

TECHNOLOGY DEVELOPMENT AND EVALUATION OF FUNCTIONAL
PROPERTIES OF GRAIN-WALNUT DESSERTS

Ermalyk D.V.¹, Bychkova E.S.¹, Lomovskiy I.O.^{2,4}, Beizel N.F.³, Lomovskii O.I.⁴

¹ – Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, K. Marks str., 20

² – REC “Molecular design and ecologically safe technologies” Novosibirsk State University,
630090, Russia, Novosibirsk, Pirogova str., 2

³ – A.V. Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry SB RAS, 630090, Russia,
Novosibirsk, Lavrent'ev av., 3

⁴ – Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry SB RAS, 630128, Russia,
Novosibirsk, Kutateladze str, 18

Abstract

This work is dedicated to the development of functional foods. The functional additive is a serotonin-containing product of mechanochemically treated wooden parts of sea buckthorn. Designed desserts are the source for macro-and micronutrients, serotonin. The stability of products depending on the type of package are investigated.

Key words: *serotonin, functional nutrition, deserts, mechanochemically assisted extraction.*

В настоящее время в мире большое внимание отводится здоровому питанию населения. Эта область включает в себя разработку и внедрение в производство новых продуктов функционального, диетического и лечебно-профилактического назначения, систематическое употребление которых способствует повышению устойчивости организма к неблагоприятным факторам внешней среды, укреплению нервной, иммунной и сердечно-сосудистой систем организма [1].

В последнее время наиболее приоритетным является решение проблем депрессивных состояний населения ввиду короткого светового дня, социальных проблем, нестабильного материального положения и т.д. Именно поэтому актуальным становится поиск сырья, содержащего вещества, способствующие уменьшению подавленности и угнетённости человека. Большой интерес в этой области вызывает гормоноподобное вещество - серотонин. Серотонин (5-гидрокситриптамиин) - один из основных нейромедиаторов. По химическому строению серотонин относится к биогенным аминам, классу триптаминов. Установлено, что серотонин уменьшает воздействие радиации на человеческий организм и снижает возможность возникновения злокачественных новообразований. Поступление серотонина оказывает благоприятное влияние на весь организм человека, позволяет замедлить неизбежный процесс старения с сохранением умственных и физических способностей [2].

В Институте химии твёрдого тела и механохимии СО РАН в результате проведенных исследований установлено, что неплодовые части облепихи являются ценным источником серотонина и могут быть использованы в качестве компонента для новых продуктов функционального назначения [3]. Механическая обработка твердых веществ приводит к

разрушению и образованию мелких частиц, накоплению дефектов различного типа в кристаллической структуре вещества и аморфизации, разрушению супрамолекулярных структур. Как следствие увеличения площади поверхности частиц и увеличения концентрации дефектов в частицах повышается скорость гетерогенных химических реакций с участием твердых веществ. При обработке смесей твердых веществ в некоторых случаях могут осуществляться механохимические реакции между компонентами непосредственно в ходе обработки.

Растительное сырье имеет следующие особенности: клеточную структуру, защищающую растения от механических и химических воздействий, гетерогенный химический состав, 90% массы которого приходится на прочные и химически устойчивые биополимеры целлюлозы и лигнина, неустойчивость внутриклеточных биологически активных соединений (углеводов, полифенолов, кислот, гликозидов, аминов) к механическому воздействию.

Соотношение механических свойств компонентов растительного сырья является дополнительным фактором, определяющим возможность протекания химических реакций при механической обработке. «Мягкая» целлюлозная матрица повышает устойчивость органических молекул и ферментов при механическом воздействии. Кинетика деградации неустойчивых молекул в присутствии матрицы имеет пороговый характер, определяющий оптимальные интенсивности и времена механического воздействия при осуществлении механохимических превращений.

Для превращения биологически активных низкомолекулярных компонентов растительного сырья и получения компонентов функционального питания использованы следующие химические реакции с образованием растворимых в воде химических форм: растворимых солей нейтрализацией щелочами или кислотами, растворимых комплексов, гликозидов. Реакции осуществляются при обработке смесей сырья и реагентов в механохимических активаторах — мельницах, обеспечивающих интенсивность механического воздействия порядка 1 кВт/кг и время пребывания в зоне обработки порядка 1 минуты. Получаемый в оптимальных условиях продукт используется для экстракции биологически активных веществ (БАВ) водой или непосредственно в качестве порошкового препарата, содержащего БАВ в растворимом, биодоступном виде.

Преимуществами механохимической технологии являются: повышение выхода экстракции биологически активных веществ в 1,5 — 2 раза, повышение селективности извлечения некоторых типов веществ с 20 до 70%, изменение качественного состава выделяемых экстрактов и повышение доли более растворимых в воде и активных веществ, более эффективное получение препаратов неустойчивых антиоксидантов и других БАВ. Экологически чистая механохимическая твердофазная технология в вариантах получения порошковых препаратов не использует растворители и лишена стоков. Для увеличения концентрации доступного для усвоения серотонина проводили механохимическую активацию растительного сырья. Механохимический подход позволяет в 8 раз повысить выход серотонина в раствор. Достигается это благодаря частичному разрушению структуры клеточных стенок, разупорядочению надмолекулярной структуры полимеров клеточных стенок, образованию растворимых солей и комплексов биологически активных веществ с выбранными реагентами. Продукты механохимической переработки характеризуются увеличенным выходом нутриентов в процессах экстракции и возможностью использования биологически активных веществ, которые обычным образом экстрагировать невозможно [4]. Полученные таким образом образцы содержат около 2 % масс. серотонина в форме легкорастворимого в воде адипината серотонина.

На Кафедре технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета разработаны новые рецептуры и технологии десертов функционального назначения на фруктовой, ягодной и орехово-зерновой основе с добавлением неплодовых частей облепихи в виде порошка. Экспериментальным путем было установлено, что оптимальная концентрация добавки составляет 800 мг на 100г готового продукта.

В качестве исходных ингредиентов для десертов использовали: ядра орехов (кешью, фундук, кедровый орех), подсолнечные, тыквенные и льняные семечки, зерновые хлопья (пшеничные, овсяные, ржанные), ягоды (рябина, облепиха, клюква), фрукты (яблоко, цедра апельсина), клетчатку Dr.DiaS "Витаминная поляна", кукурузные хлопья, воздушный рис. Как связующее звено исходных компонентов применяли йогурт, обогащённый бифидобактериями, сироп сахарный, сироп из агавы. Дополнительно в качестве рецептурного компонента вводили гидроколлоид пектин LM 101 AS (производитель CP Kelco ApS (Дания). Пектин этой марки проявляет свои технологические свойства при содержании сухих веществ в продукте 35-42%, что обеспечивается ингредиентными составами десертов. Оптимальная концентрация пектина составила 2г на 100 г готового продукта.

Процесс производства десертов включал в себя следующие технологические приёмы: смешивание сухих рецептурных ингредиентов, приготовление сиропа с пектином, соединение плотной и жидкой частей, формование, подсушивание в конвекционной печи, кратковременное замораживание, порционирование, вакуумирование.

Готовые образцы десертов оценивались по органолептическим и физико-химическим показателям качества. Свежевыработанная продукция по органолептическим показателям получила высокую балльную оценку. Результаты физико-химических исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества десертов

Показатель	Номер образца		
	1	2	3
Сухие вещества, % масс.	80±5	58±3	74±4
Зольность, % масс.	0,82±0,02	0,72±0,01	0,85±0,05
Кислотность, % масс.	0,34±0,01	0,40±0,01	0,62±0,03
Редуцирующие сахара, % масс.	31±2	28,3±1,5	26±2
Минеральный состав, мг/100:			
Fe	2,0±0,05	1,0±0,05	1,7±0,05
K	278±0,05	207±0,05	220±0,05
Ca	23,6±0,05	51,0±0,05	24,4±0,05
Mg	80,8±0,05	50,2±0,05	70,5±0,05
Серотонин, % масс.	0,021±0,007	0,014±0,002	0,022±0,008
Пектин, % масс.	1,90±0,09	2,30±0,09	2,10±0,08
Массовая доля белка, % масс.	8,7±0,5	8,9±0,6	10,0±0,8

Минеральный состав исследуемых образцов определяли методом атомно- абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра Z-8000 фирмы Хитачи (Япония). Для перевода определяемых компонентов в раствор навески обрабатывали концентрированной азотной кислотой с нагреванием в течение нескольких часов под ИК-лампой и двукратным упариванием до влажных солей, которые затем растворяли в точном объеме дистиллированной воды. В ходе выполнения анализа растворы сравнения и анализируемые растворы распыляли в пламя воздух-ацетилен атомно-абсорбционного спектрометра и измеряли аналитический сигнал каждого определяемого элемента на его резонансной длине волны: K – 766,5 нм; Ca – 422,7 нм; Mg – 285,2 нм; Fe – 248,3 нм. Источники излучения – лампы с полым катодом при анализе на железо и кальций/магний; K определяли в эмиссионном режиме [5]. Восполнение суточной потребности в минеральных веществах представлено на рисунке 1.

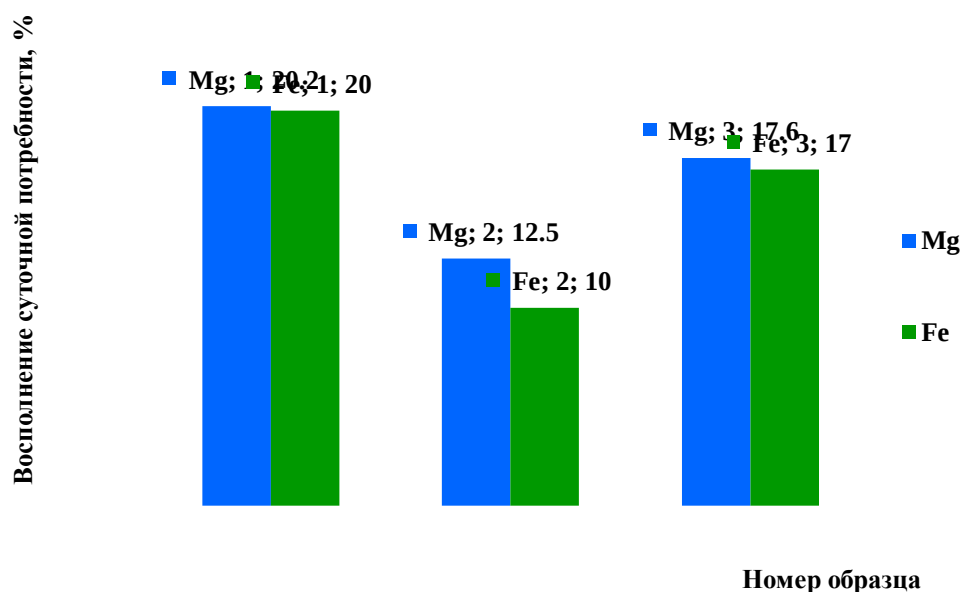


Рисунок 1 - Восполнение суточной потребности в минеральных веществах (при употреблении 100 г десерта)

Количество серотонина в готовых образцах определяли методом ВЭЖХ с УФ-детектированием на приборе Милихром А-02, сорбент ProntoSIL 120-5C18AQ, элюенты $\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ в HClO_4 -ацетонитрил в градиентном режиме. В качестве стандарта использовался серотонин (Sigma Aldrich, CAS 0000971744, > 99%). Определение содержания серотонина проводят исходя из площади пика хроматограммы на длинах волн 232 и 290 нм по методу внешнего стандарта с линейной экстраполяцией ($R^2 > 0.9999$) в диапазоне 0,01 – 1,00 г/л. Пример хроматограммы представлен на рис. 2. Восполнение суточной потребности в серотонине [6] представлено на рисунке 3.

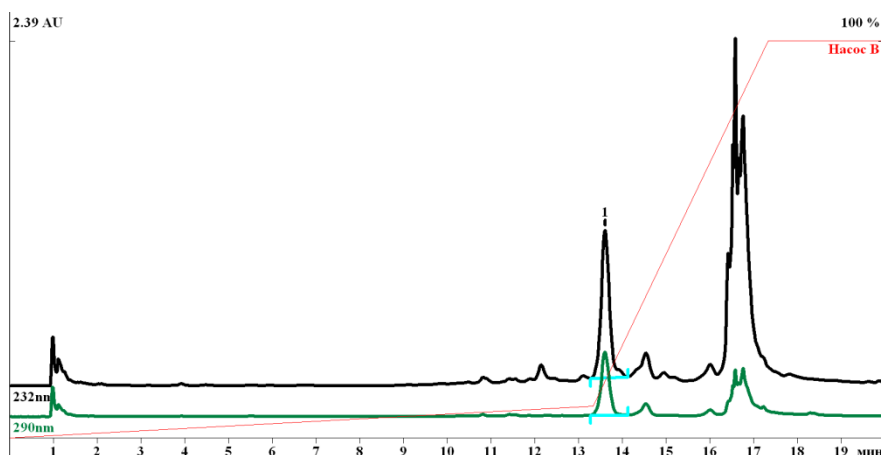


Рисунок 2 – Пример хроматограммы экстракта десерта с высоким содержанием серотонина

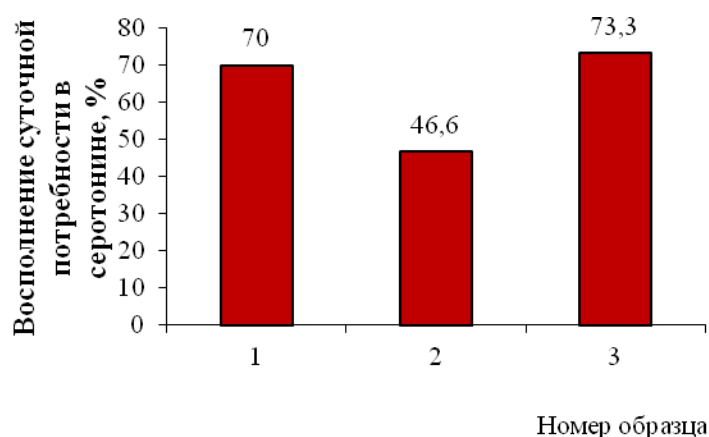


Рисунок 3 - Восполнение суточной потребности в серотонине (при употреблении 100 г десерта)

Количество пектина определяли кальций-пектатным методом, который основан на осаждении пектиновых кислот в виде кальциевых солей и учете их весовым способом. Это один из наиболее точных методов. Он прост, доступен и имеет хорошую сходимость параллельных опытов. В зависимости от цели исследования можно определить отдельно растворимый пектин и протопектин или сумму пектиновых веществ. Восполнение суточной потребности в пектине [7] представлено на рисунке 4.

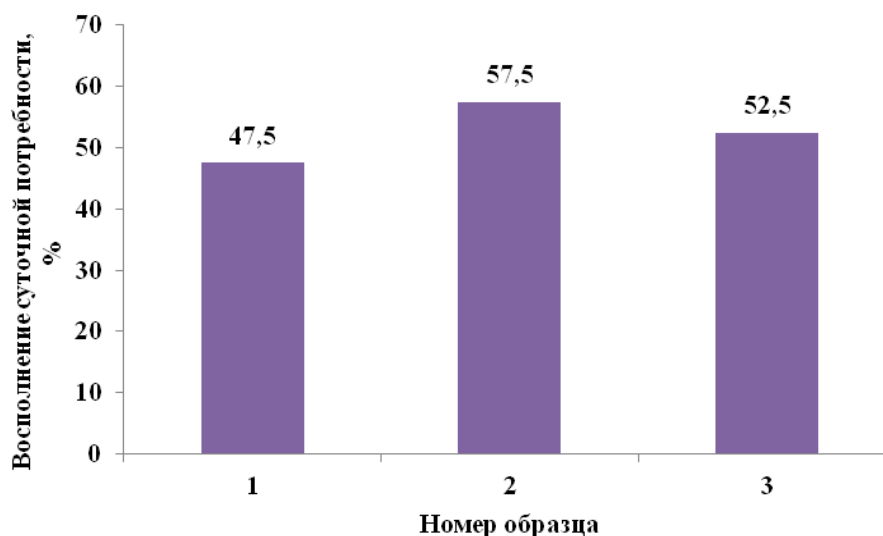


Рисунок 4 - Восполнение суточной потребности в пектине (при употреблении 100 г десерта)

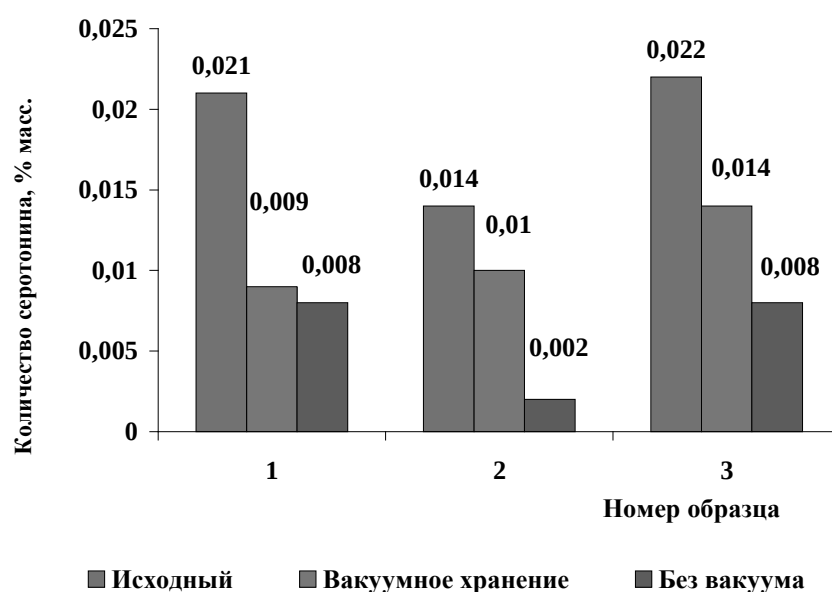


Рисунок 5 – Содержание серотонина в десертах после хранения в зависимости от вида упаковки

Готовые образцы десертов подвергались хранению при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Для упаковки использовалась стрейч-плёнка и вакуумная трехслойная пленка толщиной 65 мкм, состоящая из полиамида и полиэтилена. В настоящее время вакуумная упаковка является одним из наиболее

прогрессивных методов упаковки любых товаров на потребительском рынке. Она обладает высокой рентабельностью, низкой себестоимостью, способствует увеличению срока хранения продукта; сохранению его внешнего вида; обеспечению гигиенических условий при хранении и транспортировке; устойчива к тепловому воздействию [8].

На рисунке 5 представлены данные о деградировании серотонина при хранении. Экспериментально установлено, что для лучшего сохранения пищевой ценности десертов следует использовать вакуумную упаковку. Это связано с меньшей интенсивностью протекания окислительных процессов.

Таким образом, в ходе научной работы был подобран ингредиентный состав и созданы новые рецептуры и технологии десертов функционального назначения. Разработанные изделия обладают высокими органолептическими показателями качества, пищевой ценностью и функциональными свойствами по содержанию пектина, серотонина, Mg и Fe. Десерты могут быть реализованы через сети предприятий общественного питания как перспективная альтернатива существующим сладким блюдам.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. N 1873-р г. Москва
2. Влияние нанобиокомпозита, полученного механохимическим синтезом из неплодовых частей облепихи, на сезонные адаптивные перестройки у джунгарских хомячков / Д.В. Петровский и др // Химия в интересах устойчивого развития. - 2012. - Т. 20, № 4. - С. 449-456.
3. I. Lomovskiy, B. Nemzer Solid State Production of Bio-Active Mechanocomposite for Extraction of Polyphenols from Plant Raw Material // 6th International conference on polyphenols applications, June 7-8, Paris, France, p. 113.
4. Lomovsky O.I., Lomovsky I.O. Mechanochemically assisted extraction// in Enhancing extraction processes in food industry, ed. by N. Lebovka et al., Boca Raton – London – New York; Taylor & Francis Group, 2011, 532 p.
5. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Москва: Техносфера, 2009. - 784 с.
6. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04 от 02.07.2004
7. Методические указания по определению пектиновых веществ в производстве. Донченко Л.В., Нелина В.В., Карпович Н.С., Киореску Е.Н., Гааг О.О - М.: Россельхозторгиздат, 2001. – 96с.
8. Технология упаковочного производства / Под ред. Э.Г. Розанцева. –М.: Колос, 2002.