

УДК 637.146

# Оценка йогуртного продукта, выработанного с применением вторичного молочного сырья — пахты

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет — МСХА

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности

К. А. Канина<sup>1</sup>, О. Н. Красуля<sup>1</sup>, Н. А. Жижин<sup>2</sup>

## КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

**Канина Ксения Александровна**

Адрес: 127550, г. Москва,

ул. Тимирязевская, 48

E-mail: kseniya.kanina.91@mail.ru

## ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования

доступны по запросу

у корреспондирующего автора.

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Канина, К. А., Красуля, О. Н., & Жижин, Н. А. (2023). Оценка йогуртного продукта выработанного с применением вторичного молочного сырья — пахты. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (1), 57–68. <https://doi.org/10.36107/spfr.2023.375>

ПОСТУПИЛА: 12.08.2022

ПРИНЯТА: 05.03.2023

ОПУБЛИКОВАНА: 30.03.2023

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии

конфликта интересов.



## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Физиологические нормы питания и поступление пищи обогащенными разными эссенциальными веществами является предметом изучения многих специалистов, в том числе и технологов. Поэтому важное значение имеет изучение свойств продуктов с применением функциональных групп веществ. Вторичное сырье является источником биологически и физиологически важных веществ, которое может применяться в обогащение продуктов питания, в том числе йогуртных продуктов, с целью уменьшения дефицита эссенциальных веществ, которые могут привести к нарушению пищевого статуса, а также нести положительный экономический эффект с точки зрения ресурсосберегающей технологии производства.

**Цель.** Изучение технологии производства продукта на основе вторичного молочного сырья — пахты и определение его качественных показателей.

**Материалы и методы.** Исследования проведены на кафедре технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом молочной промышленности. Сырье для производства йогурта и йогуртного продукта поставлялось из зоостанции РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева. Для определения химических, микробиологических, органолептических показателей использовались стандартные методы согласно методикам и нормативам. Жирнокислотный состав оценивали по средством газовой хроматографии, принцип действия основан на разделении исследуемого образца на отдельные химические компоненты, и идентификация компонентов проводилась по средствам стандартных веществ. Витамины определяли с применением жидкостного хроматографа. Разделение компонентов смеси, основан на различии в равновесном распределении их между двумя несмешивающимися фазами, одна из которых неподвижна, а другая подвижна (элюент). Структурно-механические характеристики определяли с помощью анализатора текстуры, принцип действия анализатора основан на преобразовании датчиком нагрузки, приложенной к испытываемому образцу, в аналоговый электрический сигнал, изменяющийся пропорционально этой нагрузке.

**Результаты.** В выработанных продуктах были изучены физико-химические и реологические показатели. На основе полученных данных установлено, что йогуртный продукт, с применением вторичного сырья пахты обладает более низкой калорийностью по сравнению с классическим йогуртом из молока. Так же высокое содержание витаминов группы В в пахте, позволяет получать продукт с выраженными биологически активными свойствами. Установлено, что в исследуемых образцах йогуртного продукта присутствовала микрофлора, характерная для традиционного йогурта, это — *Str.thermophilus* и *Lbm.bulgaricus*. Жизнеспособность клеток высокая, на конец срока хранения и она составила в среднем  $5,04 \cdot 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>, что подтверждается показателем кислотообразования в продуктах — более 100 °Т

**Вывод.** Разработанная технология производства йогуртного продукта является не только ресурсосберегающей, но и относится к сфере бережного производства. Полученный продукт можно рекомендовать в качестве диетического питания, как источник биологически активных веществ.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Пахта, йогурт, физико-химический состав, бережное производство, ресурсосберегающая технология, йогуртный продукт

# Evaluation of a Yogurt Product Produced Using Secondary Dairy Raw Materials – Butter Milk

<sup>1</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

<sup>2</sup> All-Russian Scientific Research Institute of the Dairy Industry

Ksenia A. Kanina<sup>1</sup>, Olga N. Krasulya<sup>1</sup>, Nilolay A. Zhizhin<sup>2</sup>

## CORRESPONDENCE:

**Ksenia A. Kanina**

Address: 48, Timiryazevskaya str., Moscow, 127550, Russia  
E-mail: kseniya.kanina.91@mail.ru

## FOR CITATIONS:

Kanina, K. A., Krasulya, O. N., & Zhizhin, N. A. (2023). Evaluation of a yogurt product produced using secondary dairy raw materials – Butter milk. *Storage and Processing of Farm Products*, (1), 57–68. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.375>

RECEIVED: 12.08.2022

ACCEPTED: 05.03.2023

PUBLISHED: 30.03.2023

## DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



## ABSTRACT

**Background.** The physiological norms of nutrition and the intake of food enriched with various essential substances are the subject of study by many specialists, including technologists. Therefore, it is important to study the properties of products using functional groups of substances. Secondary raw materials are a source of biologically and physiologically important substances that can be used in the fortification of food, including yogurt products, in order to reduce the deficiency of essential substances that can lead to a violation of nutritional status, and also have a positive economic effect from the point of view of resource-saving production technology.

**Purpose.** Study of the technology of production of a product based on secondary dairy raw materials – buttermilk and determination of its quality indicators.

**Materials and Methods.** The research was conducted at the Department of Technology of Storage and Processing of Animal Products of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev together with the All-Russian Research Institute of Dairy Industry. Raw materials for the production of yogurt and yogurt product were supplied from the zoo station of the RGAU – MSHA named after K.A. Timiryazev. Studies of raw materials and dairy products were carried out according to generally accepted methods.

**Results.** Physicochemical and rheological parameters were studied in the developed products. Based on the data obtained, it was found that the yoguric product, with the use of secondary raw materials of buttermilk, has a lower calorie content compared to the classic yogurt made from milk. Also, the high content of B vitamins in buttermilk makes it possible to obtain a product with pronounced biologically active properties. It was found that the microflora characteristic of traditional yogurt was present in the studied samples of the yogurt product, these are *Str.thermophilus* and *Lbm.bulgaricus*. Cell viability is high, at the end of the shelf life and it averaged  $5,04 \cdot 10^7$  CFU/cm<sup>3</sup>, which is confirmed by the indicator of acid formation in products – more than 100 ° T

**Conclusions.** The developed technology of yogurt product production is not only resource-saving, but also belongs to the field of careful production. The resulting product can be recommended as a dietary supplement, as a source of biologically active substances.

## KEYWORDS

Buttermilk, yogurt, physico-chemical composition, careful production, resource-saving technology, yogurt product

## ВВЕДЕНИЕ

Кисломолочные продукты имеют важное значение в питании человека. Они обладают высокой пищевой и биологической ценностью. В их состав входят эссенциальные вещества, которые необходимы в питании людей. Кроме того, они содержат различные консорциумы микроорганизмов, так называемую «полезную микрофлору», которая поддерживает иммунитет организма человека (Макарова & Намазова-Баранова, 2015). Расширение ассортимента кисломолочных напитков, обуславливается экономической целесообразностью (эффективностью) их производства. Применение различных пищевых ингредиентов в технологическом процессе выработки кисломолочных продуктов, в качестве управляющих воздействий, способствует расширению линейки продуктов на молочном рынке.

Известно, что самым востребованным кисломолочным продуктом у потребителей является кефир, затем следует йогурт (Канина & Робкова, 2015). Одним из вариантов расширения йогуртных продуктов является применение вторичного белково-углеводного сырья, такого как пахта (Вышемирский, 2011; Turcot et al., 2001). Белки пахты представлены лактоальбумином — 0,4%, лактоглобулином — 0,1–0,35% (Огнева и соавт., 2018, Vasbinder & de Kruif, 2003). Известно, что в своем составе она имеет водорастворимые витамины группы В, С и жирорастворимые витамины группы А, Д и Е, биологически активные белки — лейцитин, ангиогенин, которые обладают фактором роста кровеносных сосудов, иммуномодулирующими свойствами, последний участвует как ингибитор синтеза меланина (Макаренко, 2018). При производстве сливочного масла в пахту переходят фосфолипиды — около 75%, которые участвуют в активизации работы ферментов. Кроме того, из-за активизации работы ферментов и содержания легкоусвояемого белка, пахта обладает атерогенными свойствами (Чекалева & Острецова, 2012). Целевые соединения, находящиеся в составе белкового-углеводного сырья, полностью переходят в продукт, тем самым обогащая его дополнительными микроэлементами. Среди российских ученых, которые в своих работах изучали функционально-технологические свойства пахты, следует отметить работы (Евдокимова, 2010; Храмцов, 2018) и др., а также результаты исследований зарубежных ученых (Negussie Gebreselassie et al., 2016, Ye et al., 2004; Zisu et al., 2009), и др.

Проблема комплексной переработки всех составных частей молока и их рационального использования остается актуальной. Так как различные составные части молока при производстве молочных продуктов остаются невостребованными в дальнейшем технологическом процессе, в том числе и пахта, которая является побочным продуктом от производства сливочного масла. При этом постоянное стремление предприятий к устранению различных видов потерь является актуальной задачей, а также экономически обосновано. Кроме того, вторичное сырье является важным резервом увеличения объемов производства молочных продуктов (Макаренко, 2018). Необходимость рационального применения вторичного молочного сырья является сущностью «бережливого производства», обеспечивающего конкурентоспособность предприятия (Камарова & Хавкин, 2017).

Цель исследования, оценка йогуртного продукта, выработанного с применением вторичного сырья — пахты. Для установления целесообразности использования пахты в технологии производства йогуртных продуктов, а также оценки его как источника целевых соединений, которые могут потенциально обогатить йогурт как продукт.

При выполнении исследования использовали стандартные методы исследования физико-химического состава, как сырья, так и молочных продуктов. Структурно-механические показатели йогурта и йогуртных продуктов определяли с помощью прибора фирмы Brookfield. Исследования витаминного состава провели с применением жидкостного хроматографа 1260 фирмы Agilent (США). Экспериментальные исследования проводили в трех кратной повторности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Объекты и материалы

Исследования проводились на кафедре технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Все показатели состава и свойств молока и пахты, а также продуктов на их основе определяли в соответствии с существующими стандартными методами и использованием приборной базы кафедры совместно со Всероссийским институтом молочной промышленности.

ленности (ВНИМИ). Объектами исследования являлись: (1) йогуртный продукт, выработанный на основе белкового-углеводного сырья — пахты (100 %), (2) йогуртный продукт из смеси молока — коровьего и пахты в соотношении 50 %:50 % (1:1), (3) йогурт, выработанный из коровьего молока (100 %) по традиционной технологии.

Для сквашивания молочного сырья использовалась закваска отечественного производства (ВНИМИ), с консорциумом микроорганизмов *Lbm.bulgaricus*; *Str. Thermophilus*. Коровье молоко — сырье поставлялось из зоостанции РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева.

## Оборудование

Анализ жирнокислотного состава проводили с использованием газового хроматографа «Кристаллюкс 4000М», оснащенный пламенно-ионизационным детектором (ПВД) — с пределами детектирования  $1,1 \times 10^{12}$  г С/с по пропану. Анализ проводили при помощи кварцевой колонки  $100 \text{ м} \times 0,25 \text{ мм ID}$ ,  $0,2 \text{ мкм}$  с неподвижной фазой FFAP. Для идентификации смеси использовали стандарт метиловых эфиров жирных кислот Supelco FAMEmix 37 components. В качестве газа — носителя использовали азот, при следующей температурной программе разделения: температура  $T_1$  колонки  $140^\circ\text{C}$  с выдержкой 5 мин,  $T_2$  колонка  $240^\circ\text{C}$  со скоростью 4 гр/мин; температура испарения  $230^\circ\text{C}$ ; объем вводимой пробы 1 мкл. Для управления режимами анализа, записи хроматограмм и обработки полученной информации использовалось программное обеспечение «NetChrom». Расчет состава метиловых эфиров жирных кислот проводили методом внутренней нормализации.

Структурно-механические характеристики определяли с помощью Анализатора текстуры СТ-3 фирмы Brookfield. Характеристика зонда — Т4 с ди-

аметром 38,1 мм. Испытания проводили при температуре  $20^\circ\text{C}$

Исследование состава витаминов группы В проводилось с применением жидкостного хроматографа 1260 фирмы Agilent (США). Хроматограф оснащен бинарной насосной системой для возможности проведения градиентного элюирования анализируемых компонентов. Термостатом колонок и автосамплером. В качестве детектора использован масс-спектрометр с тройным квадруплом Ultivo LC/TQ Agilent (США). Разделение аналитов проведено на хроматографической колонке Agilent InfinityLab 120 Poroshell 120 Phenyl-Hexyl,  $3,0 \times 100 \text{ мм}$ ,  $2,7 \text{ мкм}$  с предколонкой.

## Методы

Использовались следующие методы определения физико-химических, микробиологических, органолептических и структурно-механических показателей молока-сырья и пахты: (1) плотность,  $\text{кг/м}^3$  — ареометрическим методом в соответствии с ГОСТ Р 54758–2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности»<sup>1</sup>; (2) содержание жира, % — кислотным методом в соответствии с ГОСТ 5867–90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира»<sup>2</sup>; (3) содержание белка, % — методом формольного титрования в соответствии с ГОСТ 25179–2014 «Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка»<sup>3</sup>; (4) ГОСТ 34454–2018 «Определение массовой доли белка методом Кьельдаля»<sup>4</sup>; (5) СОМО, % — в соответствии с ГОСТ Р 54668–2011 «Молоко и молочная продукция. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества»<sup>5</sup>; (6) титруемая кислотность, °Т — методом с применением индикатора фенолфталеина в соответствии с ГОСТ 3624–92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности»<sup>6</sup>; (7) вкус и запах, внешний вид и консистенция, цвет — в соответствии с ГОСТ 34354–2017

<sup>1</sup> ГОСТ Р 54758–2011. (2011). *Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности*. М.: Стандартинформ.

<sup>2</sup> ГОСТ 5867–90. (2017). *Молоко и молочные продукты. Методы определения жира*. М.: Стандартинформ.

<sup>3</sup> ГОСТ 25179–2014. (2019). *Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка*. М.: Стандартинформ.

<sup>4</sup> ГОСТ 34454–2018. (2018). *Определение массовой доли белка методом Кьельдаля*. М.: Стандартинформ.

<sup>5</sup> ГОСТ Р 54668–2011. (2011). *Молоко и молочная продукция. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества*. М.: Стандартинформ.

<sup>6</sup> ГОСТ 3624–92. (2017). *Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности*. М.: Стандартинформ.



«Пахта и напитки на ее основе. Технические условия»<sup>7</sup>; (8) ГОСТ 33951–2016 Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов<sup>8</sup>; (9) жирнокислотный состав анализировали согласно ГОСТ 32915–2014<sup>9</sup>.

Содержание витаминов группы В анализировали с применением метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-МС). Экстракцию витаминов проводили по схеме: 1 г образца + 4 мл воды + 5 мл метанола + 0,1 г аскорбиновой кислоты (антиокислитель) обработка ультразвуком 30 мин. центрифугирование 3500 об/мин 10 мин. вымораживание жировой фазы, а затем фильтрация (размер пор фильтра 0,22 мкм) ВЭЖХ-МС. (Morelli, B. 1995).

Хроматографирование проводили в режиме градиентной подачи элюента. Элюент А 20 мМоль формиата аммония + 0,1% р-ра муравьиной кислоты в воде. Элюент Б метанол + 0,1% муравьиной кислоты. Для масс-спектрометрического детектора применялись следующие параметры: Сканирование велось в режиме мониторинга множественных реакций (MRM), источник ионов — ионизация электрораспылением (ESI), Температура осушающего газа 270 °С, Скорость потока осушающего газа 13 л/мин, Давление распылителя 2,76 бар, Напряжение на капилляре 2500В, Напряжение сопла 0В. (Chassaigne & Lobinski, 1998, Morelli, 1995; Kumar et al., 2010).

## Процедура исследования

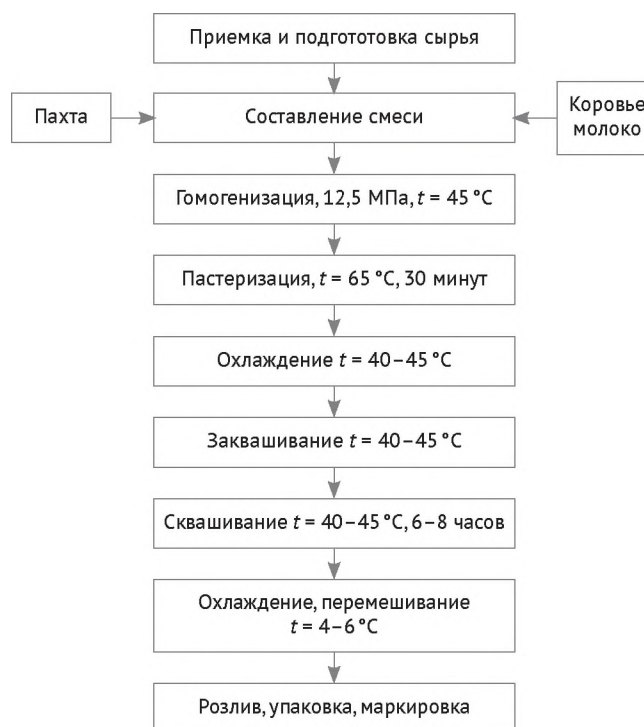
Выработка модельных образцов йогуртных продуктов производилось согласно следующей схеме (см. Рисунок 1).

## Анализ данных

Статистический анализ полученных результатов произведен с применением программы Statistica 2.0., вероятностного калькулятора Probability Calculator.

Рисунок 1

Технологическая схема производства йогуртных продуктов с применением вторичного сырья — пахты



## РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные результаты оценки физико-химических показателей качества пахты свидетельствуют, что массовая доля жира минимальна и составляет в среднем 0,5 %. Согласно А.В. Чекалеву и др. (2012) пахта является низкокалорийным продуктом и имеет хорошие вкусовые показатели, поэтому имеет предпосылки в создании на его основе комбинированных молочных продуктов. В пахте содержание белка, представленного, в основном, белково-лецитиновыми оболочками, составило 3,3 %. Белок, полученный из оболочек жировых шариков, является легкоусвояемым и рекомендуется в питании людей пожилого возраста, уменьшая появления холестерина низкой липопротеидной плотности. В последние несколько лет появляется все больше свидетельств того, белково-лейцитиновая оболочка шариков молочного жира может играть очень важную роль в здоровье желудочно-кишечного трак-

<sup>7</sup> ГОСТ 34354–2017. (2017). *Пахта и напитки на ее основе. Технические условия*. М.: Стандартинформ.

<sup>8</sup> ГОСТ 33951–2016. (2016). *Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов*. М.: Стандартинформ.

<sup>9</sup>

та и обладают полезными свойствами, такими как ингибирование роста раковых клеток (Snow et al., 2010), ингибирование адгезии патогена (Guri et al., 2012) и антимикробные свойства (Spitsberg, 2005; Sanchez-Juanes et al., 2009). Показатель титруемой кислотности пахты, обусловленный концентрацией слабой молочной кислоты, находился на уровне 18 °Т, является показателем развития микрофлоры.

Таблица 1

Физико-химические показатели белкового углеводного сырья — пахты

Показатель	Значение показателя			
	1	2	3	$M \pm m$
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1029	1030	1030	1029,67 ± 0,6
Массовая доля, %:				
– жира,	0,5	0,4	0,4	0,43 ± 0,06
– белка,	3,2	3,3	3,3	3,27 ± 0,06
– СОМО	8,6	8,5	8,5	8,53 ± 0,06
Титруемая кислотность, °Т	18	18	18	18 ± 1,9

Результаты, приведенные в Таблице 1, свидетельствуют, что качество используемой пахты соответствует требованиям ГОСТ 34354–2017 «Пахта и напитки на ее основе. Технические условия»<sup>10</sup>, по-

этому ее можно использовать для производства йогуртных продуктов.

Анализ результатов оценки физико-химических показателей комбинированного молочного продукта (соотношение молока и пахты 1:1) показал, что массовая доля жира — не более 2%. Йогуртный продукт, выработанный на основе пахты имел минимальную массовую долю жира (0,33%), в связи с чем, продукт можно рекомендовать для диетического питания, так как его энергетическая ценность имеет значение около 35 ккал, по сравнению с двумя другими молочными продуктами (см. Таблицу 2).

Витамины группы В важны для функционирования организма человека. Из-за того, что витамины группы В не депонируют в организм человека в значительных количествах, они должны поддерживаться на адекватных уровнях за счет поступления с пищей, в том числе, и за счет обогащения продуктов. Недостаток данной группы витаминов, приводит к различному заболеванию.

При анализе состава витаминов группы В были получены результаты, отображенные в Таблице 3. Анализ данных показал, что йогурт выработанный из пахты имеет высокие показатели содержания витаминов группы В по сравнению с контролем: с применением вторичного сырья — пахты в нем повысилось содержание витамина В<sub>1</sub> на — 37%,

Таблица 2

Физико-химические показатели продуктов и их энергетическая ценность

Показатель	Значение показателя в контрольных и опытных образцах		
	Йогурт из молока (контроль)	Йогуртный продукт, выработанный на основе пахты (опытный образец 1)	Йогуртный продукт, выработанный из смеси молока и пахты в соотношении 1:1 (опытный образец 2)
Кислотность, °Т	100,3 ± 1,9	99,3 ± 1,9	99,7 ± 1,9
Массовая доля, %			
– жира,	2,90 ± 0,10	0,33 ± 0,06	1,87 ± 0,06
– белка,	3,07 ± 0,06	3,30 ± 0,00	3,23 ± 0,06
– СОМО	9,47 ± 0,06	8,67 ± 0,06	8,63 ± 0,06
КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	4,8 · 10 <sup>7</sup>	5,14 · 10 <sup>7</sup>	5,2 · 10 <sup>7</sup>
Калорийность, ккал/100 г	48,06	35,4	43,31

<sup>10</sup> ГОСТ 34354–2017. (2017). *Пахта и напитки на ее основе. Технические условия*. М.: Стандартинформ.

**Таблица 3**

Состав витаминов группы В в продуктах

Продукт	Витамины, мкг/100 г (n = 3)						
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>12</sub>
Йогуртный продукт, выработанный на основе пахты (опытный образец 1)	62,18	206,675	529,898	47,244	3,459	7,624	0,871
Йогуртный продукт, выработанный из смеси молока и пахты в соотношении 1:1 (опытный образец 2)	55,006	190,015	428,003	40,398	3,265	7,150	0,541
Йогурт из молока (контроль)	35,41	167,010	370,401	32,808	3,007	6,203	0,362

на 13 % — витамина B<sub>2</sub> и B<sub>5</sub>, на 23 % — B<sub>6</sub>, на 14,5 % — B<sub>9</sub>, на 38 % — B<sub>12</sub>.

Насыщенные жирные кислоты, которые содержатся в молочных продуктах являются источником энергетического материала. Их избыток в питании приводит к нарушению метаболизма организма потребителя (Зайцева, 2010, El-Loly, 2011). Согласно данным (Огнева и соавт., 2018) и др. пахта обогащена жирными кислотами: масляной, муравьиной, уксусной, а также тетраеновыми, триеновыми и диариновыми жирными кислотами с конъюгированными связями.

Анализ данных жирнокислотного состава показал (См. Таблицу 4), что при высоком содержании полиненасыщенных жирных кислот, а также насыщенных жирных кислот комбинированный йогурт,

выработанных из молока и пахты (1:1) остается неизменным жирнокислотным профилем и идентичен йогурту, выработанному из молока, он практически не обогащается дополнительными жирными кислотами. Что связано с низким содержанием жира в сырье-пахте, за счет этого в том числе снижается калорийность йогуртных продуктов.

При микрокопировании образцов контрольных и опытных образцов, подтверждено наличие характерной микрофлоры для йогурта, в нем присутствовали консорциум микроорганизмов *Lbm. bulgaricus*, *Str. Thermophilus*. Количество жизнеспособных клеток на конец срока хранения в контрольных и опытных образцах составило  $5,04 \cdot 10^7$ . В фиксированном препарате видны бактериальные культуры кокков, клетки располагаются поодиночке и в виде коротких цепочек (См. Рисунок 2— сле-

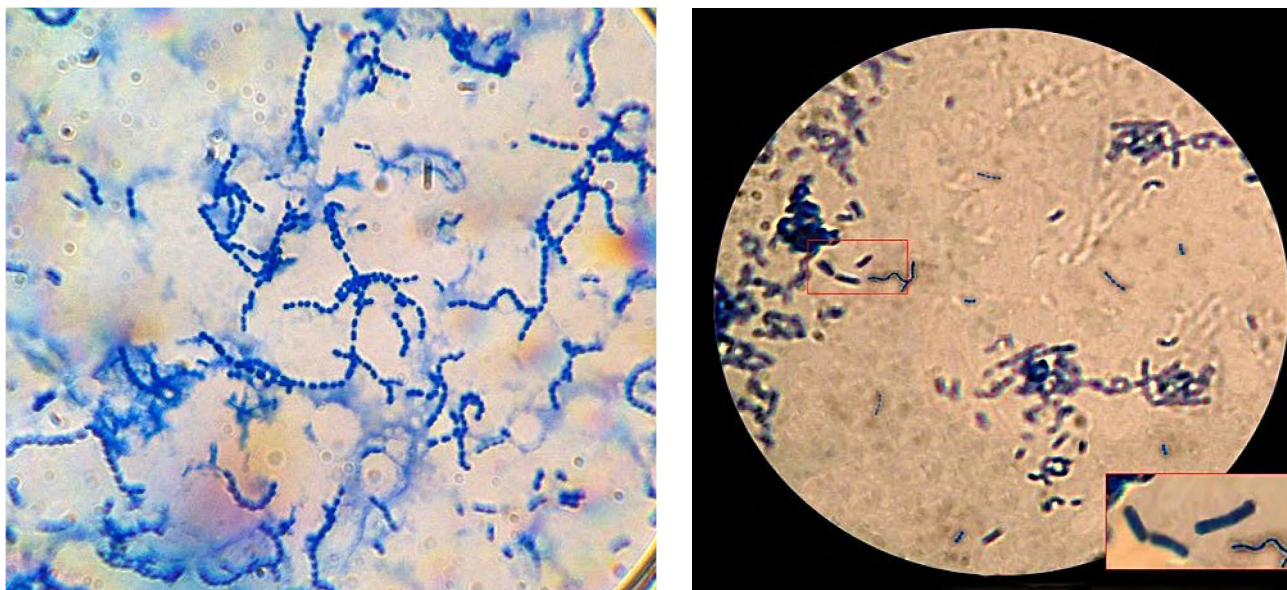
**Таблица 4**

Жирнокислотный состав продуктов

Жирные кислоты, % от суммы жирных кислот	Продукт (n = 3)		
	Йогурт из молока (контроль)	Йогуртный продукт, выработанный на основе пахты (опытный образец 1)	Йогуртный продукт, выработанный из смеси молока и пахты в соотношении 1:1 (опытный образец 2)
Насыщенные	66,04	66,01	67,12
Мононенасыщенные	3,45	3,34	3,21
Диеновые	2,8	1,68	2,8
Полиненасыщенные, в том числе:	3,59	2,04	3,21
— линолевая	2,8	1,68	2,79
— линоленовая	0,39	0,33	0,40
— арахидоновая	0,04	0,02	0,039
CLA	0,014	0,0053	0,010

**Рисунок 2**

Фиксированный препарат комбинированного йогуртного продукта в соотношении молока и пахты 1:1 с наличием *Lbm. bulgaricus*; *Str. Thermophilus*



ва) и болгарская палочка (См. Рисунок 2– справа), довольно крупная по размеру, она находится в виде отдельных клеток и цепочек.

При проведении дегустационной оценки образцов, отмечены более насыщенный цвет, вкус и аромат опытных по сравнению с контрольными. Отмечена заметная разница в показателе «консистенция» образцов. Образец, в технологии которого присутствует пахта (100%) был более жидким, по срав-

нению с продуктом, содержащим композицию пахты и молока (1:1), а также контрольного образца — йогурта, выработанного из цельного коровьего молока (см. Таблицу 5). Кроме того, наблюдалось небольшое отделение сыворотки (синерезис) в йогуртном продукте, содержащем смесь молока и пахты в соотношении 1:1. Для нивелирования эффекта синерезиса, возможно применение пахты в сухом виде, что позволит уменьшить количество свободной влаги в конечном продукте.

**Таблица 5**

Результаты органолептической оценки молочных продуктов

Продукт	Цвет	Консистенция	Запах	Вкус
Йогурт из молока (контроль)	Белый	Густая, однородная	Свойственный йогурту, без посторонних запахов	Кисломолочный, приятный мягкий
Йогуртный продукт, выработанный на основе пахты (опытный образец 1)	Имеет кремовый оттенок	Менее густая, чем у йогурта из молока, присутствует отделение сыворотки	Свойственный йогурту, без посторонних запахов	Приятный, с привкусом сливочного масла
Йогуртный продукт, выработанный из смеси молока и пахты в соотношении 1:1 (опытный образец 2)	Белый с желтоватым оттенком	Менее густая, чем у йогурта из молока, но не настолько жидкая, как у йогурта из пахты; отделение сыворотки присутствует, но незначительное	Свойственный йогурту, без посторонних запахов	Приятный, со сливочными нотками



Таблица 6

Результаты измерения структурно-механических показателей молочных продуктов

Показатель ( $n = 3$ )	Йогурт из молока (контроль)	Йогуртный продукт, выработанный на основе пахты (опытный образец 1)	Йогуртный продукт, выработанный из смеси молока и пахты в соотношении 1:1 (опытный образец 2)
Пенетрационное давление, г/см <sup>2</sup>	64,5	25,5	32,0
Деформация, мм	14,7	14,9	14,9
Работа, мДж	6,91	3,01	3,33
Финальная нагрузка, г/см <sup>2</sup>	64,0	20,5	30,5

При сравнении структурно-механических характеристик образцов продуктов (см. Таблицу 6) их значения отличаются. Более высокие показатели, свидетельствуют о более плотной и связанной консистенции продукта Daubert, (Hudson et al., 2006). Йогурт, выработанный из молока — 64 г финальная нагрузка, обладал густой консистенцией. Йогуртный продукт в соотношении 1:1 был менее связанной консистенцией — финальная нагрузка — 30,5 г, также как йогурт, выработанный из пахты — 20 г финальная нагрузка. Это предполагает для йогуртных продуктов, выработанного на основе пахты и в соотношении (1:1) можно отнести к типу питьевых продуктов.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты исследователей (Чекалева & Острцова, 2012, Negussie Gebreselassie et al., 2016, Огнева и соавт., 2018) свидетельствуют о том, что пахта является сырьем, содержащим множество ценных биологических компонентов, которые возможно использовать для получения новых продуктов. Предложенный авторами вариант технологии йогуртного продукта, показывает, что применение вторичного сырья — пахты позволяет получить продукт с пониженной калорийностью и функциональной нагрузкой, обусловленной обогащением витаминами группы В. При изучении физико-химических, реологических и органолептических свойств полученных йогуртных продуктов, выяснено, что смесь пахты с молоком имеет приближенные к классическому йогурту показатели. Отмечено достаточно высокое количество жизнеспособных клеток всех заквасочных микроорганизмов в обоих образцах сквашенной молочной основы: термо-

фильного стрептококка и болгарской палочки. Что важно для аромата и вкуса кисломолочных продуктов. Кроме того, анализ данных, представленных в Таблице 2, свидетельствует о том, что комбинированная основа с долей концентрата пахты 1:1 служит более ценным источником биологически активных веществ, необходимых для развития исследуемой заквасочной микрофлоры в выбранных соотношениях. Из-за положительной динамики развития индикаторной микрофлоры продуктов на основе пахты повышается количество витаминов группы В, что положительно влияет на химический состав данных продуктов. Высокая концентрация витаминов отмечается в продукте, выработанном на основе пахты, что скорее связано с доступностью субстрата для микрофлоры во вторичном сырье. В связи с этим развитие способов использования, побочных продуктов в технологии молочной продукции является перспективным направлением, позволяющим полноценно использовать все компоненты молока.

## ВЫВОДЫ

Целью исследования была оценка качества йогуртного продукта с применением вторичного сырья — пахты. Согласно рабочей гипотезе возможное применение вторичного сырья в технологии получения йогуртных продуктов, которые могли бы повысить объемы производства кисломолочной продукции. Применение такого сырья позволит снизить калорийность продукта, а также обогатить его витаминами группы В. Дальнейшие исследования в данном направлении целесообразно направить на изучение экономической эффективности данного производства.

## АВТОРСКИЙ ВКЛАД

**Красуля Ольга Николаевна** — формулирование исследовательских целей и задач, разработка или проектирование методологии исследования, подготовка и создание рукописи, её комментирование или пересмотр, ответственность за управление и координацию.

**Канина Ксения Александровна** — подготовка и создание черновика рукописи, в частности написание первоначального текста рукописи.

**Жижин Николай Анатольевич** — формулирование исследовательских целей и задач, ответственность за управление и координацию.

## ЛИТЕРАТУРА

- Вышемирский, Ф. А. (2011). Пахта: минимум калорий — максимум биологической ценности. *Молочная промышленность*, (8), 54–56.
- Евдокимов, И. А. (2010). Реальные мембранные технологии. *Молочная промышленность*, (2), 49–50.
- Зайцева, Л. В. (2010). Роль различных жирных кислот в питании человека при производстве пищевых продуктов. *Пищевая промышленность*, (12), 60–63.
- Камарова, О. Н., & Хавкин, А. И. (2017). Кисломолочные продукты в питании детей: пищевая и биологическая ценность. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*, 62(5), 80–85. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2017-62-5-80-86>
- Канина, К. А., & Робкова, Т. О. (2015). Выявление качественного и востребованного йогурта на молочном рынке. В *Интенсивные технологии производства продукции животноводства: Сборник статей Международной научно-практической конференции* (с. 112–114). Пенза: Межотраслевой научно-информационный центр Пензенской государственной сельскохозяйственной академии.
- Макаренко, В. В. (2018). Вторичное молочное сырьё — одно из перспективных направлений развития молочной промышленности на инновационной основе. *Международный технико-экономический журнал*, (5), 17–20.
- Макарова, С. Г., & Намазова-Баранова Л. С. (2015). Кишечная микробиота и использование пробиотиков в практике педиатра. Что нового? *Педиатрическая фармакология*, 12 (1), 38–45. <https://doi.org/10.15690/pf.v12i1.1245>
- Огнева, О. А., & Чеснокова, А. А., Гладкая, О. О. (2018). Использование молочной сыворотки и пахты в производстве функциональных напитков. В *Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник статей по материалам IV научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых* (с. 16–22). Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина.
- Храмцов, А. Г. (2018). Логистика формирования нового технологического уклада молочной отрасли пищевой индустрии АПК в условиях ограниченных ресурсов традиционного сырья. *Индустрия питания*, (3), 8–22. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2018-3-4-1>
- Чекалева, А. В., & Острецова, Н. Г. (2012). Использование концентратов пахты, полученных обратным осмосом и нанофильтрацией, производстве йогурта. *Молочно-хозяйственный вестник*, (3), 77–83.
- Chassaigne, H., & Lobinski, R. (1998). Direct species-selective determination of cobalamins by ionspray mass spectrometry and ionspray tandem mass spectrometry. *Analyst, Royal Society of Chemistry*, 123(1), 131–137. <https://doi.org/10.1039/a704698g>
- Daubert, C. R., Hudson, H. M., Foegeding, A. E., & Prabhasankar, P. (2006). Rheological characterization and electrokinetic phenomena of charged whey protein dispersions of defined size. *LWT — Food Science and Technology*, 39(3), 206–215.
- El-Loly, M. M. (2011). Composition, properties and nutritional aspects of milk fat globule membrane — A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61(1), 7–32. <https://doi.org/10.2478/v10222-011-0001-0>
- Negussie Gebreselassie, N., Abrahamsen, R. K., Beyene, F., Abay, F., Narvhus, J. A. (2016). Chemical composition of naturally fermented buttermilk. *International Journal of Dairy Technology*, 69(2), 200–208. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12236>
- Kumar, S. S., Chouhan, R. S., & Thakur, M. S. (2010). Trends in analysis of vitamin B12. *Analytical Biochemistry*, 398(2), 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2009.06.041>
- Morelli, B. (1995). Determination of a quaternary mixture of vitamins B6, B1, and B12 and uridine 5'-triphosphate by derivative spectrophotometry. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 84(1), 34–37. <https://doi.org/10.1002/jps.2600840109>
- Turcot, S., Turgeon, S. L., & St-Gelais, D. (2001). Effet de la concentration en phospholipides de babeurre dans le lait de fromagerie sur la production et la composition de fromages allégés de type Cheddar. *Lait*, 81(3), 429–442. <https://doi.org/10.1051/LAIT:2001142>
- Vasbinder, A. J., & de Kruif, C. G. (2003). Casein–whey interactions in heated milk: The influence of pH. *International*

- al Dairy Journal*, 13(8), 669–677. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00120-1)
- Ye, A., Singh, H., Oldfield, D. J., & Anema, S., (2004). Kinetics of heat-induced association of b-lactoglobulin and a-lactalbumin with milk fat globule membrane in whole milk. *International Dairy Journal*, 14(5), 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.09.004>
- Zisu, B., Bhaskaracharya, R., Kentish, S., & Ashokkumar, M. (2009). Ultrasonic processing of dairy systems in large scale reactors. *Ultrasonic Sonochemistry*, 17(6), 1075–1081. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2009.10.014>
- ## REFERENCES
- Vyshemirsky, F. A. (2011). Buttermilk: Minimum calories — maximum biological value. *Dairy Industry*, (8), 54–56.
- Evdokimov, I. A. (2010). Real'nye membrannye tekhnologii [Real membrane technologies]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], (2), 49–50.
- Kamarova, O. N., & Khavkin, A. I. (2017). Kislomolochnye produkty v pitanii detei: pishchevaya i biologicheskaya tsennost' [Fermented milk products in children's nutrition: nutritional and biological value]. *Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii* [Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics], 62(5), 80–85. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2017-62-5-80-86>
- Kanina, K. A., & Robkova, T. O. (2015). Vyyavlenie kachestvennogo i vostrebovannogo iogurta na molochnom rynke [Identification of high-quality and in-demand yogurt in the dairy market]. In *Intensivnye tekhnologii proizvodstva produktsii zhivotnovodstva: Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Intensive technologies for the production of livestock products: Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference] (pp. 112–114). Penza: Mezhotraslevoi nauchno-informatsionnyi tsentr Penzenskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii.
- Khramtsov, A. G. (2018). Logistika formirovaniya novogo tekhnologicheskogo uklada molochnoi otrasli pishchevoi industrii APK v usloviyakh ogranichennykh resursov traditsionnogo syr'a [Logistics of the formation of a new technological structure of the dairy industry of the food industry of the agro-industrial complex in conditions of limited resources of traditional raw materials]. *Industriya pitaniya* [Food Industry], (3), 8–22. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2018-3-4-1>
- Makarenko, V. V. (2018). Vtorichnoe molochnoe syr'e — odno iz perspektivnykh napravlenii razvitiya molochnoi promyshlennosti na innovatsionnoi osnove [Secondary dairy raw materials are one of the promising directions for the development of the dairy industry on an innovative basis]. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal* [International Technical and Economic Journal], (5), 17–20.
- Makarova, S. G., & Namazova-Baranova L. S. (2015). Kishechnaya mikrobiota i ispol'zovanie probiotikov v praktike pediatrii [Intestinal microbiota and the use of probiotics in pediatrician's practice]. *Chto novogo? Pediatriceskaya farmakologiya* [What's new? Pediatric Pharmacology], 12(1), 38–45. <https://doi.org/10.15690/pf.v12i1.1245>
- Ogneva, O. A., & Chesnokova, A. A., Gladkaya, O. O. (2018). Ispol'zovanie molochnoi syvorotki i pakhty v proizvodstve funktsional'nykh napitkov [The use of whey and buttermilk in the production of functional beverages]. In *Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii: Sbornik statei po materialam IV nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Modern aspects of production and processing of agricultural products: A collection of articles based on the materials of the IV scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists] (pp. 16–22). Krasnodar: Kubanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni I. T. Trubilina.
- Khramtsov, A. G. (2018). Logistics of the formation of a new technological structure of the dairy industry of the food industry of the agro-industrial complex in conditions of limited resources of traditional raw materials. *Food Industry*, (3), 8–22. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2018-3-4-1>
- Zaitseva, L. V. (2010). Rol' razlichnykh zhirnykh kislot v pitanii cheloveka pri proizvodstve pishchevykh produktov [The role of various fatty acids in human nutrition in food production]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], (12), 60–63.
- Chassaigne, H., & Lobinski, R. (1998). Direct species-selective determination of cobalamins by ionspray mass spectrometry and ionspray tandem mass spectrometry. *Analyst, Royal Society of Chemistry*, 123(1), 131–137. <https://doi.org/10.1039/a704698g>
- Daubert, C. R., Hudson, H. M., Foegeding, A. E., & Prabhasankar, P. (2006). Rheological characterization and electrokinetic phenomena of charged whey protein dispersions of defined size. *LWT — Food Science and Technology*, 39(3), 206–215.
- El-Loly, M. M. (2011). Composition, properties and nutritional aspects of milk fat globule membrane — A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61(1), 7–32. <https://doi.org/10.2478/v10222-011-0001-0>
- Negussie Gebreselassie, N., Abrahamsen, R. K., Beyene, F., Abay, F., Narvhus, J. A. (2016). Chemical composition of naturally fermented buttermilk. *International Journal of Dairy Technology*, 69(2), 200–208. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12236>
- Kumar, S. S., Chouhan, R. S., & Thakur, M. S. (2010). Trends in analysis of vitamin B12. *Analytical Biochemistry*, 398(2), 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2009.06.041>

- Morelli, B. (1995). Determination of a quaternary mixture of vitamins B6, B1, and B12 and uridine 5'-triphosphate by derivative spectrophotometry. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 84(1), 34–37. <https://doi.org/10.1002/jps.2600840109>
- Turcot, S., Turgeon, S. L., & St-Gelais, D. (2001). Effet de la concentration en phospholipides de babeurre dans le lait de fromagerie sur la production et la composition de fromages allégés de type Cheddar. *Lait*, 81(3), 429–442. <https://doi.org/10.1051/LAIT:2001142>
- Vasbinder, A. J., & de Kruif, C. G. (2003). Casein–whey interactions in heated milk: The influence of pH. *International Dairy Journal*, 13(8), 669–677. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00120-1)
- Ye, A., Singh, H., Oldfield, D. J., & Anema, S., (2004). Kinetics of heat-induced association of b-lactoglobulin and a-lactalbumin with milk fat globule membrane in whole milk. *International Dairy Journal*, 14(5), 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.09.004>
- Zisu, B., Bhaskaracharya, R., Kentish, S., & Ashokkumar, M. (2009). Ultrasonic processing of dairy systems in large scale reactors. *Ultrasonic Sonochemistry*, 17(6), 1075–1081. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2009.10.014>