

УДК 637.146:579.67

Е.А. Уточкина, Е.И. Решетник**ВЛИЯНИЕ АРАБИНОГАЛАКТАНА
НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
И ХРАНИМОСПОСОБНОСТЬ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА**

В статье представлены результаты изучения влияния арабиногалактана на микробиологические показатели и хранимоспособность кисломолочного продукта. Изучены показатели изменения количества жизнеспособных клеток микроорганизмов в продукте в зависимости от дозы внесения арабиногалактана. Исследовано влияние дозы арабиногалактана на хранимоспособность кисломолочного продукта, на изменение его физико-химических, микробиологических и органолептических показателей.

Кисломолочный продукт, арабиногалактан, биологически активные добавки, пребиотическая способность, антиоксидантная активность, хранимоспособность.

Введение

При производстве дигидрокверцетина из древесины лиственницы в качестве побочного продукта выделяется значительное количество биологически активных веществ. Одним из таких веществ является арабиногалактан.

Арабиногалактан – основная часть внутриклеточных полисахаридов древесины, выполняющая защитные функции и содержащая биологически активные питательные вещества. С середины прошлого века отечественные и зарубежные ученые занимаются изучением его строения и свойств [1].

Сообщается об отличии арабиногалактана от многих полисахаридов по физико-химическим свойствам, таким как низкая вязкость концентрированных водных растворов, высокая растворимость в воде, устойчивость к кислой среде, термическая и гидролитическая стабильность, хорошая диспергирующая способность [2]. Особый интерес в изучении свойств арабиногалактана вызывает его пребиотическая способность. Результаты исследований зарубежных и отечественных ученых показывают действие лиственничного арабиногалактана в качестве питательной среды для *Lactobacilli* и *Bifidobacteria*, так как он является ферментируемым волокном. Арабиногалактан служит пищей благоприятным симбиотным бактериям в толстом кишечнике, что в свою очередь способствует снижению роста болезнетворных бактерий [3].

Арабиногалактан – полисахарид с большим набором полезных свойств, но в литературе практически отсутствуют данные о его антиоксидантной активности, которая для природных веществ является одним из важных показателей, определяющих их биологическую ценность.

В научных источниках сообщается о выпуске пищевой добавки FiberAid, в состав которой входит арабиногалактан, и исследовании возможности ее внесения в рецептуру овсяных хлопьев «Геркулес». Результаты работы показали, что наличие пищевой добавки обеспечило не только хорошие реологические свойства, влажность, низкую калорийность, инкапсуляцию запаха, улучшенный вкус, но и увеличение срока хранения продукта [4].

Группой ученых Дальневосточного государственного университета и Иркутского института химии им. Фаворского изучалась антиоксидантная активность арабиногалактана электрохимическими методами. Проведено сравнительное определение антиоксидантной активности аскорбиновой кислоты и арабиногалактана методами кулонометрии, потенциометрии и вольтамперометрии. Установлено, что антиоксидантная активность арабиногалактана по сравнению с аскорбиновой кислотой на два порядка ниже [5].

Опубликованы результаты работ специалистов Иркутского института химии и государственного медицинского университета по изучению антиоксидантной активности арабиногалактана лиственницы сибирской при интоксикации фенилгидразином и этиленгликолем. Эксперимент показал, что арабиногалактан приводит к ослаблению стимулирующего действия химических токсикантов на процессы свободнорадикального окисления. Таким образом, установлено, что арабиногалактан лиственницы сибирской проявляет антиоксидантные свойства [6].

Целью настоящей работы являлось исследование влияния арабиногалактана, экстрагированного из лиственницы даурской, на микробиологические показатели и хранимоспособность кисломолочного продукта на молочно-растительной основе.

Материалы и методы

На разных этапах работы объектами исследования являлись: композиционная смесь (обезжиренное молоко и основа соевая пищевая) в соотношении 70:30; арабиногалактан, экстрагированный из лиственницы даурской, который согласно ТУ 9325-008-706-921-52-08 выпускается и реализуется под торговой маркой «Лавитол-арабиногалактан» на ЗАО «Аметис», г. Благовещенск Амурской области; композиционные смеси с различным содержанием арабиногалактана; комбинация культур прямого внесения YF-L811 и ВВ-12 (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* подвид *bulgaricus* и *Bifidobacterium lactis*) в соотношении 1:1; кисломолочный продукт, обогащенный арабиногалактаном и вкусовым наполнителем «Брусничный», после выработки и в процессе хранения.

Влияние дозы арабиногалактана на количество жизнеспособных клеток микроорганизмов

Доза арабиногалактана, %	Вид бактериальной культуры		
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> подвид <i>bulgaricus</i>	<i>Bifidobacterium lactis</i>
0,5	$8 \cdot 10^7 \pm 2$	$6 \cdot 10^7 \pm 1$	$6 \cdot 10^7 \pm 3$
1,0	$4 \cdot 10^8 \pm 2$	$8 \cdot 10^7 \pm 3$	$2 \cdot 10^8 \pm 1$
1,5	$3 \cdot 10^9 \pm 1$	$4 \cdot 10^8 \pm 2$	$6 \cdot 10^8 \pm 2$
2,0	$5 \cdot 10^9 \pm 3$	$6 \cdot 10^8 \pm 2$	$8 \cdot 10^8 \pm 2$
2,5	$7 \cdot 10^9 \pm 1$	$7 \cdot 10^8 \pm 2$	$9 \cdot 10^8 \pm 1$
Контроль	$3 \cdot 10^7 \pm 3$	$5 \cdot 10^6 \pm 1$	$2 \cdot 10^7 \pm 3$

Анализ данных табл. 2 показывает, что с внесением дозы арабиногалактана до 1,5 % наблюдается увеличение количества жизнеспособных клеток микроорганизмов в продукте по сравнению с контрольным образцом. Однако следует заметить, что внесение арабиногалактана 2,0 и 2,5 % не оказало значительного влияния на повышение количества жизнеспособных клеток микроорганизмов. Возможно, это связано с достаточным накоплением молочной кислоты и других продуктов обмена, а также большой плотностью бактериальной популяции микроорганизмов.

Полученные результаты исследований свидетельствуют, что арабиногалактан, экстрагированный из листовницы даурской, обладает стимулирующим действием по отношению к бифидобактериям.

Изучали влияние дозы арабиногалактана на хранимоспособность кисломолочного продукта. При хранении расфасованных в пластиковые упаковки пяти образцов продуктов, содержащих различные дозы арабиногалактана, при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ наблюдали в течение 10 суток изменение количества жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий и бифидобактерий. Количество жизнеспособных клеток микроорганизмов определяли на 2, 4, 6, 8 и 10-е сутки хранения.

Результаты наблюдений показали, что в образцах с добавлением арабиногалактана в процессе хранения в течение 2, 4, 6, 8 и 10 суток количество жизнеспособных клеток бифидобактерий сохранялось на необходимом уровне ($5 \cdot 10^8$, $3 \cdot 10^8$, $1 \cdot 10^8$, $7 \cdot 10^7$, $3 \cdot 10^7$ КОЕ/см³) и соответствовало микробиологическим требованиям на 8-е сутки хранения, чего нельзя сказать о контрольном образце, в котором на 6, 8 и 10-е сутки хранения количественный показатель содержания бифидобактерий составлял $1 \cdot 10^6$, $8 \cdot 10^5$, $2 \cdot 10^5$ КОЕ/см³.

В условиях рыночной экономики конкурентоспособность молочных продуктов определяется качеством и сроками потребительской годности, на протяжении которых продукт сохраняет биологическую ценность, сенсорные и физико-химические показатели и остается безопасным для здоровья потребителя.

Изменение качественных показателей кисломолочного продукта, обогащенного арабиногалактаном

В ходе проводимого эксперимента изучали влияние дозы арабиногалактана на изменение количества жизнеспособных клеток микроорганизмов, а также на хранимоспособность кисломолочного продукта, в частности, на изменение физико-химических, микробиологических и органолептических показателей.

При проведении исследований применялся комплекс общепринятых и стандартных методов, в том числе физико-химических, микробиологических, органолептических.

Титруемую кислотность определяли методом титрования по ГОСТ 3624-92. Органолептическую оценку готовых продуктов в процессе хранения проводили по ГОСТ 28283-89. Контролировали следующие показатели: цвет, запах и вкус, внешний вид и консистенцию.

Определение молочнокислых микроорганизмов проводили в соответствии с ГОСТ 10444.11-89. Количество бифидобактерий определяли в соответствии с МУК 4.2.999-00. Методика основана на способности бифидобактерий расти в питательных средах при температуре $(38 \pm 1)^\circ\text{C}$ и образовывать через 24–72 часа колонии с типичными для бифидобактерий морфологическими характеристиками.

Результаты и их обсуждение

В эксперименте использовали пять образцов композиционной смеси (обезжиренное молоко и основа соевая пищевая в соотношении 70:30), обогащенных арабиногалактаном в количестве от 0,5 до 2,5 % от массы смеси с шагом 0,5 %. Контролем служил образец композиционной смеси без арабиногалактана. Варианты образцов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Внесение дозы арабиногалактана в композиционную смесь

Доза арабиногалактана в смеси, %	Образец
0,5	1
1,0	2
1,5	3
2,0	4
2,5	5
Композиционная смесь без внесения арабиногалактана	Контроль

Для ферментации смеси использовали композицию заквасочных культур YF-L811 и BB-12 (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* подвид *bulgaricus* и *Bifidobacterium lactis*) в соотношении 1:1. Ферментацию проводили при температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 6 часов.

Изучено влияние дозы арабиногалактана на количество жизнеспособных клеток микроорганизмов в полученном кисломолочном сгустке. Результаты представлены в табл. 2.

и вкусовым наполнителем «Брусничный», в процессе хранения исследовали в течение 12 суток. Продукт хранили при температуре (4 ± 2) °С. Исследовали изменение титруемой кислотности, микробиологических и органолептических показателей продукта на 2, 4, 6, 8, 10 и 12-е сутки хранения.

Органолептические показатели являются важной характеристикой кисломолочных продуктов, в конечном счете они в первую очередь формируют покупательский спрос. Изменение органолептических показателей кисломолочного продукта при хранении показано в табл. 3.

Таблица 3

Изменение органолептических показателей кисломолочного продукта в процессе хранения

Сутки хранения	Показатели		
	Вкус и запах	Консистенция	Цвет
2	Кисломолочный, обусловленный вкусом и ароматом вносимого наполнителя	Однородная, в меру густая	Равномерный, светло-розовый
4			
6			
8			
10	Умеренно кислый, с привкусом внесенного наполнителя	Неоднородная, незначительное отделение сыворотки	Светло-розовый с серым оттенком
12	Кислый, с легким привкусом горечи	Неоднородная, большое количество отделившейся сыворотки	Серый с розоватым оттенком

По результатам исследования отмечено, что органолептические показатели кисломолочного продукта не изменялись в течение 8 суток хранения. На 10 и 12-е сутки произошло изменение вкуса, цвета и консистенции, в частности, отмечено отделение сыворотки, количество которой увеличивалось с продолжительностью хранения продукта. На 10-е сутки в продукте отмечен излишне кислый привкус, на 12-е сутки – слегка выраженный горький привкус, цвет продукта приобрел серый оттенок.

Кисломолочные продукты на конец срока годности должны содержать общее количество молочнокислых микроорганизмов не менее 10^7 КОЕ/см³. Пробиотические микроорганизмы не способны оказать положительного влияния на микрофлору кишечника, если их популяция не достигает определенного уровня – не менее 10^6 КОЕ/см³, т.е. клетки бифидобактерий должны оставаться живыми во время хранения продукта, чтобы обеспечить потребителю адекватное их количество.

Изменение количества молочнокислых бактерий и бифидобактерий в кисломолочном продукте в процессе его хранения представлено в табл. 4.

Таблица 4

Изменение количества жизнеспособных клеток микроорганизмов в процессе хранения кисломолочного продукта, обогащенного арабиногалактаном и вкусовым наполнителем «Брусничный»

Сутки хранения	Вид бактериальной культуры		
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> подвид <i>bulgaricus</i>	<i>Bifidobacterium lactis</i>
2	$1 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^8$
4	$8 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^8$
6	$6 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^7$
8	$4 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^7$
10	$5 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$
12	$8 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^5$

Результаты наблюдений показали, что в процессе хранения кисломолочных продуктов в течение 2, 4, 6 и 8 суток количество жизнеспособных клеток бифидобактерий сохранялось на уровне $2 \cdot 10^8$, $1 \cdot 10^8$, $8 \cdot 10^7$, $3 \cdot 10^7$. На 10 и 12-е сутки хранения количество жизнеспособных клеток бифидобактерий составило $6 \cdot 10^6$, $4 \cdot 10^5$.

Во всех образцах исследуемого продукта бактерии группы кишечной палочки (в $0,01$ см³ продукта), патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы (в 25 см³ продукта) и *S. aureus* (в 1 см³ продукта), обнаружены не были за весь срок хранения. Содержание дрожжей и плесени (КОЕ/г) не превышало допустимые уровни, установленные Федеральным законом от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию».

Изменение титруемой кислотности кисломолочного продукта в процессе хранения представлено на рис. 1.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что с увеличением времени хранения повышается титруемая кислотность готового продукта. Установлено, что кислотность продукта на 2, 4, 6, 8, 10 и 12-е сутки хранения повысилась на 8,0; 14,0; 18,0; 22,6; 26,4 и 34,4 % соответственно по сравнению с кислотностью продукта в день его выработки.

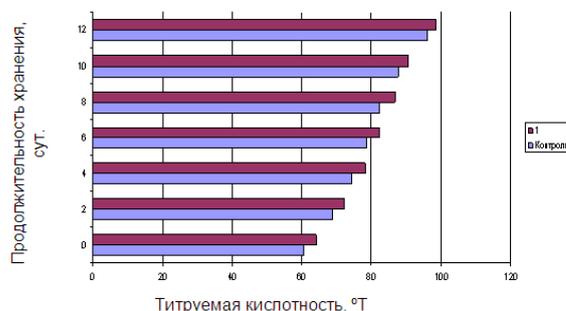


Рис. 1. Изменение титруемой кислотности продукта в процессе хранения: 1 – с брусничным наполнителем; контроль – без вкусового наполнителя

Вывод

Исходя из результатов, полученных при хранении кисломолочного продукта, внесение арабиногалак-

тана в качестве пребиотика в количестве 1,5 % от массы композиционной смеси позволяет улучшить микробиологические характеристики и придать пребиотические свойства продукту. Использование арабиногалактана интенсифицирует процесс ферментации и соответственно ведет к сокращению цикла производства. Возможно, это связано с увеличением содержания сухих веществ в смеси и стимулирующим влиянием вносимого полисахарида на микрофлору заквасочных культур.

На основании проведенного исследования подтверждена целесообразность использования арабиногалактана в качестве функционального ингредиента

(пребиотика) при выработке кисломолочного продукта с целью совершенствования традиционной технологии, ускорения процесса ферментации, улучшения физико-химических, органолептических свойств и микробиологических показателей, увеличения стабильности при хранении.

По результатам комплексного анализа с учетом коэффициента резерва (для скоропортящихся продуктов – 1,5) установлен гарантированный срок годности кисломолочного продукта, обогащенного арабиногалактаном и вкусовым наполнителем «Брусничный», – 8 суток со дня выработки при температуре хранения (4±2) °С.

Список литературы

1. Бабкин, В.А. Биологически активные вещества из древесины лиственницы / В.А. Бабкин, Л.А. Остроухова, Ю.А. Малков и др. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – Т. 9. – № 3. – С. 363–367.
2. Медведева, Е.Н. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор) / Е.Н. Медведева, В.А. Бабкин, Л.А. Остроухова // Химия растительного сырья. – 2003. – № 1. – С. 27–37.
3. Grieshop, C.M. Oral administration of arabinogalactan affects immune status and fecal microbial populations in dogs / C.M. Grieshop, E.A. Flickinger, G.C. Eahey // Journal of Nutrition. – 2002. – V. 132. – № 3. – P. 478–482.
4. Robinson, R.R. Effects of dietary arabinogalactan on gastrointestinal and blood parameters in healthy human subjects / R.R. Robinson, J. Feirtag, J.L. Slavin // Journal of the American College of Nutrition. – 2001. – V. 20. – № 4. – P. 279–285.
5. Колзунова, Л.Г. Исследование антиоксидантной активности арабиногалактана электрохимическими методами / Л.Г. Колзунова, Р.Н. Золотарь, Е.С. Шайдурова // Аналитика Сибири и Дальнего Востока. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – С. 132.
6. Медведева, С.А. Антиоксидантная активность арабиногалактана лиственницы сибирской при интоксикации фенилгидразином и этиленгликолем / С.А. Медведева, Л.О. Гуцол, Г.П. Александрова и др. // Новые достижения в химии и химические технологии растительного сырья. – Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2007. – С. 328–331.

ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,
675005, Россия, Амурская область,
г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86.
Тел./факс: (4162) 52-62-80
e-mail: dalgau@tsl.ru

SUMMARY

E.A. Utochkina, E.I. Reshetnic

EFFECT OF ARABINOGALACTAN ON MICROBIOLOGICAL INDICES AND KEEPING ABILITY OF FERMENTED MILK PRODUCTS

The paper presents results on the effect of arabinogalactan on microbiological indices and keeping ability of fermented milk products. The changes in indices of the number of viable cells of microorganisms in the product depending on the doses of arabinogalactan are studied. The effects of the dose of arabinogalactan on the keeping ability of fermented milk products, the change in their physical, chemical, microbiological and organoleptic characteristics have been investigated.

Fermented milk product, arabinogalactan, nutritive supplements, prebiotic ability, antioxidant activity, keeping ability.

Far East State Agrarian University
86, Polytehnicheskaya str, Blagoveshchensk,
Amur region, 675005, Russia
Phone/Fax: (4162) 52-62-80
e-mail: dalgau@tsl.ru

