

4. Хомич, Г.П. Вплив умов вирощування на якісні показники ягід чорниці та продуктів її переробки [Текст] / Г.П. Хомич, Л.В. Капрельянц // Харч. наука і технологія. – 2010. – № 3. – С. 40-43.
5. Хомич, Г.П. Вплив температурної обробки на фенольні речовини при виробництві соків із дикорослої сировини [Текст] / Г.П. Хомич // Наук. пр. ОНАХТ. Серія «Технічні науки». – Одеса, 2012. – Вип. 42 – Т. 2. – С. 11-17.

УДК 664.41 – 035.66

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ АРОМАТИЗИРОВАННОЙ ПИЩЕВОЙ СОЛИ

Дубова Г.Е., к.т.н., доцент, ¹Безусов А.Т., д.т.н., проф., Мельник О.И., ассистент
Полтавский университет экономики и торговли, г. Полтава
¹Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Статья посвящена вопросу ароматизации пищевой соли, с целью уменьшения ее концентрации в готовых продуктах питания. Доказана целесообразность микроволновой экстракции в процессе подготовки сырья и ароматизации соли. Рассмотрена зависимость интенсивности аромата и ферментативных процессов в сырье. Исследовано влияние объемного нагревания на способность соли адсорбировать аромат пряно-ароматических трав. Проведена сравнительная характеристика соли, подтверждающая эффективность адсорбции ароматов с помощью предложенного метода.

This article describes the process of obtaining flavored salt as the way of reducing its concentration in the finished food. The author considers the expediency of microwave extraction in the preparation of raw materials and flavored salt. This desirability is further supported by the dependency of flavor intensity and enzymatic processes in raw materials. The effect of volumetric heat on the capacity of salt to absorb aroma of scented herbs was studied and described. Considering this effect and the comparative study of salts described later in the article, the author suggests the efficiency of adsorptions of aromas using the proposed method.

Ключевые слова: аромат, соль, пряно-ароматические травы, ферменты, объемное нагревание.

Пищевые продукты с пониженным содержанием соли, сахара или жира пользуются повышенным спросом. Однако при производстве таких продуктов особенно важно сохранить традиционные вкусовые качества. С каждым годом количество потребителей таких пищевых продуктов растет, поэтому исследования в этом вопросе достаточно востребованы. Взаимодействие между вкусом и запахом по-прежнему не достаточно изучено [1].

Важная роль соли заключается в ее способности изменять аромат и вкус других ингредиентов в пище [2]. Поэтому часто соль употребляется в избыточном количестве, что нежелательно. Организации здравоохранения по всему миру призывают к снижению среднего потребления хлорида натрия населения в целом, путем уменьшения его содержания в обработанных пищевых продуктах [3]. Повлиять на уменьшение соли может выраженный аромат специй или пряных трав.

Проведены исследования [4], подтверждающие, что аромат может компенсировать примерно 30 % снижения уровня хлорида натрия без значительного изменения вкусового профиля. Восприятие вкуса и аромата зависит от летучих компонентов, их растворимости, которая впоследствии может повлиять на уровень соли. При снижении количества соли могут быть изменены другие ароматы продукта. В результате, вкус и аромат может быть ниже, чем в оригинальных соленых продуктах.

Наиболее распространенный способ ароматизации соли – измельчение со специями, пряно-ароматическими травами. Готовые продукты подсаливают такой смесью перед употреблением, так как аромат в соли сохраняется недолго и в герметической таре. Однако и переизбыток специй приводит к полному изменению вкуса готовых блюд, приближая их к восточным. Поэтому перспективнее, когда соль будет содержать ароматические компоненты с минимальным количеством исходного сырья.

Соль не является адсорбентом ароматов в обычных условиях. Существуют способы, способствующие частичному процессу адсорбции – нагревание соли с пряно-ароматическим сырьем в духовом шкафу или использование промежуточных растворителей, например, эфира. Водный раствор аромата и эфира переносят на соль, эфир испаряют, и получают соль с устойчивым ароматом в закрытой посуде до 6 месяцев. Однако большинство растворителей в приготовлении пищевых продуктов, как правило, не используются.

В некоторых случаях адсорбционные свойства соли могут объясняться рядом причин. Во-первых, объемная плотность соли составляет около $1,2 \text{ т/м}^3$, удельный вес кристаллов соли около $2,15 \text{ т/м}^3$. Таким образом, навеска соли состоит наполовину из соли и наполовину из воздуха. Вероятно, воздушная составляющая соли может быть заполнена ароматическими компонентами. Это свойство соли используют в солевых ароматических лампах. Во-вторых, в состав пищевой соли кроме основных компонентов входят также минералы (калий, кальций, магний, железо, фосфор, цинк и др.). Магний, находящийся на поверхности кристаллов соли, поглощает влагу из воздуха и увлажняет соль. Ароматические компоненты сырья вместе с влагой могут непродолжительное время присутствовать в соли. В-третьих, селективное разрушение кристаллической структуры соли увеличивает площадь поверхности контакта с ароматическими компонентами.

Объединить эффекты воздействия на соль нагревания и экстрагирования возможно посредством микроволновой обработки. В последнее время применение микроволновой энергии стало объектом большого количества исследований с точки зрения реальной альтернативы обычной процедуре экстракции [5]. Растворение в микроволновой экстракции (Solvent-free microwave extraction – SFME) основано на сочетании нагревания в микроволновой печи и сухой перегонки, осуществляемой при атмосферном давлении. В частности, при извлечении масла, СВЧ-опосредованные процессы являются очень желательными из-за их эффективного нагревания, быстрой передачи энергии, снижения температурных градиентов, экономии времени и низких эксплуатационных расходов. SFME уже был применен для извлечения эфирного масла из ряда свежего растительного сырья или смоченных высушенных материалов в пищевой и фармацевтической промышленности, с высоким потенциалом для будущих применений [6].

В попытке понять выделение аромата в микроволновой печи сформулированы две теории: дельта Т и теории давления пара. Согласно первой теории, были разработаны эксперименты с чистыми молекулами аромата, чтобы предсказать высвобождение соединений вследствие их теплоемкости и диэлектрических свойств (Shaath and Azzo, 1989). Однако, когда были испытаны пищевые продукты, никаких соотношений между дельта Т испарением и ароматом не было найдено. Кроме того, ароматические соединения в жире или воде, с более высокой микроволновой абсорбцией и более высокими уровнями СВЧ-нагрева не были преимущественно выделены посредством микроволнового нагрева по сравнению с тепловой баней. Эта теория не применима к вкусовым соединениям в продуктах питания, потому что свойства пищи, а не вкусовые соединения влияют на тепловые характеристики. В то же время, увеличивается число свидетелей в пользу теории давления пара [7,8].

Цель данных исследований – исследовать условия ароматизации пищевой соли с применением микроволновой экстракции. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить структуру эфиромасличного сырья, обработанного в конвективных и микроволновых условиях и выбрать оптимальный режим микроволновой экстракции ароматических компонентов;
- сравнить влияние разных условий нагревания растительного сырья на процесс адсорбции ароматических компонентов солью и проанализировать интенсивность процесса десорбции.

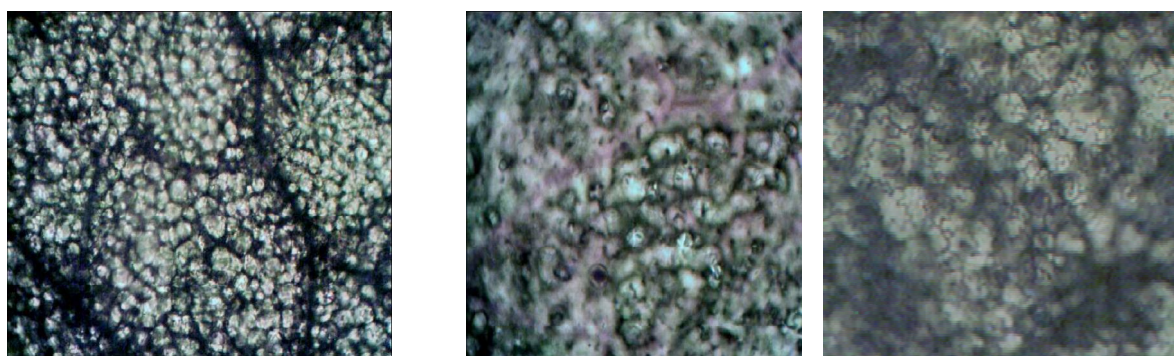
Крос-модельными свойствами обладают эфирные масла некоторых пряных трав, например, укропа, базилика, эстрагона, кинзы, сельдерея и др. Однако условия, при которых эти свойства могли бы быть использованы, не известны. Поэтому необходимо дополнительно изучить возможность замены соли этими ароматами.

Ранее нами было показано [9], что обработка измельченных ароматических трав в микроволновом поле в сочетании с вакуумом (при 0,5 кВт, разрежении 30-50 кПа, 15 мин.) способствует увеличению числа аромата. Известно, что микроволновая обработка ускоряет разрыв клеток, вызывая внезапное повышение температуры и увеличение внутреннего давления в стенках растения или фруктовой клетки. В результате разрыва клеточных стенок освобождаются эфирные масла из середины клеточных стенок в растворитель. В наших исследованиях использована микроволновая экстракция без растворителя с целью создания условий для тепловой ферментации. Активизация действия ферментов сырья приводит к увеличению выхода ароматических компонентов и эфирного масла. Температура в микроволновых установках не ограничивается температурой теплоносителя, как в обычном нагревании, а зависит только от мощности СВЧ-поля. В промышленных установках при частоте поля 2450 кГц установлены несколько режимов различной мощности. В наших исследованиях использовалась мощность 0,2-05 кВт, при которой образцы трав нагревались до температуры 45-50 °С. Образцы пряных трав выдерживали до конечной влажности 50-60 %.

Известно, что в микроволновом поле не происходят специфические процессы [10]. Однако большинство исследователей указывают на разницу в аромате продуктов после микроволновой обработки [11]. Поэтому тепловую ферментацию проводили параллельно при конвективном нагревании для определения лучших условий. Различия в сохранении аромата во время микроволнового нагрева и конвекцией можно объяснить на основе различий в температуре и влажности градиентов в продукте. Поскольку тепловые

потоки в обоих случаях направлены по-разному, соответственно и время достижения конечной влажности 55 % было различным. Исследовали микроструктуру частично обезвоженного пряно-ароматического сырья микроскопированием при увеличении в 40 раз (рис.1), измеряли число аромата образцов бихроматным методом.

Сравнение числа аромата в образцах частично обезвоженного пряно-ароматического сырья (укроп, петрушка, базилик, сельдерей) показало разницу в сумме ароматических веществ. В образцах после объемного нагревания в среднем число аромата составило 160, в образцах после конвективной обработки пряно-ароматического сырья в среднем – 100, в свежем сырье – 75 (усредненный показатель). Важным моментом в данных результатах является то, что после объемного нагревания запах образцов был наиболее приближенным к естественному и более насыщенным. Именно это придает образцам после объемного нагревания кросс-модальные свойства [12]. Поэтому для приготовления соли с ароматическими компонентами рекомендуем использовать объемное нагревание трав и последующее их измельчение вместе с солью. Смесь можно просеять, чтобы использовать отдельно подсушенные ароматические травы и соль.



а **б** **в**
а – листья базилика после микроволновой обработки, б – свежие листья базилика, в – листья базилика после конвективного высушивания

Рис. 1 – Микроструктура листьев базилика

Режимы конвективной и микроволновой обработки в разной степени повлияли на клеточную структуру базилика. Оба вида тепловой обработки привели к структурным изменениям в листьях базилика по сравнению со свежим образцом. Вследствие микроволновой обработки показано значительное уменьшение размеров и уплотнение клеток. При конвективной обработке образцы, напротив, увеличились в размерах. Атрофические изменения имеют в образцах противоположные значения. Результаты показали, что микроволновая обработка может быть быстрым и надежным способом количественной экстракции ферментов клеточных стенок.

Для того, чтобы обосновать преимущества микроволновой экстракции и активизации ферментов, часть влаги из пряно-ароматических трав удаляли прессованием и криодеструкцией. Частично обезвоженное сырье (в микроволновом поле, криодеструкцией, прессованием) смешивали с солью и высушивали до конечного содержания влаги в травах около 10 %. Высушивание проводили при температуре нагревания сырья 100°C, соотношение соли и трав на первоначальном этапе составляло 1:1. Затем путем воздушной сепарации с поверхности соли сдували травы и оценивали процесс ароматизации в соли через 1 час и 72 часа, а также после растворения в воде (табл.1).

Таблица 1 – Число аромата пищевой соли ароматизированной базиликом, укропом

Вид обработки соли	Предварительная обработка трав		
	Микроволновая	Криодеструкция	Прессование
Микроволновая: 1 час	120	150	100
72 часа	120	100	80
Десорбция в воде	100	70	55
Конвективная: 1 час	85	88	78
72 часа	70	73	68
Десорбция в воде	50	52	50

Микроволновое воздействие на пряно-ароматическое сырье по числу аромата лучше конвективного воздействия. Предварительная ферментация большим образом способствует адсорбции ароматических компонентов. Сырье, обезвоженное криодеструкцией, после 1 часа хранения имеет лучшие характеристики. Возможно, это связано с повышенной активностью ферментов в размороженном сырье. Однако результат не подтвердился после хранения 72 часа и десорбции в воде.

Для того чтобы воздушная часть соли длительное время была заполнена ароматами необходимо обеспечить источник их образования в виде фермент-субстратного комплекса. Для ферментов, размещенных в клеточных стенках, субстратом могут выступать компоненты цитоплазматической мембраны – бислой липидов. Удельная теплоемкость субстрата ниже теплоемкости воды, поэтому липидный слой может быстро нагреваться в микроволновой печи, быстрее воды. Поэтому для цитоплазматической мембраны, влияние теплоемкости становится определяющим фактором нагревания. Селективное нагревание составляющих компонентов клеточных стенок в микроволновом поле – один из важных факторов, отличающих этот вид нагрева.

В микроволновом поле ускоряются ионные эффекты, в большей части это касается соли [12]. Ионы минералов, содержащиеся в соли, в определенной степени также участвуют в адсорбции ароматов. Образцы пряно-ароматических трав, в которых к пищевой соли добавляли небольшое количество магниевых или кальциевых солей, обладали значительно большим числом аромата. Добавление 3 % солей магния увеличивает число аромата образцов до 200-220. Возможно, активность ионов в микроволновом поле способствует переносу ионов Na^+ и K^+ , H^+ из области с меньшей концентрацией в область с большей концентрацией (против градиента концентраций) посредством специальных транспортных белков. Движение ионов натрия и калия через клеточную мембрану обеспечивает работу калий – натриевого насоса клетки [13]. Этот процесс может способствовать переносу и адсорбции ароматических компонентов из растительных клеток.

Процесс производства ароматизированной соли «Sol'ka» состоит из следующих этапов: подготовка пряно-ароматических трав, подсушивание в микроволновом поле (0,2-0,5 кВт) до влажности 55 %, смешивание с солью (1:1), нагревание в микроволновом поле (0,6-0,8 кВт), измельчение, просеивание. Данная технология запатентована, однако продолжается поиск режимов, способствующих уменьшению количества трав в соотношении травы:соль. Предложенные особенности ароматизации соли могут в конечном итоге более направлено подойти к преодолению сенсорных дефицитов, связанные с сокращением соли в пищевых продуктах.

Литература

1. Michelle Mitchell, Nigel P. Brunton A, Martin G. Wilkinson. Impact of salt reduction on the instrumental and sensory flavor profile of vegetable soup // *Food Research International*, 44 (2011). – P.1036–1043.
2. Karen E. Charlton, Elizabeth Macgregor, Nonnie H. Vorster, Naomi S. Levitt, & Krisela Steyn. Partial replacement of NaCl can be achieved with potassium, magnesium and calcium salts in brown bread // *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, November 2007; 58(7). – P.508-521.
3. M. Ellin Doyle. Sodium Reduction and Its Effects on Food Safety, Food Quality, and Human Health. A Brief Review of the Literature. Food Research Institute, University of Wisconsin–Madison Madison. – 12 p.
4. M. Batenburg, E. Landrieu, R. van der Velden, and G. Smit. Salt enhancement by aroma compounds // *Expression of Multidisciplinary Flavour Science*. – P. 51-54.
5. Casey C. Grimm, Steven W. Lloyd, Rebecca Batista and Paul V. Zimba. Using Microwave Distillation-Solid-Phase Microextraction–Gas Chromatography–Mass Spectrometry for Analyzing Fish Tissue // *Journal of Chromatographic Science*, Vol. 38, July 2000. – P.289-296.
6. Xiao-Juan Li, Wei Wang, Meng Luo, Chun-Ying Li, Yuan-Gang Zu, Pan-Song Mu, Yu-Jie Fu. Solvent-free microwave extraction of essential oil from *Dryopteris fragrans* and evaluation of antioxidant activity // *Food Chemistry* 133 (2012). – P.437–444.
7. Deborah D. Roberts and Philippe Pollien J. Analysis of Aroma Release during Microwave Heating // *Agric. Food Chem.* 1997, 45. – P.4388-4392.
8. Kris B. de Roos, Ernst Grafv. Nonequilibrium Partition Model for Predicting Flavor Retention in Microwave and Convection Heated // *Foods J. Agric. Food Chem.* 1995, 43. – P.2204-2211.
9. Безусов А.Т., Дубова Г.Е., Кривошей О.И. Новая технология получения ароматических веществ // *Харчова наука і технологія*, 2008. – №4 (5). – С. 35-38.
10. Optimisation of total phenolic acids extraction from mandarin peels using microwave energy: The importance of the Maillard reaction / Jawad Ahmad, T.A.G. Langrish // *Journal of Food Engineering* 109 (2012). – P. 162–174.

11. G.E. Ibrahim, A.H. El-Ghorab, K.F. El-Massry and F. Osman. Effect of Microwave Heating on Flavour Generation and Food Processing // The Development and Application of Microwave Heating Chapter 2, <http://dx.doi.org/10.5772/49935>.
12. Nizar Nasri, Noelle Beno, Chantal Septier, Christian Salles, Thierry Thomas-Danguin. Cross-modal interactions between taste and smell: Odour-induced saltiness enhancement depends on salt level // Food Quality and Preference 22 (2011). – P. 678–682.
13. Ходжкин (Hodgkin), Алан. Лауреаты Нобелевской премии: Энциклопедия: Пер. с англ.– М.: Прогресс, 1992. (<http://n-t.ru/nl/mf/hodgkin.htm>)

УДК 664.5.037:634.3:002.35

ВИСОКОВІТАМІННІ ЯБЛУЧНО-ЦИТРУСОВІ ДРІБНОДИСПЕРСНІ КРІОПЮРЕ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Кравчук Т.В., канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Робота присвячена розробці яблучно-цитрусових дрібнодисперсних кріопюре з високим вмістом біологічно активних речовин із метою розширення асортименту продуктів оздоровчого харчування. Розроблено рецептури та технологічні схеми яблучно-цитрусових дрібнодисперсних кріопюре, вивчено їхню якість за органолептичними показниками та вмістом біологічно активних і поживних речовин.

The work is dedicated to developing apple and citrus fine kriopyure high in biologically active substances in order to expand the range of health food products. Formulation and flowsheets of fine apple and citrus kriopyure are worked, studied their quality organoleptic characteristics and content of biologically active substances and nutrients.

Ключові слова: кріопюре, механоактивація, механодеструкція, біологічно активні речовини.

На сьогодні у багатьох країнах світу велику популярність мають продукти, що спрямовані на підвищення імунітету та зміцнення здоров'я. Це пов'язано з екологічною ситуацією на планеті. У населення України спостерігається зниження імунітету. В його корекції харчуванню відводиться одне з провідних місць. Зниження імунітету пов'язано зі значним дефіцитом у раціоні харчування вітамінів (приблизно в 2 рази нижче рекомендованих норм) та інших важливих БАР. Особливо зараз, в умовах забруднення значної частини території України радіоактивними речовинами після аварії на ЧАЕС необхідно, щоб у раціоні харчування населення збільшувалася частка свіжих фруктів, а також виготовлених із них харчових продуктів. Однак під час технологічної обробки в результаті впливу жорстких температурних режимів (бланшування, стерилізація, уварювання) відбуваються втрати вітамінів та інших БАР (від 20 до 80 %).

Одним із перспективних напрямів створення продуктів для підвищення імунітету (так званих функціональних оздоровчих продуктів) є розробка нових технологій із застосуванням таких прогресивних способів переробки як кріогенне подрібнення, заморожування, механоактивація [1]. Застосування цих прогресивних способів при розробці нових технологій забезпечує не тільки збереження усіх біологічно активних речовин вихідної сировини, але й отримання дрібнодисперсного продукту у легкозасвоюваній формі зі значно вищим вмістом низькомолекулярних вільних біологічно активних речовин. Актуальним є також розширення асортименту продуктів профілактичної дії шляхом розробки нових рецептур із використанням натуральної високовітамінної сировини. В Україні асортимент натуральних високовітамінних продуктів досить обмежений, крім того, традиційні продукти з яблук (особливо поширеної та дешевої сировини в Україні) не користуються попитом серед населення. З метою розширення асортименту високовітамінних продуктів та створення більш привабливих для споживача продуктів із яблук була розроблена технологія дрібнодисперсного яблучно-цитрусового кріопюре.

Мета роботи – розробка яблучно-цитрусових дрібнодисперсного кріопюре з високим вмістом біологічно активних речовин (БАР) із метою розширення асортименту продуктів оздоровчого харчування; дослідження вмісту БАР у готовому продукті, визначення впливу технологічних процесів на збереженість L-аскорбінової кислоти та фенольних сполук.

Принципова технологічна схема дрібнодисперсного яблучно-цитрусового кріопюре наведена на рис. 1. Яблука та лимони або апельсини, що надходять на переробку, ретельно миють проточною водою до пов-