

УДК 637.146.34

UDC 637.146.34

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕЩНОГО
ВЛИЯНИЯ АРАБИНОГАЛАКТАНА И
ЛАКТУЛОЗЫ НА РАЗВИТИЕ ЗАКВАСКИ
ДЛЯ ЙОГУРТА**

**STUDY OF THE COMBINED EFFECTS OF
ARABINOGALACTAN AND LACTULOSE ON
THE DEVELOPMENT OF THE STARTER
CULTURES FOR YOGHURT**

Завезенова Ирина Викторовна
аспирант
e-mail: irina-zavezenova@yandex.ru

Zavezenova Irina Viktorovna
postgraduate student
e-mail: irina-zavezenova@yandex.ru

Рябцева Светлана Андреевна
д.т.н., профессор

Ryabtseva Svetlana Andreevna
Dr.Sci.Tech., professor

Абакумова Елена Анатольевна
к.т.н.
*Северо-Кавказский федеральный университет,
Ставропольский край, Россия*

Abakumova Elena Anatolyevna
Cand.Tech.Sci.
*North-Caucasus Federal University, Stavropol
region, Russian Federation*

В статье представлены результаты исследования влияния полисахарида и пребиотика на физико-химические, реологические, микробиологические и органолептические показатели кисломолочного продукта на основе закваски стартовых культур *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Обоснована оптимальная доза внесения полисахарида и пребиотика в кисломолочный продукт

In this article, we present the results of the research of influence of polysaccharides and prebiotics on physical, chemical, rheological, microbiological and organoleptic indicators of a sour-milk product on the basis of ferment starting cultures of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. The optimum dose of polysaccharides and prebiotics adding into a sour-milk product is proved

Ключевые слова: ПРЕБИОТИК, ПОЛИСАХАРИД, АРАБИНОГАЛАКТАН, ЛАКТУЛОЗА, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Keywords: PREBIOTIC, POLYSACCHARIDE, ARABINOGALACTAN, LACTULOSE, FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS

В настоящее время одним из направлений развития здорового питания является употребление в пищу продуктов функционального назначения с использованием растительного и животного сырья, которые являются ценным источником витаминов, антиоксидантов и т.д. При этом особое внимание уделяется вопросам создания, поддержания и восстановления нормальной кишечной микрофлоры, играющей огромную роль в сохранении здоровья человека. С этой целью применяют различные пищевые добавки с выраженными функциональными свойствами, пребиотики (вещества, способствующие пролиферации и адсорбции бифидо- и лактобактерий в кишечнике), пищевые волокна и т.д.

В России наибольшее распространение получили функциональные пищевые добавки арабиногалактан, лактулоза, инулин,

фруктоолигосахариды, которые чаще всего добавляются в продукты детского, геродиетического питания и кисломолочные напитки функционального назначения.

Арабиногалактан относится к классу водорастворимых полисахаридов, с высокой молекулярной массой, наибольшее его содержание отмечено в растениях рода лиственничных (*Larix occidentalis*). Арабиногалактан представляет собой сухой аморфный порошок бледно-желтого цвета, с легким хвойным запахом и сладковатым вкусом, который растворяется в воде и образует раствор с низкой вязкостью. Применение биологически активной добавки арабиногалактан связано с тем, что она проявляет высокую биологическую активность, выполняет энергетическую, защитную функцию, участвует в обменных процессах клетки. Являясь отличным иммуномодулятором, быстро активизирует ретикулоэндотелиальную систему и стимулирует фагоцитарную активность макрофагов. Обладая гидроскопичностью, арабиногалактан благотворно влияет на перевариваемую пищу, что помогает избежать некоторых заболеваний толстой кишки. Кроме того, арабиногалактан является источником пищевых волокон, дефицит которых возникает при использовании муки высшего сорта. Важным является и тот факт, что полисахарид арабиногалактан подавляет развитие гнилостной флоры и стимулирует рост бифидо- и лактобактерий [1].

Таким образом, физико-химические и биологические свойства арабиногалактана во многом определили сферы потребления его в пищевой промышленности, чаще всего в качестве стабилизатора и загустителя.

В последние годы ведутся работы по получению кисломолочных продуктов, в состав которых входит арабиногалактан. Так, например, в ФГОУ ВПО ДальГАУ г. Благовещенска Амурской области, на основании экспериментальных данных была разработана технология и техническая

документация на кисломолочный продукт «Арабинолакт», который содержал обезжиренное молоко и основу сои пищевой в соотношении 70:30, внесение в смесь арабиногалактана составляло в количестве 1,5 % от массы сырья [2].

Среди пребиотиков наиболее изученным является лактулоза. Лактулоза – углевод, относящийся к классу олигосахаридов и подклассу дисахаридов, его молекула состоит из остатков галактозы и фруктозы. Лактулоза представляет собой белое кристаллическое вещество, не имеющее запаха, хорошо растворимое в воде и сладкое на вкус. Но самое важное свойство лактулозы заключается в ее функциональной стабильности, то есть в ее способности сохранять все свои целебные свойства в самом широком диапазоне сред и технологических режимов. И это открывает практически неограниченные возможности использования лактулозы в пищевой промышленности в производстве функциональных продуктов питания [3].

На сегодняшний день довольно много работ было посвящено разработкам кисломолочных продуктов с лактулозой [4], однако совместное использование арабиногалактана и лактулозы является относительно новым направлением функционального питания и представляет практический интерес. В связи с этим целью данного исследования являлось изучение совместного влияния арабиногалактана и лактулозы на развитие заквасочной микрофлоры для йогурта.

При проведении экспериментов в качестве сырья использовали молоко коровье обезжиренное кислотностью не более 20°Т, плотностью не менее 1030 кг/м³, полученное путем сепарирования молока коровьего по ГОСТ Р 52054-2003 и ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» не ниже первого сорта. В качестве добавок использовали порошок арабиногалактана «Фиброларс», экстрагированный из лиственницы Сибирской, который выпускается ООО ИНПФ «Химия

древесины»; сироп лактулозы «Дюфалак», содержащий в 100 мл 67 г лактулозы, 11,3 грамм галактозы и 6,7 грамм лактозы, производства SOLVAY PHARMA, Веесп, Нидерланды;

Объектами исследований являлись смеси, сквашенные стартовыми культурами для йогурта (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*), производства ООО «Барнаульская биофабрика»;

В ходе экспериментальных исследований использовали следующие приборы и оборудование: термометр лабораторный, биологический микроскоп «Биолам», термостат лабораторный «ТС-1/80 СПУ», изготовленный по ТУ-9452-002-00141798-97, рН-метр-милливольтметр «рН-150», вискозиметр «Брукфильда DV-E».

Исследования проводили по типовым и общепринятым методикам.

Определяли следующие показатели: температура – термометрически, стеклянными термометрами по ГОСТ 26754-85, кислотность активная – потенциометрически по ГОСТ Р 53359-2009, кислотность титруемая – метод титрования по ГОСТ 8764-92, определение вязкости проводилось на ротационном вискозиметре «Брукфильда DV-E», используя измерительный цилиндр 5, при фиксированной температуре 25 °С, жизнеспособность – методом определения молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 10444.11 – 89, с использованием метода разведений. Отбор и подготовку проб для микробиологического анализа проводили по ГОСТ 26668-85, ГОСТ 26669-85; культивирование микроорганизмов – по ГОСТ 26670-85.

Внесение дозы сухого порошка арабиногалактана и сиропа лактулозы составляло по 1%, 2%, 3% каждого компонента от общего объема смеси. В пастеризованную смесь вносили йогуртовую закваску в количестве 5%. Процесс сквашивания осуществлялся при температуре $(40\pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 6 часов с учетом технологических особенностей

производства кисломолочных напитков. В процессе периодически контролировали физико-химические, реологические, микробиологические и органолептические показатели исследуемых образцов. Контролем служил образец без добавления арабиногалактана и лактулозы. Опыт проводился в трех повторностях.

Одним из основных показателей, характеризующих качество закваски, является ее активность, напрямую связанная с кислотностью. При повышенной кислотности активность закваски снижается, что увеличивает продолжительность свертывания молока и ухудшает качество готового продукта.

Поэтому на первом этапе исследований представляло интерес изучение влияния порошка арабиногалактана и сиропа лактулозы на эффективность кислотообразования микрофлоры образцов. Измерение активной и титруемой кислотности проводили через каждые два часа в течение 8 часов. Среднее арифметическое трех повторностей активной кислотности эксперимента свели в таблицу 1, а результаты титруемой кислотности представлены на рисунке 1.

Таблица 1 – Влияние дозы арабиногалактана и лактулозы на изменение активной кислотности в опытных образцах

Номер опыта	Значение pH				
	После внесения закваски	Через 2 часа	Через 4 часа	Через 6 часов	Через 8 часов
Контроль	6,22	6,20	5,97	5,74	3,99
1%	6,18	6,17	5,94	5,71	3,96
2%	6,15	6,14	5,78	5,58	3,84
3%	5,98	5,67	5,28	5,18	3,73

Из таблицы 1 видно, что между значениями кислотности контроля без полисахарида арабиногалактан и пребиотика лактулоза и образцов с функциональными компонентами принципиальных различий нет. Во всех

образцах отмечено стабильное нарастание кислотности, поэтому можно сделать вывод о том, что при культивировании стартовыми культурами для йогурта внесение арабиногалактана и лактулозы оказывает незначительное влияние на изменение показателя pH, однако полученные результаты показали, что функциональные компоненты значимо влияют на титруемую кислотность.

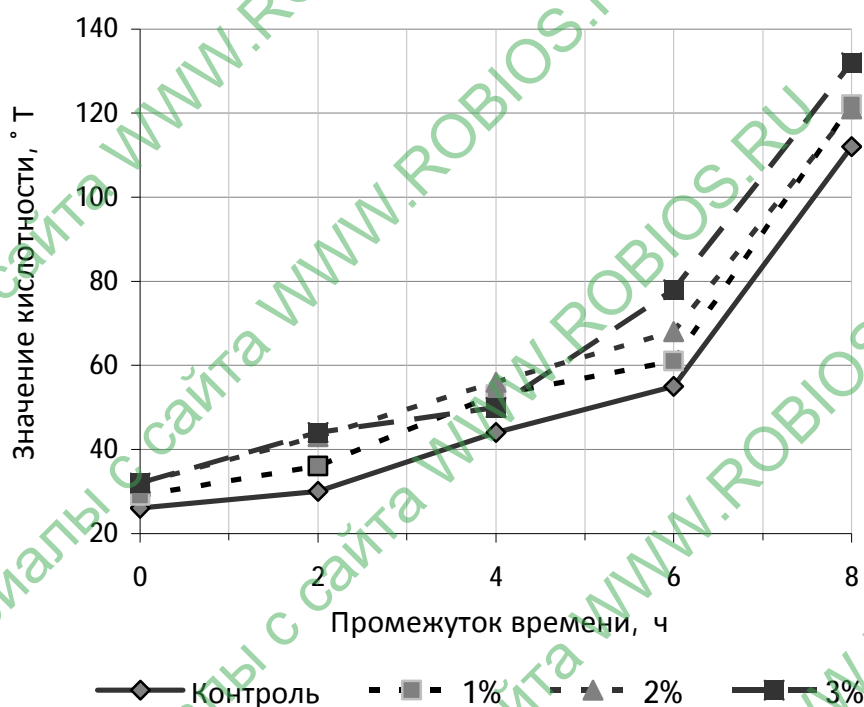


Рисунок 1 – Влияние дозы арабиногалактана и лактулозы на изменение титруемой кислотности в опытных образцах

Из рисунка 1 видно, что максимальная разница значений титруемой кислотности была отмечена через 6 часов культивирования, титруемая кислотность образца содержащего по 3 % функциональных добавок нарастает интенсивнее на 20% соответственно по сравнению с контрольным образцом, тем самым сокращая процесс ферментации.

На следующем этапе представляло интерес исследование влияния арабиногалактана и лактулозы на структурно-механические свойства продукта.

Результаты измерений эффективной вязкости сквашенных образцов после их хранения при температуре (4 ± 2) °С в течение 24 часов представлены на рисунке 2.

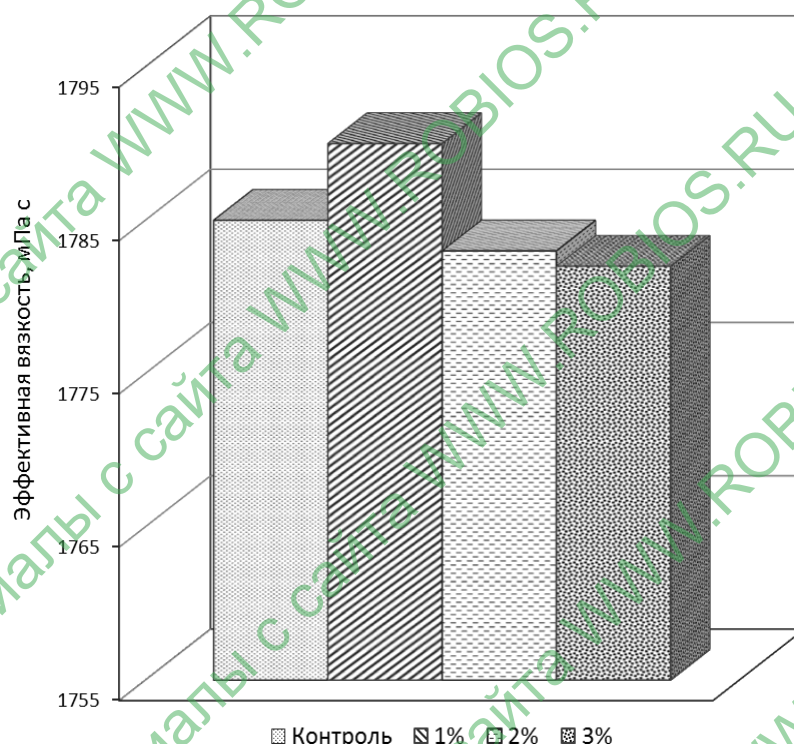


Рисунок 2 – Влияние дозы арабиногалактана и лактулозы на эффективную вязкость готовых образцов

Анализ диаграммы показывает, что при увеличении дозы арабиногалактана и лактулозы в исследуемых образцах происходит изменение структурно-механических свойств — вязкость несколько увеличивается у 1% опытного образца по сравнению с контролем. При внесении в смесь по 2% и 3% полисахарида и пребиотика эффективная вязкость незначительно снижается, поэтому консистенция сгустка характеризуется разрушением структуры, однако разница является

статистически незначимой и не превышает 5%, поэтому наиболее целесообразно вносить арабиногалактан и лактулозу до сквашивания продукта в количестве 1% каждой функциональной добавки, где эффективная вязкость имеет наиболее приемлемый показатель среди всех образцов.

На следующем этапе исследований была поставлена задача по изучению совместного влияния арабиногалактана и лактулозы на жизнеспособность микрофлоры готового продукта в условиях хранения.

Результаты эксперимента через 7 суток хранения представлены на рисунке 3.

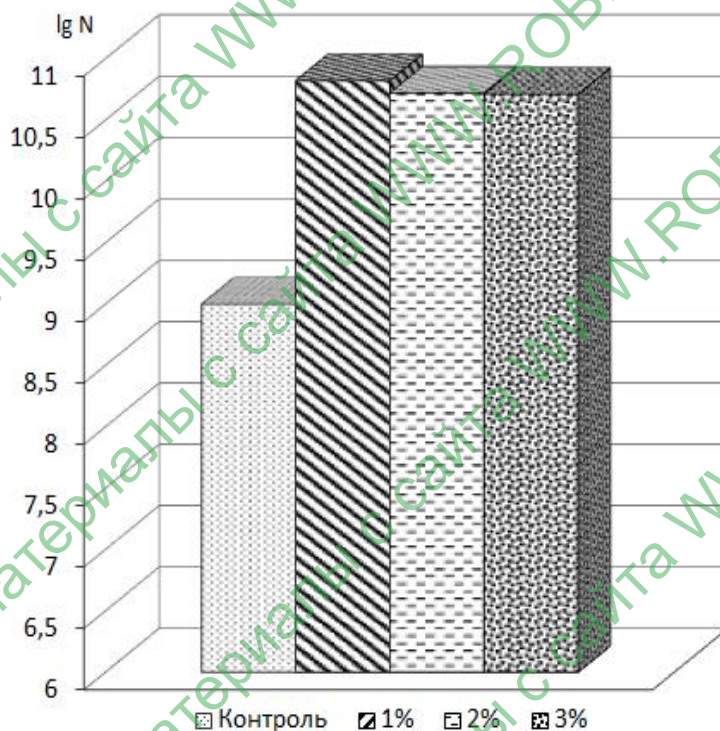


Рисунок 3 – Влияние арабиногалактана и лактулозы на жизнеспособность заквасочной микрофлоры через 7 суток хранения

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что внесение арабиногалактана и лактулозы позволяет увеличить жизнеспособность микроорганизмов закваски. Через 7 суток хранения

количество клеток *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* в образцах, содержащих арабиногалактан и лактулозу, независимо от концентрации вносимых функциональных добавок превышало этот показатель по сравнению с контролем на 2 порядка (19-20%).

Органолептические показатели, являются важной характеристикой кисломолочных продуктов, так как они в первую очередь формируют спрос покупателя. Органолептическую оценку исследуемых образцов проводили дегустационным способом. Оценивали показатели цвета, вкуса, запаха и консистенцию продукта в зависимости от дозы совместно вносимых функциональных добавок.

В результате проведенной дегустации отмечено, что увеличение дозы функциональных добавок в смеси способствует незначительному изменению органолептических показателей готовых образцов. Отмечено, что по сравнению с контрольной пробой органолептические показатели образца полученного с использованием 1% совместно вносимых добавок имели более выраженный кисломолочный вкус, лучшую консистенцию и внешний вид сгустка и запах. Образцы с содержанием функциональных компонентов по 2% и 3% имели недостаточно вязкую консистенцию, отмечено незначительное выделение сыворотки.

Обобщая вышеизложенные результаты проведенных исследований, можно сказать, что совместное использование арабиногалактана и лактулозы при производстве йогурта на основе закваски стартовых культур *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* дает следующие преимущества: сокращение время сквашивания у образцов, повышение выживаемости заквасочной микрофлоры при длительном хранении, улучшение консистенции сгустка, возможность расширения ассортимента продуктов обладающих полезными для здоровья свойствами и пользующихся повышенным спросом.

Рациональное содержание функциональных компонентов в смеси по всем показателям составило по 1% арабиногалактана и лактулозы. Внесение функциональных компонентов в более высоких концентрациях экономически не выгодно.

Литература

1. 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.
2. Уточкина Е. А. Исследование и разработка технологии кисломолочного продукта, обогащенного арабиногалактаном / Е. А. Уточкина, Е. И. Решетник // Дисс. канд. техн. наук., 2011.- 188 с.
3. 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. – 786 с.
4. Рябцева С.А. Лактулоза в кисломолочных продуктах: новые разработки / С. А. Рябцева, М. А. Брачихина // Переработка молока: технология, оборудование, продукция: отраслевой специализированный журнал. - 2012. - N 10. - С. 56-58.

References

1. Medvedeva E.N. Arabinogalaktan listvennicy - svojstva i perspektivy ispol'zovanija (obzor) / E.N. Medvedeva, V.A. Babkin, L.A. Ostrouhova // Himija rastitel'nogo syr'ja. - 2003. - № 1. - S. 27 - 37.
2. Utochkina E. A. Issledovanie i razrabotka tehnologii kislomolochnogo produkta, obogashhennogo arabinogalaktanom / E. A. Utochkina, E. I. Reshetnik // Diss. kand. tehn. nauk., 2011.- 188 s.
3. Sinel'nikov B. M. Laktoza i ee proizvodnye / B. M. Sinel'nikov, A. G. Hramcov, I. A. Evdokimov, S. A. Rjabceva, A. V. Serov, nauch. red. akad. RASHN A.G. Hramcov – SPb.: Professija, 2007. – 786 s.
4. Rjabceva S.A. Laktuloza v kislomolochnyh produktah: novye razrabotki / S. A. Rjabceva, M. A. Bracihina // Pererabotka moloka: tehnologija, oborudovanie, produkcija: otraslevoj specializirovannyj zhurnal. - 2012. - N 10. - S. 56-58.