заключалась в создании сортов овощных культур с комплексом хозяйственно-ценных признаков в условиях Московской области.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в условиях Московской области (Россия) в 2013-2015 гг. Климат Московской области умеренно-континентальный, характеризуется холодной, продолжительной зимой и умеренно-теплым летом. Сумма положительных (активных) температур выше 10 °С составляет около 2000 °С. Среднегодовое количество осадков 500-600 мм. Около 70 % годовой суммы осадков приходится на период апрель-октябрь. Почвы дерново-подзолистые, среднесуглинистые. Агрохимические характеристики почвы опытного поля:

pH – 5,1-5,5, содержание гумуса – 2,10-2,24 %, фосфора – 210-250 мг/кг, калия – 220-300 мг/кг почвы.

Закладка полевых опытов и оценка селекционного материала проводилась в соответствии с Методикой полевого опыта в овощеводстве (2011). Объектом исследований являлись 36 селекционных образцов овощных культур.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований созданы сорта овощных культур с высоким содержанием аскорбиновой кислоты и каротина. Характеристика сортов овощных культур селекции ФГБНУ ВСТИСП по содержанию сухого вещества, суммы сахаров, аскорбиновой кислоты представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика сортов овощных культур селекции ФГБНУ ВСТИСП по содержанию сухого вещества, суммы сахаров, аскорбиновой кислоты, 2013-2018 гг.

Культура	Сорт	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г
Чеснок	Лидия	40-41	20-23	8-10
Морковь	Дар Подмосковья	10-12	6-7	-
Свекла	Осенняя Принцесса	14-15	11-12	15-16
Редис	Михневский 1	5-6	2-3	22-24
Дайкон	Осенний Красавец	8-9	6-7	26-27
Редька	Осенняя Удача	10-11	7-8	29-30
Петрушка	Альбина	14-15	8-10	36-38
Пастернак	Атлант	19-20	6-7	25-26
Томат	Лавина	6-7	3-4	11-12
	Пушистик	7-8	6-7	16-17
	Заря Подмосковья	7-8	4-5	19-20

Создано 11 сортов овощных культур с комплексом хозяйственно ценных признаков. Процесс создания сортов корнеплодных овощных культур включает несколько этапов: оценку исходного материала; гибридизацию лучших образцов; проведение индивидуально-семейственного отбора в гибридных популяциях; предварительное, конкурсное, а также производственное и государственное испытание ново-

го сорта; репродукцию семян. Характеристика лучших созданных сортов овощных культур в ФГБНУ ВСТИСП по комплексу хозяйственно ценных признаков представлена ниже.

Морковь сорт Дар Подмосковья. Сорт среднеспелый, вегетационный период от полных всходов до спелости 110-115 дней. Общая урожайность корнеплодов 65-75 т/га. Масса товарного корнеплода 174-195 г. Вкусовые качества хорошие, оцениваются в 4,0-4,5 балла. Товарность 89-96 %. Сорт устойчив к цветушности. Лежкость при зимнем хранении 85-93 %. Химический состав корнеплодов: сухое вещество 10,8-12,3 %, сумма сахаров 6,5-7,2 %, содержание каротина 15,8-17,5 мг %. Назначение – для использования в свежем виде в осенне-зимний период, в консервной промышленности.

Свекла сорт Осенняя Принцесса. Сорт характеризуется высокими биохимическими качествами и отсутствием кольцеватости корнеплода, продолжительным периодом зимнего хранения. Среднеранний сорт выведен методом индивидуально-семейственного отбора. Корнеплод округлый. Урожайность – 70-80 т/га. Масса товарного корнеплода – 200-270 г, товарность – 94-97 %. Вкусовые качества 4,3-5,0 баллов. Содержание сухих веществ – 14,5 %, аскорбиновой кислоты – 9,3-10,7 мг/100 г, сумма сахаров – 9,0-9,6 %. Кольцеватость очень слабо выражена. Лежкость корнеплодов при зимнем хранении 93-95 %. Среднеустойчив к поражению церкоспорозом.

Томат сорт Престижный. Сорт раннеспелый, с хорошей отдачей раннего урожая (1,34-1,71 кг/раст.), слабо поражается болезнями (6,2-12,8 % от общего урожая). Средняя масса плода составляет 65,3-65,7 г, масса самого крупного плода – 153-209 г. Плоды плоскоокруглые, слабо и средне-ребристые, при созревании – глянцевые, ярко-красные. Содержание сухих веществ 6,4 %, сахара – 3,7 %, витамина С – 18,6 мг/ %, общая кислотность составляет 0,43 %.

Раннеспелый сорт редьки Осенняя Удача отличается высокой товарностью корнеплодов, устойчивостью к стеблеванию, хорошей лежкостью корнеплодов в осенне-зимний период. Благодаря короткому периоду вегетации 70-75 дней может выращиваться как промежуточная культура в августе после уборки основной культуры. Средняя урожайность за годы испытаний составила 32-34 т/га. Корнеплод округлой формы, белой окраски, сладкого вкуса, средняя масса товарного корнеплода 230 г. Высокое содержание аскорбиновой кислоты 29,5 мг/100 г.

Сорт редиса Михневский 1 отличается скороспелостью, способен формировать товарный корнеплод за 22-25 дней, высокой товарностью корнеплода, устойчивостью к стеблеванию. Средняя урожайность сорта за годы испытания составила 2,3-2,5 кг/м². В корнеплодах содержится большое количество аскорбиновой кислоты 22-24 мг/100 г. Данный сорт подходит для выращивания в условиях открытого грунта с апреля по октябрь.

Сорт томата Пушистик детерминантный предназначен для выращивания в открытом грунте. Отличается высокой продуктивностью плодов с одного растения 2,1 кг, удлиненно-овальной формой плода, наличием опушения плода. Средняя масса одного товарного плода составляет 66,0 г, самый крупный плод 140 г. Среднеустойчив к фитофторозу. Предназначен для употребления в свежем виде и консервирования.

Заключение. В результате селекционной работы созданы высокопродуктивные сорта овощных культур с высоким содержанием аскорбиновой кислоты (8-38 мг/100 г сырого вещества): чеснока – Лидия, свеклы – Осенняя Принцесса, редиса – Михневский 1, дайкона – Осенний Красавец, редьки – Осенняя Удача, петрушки – Альбина, пастернака – Атлант, томата – Пушистик, Лавина, Заря Подмосковья. Сорт моркови Дар Подмосковья с высоким содержанием каротина в корнеплодах 15-18 мг %.

Библиографический список

1. Бохан А.И., Юдаева В.Е. Генофонд и селекция корнеплодных растений вида *Raphanus sativus* L. (редис, редька, дайкон, лоба). М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2015. 134 с.
2. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ГНУ ВНИИО, 2011. 948 с.
3. Пивоваров В.Ф. Селекция и семеноводство овощных культур. М.: ВНИИССОК, 2007. 816 с.
4. Юдаева В.Е., Бохан А.И., Мотылева С.М. Генетические ресурсы корнеплодных овощных культур в условиях Центрального региона // Овощи России. 2017. № 4 (37). С. 32-37.
5. Юдаева В.Е., Козак В.И., Бохан А.И. Основные результаты селекции овощных культур в ФГБНУ ВСТИСП // Селекция и семеноводство овощных культур. 2015. № 46. С. 609-614.

**ВЛАГОСОРБЦИОННОЕ СВОЙСТВО СУБСТАНЦИИ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ
К ПИЩЕ «РАВОНОЛ» НА ОСНОВЕ ПЛОДОВ
*PRUNUS DOMESTICA L.***

***Махмудов С.Д.¹, Рузметов Д.Р.², Турабоев Ш.М.,
Абрекова Н.Н., Сагдуллаев Б.Т.***

*¹ Институт биоорганической химии
имени академика А.С. Садыкова Академии наук Республики Узбекистан,
Ташкент, s_telecom@mail.ru*

² Ташкентский государственный технический университет

***Makhmudov S.D.¹, Ruzmetov D.R.², Turaboev Sh.M.,
Abrekova N.N., Sagdullaev B.T.***

*¹ Institute of Bioorganic Chemistry named
after Academician A.S. Sadykov of the Academy of Sciences
of the Republic of Uzbekistan, Tashkent*

² Tashkent State Technical University

Ранее нами была создана биологически активная добавка к пище «Равонол» на основе плодов сливы *Prunus domestica L.*, обладающая слабительным действием. Целью данного исследования является изучение влагосорбционности субстанции «Равонол».

Ключевые слова: влагосорбционность, субстанция, вспомогательные инертные вещества.

Previously, we created the biologically active food supplement Ravonol on the basis of *Prunus domestica L.* plum fruit, which has a laxative effect. The purpose of this study is to study the moisture sorptivity of the substance “Ravonol”.

Keywords: moisture sorption, substance, inert auxiliary substances.

Введение. Прежде чем быть внедренным в медицинскую практику, созданное средство должно обрести готовую, удобную для приема лекарственную форму. Выбор той или иной формы, в первую очередь, зависит от физико-

химических и технологических показателей субстанций и вспомогательных веществ, входящих в состав средства. Влагосорбционность – один из технологических основных показателей субстанции. Из-за влагосорбционности ухудшаются другие технологические показатели субстанции в процессе производства готовой формы и хранения. Поэтому изучение и снижение степени данного явления очень важно при получении лекарственных форм.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования служила субстанция, полученная из плодов *Prunus domestica L.*

Результаты и их обсуждение. Влагосорбционность субстанции биологически активной добавки к пище «Равнонол» определяли по методу, описанному в Европейской фармакопее – Ph. Eur.7.0, vol. 1 general texts 5.11. Перед определением влагосорбционности субстанцию предварительно высушивали методом инфракрасного излучения (100-105 °С). После сушки влагосодержание субстанций проверяли на приборе SF-1 Fast Moisture Tester.

Эксперименты по определению влагосорбционности проводили непосредственно в климатической камере при температуре 25 °С (±1) (влажность 80 % (±2), давление не выше 0,667 кПа (5 мм рт. ст.)). Для достижения цели субстанцию разделили на 4 типа – I, II, III, IV. I тип – субстанция без вспомогательных веществ, II тип – субстанция с диоксидом кремния (SiO₂ – торговое название «аэросил»), III тип – субстанция со стеаратом кальция (C₃₆H₇₀CaO₄) и IV тип – это субстанция, содержащая оба вспомогательных инертных вещества – диоксид кремния и стеарат кальция.

Известно, что субстанции, полученные из растительного сырья, обладают высокой гигроскопичностью, то есть влагосорбционностью.

Поэтому целью добавления вспомогательных веществ в субстанцию являлась постепенное снижение влагосорбцион-

ности субстанции и получение однородной текучей массы. Окончательные результаты вычисляли по формуле

$$X = (m_3 - m_2) / (m_2 - m_1) * 100 \%$$

Заключение. Как и ожидалось, влагосорбционность всех четырех типов субстанции постепенно снижалась: I – 28,81 %, II – 22,72 %, III – 21,38 %, IV – 21,31 %.

DOI: 10.22363/09358-2019-216-219

УДК 633.18.631.52:631.523

РАНЖИРОВАНИЕ СОРТОВ РИСА ПО ПРИЗНАКАМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА, ВЫРАЩЕННЫХ В КРАСНОАРМЕЙСКОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Туманьян Н.Г., д.б.н., проф., Кумейко Т.Б., с.н.с.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
FSBSI «All-Russian Rice Research Institute», TNGeraG@yandex.ru*

Изучены технологические признаки качества зерна сортов риса Рапан, Фаворит Казачок 4, Полевик, Кумир, выращенных в производственных посевах в Красноармейском районе Краснодарского края в 2017, 2018 гг. Сорты были ранжированы по качеству урожая – показателям крупности зерновки, трещиноватости, стекловидности, пленчатости. Выделены лучшие сорта по признакам качества зерна: Рапан и Полевик.

Красноармейский район Краснодарского края является основным рисосеющим регионом (более 48 тыс. га) [1]. Рис в Краснодарском крае произрастает в условиях умеренно-континентального климата. Ранее исследованиями российских ученых было показано влияние погодно-климатических условий на качество зерна риса [2]. Реализация потенциала сорта в изменяющихся агроклиматических условиях года определяет качество урожая. Реакция сортов на условия воз-

дельтивания лежит в основе формирования сортовых комплексов при возделывании в рисосеющих регионах.

Цель исследований – изучить и выделить лучшие сорта по признакам качества, выращенные в Красноармейском районе Краснодарского края в 2017, 2018 гг.

Материал и методы исследований. Материалом исследования служили сорта риса Рапан, Фаворит Казачок 4, Патриот, Кумир, выращенные на производственных посевах в ФГУП РПЗ «Красноармейский» им. А.И. Майстренко» и ЭСП «Красное» в 2017, 2018 гг. (почвы рисовые, лугово-черноземные, сформировавшиеся в основном в современной дельте реки Кубани на аллювиальных породах; мощность гумусового горизонта – 100–130 см, содержание гумуса – 2,8–3,7 %, содержание общего азота 0,20–0,25; содержание легкогидролизуемого азота 5–7 мг/100 г). Климат умеренно-континентальный, среднегодовая температура воздуха +10...+10,8 °С, сумма температур выше +10 °С – 3450–3650 °С). Массу 1000 абсолютно сухих зерен определяли по ГОСТу 10842-89 [3], пленчатость – ГОСТу 10843-76 [4] (на шелушильной установке Satake), стекловидность по ГОСТу 10987-7 [5], трещиноватость на диафаноскопе ДСЗ – 3, выход крупы на установке ЛУР-1 М. Статистическая обработка данных включала определение наименьшей существенной разницы (НСР₀₅).

Результаты исследований. Результаты оценки качества урожая сортов риса Рапан, Фаворит Казачок 4, Полевик, Кумир, выращенного на производственных посевах в ФГУП РПЗ «Красноармейский» им. А.И. Майстренко» и ЭСП «Красное» в 2017, 2018 гг., представлены в табл. 1.

В 2018 г. качество сортов риса по признакам стекловидности и трещиноватости было выше, чем в 2017 г. У сорта Рапан стекловидность выше на 5 %, Фаворит – на 10 %, Казачок 4 – на 13 %, Полевик – на 7 %, Кумир – на 6 %. Крупнее было сформированное в 2018 г. зерно: масса 1000 а. с. зерен была выше на 02-0,8 %, кроме сорта Фаворит

(29,8 г в 2017, 2018 гг.). В 2018 г. трещиноватость зерна у всех сортов была ниже, чем в 2017 г. Значительно, на 16 %, показатель был ниже у крупнозерного сорта Казачок 4. У Рапана – на 10 %, Фаворита и Кумира – на 13 %, Полевика – на 8 %.

Таблица 1

Показатели признаков качества сортов риса, выращенных в РПЗ «Красноармейский» Красноармейского района Краснодарского края

Сорт	Год	Масса 1000 а.с.з., г	Пленчатость, %	Стекло- ловидность, %	Трещи- нова- тость, %
Рапан	2017	25,7	20,0	85	20
	2018	25,9	19,9	90	10
Фаворит	2017	29,8	19,7	58	55
	2018	29,8	19,9	68	42
Казачок 4	2017	30,3	20,8	55	31
	2018	30,5	20,4	68	15
Полевик	2017	23,8	19,8	82	17
	2018	24,6	19,3	89	9
Кумир	2017	21,8	17,8	92	38
	2018	22,1	18,3	98	25
НСР ₀₅		0,09	0,08	1,2	1,0

Несмотря на высокую стекловидность зерна сорта Кумир (92, 98 %), сорт характеризовался низкой массой 1000 а. с. з. и высокой трещиноватостью. Крупнозерновые сорта Казачок 4 и Фаворит тоже имели высокие показатели трещиноватости. Важнейший признак товарного зерна «трещиноватость» в производственных посевах был на низком и среднем уровне у сортов Полевик и Рапан.

Выводы. Сорта риса, выращенные в условиях Красноармейского района в производственных посевах в 2017, 2018 гг., по признакам качества были распределены в соответствии со снижением качества урожая: Полевик, Рапан, Кумир, Казачок 4, Фаворит. Выделены лучшие сорта Полевик и Рапан.

Библиографический список

1. Малышева Н.Н. Экономическая оценка эффективности выращивания риса в Краснодарском крае / Н.Н. Малышева, С.А. Тешева // Сборник материалов Международной научно-практической конференции: «Современные научные исследования. Исторический опыт и инновации». 2015. С. 108–111.

2. Шиловский В.Н. Изменчивость погодных условий и технологические качества зерна риса / В.Н. Шиловский, В.Я. Рубан // Рисоводство. 2008. № 13. С. 24-27.

3. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен и 1000 семян; введ. 1999-07-01. Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: Изд-во стандартов, Зерно. Методы анализа, 2009. 7 с.

4. ГОСТ 10843-76. Метод определения пленчатости; введ. 1976-07-01. Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 2009. 11 с.

5. ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: Изд-во стандартов, 2009. 53 с.

ИНТРОДУКЦИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯГОД ЗЕМЛЯНИКИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Белевцова В.И.

*Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
имени М.Г. Сафронова, г. Якутск, Россия, agronii@mail.ru*

INTRODUCTION, SELECTION AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF STRAWBERRY IN CONDITIONS OF THE CENTRAL YAKUTIA

Belevtsova V.I.

M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, Yakutsk, Russia

В статье изложены результаты интродукции и селекции земляники в экстремальных условиях Центральной Якутии. Представлен биохимический состав инорайонных сортов и межвидовых форм земляники.

Ключевые слова: интродукция, селекция, *Fragaria orientalis* Los., *Fragaria×ananassa* Duch., *Fragaria vesca* var. *alpine* Duch., инорайонные сорта, межвидовые формы, биохимический состав.

The paper presents the results introduction and selection of strawberry in extreme conditions of Central Yakutia. The are represented biochemical composition of nonregional varieties and interspecific hybrids and of strawberry.

Keywords: introduction, selection, *Fragaria orientalis* Los., *Fragaria×ananassa* Duch., *Fragaria vesca* var. *alpine* Duch., nonregional varieties, interspecific hybrids, biochemical composition.

Введение. Научные исследования по интродукции и селекции земляники, в Якутском НИИСХ имени М.Г. Сафронова начаты в середине 1990-х гг. До 2000 г. земляника, как культура, в Якутии не возделывалась, ввиду отсутствия морозостойких сортов. Для развития местного садоводства республики проблема возделывания земляники

представляется актуальной, так как занять ведущие позиции в становлении и развитии этой высокоценной и востребованной ягодной культуры возможно только при внедрении адаптированных сортов, с учетом зональных особенностей. Создание местных сортов, сочетающих высокий уровень продуктивности и качественных показателей, с адаптивностью к комплексу биотических и абиотических факторов среды – одно из приоритетных направлений селекции земляники в Якутии. В отличие от импортируемой плодовойягодной продукции ягоды местного производства, к числу которых принадлежит земляника, экологически безопасны и отвечают самым взыскательным запросам и требованиям потребителей.

Цель проводимых исследований – создание сортов земляники, сочетающих высокий уровень продуктивности и качественных показателей ягод, с адаптивностью к комплексу биотических и абиотических факторов среды, для выращивания в условиях Якутии.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в 2012 г. в полевых условиях на участке коллекционного сортоизучения земляники в плодово-ягодном питомнике. Почва питомника мерзлотная, палевая, преимущественно среднесуглинистая по механическому составу, с локальными очагами супесчаной, низкоплодородная, недостаточно обеспеченная подвижными формами элементов питания. Реакция среды изменяется от слабо- до сильнощелочной (рН 7,4 – 8,3). Содержание гумуса в слое 0,20 см колеблется от 2,5-3,0 %.

Природные условия питомника типичны для Центральной Якутии. По летним климатическим условиям Центральная Якутия приближается к южным лесостепным районам. Отличительной особенностью условий, в которых расположен питомник, является продолжительность солнечного сияния в весенне-летний период, достигающая 18-19 ч в сутки [1].

Объектами исследований служили инорайонные сорта и гибриды садовой земляники *Fragaria*×*ananassa* Duch. и сорта селекции ЯНИИСХ имени М.Г. Сафронова, полученные в результате межвидового скрещивания при свободном опылении садовой *Fragaria*×*ananassa* Duch и лесной альпийской земляники *Fragaria vesca* var. *alpine* Duch. пыльцой отборных форм якутских ценопопуляций земляники восточной *Fragaria orientalis* Los.

Содержание биохимических веществ в ягодах определяли в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов ЯНИИСХ имени М.Г. Сафронова в период потребительской зрелости, согласно общепринятым методикам:

– общее количество сухих веществ – термографическим методом путем высушивания при 100 °С до постоянного веса в сушильном шкафу (ГОСТ 28561–90);

– титруемые кислоты (общая кислотность) – титрованием децинормальным раствором КОН при индикаторе фенолфталеине (ГОСТ – 25555.0-82);

– сахара по Бертрону (ГОСТ 8756.13-87);

– аскорбиновая кислота (витамин С) – методом Мурри.

Сбор ягод для анализа производился в утренние часы (с 6 до 8).

Основные учеты и наблюдения проводятся согласно общепринятой программе и методике сортоизучения ягодных культур [2; 3].

Результаты и их обсуждение. При создании сортов с высокой адаптацией ключевым моментом являлось изучение интродукционных коллекционных сортообразцов, состоящих из различных видов рода *Fragaria* L., и отбор исходных форм. При изучении генетического потенциала исходных форм выявлены генотипы с высоким уровнем адаптивных признаков к местным условиям. Как показали исследования, наибольшая адаптационная способность и экологическая приспособленность к местным условиям произрастания была

отмечена у аборигенного вида *F. orientalis* Los., земляники восточной, который значительно отличается от других видов самой высокой зимостойкостью, иммунитетом, неприхотливостью, отменными вкусовыми качествами и ярко выраженным мускатным ароматом [4]. Вид *F. orientalis* Los. был использован в качестве отцовской формы. В качестве материнской формы использованы зимостойкие сорта садовой земляники Найдёна Добрая, Танюша, Богема и лесной альпийской земляники Александрия. Соответственно вышеперечисленным сортам получены межвидовые формы (сорта): Берсенева, Садово-Спаская, Владыка Зосима и Александра. В результате межвидовой гибридизации получены ценные генотипы, сочетающие высокую зимостойкость, продуктивность, крупноплодность, гармоничный вкус и другие хозяйственно-ценные признаки исходных видов. Межвидовые скрещивания проводились на разнохромосомном уровне, при свободном опылении [5; 6].

Как показали исследования, при возделывании для некоторых сортов садовой земляники в условиях Якутии, наиболее значимыми и определяющими факторами являются природно-климатические. В летний период – продолжительность солнечного сияния (увеличение фотопериода до 18-19 ч в июне) влияет на размер, формирование и вкусовые качества плодов у таких сортов садовой земляники, как Богема, Карнавал, Гибрид 66. В то время как, у большинства сортов, в том числе сортов Найдёна Добрая, Танюша, Фестивальная, Зенит, Красноярка, Первоклассница и все гибриды селекции НИИСС имени М.А. Лисавенко, как показали наблюдения, экологические факторы не снижают качественных показателей.

По результатам биохимических анализов на протяжении ряда лет (с 1999 г.) установлено, что содержание АК в инорайонных сортообразцах садовой земляники достаточно высокое. Также было выявлено, что фазы Луны оказывают существенное влияние на содержание АК. По данным био-

химического анализа, в день новолуния 19 июля 2012 г., содержание АК у всех сортов и гибридов снизилось в 1,4-2,5 раза. У некоторых сортообразцов в день новолуния наблюдалось повышенное содержание сахаров и нитратов. На остальные биохимические показатели новолуние существенного влияния не оказало (табл. 1).

Как показали исследования, в условиях Якутии, независимо от видов и сортов, у земляники не обнаружено поражения мучнистой росой.

При отборе межвидовых форм наряду с высокой зимостойкостью проводился тщательный отбор показателей вкусовых качеств. Сорта селекции ЯНИИСХ имени М.Г. Сафронова: Берсенеvская, Садово-Спасская, Владыка Зосима и Александра отличаются гармоничными вкусовыми качествами и ярко выраженным мускатным ароматом, присущим землянике восточной. Дегустационная оценка свежих ягод 4,7–4,9 баллов.

Заключение. В Якутском НИИСХ созданы зимостойкие сорта земляники, которые успешно прошли конкурсные испытания в плодово-ягодном питомнике селекционной станции ЯНИИСХ имени М.Г. Сафронова, а также на государственных сортоиспытательных участках Красноярского края. В период испытаний в Центральной Якутии (2003-2018гг.) экстремальные значения температуры воздуха и почвы в зимний период на глубине 20 см, с учетом высоты снежного покрова, соответственно составили:

- в январе 2006 г. – -55 °С; -18,5 °С; 47 см;
- в январе 2010 г. – -52 °С; -25,6 °С; 22 см

Биохимический состав земляники, 2012 г.

Наименование сорта/образцов	Сухое ве- щество, %		Сахара, %		Органиче- ские кис- лоты, %		Аскорби- новая кислота, мг/100 г		Нитраты, мг/кг	
	19.07	24.07	19.07	24.07	19.07	24.07	19.07	24.07	19.07	24.07
Инорайонные сорта и гибриды садовой земляники										
Фестивальная	13,6	17,7	10,3	5,0	2,6	1,4	56,0	108,9	98,2	73,7
Зенит	16,3	13,4	6,8	10,6	1,8	2,7	49,3	121,0	82,3	99,9
Красноярка	14,0	14,6	9,8	9,0	2,5	2,3	55,0	118,3	96,0	92,3
Богема	14,4	16,8	9,3	6,2	2,4	1,7	54,0	105,0	93,5	79,3
Карнавал	16,9	17,0	6,0	5,9	1,7	1,7	47,8	100,7	78,6	78,1
Гибрид 66	13,5	17,2	10,5	5,6	2,6	1,6	56,3	98,7	99,2	76,6
Первоклас- сница	16,0	16,0	7,2	7,2	1,9	1,9	50,0	107,5	83,1	83,9
Фестивальная ромашка× Первоклас- сница	13,6	16,1	10,4	7,1	2,6	1,9	56,1	100,2	98,6	83,7
Фестивальная ромашка× Анастасия	15,7	14,5	7,7	9,2	2,0	2,3	50,9	107,4	86,0	93,7
Солнечная полянка× Фестивальная	11,8	16,3	12,7	6,7	3,1	1,8	60,6	103,1	109,5	82,0
Даренка× Первоклас- сница	15,3	14,5	8,1	9,2	2,1	2,4	51,7	106,3	88,0	93,2
7-96-40×Этна	15,0	15,3	8,5	8,1	2,2	2,1	52,5	102,9	90,0	88,3
Сеянцы от свободного опыления садовой земляники										
Берсенеvская	13,3	16,7	10,7	10,1	2,7	1,7	56,7	105,5	99,0	79,7
Садово- Спасская	13,4	13,7	10,5	10,2	2,6	2,6	56,4	109,8	99,4	97,8
Владыка Зо- сима	12,8	14,9	11,3	8,6	2,8	2,2	57,9	124,5	102,9	90,6
Сеянец от свободного опыления лесной земляники										
Александра	18,5	18,9	4,0	3,4	1,2	1,1	43,7	87,2	68,9	66,7

Примечание: 19 июля 2012 г. – новолуние.

Библиографический список

1. Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии. Якутск, 1973. 120.
2. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. академика РАСХН, доктора с.-х. наук Е.Н. Седова. Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1995. С. 387–416.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел, 1999. С. 134, 154, 417-443.
4. Белевцова В., Васильева Е., Сорокопудов В. *Fragaria orientalis* Los. в условиях Центральной Якутии. Интродукция и селекция / LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrucken, Deutschland Omniscryptum GmbH & Co. KG, 2015. 162 с.
5. Белевцова В.И. Основные признаки межвидовых гибридов земляники // Инновационные достижения в современном ягодоводстве: материалы науч.-практ. конф. Москва, 25 февраля – 10 марта 2015 г. Т. XXXXI. С. 54-58.
6. Белевцова В.И. Distant hybridization of strawberries in conditions of the central part of Yakutia / МНПК Emerging Threats for Human Health impact of Socioeconomic and Climate Change on Zoonotic Diseases. 2018. P. 68.

НАКОПЛЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В ЛИСТЬЯХ И СИНТЕЗ БЕЛКОВ ГЕНЕРАТИВНОЙ СФЕРЫ РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВЛАГИ

Усманов Р.М., Бозоров Т.А., Набиев С.М.

Usmanov R.M., Bozorov T.A., Nabiev S.M.

*Институт генетики и экспериментальной биологии растений
АН Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан,
usmanov_rustam51@mail.ru*

Целью работы являлось исследование влияния водного дефицита на накопление метаболитов в листьях и синтез белков генеративной сферы у сортов хлопчатника *Gossypium hirsutum* L. Водный дефицит создавался путем изменения традиционного способа полива. Полученные результаты показывают, что сорта реагируют по-разному на водный стресс. Профили метаболитов листьев показали их четкое разделение по вариантам у сорта «Ишонч» в отличие от сорта «Ташкент-6» при сокращении поливов по сравнению с полным поливом. Выявлены различия в синтезе белков генеративных органов этих сортов в условиях водного дефицита.

Ключевые слова: хлопчатник, дефицит влаги, метаболиты листьев, белки генеративной сферы.

The objective of this study is to explore the influence of water deficiency on accumulation of metabolites of leaves and protein synthesis of the generative sphere in cotton varieties *Gossypium hirsutum* L. The water deficiency was created by changing the traditional method of irrigation. Results indicate that cotton varieties respond differently to water deficiency. The metabolite profiles of leaves showed clear separation in the variation “Ishonch”, in contrast to the variety “Tashkent-6”, with reduced irrigation compared to full irrigation. Differences in the synthesis of proteins of generative organs in these varieties under conditions of water deficiency are revealed.

Keywords: cotton, water deficiency, metabolite of leaves, proteins of generative sphere.

Введение. Растения в течение длительной эволюции приобрели широкий спектр защитно-приспособительных реакций, способствующих развитию их устойчивости к разнообразным стрессовым факторам внешней среды. Адаптация растений к тому или иному стрессу является сложным, интегральным процессом, протекающим на всех уровнях организации организма и затрагивающим практически все функции растений – изменения на уровне мембран, в метаболизме и гормональном балансе, ионном составе, транскрипционно – и трансляционной активности и т.д.

Вода – один из основных лимитирующих факторов роста и развития растений, особенно для Узбекистана с его почти полностью орошаемым земледелием, где основной с/х культурой является хлопчатник – культура крайне требовательная к водообеспеченности, особенно в критические фазы онтогенеза. Одним из путей решения проблемы дефицита поливной воды является создание засухоустойчивых сортов хлопчатника и повышение его адаптивного потенциала в неблагоприятных условиях среды. Создание устойчивых сортов – многоступенчатый процесс, включающий поиск доноров устойчивости, подбор родительских пар, гибридизацию, генетический анализ гибридов первого, второго и последующих поколений, отбор и т.д. Учитывая то, что устойчивость растений является сложным, полигенным признаком, успешность селекционной работы во многом зависит от изучения взаимодействия генотипа и среды, выявления генетических, биохимических, физиологических и молекулярно-биологических механизмов, обеспечивающих адаптивные способности растений к неблагоприятным условиям среды.

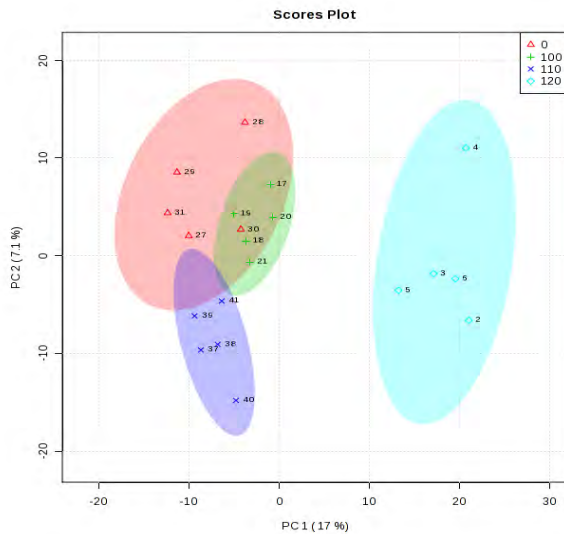
Объекты и методы исследований. Объектами исследования служили сорта хлопчатника Гуль-бахор-2, Ишонч и Ташкент-6. Выделение метаболитов осуществляли по методу (Keinänen et al., 2001). Экстракты листьев разделяли с помощью хроматографии на HPLC (Agilent Technologies-1260, USA). Элюаты детектировались на масс-спектрометре

6420 Triple Quad LC/MS (Agilent Technologies, USA). Соединения были идентифицированы с использованием базы данных масс-спектров, выделение белков и электрофорез проводили согласно прописи для биоанализатора «Agilent-2100»

Результаты и их обсуждение. Нами были выделены метаболиты из листьев сортов хлопчатника Ишонч (как засухоустойчивый) и Ташкент-6 (как относительно неустойчивый к засухе), выращенных на фонах оптимального (1-2-1) и ограниченного водоснабжения, а также отсутствия полива при схеме полива (1-1-0, 1-0-0, 0-0-0). Состав метаболитов был определен с помощью HPLC-анализа. Компьютерные данные, полученные после первичной обработки с использованием R-программы, указали на детекцию более 340 метаболитных ионов. Далее был проведен статистический анализ нецелевых метаболомных данных (Statistic analysis of untargeted metabolomic data). Нормализованные данные были подвергнуты мультивариационному анализу (анализ главных компонент АГК), результаты которого представлены на рис 1.

По приведенным данным видно, что метаболиты сорта Ишонч при оптимальном режиме орошения (120) располагаются на определенном расстоянии от других схем полива, тогда как для сорта Ташкент-6 характерна компактность расположения метаболитов во всех вариантах опыта. Детектировано более 340 метаболитных ионов. У сорта Ишонч наблюдаются существенные изменения метаболома – наблюдается синтез и накопление ряда вторичных метаболитов, предположительно участвующих в процессе адаптации к стрессу. У сорта Ташкент-6 все метаболитные профили расположены близко друг к другу – дефицит влаги существенно не влиял на состав синтезирующихся в условиях дефицита воды метаболитов. По полученным данным, сорт Ишонч более засухоустойчив по сравнению с сортом Ташкент-6, так как интенсивное накопление вторичных метаболитов способствует адаптации к стрессу [1–3].

ИШОНЧ



Ташкент-6

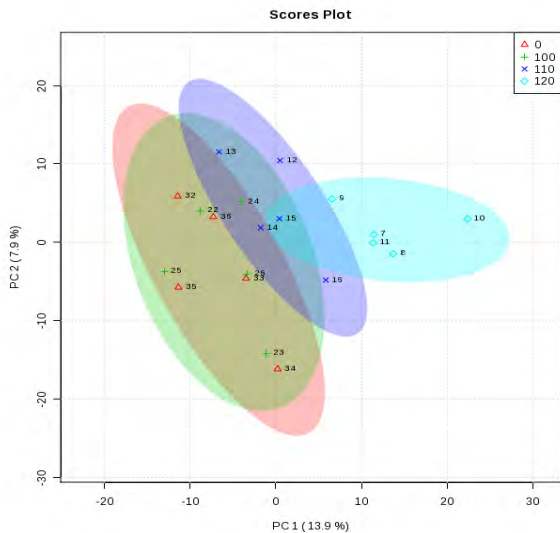
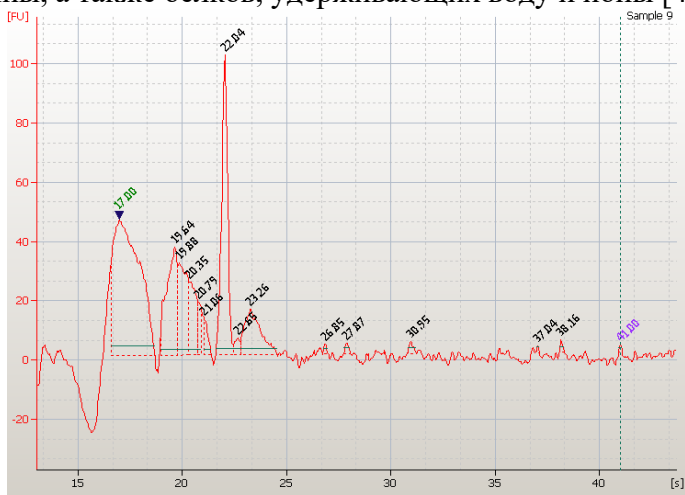
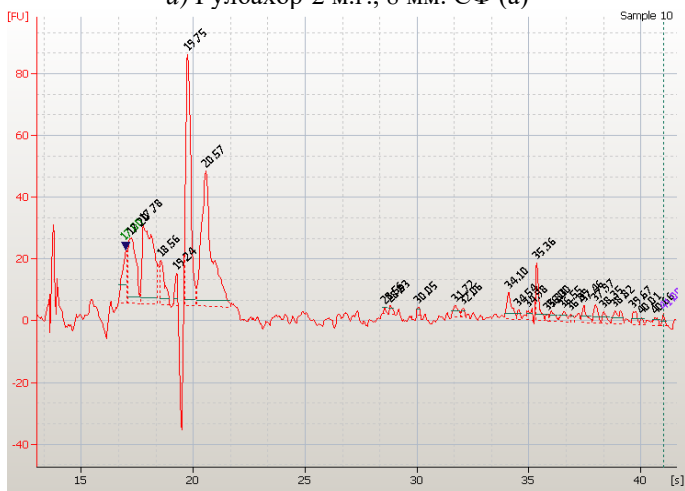


Рис. 1. АГК-анализ вторичных метаболитов сортов Ишонч и Ташкент-6, выращенных в различных условиях водообеспеченности

В условиях водного дефицита помимо синтеза низкомолекулярных осмотически активных веществ активизируется и синтез различных стрессовых белков, таких, как осмотин, дегидрины, а также белков, удерживающих воду и ионы [4].



а) Гульбахор-2 м.г., 8 мм. СФ (а)



б) Ташкент-6 м.г., 8 мм. СФ (б)

Рис 2. Белки мужского гаметофита сортов Гульбахор-2 (а) и Ташкент-6 (б) в условиях дефицита влаги

Проведены исследования белков генеративной сферы контрастных по засухоустойчивости сортов. На рис. 2 представлены белки мужского гаметофитов сортов Гульбахор-2 (относительно засухоустойчивый) и Ташкент-6 (относительно незасухоустойчивый) в условиях оптимального водоснабжения и моделируемой засухи. Видны существенные различия в качественном составе тотальных белков генеративных органов как в высоко- так и низкомолекулярных областях спектра. Также обнаружены существенные различия в компонентном составе тотальных белков генеративной сферы исследованных сортов, что свидетельствует об определенной специфичности реакций этих генотипов на стресс.

Выявление влияния экстремальных условий во время цветения, опыления и формирования семян на уровне синтеза белков позволит в определенной мере раскрыть некоторые механизмы появления устойчивых генотипов в последующих поколениях [5, 7].

Такого рода явления могут происходить благодаря эпигенетическим изменениям, имеющим место в условиях стрессового воздействия и связанным с изменениями в регуляции активности тех или иных генов при формировании гамет и оплодотворении. Факт появления устойчивых генотипов к засухе в последующем поколении может быть объяснен тем, что эпигенетические изменения (изменения, не связанные с изменениями в структуре генома) – метилирование ДНК, модификации гистонов, РНКинтерференция, инактивации транспозонов [6] – могут закрепляться в половых клетках и передаваться следующему поколению.

Заключение. В представленной работе приведены данные экспериментов влияния искусственно созданного дефицита влаги на накопление вторичных метаболитов и синтез белков генеративной сферы двух различающихся по устойчивости к засухе сортов хлопчатника. Показаны существенное увеличение отдельных метаболитов у сорта

Ишонч по сравнению с сортом Ташкент-6, что свидетельствует о его большей устойчивости к стрессу. Анализ электрофореграмм мужского и женского гаметофитов на стадии развития 0,8 мм сортов Ташкент-6 и Гульбахор-2 показал изменения в качественном составе общих белков у образцов, выращенных на оптимальном фоне и фоне моделированной засухи.

Наблюдаются различия в составе белков как в высокомолекулярной так и в средне- и низкомолекулярной областях. Искусственный дефицит влаги вызывает образование новых компонентов и снижение уровня других компонентов, что может играть определенную роль в оплодотворении и последующей генерации.

Библиографический список

1. Benavides-Mendoza A., Burgos-Limón D., Ramírez H. et al. Benzoic acid effect in the growth and yield of tomato in calcareous soil // Proceedings of the 28th International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on Environmental, Edaphic, and Genetic Factors Affecting Plants, Seeds and Turfgrass. Lisboa, Portugal: ISHS. 2012. 938: 251–256.
2. Abouzienna H., Amin A.A., Abd El-Kader A.A. et al. Effects of benzoic acid and thiourea on growth and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Plants. Ponte Academic Journal. 2016. 72(4): 132–149, doi: 10.21506/j.ponte.2016.4.26.
3. Nguyen Thanh Quan, La Hoang Anh, Do Tan Khang, Phung Thi Tuyen, Nguyen Phu Toan, Truong Ngoc Minh, Luong The Minh, Do Tuan Bach, Pham Thi Thu Ha, Abdelnaser Abdelghany Elzaawely, Tran Dang Khanh, Khuat Huu Trung and Tran Dang Xuan. Article Involvement of Secondary Metabolites in Response to Drought Stress of Rice (*Oryza sativa* L.) Agriculture. 2016. 6. 23; doi: 10.3390.
4. Farah Deeba, Ashutosh K. Pandey, Sanjay Ranjan, Ashwarya Mishra, Ruchi Singh, Y.K. Sharma, Pramod A. Shirke, Vivek Pandey. Physiological and proteomic responses of cotton (*Gossypium herbaceum* L.) to drought stress. Plant Physiology and Biochemistry. 2012. 53. 6-18.

5. Omprakash I., Gobul R., Prashant Bisen, Murlimanohar Baghel and Kumar Nishant Chourasia. Resistance / Tolerance Mechanism under Water Deficit (Drought) Condition in Plants. (2017) // J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2017. V. 6 (4). P. 66-78.

6. Ванюшин Б.Ф. Эпигенетика сегодня и завтра // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17. № 4/2. С. 805-832.

7. Xiangnan Li and Fulai Liu. Drought Stress Memory and Drought Stress Tolerance in Plants: Biochemical and Molecular Basis. 2016, © Springer International Publishing Switzerland, 2016 17 M.A. Hossain et al. (eds.) // Drought Stress Tolerance in Plants. Vol. 1. Chapter 2/ DOI 10.1007/pp/17-44.

DOI: 10.22363/09358-2019-234-236

УДК 633.34:581.4

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛОВ В ЛИСТЯХ РАСТЕНИЙ СОИ НА РАЗЛИЧНЫХ ФАЗАХ ИХ РАЗВИТИЯ

***Абдуразакова З.Л., Юнусханов Ш.,
Абзалов М.Ф., Курбанбаев И.Д.***

*Институт генетики и экспериментальной биологии растений
академии наук Республики Узбекистан, zumrad_60@mail.ru*

*Institute of Genetics and Plant Experimental Biology Academy of Sciences
Republic of Uzbekistan*

В статье приводятся результаты, полученные по изучению содержания хлорофиллов *a*, *b* и их суммы в листьях растений генетической коллекции сои.

Ключевые слова: соя, генетическая коллекция, хлорофилл, генотип.

The article presents the results obtained by studying the content of chlorophylls "a", "b" and their amounts in the leaves of plants of the genetic collection of soybeans.

Keywords: soy, genetic collection, chlorophyll, genotype.

Введение. В последние годы в Республике Узбекистан уделяется большое внимание увеличению посевных площадей сои для более полного удовлетворения потребности населения в растительном масле, животноводческих и птицеводческих хозяйств – в питательных кормах, а также эффективного использования производственных мощностей перерабатывающих предприятий. В Институте генетики и экспериментальной биологии растений АН РУз сформирована коллекция сои под названиями от Ген-1 до Ген-40. Оценка уровня генетической гетерогенности сои по уровню интенсивности фотосинтеза представляет несомненный интерес. Содержание хлорофиллов *a* и *b* является одним из показателей интенсивности фотосинтеза. Содержание различных видов хлорофилла находится под генетическим контролем. Генотипы по этому показателю могут существенно отличаться друг от друга в зависимости от экологических условий возделывания. В данной работе проведены исследования по изучению содержания хлорофиллов *a*, *b* и их суммы в листьях растений этой коллекции.

Объект и методы исследований. Объектом наших исследований служили образцы генетической коллекции сои с названием от Ген-1 до Ген-40. Опыты были заложены на экспериментальном поле Института в поселке Дурмен Кибрайского района Ташкентской области. Анализы были проведены на трех фазах развития растений – 08.06.18 (до цветения), 21.06.18 (в фазу массового цветения), 17.07.18 (в фазу плодоношения). Для анализа брали листья с третьего яруса. Экстракцию хлорофиллов проводили этиловым спиртом и количество хлорофиллов определяли.

Результаты и их обсуждение. Полученные данные показали, что изученные образцы сои в первой фазе развития различаются по содержанию хлорофиллов *a* и *b*. Содержание хлорофилла *a* колеблется в пределах от 2,7 (Ген-27) до 3,42 мг (Ген-24) на грамм сырой ткани, а хлорофилла *b* – от 0,89 (Ген-11) до 1,84 (Ген-32) и сумма хлорофиллов *a* и *b* –

от 3,9 (Ген-1) до 5,29 мг (Ген-32) на грамм сырой ткани. В фазу цветения содержание хлорофиллов у большинства образцов уменьшается. Самое высокое содержание хлорофилла *a* отмечено у образца Ген-22 (3,16 мг/г), самое низкое у Ген-1 (1,27 мг/г), хлорофилла *b* у образца Ген-39 (1,31 мг/г) и Ген-1 (0,48 мг/г) и суммы хлорофиллов *a* и *b* у образца Ген-26 (4,65 мг/г) и Ген-1 (1,76 мг/г) соответственно.

В фазу плодоношения наблюдается уменьшение содержания хлорофиллов по сравнению с предыдущими фазами развития растений. Высокое содержание хлорофилла *a* отмечено у образца Ген-11 (2,74 мг/г), самое низкое у Ген-1 (0,84 мг/г), хлорофилла *b* у образца Ген-11 (1,06 мг/г) и Ген-1 (0,48 мг/г) и суммы хлорофиллов *a* и *b* у образца Ген-31 (3,52 мг/г) и Ген-1 (1,33 мг/г) соответственно.

Заключение. На основании полученных данных можно прийти к заключению о том, что коллекционные образцы сои отличаются между собой по содержанию хлорофиллов и связанными с ними другими хозяйственно-ценными признаками.

МОДУЛЯЦИЯ УГЛЕВОДНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЛИСТЬЯХ *AMARANTHUS TRICOLOR* L. СОРТА ВАЛЕНТИНА

**Гинс М.С.¹, Гинс В.К.¹, Куликов И.М.²,
Пивоваров В.Ф.¹, Мотылева С.М.², Медведев С.М.²**

¹ ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»,
г. Одинцово, ул. Селекционная, д.14, anirr@bk.ru

² ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт
садоводства и питомниководства», г. Москва, ул. Загорьевская, д. 4,
vstisp@vstisp.org; motyleva_svetlana@mail.ru

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution
“Federal Scientific Vegetable Center”

² All-Russian Horticultural Institute of Breeding,
Agrotechnology and Nursery

Исследованиями показано, что в разновозрастных листьях амаранта характер изменения углеводного обмена зависит от стадии развития листа и возраста растения. Для детекции качества (состава метаболитов) разновозрастных листьев *Amaranthus tricolor* L. сорта Валентина использован метаболомный подход.

Studies have shown that in leaves of different ages the nature of changes in carbohydrate metabolism depends on the stage of leaf development and the age of the plant. For the detection of the quality (composition of metabolites) of leaves of different ages *Amaranthus tricolor* L. Valentine varieties the metabolic approach was used.

Появление интенсивно развивающегося направления системной биологии – метаболомики – связано в том числе с идентификацией состава низкомолекулярных метаболитов, участвующих в процессах роста и развития растения. При изучении особенностей углеводного состава метаболитов разновозрастных листьев амаранта важнейшими показателями служат уровень накопления и соотношения моно- и дисахаридов, специфичных для каждого листа, и вместе с тем

внутренне связанных с онтогенетическими фазами развития растения. В данной работе с использованием метаболомного подхода рассматриваются метаболические перестройки, непосредственно связанные с изменением состава углеводов отдельного листа разного возраста в процессе онтогенеза растения амаранта.

Материалы и методы. Материалом служили свежие листья овощного амаранта (*Amaranthus tricolor* L.) сорта Валентина (оригинатор – Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур, ВНИИССОК, Московская обл.). Для изучения брали листья разного возраста с полностью развитой листовой пластинкой – верхние ювенильные, первый и второй старые (отсчет снизу). Качественный анализ метаболитов выполняли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) на хроматографе JMS-Q1050GC («JEOL Ltd», Япония). Идентификацию веществ осуществляли по параметрам удерживания и масс-спектрам библиотеки NIST-5 National Institute of Standards and Technology (США).

Результаты и их обсуждение. Объективную и более объемную информацию о составе метаболитов углеводной природы в разновозрастных листьях амаранта можно получить путем анализа их метаболических профилей. По библиотечным масс-спектрам в сумме во всех исследованных листьях было идентифицировано 32 индивидуальных вещества, относящихся к моно- и дисахаридам. Они представляют собой основной энергетический и питательный (строительный) материал для жизнедеятельности клетки. Состав углеводов из разновозрастных листьев амаранта представлен в табл. 1. В составе самого старого (первого) листа амаранта обнаружено 22 моно- и дисахарида, в основном в пиранозной и фуранозной формах.

Следует отметить, что в водном растворе моносахарида присутствуют одновременно все его формы, как, например, в растворе глюкозы имеется ее нециклическая (альдегидная)

**Состав моно- и дисахаридов в разновозрастных листьях
A. tricolor L. сорта Валентина (ФГНБУ ФНЦО, 2018 г.)**

Первый старый	Второй старый	Третий ювенильный
глицеральдегид	-	-
-	треоза	-
-	D-эритроза	-
-	эритрито-1,4-лактон	-
эритрит	-	-
эритрофураноза	-	эритрофураноза
рибофураноза	рибофураноза	рибофураноза
ксилопираноза	ксилопираноза	ксилопираноза
талофураноза	талофураноза	талофураноза
арабинопираноза	-	арабинопираноза
ликсопираноза	ликсопираноза	-
глюкоза	-	-
глюкопираноза	глюкопираноза	глюкопираноза
глюкофуранозид	-	глюкофуранозид
галактоза	галактоза	галактоза
галактопираноза	галактопираноза	галактопираноза
манноза	манноза	манноза
-	маннопираноза	-
фруктоза	фруктоза	фруктоза
фруктопираноза	фруктопираноза	фруктопираноза
фруктофураноза	фруктофураноза	фруктофураноза
гексапираноза	-	-
сорбоза	-	-
сорбофураноза	сорбофураноза пси-	сорбофураноза
псикопираноза	копираноза	псикопираноза
аллопираноза	-	аллопираноза
тураноза	-	тураноза
тагатофураноза	тагатофураноза	тагатофураноза
Дисахариды		
лактоза	лактоза	лактоза
лактулоза	лактулоза	лактулоза
маннобиоза	маннобиоза	-
целлобиоза	-	-
-	сахароза	-

форма и все ее циклические формы, т.е. α и β -глюкофураноза. При этом количество глюкозы в нециклической форме составляет всего лишь около 1 %. А обнаруженный во всех листьях моносахарид рибоза входит в состав рибонуклеиновых кислот в фуранозной форме. Самыми простыми моносахаридами являются триозы, которые содержат три углеродных атома и обнаружены в первом (глицеральальдегид) и втором листе (треоза) растения амарант. Из числа тетроз, содержащих в молекуле четыре углеродных атома, в первом и ювенильном листьях накапливается эритрофураноза, а во втором – эритроза и эритро-1,4-лактон.

В составе разновозрастных листьев амаранта обнаружены пентозы в циклической форме. При этом ликсопираноза накапливается только в старых листьях, а арабинопираноза была выявлена в первом старом и ювенильном листьях. Наибольшее число моносахаридов – гексоз было обнаружено в составе разновозрастных листьев амаранта. При этом глюкоза накапливалась как в пиранозной форме, так и в нециклической, а фруктоза в пиранозной, фуранозной и нециклической. Только в первом старом листе были выявлены глюкоза, гексапираноза, сорбоза, которые являются специфическими моносахаридами для этого листа. Во втором старом листе обнаружена маннопираноза, характерная только для этого листа. В составе второго и ювенильного листа, соответственно, меньше образовывалось моносахаридов по сравнению с первым (старым) листом. В разновозрастных листьях амаранта помимо моносахаридов накапливались дисахариды, которые называют олигосахаридами, т.е. полисахаридами, состоящими из небольшого числа моносахаридов. В форме кетозы дисахарид лактулоза и в форме альдозы – лактоза были выявлены во всех исследованных листьях амаранта.

Следует отметить, что лактоза (молочный сахар) для растений является редким дисахаридом, в состав которого входят β -D-галактоза и α -D-глюкоза. Это второй, наиболее

важный с пищевой точки зрения сахар, который обеспечивает питательную ценность молока и служит исходным веществом для процесса брожения при получении кисломолочной продукции. Дисахарид – целлобиоза является основной строительной единицей клетчатки (целлюлозы) и представляет собой β -D-глюкозидоглюкозу. В свободном виде содержится в соке некоторых деревьев. В старом (первом) листе амаранта обнаружена целлобиоза – полное ее название β -D-глюкопиранозил – (1-6)-D-глюкопираноза. Поскольку в растении она не синтезируется, то в клетках растений она появляется в результате ферментативного гидролиза целлюлозы. Накопление целлобиозы в старых листьях можно, по-видимому, связывать с катаболизмом целлюлозных структур в клетке, обусловленных старением. Не исключено, что отсутствие целлобиозы в ювенильных листьях является указанием на возможность накопления целлобиозы в клетках старых листьев в качестве биомаркера старения.

Выводы. Высокая значимость сельскохозяйственной культуры амарант при производстве листовой биомассы для пищевой и фармацевтической промышленности определяется в том числе и совокупностью пищевых моносахаридов. В связи с этим метаболомные исследования не только имеют теоретическую значимость, но и приобретают важное практическое значение. Все исследованные разновозрастные листья амаранта содержат разнообразный состав моно- и дисахаридов и могут использоваться в качестве сырья для создания функциональных продуктов.

НАКОПЛЕНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ МОНОСАХАРИДОВ В ЛИСТЬЯХ *AMARANTHUS TRICOLOR* L. СОРТА ВАЛЕНТИНА

**Гинс М.С.¹, Куликов И.М.², Гинс В.К.¹,
Кононков П.Ф.¹, Мотылева С.М.², Медведев С.М.²**

¹ ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»,
г. Одинцово, ул. Селекционная, д.14, anirr@bk.ru

² ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт
садоводства и питомниководства», г. Москва, ул. Загорьевская, д. 4,
vstisp@vstisp.org; vstisp@vstisp.org

¹ *Federal State Budgetary Scientific Institution
“Federal Scientific Vegetable Center”*

² *All-Russian Horticultural Institute of Breeding, Agrotechnology and Nursery*

Методом газовой хромато-масс-спектрометрии проведен сравнительный химический анализ водных и спиртовых экстрактов разновозрастных листьев амаранта сорта Валентина с целью изучения состава производных моносахаридов методом и выявления специфических соединений для старых и молодых листьев.

The method of gas chromatography-mass spectrometry carried out a comparative chemical analysis of water and alcohol extracts of different age leaves of amaranth varieties Valentine to study the composition of derivatives of monosaccharides and identify specific compounds for old and young leaves.

Присутствие в моносахаридах гидроксильных, альдегидных и кетонных групп позволяет им вступать в реакции, характерные для спиртов, альдегидов и кетонов. Модификация этих групп в молекуле сахара ведет к образованию производных моносахаридов. Одни из них используются для синтеза полисахаридов, другие являются промежуточными продуктами обменных реакций клетки.

Материалы и методы. Материалом служили свежие листья овощного амаранта (*Amaranthus tricolor* L.) сорта Валентина (оригинатор – Всероссийский НИИ селекции и се-

меноводства овощных культур, ВНИИССОК, Московская обл.). Водные и спиртовые экстракты готовили из листьев разного возраста с полностью развитой листовой пластинкой: верхние ювенильные, а также первый и второй старые листья (отсчет снизу). Качественный анализ метаболитов выполняли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) на хроматографе JMS-Q1050GC («JEOL Ltd», Япония). Идентификацию веществ осуществляли по параметрам удерживания и масс-спектрам библиотеки NIST-5 National Institute of Standards and Technology (США) [1]. Все измерения проводили в трех повторностях.

Результаты и их обсуждение. В разновозрастных листьях амаранта идентифицировано более 20 производных моносахаридов, в основном глюкозы и галактозы. Модифицированные моносахариды проявляют свойства биологически активных веществ. В старых листьях амаранта обнаружены метильные производные глюкозы и галактозы: метилгликозид и метилгалактозид (табл. 1). В растениях при биологическом окислении концевых групп альдоз до карбоксильных образуются три различных производных альдоз. При окислении альдегидной группы моносахаридов образуются кислоты, называемые альдоновыми. Превращение альдегидной группы глюкозы в глюконовую кислоту в растениях происходит под действием ферментов, а затем она может подвергаться дальнейшему превращению в лимонную кислоту. Во всех исследованных листьях амаранта выявлены глюконовая, гулоновая кислоты, а в ювенильных листьях обнаружены специфические производные моносахаридов: кетоглюконовая, глицериновая и галактаровая кислоты. В том случае, когда окисляется лишь первичная спиртовая группа с образованием карбоксила, образуются уроновые кислоты, которые входят в состав пектиновых веществ и других полиуронидов. Во всех исследованных листьях амаранта обнаружена галактуроновая кислота. В первом (старом) листе выявлены глюкуроновая и глюкопиранозидуруновая кислоты, при

этом последняя присутствует и во втором старом листе. Следует отметить, что уруновые кислоты могут служить промежуточным продуктом при образовании пентоз из гексоз. Так, образующаяся при окислении глюкозы глюкуроновая кислота, подвергаясь декарбоксилированию (выделяя CO_2), может дать ксилозу.

Не исключено, что эта реакция может осуществляться в листьях амаранта. При окислении спиртовой концевой группы – CH_2OH образуются альдаровые кислоты, глюкаровая и галакторовая, биологическая роль которых не установлена. В ювенильных листьях обнаружили присутствие обеих кислот – глюкаровой и галакторовой, во втором листе – галакторовую, а в самом старом листе альдаровые кислоты не найдены. При ферментативном восстановлении глицеральдегида образуется трехатомный спирт – глицерин – простейший сахароспирт. В ювенильных листьях обнаружены многоатомные спирты: глицерин, рибит, мио-инозит, пентатриол, в то время как в старом первом листе выявлены глицерин и мио-инозит, а во втором миоинозит, изотридециловый спирт, бутантриол.

В растениях распространены производные моносахаридов – аminosахара, содержащие аминогруппу вместо гидроксильной группы. Из аminosахаров в растениях наиболее распространен 2-амино-2-дезоксид-D-глюкоза (D-глюкозамин). В старом втором листе амаранта обнаружен N-ацетилглюкозамин, который относится к ацетилаminosахарам, содержащим ацетиламиногруппу ($-\text{NHCOCH}_3$). В аминной группе вместо одного атома водорода содержится ацетильный остаток $\text{CH}_3\text{-CO-}$. Таким образом, развитие нового направления системной биологии – метаболомики, позволяет расширить наше представление о качественном разнообразии состава низкомолекулярных метаболитов – производных моносахаридов в разновозрастных листьях амаранта.

**Состав производных моносахаридов в разновозрастных листьях
амаранта *Amarantus tricolor* L. Сорта Валентина
(ФГБНУ ФНЦО, 2018 г.)**

Метилированные гликозиды		
метилгликозид	метилгликозид	-
метилгалактозид	метилгалактозид	-
Гликозиды		
глицерил-гликозид	глицерил-гликозид	глицерил-гликозид
Альдоновые кислоты		
- глюконовая гулоновая - - - лактон рибоновой кислоты -	глюконовой кислоты лак- тон глюконовая гулоновая - - - - ксилоновая	- глюконовая гулоновая α - кетоглюконовая глицериновая рибоновая - -
Уроновые кислоты		
глюкопиранозидуруновая галактоуроносовая глюкуроносовая	глюкопиранозидуруновая галактоуроносовая -	- галактоуроносовая -
Аровые кислоты		
- -	- -	глюкоаровая галакторовая
Сахароспирты		
глицерин рибит миоинозит - - - -	глицерин рибит мио-инозит - изотридециловый спирт бутантриол инозит	глицерин рибит мио-инозит пентатриол - - -
Аминосахара		
-	N-ацетилглюкозоамин	-

Выводы:

1. Показана способность листьев амаранта накапливать модифицированные молекулы углеводов, формируя разнообразный состав производных моносахаридов с различной функциональной и биологической активностью.

2. В составе производных моносахаридов наряду с общими метаболитами обнаружены характерные только для ювенильных листьев, такие как глюкоаровая и галактаровая кислоты, а также глицериновая и α -кетоглюкоаровая, а для самых старых – метилированные гликозиды и глюкоуроновая кислота.

3. Полученные результаты показали, что листья амаранта могут быть перспективным объектом для разработки функциональных продуктов питания на его основе.

**ИЗУЧЕНИЕ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ
И ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТЕНИЯ
LYCUIM RUTHENICUM MURR.**

***Шеримбетов А.Г.¹, Шеримбетов С.Г.²,
Абдирахимова С.Ш.³, Шаджанова Г.А.⁴***

¹ *Институт генетики и экспериментальной биологии растений
Академии наук Республики Узбекистан*

² *Институт биоорганической химии им. А.А. Садикова
Академии наук Республики Узбекистан, sanjarbeksherimbetov@gmail.com*

³ *Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека*

⁴ *Государственный природный музей Узбекистана*

**STUDYING THE BIOMORPHOLOGICAL
AND CHEMICAL INDICATORS OF PLANT *LYCUIM
RUTHENICUM* MURR.**

***Sherimbetov A.G.¹, Sherimbetov S.G.²,
Abdirakhimova S.Sh.³, Shadzhanova G.A.⁴***

¹ *Institute of Genetics and Plant Experimental Biology of the Academy
of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

² *Institute of Bioorganic Chemistry named after Academician
A.S. Sadykov of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

³ *National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek*

⁴ *State Natural Museum of Uzbekistan*

В работе изучены морфологические показатели и химический состав растения *Lycuim ruthenicum* Murr. Были выделены белковые фракции и изучены их антимикробные свойства против 14 видов бактерий, патогенных для организма человека, по сравнению с канамицином. Определено, что развитие вышеуказанных патогенных микроорганизмов ингибировалось на 85 и 62 %.

Ключевые слова: фитопрепарат, лекарственные растения, аминокислоты, полисахариды, белки.

The article presents the morphological parameters and chemical composition of the plant *Lycuim ruthenicum* Murr. Protein fractions have been isolated and their antimicrobial activity against 14 species of bacteria for the

human body, compared with kanamycin. It was determined that the development of the above mentioned pathogenic microorganisms were inhibited by 85 and 62 %.

Keywords: phytopreparation, medicinal plants, amino acid, polysaccharide, proteins.

В настоящее время лекарственные препараты из растений составляют около 40 % от общего количества лекарств, обращающихся на мировом рынке. Медицинские препараты растительного происхождения обладают стойким терапевтическим эффектом, малотоксичны и редко оказывают побочное действие. Для лечения многих тяжелых хронических заболеваний, таких как сердечно-сосудистые, желудочные, заболевания печени, почек и целого ряда других, используют преимущественно растительные препараты.

Изучение сырьевой базы дикорастущих лекарственных растений актуально для Республики Узбекистан, где произрастает более 200 видов растений официальной и народной медицины. Сбор лекарственного сырья в природе не всегда возможен, так как многие из лекарственных растений являются редкими либо не имеют существенных промышленных запасов [1].

Для расширения сырьевой базы для производства фитопрепаратов необходимо проведение широких интродукционных исследований новых перспективных растений. Именно к таким растениям относится Русская дереза – *Lycium ruthenicum*.

Потребности в сырье лекарственных растений можно удовлетворить за счёт существующей местной флоры или создания плантаций интродуцированных растений, завезённых из флоры других регионов. В настоящее время в почвенно-климатических условиях нашей Республики плантационное выращивание лекарственных растений, а также выбор лекарственных растений для экспорта является одной из актуальных проблем [2].

В литературных источниках о лекарственных свойствах данного растения сведений очень мало, но в книгах народной медицины представлены рецепты по ней. В народной медицине плоды этого растения использовались при желудочных болях, одышке и в качестве слабительного. Также приготовленные из этого растения лекарства могут использоваться при лечении кожных заболеваний и обладают малыми побочными действиями в сравнении с синтетическими аналогами.

В работе [5] авторами были определены аминокислотный состав Дерезы обыкновенной, растущей на территории ботанического сада Горского государственного аграрного университета (город Владикавказ), и Дерезы русской, растущей по долине речки Тугчай Апшеронского района. В результате химический состав плодов Дерезы обыкновенной и Дерезы русской состоит из 16 аминокислот. Если составить список по порядку снижения количества аминокислот в плодах Дерезы обыкновенной и Дерезы русской получится следующее: дикарбоновые кислоты > алифатические кислоты > основные диаминовые кислоты > иминокислоты > оксиаминокислоты > ароматические аминокислоты > серосодержащие аминокислоты. Принципиальное различие аминокислотного состава изученных плодов это 3 кратное большее количество аминокислот, а именно у Дерезы обыкновенной этот показатель составил 1,31 %, а у Дерезы русской – 0,44 % [5].

Заключение. В 2015-2018 гг. году впервые в условиях Узбекистана были проведены исследования по выделению и изучению молекулярной массы белков и пептидов растения *Lycium ruthenicum*, распространённого на высохшем дне Аральского моря. Выделенные белковые фракции были изучены по антимикробной активности против 14 видов бактерий, патогенных для организма человека, по сравнению с канамицином. Определено, что развитие вышеуказанных патогенных микроорганизмов ингибировалось на 85 и 62 % [6].

В качестве практического значения научного исследования можно сказать, что солеустойчивое растение *Lycium*

ruthenicum, распространённой в Южной части Аральского моря, в будущем может иметь важное значение при производстве лекарственных препаратов.

Библиографический список

1. Сагдиева Д.С., Хайдаров Х.К. Кизил мужской (*Cornus Mas L.*) в Самаркандской области // Проблемы преподавания и исследования естественных наук: республиканская научно-теоретическая конференция. 2017. С. 372-373.

2. Ашурметов О.А., Тўхтаев Б.Е. Доривор ўсимликлар интродукциясининг тарихи, муаммолари ва истиқболлари // Ўсимликлар интродукцияси: муаммолари ва истиқболлари: Республика илмий – конференция материаллари. Хива: ХМА, 2003. Б. 12-15.

3. Ковалевская С.С // Флора Узбекистана. Т. V. Изд. Акад. наук Узб., 1962. С. 416-435.

4. Кособокова О.Д., Хлебцова Е.Б. О перспективах использования *Lycium ruthenicum* Murr // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2013.

5. Секинаева М.А., Ляшенко С.С., Денисенко О.Н., Денисенко Ю.О. // Аминокислотный состав плодов дерезы обыкновенной и дерезы русской // The Journal of Scientific Articles “Health and Education Millennium”, 2017. Vol. 19. No 9. С. 197-198.