

А.Г. Хантургаев, канд. техн. наук, доц., e-mail: aavn@mail.ru
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, г. Улан-Удэ

УДК 664.641.112

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БИФИДОБАКТЕРИЙ В МОЛОКЕ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ КЕДРОВОГО ШРОТА

Установлено, что добавление кедрового шрота повышает биохимическую активность бифидобактерий и сокращает продолжительность сквашивания молока. Изменяя дозу кедрового шрота, можно получить сгустки с определенными структурно-механическими и синергическими свойствами.

Ключевые слова: кедровый шрот, бифидобактерии, сквашивание молока, пробиотические кисломолочные продукты.

A.G. Khanturgaev, Cand. Sc. Engineering, Assoc. Prof.

BIFIDOBACTERIA CULTIVATION IN MILK WITH CEDAR OILCAKE

It is found out, that addition of cedar oilcake raises the bifidobacteria biochemical activity and reduces duration of the milk ripening. Changing a portion of the cedar oilcake, it is possible to receive clots with certain structure, mechanical and synergetic properties.

Key words: cedar oilcake, bifidobacteria, milk ripening, probiotic sour-milk products.

Современный период развития человечества характеризуется увеличением числа заболеваний, связанных с нарушением питания. Проблема усугубляется также наблюдающимся дефицитом в рационе питания россиян биологически активных компонентов, пищевых волокон, белка, ненасыщенных жирных кислот и минеральных веществ. В условиях все возрастающей интенсификации техногенного воздействия цивилизации происходят значительные микрoэкологические нарушения в человеческом организме, имеющие серьезные последствия как для отдельных индивидуумов, так и в обществе в целом.

В связи с этим в последние годы во всем мире получило широкое признание развитие нового направления в пищевой промышленности, так называемое функциональное питание, под которым подразумевается использование таких продуктов естественного происхождения, которые при систематическом употреблении оказывают позитивное действие на организм человека [1].

В решении проблемы обеспечения населения функциональными продуктами питания ведущая роль принадлежит молочной промышленности. Сочетание молочного и растительного сырья обеспечивает возможность взаимного обогащения входящих в состав этих продуктов ингредиентов по одному или нескольким эссенциальным факторам и позволяет создавать продукты сбалансированного состава, повышенной пищевой и биологической ценности, расширять ассортимент молочных продуктов и придавать им функциональные свойства.

Одним из уникальных и безопасных видов сырья для получения пищевых продуктов и добавок функционального питания являются семена кедра сибирского, произрастающего в таежных зонах, отдаленных от влияния пылегазовых выбросов промышленных предприятий, на почвах, не обрабатываемых химическими удобрениями, пестицидами и гербицидами. Ядра кедровых орехов богаты содержанием эссенциальных жирных кислот, белков, легкоусвояемых сахаров, клетчатки, витаминов, минеральных веществ [2]. Продуктами переработки ядра традиционно являются растительное масло и жмых, содержащие необходимые организму биологически активные вещества [3].

Кроме того, при создании функциональных продуктов особая роль принадлежит бифидобактериям, которые восстанавливают микроэкологию человека. Особенно эффективно применение бифидобактерий с пищевыми продуктами, содержащими так называемые бифидогенные факторы, стимулирующие рост и развитие бифидобактерий в желудочно-кишечном тракте.

В связи с этим одним из перспективных направлений создания продуктов функционального питания является использование кедрового шрота при производстве бифидосодержащих молочных продуктов, что позволит создать пробиотические продукты, содержащие пробиотические вещества, сочетающие полезные свойства шрота и бифидобактерий.

Учитывая высокое содержание полисахаридов и олигосахаридов в кедровом шроте, мы исследовали возможность использования кедрового шрота в качестве пребиотика при производстве бифидосодержащих молочных продуктов.

Известно, что пребиотики – это неусвояемые компоненты пищи, способные благоприятно влиять на здоровье человека путем селективной стимуляции роста и активности одного или нескольких родов полезных бактерий толстого кишечника. Использование природных пребиотиков позволит, согласно прогностической модели нового поколения продуктов питания, культивировать полезные бактерии за счет внесения стимуляторов их роста в различных продуктах питания [4]. Пребиотики можно назвать стимуляторами, или промоторами, пробиотиков, в частности бифидобактерий.

Кроме того, биологическая обработка шрота позволит повысить усвояемость белков, подвергнутых воздействию денатурирующих факторов, и минеральных веществ.

В данной работе использовали кедровый шрот – белково-углеводный остаток, полученный в результате извлечения кедрового масла из очищенных от скорлупы ядер кедровых орехов СВЧ-экстракцией этиловым спиртом по разработанному авторами способу [5]. Остатки растворителя удалялись из шрота также с помощью СВЧ-нагрева. Химический состав кедрового шрота представлен в таблице 1.

Таблица 1
Химический состав кедрового шрота

Наименование показателя	Массовая доля, в % на сухое вещество
Жиры	0,6
Белки	47,1
Углеводы, в том числе	45,4
крахмал	14,5
клетчатка	5,1
декстрины	4,1
пентозаны	2,3
сахароза	11,3
рафиноза	7,6
глюкоза	0,2
фруктоза	0,3
Зола	5,2
Прочие вещества	1,7

Применение СВЧ-нагрева, обладающего стерилизующим эффектом, в процессе получения кедрового шрота позволяет избежать дополнительных операций по его стерилизации или пастеризации, необходимых для культивирования бифидобактерий. Результаты исследований [6, 7] показали, что под воздействием электромагнитного поля СВЧ происходит полное освобождение объектов от вредной микрофлоры. Стерилизующий эффект СВЧ-электромагнитных колебаний заключается в избирательном нагреве патогенных микроорганизмов, являющихся влажными диэлектриками. Возбудители болезней при СВЧ-воздействии погибают вследствие высокой скорости нарастания их температуры. В результате воздействия микроволн значительно улучшаются микробиологические показатели. Ре-

зультаты микробиологического анализа исследуемого кедрового шрота представлены в таблице 2. Полученные данные не превышают допустимых норм, установленных санитарными правилами и нормами и подтверждают стерилизующий эффект применяемой технологии.

Таблица 2

Микробиологические показатели кедрового шрота

Наименование показателя	Значение показателей по СанПиН 2.3.2.1078-01	Кедровый шрот
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^2$
БГКП (колиформы)	не допускаются в 0,1 г.	не обнаружены
Патогенные, в том числе сальмонеллы	не допускаются в 25 г.	не обнаружены
<i>S. aureus</i>	не допускаются в 0,1 г.	не обнаружены
Сульфитредуцирующие клостридии	не допускаются в 0,1 г.	не обнаружены
Дрожжи, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^2$	< 1,0
Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^2$	< 1,0

Ранее было установлено [8], что увлажненный кедровый шрот является хорошей питательной средой для бифидобактерий. В связи с этим была изучена возможность использования кедрового шрота, полученного по разработанной технологии, при производстве бифидосодержащего кисломолочного продукта.

Для приготовления кисломолочного продукта молоко нормализовали до массовой доли жира 2,5%, пастеризовали при температуре 90-92 °С с выдержкой 2-3 мин, охлаждали до температуры заквашивания 37 °С. Затем вносили различные дозы кедрового шрота, предварительно растворенного в пастеризованном и охлажденном до 60-65 °С молоке, вносили 5 % закваски бифидобактерий и оставляли для сквашивания. Контролем служил образец, приготовленный без внесения шрота.

Результаты исследований, представленные в таблице 3, показывают что с увеличением дозы кедрового шрота кислотообразующая способность бифидобактерий повышается.

При количественном учете бифидобактерий обнаружено, что при всех дозах шрота в конце ферментации количество жизнеспособных клеток бифидобактерий составляет 10^{10} КОЕ в 1 см^3 .

Таблица 3

Влияние дозы вносимого шрота на биохимическую активность бифидобактерий

Доза шрота, %	Титруемая кислотность, °Т			Количество клеток бифидобактерий, КОЕ в 1 см^3	
	Продолжительность сквашивания, ч				
	2	4	5	2	4
2	40	51	56	$3 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^{10}$
3	43	55	59	$4 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^{10}$
4	47	66	-	$8 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^{10}$
5	48	69	-	$10 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^{10}$

Для уточнения технологических параметров получения кисломолочного продукта изучали влияние кедрового шрота на продолжительность сквашивания молока.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что внесение кедрового шрота сокращает продолжительность сквашивания на 4 ч. Титруемая кислотность сгустка опытного образца через 4 ч культивирования составляет 57 °Т (рис. 1). Активная кислотность (рН) изменялась в соответствии с титруемой и в конце сквашивания составила 4,8-4,95.

Необходимо отметить более интенсивный рост бифидобактерий в молоке с внесением шрота. Количество жизнеспособных клеток бифидобактерий в опытном образце через 4 ч культивирования составляет 10^{10} в 1 см^3 , тогда как в контрольном через 8 ч достигает 10^9 в 1 см^3 (рис. 2.)

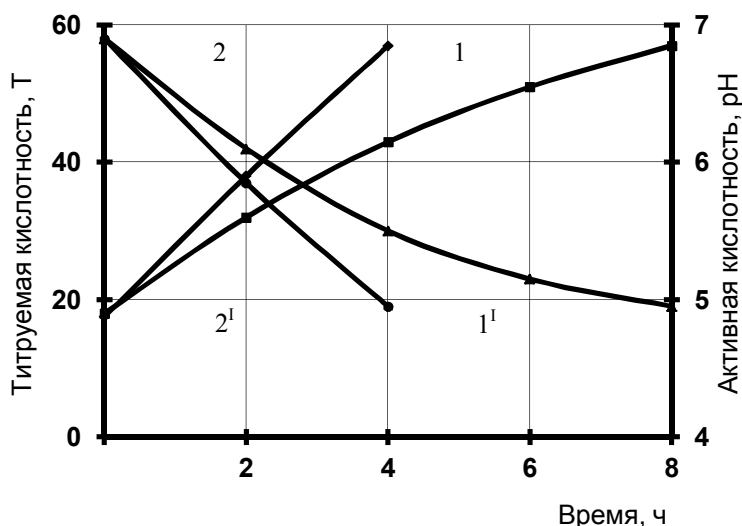


Рис. 1. Влияние кедрового шрота на процесс сквашивания молока бифидобактериями
1 : 1¹ – контроль, без шрота; 2 : 2¹ – 3 % шрота

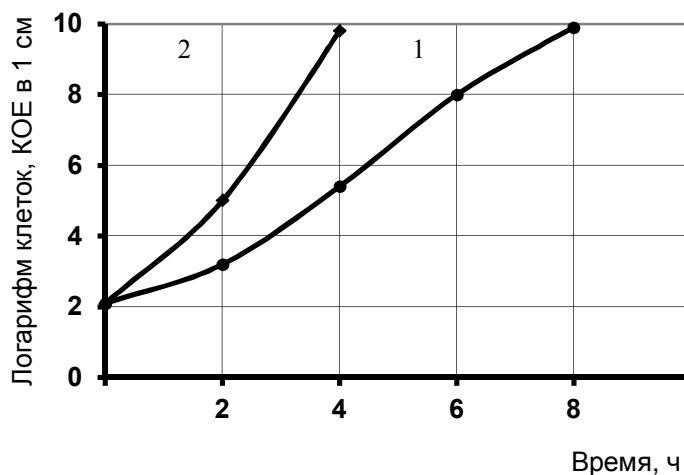


Рис. 2. Влияние кедрового шрота на рост бифидобактерий:
1 – контроль (без шрота); 2 – 3 % шрота

Это свидетельствует о том, что кедровый шрот обладает бифидогенными свойствами и является высокоэффективным стимулятором роста бифидобактерий.

Важным показателем качества кисломолочного продукта является его консистенция. Основная цель технологического процесса производства кисломолочного продукта – получение прочного, эластичного сгустка, способного удерживать влагу.

Многочисленными исследованиями, основанными на изучении изменения вязкости, оптической плотности молока и других показателей, было доказано, что при постепенном понижении рН молока и приближении его к изоэлектрической точке происходит формирование единой пространственной сетки молочного сгустка, в петли которой захватывается дисперсионная среда с шариками жира и другими составными частями молока. Согласно теории Я.И. Френкеля, причина увеличения вязкости раствора заключается в уменьшении подвижности молекул воды вследствие их взаимодействия с растворенными веществами и образования агрегатов, имеющих низкую подвижность. С этой точки зрения, причиной повышения вязкости молока с повышением титруемой кислотности является образование прочных белковых структур. Молочная кислота, накапливающаяся в результате деятельно-

сти бифидобактерий, способствует повышению стойкости продуктов и влияет на физические свойства образовавшегося сгустка.

Характер сгустков кисломолочных продуктов различный и зависит от многих факторов. В связи с этим представляет интерес исследование влияния кедрового шрота на процесс формирования структуры сгустка.

Согласно данным П.А. Ребиндера, при структурообразовании дисперсных систем могут образоваться два типа пространственных структур – коагуляционные (тиксотропно-обратимые) и конденсационные (необратимо разрушающиеся).

Структурированные системы, возникающие в молоке при выработке кисломолочных продуктов как структуры смешанного типа, должны содержать необратимо-разрушающиеся и тиксотропно-обратимые связи. Данные по изменению эффективной вязкости кисломолочного продукта в зависимости от дозы кедрового шрота представлены в таблице 4.

Анализ данных свидетельствует о тесной взаимосвязи между дозой шрота и вязкостью кисломолочного продукта. Решающее влияние на формирование структуры оказывают высокомолекулярные полисахариды и олигосахариды шрота, которые обладают высокой влаговсвязывающей способностью и повышают вязкость сгустков.

Таблица 4

Влияние дозы шрота на эффективную вязкость кисломолочного продукта

Доза шрота, %	Эффективная вязкость, Па*с*10 ³		
	h _н	h _р	h _в
0	78,4	7,5	10,1
2	93,5	41,3	63,1
3	115,9	65,5	84,3
4	129,8	95,7	111,9
5	137,6	99,3	121,2

h_н – эффективная вязкость неразрушенной структуры;

h_р – эффективная вязкость разрушенной структуры;

h_в – эффективная вязкость восстановленной структуры.

Данные, представленные в таблице 4, показывают, что во время формирования сгустка при выработке кисломолочного продукта без добавления шрота образуются в основном необратимо-разрушающиеся связи. Тиксотропно-обратимых связей в ней мало. С повышением дозы шрота в кисломолочном продукте наблюдается меньшая потеря вязкости при разрушении структуры и увеличение тиксотропно-обратимых связей по сравнению с контролем.

Внесение различных доз шрота также способствует снижению степени и скорости отделения сыворотки (рис. 3).

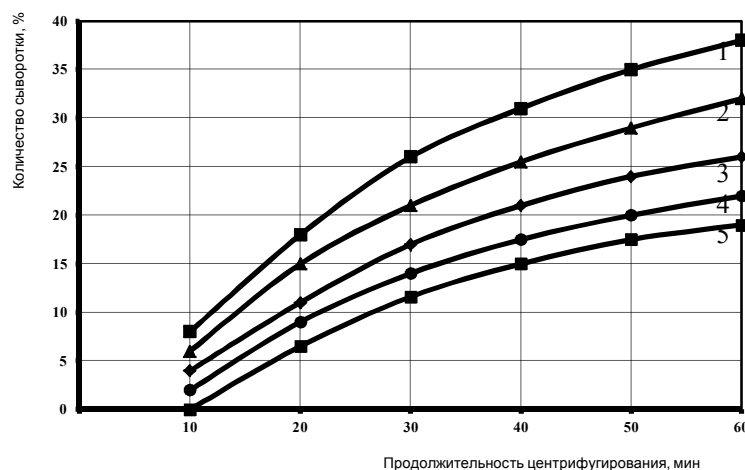


Рис. 3. Изменение степени и скорости отделения сыворотки с различными дозами кедрового шрота: 1 – без шрота; 2 – 2%; 3 – 3%; 4 – 4%; 5 – 5% шрота

Снижение степени синерезиса можно объяснить высокой влагоудерживающей способностью составных частей шрота: белков, крахмала, олигосахаридов.

Таким образом, установлено, что кедровый шрот обладает бифидогенными свойствами и является высокоэффективным стимулятором роста бифидобактерий. Добавление кедрового шрота повышает биохимическую активность бифидобактерий и сокращает продолжительность сквашивания молока. Изменяя дозу кедрового шрота, можно получить сгустки с определенными структурно-механическими и синергетическими свойствами. Полученные данные будут полезны при разработке технологии получения кисломолочного продукта, обогащенного кедровым шротом.

Библиография

1. Кочеткова А.А., Колеснов А.Ю., Тужилкин В.И. и др. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты // Пищевая промышленность. – 1999. – № 4. – С. 7–10.
2. Субботина М.А. Биохимический состав и технологические свойства семян сосны сибирской. – Кемерово, 2005. – 140 с.
3. Егорова Е.Ю., Баташова Н.В., Бочкарёв М.С. Биологическая ценность и функционально-технологические свойства жмыха ядра кедрового ореха // Масложировая промышленность. – 2007. – № 6. – С. 41–44.
4. Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопросы питания. – 1999. – № 2. – С. 32–35.
5. Хантургаев А.Г., Бадмацыренов Б.В., Ширеторова В.Г. и др. Кинетика извлечения кедрового масла спиртом этиловым в электромагнитном поле СВЧ // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 1. – С. 67–69.
6. Толмачева Т.А. Влияние СВЧ-поля на микрофлору и качественные показатели сухофруктов: дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2004.
7. Рогов И.А., Некрутман С.В., Папкова В.Б. и др. Влияние режимов СВЧ-термообработки на микроорганизмы // Мясная индустрия. – 1982. – № 4. – С. 35–36.
8. Хантургаев А.Г., Хамагаева И.С., Ширеторова В.Г. Исследование процесса ферментации кедрового шрота бифидобактериями // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 10. – С. 60–63.

Bibliography

1. Kochetkova A.A., Kolesnov A.Yu., Tuzhilkin V.I. et al. Modern theory of positive nutrition and functional food. // Pishchevaya promyshlennost'. – 1999. – N 4. – P. 7–10.
2. Subbotina M.A. Biochemical composition and technological properties of Siberian pine seeds – Kemerovo, 2005. – 140 p.
3. Egorova E.Yu., Batashova N.V., Bochkarev M.S. Biological value and functional-technological properties of cake from cedar nut kernel // Maslozhirovaya promyshlennost. – 2007. – N 6. – P. 41–44.
4. Sheveleva S.A. Probiotics, prebiotics and probiotic food. Modern status of the question // Voprosy pitaniya. – 1999. – N 2. – P. 32–35.
5. Khanturgaev A.G., Badmatsyrenov B.V., Shiretorova V.G. et al. Kinetics of cedar oil extraction by ethanol in the microwave area // News of Institutes of higher education. Food technology. – 2007. – N 1. – P. 67–69.
6. Tolmachova T.A. Influence of microwave on the microflora and quality parameters of dried fruits: Diss. ... Cand. Sc. Biol. – Krasnoyarsk, 2004. – 150 p.
7. Rogov I.A., Nekrutman S.V., Papkova V.B. et al. Influence of microwave heat treatment conditions on microorganism // Myasnaya industriya. – 1982. – N 4. – P. 35–36.
8. Khanturgaev A.G., Khamagaeva I.S., Shiretorova V.G. Investigation of fermentation process of the cedar protein residue by bifidobacteria // Storage and processing of farm products. – 2011. – N 10. – P. 60–63.