

## НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

*И.Ю. Потороко, А.В. Паймулина, Д.Г. Ускова, И.В. Калинина*

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

В статье представлен литературно-патентный обзор в области производства функциональных, специализированных (лечебных и профилактических) пищевых продуктов. Представлены подходы различных научных школ в части применения нетрадиционных видов сырья для формирования новых свойств и улучшения пищевой полноценности продуктов питания. Обозначены причины, приведшие к необходимости создания продукции данной направленности. В частности, рассмотрена позиция Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по минимизации рисков возникновения неинфекционных заболеваний, обусловленных качеством питания. Научно и практически обосновано использование функционального пищевого ингредиента, содержащего фукоидан, в технологии хлебобулочной и кисломолочной продукции. При добавлении фукоидана в кисломолочный напиток наблюдается увеличение массовой доли биологически-активного вещества – экзополисахарида кефирана на 19,1 мг/г по сравнению с классическим продуктом. Объем отделившейся сыворотки был меньше на 29 % у образца кисломолочного напитка, полученного с добавлением фукоидана по сравнению с традиционной технологией. Результаты оценки состава молочнокислых бактерий указывают на то, что применение фукоидана позволяет сформировать характерную для кисломолочного продукта микрофлору. Также был определен эффект воздействия фукоидана на органолептические и физико-химические показатели качества хлеба через 3, 24, 48 и 72 часа после выпечки. При этом отклонение значения показателя влажности снижается на 1,3 %, пористости – на 1,4 %. Кроме этого была изучена термостабильность фукоидана после выпечки хлеба. Остаточное содержание фукоидана составило  $(0,196 \pm 0,0015)$  мг/г при внесении его в количестве 0,2 мг/г. Полученные данные подтверждают возможность применения фукоидана в технологии кисломолочных напитков и хлебобулочных изделий в целях обеспечения их функциональных свойств.

**Ключевые слова:** функциональные продукты питания, кисломолочные продукты, хлебобулочные изделия, фукоидан, пребиотики, пробиотики, синбиотики.

### Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), основным фактором, определяющим на 52–55 % здоровье нации, являются социально-экономические условия, образ жизни и качество питания. Неинфекционные заболевания (НИЗ) являются одной из основных проблем в области здравоохранения. Каждый год от НИЗ умирает 40 миллионов человек, что составляет 70 % всех случаев смерти в мире. В структуре смертности от НИЗ наибольшая доля приходится на сердечно-сосудистые заболевания, от которых каждый год умирает 17,7 миллионов человек. За ними следуют раковые заболевания (8,8 млн случаев), респираторные заболевания (3,9 млн случаев) и диабет (1,6 млн случаев). На эти четыре группы заболеваний приходится 81 % всех случаев смерти от НИЗ (Доклад о ситуации в области неинфекционных заболеваний в мире, Копенгаген, 2014 г.) [4].

Метаболические факторы риска способ-

ствуют развитию четырех основных изменений метаболизма, приводящих к повышению риска НИЗ:

- повышенное кровяное давление;
- избыточный вес/ожирение;
- гипергликемия (высокое содержание глюкозы в крови);
- гиперлипидемия (высокое содержание липидов в крови).

Для решения глобальных проблем, связанных с неинфекционными заболеваниями, ВОЗ был разработан «Глобальный план действий по профилактике неинфекционных заболеваний и борьбе с ними на 2013–2020 гг.», одним из рычагов которого является рационализация питания за счет развития производства функциональных, специализированных (лечебных и профилактических) пищевых продуктов, направленных на повышение устойчивости организма человека к действию стрессоров [5].

В рамках данного направления на кафед-

ре «Пищевые и биотехнологии» Южно-Уральского государственного университета ведутся исследования в области разработки функциональных пищевых продуктов.

### 1. Материалы, объекты и методы исследований

#### 1.1. Научно-техническая информация

Согласно выводам зарубежных исследователей, основными составляющими функционального питания являются продукты, содержащие: пищевые волокна (растворимые и нерастворимые); витамины; минеральные вещества; полиненасыщенные жиры; антиоксиданты; пробиотики, пребиотики и синбиотики [22, 26].

Для оценки существующих и вновь создаваемых потенциальных продуктов функционального питания необходимо учитывать, обладает ли данный продукт питания способностью улучшать состав нормальной микрофлоры или нет [1]. Поэтому следует остановиться более подробно на таких понятиях, как «пробиотик», «пребиотик», «синбиотик».

Термин «пробиотики» происходит от двух слов «про» и «био» и переводится как «для жизни». В 1965 г. D.M. Lilly и R.H. Stillwell впервые обозначили их как «продуцируемые микроорганизмами вещества, которые ускоряют рост других микроорганизмов». Позже, в 1989 г., R. Fuller описал пробиотики как «живые микробные добавки к пище, которые улучшают здоровье организма хозяина путем нормализации баланса микроорганизмов в питании» [6, 10, 24, 27].

Пробиотики увеличивают число полезных анаэробных бактерий, что приводит к уменьшению патогенных микроорганизмов в кишечнике человека. Потребление пробиотических продуктов оказывает положительное воздействие на организм человека, способствует его выздоровлению и дает возможность избежать применения лекарственных средств [2, 3, 7, 23].

В последние годы появилось огромное количество пробиотических бактериальных микроорганизмов, эффективность которых характеризуется в большом количестве научных публикаций.

В кисломолочных продуктах наиболее часто используют следующие виды микроорганизмов: *Lactobacillus acidophilus*; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*; *Lactobacillus salivarius*; *Bifidobacterium bifidum*; *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* и др. [25].

В Восточно-Сибирском государственном университете технологий и управления разработан кефирный продукт на основе комбинированной закваски кефирных грибков и пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii*. Изобретение позволяет повысить антибиотическую и антимутагенную активность, увеличить количество витаминов B1, B2, B6, обогатить продукт витамином B12 [14].

Специалистами Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина разработан йогурт с функциональными свойствами. Внесение закваски – комбинации культур прямого внесения в лиофилизированном виде, включающей пробиотические штаммы *Lactobacillus acidophilus* и *Propionibacterium shermanii*, позволяет повысить пробиотические и функциональные свойства продукта [11].

В технологии хлебобулочных изделий пробиотические микроорганизмы чаще всего используют в качестве бродильного компонента закваски. В Воронежском государственном университете инженерных технологий разработан способ производства бездрожжевого хлеба, который включает внесение закваски-пробиотика «Эвиталя». Изобретение позволяет повысить качество хлеба, пищевую и биологическую ценность, содержание пищевых волокон, увеличить выход хлеба, срок сохранения свежести и придать профилактическую направленность [16].

ООО «Пропионикс» разработал закваску бифидо- и пропионовокислых бактерий (процесс приготовления закваски и теста на основе закваски «БИФИВИТ» (ТУ 9229-002-02069473-2005), содержащей бифидобактерии штамм *Bifidobacterium longum B379M*, и закваски «ПРОПИОНИКС» (ТУ 9229-007-02069473-2005), содержащей пропионовокислые бактерии штамм *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii КМ 186*, состоящий из разводочного и производственного циклов) [8].

В 1957 г. педиатр из Австрии Ф. Петуэли охарактеризовал лактулозу как вещество с бифидогенным эффектом, что дало начало в исследовании «пребиотиков». В 1995 г. предложенный М. Роберфруа и Г. Гибсоном термин «пребиотики» вошел в медицинскую терминологию.

Пребиотик (prebiotic) – функциональный пищевой ингредиент, оказывающий, при сис-

тематическом употреблении продуктов с пребиотическими свойствами, благоприятное воздействие на организм в результате избирательной стимуляции повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника. В промышленности также некоторые пребиотики применяют как подсластители, заменители жира, как улучшители вкуса и структуры [13, 21].

Основные виды пребиотиков: ди- и трисахариды; олиго- и полисахариды; многоатомные спирты; аминокислоты и пептиды; ферменты; органические низкомолекулярные и ненасыщенные высшие жирные кислоты; антиоксиданты; полезные для человека растительные и микробные экстракты и другие. Кроме этого, в настоящее время существуют выделенные или химически синтезированные вещества-пребиотики, которые поступают в продажу в форме биологически активных добавок или лекарственных препаратов. Список пребиотиков с каждым годом увеличивается и дополняется новыми компонентами и соединениями [19].

ООО «Береста-ЭкоДом» (г. Нижний Новгород) изобретена композиция для производства функционального молочного продукта, который содержит молочную основу и функциональный ингредиент растительного происхождения, в качестве которого используют тритерпенсодержащий компонент. Тритерпенсодержащим компонентом может быть бетулин и/или экстракт бересты и/или порошок березовой чаги. Изобретение позволяет получить малокомпонентную молочную композицию для производства функциональных молочных продуктов, обладающих лучшей усвояемостью и биологической ценностью, а также улучшить структурно-механические свойства продукта [10].

Специалистами Донского государственного аграрного университета разработан способ производства пасты творожно-альбуминной с пребиотиками (сухим углеводным модулем «Лазель», сывороточными белками, премиксом витаминно-минеральным, йодказеином). Подобный вариант внесения пребиотиков обеспечивает титруемую кислотность полученной пасты творожно-альбуминной, соответствующую функциональному продукту, улучшенную консистенцию, повышенную пищевую и биологическую ценность и увеличенный срок хранения (хранимоспособность) [9].

На кафедре технологии хлебопекарного и кондитерского производств Орловского ГТУ по заказу Veneo-Orafti были разработаны ТУ на пшеничный и ржано-пшеничный хлеб, где пребиотиком выступает инулин. Доказано, что внесение инулина улучшает показатели формоустойчивости, пористости, упека, усушки и выхода. Наряду с этим повышаются потребительские качества хлеба – улучшается его внешний вид и аромат, замедляется черствение.

Специалистами ГОУ ВПО ТГЭУ и ТИБОХ ДВО РАН разработана композиция для приготовления теста для хлеба пшеничного «Дары моря». Композиция содержит муку пшеничную, дрожжи хлебопекарные сухие, сахар-песок, соль поваренную пищевую и БАД «Фуколам-С», которая способна проявлять пребиотические свойства. Данное изобретение позволяет улучшить органолептические показатели, такие как пористость, состояние поверхности хлеба, а также увеличить удельный объем, высоту и формоустойчивость хлебобулочных изделий, повысить содержание белковых веществ и растворимых пищевых волокон [12].

К синбиотикам (от слова «синергизм» – «взаимное усиление эффекта действия») относят физиологически функциональные пищевые ингредиенты, состоящие из комбинации пребиотиков и пробиотиков (сочетание пробиотических культур и стимулирующие их размножение субстраты), которые обладают свойством взаимоусиливающего (положительного) воздействия на физиологические функции и процессы обмена веществ в организме человека.

Главная особенность синбиотиков – проявление синергического эффекта, он достигается за счет увеличения скорости размножения полезных бактерий (в 1,5–2 раза), способности сохранять пробиотики в кишечнике за счет пребиотиков, активного развития пробиотиков с получением их метаболитов в процессе производства синбиотиков.

На сегодняшний день существуют синбиотики, состоящие из одного или нескольких видов пробиотических микроорганизмов, в качестве пребиотиков добавляется лактулоза, инулин, хитозан, изоляты соевого белка, спирулина и др.

Применение синбиотиков (комплекс пробиотиков и пребиотиков) является наиболее эффективным путём нормализации дисбалан-

са кишечной микрофлоры, так как при этом не только имплантируются вводимые микроорганизмы, но и избирательно стимулируются рост и активация метаболизма индигенных лакто- и бифидобактерий [15].

В НИИ детского питания Российской академии сельскохозяйственных наук разработан кисломолочный продукт для геродиетического питания, содержащий молоко обезжиренное, сливки, концентрат сывороточных белков, закваску Бифилакт-АД, биологически активную добавку «Протамин», сироп из растительного сырья, минеральные вещества и витамины. Изобретение направлено на повышение биологической, пищевой ценности продукта, улучшение усвояемости, функциональных и профилактических свойств продукта [17].

Специалистами Омского государственного технического университета был разработан способ производства кисломолочного продукта, который основан на использовании закваски «Курунга», состоящей из бифидобактерий (*Bifidobacterium thermacidophilum*), лактобактерий (*Lactobacillus kefirifaciens*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*), уксуснокислых бактерий (*Acetobacter lovaniensis*), пропионовокислых бактерий (*Propionibacterium acidipropionisi*), молочных дрожжей (*Torulopsis Kefir Bejerinck*, *Saccharomyces cerevisiae*). Изобретение позволяет повысить профилактические свойства кисломолочного продукта, расширить ассортимент синбиотических кисломолочных продуктов для функционального питания [18].

Таким образом, можно заключить, что в целях профилактики НИЗ и оздоровления микроэкологии организма человека целесообразно использование пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков в технологии функциональных продуктов питания.

### 1.2. Объекты и методы исследований

В качестве объектов были выбраны социально значимые продукты для массового потребления: хлебобулочные изделия и молочные продукты. Развитие их биопротекторных свойств позволит повысить резистентность организма к действию стрессоров и в целом пищевой статус населения.

В рамках данного исследования были разработаны функциональные продукты с добавлением функционального пищевого ингредиента – фукоидан, который представляет собой полисахаридную композицию, полу-

ченную из бурых водорослей, и является источником растворимых пищевых волокон. Важным качеством фукоидана является его способность регулировать состояние иммунной системы. Он также замедляет всасывание глюкозы из кишечника в кровь и нормализует уровень сахара в крови. Пребиотическая активность полисахаридов водорослей показана во многих исследованиях, фукоидан и альгинат водоросли *Fucus evanescens* стимулировали рост и накопление биомассы бифидобактерий в экспериментах *in vivo* и *in vitro* [20]. Таким образом, фукоидан способствует повышению резистентности организма и является эффективным средством для профилактики болезненных состояний организма, вызванных общим физическим ослаблением организма, снижением иммунитета, а также для улучшения состояния жизненно важных систем и органов человека.

Качество контрольных и опытных образцов оценивали по регламентированным для хлебобулочных и кисломолочных продуктов показателям качества.

Для установления влияния фукоидана на сохраняемость обогащенных хлебобулочных и молочных продуктов в течение гарантированных сроков хранения (по МУК 4.2.1847-04) опытные образцы были заложены на хранение. Для йогуртового продукта –  $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , для хлеба –  $(9 \pm 1) ^\circ\text{C}$ . Показатели качества контролировали через каждые 24 часа в течение всего регламентированного срока хранения.

Массовую долю влаги в хлебе определяли высушиванием навески изделий при температуре  $130 ^\circ\text{C}$  в течение 40 минут; набухаемость мякиша (мл 1 г сухого вещества (СВ)), определяли по количеству воды, поглощаемой мякишем хлебобулочных изделий за 5 минут; крошковатость, в %, по количеству крошки, образованной за 15 минут при встряхивании навески мякиша при скорости 190–250 оборотов/мин; пористость, в %, по средней массе пяти выемок прибором Журавлева.

Титруемую и активную кислотность для всех образцов определяли по стандартным методам, активную кислотность потенциометрическим методом с помощью лабораторного иономера (Анион-4101). Исследования проводились в трехкратной повторности. Достоверность экспериментальных данных оценивали методами математической статистики с помощью приложения Microsoft Excel

для Windows 2007. Полученные данные приведены с доверительной вероятностью 0,95.

## 2. Результаты исследования и их обсуждение

Разработанный синбиотический кисломолочный напиток имеет комплекс ценных функциональных свойств и может быть использован для профилактического питания, при этом имея высокие органолептические показатели (рис. 1).

Объем отделившейся сыворотки был меньше на 29 % у образца кисломолочного напитка, полученного с добавлением БАД, по сравнению с традиционной технологией.

Результаты оценки состава молочнокислых бактерий, указывают на то, что применение БАД позволяет сформировать характерную для кисломолочного продукта микрофлору. Что, в свою очередь, делает напиток пробиотическим продуктом, оказывающим благоприятное воздействие на организм человека.

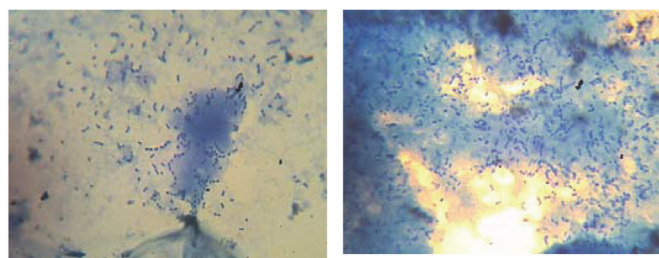
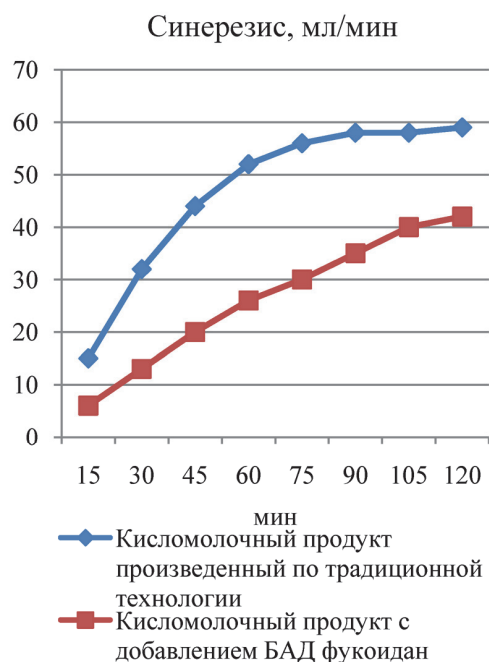
При добавлении фукоидана наблюдается увеличение массовой доли кефирана на 19,1 мг/г по сравнению с классическим продуктом. Это позволяет улучшить функциональное действие и потребительские свойства продукта.

Сопоставление с результатами оценки образцов, полученных по традиционной технологии, свидетельствует о необходимости использования добавки фукоидан в производстве кисломолочной продукции.

При формировании рецептур хлеба учитывалось то, что рекомендуемая доза фукоидана для человека составляет 100 мг в сутки при суточной норме потребления хлеба 260 г.

Хлеб готовили классическим безопасным способом из муки пшеничной первого сорта, дрожжей хлебопекарных прессованных, соли поваренной пищевой и фукоидана; воду добавляли в количестве, обеспечивающем влажность теста 37,0 %.

Образцы хлеба, выпеченные с применением ФПИ, имели хорошие органолептические характеристики (рис. 2). В изделиях, приготовленных по предлагаемому способу, наблюдается увеличение объема и более развитая равномерная тонкостенная пористость с порами округлой формы, что повышает потребительские достоинства хлеба. Наличие мягкого, эластичного и хорошо разжевываемого мякиша делает его еще привлекательней. Значительные изменения вкуса, аромата и цвета мякиша изделий отмечены не были.



Кисломолочный продукт традиционный

Кисломолочный продукт с фукоиданом

Содержание ЭПС кефирана в образцах йогуртового продукта, мг/г



Рис. 1. Показатели качества разрабатываемого кисломолочного продукта в сравнении с традиционным продуктом

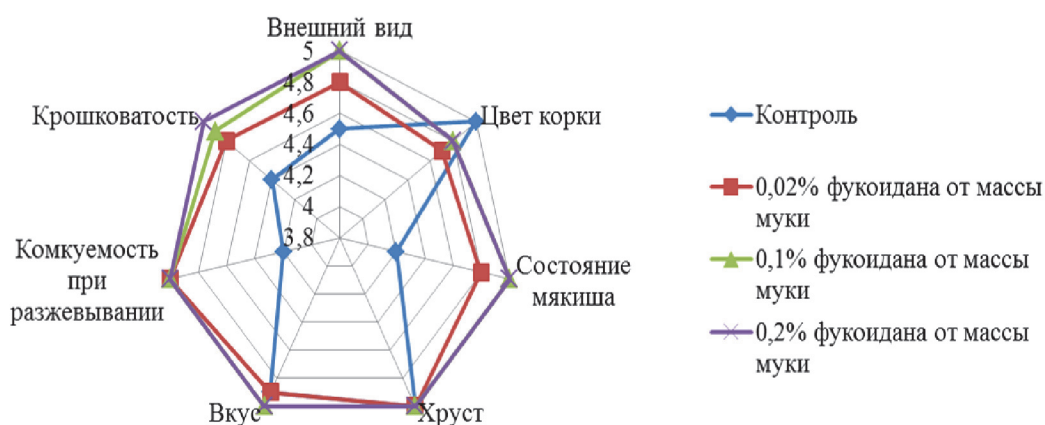


Рис. 2. Профилограмма органолептических показателей опытных образцов хлеба

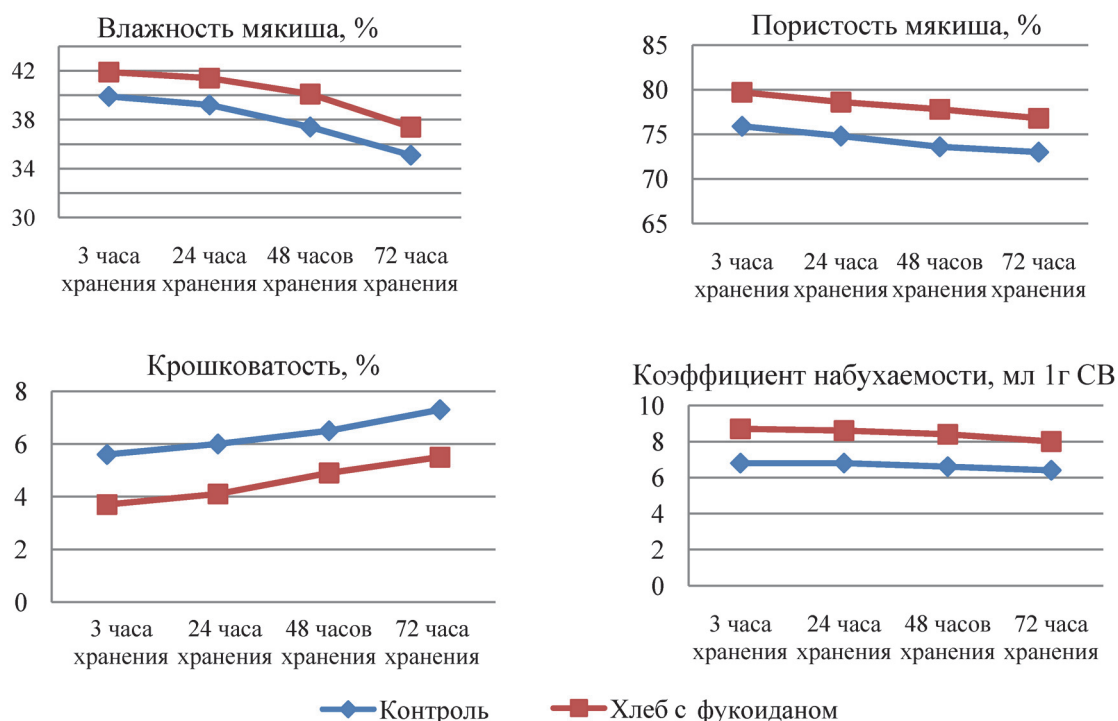


Рис. 3. Диаграммы изменения физико-химических показателей опытных образцов хлеба в хранении

В процессе хранения контрольных и опытных образцов (рис. 3) наибольшие изменения наблюдались в части показателей, характеризующих процессы черствения (потеря влаги, изменение пористости и состояние мякиша). Учитывая важность сохранения свойств фукоидана после выпечки, была изучена его термостабильность. Для опыта был взят образец хлеба с содержанием добавки в количестве 0,2 %, так как по органолептическим и физико-химическим показателям каче-

ства данный образец показал наилучшие результаты.

Массовую долю фукоидана определяли спектрофотометрическим методом по реакции взаимодействия фукоидана с раствором хлоргидрата L-цистеина (method Z. Dische). Оптическую плотность измеряли при длине волны 396 нм и 430 нм. Было определено количественное остаточное содержание фукоидана в готовом изделии, которое составило  $(0,196 \pm 0,0015)$  мг/г (рис. 4).

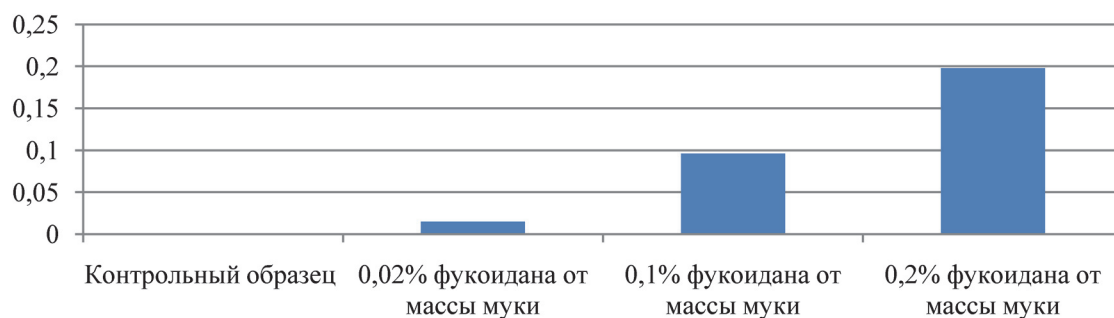


Рис. 4. Массовая доля фукоидана в конечном продукте, мг/г

Полученные данные свидетельствуют о термостабильности фукоидана в составе хлеба, что, в свою очередь, указывает на эффективность внесения данного пищевого ингредиента в состав рецептуры хлеба.

По результатам оценки потребительских и физико-химических показателей качества хлеба можно сделать вывод о том, что использование фукоидана и режимов изготовления хлеба предлагаемым способом способствует ускорению накопления дрожжевых клеток, развитию белковой матрицы, более полному набуханию крахмальных зерен. В результате хлеб обладает высокими потребительскими достоинствами, имеет красивый внешний вид, повышенный объем, равномерную тонкостенную пористость. При этом значение крошковатости значительно снижается, а пористость и набухаемость мякиша увеличиваются, что тоже положительно влияет на органолептические характеристики хлеба. Различия значений физико-химических показателей хлеба, приготовленного по традиционной рецептуре, и хлеба, изготовленного с добавлением функционального пищевого ингредиента – фукоидан, связаны с интенсификацией деятельности дрожжевых клеток и более интенсивно развитой белковой матрицей.

Таким образом, проведенные исследования доказывают положительное влияние функционального пищевого ингредиента – фукоидана на физико-химические, органолептические, микробиологические свойства, а также улучшение его функционального действия на организм человека.

#### Литература

1. Бисенгалиев, Р.М. Пробиотики и пребиотики как основа функционального питания / Р.М. Бисенгалиев, Р.С. Садыков, Э.Т.

Акбатырова // Молодой ученый. – 2016. – № 8. – С. 185–188.

2. Ганина, В.И. Действие пробиотических продуктов на возбудителей кишечных инфекций / В.И. Ганина, Е.В. Большакова // Молочная промышленность. – 2001. – № 11. – С. 47–48.

3. Джахимова, О.И. Синбиотики в технологии мучных кондитерских изделий / О.И. Джахимова, И.Б. Красина, Н.А. Тарасенко. – Краснодар: КубГТУ, 2012. – С. 115–134.

4. Доклады о состоянии здравоохранения, 2013–2015 год // Всемирная организация здравоохранения. – <http://www.who.int/ru>

5. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, 2010 год. – <http://kremlin.ru>

6. Иванова, Г.В. Пробиотический кисло-молочный напиток / Г.В. Иванова, Т.П. Арсеньева // Молочная промышленность. – 2000. – № 9. – С. 8–10.

7. Можина, Т.Л. Рациональное использование пробиотических препаратов с позиции доказательной медицины / Т.Л. Можина // Здоровая Украина. – 2010. – № 4. – С. 52–53.

8. ООО «Пропионикс». Инновационные биопродукты нового поколения в России. – <http://propionix.ru>

9. Пат. 200813518 Российская Федерация, МПК А23С 23/00. Способ производства пасты творожно-альбуминовой с пребиотиками (сухим углеводным модулем «Лаэль», сывороточными белками, премиксом витаминно-минеральным, йодказеином) / А.И. Бараников, И.А. Евдокимов, П.В. Скрипин, В.В. Крючкова, А.И. Тариченко; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет». – № 2008135183/13; заявл. 28.08.2008; опубл. 10.03.2010.

10. Пат. 2335132 Российская Федерация, МПК А23С 9/00. Композиция для производст-

ва функционального молочного продукта и способ производства функционального молочного продукта / А.Н. Трофимов, И.Н. Клабукова, А.Н. Кислицын, Ю.А. Ткаченко; заявитель и патентообладатель ООО «Береста-ЭкоДом». – № 2006143351/13; заявл. 08.12.2006; опубл. 10.10.2008.

11. Пат. 2369502 Российская Федерация, МПК А23С 9/123, А23С 9/13. Способ производства йогурта с функциональными свойствами / В.И. Носкова, О.И. Топал, А.С. Тераевич, Е.Ю. Неронова, Е.С. Шигина, И.С. Полянская; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – № 2015142603; заявл. 06.10.2015; опубл. 21.12.2017.

12. Пат. 2399209 Российская Федерация, МПК А21D 2/36, А21D 8/02. Композиция для приготовления теста для хлеба пшеничного «Дары моря» / Т.К. Каленик, Е.С. Смертина, Л.Н. Федянина, Н.М. Шевченко, Т.Н. Звягинцева, Т.И. Имбс; заявитель и патентообладатель ТГЭУ, ТИБОХ ДВО РАН. – № 2009112903/13; заявл. 06.04.2009; опубл. 20.09.2010.

13. Пат. 2447669 Российская Федерация, МПК А23С 9/127, А61К 35/74. Способ получения бифидосодержащего кисломолочного продукта, обогащенного пребиотиком / Е.И. Решетник, Е.А. Уточкина, А.П. Пакулина; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Дальневосточный государственный аграрный университет. – № 2010152654/10; заявл. 22.12.2010; опубл. 20.04.2012.

14. Пат. 246120 Российская Федерация, МПК А23С 9/127. Способ получения кефирного продукта / И.С. Хамагаева, И.В. Крючкова, Н.А. Замбалова; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления». – № 2011115169/10; заявл. 18.04.2011; опубл. 20.09.2012.

15. Пат. 2478294 Российская Федерация, МПК А23С 9/123. Способ производства йогурта с синбиотическими свойствами / Е.И. Мельникова, О.А. Мурадова, Е.С. Рудниченко; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ВГУИТ. – № 2012111798/10; заявл. 27.03.2012; опубл. 10.04.2013.

16. Пат. 2512159 Российская Федерация, МПК А21D 13/02. Способ производства хлеба / Е.И. Пономарева, Л.В. Шторх, Н.М. Застро-

гина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «ВГУИТ». – № 2013100451/13; заявл. 10.01.2013; опубл. 10.04.2014.

17. Пат. 2552141 Российская Федерация, МПК А23С 23/00. Кисломолочный продукт для геродиетического питания / И.В. Хованова, Г.М. Лесь, С.Е. Димитриева, Т.И. Синько, Л.В. Римарева, Е.И. Курбатова, Е.Н. Соколова, О.В. Кудряшова, Н.А. Шахайло; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Научно-исследовательский институт детского питания Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 2014124959/10; заявл. 19.06.2014; опубл. 10.06.2015.

18. Пат. 2637387 Российская Федерация, МПК А23С 9/12, А23С 9/13. Способ производства кисломолочного продукта / С.И. Артюхова, Н.В. Доржиева; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет». – № 2016132355; заявл. 04.08.2016; опубл. 04.12.2017.

19. Синельников Б.М. Лактоза и ее производные / Б.М. Синельников, А.Г. Храмов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.В. Серов; науч. ред. акад. РАСХН А.Г. Храмов. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.

20. Усов, А.И. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки / А.И. Усов, Г.П. Смирнова, Н.Г. Клочкова // Биоорган. химия. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 444–448.

21. Храмов А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмов. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.

22. Fox, P.F. Chemical and enzymatic modification of food proteins / P.F. Fox, P.A. Morrissey and D.M. Mulvihill // *Developments in Food Proteins*. – 1982. – P. 1–60.

23. Fuller, J.R. Probiotics in man and animals / J.R. Fuller // *Journal of Applied Bacteriology*. – 1989. – P. 365–378. DOI: 10.1111/j.1365-2672.1989.tb05105.x

24. Guarner, F. Probiotics / F. Guarner, G. Schaafsma // *International Journal of Food Microbiology*. – 1998. – V. 39. – P. 237–238. DOI: 10.1016/S0168-1605(97)00136-0

25. Picard, C. Review article: bifidobacteria as probiotic agents – physiological effects and clinical benefits / C. Picard, J. Fioramonti, A. Francois, T. Robinson, F. Neant and S. Matuchansky // *Issue Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. – 2005. – Vol. 22. – Issue 6. – P. 495–512. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2005.02615.x



26. Rotter, D. *Positive Nutrition – making it happen* / D. Rotter // *Food ingredients Europe. Conference Processing.* – 1995. – P. 180.

27. Salminen, S.J. *Probiotics: How should*

*they be defined?* / S.J. Salminen, A. Ouwehand, Yo. Benno // *Trends in Food Science & Technology.* – 1999. – V. 10(3). – P. 107–110. DOI: 10.1016/S0924-2244(99)00027-8

**Потороко Ирина Юрьевна**, доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), irina\_potoroko@mail.ru

**Паймулина Анастасия Валерияновна**, аспирант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), aaaminaaa@mail.ru

**Ускова Дарья Геннадьевна**, магистрант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), twins.23@mail.ru

**Калинина Ирина Валерьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), 9747567@mail.ru

*Поступила в редакцию 28 декабря 2017 г.*

DOI: 10.14529/food180106

## SCIENTIFIC AND PRACTICAL ASPECTS OF FUNCTIONAL FOOD TECHNOLOGY

*I.Yu. Potoroko, A.V. Paimulina, D.G. Uskova, I.V. Kalinina*

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

The article presents a literature and patent review in the field of production of functional and specialized (curative and preventive) food products. Approaches of various scientific schools in the application of unconventional types of raw material for the formation of new properties and improving of the nutritional value of food products are given. The reasons resulted in the need to create products of this purpose are indicated. In particular, the position of the World Health Organization (WHO) on minimizing the risks of non-communicable diseases caused by the quality of nutrition has been considered. The use of a functional food ingredient containing fucoidan in the technology of bakery and cultured milk products has been scientifically and practically justified. When fucoidan is added into fermented milk drink, an increase in the mass fraction of the biologically active substance, that is kefiran exopolysaccharide, is observed at 19.1mg/g compared with the classical product. The volume of the separated whey is less by 29% for a sample of a fermented milk drink obtained with the addition of fucoidan compared to the conventional technology. The results of the evaluation of the composition of lactic acid bacteria indicate that the use of fucoidan makes it possible to form microbial flora peculiar to the fermented milk products. The effect of fucoidan on the organoleptic and physical and chemical parameters of bread quality has been determined 3, 24, 48 and 72 hours after baking. At the same time the deviation of the moisture content is reduced by 1.3 %, porosity is reduced by 1.4 %. In addition, the thermal stability of fucoidan has been studied after bread baking. The residual content of fucoidan is  $(0.196 \pm 0.0015)$  mg/g when applied in an amount of 0.2 mg/g. The obtained data confirm the possibility of using fucoidan in the technology of fermented milk drinks and bakery products in order to ensure their functional properties.

**Keywords:** functional food products, fermented milk products, bakery products, fucoidan, prebiotics, probiotics, synbiotics.

### References

1. Bisengaliev R.M., Sadykov R.S., Akbatyrov E.T. [Probiotics and prebiotics as a basis for functional nutrition]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2016, no. 8, pp. 185–188. (in Russ.)
2. Ganina V.I., Bolyalakova E.V. [The effect of probiotic products on the causative agents of intestinal infections]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2001, no. 11, pp. 47–48. (in Russ.)
3. Dzhakhimova O.I., Krasina I.B., Tarasenko N.A. *Sinbiotiki v tekhnologii muchnykh konditerskikh izdeliy* [Synbiotics in the technology of flour confectionery]. Krasnodar, 2012, pp. 115–134. (in Russ.)
4. *Doklady o sostoyanii zdravookhraneniya, 2013–2015 god* [Reports on the state of health service, 2013–2015]. Available at: <http://www.who.int/ru>
5. *Doktrina prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii, 2010 god* [The Doctrine of Food Security of the Russian Federation, 2010]. Available at: <http://kremlin.ru>
6. Ivanova G.V., Arsen'eva T.P. [Probiotic fermented milk drink]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2000, no. 9, pp. 8–10. (in Russ.)
7. Mozhina T.L. [Rational use of probiotic drugs from the view of evidence-based medicine]. *Zdorovaya Ukraina* [Healthy Ukraine], 2010, no. 4, pp. 52–53. (in Russ.)
8. *OOO "Propioniks". Innovatsionnye bioproducty novogo pokoleniya v Rossii* [Propionics company. Innovative bioproducts of the new generation in Russia]. Available at: <http://propionix.ru>
9. Baranikov A.I., Evdokimov I.A., Skripin P.V., Kryuchkova V.V., Tarichenko A.I. *Pat. 200813518 Sposob proizvodstva pasty tvorozhno-al'buminovoy s prebiotikami (sukhim uglevodnym modulem «Lael'», syvorotochnymi belkami, premiksom vitaminno-mineral'nym, yodkazeinom)* [Patent 200813518 Russian Federation, IPC A23C 23/00. Method for the production of curd-albumin paste with prebiotics (dry carbohydrate module Lael, whey proteins, vitamin-mineral premix, iodocaine)]. Applicant and patent holder – Don State Agrarian University – No. 2008135183/13, applied for 28.08.2008, published 10.03.2010.
10. Trofimov A.N., Klabukova I.N., Kislitsyn A.N., Tkachenko Yu.A. *Pat. 2335132 Kompozitsiya dlya proizvodstva funktsional'nogo molochnogo produkta i sposob proizvodstva funktsional'nogo molochnogo produkta* [Patent 2335132 Russian Federation, IPC A23C 9/00. Composition for the production of a functional dairy product and a method for the production of a functional dairy product]. Applicant and patent holder – Beresta-EcoDom company – No. 2006143351/13, applied for 08.12.2006, published 10.10.2008.
11. Noskova V.I., Topal O.I., Teraevich A.S., Neronova E.Yu., Shigina E.S., Polyanskaya I.S. *Pat. 2369502 Sposob proizvodstva yogurta s funktsional'nymi svoystvami* [Patent 2369502 Russian Federation, IPC A23C 9/123, A23C 9/13. Method of production of yoghurt with functional properties]. Applicant and patent holder – Vologda State Dairy Farming Academy – No. 2015142603, applied for 06.10.2015, published 21.12.2017.
12. Kalenik T.K., Smertina E.S., Fedyanina L.N., Shevchenko N.M., Zvyagintseva T.N., Imbs T.I. *Pat. 2399209 Kompozitsiya dlya prigotovleniya testa dlya khleba pshenichnogo «Dary morya»* [Patent 2399209 Russian Federation, IPC A21D 2/36, A21D 8/02. Composition for the preparation of dough for wheat bread “Dari moray”]. Applicant and patent holder – Pacific Institute of Bioorganic Chemistry – No. 2009112903/13, applied for 06.04.2009, published 20.09.2010
13. Reshetnik E.I., Utochkina E.A., Pakusina A.P. *Pat. 2447669 Sposob polucheniya bifidosoderzhashchego kislomolochnogo produkta, obogashchennogo prebiotikom* [Patent 2447669 Russian Federation, IPC A23C 9/127, A61K 35/74. Method for obtaining a bifid-containing fermented milk product enriched with a prebiotic]. Applicant and patent holder – Far Eastern State Agrarian University – No. 2010152654/10, applied for 22.12.2010, published 20.04.2012.
14. Khamagaeva I.S., Kryuchkova I.V., Zambalova N.A. *Pat. 246120 Sposob polucheniya kefirnogo produkta* [Patent 246120 Russian Federation, IPC A23C 9/127. Method for obtaining a kefiric product]. Applicant and patent holder – East Siberia State University of Technology and Management – No. 2011115169/10, applied for 18.04.2011, published 20.09.2012.
15. Mel'nikova E.I., Muradova O.A., Rudnichenko E.S. *Pat. 2478294 Sposob proizvodstva yogurta s sinbioticheskimi svoystvami* [Patent 2478294 Russian Federation, IPC A23C 9/123. Method of production of yoghurt with symbiotic properties]. Applicant and patent holder – VSUET – No. 2012111798/10, applied for 27.03.2012, published 10.04.2013.
16. Ponomareva E.I., Shtorkh L.V., Zastrogina N.M. *Pat. 2512159 Sposob proizvodstva khleba* [Patent 2512159 Russian Federation, IPC A21D 13/02. Bread production method]. Applicant and patent holder – VSUET – No. 2013100451/13, applied for 10.01.2013, published 10.04.2014.

17. Khovanova I.V., Les' G.M., Dimitrieva S.E., Sin'ko T.I., Rimareva L.V., Kurbatova E.I., Sokolova E.N., Kudryashova O.V., Shakhaylo N.A. *Pat. 2552141 Kislomolochnyy produkt dlya gerodieticheskogo pitaniya* [Patent 2552141 Russian Federation, IPC A23C 23/00. Fermented milk product for gerodietic nutrition]. Applicant and patent holder – State Research Institution Research Institute of Child Nutrition of the Russian Academy of Agricultural Sciences – No. 2014124959/10, applied for 19.06.2014, published 10.06.2015.

18. Artyukhova S.I., Dorzhieva N.V. *Pat. 2637387 Sposob proizvodstva kislomolochnogo produkta* [Patent 2637387 Russian Federation, IPC A23C 9/12, A23C 9/13. Method of production of fermented milk products]. Applicant and patent holder – Omsk State Technical University – No. 2016132355, applied for 04.08.2016, published 04.12.2017.

19. Sinel'nikov B.M., Khramtsov A.G., Evdokimov I.A., Ryabtseva S.A., Serov A.V. *Laktoza i ee proizvodnye* [Lactose and its derivatives]. St. Petersburg, 2007. 768 p.

20. Usov A.I., Smirnova G.P., Klochkova N.G. [Polysaccharide composition of some brown algae of Kamchatka]. *Bioorgan. khimiya* [Bioorganic chemistry], 2001, vol. 27, no. 6, pp. 444–448. (in Russ.)

21. Khramtsov A.G. *Fenomen molochnoy syvorotki* [Milk whey phenomenon// Profession]. St. Petersburg, 2011. 804 p.

22. Fox P.F., Morrissey P.A. and Mulvihill D.M. Chemical and enzymatic modification of food proteins. *Developments in Food Proteins*, 1982, pp. 1–60.

23. Fuller J.R. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 1989, pp. 365–378. DOI: 10.1111/j.1365-2672.1989.tb05105.x

24. Guarner F., Schaafsma G. Probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 1998, vol. 39, pp. 237–238. DOI: 10.1016/S0168-1605(97)00136-0

25. Picard C., Fioramonti J., Francois A., Robinson T., Neant F. and Matuchansky S. Review article: bifidobacteria as probiotic agents – physiological effects and clinical benefits. *Issue Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 2005, vol. 22, iss. 6, pp. 495–512. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2005.02615.x

26. Rotter D. Positive Nutrition – making it happen. *Food ingredients Europe. Conference Processing*, 1995, pp. 180.

27. Salminen S.J., Ouwehand A., Benno Yo. Probiotics: How should they be defined? *Trends in Food Science & Technology*, 1999, vol. 10(3), pp. 107–110. DOI: 10.1016/S0924-2244(99)00027-8

**Irina Yu. Potoroko**, Doctor of Sciences (Engineering), Professor of the Department of Food and Biotechnologies, South Ural State University (Chelyabinsk), irina\_potoroko@mail.ru

**Anastasia V. Paimulina**, postgraduate student of the Department of Food and Biotechnologies, South Ural State University (Chelyabinsk), aaaminaaa@mail.ru

**Daria G. Uskova**, Master's Degree student of the Department of Food and Biotechnologies, South Ural State University (Chelyabinsk), twins.23@mail.ru

**Irina V. Kalinina**, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food and Biotechnologies, South Ural State University (Chelyabinsk), 9747567@mail.ru

Received December 28, 2017

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Научные и практические аспекты технологий продуктов питания функциональной направленности / И.Ю. Потороко, А.В. Паймулина, Д.Г. Ускова, И.В. Калинина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2018. – Т. 6, № 1. – С. 49–59. DOI: 10.14529/food180106

#### FOR CITATION

Potoroko I.Yu., Paimulina A.V., Uskova D.G., Kalinina I.V. Scientific and Practical Aspects of Functional Food Technology. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 49–59. (in Russ.) DOI: 10.14529/food180106