

forms have been identified with early fruit ripening – 355, 478, 941. Promising forms have been identified that are not inferior to control cultivars in terms of fruit weight - 294, 303, 444, 478, 601, 758, 837, 941 and 953. During artificial freezing, forms 303, 478 and 601 stood out in terms of stability. The genotypes 478, 601, 758 and 304 showed a high adaptive potential during the return frosts. Forms 303, 304, 601 and 953 have been identified with high field drought resistance. The highest resistance to monilia was shown by genotypes 303, 941, as well as 444 and 601. In terms of resistance to coccomycosis, the highest score was shown by breeding forms 294 and 601.

Key words: *sweet cherry; breeding; assessment; breeding forms; economic and biological characteristics*

УДК 615.322:634.511

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-148-92-98

ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ИЗ ПЕРЕГОРОДОК *JUGLANS REGIA* L.

Дарья Алексеевна Черникова¹, Юлия Генриховна Базарнова¹,
Сергей Юрьевич Хохлов²

¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
194021, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

E-mail: jbazarnova@yandex.ru, dasha511997@yandex.ru

² Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»,
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52

E-mail: ocean-10@mail.ru

Существенным достижением последнего десятилетия стали новые данные о биологической роли многих фитомикронутриентов, относящихся к незаменимым факторам питания, среди которых особое значение отводится растительным антиоксидантам, в особенности, полифенольным веществам. Выделение полифенолов из растительного сырья имеет большое практическое значение, поскольку правильно подобранный технологический прием и полнота извлечения природных соединений формируют качественные характеристики фитоэкстрактов. Известно, что полифенольные соединения *Juglans regia* L., в том числе танины, фенольные кислоты, нафтохиноны, флавоноиды, обладают высокой антиоксидантной активностью. Многочисленные исследования свидетельствуют о высоком биотехнологическом потенциале ореха грецкого (*Juglans regia* L.) и продуктов его переработки, в том числе перегородок, в качестве источника полифенольных антиоксидантов. Полученный экстракт полифенолов перегородок *Juglans regia* L. представляет собой непрозрачную массу темно-коричневого цвета с выраженным древесно-травянистым ароматом, терпким вкусом и содержанием влаги 6,2%, характеризуется высоким содержанием общих экстрактивных веществ (285,0±1,5) и полифенольных веществ (137,5±1,5) мг/100 г. Антиоксидантная активность полифенолов полученного экстракта в пересчете на галловую кислоту составляет 1220,0±23,5 мкг/мл экстракта. Полученный экстракт полифенолов может использоваться в качестве функционального ингредиента для обогащения напитков полифенольными антиоксидантами.

Ключевые слова: *перегородки Juglans regia* L.; полифенольные вещества; антиоксидантная активность; функциональные пищевые ингредиенты; ультразвуковая экстракция

Введение

Практические знания в области нутрициологии свидетельствуют, что в условиях жизни современного человека обеспечение организма всеми жизненно необходимыми нутриентами только за счет традиционного питания уже невозможно.

Существенным достижением последнего десятилетия стали новые данные о биологической роли многих фитомикронутриентов, относящихся к незаменимым факторам питания [14], среди которых особое значение отводится растительным антиоксидантам, в особенности, полифенольным веществам. Полифенольные соединения являются продуктами вторичного метаболизма высших растений и не

синтезируются в организме человека и животных, поэтому способ их извлечения из растительного сырья должен учитывать состав природного комплекса полифенолов [2, 15].

Растущий интерес к использованию растительных полифенолов обусловлен их фармакологическими свойствами, поскольку они обладают широким спектром биологической активности, включая антиоксидантные, антибактериальные, противораковые, противовоспалительные и сосудорасширяющие свойства [15]. Полифенольные соединения ингибируют процессы перекисного окисления липидов, агрегацию тромбоцитов, снижают хрупкость и проницаемость капилляров, а также влияют на различные ферментные системы. Природные полифенолы, в отличие от синтезированных, имеют низкую токсичность, не вызывают побочных реакций (аллергия, отторжения организмом, эффект привыкания, накопления) и могут быть отнесены к категории биологически активных добавок, вводимых в пищевые продукты [2, 14]. Так, рекомендуемые величины суточного потребления биологически активных веществ полифенольной природы составляют для гидроксикоричных кислот – 10 мг/сут; для галловой кислоты и танинов – 100 мг/сут [3].

Диетологи рассматривают фитоэкстракты, как оптимальную форму функциональных ингредиентов, используемых для удовлетворения потребности организма в фитомикронутриентах.

Выделение полифенолов из растительного сырья имеет большое практическое значение, поскольку правильно подобранный технологический прием и полнота извлечения природных соединений формируют качественные характеристики фитоэкстрактов [8, 13].

В качестве альтернативного источника ценных фитохимических веществ перспективны продукты переработки орехоплодных культур. Многочисленные исследования свидетельствуют о высоком биотехнологическом потенциале ореха грецкого (*Juglans regia* L.) и продуктов его переработки в качестве источника полифенольных антиоксидантов. Известно, что полифенольные соединения *Juglans regia* L., в том числе танины, фенольные кислоты, нафтохиноны, флавоноиды, обладают высокой антиоксидантной активностью [10].

Одним из важных источников полифенольных веществ с уникальными свойствами, которые доказаны *in vitro*, являются перегородки плодов *Juglans regia* L. Colaric M., Veberic R., Solar A. с соавторами [11] было установлено, что в перегородках *Juglans regia* L. содержатся сиреневая, эллаговая кислоты и юглон в более высоких концентрациях, чем в ядре. Среди фенольных соединений перегородок *Juglans regia* L. обнаружены нафтохиноны и производные антрацена [11, 12].

Ранее нами было установлено, что содержание полифенольных веществ в перегородках *Juglans regia* L. варьируется в пределах от 5,2 до 7,3 г/100 г [9]. Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными, в которых отмечается, что большая часть полифенолов накапливается именно в скорлупных перегородках [11].

Цель настоящей работы заключалась в получении полифенольных веществ из перегородок *Juglans regia* L., изучении их характеристик и антиоксидантных свойств.

Материалы и методы

В качестве сырья использовали биомассу перегородок селекционного сорта *Juglans regia* L. 'Подарок Валентины' Крымской селекции (Никитский ботанический сад, Национальный научный центр Российской академии наук, республика Крым).

Объединенную пробу из биомассы перегородок, полученную после отделения от скорлупы ореха грецкого, составляли путем отбора 1 кг орехов в скорлупе. Очищенные

перегородки измельчали на мельнице лабораторной ЛЗМ-1М («Вилитек», Россия) в течение 3 мин и просеивали измельченную пробу через сито с диаметром ячеек 0,5 мм.

Определение массовой доли влаги проводили методом высушивания ($t = 105^{\circ}\text{C}$) до постоянной массы [1]. Полученные данные использовали для перерасчета общего содержания дубильных веществ на массовую долю сухого остатка в перегородках *Juglans regia* L.

В качестве экстрагента использовали 50% водный раствор этанола. Соотношение образцов биомассы перегородок *Juglans regia* L. и экстрагента составляло 1:30 по массе.

Образцы смешивали с экстрагентом и обрабатывали ультразвуком (УЗ) мощностью в диапазоне от 25 до 125 Вт в гомогенизаторе SCIENTZ-IIID («SCIENTZ», Китай) в течение 10 мин (частота излучателя 25 кГц, температурный диапазон 20–25°C).

После УЗ-обработки экстракты мацерировали при комнатной температуре в течение 96 ч без доступа света в герметичной посуде, после чего отделяли от шрота декантацией. Полученный экстракт упаривали на роторном испарителе под вакуумом VP18R в течение 3,5–4 ч ($P = 2 \times 10^{-2}$ бар, $t = 45\text{--}55^{\circ}\text{C}$) до достижения массовой доли влаги в экстракте не более 25%.

Для оценки влияния УЗ-обработки на полноту извлечения полифенольных соединений использовали контрольный образец экстракта без озвучивания УЗ.

Стандартизацию полученного экстракта проводили в соответствии с требованиями общих фармакопейных статей по следующим показателям: массовая доля влаги, содержание действующих веществ полифенольной природы, подлинность экстракта. Определяли органолептические показатели экстракта (цвет, прозрачность, запах и вкус) [4–7].

Массовую долю влаги в экстракте определяли методом высушивания ($t = 102,5 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, $\tau = 3$ ч) [5]; плотность – методом [4].

Количественное определение суммы полифенольных веществ проводили в соответствии с методом [7]; суммы экстрактивных веществ – методом [6].

Определение массовой доли этилового спирта в экстракте осуществляли с помощью прибора «КОЛОС-2» (ООО НПП «БИОМЕР», Россия).

Для оценки подлинности экстракта использовали электронные спектры оптического поглощения в видимой и ультрафиолетовой (УФ) области спектра, полученные с помощью спектрофотометра SHIMADZU («SHIMADZU», Япония).

Суммарную антиоксидантную активность экстракта в пересчете на галловую кислоту определяли методом кулонометрического титрования электрогенерированными соединениями брома на анализаторе Эксперт-006 (ООО «Эконикс-Эксперт», Россия).

Экспериментальные данные обрабатывали с помощью инструментов программы *Microsoft Office Excel* (2010).

Все экспериментальные результаты были представлены в виде средних значений из пяти измерений с учетом доверительного интервала при вероятности $\alpha = 0,95$ с использованием критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлена динамика извлечения полифенольных веществ из сухой биомассы перегородок *Juglans regia* L. при варьировании мощности УЗ в диапазоне от 25 до 125 Вт и продолжительности мацерации в течение 96 ч.

Установлено, что мощность УЗ-обработки экстрактов менее 25 Вт не дает заметного увеличения содержания полифенольных веществ в экстрактах относительно

контрольного образца, не подвергавшегося озвучиванию. В то время как увеличение мощности УЗ более 100 Вт приводит к снижению выхода полифенолов в экстракты, что связано с окислением биологически активных веществ и изменением их молекулярной структуры.

Таблица 1

Влияние мощности УЗ и продолжительности экстракции на выход полифенольных веществ, %

Мощность УЗ, Вт	Продолжительность экстракции, ч			
	24	48	72	96
0 (без УЗ-обработки)	3,84±0,03	4,03±0,03	4,17±0,05	4,19±0,04
25	4,01±0,03	4,17±0,05	4,81±0,04	4,83±0,03
50	4,09±0,03	4,37±0,04	4,98±0,04	5,01±0,03
75	4,29±0,04	4,51±0,03	5,05±0,05	5,08±0,05
100	4,37±0,04	4,62±0,05	5,11±0,04	5,14±0,04
125	4,32±0,04	4,43±0,04	4,48±0,03	4,50±0,03

Характеристики полученного экстракта полифенолов перегородок *Juglans regia* L. приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики экстракта полифенолов перегородок *Juglans regia* L.

Наименование	Значение показателя
<i>Органолептические показатели</i>	
цвет	темно-коричневый
прозрачность	непрозрачный
аромат	древесно-травянистый
вкус	терпкий
<i>Физико-химические показатели</i>	
массовая доля влаги, %	6,2±0,2
массовая доля этилового спирта, %	0,43±0,02
плотность, г/см ³	1,50±0,05
содержание экстрактивных веществ, мг/100 г	285,0±1,5
содержание полифенольных веществ, мг/100 г	137,5±1,5
антиоксидантная активность, мкг/мл	1220,0±23,5

Полученный экстракт полифенолов перегородок *Juglans regia* L. представляет собой непрозрачную массу темно-коричневого цвета с выраженным древесно-травянистым ароматом, терпким вкусом и содержанием влаги 6,2%. Применение вакуума для удаления экстрагента позволяет поддерживать температуру сгущения экстракта в диапазоне от 45 до 55°C, за счет чего сокращаются потери термолабильных веществ. Содержание общих экстрактивных веществ составило 285,0±1,5, а содержание полифенолов – 137,5±1,5 мг на 100 г экстракта.

Установлено, что антиоксидантная активность полифенолов полученного экстракта в пересчете на галловую кислоту составляет 1220,0±23,5 мкг/мл экстракта.

На рис. 1 (а и б) представлены электронные спектры полученного экстракта полифенолов перегородок *Juglans regia* L. в УФ- и видимой области оптического спектрального диапазона с учетом разведения 1:250 (УФ-область спектра) и 1:30 (видимая область спектра).

Электронные спектры поглощения полифенолов в УФ (рис. 1, а) свидетельствуют о наличии характерных для галловой кислоты и её межмолекулярных сложных эфиров (метадигалловая, метатригалловая кислоты) максимумов поглощения в области 260-290 нм. Наличие трех выраженных максимумов в области 355-375 нм указывает на присутствие производных мономерных фенольных соединений C₆-C₃

ряда, к которым относятся производные коричной кислоты, обнаруженные во всех высших растениях. Их характерной особенностью является наличие оптической изомерии, о чем и свидетельствует характер спектра.

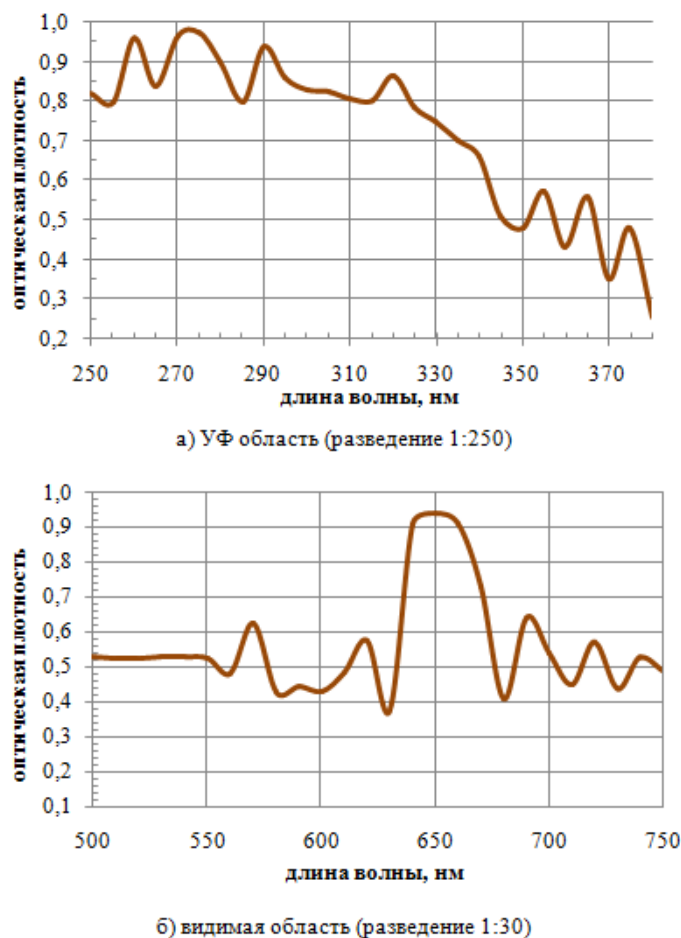


Рис. 1 Электронные спектры поглощения полифенолов экстракта из перегородок *Juglans regia* L.

Выраженные максимумы поглощения электронного спектра в видимой области (рис. 1, б) зафиксированы в интервале от 570 до 740 нм и характерны для окрашенных полифенолов.

Выводы

В результате исследований влияния мощности УЗ-обработки на выход полифенольных веществ оказалось, что наиболее приемлемым режимом озвучивания является мощность УЗ от 75 до 100 Вт. Применение мощности УЗ более 100 Вт приводит к снижению выхода полифенолов, что возможно вызвано воздействием кавитации на этерифицированные фрагменты таннинов и образованием свободной галловой кислоты. Установлено, что наибольшая эффективность извлечения полифенолов в экстракты наблюдается в период от 24 до 72 ч, после чего процесс замедляется вследствие снижения концентрационного градиента.

Полученный экстракт полифенолов перегородок *Juglans regia* L. характеризуется высоким содержанием общих экстрактивных веществ ($285,0 \pm 1,5$) мг/100 г и полифенольных веществ ($137,5 \pm 1,5$) мг/100 г. Антиоксидантная активность полифенолов экстракта в пересчете на галловую кислоту составляет $1220,0 \pm 23,5$ мкг/мл экстракта, что обуславливает перспективность использования полученного экстракта в качестве функционального ингредиента для обогащения напитков полифенольными антиоксидантами.

Список литературы

1. ГОСТ 24027.2-80 Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. – М.: Стандартинформ, 2015.
2. Лудан В.В., Польская Л.В. Роль антиоксидантов в жизнедеятельности организма // Таврический медико-биологический вестник. – 2019. – Т. 22, № 3. – С. 86-91.
3. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».
4. ОФС.1.2.1.0014.15. Общая фармакопейная статья. Плотность (утв. и введена в действие Приказом Минздрава России от 31.10.2018 N 749) (Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Том I).
5. ОФС.1.4.1.0021.15. Общая фармакопейная статья. Экстракты (утв. и введена в действие Приказом Минздрава России от 31.10.2018 N 749) (Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Том II).
6. ОФС.1.5.3.0006.15. Общая фармакопейная статья. Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах (утв. и введена в действие Приказом Минздрава России от 31.10.2018 N 749) (Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Том II).
7. ОФС.1.5.3.0008.18. Общая фармакопейная статья. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах (утв. и введена в действие Приказом Минздрава России от 31.10.2018 N 749) (Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Том II).
8. Alcántara C., Žugčić T., Abdelkebir R., García-Pérez J.V., Jambrak A.R., Lorenzo J.M., Collado M.C., Granato D., Barba F.J. Effects of Ultrasound-Assisted Extraction and Solvent on the Phenolic Profile, Bacterial Growth, and Anti-Inflammatory // Antioxidant Activities of Mediterranean Olive and Fig Leaves Extracts. *Molecules*. – 2020. – Vol. 25. – P. 1718. DOI: 10.3390/molecules25071718.
9. Bazarnova Ju., Chernikova D., Sevastyanova A., Đurović S. Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya. – 2023. – Vol. 1. – P. 273-278 (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230111970.
10. Chamorro F., Carpena M., Lourenço-Lopes C., Taofiq O., Otero P., Cao H., Xiao J., Simal-Gandara J., Prieto M.A. By-Products of Walnut (*Juglans regia*) as a Source of Bioactive Compounds for the Formulation of Nutraceuticals and Functional Foods // *Biol. Life Sci. Forum*. – 2022. – Vol. 12. – P. 35. DOI: 10.3390/IECN2022-12396.
11. Colaric M., Veberic R., Solar A., Hudina M., Stampar F. Phenolic acids, syringaldehyde and juglone in fruits of different cultivars of *Juglans regia* L. // *J. Agric. Food Chem*. – 2005. – Vol. 53(16). – P. 6390-6396. DOI: 10.1021/jf050721n.
12. Cosmulescu S., Trandafir I., Nour V. Seasonal variation of the main individual phenolics and juglone in walnut (*Juglans regia*) leaves // *Pharm Biol*. – 2014. – Vol. 52(5). – P. 575-580. DOI: 10.3109/13880209.2013.853813.
13. Dzah C.S., Duan Y., Zhang H., Wen C., Zhang J., Chen G., Ma H. The effects of ultrasound assisted extraction on yield, antioxidant, anticancer and antimicrobial activity of polyphenol extracts: A review // *Food Biosci*. – 2020. – Vol. 35. – P. 10054. DOI: 10.1016/j.fbio.2020.100547.
14. Galanakis C.M. Functionality of Food Components and Emerging Technologies // *Foods*. – 2021. – Vol. 10(1). – P. 128. DOI: 10.3390/foods10010128.

15. Samtiya, M.; Aluko, R.E.; Dhewa, T.; Moreno-Rojas J.M. Potential Health Benefits of Plant Food-Derived Bioactive Components // Foods. – 2021. – Vol. 10(4). – P. 839. DOI: 10.3390/foods10040839.

Статья поступила в редакцию 15.06.2023 г.

Chernikova D.A., Bazarnova Y.G., Khokhlov S.Y. Obtaining functional food ingredients from *Juglans regia* L septums // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. – 2023. – № 148. – P. 92-98.

A significant achievement of the last decade has been new data on the biological role of many phytomicronutrients related to irreplaceable nutrition factors, among which plant antioxidants, especially polyphenolic substances, are of particular importance. The isolation of polyphenols from plant raw materials is of great practical importance, since a properly selected technological technique and the completeness of the extraction of natural compounds form the qualitative characteristics of phytoextracts. It is known that polyphenolic compounds of *Juglans regia* L., including tannins, phenolic acids, naphthoquinones, flavonoids, have high antioxidant activity. Numerous studies indicate the high biotechnological potential of walnut (*Juglans regia* L.) and its processed products, including septums, as a source of polyphenolic antioxidants. The resulting extract of polyphenols of *Juglans regia* L. septums is an opaque mass of dark brown color with a pronounced woody-herbaceous aroma, tart taste and a moisture content of 6.2%, characterized by a high content of total extractives (285.0 ± 1.5) and polyphenolic substances (137.5 ± 1.5) mg/100 g. The antioxidant activity of the polyphenols of the obtained extract in terms of gallic acid is 1220.0 ± 23.5 mcg/ml of the extract. The resulting extract of polyphenols can be used as a functional ingredient for enriching beverages with polyphenolic antioxidants.

Key words: *septums Juglans regia L.; polyphenolic substances; antioxidant activity; functional food ingredients; ultrasonic extraction*

УДК [634.13+634.23]:631.526.32

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-148-98-106

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭЛИТНЫЕ ФОРМЫ ГРУШИ И ВИШНИ СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ «ФНЦ ИМ. И.В. МИЧУРИНА»

**Владислав Вячеславович Чивилев, Алексей Викторович Кружков,
Роман Евгеньевич Кириллов**

ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина»,
393770, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Мичурина, 30
E-mail: ak-77_08@mail.ru

В настоящее время в рамках модернизации сельского хозяйства особое значение приобретает обновление сортимента плодовых культур. В статье представлены результаты многолетней комплексной оценки перспективных элитных форм груши и вишни. Рассмотрены вопросы их зимостойкости по II компоненту и способности противостоять неблагоприятным биотическим факторам окружающей среды. Проведено изучение товарно-потребительских качеств плодов. Исследования проводились в лабораторных и полевых условиях согласно общепринятым методическим рекомендациям. Генотипы груши ('1-08-10', '5-08-72', '13-08-34') и вишни ('№51') характеризовались высокой устойчивостью к морозам в середине зимы (-38°C), наиболее распространенным в Центрально-Черноземном регионе болезням (парша, септориоз, энтомоспориум; коккомикоз, монилиальная гниль плодов) и вредителям (грушевая медяница; вишневая тля), привлекательным внешним видом и вкусовыми качествами плодов универсального назначения. Данные элиты представляют значительный интерес для возделывания в промышленных насаждениях и на приусадебных участках средней полосы России. Элитная форма груши 13-08-34 в 2022 г. передана на Государственное сортоиспытание под наименованием 'Ямал'.

Ключевые слова: *груша; вишня; сорт; элитная форма; хозяйственно-биологические признаки*