

Authors Information

Filimonova Natalia Alekseevna, Candidate of Technical Sciences, Lecturer of the INO Department of Chemistry, Food and Sanitary Microbiology, Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), ORCID: 0009-0000-9652-1174, e-mail: nata55552007@yandex.ru

Bochkova Inna Alexandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Food and Sanitary Microbiology, Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), ORCID: 0000-0002-41-99-334, e-mail: kucherova04@mail.ru

Andreenko Lyudmila Valentinovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Food and Sanitary Microbiology, Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), ORCID: 0000-0002-2130-8341, e-mail: milaanko@mail.ru

Minchenko Lyubov Alexandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Food and Sanitary Microbiology, Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), ORCID: 0000-0003-4271-1057, e-mail: lyubov.minchenko@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-58

STUDIES OF THE PERICARP OF THE WALNUT OF MILK RIPENESS GROWING IN THE ALMATY REGION FOR USE IN THE FOOD INDUSTRY

N. Akzhanov

*Astana branch of the Limited Liability Partnership «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry»
Astana, Kazakhstan*

Corresponding author E-mail: nurtore0308@gmail.com

Received 15.03.2023

Submitted 10.07.2023

The research was carried out within the framework of the program funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan BR10764970 "Development of high-tech technologies for deep processing of agricultural raw materials in order to expand the range and output of finished products from a unit of raw materials, as well as reduce the share of waste in production" (implementation period 2021-2023)

Summary

This article presents the results of a study of the pericarp of a walnut of milk ripeness. The optimization results indicate that the optimal extraction time for the maximum yield of phenolic compounds is 150 minutes when using 90% ethanol. Similarly, when using ethanol + water as a solvent in an 80/20 ratio, the optimal extraction time is 120 minutes for maximum extract yield.

Abstract

Introduction. Walnut is a kind of vegetable raw material that is used in various industries, including food production, due to its various parts (including ripe and unripe fruits, shells and partitions, green pericarp and leaves, bark, wood and roots). Walnut pericarp is a rich source of vitamins, tannins, iodine, juglon and fatty acids. This work emphasizes the importance of walnut as a unique vegetable raw material, using the example of its use in the food industry. Walnut has a variety of useful properties coming from its various parts. Especially valuable and rich in vitamins, tannins, iodine, juglon and fatty acids is the pericarp of the nut. **Objects.** This article presents the results of a study of the pericarp of a walnut of milk ripeness. **Materials and methods.** Biologically active substances of the pericarp were isolated by extraction. Extraction was carried out on a semi-automatic Soxhlet apparatus using ethanol and water as a solvent. **Results and conclusions.** The purpose of this study was to identify the available phenolic compounds of the walnut pericarp of milk ripeness by extraction, and in the future the resulting extract is planned to be used as a food additive to enrich food with missing elements. Optimal extraction models were also determined, in which the most complete extraction of phenolic compounds is observed. In the long term, our work opens the possibility of using the resulting extract

as a food additive to enrich food with missing elements. In the course of our work, we also determined the optimal extraction models in which the most complete extraction of phenolic compounds is achieved. As a result, this research makes an important contribution to understanding the applicability and value of walnut, opening new prospects for its use in the food industry and other fields.

Key words: *walnut, pericarp, milk ripeness, extraction, solvents.*

Citation. Akzhanov N. Studies of the pericarp of the walnut of milk ripeness growing in the Almaty region for use in the food industry. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 3(71). 594-603 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-58.

The author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 634.51

ИССЛЕДОВАНИЯ ОКОЛОПЛОДНИКА ГРЕЦКОГО ОРЕХА МОЛОЧНОЙ СПЕЛОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ, ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н. Акжанов, магистр естественных наук, старший научный сотрудник

*АФ ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности»
г. Астана, Казахстан*

Исследования проводились в рамках программы, финансируемой Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан BR10764970 «Разработка наукоемких технологий глубокой переработки с/х сырья в целях расширения ассортимента и выхода готовой продукции с единицы сырья, а также снижения доли отходов в производстве продукции» (период реализации 2021-2023 гг.)

Актуальность. Грецкий орех является своеобразным растительным сырьем, которое используется в различных отраслях, в том числе в производстве продуктов питания, благодаря различным его частям (в том числе спелым и незрелым плодам, скорлупе и перегородкам, зеленому околоплоднику и листьям, коре, древесине и корням). Околоплодник грецкого ореха является богатым источником витаминов, дубильных веществ, йода, юглона и жирных кислот. Данная работа подчеркивает значимость грецкого ореха как уникального растительного сырья на примере его использования в пищевой промышленности. Грецкий орех обладает разнообразными полезными свойствами, исходящими от различных его частей. Особенно ценным и богатым на витамины, дубильные вещества, йод, юглона и жирные кислоты является околоплодник ореха. **Объекты.** В данной статье представлены результаты исследования околоплодника грецкого ореха молочной спелости. **Материалы и методы.** Биологически активные вещества околоплодника были выделены методом экстракции. Экстракцию проводили на полуавтоматическом аппарате Сокслета с использованием этанола и воды в качестве растворителя. **Результаты и выводы.** Целями данного исследования было выявление доступных фенольных соединений околоплодника грецкого ореха молочной спелости путем экстракции, и в будущем полученный экстракт планируется использовать в качестве пищевой добавки для обогащения пищи недостающими элементами. Также были определены оптимальные модели экстракции, при которых наблюдается наиболее полное извлечение фенольных соединений. В долгосрочной перспективе, наша работа открывает возможность применения полученного экстракта в качестве пищевой добавки для обогащения продуктов питания недостающими элементами. В ходе работы мы также определили оптимальные модели экстракции, при которых достигается наиболее полное извлечение фенольных соединений. В итоге это исследование делает важный вклад в понимание применимости и ценности грецкого ореха, открывая новые перспективы для его использования в пищевой промышленности и других областях. В данной статье представ-

лены результаты исследования околоплодника грецкого ореха молочной спелости. Результаты оптимизации свидетельствуют о том, что оптимальное время экстракции для максимального выхода фенольных соединений составляет 150 минут при использовании 90% этанола. Аналогично, при использовании в качестве растворителя «этанол + вода» в соотношении 80/20 оптимальное время экстракции составляет 120 минут для максимального выхода экстракта.

Ключевые слова: грецкий орех, околоплодник ореха, молочная спелость ореха, экстракция, растворители.

Цитирование. Акжанов Н. Исследования околоплодника грецкого ореха молочной спелости произрастающего в Алматинской области для применения в пищевой промышленности. *Известия НВ АУК*. 2023. 3(71). 594-603. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-58.

Вклад автора. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В отличие от других орехов, которые в основном состоят из мононенасыщенных жирных кислот, грецкие орехи имеют более высокую долю полиненасыщенных жирных кислот омега-6 и омега-3, которые являются важными компонентами сбалансированной диеты [5, 6, 10]. Все компоненты грецкого ореха, в том числе витамины С, А, Е, группы В, органические кислоты, минеральные соли, дубильные вещества, имеют пищевую ценность. Незрелые плоды грецкого ореха, в частности, имеют наибольшее содержание витамина С, до 3-5 тыс. мг%; это в три-четыре раза больше, чем у шиповника, и в пять-шесть раз больше, чем у черной смородины. Максимальное содержание витамина С в незрелых грецких орехах достигается в начале затвердевания эндосперма [12].

Околоплодник грецкого ореха используется в качестве натурального красителя в легкой промышленности из-за высокой концентрации красящих веществ. Несмотря на это, он не нашел широкого применения в производстве продуктов питания. Во многом это связано с ограниченными знаниями о его химическом составе и свойствах, а также с отсутствием технологических достижений в переработке его продуктов [1, 3, 11, 13].

Целью данного исследования является разработка эффективных и безопасных профилактических продуктов, отвечающих потребностям населения, с функциональной направленностью, с использованием экстракта, полученного из зеленого околоплодника грецкого ореха.

Материалы и методы. Источником исследования является экзокарпий молочного ореха. Орех был заготовлен в Алматинской области в конце мая. Процесс извлечения был полуавтоматическим и происходил на полуавтоматическом устройстве под названием «Аsv6». Зеленую скорлупу грецкого ореха удаляли, помещали в полиэтиленовые пакеты и хранили при температуре 20 градусов по Цельсию. Затем растительный материал сушили в печи.

Измельчение и на лабораторной мельнице «МШЛ-1П». Мельница «МШЛ-1П» является устройством периодического действия. Съёмный барабан мельницы содержит сухую скорлупу грецкого ореха, предварительно измельченную на дробилке «Novital Magnum 4V», и мелющие стальные шары. При вращении барабана материал измельчается за счет измельчения и ударного действия шариков. Время помола варьируется от 1 до 3 часов в зависимости от тонкости помола.

Экстракция на полуавтоматическом аппарате экстракции по Сокслету «АСВ-6». Чтобы начать анализ, подготовим образец к экстракции. Рукав изготавливают из фильтровальной бумаги, в него кладут 5 г измельченной кожуры грецкого ореха, в экстрак-

ционную склянку наливают 45 мл растворителя (вода, этанол), помещают на водяную баню, поднимают подходящий стеклянный холодильник, устанавливают в него напр. После достижения заданной температуры образец переносят в растворитель, где образец обрабатывали в течение 30 мин. После этого образец переносится в место, где его промывают чистым растворителем. Процесс промывки чистым растворителем является основной фазой экстракции, которая занимает 60-180 минут. После экстракции в течение 30 мин. Растворитель стекает в верхнюю часть холодильника, а экстракт остается в экстракционной бутылки. Общее количество фенолов оценивали колориметрическим методом Фолина-Чокальтеу, и результаты выражали в миллиграммах эквивалента галловой кислоты (мг ГАЕ/экстракт).

Определение активности по поглощению радикалов DPPH. Анализ с использованием 2,2-дифенил-1-пикрилгидразингидрата (ДФПГ). Выраженный в виде количества экстракта, экстракт кожуры грецкого ореха добавляли к 1,5 мл раствора ДФПГ (4,02 мг/100 мл раствора этанола) и хранили смесь в темноте в течение 30 минут. при комнатной температуре. Определите концентрацию оставшегося DPPH, используя оптическую плотность при 517 нм, используя спектрофотометр UV-VIS. Анализ проводили в трех повторностях, и активность DPPH по удалению радикалов выражали в процентах ингибирования (%), используя следующее уравнение

$$\text{DPPH scavenging effect \%} = \frac{AD-AS}{AD} * 100$$

AD – является значением поглощения при 517 нм контрольного типа DPPH,

AS – является значением поглощения при 517 нм для образца

Результаты. Оптимизация выхода из скорлупы грецкого ореха.

Чтобы обеспечить оптимизацию процесса, которая представляет собой уравнение регрессии, используется вращающийся план второго порядка (блочный план).

Таблица 1 – Кодировка интервалов и уровней варьирования входных факторов
Table 1 – Coding of intervals and levels of variation of input factors

Факторы		Уровни варьирования					Интервалы варьирования
Натуральные	Кодированные	-1,68	-1	0	+1	+1,68	
Концентрация растворителя	x_1	50	60	70	80	90	10
Крупность помола околоплодника	x_2	300	400	500	600	700	100
Продолжительность экстракции	x_3	60	90	120	150	180	30

Таблица 2 – Дисперсионный анализ для квадратичной модели поверхности отклика
Table 2 – Analysis of variance for a quadratic response surface model

Закодированные значения			Натуральные значения			Критерии оптимизации
1	2	3	4	5	6	
x_1	x_2	x_3	C, %	K, μm	t, min	Y
-1	-1	-1	60	400	90	30,05
-1	-1	1	60	400	150	32,05
-1	1	-1	60	600	90	29,16
-1	1	1	60	600	150	31,01
1	-1	-1	80	400	90	38,05
1	-1	1	80	400	150	41,05

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
1	1	-1	80	600	90	30,02
1	1	1	80	600	150	31,05
-1,68	0	0	60	500	120	30,08
1,68	0	0	90	500	120	34,15
0	-1,68	0	70	300	120	56,57
0	1,68	0	70	700	120	30,59
0	0	-1,68	70	500	60	30,55
0	0	1,68	70	500	180	40,57
0	0	0	70	500	120	26,73
0	0	0	80	300	120	45,97
0	0	0	90	500	90	31,37
0	0	0	60	500	90	25,99
0	0	0	90	300	120	60,92
0	0	0	70	500	150	33,39

В таблице 3 приведены значения доверительного интервала для критериев, оптимизированных для выделения общих фенольных соединений из кожуры грецкого ореха.

Таблица 3 – Значение доверительных интервалов критерия оптимизации
Table 3 – The value of the confidence intervals of the optimization criterion

Процесс экстракций	Входной параметр	Доверительные интервалы			
		Δb_0	Δb_i	Δb_{ii}	Δb_{ij}
Выход общих фенольных соединений	Y	$\pm 11,08$	$\pm 7,35$	$\pm 7,16$	$\pm 9,61$

Сравнивая значения доверительного интервала в таблице 3 с соответствующими коэффициентами регрессии в таблице 4, можно сделать вывод, что влияние взаимодействия входных факторов не является значимым.

Таблица 4 – Коэффициенты уравнений регрессии выходных параметров
Table 4 – Coefficients of regression equations of output parameters

Критерий оптимизации	Коэффициенты	Процесс
1	2	3
Выход экстракций	При кодированных значениях факторов	
	b_0	37,56904568
	b_1	1,810792
	b_2	-4,65599
	b_3	1,809036
	b_{12}	-2,0125
	b_{13}	0,0225
	b_{23}	-0,265
	b_{11}	-2,79091
	b_{22}	1,25394
	b_{33}	-1,57552
	При натуральных значениях факторов	
	B_0	-164,7846
	B_1	5,085606
	B_2	-0,02048

Окончание таблицы 4

1	2	3
	B_3	0,519355
	B_{12}	-0,002013
	B_{13}	7,5E-05
	B_{23}	-0,00009
	B_{11}	-0,02791
	B_{22}	0,000125
	B_{33}	-0,00175
	F_p	0,179527

Следовательно, для закодированных значений уравнение регрессии для процесса выделения суммы фенольных соединений из кожуры грецкого ореха примет вид:

$$y = 37.56 + 1,81x_1 - 4,65x_2 + 1,80x_3 - 2,01x_1x_2 + 0,02x_1x_3 - 0,26x_2x_3 - 2,79x_1^2 + 1,25x_2^2 - 1,57x_3^2$$

Поэтому, полагая $F_p < F_m$, модель технической эффективности процесса можно считать адекватной с доверительной вероятностью 95%.

После канонического преобразования модели второго порядка получено уравнение регрессии в регулярной форме и вычислено значение оптимизируемых параметров на компьютере с текстовым процессором Microsoft Excel, на основании чего трехуровневое пространство размерности модели установленный для представления извлеченного выхода, а его представление Продолжительность (t, мин), концентрация растворителя (%), тонкость помола кожуры грецкого ореха (мкм) влияют на зависимость оптимизированного стандартного выхода фенольных соединений. На рис. 1 показано графическое представление графа зависимостей.

Анализ представленных диаграмм показывает, что на трехмерной модели пространства существует оптимальная область значений концентрации растворителя (%), крупности помола (мкм), длительности экстракции (мин) а скорость экстракции находится при оптимальном значении С (%), К (мкм) и t (мин). Результаты трех параметров при выделении фенольных соединений из кожуры грецкого ореха представлены на рисунке 1.

Метод экстракции модифицировали, изменяя продолжительность экстракции, концентрацию растворителя и тонкость помола. Было обнаружено, что выход фенольных соединений увеличивается пропорционально продолжительности экстракции, что наблюдается при увеличении продолжительности с 60 до 180 минут. Оптимальный выход был достигнут после 150 минут экстракции.

Согласно рисунку 1А, увеличение концентрации этанола с 50% до 90% при 300 мкм привело к более высокому выходу экстракции, при этом выход увеличился с 29,06 до 44,28 мг GAE/экстракт. Кроме того, увеличение продолжительности экстрагирования с 60 до 180 минут и концентрации растворителя с 50% до 90% привело к увеличению выхода фенольных соединений с 20,08 до 36,80 мг GAE/экстракт.

На основании исследования установлено, что показатель помола околоплодника грецкого ореха влияет на количество образующихся фенольных соединений. В частности, исследование показало, что наибольший выход фенольных соединений достигается при измельчении околоплодника до размера 300 мкм.

Выбор этанола и воды в качестве растворителей для экстракции был основан не только на их способности давать более высокие выходы экстракции, но также и на их благоприятном профиле безопасности и меньшей токсичности по сравнению с другими органическими растворителями, такими как метанол [14, 15].

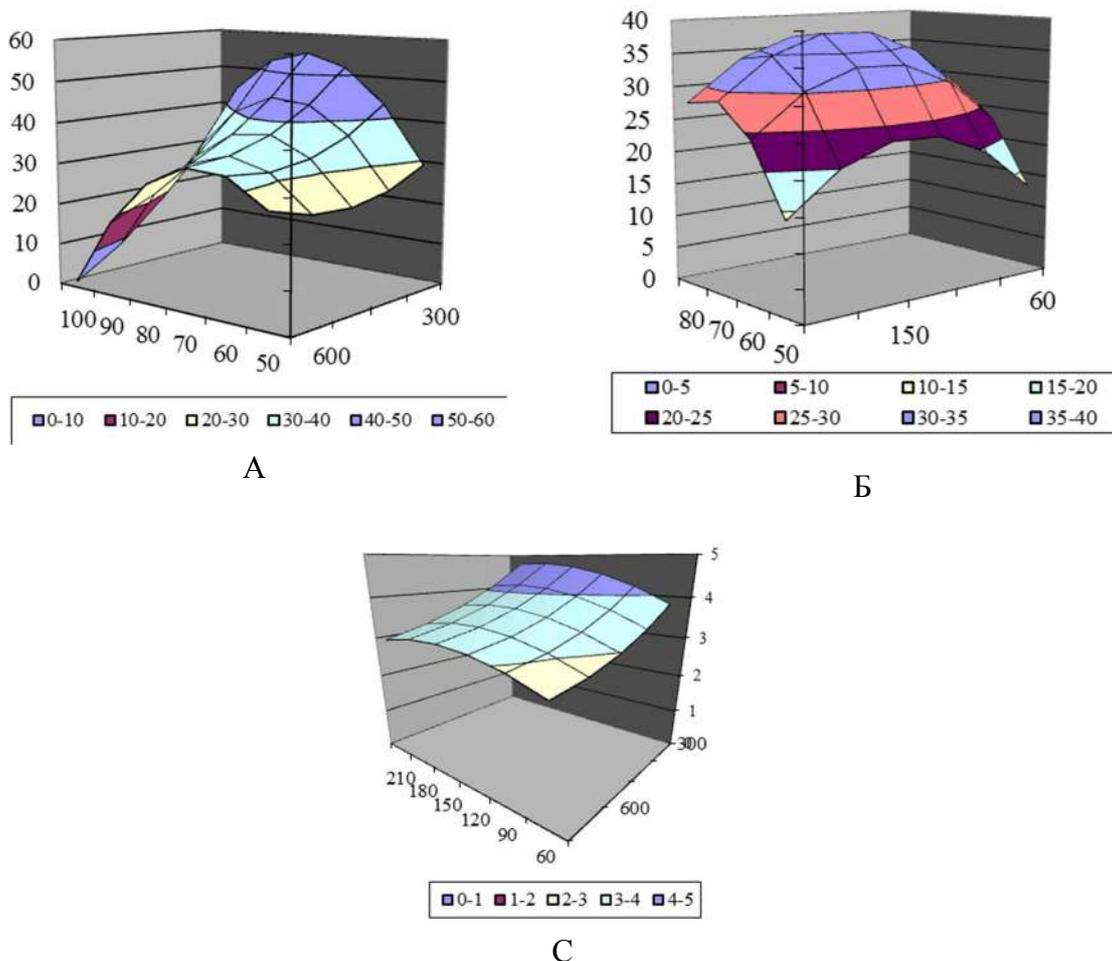


Рисунок 1 – Трехмерная модель в пространстве выхода фенольных соединений

A – концентрация растворителя (%) и крупность помола (μm)

B – концентрация растворителя (%) и продолжительность экстракций (*min*)

C – продолжительность экстракций (*min*) и крупность помола (μm)

Figure 1 – Three-dimensional model in the outlet space of phenolic compounds

A – solvent concentration (%) and grinding fineness (μm)

B – solvent concentration (%) and extraction duration (*min*)

C – extraction duration (*min*) and grinding fineness (μm)

После удаления внешнего слоя грецкого ореха было обнаружено, что два разных соотношения дают наиболее оптимальный результат.

Соотношение этанола и воды составляет 80% к 20%, размер помола 300 мкм и время экстракции 120 минут.

Выполняли экстракцию в течение 150 минут с использованием 90% этанола и размера помола 300 мкм.

Определение активности по поглощению радикалов DPPH

DPPH представляет собой стабильный органический свободный радикал азота, чья поглощающая способность широко используется для оценки антиоксидантной способности растительных экстрактов.

Антиоксидантную активность фенольных соединений в экстрактах кожуры грецкого ореха сравнивали с активностью трех широко используемых синтетических антиоксидантов, ВНТ, ВНА и ТВНҚ, как показано на рисунке 2.

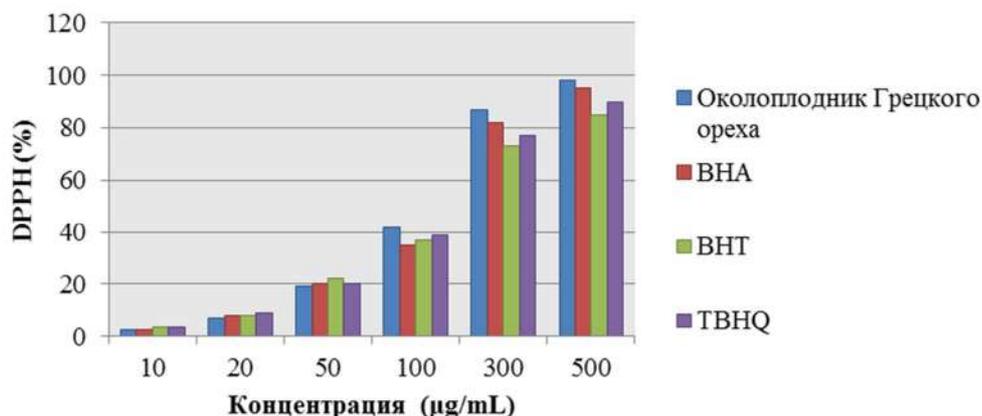


Рисунок 2 – Сравнение антиоксидантной активности фенольных соединений из околоплодника грецкого ореха с ВНА, ВНТ и ТВНҚ с помощью анализа DPPH

Figure 2 – Comparison of antioxidant activity of phenolic compounds from walnut pericarp with VNA, VHT and TBHQ using DPPH analysis

При снижении концентрации фенольных соединений из околоплодника грецкого ореха поглощательная активность оставалась неизменной. Однако в диапазоне от 100 до 500 мкг/мл абсорбционная способность фенольных соединений из околоплодника грецкого ореха превосходила ТВГХ, БГА и БГТ.

Обсуждение. Результаты исследования показывают, что экстракт околоплодника грецкого ореха может служить жизнеспособной альтернативой синтетическим антиоксидантам, которые, как известно, оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека, что делает его естественным антиоксидантом.

После проведения качественного анализа было обнаружено, что околоплодник скорлупы молочного грецкого ореха содержит значительное количество фенольных соединений, что указывает на потенциальные антибактериальные, антиоксидантные и противораковые свойства. Это открытие предполагает, что околоплодник можно использовать в лечебных целях. Дополнительные исследования показали, что околоплодник грецкого ореха действует как естественный источник растительных антиоксидантов, что делает его идеальным кандидатом на роль пищевых добавок, повышающих питательную ценность пищевых продуктов. Результаты исследования дают перспективные направления для практического применения в пищевой промышленности.

Выводы. На основании результатов исследования можно сделать вывод, что в методе экстракции использовались как вода, так и этанол.

После определения наиболее эффективных методов экстракции фенольные соединения из околоплодника грецкого ореха могут быть извлечены в полной мере. Результаты оптимизации свидетельствуют о том, что оптимальное время экстракции для максимального выхода фенольных соединений составляет 150 минут при использовании 90% этанола. Аналогично, при использовании в качестве растворителя «этанол + вода» в соотношении 80/20 оптимальное время экстракции составляет 120 минут для максимального выхода экстракта. Экстракт околоплодника грецкого ореха обладает более высокой антиоксидантной эффективностью, чем синтетические антиоксиданты, такие как ВНТ, ВНА и ТВНҚ, что указывает на то, что он может заменить синтетические антиоксиданты в качестве естественной альтернативы.

Conclusions. Based on the results of the study, it can be concluded that both water and ethanol were used in the extraction method.

After determining the most effective extraction methods, phenolic compounds from the walnut pericarp can be fully extracted. The optimization results indicate that the optimal extraction time for the maximum yield of phenolic compounds is 150 minutes when using 90% ethanol. Similarly, when using ethanol + water as a solvent in an 80/20 ratio, the optimal extraction time is 120 minutes for maximum extract yield. Walnut pericarp extract contains more high-altitude antioxidant activity than synthetic antioxidants such as BHT, BHA and TBHQ, indicating that it can replace synthetic antioxidants as an ethical alternative.

Библиографический список

1. Артюхова Л. В., Якуба Ю. Ф., Балапанов И. М. Оценка перспективных форм ореха грецкого селекции СКФНЦСВВ по качеству плодов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 67 (1). С. 55-65.
2. Аслонова И. Ж., Кароматов И. Д., Тураева Н. И. Химический состав грецкого ореха // Биология и интегративная медицина. 2019. № 10 (38). С. 77-83.
3. Елеуов М. А., Сейтжанова М. А., Ченчик Д. И. Получение многослойных графенов из рисовой шелухи и скорлупы грецкого ореха // Горение и плазмохимия. 2018. Т. 16. № 1. С. 7-14.
4. Изучение адсорбционных свойств природных сорбентов, полученных из ореха грецкого (*Juglans Regia* L.) / А. А. Литвиненко, Л. П. Мыкоц, О. М. Жилина, Н. Н. Степанова // Беликовские чтения: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Пятигорск, 2020. С. 223-230.
5. Морозов Д. Е. Способы размножения ореха грецкого (обзор) // Селекция и сортоведение садовых культур. 2020. Т. 7. № 1-2. С. 111-113.
6. Назарько М. Д., Кириченко А. В., Шершнева В. А. Разработка биотехнологии трансформации околоплодников и листьев грецкого ореха для получения фитопрепарата // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.
7. Токторбаева Г. П., Ташполотов Ы., Ысманов Э. М. Исследование разделения древесной смолы на органические фракции на основе индивидуального выкипания веществ // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. № 1. С. 296-299.
8. Токторбаева Г. П., Ташполотов Ы. Процессы пиролиза скорлупы *Juglans regia* L. в интервале температур 250-550° С с получением древесного угля // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №7. С. 135-140.
9. Фармакогностическое изучение коры грецкого ореха и настойки, полученной из коры грецкого ореха / Д. И. Лежава, А. В. Стреляева, С. С. Сологова, Р. М. Кузнецов // Актуальные вопросы фармации, фармакологии и клинической фармакологии: сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. Махачкала, 2020. С. 101-108.
10. Хохлов С. Ю. Изучение морфологической изменчивости плодов и оценка перспективных сортов ореха грецкого // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 67. С. 273-277.
11. Чебышев Н. В., Мартемьянова Л. О., Стреляева А. В. Изучение внешних признаков, микроскопии и химического состава перегородок грецкого ореха // Сеченовский вестник. 2018. № 4 (34). С. 60-69.
12. Шалпыков К. Т. Современное состояние генетических ресурсов диких сородичей культурных растений в орехово-плодовых лесах Южного Кыргызстана // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 144. С. 75-79.
13. Экстракция биологически активных веществ из сырья ореха грецкого: современные подходы / В. В. Верниковский, Ж. В. Дайронас, И. Н. Зилфикаров, З. Д. Хаджиева // Фармация. 2019. Т. 68. № 1. С. 5-9.
14. Queiros C. S. Characterization of walnut, almond, and pine nut shells regarding chemical composition and extract composition // Biomass Conversion and Biorefinery. 2019. № 10 (1). Pp. 175-188.
15. Sartori C. Chemical characterization of the bark of *Eucalyptus urophylla* hybrids in view of their valorization in biorefineries // Holzforschung. No 70 (9). Pp. 819-828.

References

1. Artyukhova L. V., Yakuba Yu. F., Balapanov I. M. Assessment of the promising forms of walnut selection SKFNTSVV in terms of fruit quality // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2021. № 67 (1). Pp. 55-65.
2. Aslonova I. J., Karomatov I. D., Turaeva N. I. The chemical composition of walnut // Biology and integrative medicine. 2019. № 10 (38). Pp. 77-83.
3. Eleuov M. A., Seitzhanova M. A., Chenchik D. I. Obtaining multilayer graphenes from rice husks and walnut shells//Burning and plasma chemistry. 2018. V. 16. № 1. Pp. 7-14.
4. Study of the adsorption properties of natural sorbents obtained from walnut (*Juglans Regia* L.) / A. A. Litvinenko, L. P. Mykots, O. M. Zhilin, N. N. Stepanova // Belikovo readings: materials of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference. Pyatigorsk, 2020. Pp. 223-230.
5. Morozov D. E. Methods of reproduction of walnut (review) // Selection and variety breeding of garden crops. 2020. V. 7. № 1-2. Pp. 111-113.
6. Nazarko M. D., Kirichenko A. V., Shershneva V. A. Development of biotechnology for the transformation of pericarp and walnut leaves for the production of phytopreparation // Science and Education. 2021. V. 4. № 2.
7. Toktorbaeva G. P., Tashpolotov A., Ysmanov E. M. Research on the separation of wood resin into organic fractions based on individual boiling of substances // Bulletin of Science and Practice. 2021. V. 7. № 1. Pp. 296-299.
8. Toktorbaeva G. P., Tashpolotov A. Processes for pyrolysis of *Juglans regia* L. shell in the temperature range 250-550 ° C to obtain charcoal // Bulletin of Science and Practice. 2019. V. 5. № 7. Pp. 135-140.
9. Pharmacognostic study of walnut bark and tincture obtained from walnut bark / D. I. Lezhava, A. V. Strelyaev, S. S. Sologova, R. M. Kuznetsov // Topical issues of pharmacy, pharmacology and clinical pharmacology: a collection of materials from the All-Russian scientific and practical conference. Makhachkala, 2020. Pp. 101-108.
10. Khokhlov S. Yu. Study of morphological variability of fruits and assessment of promising varieties of walnut // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2017. № 67. P. 273-277.
11. Chebyshev N. V., Martemyanova L. O., Strelyaeva A. V. Study of external signs, microscopy and chemical composition of walnut partitions // Sechenovsky Bulletin. 2018. № 4 (34). Pp. 60-69.
12. Shalpykov K. T. The current state of genetic resources of wild relatives of cultivated plants in the nut and fruit forests of Southern Kyrgyzstan // Collection of scientific works of the State Nikitsky Botanical Garden. 2017. V. 144. Pp. 75-79.
13. Extraction of biologically active substances from walnut raw materials: modern approaches / V. V. Vernikovskiy, J. V. Dayronas, I. N. Zilfikarov, Z. D. Khadzhieva // Pharmacy. 2019. V. 68. № 1. Pp. 5-9.
14. Queiros C. S. Characterization of walnut, almond, and pine nut shells regarding chemical composition and extract composition // Biomass Conversion and Biorefinery. 2019. № 10 (1). Pp. 175-188.
15. Sartori C. Chemical characterization of the bark of *Eucalyptus urophylla* hybrids in view of their valorization in biorefineries // *Holzforschung*. No 70 (9). Pp. 819–828.

Информация об авторах

Акжанов Нурторе, старший научный сотрудник, магистр естественных наук, Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности» (Казахстан, 010000, г. Астана, Аль-Фараби, д. 47), e-mail: nurtore0308@gmail.com

Authors Information

Akzhanov Nurtore, senior researcher, Astana branch of the Limited Liability Partnership «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» (Kazakhstan, 010000, Astana, Al-Farabi, 47), e-mail: nurtore0308@gmail.com