

М.Ж. Султанова*¹, Н. Акжанов¹, К.О. Додаев², А.М. Рысбекова³

¹Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Астана, Казахстан, sultanova.2012@mail.ru*, nurtore0308@gmail.com

²Ташкентский Химико-Технологический институт, Ташкент, Узбекистан, dodoev789@gmail.com

³Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, rysbekova949r@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫХОД ЭКСТРАКТА ИЗ СКОРЛУПЫ ГРЕЦКОГО ОРЕХА

Аннотация

В статье представлены результаты исследований влияния факторов на процентный выход экстракта из скорлупы грецкого ореха. Обоснованы технологические процессы и режимы получения экстракта. При этом исследовались размеры измельченной скорлупы, время экстракции и концентрация растворителя. Большую часть ореха составляют скорлупа и шелуха, отходы, богатые фенольными соединениями. Фенольные соединения, извлеченные из скорлупы грецкого ореха, являются потенциально хорошими природными источниками антиоксидантов для пищевой промышленности и обладают многочисленными полезными для здоровья свойствами.

Дробленая скорлупа грецкого ореха является универсальным органическим, биоразлагаемым, экологически чистым и ценным сырьем с уникальными физическими характеристиками и химическими свойствами, имеющее определенный спектр применения в различных областях промышленности - косметической, фармацевтической, пищевой. При этом скорлупа грецкого ореха на 52,3% состоит из лигнина, для сравнения - скорлупа миндаля содержит 28,9%, кедрового ореха - 40% лигнина. Лигнин характеризует уровень прочности скорлупы, а по своему химическому составу является источником антиоксидантов. В связи с обострением эпидемиологической ситуации, вызванной новой коронавирусной инфекцией COVID-19, разработанный нами экстракт будет *актуален*. Его можно использовать людям с ослабленным иммунитетом, перенесших вирусные заболевания. Поэтому *целью* настоящей работы является исследование факторов влияющих на максимальный выход экстракта из отходов растительного сырья, в частности скорлупы грецкого ореха. Поскольку потребность в природных антиоксидантах в пищевой промышленности динамично растет, сельскохозяйственные и пищевые отходы становятся идеальным материалом для извлечения фенольных соединений в качестве природных антиоксидантов.

Ключевые слова: скорлупа грецкого ореха, сырье, оптимизация, трехмерная модель, концентрация этанола, крупность помола, экстракт, процентный выход, входные факторы, антиоксидантные вещества

Введение

При переработке плодов грецкого ореха образуется большое количество отходов, в основном состоящих из перегородок и скорлупы [1]. Поскольку скорлупа грецкого ореха, защищающая ядро, составляет 67% от общего веса плода [2], то объемы получаемых отходов при переработке достигают 2,5 млн. т в масштабе планеты. При этом применимость их крайне низкая, а методы утилизации самые примитивные, т.е. ежегодно сжигаются и подвергаются захоронению миллионы тонн скорлупы, что в свою очередь приводит к росту экологических проблем.

В последние годы исследователи, в основном, сосредоточились на физические свойства сельскохозяйственных продуктов для изучения взаимосвязи и между физическим и химическим параметрами [3].

В то же время, скорлупа грецкого ореха содержит определенное количество биологически активных соединений, в основном фенольных [4], которые могут оказывать благоприятное действие на организм человека за счет их антиоксидантных, антиканцерогенных, противовоспалительных и антимутагенных свойств [5] и играть значительную роль при профилактике заболеваний, в которых участвуют свободные радикалы [6].

В последнее время наблюдается тенденция роста потребности природных антиоксидантов и, на этом фоне, привлечение сельскохозяйственных и пищевых отходов для извлечения фенольных соединений становится идеальным и весьма привлекательным вариантом использования сырья с изначально низкой и, даже порой, нулевой стоимостью. Не секрет, что в настоящее время все больше исследовательских усилий сосредоточено на переработке недорогих отходов пищевой, лесной и сельскохозяйственной промышленности в связи с экологическими и экономическими выгодами. Еще один немаловажный фактор, говорящий в пользу использования отходов сельскохозяйственного производства – это то, что применяемые сегодня синтетические биологически активные вещества, являющиеся токсичными для организма человека, могут быть заменены на полученные из природных источников [7,8].

Для выделения антиоксидантных веществ, чаще всего используется метод экстракции. Антиоксидантная активность и количество выхода экстракции связаны с используемым растворителем [9]. Чаще всего для извлечения антиоксидантных соединений используют метанол, этиловый спирт, хлороформ, воду, этилацетат, но для экстракции в пищевых целях используют органические растворители. В настоящем исследовании для экстракции скорлупы грецкого ореха были применены несколько видов растворителей различной полярности (вода, этанол), так как, выбор подходящего экстрагента оказывается важным фактором качества экстракта и уровня пищевой безопасности по сравнению с другими органическими растворителями [10].

Основной целью данной работы было получение экстракта из скорлупы грецкого ореха. При этом были проведены эксперименты основных технологических процессов, исследована степень влияния комплекса технологических факторов на экстрагирование.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлась скорлупа грецкого ореха произрастающего в Алматинской области. Скорлупа ореха была предварительно вымыта, высушена. Измельчение скорлупы проводилось в два этапа. Предварительное измельчение дробилкой «Novital Magnum 4V» до фракций 1-2,5 мм и окончательное – до фракций 300 мкм на лабораторной шаровой мельнице «МШЛ-1П». Экстракция проводилась на полуавтоматическом аппарате по Сокслету «АСВ-6». Процесс экстрагирования зависел от концентрации растворителя, времени экстракции и продолжительности экстракции.

Для начала анализа подготавливаются пробы для экстракции. Изготавливаются гильзы из фильтровальной бумаги, и в нее помещается измельченная скорлупа грецкого ореха в количестве 5 г. В экстракционную колбу наливают 45 мл растворителя (вода, этанол, вода+этанол) и устанавливают ее на водяную баню, подняв соответствующий стеклянный холодильник и установленную в нем пробу. После этого пробу переводят в положение для промывки чистым растворителем. Процесс промывки чистым растворителем и есть основная стадия экстракции, эта стадия проходит в течение 60-180 мин.

Результаты и обсуждение

Оптимизация выхода экстракта из скорлупы грецкого ореха.

Для выбора оптимального режима экстрагирования скорлупы грецкого ореха нами была проведена серия опытов с варьированием концентрации растворителя, крупности помола и продолжительности экстракции.

Для получения математической модели технологического процесса, представляющую собой уравнение регрессии, использовали ротатабельный план второго порядка (план Бокса). Таблице 1 приведены значения уровней и интервалы варьирования входных факторов.

Таблица 1 - Кодировка интервалов и уровней варьирования входных факторов

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	x_2	300	400	500	600	700	100
Продолжительность экстракции	x_3	60	90	120	150	180	30

В таблице 2 представлен дисперсионный анализ для квадратичной модели поверхности отклика.

Таблица 2 - Дисперсионный анализ для квадратичной модели поверхности отклика

Encoded values			Natural values			Optimization criteria			
x_1	x_2	x_3	C, %	K, μm	t, min	Y	Y_p	$(Y-Y_p)^2$	Y_{pi}
-1	-1	-1	60	400	90	3,05	3,1810917	0,017185	3,181092
-1	-1	1	60	400	150	3,25	3,5811547	0,109663	3,581155
-1	1	-1	60	600	90	2,96	2,9459035	0,000199	2,945903
-1	1	1	60	600	150	3,11	3,2359665	0,015868	3,235967
1	-1	-1	80	400	90	3,85	3,9156139	0,004305	3,915614
1	-1	1	80	400	150	4,15	4,3556769	0,042303	4,355677
1	1	-1	80	600	90	3,02	2,8804257	0,019481	2,880426
1	1	1	80	600	150	3,15	3,2104888	0,003659	3,210489
-1,68	0	0	60	500	120	3,08	2,8223263	0,066396	3,228976
1,68	0	0	90	500	120	3,45	3,4179237	0,001029	3,289767
0	-1,68	0	70	300	120	4,67	4,3122648	0,127974	4,493321
0	1,68	0	70	700	120	3,09	3,1527487	0,003937	3,112944
0	0	-1,68	70	500	60	3,05	3,1072162	0,003274	2,986486
0	0	1,68	70	500	180	4,07	3,7205221	0,122135	3,716612
0	0	0	70	500	120	2,63	3,5632352	0,870928	3,563235
0	0	0	80	300	120	4,57	3,5632352	1,013575	4,913584
0	0	0	90	500	90	3,17	3,5632352	0,154634	3,034314
0	0	0	60	500	90	2,59	3,5632352	0,947187	3,003523
0	0	0	90	300	120	5,02	3,5632352	2,122164	5,019852
0	0	0	70	500	150	3,33	3,5632352	0,054399	3,716612

В таблице 3 приведены значения доверительных интервалов критериев оптимизации процесса выхода экстракций из скорлупы грецкого ореха.

Таблица 3 - Значение доверительных интервалов критерия оптимизации

Процесс экстракций	Входной параметр	Доверительные интервалы			
		Δb_0	Δb_i	Δb_{ii}	Δb_{ij}
Выход экстракций	Y	$\pm 0,83$	$\pm 0,55$	$\pm 0,54$	$\pm 0,72$

Сравнивая значения доверительных интервалов в таблице 3 с соответствующими коэффициентами регрессии в таблице 4, можно сделать вывод, что эффекты взаимодействия входных факторов незначительны.

Таблица 4 – Коэффициенты уравнений регрессии выходных параметров

Критерий оптимизации	Коэффициенты	Процесс
Выход экстракции	При кодированных значениях факторов	
	b ₀	3,563235229
	b ₁	0,177261
	b ₂	-0,34509
	b ₃	0,182532
	b ₁₂	-0,2
	b ₁₃	0,01
	b ₂₃	-0,0275
	b ₁₁	-0,157
	b ₂₂	0,059974
	b ₃₃	-0,05292
	При натуральных значениях факторов	
	B ₀	-10,9925
	B ₁	0,333523
	B ₂	0,005652
	B ₃	0,022447
	B ₁₂	-0,0002
	B ₁₃	3,33E-05
	B ₂₃	-0,00001
	B ₁₁	-0,00157
B ₂₂	6E-06	
B ₃₃	-5,9E-05	
	F_p	0,082313

Таким образом, уравнения регрессии для процесса выхода экстракций скорлупы грецкого ореха, для кодированных значений примет следующий вид:

$$y = 3,56 + 0,18x_1 - 0,35x_2 + 0,18x_3 - 0,2x_1x_2 + 0,01x_1x_3 - 0,03x_2x_3 - 0,15x_1^2 + 0,06x_2^2 - 0,5x_3^2$$

Адекватность полученных математических моделей регрессии оценивалась по критерию Фишера F_p . Полученное расчетное значение F_p приведен в таблице 4.

Таким образом, учитывая, что $F_p < F_m$ модель технологической эффективности процесса можно считать адекватной с 95% доверительной вероятностью.

После канонического преобразования моделей второго порядка были получены уравнения регрессии в канонической форме, значения параметров оптимизации были вычислены программой текстового процессора *Microsoft Excel*, на основе которых строили модель в трехмерном пространстве, представляющую собой выход экстракции, которая характеризует зависимость продолжительности проведения экстракций (t, min), концентрация растворителя (%), крупность помола скорлупы грецкого ореха (μm) оказывающие влияние на критерии оптимизации – выхода экстракции. Результаты трех параметров в процессе выхода экстракции из скорлупы грецкого ореха показаны на рисунке 1.

Анализ полученных графиков показал, что на трехмерной модели в пространстве существуют оптимальные области переменных значений концентрация растворителя (%), крупность помола скорлупы (μm), продолжительность проведения экстракций (min) величины, при которых выход экстракций осуществляется с оптимальными значениями C (%), K (μm), t (min).

Исследовались влияния концентрации растворителя, крупности помола и продолжительность экстракции. Анализ трехмерной модели показывает, что при увеличении продолжительности экстракции с 60 до 180 мин., выход экстракции соответственно увеличивался, и самый высокий выход экстракции был получен через 150 мин.

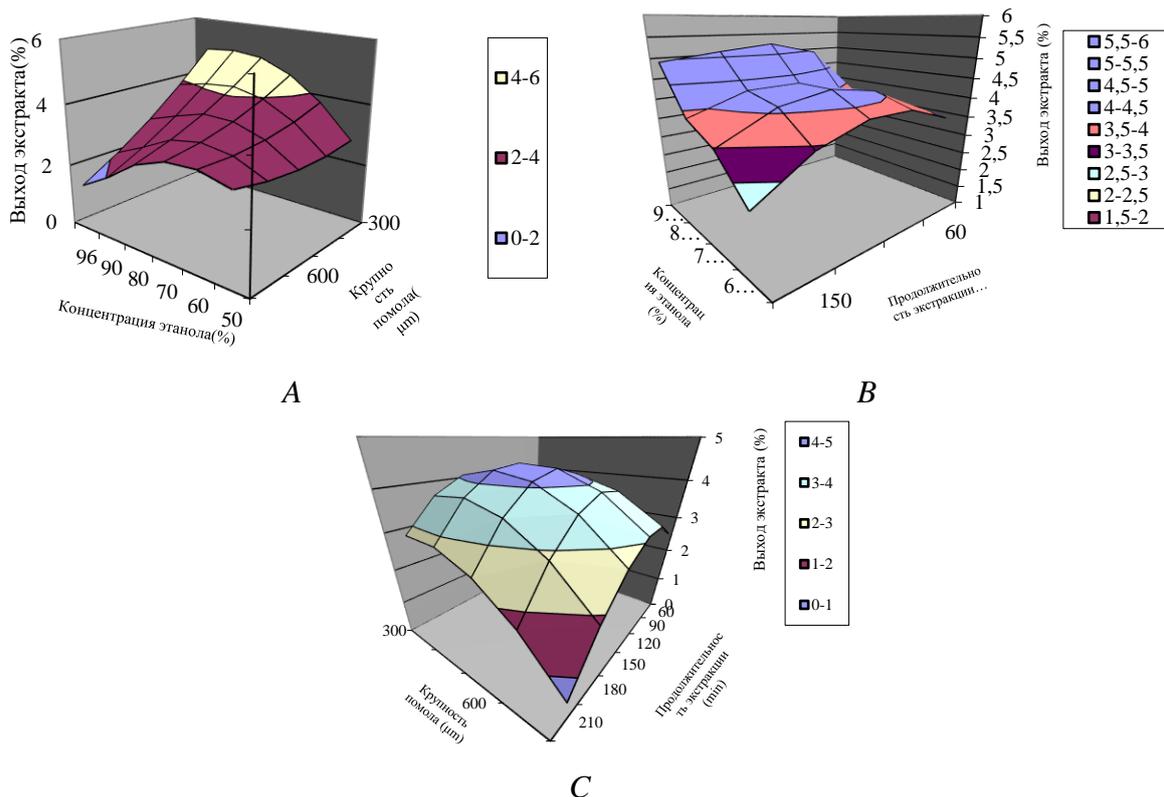


Рисунок 1 - Трехмерная модель в пространстве выхода экстракции, где:

- А – концентрация этанола (%) и крупность помола (μm);
- В – концентрация этанола (%) и продолжительность экстракций (min);
- С – продолжительность экстракций (min) и крупность помола (μm)

Анализ влияния крупности помола на концентрацию этанола (рис. 1) показывает, что, при крупности 300 μm и когда концентрация этанола увеличилась с 50 % до 90 %, выход экстракции также увеличился с 2,71 мг до 4,93 мг. Когда продолжительность экстракции увеличилась с 60 мин. до 180 мин., выход экстракции также увеличился с 3,80 мг до 4,81 мг.

Анализ влияния продолжительности на выход экстракции рис. 1 показывает, что при увеличении продолжительности экстракции с 60 до 180 мин., выход экстракции соответственно увеличивался, и самый высокий выход экстракции был получен через 150 мин.

Анализ влияния крупности помола на продолжительность экстракции рис. 1 показывает, что выход экстракций снизился до 1,4 мг, когда крупность помола была выше 600 μm . По продолжительности экстракции – чем больше времени проводилось экстрагирование, тем больше выход экстракта.

Установлено, что показатель измельчения скорлупы грецкого ореха напрямую влияет на выход экстракции. По итогам исследования скорлупа измельченная до 300 μm , дала максимальный выход экстракции.

Этанол и вода в качестве экстракционных растворителей приводят к более высоким выходам экстракции, также они безопаснее и менее токсичны по сравнению с метанолом и другими органическими растворителями

Выводы

По результатам оптимизации выявлено, что при экстракции 90 % этанолом, время проведения экстракции составило 150 мин., при этом выход экстракта был наиболее максимальным; при экстракции экстрагентом «этанол+вода» в соотношении 70/30, время проведения экстракции составило 150 мин., при этом был наиболее максимальный выход экстракта; при экстракции экстрагентом «этанол+вода» в соотношении 80/20, время проведения экстракции составило 120 мин., при этом был наиболее максимальный выход экстракта.

На основе анализа полученных данных выявлено, что растворители, помол и продолжительность являются основами закономерности выделения антиоксидантных веществ из скорлупы грецкого ореха. Знание закономерностей экстракции антиоксидантных веществ из скорлупы грецкого ореха позволит регулировать процесс экстракции и получать продукцию с заданными характеристиками и параметрами.

Благодарность

Работа проводилась в ходе реализации проекта финансируемого Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан BR10764970-ОТ-21, по теме «Использование нетрадиционных видов отходов грецкого ореха с целью получения продукта профилактического назначения» в рамках программы «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».

В заключение мы хотели бы искренне поблагодарить всех участников этого научного проекта за их помощь в проведении экспериментальных исследований. Мы также выражаем нашу благодарность руководству и ученым Астанинского филиала ТОО «КазНИИ перерабатывающей и пищевой промышленности».

Список литературы

1 Saleida A.M. Effect of adding green walnut husks on some qualitative properties of cooked sausages [Text] / A.M. Saleida, J. Janiewicz, M. Korzeniewska // LWT Food Sci. Technol. - 2016. - № 65. - P. 751-757.

2 Raja V., Anticandidal activity of ethanolic root extract of *Juglans regia* (L.): Effect on growth, cell morphology, and key virulence factors. [Text] / V. Raja, S. Ahmad, M. Irshad, W. Wani, W. Siddiqi // J. Mycol. Med. - 2017. - № 27. - P. 476–486. doi: 10.1016/j.mycmed.2017.07.002.

3 Камзагали Е. Биометрические характеристики орехов *Corylus Avellana* произрастающих в алматинской области [Текст] / Е. Камзагали, Б. Мамбетов, Ш. Танекеева // Izdenister Natigeler. 2022. № 2 (94) С. 92–100. <https://doi.org/10.37884/2-2022/11>

4 Wang S. Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from walnut shells and characterization of their antioxidant activities [Text] / S.Wang, W. Fu, H. Han, M. Rakita, Q. Han, Q. Xu // J. Food Nutr. Res. 2020. № 8(1). P. 50-57.

5 Yang J. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds [Text] / J. Yang, R. Liu, H. Halim // LWT-Food Science and Technology. – 2019. – Т. 42. № 1. P. 1-8.

6 Amaral J. S. Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal [Text] / J.S Amaral // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2019. № 51(26). P. 7698-02.

7 Contini M. Extraction of natural antioxidants from hazelnut (*Corylus avellana* L.) shell and skin wastes by long maceration at room temperature. [Text] / M. Contini, S. Baccelloni, R. Massantini, G. Anelli // Food Chemistry. 2018. № 110(3). P. 659-669.

8 Brown P. J. *Juglans regia* Walnut [Text] / P.J. Brown, C.A. Leslie, A. Dandekar // Biotechnology of Fruit and Nut Crops. 2020. №7. P. 246.

9 Queiros C. S. Characterization of walnut, almond, and pine nut shells regarding chemical composition and extract composition [Text] / C.S. Queiros // Biomass Conversion and Biorefinery. 2020. №. 10. P. 175-188.

10 Bordbar M. Green synthesis of walnut shell nanocomposite using *Equisetum arvense* L. leaf extract and its application for the reduction of 4-nitrophenol and organic dyes in a very short time [Text] / M. Bordbar, N. Mortazavimanesh // Environmental Science and Pollution Research. – 2018. №24. P. 409-410.

References

1 Saleida A.M. Effect of adding green walnut husks on some qualitative properties of cooked sausages [Text] / A.M. Saleida, J. Janiewicz, M. Korzeniewska // LWT Food Sci. Technol. - 2016. - № 65. - P. 751-757.

2 Raja V., Anticandidal activity of ethanolic root extract of *Juglans regia* (L.): Effect on growth, cell morphology, and key virulence factors. [Text] / V. Raja, S. Ahmad, M. Irshad, W. Wani, W. Siddiqi // J. Mycol. Med. - 2017. - № 27. - P. 476–486. doi: 10.1016/j.mycmed.2017.07.002.

3 Kamzagali E. Biometric characteristics of *Corylus Avellana* nuts growing in the Almaty region [Text] / E. Kamzagali, B. Mambetov, Sh. Tanekeeva // Izdenister Natigeler. 2022. No. 2 (94) C. 92-100. <https://doi.org/10.37884/2-2022/11>

4 Wang S. Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from walnut shells and characterization of their antioxidant activities [Text] / S.Wang, W. Fu, H. Han, M. Rakita, Q. Han, Q. Xu // J. Food Nutr. Res. 2020. № 8(1). P. 50-57.

5 Yang J. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds [Text] / J. Yang, R. Liu, H. Halim // LWT-Food Science and Technology. – 2019. – Т. 42. № 1. P. 1-8.

6 Amaral J. S. Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal [Text] / J.S Amaral // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2019. № 51(26). P. 7698-02.

7 Contini M. Extraction of natural antioxidants from hazelnut (*Corylus avellana* L.) shell and skin wastes by long maceration at room temperature. [Text] / M. Contini, S. Baccelloni, R. Massantini, G. Anelli // Food Chemistry. 2018. № 110(3). P. 659-669.

8 Brown P. J. *Juglans regia* Walnut [Text] / P.J. Brown, C.A. Leslie, A. Dandekar // Biotechnology of Fruit and Nut Crops. 2020. №7. P. 246.

9 Queiros C. S. Characterization of walnut, almond, and pine nut shells regarding chemical composition and extract composition [Text] / C.S. Queiros // Biomass Conversion and Biorefinery. 2020. №. 10. P. 175-188.

10 Bordbar M. Green synthesis of walnut shell nanocomposite using *Equisetum arvense* L. leaf extract and its application for the reduction of 4-nitrophenol and organic dyes in a very short time [Text] / M. Bordbar, N. Mortazavimanesh // Environmental Science and Pollution Research. – 2018. №24. P. 409-410.

М. Ж. Султанова*¹, Н. Акжанов¹, К. О. Додаев², А. М. Рысбекова³

¹ "Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты" ЖШС Астана филиалы, Астана, Қазақстан, sultanova.2012@mail.ru*, nurtore0308@gmail.com

² Ташкент Химия - Технологиялық институты, Ташкент, Өзбекстан, dodoev789@gmail.com

³Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан, rysbekova949r@gmail.com

ЖАҢҒАҚ ҚАБЫҒЫНАН СЫҒЫНДЫНЫҢ ШЫҒУЫНА ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Мақалада жаңғақ қабығынан алынған сығындының пайыздық шығымына факторлардың әсері туралы зерттеу нәтижелері келтірілген. Сығынды алудың технологиялық процестері мен режимдері негізделген. Бұл ұсақталған қабықтың мөлшерін, экстракция уақытын және еріткіштің концентрациясы зерттелді.

Жаңғақтың көп бөлігі қабық - фенолды қосылыстарға бай қалдықтардан тұрады. Жаңғақ қабығынан алынған фенолды қосылыстар тамақ өнеркәсібі үшін антиоксиданттардың табиғи көзі болып табылады және денсаулыққа көптеген пайдалы қасиеттерге ие. Ұсақталған жаңғақ қабығы-бұл органикалық, биологиялық ыдырайтын, экологиялық таза және құнды шикізат, бірегей физикалық сипаттамалары мен химиялық қасиеттері бар, өнеркәсіптің әртүрлі салаларында - косметикалық, фармацевтикалық, тағамдық салаларда белгілі бір қолдану аясы бар. Сонымен қатар, жаңғақ қабығы 52,3% лигниннен тұрады, салыстыру үшін Бадам қабығында 28,9%, қарағай жаңғағында 40% лигнин бар. Лигнин қабықтың беріктік деңгейін сипаттайды және химиялық құрамы бойынша антиоксиданттардың көзі болып табылады.

Жаңа Covid-19 коронавирустық инфекциясынан туындаған эпидемиологиялық жағдайдың шиеленісуіне байланысты біз әзірлеген сығынды өзекті болып табылады. Оны

вирустық аурулармен ауыратын иммунитеті төмен адамдарға қолдануға болады. Сондықтан бұл жұмыстың мақсаты өсімдік шикізатының қалдықтарынан, атап айтқанда жаңғақ қабығынан сығындының максималды шығуына әсер ететін факторларды зерттеу болып табылады. Тамақ өнеркәсібінде табиғи антиоксиданттарға деген қажеттілік қарқынды дамып келе жатқандықтан, ауылшаруашылық және тамақ қалдықтары табиғи антиоксиданттар ретінде фенолдық қосылыстарды алу үшін керекті нысан болып табылады.

Кілт сөздер: жаңғақ қабығы, шикізат, оңтайландыру, үш өлшемді модель, этанол концентрациясы, ұнтақтау, сығынды, пайыздық өнімділік, бастапқы факторлар, антиоксидантты заттар

M. Zh. Sultanova^{*1}, N. Akzhanov¹, K. O. Dodaev², A. M. Rysbekova³

¹ *Astana Branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Astana, Kazakhstan, sultanova.2012@mail.ru*, nurtore0308@gmail.com*

² *Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, dodoev789@gmail.com*

³ *Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, rysbekova949r@gmail.com*

INVESTIGATION OF FACTORS AFFECTING THE YIELD OF WALNUT SHELL EXTRACT

Abstract

The article presents the results of studies of the influence of factors on the percentage yield of walnut shell extract. Technological processes and modes of extract production are substantiated. At the same time, the size of the crushed shell, the extraction time and the concentration of the solvent were investigated. Most of the nuts are shells and husks, waste products rich in phenolic compounds. Phenolic compounds extracted from walnut shells are potentially good natural sources of antioxidants for the food industry and have numerous health benefits.

The extract was developed during the implementation of a project funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan on the topic "The use of non-traditional types of walnut waste in order to obtain a preventive product". Crushed walnut shell is a universal organic, biodegradable, environmentally friendly and valuable raw material with unique physical characteristics and chemical properties, having a certain range of applications in various fields of industry - cosmetic, pharmaceutical, food. At the same time, walnut shells consist of 52.3% lignin, for comparison, almond shells contain 28.9%, pine nuts - 40% lignin. Lignin characterizes the strength level of the shell, and by its chemical composition is a source of antioxidants.

Due to the aggravation of the epidemiological situation caused by the new coronavirus infection COVID-19, the extract we have developed will be relevant. It can be used by people with weakened immunity who have suffered viral diseases. Therefore, the purpose of this work is to study the factors influencing the maximum yield of the extract from the waste of vegetable raw materials, in particular walnut shells. As the demand for natural antioxidants in the food industry is growing dynamically, agricultural and food waste are becoming an ideal material for the extraction of phenolic compounds as natural antioxidants.

Key words: walnut shell, raw materials, optimization, three-dimensional model, ethanol concentration, grinding fineness, extract, percentage yield, input factors, antioxidant substances