

Е.И. Решетник, Е.А. Уточкина, А.П. Пакусина

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКОЙ «ЛАВИТОЛ-АРАБИНОГАЛАКТАН»

В статье представлены результаты по изучению состава и технологических характеристик пищевой добавки «Лавитол-арабиногалактан», а также исследования возможности его применения в качестве пищевого волокна в технологии кисломолочных продуктов. В результате проведения экспериментов установлено, что по физико-химическим, органолептическим и микробиологическим показателям исследуемый кисломолочный продукт соответствует требованиям продукта с функциональными свойствами.

Функциональные продукты, биологически активные добавки, пищевые волокна, арабиногалактан, кисломолочный продукт.

Введение

В последние годы вопросы питания населения в обеспечении здоровой жизнедеятельности являются актуальными, так как сбалансированное и безопасное питание способствует нормальному развитию и функционированию организма человека, профилактике заболеваний и повышению работоспособности. Для решения этого вопроса в государственной политике России выделены два основных приоритетных направления: обеспечение продовольственной безопасности страны и формирование системы здорового питания населения.

Перспективным направлением в области здорового питания является разработка продуктов с функциональными свойствами, предназначенных для укрепления защитных функций организма, снижения риска воздействия вредных веществ, в том числе для населения экологически неблагоприятных зон. Таковой зоной является Амурская область, большинство жителей которой получают недостаточное количество питательных веществ. В результате существует риск развития заболеваний, связанных с питанием, из-за недостаточности полноценного рациона, что приводит к отклонениям в развитии человека.

Перед пищевой индустрией поставлена задача производства качественно новых, экологически безопасных пищевых продуктов с повышенной пищевой ценностью, потребление которых будет способствовать сохранению и укреплению здоровья населения, профилактике заболеваний, связанных с неправильным питанием.

Одним из выдающихся достижений нашего времени является разработка и внесение в небольшое количество специальных биологически активных добавок в рецептуры новых пищевых продуктов. Среди потенциальных добавок распространена роль диетических пищевых волокон, внедрение которых в рацион питания рекомендуется многими мировыми специалистами по здоровому питанию [1].

Диетическое пищевое волокно – это общий термин, включающий в себя широкий ряд веществ, которые не перевариваются в верхней части желудочно-кишечного тракта человека. Они

способны выводить из организма некоторые метаболиты пищи и вредные вещества, соли тяжелых металлов, а также способствовать регуляции физиологических процессов в органах пищеварения [2].

Пищевые волокна на сегодняшний день широко применяются как пищевой ингредиент благодаря их многофункциональности. Использовать волокна можно как технологические добавки, изменяя структуру и химические свойства пищевых продуктов. Пищевыми волокнами растительного происхождения в ограниченных количествах преднамеренно обогащают пищевые продукты, преследуя такие цели, как:

- совершенствование технологии продуктов питания;
- ускорение сроков изготовления и сохранение природных качеств пищевых продуктов;
- улучшение внешнего вида и органолептических свойств пищевых продуктов;
- увеличение стабильности при хранении сырья и продукта питания.

В последнее время в пищевой промышленности все чаще стали применять в технологии пищевое волокно – арабиногалактан, занимающий особое место среди полисахаридов благодаря уникальным свойствам и значительному содержанию в растительном сырье.

Материалы и методы

При получении арабиногалактана в качестве сырья используют измельченные древесные опилки после производства дигидрокверцетина. Применяются различные способы экстрагирования арабиногалактана [3]. Наиболее простым из них считается экстракция опилок ливственницы водой при комнатной или повышенной температуре с последующим отделением экстракта, его упаривание, осаждение арабиногалактана либо ацетоном в присутствии хлорида натрия [4], либо этанолом [5]. При использовании более сложных и многостадийных способов возможно получение арабиногалактана повышенной чистоты и одновременно извлечение биологически активного дигидрокверцетина. В частности, известен способ получения высокочистого арабиногалактана,

включающий водную экстракцию древесины лиственницы, предварительно обработанной этилацетатом и высушенной, затем экстракт концентрируют, добавляют коагулянт и флокулянт, отделяют от осадка и высаживают [6].

Арабиногалактан представляет собой водорастворимый полисахарид с высокой молекулярной массой, макромолекулы которого имеют высокоразветвленное строение; главная цепь состоит из галактопиранозильных звеньев, соединенных β -(1 \rightarrow 3) связями, боковые цепи представляют собой различные сочетания галактопиранозильных и арабинофуранозильных остатков, соединенных β -(1 \rightarrow 6) связями [7].

Арабиногалактан является биологически активным веществом, обладающим широким спектром иммунобиологической активности: гастропротекторным, иммуномодулирующим, мембранотропным. Кроме того, арабиногалактан обладает диспергирующими и дефлокулирующими свойствами и используется как эмульгатор для стабилизации эмульсий [8]. С клинической точки зрения арабиногалактан – продукт, регулярный прием которого может поддерживать нормальный иммунитет не только через прямое воздействие, но и через эффекты на бактерии кишечника, действуя в качестве питательной среды для благотворных бактерий, поддерживает микрофлору *Lactobacilli* и *Bifidobacteria*, так как является ферментируемым волокном [9].

С учетом этих качеств целесообразно совместное использование пищевого волокна арабиногалактан с заквасками на пробиотических культурах микроорганизмов при производстве кисломолочных продуктов, так как он оказывает положительное влияние на кишечную микрофлору и создает благоприятную среду для роста бифидобактерий и лактобактерий. Это является неоспоримым фактором в его применении при производстве пищевых продуктов функционального назначения.

При разработке кисломолочного продукта, обладающего функциональными свойствами, нами была изучена возможность обогащения его арабиногалактаном, экстрагированным из лиственницы Даурской, который согласно ТУ 9325-008-706-921-52-08 выпускается и реализуется под торговой маркой «Лавитол-арабиногалактан» на ЗАО «Аметис» в г. Благовещенске Амурской области.

При производстве пищевой добавки используют основные технологические операции: экстракция опилок водой; упаривание водного раствора; распылительная сушка.

В Европейской системе безопасности пищевых продуктов арабиногалактан зарегистрирован в разделе «Желирующие агенты, загустители, стабилизаторы растительного происхождения» под номером E-409.

В Российской Федерации арабиногалактан имеет статус биологически активного вещества, не оказывающего вредного воздействия на здоровье человека при использовании для изготовления биологически активных добавок к пище, статус

пищевой добавки, не оказывающей вредного воздействия на здоровье человека при использовании для изготовления пищевых продуктов согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»; включен в СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» в разделе «Пищевые добавки для производства пищевых продуктов».

Исследование по обогащению кисломолочного продукта пищевой добавкой «Лавитол-арабиногалактан» проводили в следующих направлениях.

1. Изучение строения и технологических свойств пищевой добавки «Лавитол-арабиногалактан».

2. Подбор заквасочных культур в состав закваски.

3. Исследование влияния этапа и дозы внесения пищевой добавки в кисломолочный продукт.

4. Определение изменения кислотности в процессе сквашивания продукта.

5. Оценка качественных характеристик готового продукта.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований пищевой добавки установлено, что арабиногалактан – основная часть внутриклеточных полисахаридов древесины, выполняющая защитные функции и содержащая биологически активные питательные вещества. Определенная роль в проявлении биологической активности принадлежит локализации полисахарида в растительной клетке и моносахаридному составу арабиногалактана.

Моносахаридный состав арабиногалактана устанавливали после его кислотного гидролиза, который проводили 1М трифторуксусной (ТФУ) кислотой при 100 °С в течение 4–5 часов, с помощью хроматографии на бумаге (БХ), газожидкостной хроматографии (ГЖХ) и хроматомасс-спектрометрии (ГЖХ-МС) в виде ацетатов полиолов.

Нисходящую БХ проводили на бумаге Filtrak FN-12 в системе растворителей бутан-1-ол : пиридин : вода (соотношение 6:4:3 по объему). Моносахариды обнаруживали щелочным раствором серебра. Ацетаты полиолов получали следующим образом: моносахариды, полученные кислотным гидролизом полисахарида, восстанавливали боргидридом натрия в течение 3–4 часов, избыток NaBH_4 разрушали уксусной кислотой, упаривали досуха несколько раз с метанолом, сухой остаток ацетилировали смесью уксусный ангидрид-пиридин (1:1). ГЖХ выполняли на газовом хроматографе Agilent 6850 (США) с пламенно-ионизационным детектором на капиллярной колонке HP-5-MS (30 м \times 250 мкм \times 0,25 мкм), содержащей 5 % Phenyl Methyl Siloxane в качестве стационарной фазы, в интервале температур 150 °С (1 мин) – 230 °С (10 мин) со скоростью 3°/мин. ГЖХ-масс-спектрометрию осуществляли на хроматографе Hewlett Packard 6890 (США), снабженном такой же капиллярной колонкой, как и в случае ГЖХ анализа, в том же температурном режиме, и соединенном с масс-

спектрометром Hewlett Packard 5973 (США). В результате были получены данные, что исследуемая пищевая добавка «Лавитол-арабиногалактан» содержит арабинозу и галактозу в соотношении 1:2.

Строение арабиногалактана доказано методом ИК-спектроскопии. ИК-спектр арабиногалактана снимали на приборе ИК Фурье-спектрометре ФСМ 1201 в области 4500–400 см⁻¹. Твердые образцы готовили в таблетках бромида калия. В ИК-спектре арабиногалактана присутствуют интенсивные полосы поглощения, характерные для деформационных колебаний циклов (716 см⁻¹, 781 см⁻¹, 884 см⁻¹, 1085 см⁻¹, 1162 см⁻¹). Карбонильная группа очень сильно поглощает в ИК-спектре в области 1647 см⁻¹. Полосы поглощения, характерные для валентных колебаний С-О, проявляются в области 1085 см⁻¹, 1162 см⁻¹. В ИК-спектре колебания гидроксильных групп находятся в области 2913 см⁻¹. Характерны широкие пики для ассоциированных гидроксильных групп 3385 см⁻¹. ИК-спектр арабиногалактана, входящего в состав пищевой добавки «Лавитол-арабиногалактан», представлен на рис. 1.

Проводимые радиологические и микробиологические и физико-химические

исследования «Лавитол-арабиногалактана» на базе аккредитованной производственно-аналитической лаборатории ЗАО «Аметис» показали следующие результаты (табл. 1).

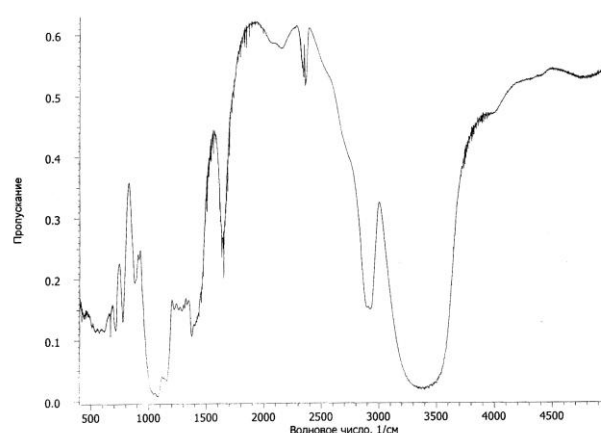


Рис. 1. ИК-спектр арабиногалактана

Таблица 1

Результаты исследования пищевой добавки «Лавитол-арабиногалактан»

Показатель	Допустимые значения	Результаты анализа	Метод исследования
Внешний вид	Порошок от белого до бледно-желтого цвета	Порошок бледно-желтого цвета	Визуальный
Влажность, %	10,0	3,05	ГОСТ 16483.7-71
Массовая доля АГ, %	Не < 88	91,8	МВИ 72-08
Молекулярный вес, дальтон	–	-6000	ALC626A
Количественно-химический анализ			
ДДТ, мг/кг	Не > 0,1	Не обнаружено	МУ 2142-80
М. д. ртути, мг/кг	Не > 0,1	< 0,01	МВИ 08-47/158
М. д. мышьяка, мг/кг	Не > 0,5	0,002	МВИ 8-99
М. д. свинца, мг/кг	Не > 6,0	< 0,01	МУЗ 1-04/04
М. д. кадмия, мг/кг	Не > 1,0	0,0015	МУЗ 1-04/04
Радиологические исследования			
Цезий-137, Бк/кг	200	< 2,5	Метод 2.6.1.1194-03
Стронций-90, Бк/кг	100	< 2,4	Метод 2.6.1.1194-03
Микробиологические исследования			
КМАЭиФАМ, КОЕ/г	Не > 5 · 10 ⁴	< 1 · 10 ²	ГОСТ 10444.15-94
БГКП, в т.ч. колиформы, в 0,1 г	Не допускается	Не обнаружено	ГОСТ 30518-97
Патогенная микрофлора, в т.ч. Salmonella, в 10,0 г	Не допускается	Не обнаружено	ГОСТ 30519-97 (ГОСТ Р 50480-93)
Дрожжи, КОЕ/г	100	Не обнаружено	ГОСТ 10444.12-88
Плесени, КОЕ/г	100	Не обнаружено	ГОСТ 10444.12-88
E. coli в 1,0 г	Не допускается	Не обнаружено	ГОСТ 30518-97

По органолептическим показателям пищевая добавка «Лавитол-арабиногалактан» представляет собой аморфный бледно-кремовый сухой порошок с

легким хвойным запахом и слабовыраженным сладким привкусом.

По физико-химическим свойствам, таким как низкая вязкость концентрированных водных

растворов, высокая клейкость, устойчивость к кислой среде, термическая стабильность, высокая растворимость, отличается от многих полисахаридов.

При производстве кисломолочного продукта использовалась закваска, состав которой состоял из жизнеспособных клеток молочнокислых термофильных стрептококков и бифидобактерий, в качестве пищевой добавки вносили «Лавитол-арабино-галактан».

Условия проведения эксперимента: в обезжиренное молоко (кислотность 18 °Т) после пастеризации (76 ± 2 °С с выдержкой 20 с) и охлаждения до 30 ± 2 °С вносили «Лавитол-арабиногалактан» в количестве 1,5 и 2,5 % от массы молока и закваску по 5 % от массы молока соответственно в каждый образец.

Контрольная проба – без «Лавитол-арабиногалактана». Процесс сквашивания проходил при температуре 30 °С в течение 6 часов.

После внесения закваски и пищевой добавки «Лавитол-арабиногалактан» в обезжиренное молоко изменение кислотообразования образцов определяли в процессе сквашивания в течение 6 часов с периодичностью в 1 час. Сравнительные характеристики кислотообразования образцов представлены на рис. 2.

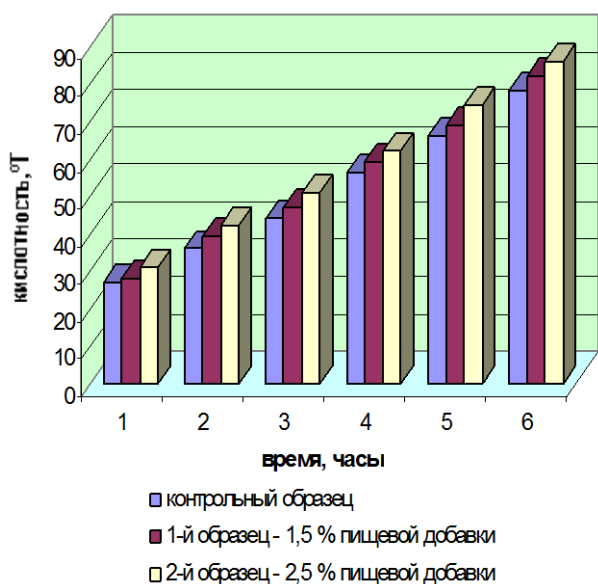


Рис. 2. Влияние пищевой добавки «Лавитол-арабиногалактан» на интенсивность кислотообразования в процессе сквашивания

В ходе эксперимента по определению технологического этапа внесения пищевой добавки ее добавляли в образцы на различных стадиях приготовления кисломолочного продукта:

- образец 1 – одновременно с внесением закваски;
- образец 2 – через 2 часа после заквашивания;
- образец 3 – после окончания сквашивания;
- контрольная проба.

Результаты и их обсуждение

При добавлении пищевой добавки «Лавитол-арабиногалактан» после окончания сквашивания происходит значительное разрушение сгустка. Образец, где «Лавитол-арабиногалактан» вносили через 2 часа после заквашивания, обладал творожистым сгустком с отделением сыворотки. Было установлено, что данные образца 1 имеют оптимальные показатели, поэтому пищевую добавку «Лавитол-арабиногалактан» рекомендуется вносить в обезжиренное молоко после пастеризации и охлаждения до температуры заквашивания одновременно вместе с закваской.

В результате изучения качественных характеристик образцов были проведены органолептические, физико-химические и микробиологические исследования. В ходе эксперимента по определению дозы и этапа внесения «Лавитол-арабиногалактана» по качественным показателям был отобран лучший образец готового кисломолочного продукта с массовой долей вносимой пищевой добавки 2,5 % от массы молока.

Качественные характеристики лучшего образца представлены в табл. 2.

Таблица 2

Качественные характеристики готового продукта

Показатель	Характеристика
Массовая доля жира, %	$0,05 \pm 0,02$
Массовая доля белка, %	$3 \pm 0,2$
Массовая доля сухих веществ, %	$9 \pm 0,3$
Кислотность, °Т	$82 \pm 0,5$
Консистенция	Однородная густая масса
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Белый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе
Количество бифидобактерий	10^9 КОЕ в 1 г
БГКП в 0,1 г	Не обнаружены
Патогенная микрофлора, в т.ч. Salmonella, в 10 г	Не обнаружены

На основании результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований следует предположить о возможности получения кисломолочного продукта с функциональными свойствами. Согласно органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям готового продукта установлено, что обогащение его пищевой добавкой «Лавитол-арабиногалактан» является перспективным направлением в создании

молочной продукции, обладающей как пробиотическим, так и пребиотическим свойством, так как арабиногалактан будет играть роль пребиотика.

Список литературы

1. Бондаренко, В.М. Пробиотики, пребиотики и симбиотики в терапии и профилактике кишечных дисбактериозов / В.М. Бондаренко, Н.М. Грачева // Фарматека. – 2003. – № 7. – С. 56–63.
2. Дудкин, М.С. Пищевые волокна / М.С. Дудкин, Н.К. Чернов. – Киев: Урожай, 1998. – 150 с.
3. Антонова, Г.Ф. Исследование процесса экстракции арабиногалактана и флавоноидов из древесины *Larix sibirica* водой и ее смесями с органическими растворителями / Г.Ф. Антонова, Р.З. Пен, Н.А. Тюкавкина // Химия древесины. – 1970. – № 6. – С. 147–155.
4. Тюкавкина, Н.А. Способ получения арабиногалактана / Н.А. Тюкавкина, Ю.А. Колесник, В.В. Наумов и др. // Патент РФ 2040268. – 1995. – БИ № 21.
5. Кислицин, А.Н. Способ получения арабиногалактана / А.Н. Кислицин, И.П. Жукова, В.Ю. Пузанова и др. // Патент РФ 2002756. – 1993. – БИ № 41–42.
6. Бабкин, В.А. Способ получения арабиногалактана / В.А. Бабкин, Л.А. Остроухова, С.А. Медведева и др. // Патент РФ 2143437. – 1999.
7. Медведева, Е.Н. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор)/Е.Н. Медведева, В.А. Бабкина, Л.А. Остроухова // Химия растительного сырья. – 2003. – № 1. – С. 27–37.
8. Медведева, С.А. Арабиногалактан лиственницы – перспективная полимерная матрица для биоактивных металлов / С.А. Медведева, Г.П. Александрова, В.И. Дубровина и др. // *Butlerov Commun.* – 2002. – № 7. – Р. 45–49.
9. Дубровина, В.И. Иммуномодулирующие свойства арабиногалактана лиственницы сибирской / В.И. Дубровина, С.А. Медведева, Г.П. Александрова и др. // Фармация. – 2001. – № 5. – С. 26–27.

ФГОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,
675005, Россия, Амурская область,
г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86.
Тел./факс: (4162) 44-65-44
e-mail: aspir_dgau@mail.ru

SUMMARY

E.I. Reshetnic, E.A. Utochkina, A.P. Packusina

Investigation of Possibility of Fermented Milk Enrichment with the Food Additive «Lavitol (Arabinogalaktan)»

The article presents the results of studying the composition and technological characteristics of the food additive «Lavitol (arabinogalaktan)», as well as the investigation of its ability to be applied as dietary fibers in the technology of fermented milk. The results of the research show that the fermented milk studied entirely meet the requirements of functional foods taking into account its physico-chemical, microbiological and organoleptic indices.

Functional foods, biologically active additive, dietary fibers, arabinogalaktan, fermented milk.

Far East State Agrarian University
86, Polytechnicheskaya str, Blagoveshchensk,
Amur region, 675000, Russia
Phone/Fax: (4162) 44-65-44
e-mail: aspir_dgau@mail.ru