

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕБИОТИКОВ НА РОСТ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ

**Study of the influence of various prebiotics  
on the growth of probiotic microorganisms**

**В. А. Баландина**, магистрант

**А. О. Галушко**, студент

Южно-Уральский государственный университет

(Челябинск, пр. Ленина, 76)

*Рецензент:* А. В. Степанов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

### **Аннотация**

Современный образ жизни и питания, характеризующийся высоким потреблением быстрых углеводов и жиров, может привести к различным заболеваниям, таким как ожирение, сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания и др. Пребиотики, в том числе пищевые волокна, являются необходимыми для нормальной работы организма, они способствуют улучшению пищеварения, снижению уровня холестерина и сахара в крови, а также предотвращению различных заболеваний. Пробиотические микроорганизмы играют важную роль в здоровье кишечника и иммунной системы человека. Изучение влияния пребиотиков на их рост может привести к разработке продуктов, способствующих улучшению состояния желудочно-кишечного тракта. Кисломолочные напитки, обогащенные пребиотиками, могут стать полезным и вкусным продуктом для людей, которые следят за своим здоровьем и питанием.

**Ключевые слова:** пищевые волокна, пробиотические микроорганизмы, инулин, лактулоза, кисломолочный продукт.

### **Summary**

Modern lifestyle and nutrition, characterized by high consumption of fast carbohydrates and fats, can lead to various diseases, such as obesity, diabetes, cardiovascular diseases, etc. Prebiotics, including dietary fiber, are necessary for the normal functioning of the body; they help improve digestion, reduce cholesterol and blood sugar levels, and prevent various diseases. Probiotic microorganisms play an important role in the health of the human gut and immune system. Studying the effect of prebiotics on their growth may lead to the development of products that help improve the health of the gastrointestinal tract. Fermented milk drinks enriched with prebiotics can be a healthy and tasty product for people who care about their health and nutrition.

**Keywords:** dietary fiber, probiotic microorganisms, inulin, lactulose, fermented milk product.

Многие исследователи уделяют внимание разработкам кисломолочных продуктов с введением растительного сырья как источника пищевых волокон, некоторые представители которых являются пребиотиками. Присутствие данного функционального ингредиента необходимо в питании современного человека, однако отмечено их недостаточное поступление с традиционными продуктами питания [1]. В связи с этим актуальны разработки обогащенных пищевыми волокнами продуктов питания. В то же время пищевые волокна могут влиять на протекание технологического процесса определенных видов продукции, например, кисломолочных напитков.

Проведение обзора литературы показало разнообразие разработок кисломолочных напитков с добавлением растительного сырья. Например, изучено влияние растительных компонентов на процесс сквашивания, органолептические, физико-химические и микробиологические показатели кисломолочного продукта, изготовленного на основе молока с жирностью 1,5%, сквашенного закваской с бактериями *Streptococcus thermophilus*, бактериями р.р. *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. В качестве дополнительных компонентов использовано фруктовое-овощное пюре: яблочное, кабачковое и тыквенное; мука трех видов: миндальная, кукурузная и рисовая. Данные добавки были выбраны из-за наличия полезных свойств. Тыква, яблоки и кабачки богаты клетчаткой, влияющей на моторику и секреторную деятельность кишечника. Участвуют в связывании и выведении из организма тяжелых и радиоактивных металлов [2].

Изучено влияние различных пищевых волокон на рост культуры в молочной среде. Для исследования использовали молоко с массовой долей жира 1,5% и стартовую культуру *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*. В качестве добавки были взяты гречневая мука и лигнин. Гречневая мука содержит в своем составе колоссальное количество пищевых волокон, которые улучшают моторику кишечника, нормализуют процесс пищеварения. Лигнин гидролизный был выбран в качестве антипода гречи для проверки теории об иммобилизации молочнокислых бактерий. Ферментация с гречневой мукой проходила быстрее. Результаты исследований показали, что снижение активной кислотности в молоке с добавлением 5% гречневой муки было более заметно, чем в образцах с 5% лигнина и в контрольном образце, что в итоге сказалось на скорости образования сгустка. Внесение в молоко источников пищевых волокон повышает электропроводность среды – это свидетельствует о повышении метаболической активности стартовой культуры [3].

В процессе культивирования бактерий в молочной среде при внесении ферментированных пищевых волокон отрубей происходит изменение значения pH среды. В течение культивирования наблюдалось увеличение скорости кислотообразования и снижение показателя pH среды по сравнению с начальным их значением и соответственно увеличением образования сгустка, что подтверждает пребиотические свойства концентратов пищевых волокон [4].

Результаты других исследований показали, что внесение пищевых волокон из гороха практически исключает синерезис. Внесение дозы гороховых пищевых волокон более 0,7% приводило к получению излишне плотной консистенции, а вкус и запах становились слабо выражены. Авторы связывают это с угнетением процесса кислотообразования из-за накопления продуктов обмена микроорганизмов. В количестве 0,7% пищевые волокна показали наиболее высокие показатели роста микрофлоры, а также физико-химические и органолептические свойства [5].

Исследовано применение бамбуковых и яблочных волокон функционального назначения в количестве 0,1–1,5% в рецептуре йогуртов, изготовленных термостатным способом на основе коровьего молока. По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям был отобран йогурт с добавлением бамбуковых волокон в концентрации 0,3%. В образце данного йогурта по сравнению с контрольным образцом (коровье молоко без волокон) массовая доля сахара незначительно выше (на 0,1 %), массовая доля сухих веществ не отличается от контроля, а кислотность – меньше на 2,5 %. Количество молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* в образце с добавлением бамбуковых волокон в концентрации 0,3 % меньше по сравнению с контролем, но находится в пределах нормы для данного продукта. В ходе определения пищевой и энергетической ценности были отмечены незначительные изменения основных нутриентов в опытном образце йогурта по сравнению с исходным сырьем

и контролем, вызвавшие незначительное понижение калорийности (на 7,49 и 3,61 % соответственно) [6].

Установлено, что введение цитрусового волокна в нормализованные смеси в количестве 0,7–1 % от массы незначительно интенсифицирует процесс сквашивания. При концентрации свыше 1 % замедляется процесс развития молочнокислой микрофлоры, а полученные сгустки теряют плотность и приобретают неоднородную тянущую консистенцию. В образцах, содержащих до 1 % волокна, отделения сыворотки не происходило, наблюдалось увеличение плотности и однородности консистенции полученных сгустков, которые имели более выраженный сливочный вкус в сравнении с контролем [7].

Исследование влияния различных пребиотиков, в том числе растворимых пищевых волокон, на рост пробиотических микроорганизмов имеет перспективы для создания новых продуктов, способствующих здоровому пищеварению и иммунной системе, что делает эту тему весьма актуальной в контексте современных потребностей.

**Целью** исследовательской работы является изучение влияния различных пребиотиков на интенсивность роста пробиотических микроорганизмов.

**Объектами исследования** являются молоко-сырье и готовые образцы йогурта, обогащенного пребиотиками, а именно инулином и лактулозой

Для молока-сырья были определены показатели кислотности методом титрования; количество белка – методом формольного титрования, плотность – ареометрическим методом.

Образцы йогурта изготовили по традиционной технологии термостатным способом с внесением различных количеств пребиотиков.

У готовых образцов органолептические показатели установили описательным методом. Физико-химические показатели определили экспериментально: кислотность – методом титрования, синерезис – методом центрифугирования. Для оценки состава микрофлоры были приготовлены фиксированные окрашенные препараты для микроскопии.

#### **Результаты исследований**

Результаты экспериментальных данных физико-химических показателей молока 2,5% жирностью представлены в таблице 1 в соответствии с ГОСТ 31450-2013 «Молоко питьевое. Технические условия».

*Таблица 1*

#### **Результаты исследования молока-сырья**

Наименование показателя	Результат	
	ГОСТ 31450-2013 «Молоко питьевое. Технические условия»	Исследуемое молоко 2,5% жирности
Кислотность, °Т, не более	21	19
Массовая доля белка, %, не менее	3,0	4,7
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	1028	1030

Исследуемое молоко-сырье по исследуемым показателям соответствует требованиям ГОСТ 31450-2013 и может быть использовано при изготовлении йогурта.

Исходя из литературных данных была выбрана рецептура с добавлением инулина и лактулозы в разных соотношениях, исходя из рекомендаций, указанных на упаковке препаратов. Сводная таблица рецептур представлена в таблице 2.

На рисунке 1 показана технологическая схема с описанием процесса изготовления йогурта по выбранным рецептурам.

Таблица 2

Сводная таблица рецептур йогурта

Компоненты	Рецептура 1, г	Рецептура 2, г	Рецептура 3, г	Рецептура 4, г
Молоко	100	100	100	100
Закваска «Пробиотик 25»	0,4	0,4	0,4	0,4
Инулин/лактоулоза	0/0	0,5/0,5	0,75/1	1/1,5

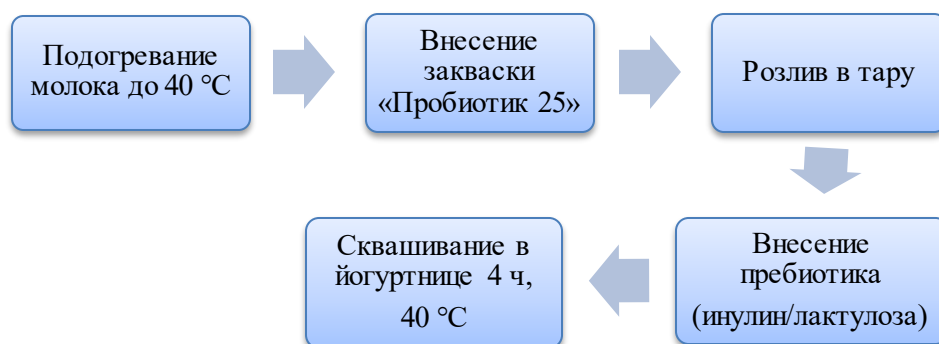


Рис. 1. Технологическая схема изготовления йогурта

В лабораторных условиях получили образцы йогуртов, с добавлением инулина и лактулозы, представленных на рисунках 2 и 3 соответственно.

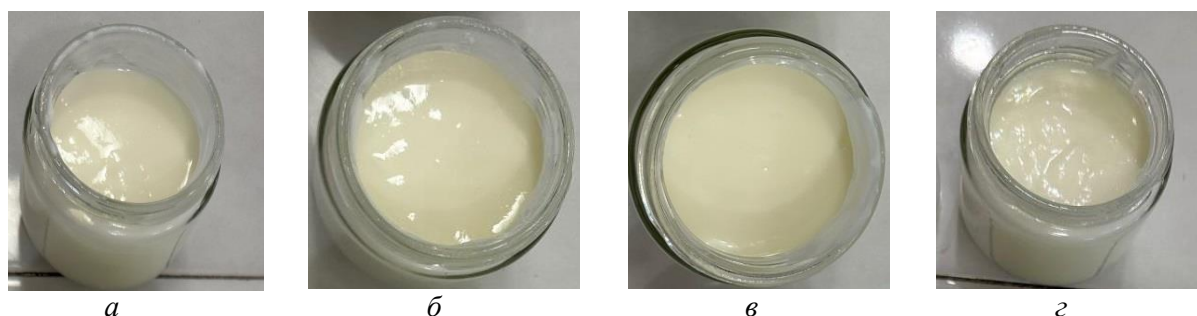


Рис. 2. Готовые образцы йогурта (а – образец 1 (без инулина); б – образец 2 (0,5% инулина); в – образец 3 (0,75% инулина); г – образец 4 (1% инулина))



Рис. 3. Готовые образцы йогурта (а – образец 1 (без лактулозы); б – образец 2 (0,5% лактулозы); в – образец 3 (1% лактулозы); г – образец 4 (1,5% лактулозы))

б – образец 2 (0,5% лактулозы); в – образец 3 (1% лактулозы); г – образец 4 (1,5% лактулозы))

На рисунках 4 и 5 представлены результаты микроскопии готовых образцов йогуртов, обогащенных инулином и лактулозой, соответственно, где наблюдалось большое количество стрептококков в образцах с пребиотиками.

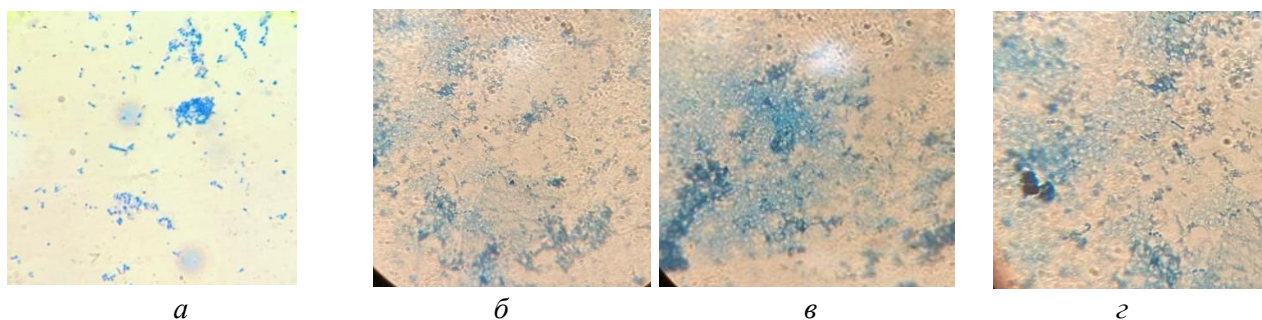


Рис. 4. Результаты микроскопии образцов йогурта (а – образец 1 (без инулина); б – образец 2 (0,5% инулина); в – образец 3 (0,75% инулина); г – образец 4 (1% инулина))

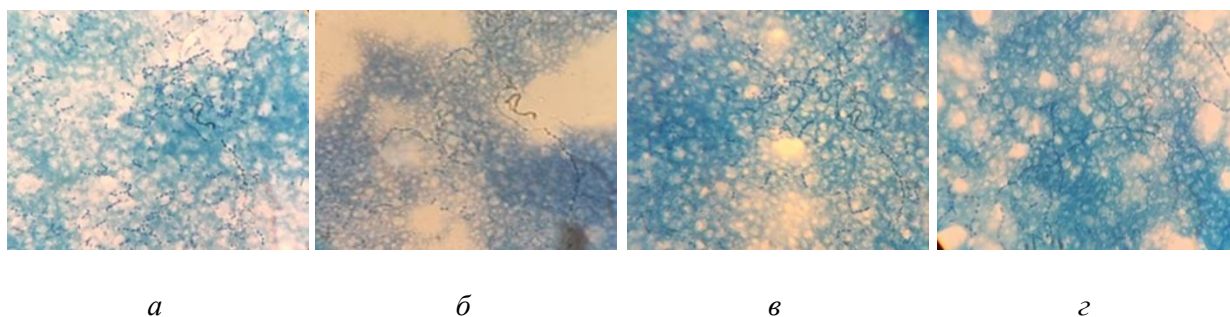


Рис. 5. Микроскопия образцов йогурта (а – образец 1 (без лактулозы); б – образец 2 (0,5% лактулозы); в – образец 3 (1% лактулозы); г – образец 4 (1,5% лактулозы))

На рисунке 6 представлены результаты изменения кислотности в процессе ферментации в готовых образцах йогурта с добавлением инулина и лактулозы соответственно. По результатам изменений кислотности, видно, что образцы с пребиотиками сквасились быстрее, чем контрольные образцы.

На рисунке 7 представлены результаты отделения сыворотки – синерезис в готовых образцах йогурта с добавлением инулина и лактулозы соответственно. По результатам определения синерезиса, видно, что образец №2 с инулином и образец №2 с лактулозой лучше всего удерживают влагу.

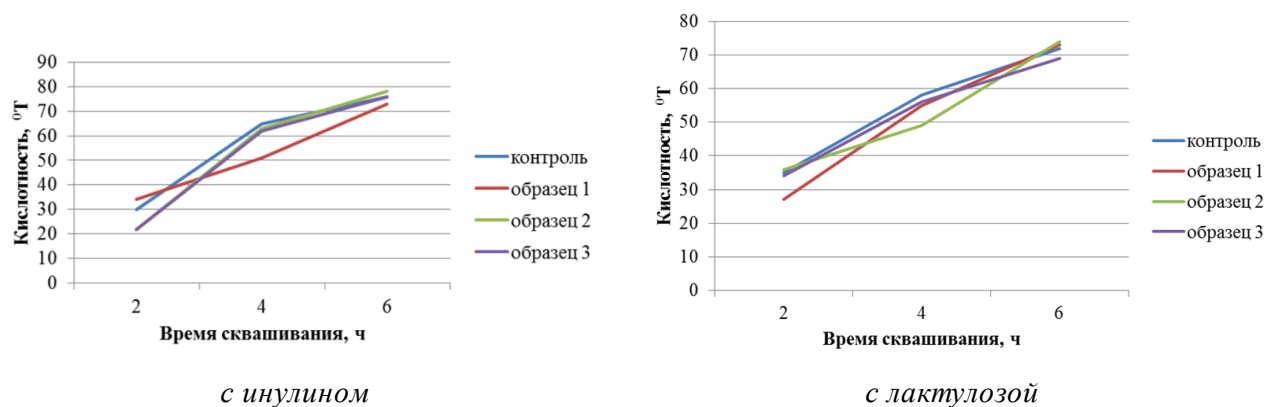


Рис. 6. Изменение кислотности в процессе сквашивания йогурта

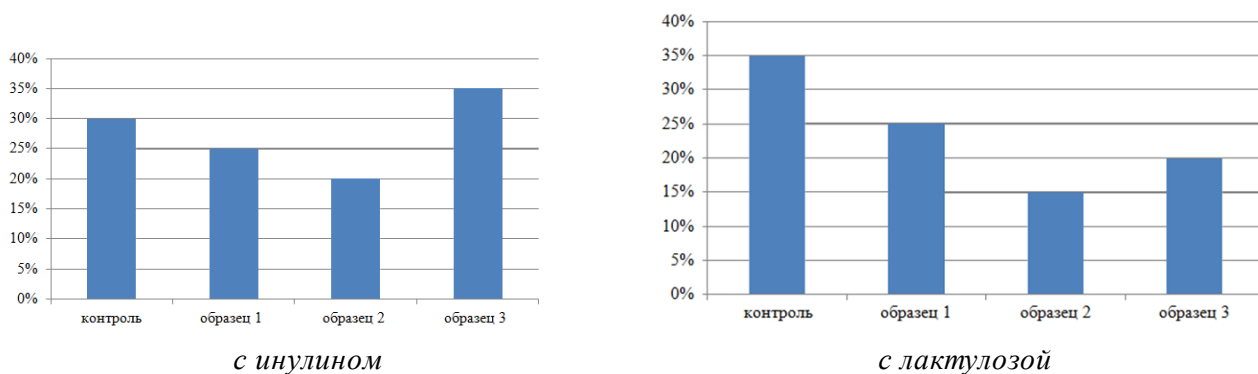


Рис. 7. Результаты синерезиса в образцах йогурта

### Выводы

Результаты исследований показали влияние пребиотиков на рост пробиотических микроорганизмов. При микроскопии препаратов наблюдается активный рост молочнокислых бактерий. Также установлено положительное влияние на физико-химические свойства готового продукта – образцы йогурта, обогащенные пребиотиками, лучше удерживают сыворотку, чем контрольные образцы.

### Библиографический список

1. Меренкова С. П., Зинина О. В., Неверова О. П. Технологические аспекты применения продуктов переработки семян конопли в рецептуре обогащенных кексов // Аграрный вестник Урала. 2022. Спецвыпуск «Биология и биотехнологии». С. 21-32. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-229-14-21-32.
2. Губанов Д. Х. Ферментация молока кисломолочными бактериями / Д. Х. Губанов, В. М. Гематдинова // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Башкирского государственного аграрного университета (в рамках XXX международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2020»), Уфа, 17–20 марта 2020 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2020. С. 154-158.
3. Скобелева И. И. Исследование влияния пищевых волокон на рост стартовых культур в молочной среде / И. И. Скобелева, Л. В. Красникова, Л. В. Красникова // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО: материалы XLVI научной и учебно-методической конференции, Санкт-Петербург, 31 января – 03 2017 года. Т. 1. СПб.: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2017. С. 264-266.
4. Лунева О. Н. Обоснование использования растительного сырья в разработке рецептур кисломолочного напитка функционального назначения / Продукты питания. Новые технологии: сборник научных статей. Орёл: Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, 2022. С. 124-139.
5. Капрельянц Л. В. Ферментированные пищевые волокна отрубей – стимулятор роста пробиотических культур / Л. В. Капрельянц, Е. Д. Журлова // Зерновые продукты и комбикорма. 2015. Т. 1. № 4 (60). С. 24-28.
6. Ухина Е. Ю. Пищевые волокна в технологии молочных продуктов // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции: материалы I-

й международной конференции по ветеринарно-санитарной экспертизе, Воронеж, 26–27 ноября 2015 года / Воронежский государственный аграрный университет; Редколлегия: А. В. Аристов, П. А. Паршин, А. В. Востроилов, И. А. Глотова, Д. А. Саврасов, О. М. Мармурова, С. Н. Семенов, И. Д. Шелякин. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. С. 359-362.

7. *Рысмухамбетова Г. Е., Ушакова Ю. В., Белоглазова К. Е.* Влияние пищевых волокон на качество йогуртов // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2022. № 3. С. 231-238.

8. *Грунская В. А.* Разработка технологии обогащенных кисломолочных напитков с использованием СОМ / В. А. Грунская, Я. В. Корзюк // Молочно-хозяйственный вестник. 2011. № 2. С. 28-32.