

*Т.Л. Шуляк, к.т.н., доцент, Т.И. Шингарева, к.т.н., доцент, Д.Н. Якимчук
Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Могилев, Республика Беларусь*

ОБОГАЩЕНИЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЭКСТРАКТОМ СЕМЯН БЕЛОГО ЛЬНА

*T. Shulyak, T. Shingareva, D. Yakimchuk
Belarusian state university of food and chemical technologies, Mogilev, Republic of Belarus*

ENRICHMENT OF FERROUS MILK PRODUCTS WITH WHITE FLAX SEED EXTRACT

e-mail: tatiana.shul@bk.ru, t-shingareva@mail.ru, daria.yakimchuk@gmail.com

В статье приведены данные по обогащению экстрактом семян белого льна традиционных кисломолочных продуктов. Изучено влияние растительной добавки на органолептические показатели, химический состав, физико-химические свойства кефира, ряженки, простокваши, йогурта без наполнителя и йогурта с наполнителем «Вишня», а также на их хранимоспособность на примере ряженки.

The article presents data on the enrichment of traditional fermented milk products with white flax seed extract. The influence of the herbal supplement on the organoleptic characteristics, chemical composition, physicochemical properties of kefir, fermented baked milk, curdled milk, yogurt without filler and yogurt with Cherry filler, as well as on their storage capacity was studied using the example of fermented baked milk.

Ключевые слова: семена льна; экстракт; кисломолочные продукты; показатели качества.

Keywords: starter culture; cheese; active acidity; qualitative characteristics.

Введение. Перспективным функциональным растительным сырьем в молочной промышленности являются семена льна, которые характеризуются наличием таких полезных веществ, как эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты с преобладающим содержанием линолевой кислоты, белки с полноценным аминокислотным составом, витамины, минеральные вещества, пищевые волокна, основу которых составляют полисахариды льняной слизи. Семена льна используются в медицине для профилактики сахарного диабета, лечения сердечно-сосудистых, желудочно-кишечных, легочных и других заболеваний. Семена льна богаты лигнанами – фитоэстрогенами, которые снижают риск возникновения рака [1, 2]. На сегодняшний день на рынке представлены два вида семян льна: белые и коричневые. Анализ литературных источников показал, что в производстве продуктов питания предпочтительнее использовать семена белого льна, которые обладают более приятным вкусом и содержат больше биологически активных веществ, нацеленных на сохранение здоровья (лигнанов, полифенолов, антиоксидантов повышенной активности и др.) [3].

Одним из направлений переработки семян льна является получение гидроколлоидов. Гидроколлоиды семян льна представляют собой полисахариды, сосредоточенные в льняной слизи, которая покрывает семена льна и придает им блеск. Гидроколлоиды семян льна обладают хорошими вязкими, эмульгирующими и

стабилизирующими свойствами. Подобно камедям, полисахариды льняной слизи могут использоваться в пищевых технологиях в качестве загустителя, стабилизатора и влагоудерживающего агента, а также, являясь физиологически необходимым компонентом пищи, позволяют рассматривать их не только как технологическую добавку, но и биологически ценный ингредиент [4].

Все способы получения полисахаридных экстрактов (слизей) семян льна основаны на настаивании семян льна в горячей воде. В процессе экстракции происходит переход биологически активных веществ из оболочек семян льна в воду. Получаемая при этом слизь является ценным продуктом для пищевой промышленности.

В современных условиях жизни большое значение в питании человека имеют кисломолочные продукты, так как они обладают диетическими и лечебными свойствами, легко усваиваются организмом, повышают иммунитет, имеют приятный вкус и запах. Кисломолочные продукты полезны для обновления микрофлоры кишечника, рекомендуются при дисбактериозе, колитах, интоксикации солями тяжёлых металлов. Употребление кисломолочных продуктов показано при лечении антибиотиками. [5]. Кроме того, кисломолочные продукты популярны среди населения и относятся к продуктам массового потребления. В связи с этим нами проводились исследования по обогащению полисахаридным экстрактом семян белого льна традиционных кисломолочных продуктов.

Цель исследований – изучение влияния добавки экстракта семян белого льна на органолептические, физико-химические показатели кисломолочных продуктов и их хранимоспособность.

Материалы и методы исследований. Для обогащения экстрактом семян льна были выбраны следующие кисломолочные продукты:

- кефир 3,2%-ой жирности;
- ряженка 3,0%-ой жирности;
- простокваша 2,5%-ой жирности;
- йогурт 1,5%-ой жирности без наполнителя;
- йогурт 1,5%-ой жирности с наполнителем «Вишня».

Для приготовления экстракта использовали семена белого льна, ООО «Клуб «Фарм-Эко» (Республика Беларусь), ТУ ВУ 290340416.012.

Титруемую кислотность продуктов определяли титриметрическим методом по ГОСТ 3624-92, величину рН – на рН-метре марки НН 83142, массовую долю жира кислотным методом по ГОСТ 5867-90, массовую долю сухого остатка методом высушивания в сушильном шкафу по ГОСТ 3626-73. Условную вязкость кисломолочных продуктов определяли путем измерения времени истечения сгустка из пипетки объемом 10 см³ с диаметром сопла 4 мм. Микробиологические показатели кисломолочных продуктов определяли в соответствии с ГОСТ 9225-84, ГОСТ 32901-2014, ГОСТ 33566-2015. Органолептические показатели продуктов оценивали по общепринятой 5-ти балльной гедонической шкале потребительской оценки: 5 – очень нравится; 4 – нравится; 3 – приемлемо; 2 – не нравится; 1 – очень не нравится. Повторность всех измерений трехкратная.

Результаты и их обсуждение. В ранее проведенных исследованиях нами были подобраны и обоснованы рациональные параметры получения экстракта семян льна: соотношение семян льна и воды 1:15, температура экстракции 85°C, продолжительность экстракции 15 мин. Указанные параметры позволяют получить экстракт, который легко отделяется от семян и хорошо растворяется и распределяется в молочной основе [6].

При производстве кисломолочных продуктов экстракт семян льна может быть внесен как на стадии приготовления смеси перед заквашиванием, так и в готовый

сквашенный продукт. В данной работе экстракт семян льна добавляли в готовые продукты.

Свежеприготовленный и охлажденный экстракт семян белого льна вносили в кисломолочные продукты (кефир, простоквашу, ряженку, йогурт без наполнителя, йогурт с наполнителем «Вишня») в количестве 5, 10, 15, 20% от массы продукта при температуре 20°C. Затем продукты тщательно перемешивали, охлаждали до температуры 4°C и выдерживали при этой температуре в холодильнике в течение 4 ч для стабилизации структуры. Далее проводили дегустацию приготовленных образцов. Органолептические показатели продуктов определяли при температуре 20°C. В дегустации принимали участие преподаватели и студенты кафедры технологии молока и молочных продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий в количестве 9 человек. Каждый участник дегустации для каждого образца выставил балл по 5-ти балльной шкале потребительской оценки, затем были найдены средние арифметические значения условных баллов, которые представлены на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, наивысшую оценку по органолептическим показателям получил образец кефира с добавлением 15% экстракта семян льна – средняя оценка составила 4,0 условных балла. Данный образец имел однородную, в меру густую консистенцию, вкус и запах чистые, кисломолочные, с лёгким привкусом внесённого экстракта семян льна. Цвет молочно-белый, равномерный по всей массе.

Из образцов простокваши наибольшую оценку по органолептическим показателям получил образец с добавлением 10% экстракта семян льна – средняя оценка составила 4,3 условных балла. Данный образец имел однородную, в меру плотную консистенцию, вкус и запах чистые, кисломолочные, с лёгким привкусом внесённого экстракта семян льна. Цвет молочно-белый, равномерный по всей массе.

Максимальный балл по органолептическим показателям получил образец ряженки с добавлением 15% экстракта семян льна – средняя оценка составила 4,7 условных балла. Данный образец имел однородную, в меру вязкую консистенцию, вкус и запах чистые, кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации и лёгким привкусом внесённого экстракта семян льна. Цвет светло-кремовый, равномерный по всей массе.

Наивысшую оценку по органолептическим показателям получил образец йогурта без наполнителя с добавлением 10% экстракта семян льна – средняя оценка составила 4,3 условных балла. Данный образец имел однородную, в меру вязкую консистенцию, вкус и запах чистые, кисломолочные, с лёгким привкусом внесённого экстракта семян льна. Цвет молочно-белый, равномерный по всей массе.

Самую высокую оценку по органолептическим показателям получил образец йогурта с наполнителем «Вишня» с добавлением 15% экстракта семян льна – средняя оценка составила 4,7 условных балла. Данный образец имел однородную, в меру вязкую консистенцию, вкус и запах чистые, кисломолочные, с выраженным привкусом внесённого наполнителя «Вишня», в меру сладкий, с лёгким привкусом внесённого экстракта семян льна. Цвет светло-розовый, равномерный по всей массе.

Таким образом, для обогащения простокваши и йогурта без наполнителя оптимальной дозой экстракта семян льна является 10%, а для кефира, ряженки и йогурта с наполнителем «Вишня» – 15%. Эти концентрации обеспечивают получение готовых продуктов с наилучшими органолептическими показателями.

Из исследованных кисломолочных продуктов наибольшей сочетаемостью с экстрактом семян льна обладают ряженка и йогурт с наполнителем «Вишня», данные образцы получили по 4,7 условных балла. Хуже всего экстракт семян льна сочетается с кефиром (4,0 условных балла).

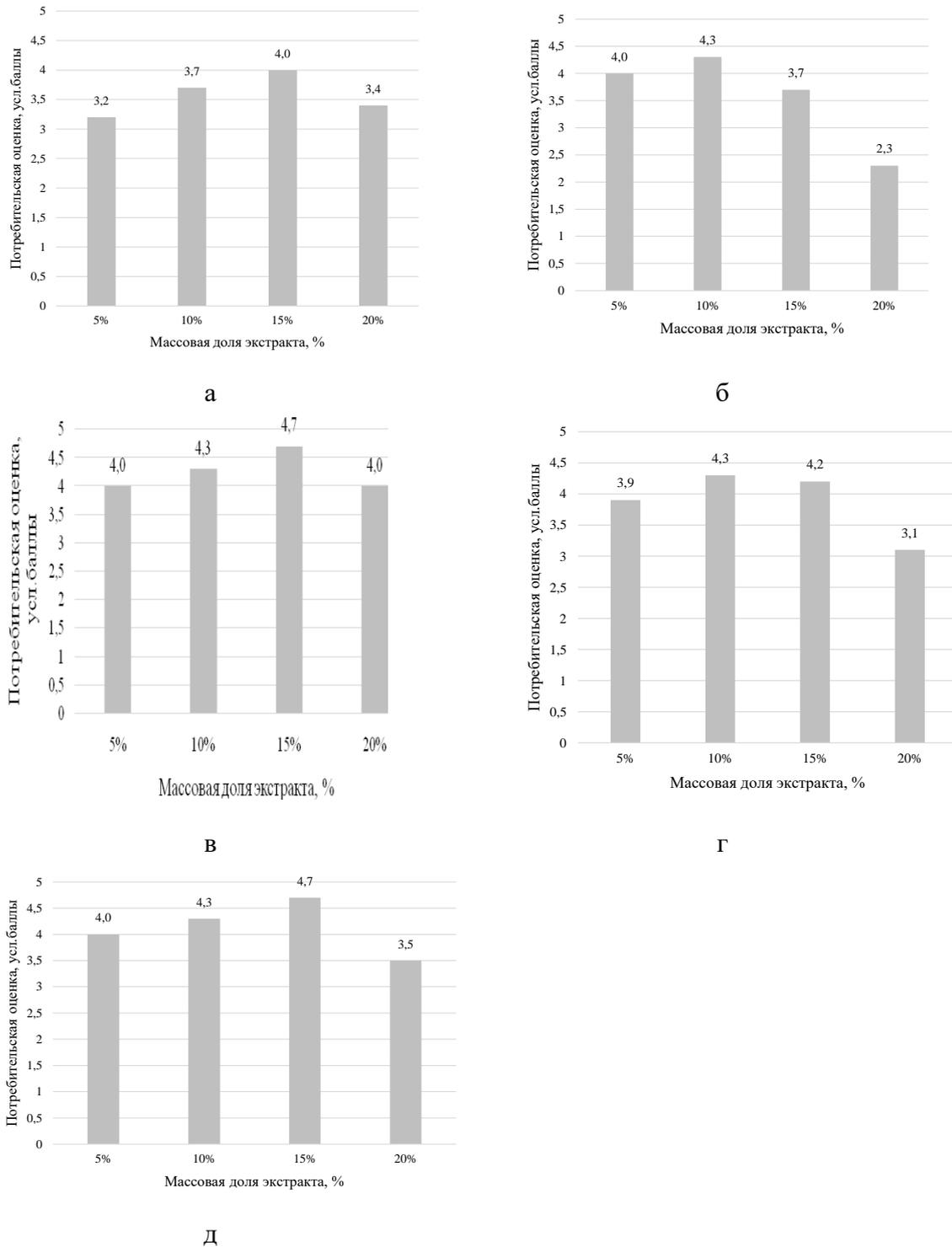


Рисунок 1 – Потребительская оценка кисломолочных продуктов, обогащённых экстрактом семян льна
а – кефир, б – простокваша, в – ряженка,
г – йогурт без наполнителя, д – йогурт с наполнителем «Вишня»
Источник данных: собственная разработка.

В образцах кисломолочных продуктов, обогащённых экстрактом семян льна, были определены показатели химического состава: массовые доли жира и сухих веществ.

В качестве контрольных образцов использовали кисломолочные продукты без добавления экстракта семян льна.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели химического состава кисломолочных продуктов, обогащённых экстрактом семян льна

Наименование продукта	Доза экстракта, %	Массовая доля, %			
		жира		сухого остатка	
		контроль	опыт	контроль	опыт
Простокваша	10	2,5	2,3	10,34	9,37
Кефир	15	3,2	2,7	11,33	9,72
Ряженка	15	3,0	2,6	10,80	9,28
Йогурт без наполнителя	10	1,5	1,4	11,74	10,63
Йогурт с наполнителем «Вишня»	15	1,5	1,3	17,09	14,60

Источник данных: собственная разработка.

Из таблицы 1 видно, что в кисломолочных продуктах, обогащенных экстрактом семян белого льна, массовые доли жира и сухого остатка ниже, чем в контрольных образцах (без добавления экстракта). В зависимости от количества вносимого экстракта семян льна массовые доли жира в опытных образцах снизились в среднем на 0,1–0,5 %, а массовые доли сухого остатка – на 0,97–2,49%.

В образцах кисломолочных продуктов с оптимальными дозами экстракта семян льна также были определены физико-химические свойства: активная и титруемая кислотность, условная вязкость. Условную вязкость продуктов исследовали при различных условиях: первоначально она была измерена при температуре 20°C сразу после приготовления образцов и их тщательного перемешивания, затем образцы продуктов быстро охлаждали и хранили в холодильнике при температуре 4°C для стабилизации структуры; через 4 ч и 3 сут хранения снова была измерена условная вязкость продуктов при температуре 4°C. Контролем служили традиционные кисломолочные продукты без добавления экстракта семян льна. Результаты измерений представлены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что добавление экстракта семян льна в количестве 10–15% повышает величину рН опытных образцов кисломолочных продуктов на 0,02–0,03 ед. по сравнению с контрольными, титруемая кислотность при этом снижается на 5–12°Т. Сразу после добавления экстракта семян льна в кисломолочную основу происходит незначительное увеличение условной вязкости продуктов. Хранение продуктов при температуре 4°C приводит к возрастанию их условной вязкости, причем добавление экстракта семян льна способствует более значительному увеличению условной вязкости в процессе хранения, опытные продукты становятся более густыми по сравнению с контрольными образцами. Полученные данные можно объяснить стабилизирующими свойствами экстракта семян льна.

Хранимоспособность обогащенных кисломолочных продуктов исследовали на примере ряженки с экстрактом семян льна в количестве 15%. После приготовления продукт разливали в стеклянные простерилизованные баночки и плотно укупоривали.

Хранили образцы в холодильнике при температуре 4°C в течение 11 суток. Отбор проб для анализов осуществляли через 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11 суток хранения. Испытания всех образцов проводили при температуре 20°C.

Таблица 2 – Физико-химические свойства кисломолочных продуктов, обогащённых экстрактом семян льна

Наименование продукта		Кислотность		Условная вязкость, с		
				при 20 °С после приготовления	при 4°C через	
		pH	°Т		4 ч	3 сут
Простокваша	контроль	4,45	87	9,0	21,6	34,4
	опыт	4,47	82	10,0	23,7	53,0
Кефир	контроль	4,39	112	4,0	7,0	8,5
	опыт	4,42	100	4,2	10,3	13,2
Ряженка	контроль	4,47	92	3,5	5,1	10,4
	опыт	4,49	82	4,4	8,5	15,0
Йогурт без наполнителя	контроль	4,45	110	4,1	6,6	10,4
	опыт	4,48	100	4,2	7,3	13,2
Йогурт с наполнителем «Вишня»	контроль	4,29	–	4,1	5,7	7,7
	опыт	4,31	–	5,2	8,7	14,8

Источник данных: собственная разработка.

Изменения органолептических показателей ряженки, обогащённой экстрактом семян льна, в процессе хранения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Органолептические показатели ряженки, обогащённой экстрактом семян льна, в процессе хранения

Продолжительность хранения, сут	Характеристика
0	Однородная, в меру вязкая консистенция. Вкус и запах чистые, кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации и лёгким привкусом экстракта семян льна. Цвет светло-кремовый, равномерный по всей массе.
1	
2	
3	
4	
6	
7	Отделение сыворотки на поверхности продукта и кисловатый вкус.
9	Сильное отделение сыворотки, кисловатый вкус и запах.
11	Сильное отделение сыворотки, кислый вкус и посторонний запах, несвойственный продукту.

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из таблицы 3, изменения органолептических показателей ряженки, обогащённой экстрактом семян льна, наблюдались на 7-е сутки хранения: на поверхности продукта произошло отделение сыворотки, продукт приобрёл

кисловатый вкус. При дальнейшем хранении образцов происходило резкое ухудшение их органолептических показателей: на поверхности наблюдалось сильное отделение сыворотки, и ряженка приобрела кислый вкус и посторонний запах, несвойственный продукту.

Результаты измерения титруемой и активной кислотности ряженки, обогащённой экстрактом семян льна, в процессе хранения представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

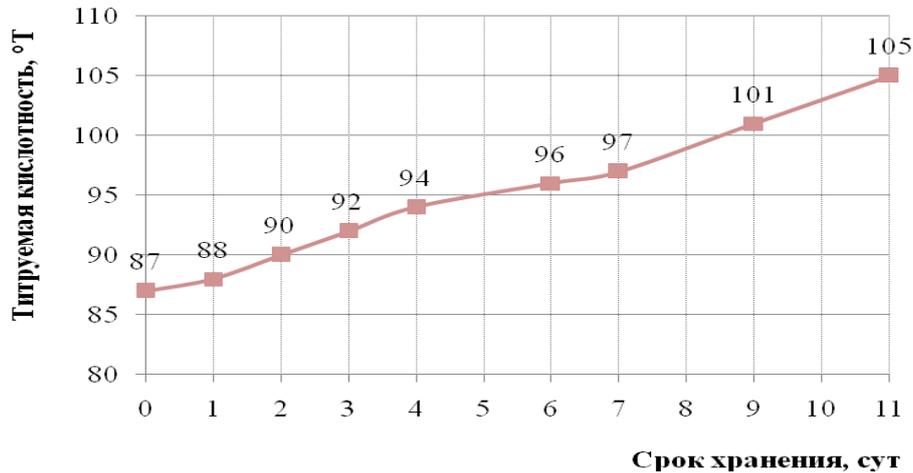


Рисунок 2 – Изменение титруемой кислотности ряженки, обогащённой экстрактом семян льна, в процессе хранения
Источник данных: собственная разработка.

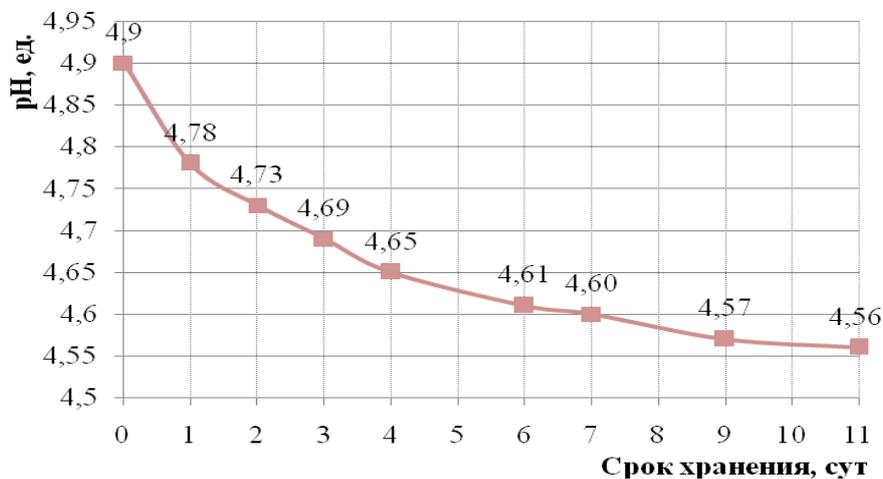


Рисунок 3 – Изменение активной кислотности ряженки, обогащённой экстрактом семян льна, в процессе хранения
Источник данных: собственная разработка.

Из представленных на рисунке 2 данных видно, что в процессе хранения происходит постепенное нарастание значений титруемой кислотности ряженки, обогащенной экстрактом семян белого льна. За весь период хранения прирост титруемой кислотности составил 18°Т. В то же время в процессе хранения произошло снижение величины рН продукта с 4,90 до 4,56 (см. рисунок 3).

В работе определяли также микробиологические показатели. ряженки с экстрактом семян льна в процессе хранения. Результаты микробиологических исследований показали отсутствие БГКП в 0,01 г продукта в течение всего срока хранения.

Динамика изменения количества молочнокислых микроорганизмов в ряженке, обогащённой экстрактом семян льна, в процессе хранения представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Динамика изменения количества молочнокислых микроорганизмов в ряженке, обогащённой экстрактом семян льна, в процессе хранения

Продолжительность хранения, сут.	Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/ г
0	$1,4 \cdot 10^8$
1	$5,0 \cdot 10^8$
2	$5,5 \cdot 10^8$
3	$9,3 \cdot 10^8$
4	$2,8 \cdot 10^9$
6	$2,1 \cdot 10^9$
7	$1,4 \cdot 10^9$
9	$5,1 \cdot 10^8$
11	$3,7 \cdot 10^8$

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из таблицы 4, количество молочнокислых микроорганизмов в продукте в начале хранения возрастает, но начиная с шестых суток хранения начинает постепенно снижаться. Согласно действующим ТНПА, количество молочнокислых микроорганизмов в ряженке и продуктах на её основе на конец срока годности должно быть не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ/г. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что количество молочнокислых микроорганизмов в исследуемом продукте соответствует указанным требованиям на протяжении всего срока хранения.

Данные по определению дрожжей и плесневых грибов в ряженке, обогащенной экстрактом семян льна, в процессе хранения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Наличие дрожжей и плесневых грибов в ряженке, обогащённой экстрактом семян льна, в процессе хранения

Продолжительность хранения, сут.	Дрожжи, КОЕ/г	Плесени, КОЕ/г
0	-	-
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
6	-	-
7	6	-
9	15	1
11	27	3

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из таблицы 5, в течение первых 6-ти суток хранения ряженки, обогащённой экстрактом семян льна, дрожжи и плесени не были обнаружены. Дрожжи были впервые выявлены на 7-е сутки хранения, плесени – на 9-е. Полученные значения

не превышают показатели, установленные действующими ТНПА для кисломолочной продукции.

Заключение. Обосновано использование экстракта семян белого льна для обогащения жидких кисломолочных продуктов (кефира, ряженки, простокваши, различных видов йогурта). Установлено, что доза экстракта семян льна в составе кисломолочных продуктов должна составлять 10 или 15% при условии внесения добавки в готовый сквашенный продукт, что позволяет получать продукты с высокими вкусовыми характеристиками.

Внесение экстракта семян льна в кисломолочные продукты приводит к снижению в продуктах массовых долей молочного жира, сухого остатка и титруемой кислотности, но при этом повышаются показатели условной вязкости и рН. Повышение условной вязкости может быть связано с тем, что полисахариды слизи семян льна, выполняя функцию гидроколлоидов, обеспечивают получение продуктов более густой консистенции.

Исследование хранимоспособности ряженки, обогащенной экстрактом семян льна, в лабораторных условиях при температуре 4°C показало, что существенных изменений органолептических, физико-химических и микробиологических показателей продукта не происходит в течение первых 6-ти суток хранения и только на 7-е сутки хранения начинают несколько изменяться органолептические показатели продукта.

Список использованных источников

1. Миневи́ч, И.Э. Функциональная значимость семян льна и практика их использования в пищевых технологиях / И.Э. Миневи́ч // Health. Food and Biotechnology. – 2019. – Т. 1, № 2. – С. 97–120.
1. Minevich, I.E. Funkcional'naya znachimost' semyan l'na i praktika ih ispol'zovaniya v pishchevyh tekhnologiyah / I.E. Minevich // Health. Food and Biotechnology. – 2019. – Т. 1, № 2. – С. 97–120.
2. Усе́ня, Ю.С. Использование биопотенциала семян льна для создания пищевых концентратов функционального назначения / Ю.С. Усе́ня, Л.В. Филатова, М.Ю. Уложина // Пищевая промышленность. – 2017. – № 2 (36). – С. 53–59.
2. Ucenya, YU.S. Ispol'zovanie biopotenciala semyan l'na dlya sozdaniya pishchevyh koncentratov funkcional'nogo naznacheniya / YU.S. Usenya, L.V. Filatova, M.YU. Ulozhinova // Pishchevaya promyshlennost'. – 2017. – № 2 (36). – С. 53–59.
3. Болгова, М.А. Исследование питательных веществ коричневых и белых семян льна [Электронный ресурс] / М. А. Болгова, Н. Л. Клейменова, И. Н. Болгова, М. В. Копылов // Ползуновский вестник. – 2021. – № 3. – С. 13–20. – Режим доступа: <https://cyberlelinka.ru>. – Дата доступа: 26.07.2022.
3. Bolgova, M.A. Issledovanie pitatel'nyh veshchestv korichnevyh i belyh semyan l'na [Elektronnyj resurs] / M. A. Bolgova, N. L. Klejmenova, I. N. Bolgova, M. V. Kopylov // Polzunovskij vestnik. – 2021. – № 3. – С. 13–20. – Rezhim dostupa: <https://cyberlelinka.ru>. – Data dostupa: 26.07.2022.
4. Цыганова, Т.Б. Полисахариды семян льна: практическое применение / Т.Б. Цыганова, И.Э. Миневи́ч, Л.Л. Осипова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 2. – С. 24–36.
4. Cyganova, T.B. Polisaharidy semyan l'na: prakticheskoe primeneniye / T.B. Cyganova, I.E. Minevich, L.L. Osipova // Hraneniye i pererabotka sel'hozsyr'ya. – 2019. – № 2. – С. 24–36.
5. Горбатова, К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова; под общ. ред. К.К. Горбатовой. – СПб.: ГИОРД, 2014. – 336 с.
5. Gorbatoва, K.K. Himiya i fizika moloka i molochnyh produktov / K.K. Gorbatoва, P.I. Gun'kova; pod obshch. red. K.K. Gorbatovoj. – SPb.: GIORD, 2014. – 336 s.
6. Шуляк, Т.Л. Исследование сырья различного компонентного состава как основы для разработки ферментированных молочных продуктов функционального назначения / Т.Л. Шуляк, Т.И. Шингарева, А.С. Рогач // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., 21–22 апреля
6. Shulyak, T.L. Issledovanie syr'ya razlichnogo komponentnogo sostava kak osnovy dlya razrabotki fermentirovannyh molochnyh produktov funkcional'nogo naznacheniya / T.L. Shulyak, T.I. Shingareva, A.S. Rogach // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv: materialy XIV Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., 21–22

2022 г.: в 2-х т., Могилев / Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: БГУТ, 2022. – Т. 1. – С. 293–294.

aprelya 2022 g.: v 2-h t., Mogilev / Uchrezhdenie obrazovaniya «Belorusskij gosudarstvennyj universitet pishchevyyh i himicheskikh tekhnologij»; redkol.: A.V. Akulich (otv. red.) [i dr.]. – Mogilev: BGUT, 2022. – T. 1. – S. 293–294.