

Аналіз даних табл. 2 і 3 дозволяють зробити висновок, що біодеструкції полісахаридних емульсій на основі олії, збагаченої ДАГ протікає набагато повільніше.

Таким чином, дані досліджень свідчать про прояв діацилгліцерином бактеріцидних властивостей, що дозволяє подовжити термін зберігання продуктів на їх основі без надлишкового додавання консервантів.

**Список літератури:** 1. *Nagao T., Watanabe H., Goto N., Onizawa K. et al.* Dietary diacylglycerol suppresses accumulation of body fat compared to triacylglycerol in men in a double-blind controlled trial // *J. Nutr.* – 2000 – Vol. 130. – P.792–797. 2. *Teramoto T., Watanabe H., Ito K., Omata Y. et al.* Significant effects of diacylglycerol on body fat and lipid metabolism in patients on hemodialysis // *Clinical Nutrition.* – 2004. – Vol. 23, Issue 5. – P. 1122–1126. 3. *Shinichiro Saito, Antonio Hernandez-Ono and Henry N. Ginsberg.* Dietary 1,3-diacylglycerol protects against diet-induced obesity and insulin resistance // *Metabolism Clinical and Experimental.* – 2007. – Vol. 56, Issue 11. – P.1566–1575. 4. *Flickinger B.D., Matsuo N.* Nutritional characteristics of DAG oil // *Lipids.* – 2003. – Vol. 38, №2. – P.129–132. 5. *Osaki N., Meguro S., Yajima N., Matsuo N.* Metabolites of dietary triacylglycerol and diacylglycerol during the digestion process in rats // *Lipids.* – 2005. – Vol. 40, №3. – P.281–286. 6. *Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, А.И. Янова и др.* Технология переработки жиров / под ред. проф. Н.С.Арутюняна. – 3 изд. – М.: Пищепромиздат, 1999. – 452 с. 7. *Houreddind H., Harmeier S.E.* Enzymatic glycerolysis of soybean oil // *JAOCS.* – 1998. – Vol. 75, №10. – P.1359–1365. 8. *Yamane T, Tang ST, Kawahara K and Koizumi Y.* High-yield diacylglycerol formation by solid-phase enzymatic glycerolysis of hydrogenated beef tallow // *JAOCS.* – 1994. – Vol. 71. – P.339–342. 9. *El Naciye, Dandik Levent, Aksoy H.Ayşe.* Solvent-free glycerolysis catalyzed by acetone powder of *Nigella sativa* seed lipase // *JAOCS.* – 1998. – Vol. 75, №9. – P.1207–1211. 10. *Hye-Kyeong Kim and Haymie Choi.* Dietary  $\alpha$ -Linolenic acid lowers postprandial lipid levels with increase of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid contents in rat hepatic membrane // *Lipids.* – 2001. – Vol. 36, №12. – P.1331–1336. 11. *Uauy R., Birch E.E, Birch D.G and Peirano P.* Visual and brain function measurements in studies of n-3 fatty acid requirements of infants // *J. Pediatr.* – 1992. – Vol. 120. – P.168–180. 12. *Watkins B.A., Lippman H.E., Le Bouteiller L., Li, Y., and Seifert M.F.* Bioactive fatty acids: role in bone biology and bone cell function // *Prog. Lipid Res.* – 2001. – Vol. 40. – P.125–148.

*Поступила в редколлегию 20.10.2008*

УДК 633.88:616-089.87:66.06

**В.Ю. БАРИШТЕЙН**, канд. техн. наук, ГУ „Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины”, Киев

## **СОВРЕМЕННЫЕ ЭКСТРАКЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СОЗДАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ**

В статті подано результати досліджень із створення кондитерських виробів функціонального призначення з використанням добавок, отриманих в процесі вуглекислотної екстракції з рослинної сировини. Зроблено висновок, що розроблена схема створення функціональних продуктів, результати досліджень можуть стати основою для створення різноманітних функціональних продуктів.

The results of researches on creation of functional confectionery with the use of additions, got in the process of carbon dioxide extraction from vegetable raw material are presented in the article. The conclusion: the developed scheme of creation of functional products, the results of researches can become the basis for creation of various functional products.

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важнейшими научными и практическими заданиями.** Одной из основных задач каждой страны, считающей себя цивилизованной, является сохранение здоровья и работоспособности своих граждан, улучшение качества и увеличение продолжительности их жизни.

Для Украины эта задача особенно актуальна из-за ухудшения экономической ситуации и проблем экологии, в первую очередь – последствий Чернобыльской катастрофы. Вследствие материального и экологического неблагополучия ухудшилось качество и структура питания. Уменьшилось потребление пищевых продуктов - источников энергии и полноценного белка, витаминов, макро- и микроэлементов. Увеличилась заболеваемость населения, уменьшилась продолжительность жизни.

Решению этих проблем может способствовать разработка научных основ создания функциональных продуктов и активное их внедрение в современную структуру питания.

**Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы.** Прежде всего, необходимо проанализировать термин «функциональный продукт». Представляется не очень удачным определение, сформулированное в законодательстве Украины: «функциональный пищевой продукт - пищевой продукт, который содержит как компонент лекарственные средства и/или предлагается для профилактики или смягчения течения болезни человека» [1]. В соответствии с государственным стандартом России [2], функциональный пищевой продукт – это продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов. Очевидно, что и это определение вызывает ряд вопросов.

Таким образом, диапазон, охватываемый действием функциональных продуктов, лежит между лекарственным средством и диетическим фоном или дополнительным элементом к основному рациону.

Скорее всего, истина находится посередине, например: «функциональные продукты, предназначенные для систематического ежедневного употребления и оказывающие регулирующее действие на физиологические функции и психосоциальное поведение человека через нормализацию его микробиологического статуса» [3].

Направленное изменение химического состава функциональных продуктов должно происходить не за счет введения лекарственных средств, а за счет использования, прежде всего, функциональных растительных добавок (ФРД).

В настоящее время доля функциональных продуктов не велика, однако, должна достигнуть 30 % рынка в ближайшие десятилетия. В стоимостном выражении этот сектор продовольственного рынка будет ежегодно увеличиваться на 7-10 %, хотя и сейчас составляет десятки млрд. долларов [4].

Представляет большой интерес создание кондитерских изделий функционального назначения. Несмотря на то, что они не являются продуктами первой необходимости, благодаря своей потребительской привлекательности пользуются большим покупательским спросом населения, особенно детей.

При этом следует учитывать, что чрезмерное потребление кондитерских изделий нарушает сбалансированность рациона как по пищевым веществам, что обусловлено высоким содержанием жиров (5 - 35 %) и углеводов (47 - 100 %) и незначительным количеством белка (3,2 - 10,4 %), так и по энергетической ценности (350 - 530 ккал) [5].

Введение в кондитерские изделия витаминов, незаменимых жирных кислот, белка, микроэлементов и одновременное снижение энергетической ценности позволит сбалансировать состав этих популярных продуктов питания.

**Формулировка целей статьи.** Разработка научных основ создания функциональных продуктов, в первом приближении, должна включать в себя следующие этапы: анализ растительного сырья, в том числе – нетрадиционного, с целью обоснования целесообразности его применения, исходя из содержащегося в нем набора БАВ (их функциональной направленности); выбор наиболее эффективного способа извлечения БАВ из растительного сырья, исследование параметров процесса с целью максимального извлечения и сохранения БАВ; изучение качественного и количественного состава полученных ФРД, их медико-токсикологическое исследование; выбор вида пищевой продукции, в которую целесообразно вносить ФРД и ее функциональной направленности, обоснование возможности применения ФРД в технологиях выбранных пищевых продуктов, включая определение влияния ФРД на технологические параметры получения пищевых продуктов, потребительские свойства последних; усовершенствование существующих технологий; математическое моделирование рецептуры функционального продукта направленного действия; разработку технической документации на ФРД, функциональные продукты.

Предмет исследования – критический анализ флоры Украины на содержание БАВ, способов экстракции; экспериментальные работы по отработке параметров процесса экстракции; исследование экстрактов и отходов процесса экстракции - ФРД; определение влияния ФРД на технологические параметры получения пищевых продуктов, исследование свойств последних; усовершенствование существующих технологий; разработка математической модели создания рецептур и разработка технической документации на ФРД, функциональные продукты.

Методы исследования – общепринятые и специальные физико-химические, технологические, медико-токсикологические, органолептические, аналитические с использованием современного оборудования и компьютерных технологий.

**Изложение основного материала исследований.** Исследования, проводящиеся на протяжении нескольких лет в ГУ «Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины» (до сентября 2008 г. – Институт пищевой химии и технологии НАН Украины), позволили решить ряд изложенных выше проблем.

Был проведен анализ около 600 видов растений Украины. Необходимо отметить, что из 5000 растений флоры Украины только 20 % широко известны, как пищевые и лекарственные, поэтому внимание было уделено и нетрадиционным видам растительного сырья.

Были выбраны: хмель, семена моркови, облепиха, омела белая, ромашка, тысячелистник, полынь горькая, календула, эхинацея пурпурная, семена амаранта.

Для извлечение БАВ из вышеперечисленных растений было выбрано экстрагирование, причем учитывалось, что состав экстракта зависит от экстрагента. Если ставится цель извлечь водорастворимые вещества, выбирают водную и водно-спиртовую экстракцию, жирорастворимые – углекислотную, масляную.

Поставив перед собой цель – извлечь из растительного сырья, в первую очередь, жирорастворимые вещества, мы остановились на одном из самых современных и наиболее эффективных видов экстракции - сжиженной углекислотой. Это объясняется уникальными свойствами углекислоты: экстракция происходит при низких температурах, щадя термочувствительное растительное сырье, степень извлечения полезных веществ значительно превосходит результаты экстракции другими

растворителями, подавляется микрофлора. Углекислотный экстракт представляет собой натуральный продукт без примеси растворителя, может долго храниться [6].

Исследование процесса углекислотной экстракции позволило определить оптимальные технологические режимы для выделения максимального количества экстрактов [7].

Изучение количественного и качественного состава углекислотных экстрактов вышеперечисленных растений проводилось методами газовой хроматографии (ГХ) с масс-спектрометрическим детектором (прибор Hewlett Packard) и высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Первым методом определяли наличие жирных кислот и сквалена, вторым – жирорастворимых витаминов, фитостеролов.

Наличие карбоксильных групп в молекуле жирных кислот препятствует проведению их определения методом ГХ. На практике эта проблема решается переводом их в соответствующие эфиры. Концентрацию метиловых эфиров определяли, используя стандартный раствор метилового эфира элаидиновой (транс олеиновой) кислоты в гексане. Концентрацию сквалена определяли, используя стандартный образец (Германия).

Исследование показало наличие насыщенных, мононенасыщенных и, что особенно ценно, незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) - линолевой и  $\alpha$ -линоленовой, жирорастворимых витаминов - каротиноидов (витамин А), токоферолов (витамин Е), фитостеролов, сквалена и т.д. [8, 9, 10].

ПНЖК необходимы для производства новых клеток и нормального функционирования уже существующих, для выработки простагландинов – гормоноподобных веществ, которые регулируют работу всех систем организма, включая сердечно-сосудистую, иммунную, репродуктивную и центральную нервную системы.

ПНЖК делятся на два класса –  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6.

Помимо  $\alpha$ -линоленовой, к классу  $\omega$ -3 относятся эйкозапентаеновая (ЭПК), декозагексаеновая (ДГК) жирные кислоты.  $\alpha$ -линоленовая кислота преобразовывается в нашем организме в ЭПК и ДГК. ЭПК необходима для клеточных мембран. ДГК в большом количестве содержится в сером веществе головного мозга и сетчатке глаза; она необходима для работы мембран клеток головного мозга, которые, в свою очередь, отвечают за передачу его сигналов.

К  $\omega$ -6 жирным кислотам относятся линолевая и  $\gamma$ -линоленовая кислоты. Линолевая кислота превращается в человеческом организме в  $\gamma$ -линоленовую при участии магния, селена, цинка и витаминов В<sub>6</sub>, А, С и Е.  $\gamma$ -линоленовая кислота превращается в простагландин Е1. Это вещество усиливает иммунитет, снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, уменьшает воспалительные процессы, регулирует работу мозга и нервной системы, нормализует уровень инсулина, ускоряет обмен веществ и способствует похудению.

Витамин А и его производные обеспечивают нормальную работу сетчатки глаза, повышают сопротивляемость организма инфекциям, поддерживают целостность клеток кожи и слизистых оболочек (пищеварительной системы, дыхательных путей), таким образом защищая организм от проникновения инфекции, участвуют в преобразовании стволовых клеток организма в красные кровяные тельца (эритроциты).

Витамин Е борется со свободными радикалами, которые окисляют жиры, из которых построены стенки клеток, тем самым разрушая их. В организме свободные радикалы формируются как в процессе нормального обмена веществ, так и под

воздействием негативных факторов внешней среды. Кроме того, витамин Е предотвращает окисление липопротеидов – молекул, которые состоят из жиров и белка и, окисляясь, становятся причиной развития многих сердечно-сосудистых заболеваний. Необходим этот витамин и для нормального функционирования иммунной системы.

Особенно ценно то, что вышеперечисленные БАВ содержатся в экстрактах в комплексе, так как именно в присутствии витаминов А и Е линолевая кислота превращается в  $\gamma$ -линоленовую кислоту.

Содержащийся в большом количестве (до 15 %) в углекислотном экстракте из семян амаранта природный ненасыщенный углеводород сквален был впервые выделен из печени акулы в 1906 г. Он обладает некоторыми уникальными свойствами. Ряд исследователей отмечает его противоопухолевое действие, уникальные ранозаживляющие свойства, обеспечение питания тканей кислородом и т.д. И, наконец, в сочетании с витамином Е (токоферолами), сквален оказывает сильное антиоксидантное действие, защищает клетки организма от повреждения.

Исследование отходов углекислотной экстракции – шрота, показало, что водно-спиртовой экстракцией могут быть выделены водорастворимые соединения, например, полифенольные (шрот хмеля), обладающие антирадиационным и противоопухолевым эффектом.

Может быть использован шрот и непосредственно после экстракции. Шрот амаранта представляет собой продукт с высоким содержанием протеинов. Амарант имеет наибольшее совпадение с теоретически рассчитанным идеальным белком, и по содержанию таких аминокислот, как лизин, триптофан, аргинин, метионин и фенилаланин превосходит все известные зерновые и бобовые культуры [11].

Белок - наиболее важная составная часть нашей пищи. Он служит основным материалом для построения клеток и тканей организма, являясь источником непрерывного их обновления. Белок участвует в обеспечении энергетического баланса организма, в образовании ферментов и гормонов.

Человеческий организм не может использовать чужеродный белок для строительства собственных клеток. В процессе усвоения белок расщепляется до составляющих его аминокислот, которые используются затем для синтеза белка человека. Все аминокислоты делятся на заменимые, т.е. которые могут быть синтезированы самим организмом, и незаменимые, которые не образуются в организме и обязательно должны поступать с пищей. Источником именно таких, незаменимых аминокислот является шрот амаранта.

Организм человека особенно нуждается в белке при инфекционных заболеваниях, туберкулезе, анемиях и др.

Медико-токсикологические исследования показали полную безопасность полученных продуктов.

С целью создания функциональных продуктов, нами были выбраны ФРД (экстракт и шрот), полученные при углекислотной экстракции семян амаранта и, в качестве объекта для внесения экстракта и муки из шрота - кондитерская продукция. На причинах мы останавливались выше.

Анализ особенностей технологии производства различных кондитерских изделий позволил выделить стадии, на которых наиболее целесообразно вводить ФРД в кондитерские изделия.

Углекислотный экстракт амаранта вносился в кремовую начинку шоколадных конфет типа «Ассорти» вместо части растительного масла.

При производстве мучных кондитерских изделий с разнообразными начинками, таких как вафли, когда начинка не подвергается термической обработке, целесообразно вносить ФРД именно в нее. Мука из шрота амаранта заменила часть сахара в начинке типа «пралине».

И, наконец, часть пшеничной муки в рецептуре сдобного печенья была заменена мукой амарантовой.

Что касается количественного содержания вышеперечисленных БАВ в 100 г продукции, то оно может составить 10 – 30 % суточной нормы.

Вероятно, не следует пренебрегать и очень малыми количествами БАВ в рецептурах функциональных продуктов, что также может привести к сопоставимым результатам [12].

Все изделия получили положительный отзыв Центральной отраслевой дегустационной комиссии по определению качества кондитерских изделий.

Создана техническая документация на вышеупомянутые кондитерские изделия.

**Выводы.** Исследования, проведенные в соответствии с представленной выше схемой создания функциональных продуктов, позволили создать кондитерские изделия с использованием ФРД, полученных на основе безотходного производства, основной стадией которого является углекислотная экстракция.

Результаты работы станут основой для создания функциональных продуктов в других отраслях пищевой промышленности.

**Список литературы:** 1. Закон України „Про безпечність та якість харчових продуктів” № 771/97-ВР, від 23.12.1997. 2. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения [Текст]; введ. 2006-07-01.- М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РФ, 2006.- 8 с. 3. *Кочеткова, А.А.* Современная теория позитивного питания и функциональные продукты [Текст] / *А.А. Кочеткова, А.Ю. Колеснов, В.И. Тужилкин, И.Н. Нестеров, О.В. Большаков* // Пищевая промышленность.- 1999.- № 4.- С.7-10. 4. *Резниченко, И.Ю.* Сахаристые кондитерские изделия функционального назначения: состояние рынка, методологические аспекты [Текст] / *И.Ю. Резниченко, А.В. Багаева, В.М. Позняковский* // Кондитерское производство. - 2004. - № 2.- С.14 -15. 5. *Савенкова, Т.В.* Научные основы создания продукции диетического назначения [Текст] / *Т.В. Савенкова* // Кондитерское производство. - 2003. - №2.- С.12-13. 6. *Барштейн, В.Ю.* Углекислотные экстракты лекарственных растений как основа для изготовления фитопрепаратов [Текст] / *В.Ю. Барштейн, С.М. Шульга* // Тезисы доповідей Четвертої міжнародної конференції з медичної ботаніки. – Київ, 1997. - С. 376-377. 7. *Барштейн, В.Ю.* Перспективи вуглекислотної екстракції [Текст] / *В.Ю. Барштейн, Н.В. Мельникова, А.М. Дергільова* // Матеріали міжвузівської науково-практичної конференції „Проблеми техніки і технології харчових виробництв”. – Полтава, 2004. - С. 29-31. 8. *Барштейн, В.Ю.* Создание функциональных продуктов на основе использования углекислотных экстрактов [Текст] / *В.Ю. Барштейн, С.М. Шульга, Н.В. Мельникова* // Проблеми харчування. – 2004. - №3(4).- С. 50-52. 9. *Барштейн, В.Ю.* Вуглекислотна екстракція з полину гіркого та перспективи використання екстракту [Текст] / *В.Ю. Барштейн, Т.Л. Баленко, Ю.В. Ганоль* // Збірник наукових праць „Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі”. – Харків.- 2005. Випуск 1.- С. 236-241. 10. *Барштейн, В.Ю.* Разработка безотходной технологии углекислотной экстракции [Текст] / *В.Ю. Барштейн, Л.Г. Москаленко, Ю.В. Ганоль* // Тезисы докладов II Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Харьков, 2005. - С. 347-349. 11. *Барштейн, В.Ю.* Отходы углекислотной экстракции – сырье для создания функциональных продуктов [Текст] / *В.Ю. Барштейн, М.В. Зеленская, О.В. Сабыбин* // Сборник научных трудов XV (ежегодной) международной научно-технической конференции «Экологическая и

техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». – Харьков, 2007. – Том 2. – С. 347-356. 12. Шевченко, И.Н. Пути изучения механизмов действия сверхмалых доз биологически активных веществ [Текст] / И.Н. Шевченко // Проблемы харчування. – 2004. - №2(3).- С. 25-29.

*Поступила в редколлегию 16.10.08*

УДК 664.3

*І. М. ДЕМИДОВ*, докт. техн. наук; *Г. І. ЗЛАТКІНА*, асп., НТУ «ХП»

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОДУКТІВ ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ ЕТИЛОВИХ ЕСТЕРІВ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ ІЗ ХАРЧОВИМИ ЖИРАМИ**

У статті розглядається спосіб одержання харчових поверхнево-активних речовин за допомогою процесу переетерифікації харчових жирів з продуктами етерифікації лимонної кислоти та абсолютного етилового спирту. Проаналізовані результати експерименту, досліджені властивості одержаних продуктів методом вимірювання міжфазного натягу системи «вода-олія» та вивченням стійкості емульсій на їхній основі.

In the article the method of receiving of food superficially active matters is examined by the process of interesterification of food fats with the products of etherification of lemon acid and absolute ethyl alcohol. The results of experiment are analysed, properties of the received products are investigated by the method of measuring of phase-to-phase pull of the system «water-butter» and by the study of firmness of emulsions on their basis.

Харчові поверхнево-активні речовини застосовуються при виробництві різноманітних харчових продуктів. Їх додають у харчові продукти з метою створення та стабілізації емульсій та інших харчових дисперсних систем. Дія харчових поверхнево-активних речовин є багатогранною. Вони відповідають за взаємне розподілення двох фаз, що не змішуються, за консистенцію харчового продукту, його пластичні властивості, в'язкість та відчуття «наповненості» у роті.

Існує велика кількість різноманітних харчових поверхнево-активних речовин. Вони відрізняються за своєю природою, властивостям, хімічній будові та за характером дії на ті системи, до яких їх уводять [1]. Виробництво харчових ПАР є процесом технологічно складним та досить дорогим.

На сьогоднішній час українські підприємства не виготовляють поверхнево-активні речовини для харчової промисловості. Вітчизняні підприємства харчової галузі вимушені купувати харчові ПАР у закордонних виробників за високою ціною, що впливає у свою чергу на вихідну вартість готової продукції.

На кафедрі технології жирів національного технічного університету «ХП» вивчаються альтернативні методи одержання харчових ПАР. Враховуючи можливість впровадження таких методів на вітчизняному виробництві та, як результат, зменшення собівартості продукції, пошук нових методів одержання харчових поверхнево-активних речовин є актуальною задачею.

Одним з таких напрямків дослідження є вивчення поверхнево-активних властивостей продуктів переетерифікації харчових рослинних жирів із етиловими естерами лимонної кислоти. Використання етилового спирту (так званого «абсолютного», тобто концентрацією 99,8%) обумовлено відносною дешевизною цього продукту та можливістю його застосування у виробництві харчових продуктів. Цей напрямок досліджень раніше не вивчався, тому є актуальним.