

УДК 637.1

¹ Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии, г. Москва, Российская Федерация

² Учебно-опытный молочный завод Вологодской Государственной Молочнохозяйственной Академии им. Н. В. Верещагина, г. Вологда, Российской федерации

³ Московский государственный университет пищевых производств, г. Москва, Российская Федерация

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Абабкова Анна Александровна

Адрес: 160555, Вологодская обл., г. Вологда, с. Молочное Вологодского р-на, ул. Панкратова, д. 15

E-mail: primadonna.88@yandex.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования

доступны по запросу

у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Новокшанова, А. Л., Абабкова, А. А., & Федотова Ю. С. (2022). Обоснование целесообразности разработки технологии нового высокобелкового молочного напитка с ячменем. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (4), 142–151. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.339>

ПОСТУПИЛА: 17.06.2022

ПРИНЯТА: 03.10.2022

ОПУБЛИКОВАНА: 14.10.2022

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Материал подготовлен в рамках Государственного задания FGMF-2022-0002.



Обоснование целесообразности разработки технологии нового высокобелкового молочного напитка с ячменем

А. Л. Новокшанова¹, А. А. Абабкова², Ю. С. Федотова³

АННОТАЦИЯ

Введение. Сочетание молочного и растительного сырья позволяет обогатить продукты витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами и различными миорными соединениями. Введение растительных ингредиентов в молочное сырье способствует разнообразию ассортимента и, кроме того, может быть полезным в технологическом плане, например, для стабилизации молочной дисперсии. В качестве растительного ингредиента использовали ячмень, который характеризуется полным отсутствием кофеина, что позволяет его использовать в производстве продуктов для людей, которым кофе не рекомендуется из диетологических соображений.

Цель. Изучение органолептической и технологической совместимости ячменя с молочным сырьем при разработке рецептуры и технологии производства высокобелкового молочного напитка.

Материалы и методы. В работе использовано сухое обезжиренное молоко и концентрат пищевой ячменя (далее по тексту – ячмень) с целью разработки высокобелкового молочного напитка – заменителя кофе.

Результаты. Исследованы органолептические, физико-химические, микробиологические показатели трех рецептур напитка с внесением ячменя в количестве 6,5 %, 7,0 % и 7,5 %. В трех вариантах напитка, содержащих по 18 % сухого обезжиренного молока, массовая доля белка составила, соответственно, 7,75 %, 7,80 % и 7,85 %, что соответствует определению «с высоким содержанием белка». Сразу после выработки все образцы имели активную кислотность, характерную для свежего молока; по мере хранения во всех образцах наблюдалось снижение активной кислотности. Вязкость опытных образцов при хранении молока повышалась, что связано с коллоидными свойствами молочных белков и полисахаридов ячменя. Увеличение вязкости было благоприятно для консистенции продукта, которая сохраняла текучесть и однородность. Количество микроорганизмов во всех образцах после 19 суток хранения при температуре (4 ± 2) °C увеличилось, но не превышало допустимый Таможенным законодательством норматив – 1 × 10⁵ КОЕ/см³.

Выводы. На основе результатов испытаний образцов разработана технологическая схема производства. Выбранные режимы технологического процесса позволяют получить напиток с хорошими органолептическими и микробиологическими показателями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

здоровое питание, ячмень, топинамбур, сухое молоко, высокобелковый продукт

Justification of the Feasibility of Developing a Technology for a New High-Protein Milk Drink with Barley

¹ Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russian Federation

² Training and Experimental Dairy Plant of Vologda State Dairy Academy named after N. V. Vereshchagin, Moscow, Russian Federation

³ Moscow State University of Food Production, Moscow, Russian Federation

CORRESPONDENCE:

Anna A. Ababkova

Address: 15, Pankratova st.,
Dairy settlement, Vologda region,
Vologda, 160555, Russian Federation
E-mail: primadonna.88@yandex.ru

FOR CITATIONS:

Novokshanova, A. L., Ababkova, A. A., & Fedotova, Yu. S. (2022). Justification of the feasibility of developing a technology for a new high-protein milk drink with barley. *Storage and Processing of Farm Products*, (4), 142–151.
<https://doi.org/10.36107/spfp.2022.339>

RECEIVED: 17.06.2022

ACCEPTED: 03.10.2022

PUBLISHED: 14.10.2022

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.

FUNDING:

The article was prepared as part of the state task FGMF-2022-0002.



Alla L. Novokshanova¹, Anna A. Ababkova², Yuliya S. Fedotova³

ABSTRACT

Background. The combination of dairy and vegetable raw materials makes it possible to enrich products with vitamins, minerals, dietary fiber and various minor compounds. The introduction of herbal ingredients into raw milk contributes to the diversity of the assortment and, in addition, can be useful in terms of technology, for example, to stabilize the milk dispersion. Barley was used as a herbal ingredient, which is characterized by a complete absence of caffeine, which allows it to be used in the production of products for people who are not recommended coffee for dietary reasons.

Purpose. Study of the organoleptic and technological compatibility of barley with dairy raw materials in the development of a recipe and technology for the production of a high-protein milk drink.

Materials and Methods. We used skimmed milk powder and food barley concentrate (hereinafter referred to as barley) in order to develop a high-protein milk drink – a coffee substitute.

Results. The organoleptic, physico-chemical, microbiological parameters of three drink recipes with the addition of barley in the amount of 6.5 %, 7.0 % and 7.5 % were studied. In three versions of the drink, containing 18 % of skimmed milk powder, the mass fraction of protein was 7.75 %, 7.80 % and 7.85 %, respectively, which corresponds to the definition of "high protein". Immediately after production, all samples had an active acidity characteristic of fresh milk; during storage, a decrease in active acidity was observed in all samples. The viscosity of the prototypes increased during storage of milk, which is associated with the colloidal properties of milk proteins and barley polysaccharides. The increase in viscosity was beneficial to the consistency of the product, which retained fluidity and uniformity. The number of microorganisms in all samples after 19 days of storage at a temperature of (4 ± 2) °C increased, but did not exceed the standard allowed by the Customs legislation – 1×10^5 CFU/cm³.

Conclusion. Based on the test results of the samples, a technological scheme of production was developed. The selected modes of the technological process make it possible to obtain a drink with good organoleptic and microbiological parameters.

KEYWORDS

healthy nutrition, barley, Jerusalem artichoke, powdered milk, high-protein product

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение населения высококачественными биологически полноценными продуктами питания имеет большое социальное значение, особенно в связи с нарушением структуры питания (Попова и соавт., 2021). Приоритетным направлением государственной политики России в области здорового питания следует считать соответствие физиологических потребностей организма человека в энергии и важных пищевых веществах структуре потребления питания¹. Данный вопрос имеет большое значение относительно восполнения дефицита белка, который наблюдается в рационах россиян в последние десятилетия.

Пищевая промышленность может способствовать устраниению дисбаланса в структуре питания населения, путем создания новых продуктов с повышенным содержанием белка, относительно небольшой калорийностью и доступной ценой продукта. С учетом показателя низкой калорийности, времени усвоения основных пищевых компонентов, а также с точки зрения соотношения цены и качества, одним из наиболее оптимальных источников белкового сырья можно считать молочные продукты (Батурина и соавт., 2020; Федотова, 2019). Сочетание молочно-растительного сырья позволяет обогатить продукты витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами и различными миорными соединениями^{2,3,4,5} (Крусь и соавт., 2013).

За прототип нового продукта был взят ячменный кофе — популярный во многих странах напиток. Важное достоинство продукта — полное отсутствие кофеина, поэтому ячменный кофе могут пить люди, которым кофе не рекомендуется из диетологических соображений. До появления кофе без кофеина ячменный напиток был единственной альтернативой для тех, кому противопоказан кофеин по состоянию здоровья.

В кофейнях и барах заменитель кофе делают из обжаренного ячменя. Цвет и консистенция ячменного напитка внешне очень схожа с натуральным кофе. Вкус мягкий, с нотками обжаренного хлеба, а добавление молока делает напиток похожим на капучино.

Основная масса углеводов ячменя представлена крахмалом. Содержание моно- и олигосахаридов в зерне ячменя, по данным разных авторов, варьирует в пределах 1,4–6,8 %. В зародыше обнаружено 4,9 % раффинозы (Бородулин, 2014).

Из некрахмальных полисахаридов в ячмене присутствуют гемицеллюзы и β -глюкан. Смешанный β -D-глюкан эндосперма ячменя относится к группе неразветвленных полисахаридов, состоящих из 1,4- и 1,3-D-глюкопиранозных остатков в варьирующих соотношениях. Выделенный в чистом виде β -глюкан, содержащийся в ячмене от 1,5 до 8 %, дает вязкие устойчивые растворы, что может быть полезным для стабилизации пищевых систем.

В плане пищевой ценности β -глюканы способны оказывать на организм человека профилактический и лечебный эффект (Harland, 2014; Лоскутов и соавт., 2017), который обусловлен их противо-воспалительным, противоопухолевым, противоаллергическим, антиоксидантным и иммунопротекторным действием (Sagnelli et al., 2018; Bozbulut & Sanlier, 2019). Также положительная роль β -глюкана на организм человека заключается в снижении концентрации глюкозы, общего холестерина, липопротеинов низкой плотности и триглицеридов в крови (Behall et al., 2004; Barber, 2020; Alexander, 2019; Belobrajdic, 2019; Wilson, 2020; Moszak, 2020; Yang, 2020; Marttinen, 2020).

Белки ячменя представлены нерастворимыми в воде высокомолекулярными фракциями глобулинов, проламинов, глютелинов, а также растворимыми альбуминами. Эти белки содержат практически

¹ Распоряжение Правительства РФ № 1364-р. (2016). Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. <http://komitet-ok.ru/files/StrPKPP.pdf>

² Белая, А. (2020). Потребители пошли за молоком. Спрос на молочную продукцию вырастет, несмотря на падение продаж в секторе HoReCa. [https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/34913-potrebители-poshli-za-molokom-spros-na-molochnuyu-produktsiyu-vyrastet-nesmotrya-na-padenie-prodazh/](https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/34913-potребители-последние-за-молоком-спрос-на-молочную-продукцию-вырастет-несмотря-на-падение-продаж/)

³ Тутельян, В. А. (2012). Химический состав и калорийность российских продуктов: Справочник. М.: Дели плюс.

⁴ МР 2.3.1.0253–21. (2021). Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. М.: Роспотребнадзор.

⁵ Российский статистический ежегодник. (2020). <http://www.gks.ru/wps/wcm/conne ct/rosstat>.

полный набор незаменимых аминокислот, включая особо дефицитные — лизин и триптофан, превосходя по их содержанию пшеницу и кукурузу.

Целью данной работы является изучение органолептической и технологической совместимости ячменя с молочным сырьем при разработке рецептуры и технологии высокобелкового молочного напитка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

Сухое обезжиренное молоко

Основным молочным сырьем служило сухое обезжиренное молоко (СОМ) производства Акционерное общество «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина.

Концентрат пищевой ячменя

Для соединения с молочным сырьем использовали концентрат пищевой ячменя (ТУ 10.83.12-010-44418433-2019⁶ ячменный напиток «Старая мельница», ОАО «Русский продукт»), который способен равномерно распределяться в молочном сырье.

Сироп топинамбура

В качестве подсластителя использован сироп топинамбура, выработанный по ТУ 9185-003-56857055-05⁷.

Методы и инструменты

Органолептические показатели образцов определяли стандартными методами по ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011⁸ и ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011⁹, массо-

вую долю белка — методом Кильдаля, содержание жира, углеводов и сухих веществ — с применением ИК-Фурье спектрометра МРА фирмы Bruker. Растворимость СОМ исследовали стандартным методом центрифугирования в соответствии с ГОСТ Р ИСО 8156-2010¹⁰.

Плотность образцов определяли с помощью тензиометра KRUSS K-20S. Для определения вязкости использовали капиллярный вискозиметр с диаметром капилляра 0,56 мм. Расчет вязкости вели по формуле Ж. Пуазейля:

$$\eta_m = \eta_b \frac{\rho_m t_m}{\rho_b t_b},$$

где η_m — вязкость исследуемого молока при 20 °C, Па × с; η_b — вязкость воды при 20 °C, Па × с; $\eta_b = 1,005 \cdot 10^{-3}$ Па × с; ρ_m и ρ_b — соответственно плотность исследуемого молока и воды при 20 °C, кг/м³; $\rho_b = 998,2$ кг/м³; t_m и t_b — время истечения соответственно исследуемого молока и воды из капилляра одного и того же вискозиметра, с.

Способность образцов сохранять начальные свойства при хранении исследовали методом посева на питательную среду по ГОСТ 32901-2014¹¹ и по показателю активной кислотности в соответствии с ГОСТ 32892-2014¹².

Процедура исследования

Для приготовления опытных образцов напитка готовили молочную основу путем восстановления СОМ в подогретой питьевой воде. Далее вносили по 4 см³ сиропа топинамбура и ячмень в количестве 6,5; 7,0; 7,5 г.

Приготовленные образцы напитков пастеризовали при температуре (87±2,0) °C в течение 8 секунд и охлаждали до температуры (22,0±2,0) °C, под-

⁶ ТУ 10.83.12-010-44418433-2019. (2019). Концентраты пищевые. Напитки кофейные и злаковые. <https://docs.cntd.ru/document/578500295>

⁷ ТУ 9185-003-56857055-05. (2005). Сиропы из топинамбура. <https://e-ecolog.ru/crc/50.99.08.918.%D0%A2.000148.02.05>

⁸ ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011. (2011). Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки. М.: Стандартинформ.

⁹ ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011. (2011). Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 3. Руководство по оценке соответствия техническим условиям на продукцию для определения органолептических свойств путем подсчета баллов. М.: Стандартинформ.

¹⁰ ГОСТ Р ИСО 8156-2010. (2019). Молоко сухое и сухие молочные продукты. Определение индекса растворимости. М.: Стандартинформ.

¹¹ ГОСТ 32901-2014. (2014). Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа. М.: Стандартинформ.

¹² ГОСТ 32892-2014. (2015). Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности. М.: Стандартинформ.

Таблица 1*Состав и энергетическая ценность готовых образцов*

№ образца	Масса ячменя, г	Массовая доля, %					Калорийность, ккал / Энергетическая ценность, кДж
		СОМ	Белок	Жир	Углеводы	Сухие вещества	
1	6,5	18,0 ± 0,1	7,75 ± 0,06	0,18 ± 0,08	15,74 ± 0,40	23,85 ± 0,40	96 / 406
2	7,0	18,0 ± 0,1	7,80 ± 0,06	0,20 ± 0,08	16,03 ± 0,40	24,20 ± 0,40	97 / 413
3	7,5	18,0 ± 0,1	7,85 ± 0,06	0,21 ± 0,08	16,32 ± 0,40	24,55 ± 0,40	99 / 419

держиваемой в течение дегустации и дальнейших испытаний.

Образец напитка оставляли на хранение при температуре $(4,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$. Испытания проводили на 10, 15 и 19 сутки с целью определения срока хранения.

Надежность полученных данных обеспечена трехкратным повторением на стадии приготовления образцов, а также вычислением статистической достоверности результатов на этапах исследования физико-химических и органолептических показателей.

Анализ и систематизация данных

Математическая обработка данных выполнена с использованием программного обеспечения Windows 10. Использованы программы Word и Excel для расчета средних значений, построений диаграмм и определения уравнений зависимостей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для получения результатов и достижения цели исследования проведены органолептические, физико-химические, реологические и микробиологические испытания образцов напитка. Проведен расчет пищевой и энергетической, контроль органолептических показателей и активной кислотности на протяжении всего срока хранения, приведена

зависимость динамической вязкости от содержания ячменя в напитке, а также результаты проведения оценки обоснования срока годности.

По микробиологическим показателям и показателям безопасности сухое обезжиренное молоко соответствовало требованиям Технических Регламентов Таможенного союза^{13,14}. Индекс растворимости СОМ был равен 0 см³, что указывает на высокую способность данного ингредиента растворяться в воде и чрезвычайно важно в технологическом плане. Состав, пищевая и энергетическая ценность опытных образцов представлены в Таблице 1.

Как видно из данных Таблицы 1, все образцы по количеству массовой доли белка соответствовали продуктам «с высоким содержанием белка», согласно ГОСТ Р 55577–2013¹⁵, поскольку белком обеспечивается более 30% энергетической ценности продукта.

Результаты органолептической оценки наглядно представлены на профилограмме (Рисунок 1).

Все образцы имели сладковатый молочный вкус. Однако, в образце 1, содержащем 6,5% порошка ячменя, зерновой вкус ячменного напитка не был выражен достаточно. Образец 2, содержащий 7,0% ячменного порошка, обладал гармоничным молочно-зерновым вкусом, подобным вкусу кофе с молоком. При содержании в рецептуре напитка 7,0% порошка ячменя, в образце 3 был отмечен горьковатый привкус. Запах образцов всех трех вариантов был приятным молочно-зерновым. Консистенция всех образцов была однородной, без комочеков.

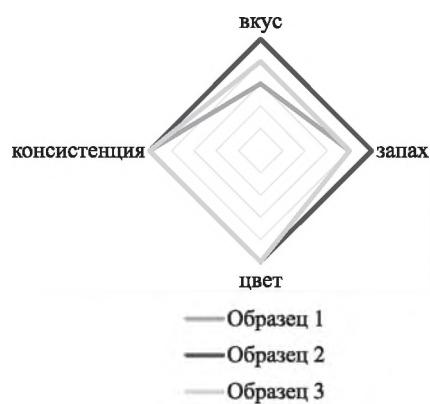
¹³ ТР ТС 021/2011. (2011). О безопасности пищевой продукции. <https://docs.cntd.ru/document/902320560>

¹⁴ ТР ТС 033/2013. (2013). О безопасности молока и молочной продукции. <https://docs.cntd.ru/document/499050562>

¹⁵ ГОСТ Р 55577–2013. (2014). Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. М.: Стандартинформ.

Рисунок 1

Итоговая органолептическая оценка свежеприготовленных образцов



Образцы имели светло-коричневый цвет, соответствующий ячменному напитку. На протяжении 15 суток хранения при $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, внешний вид и вкусовые характеристики образцов не менялись.

Контроль органолептических показателей и активной кислотности на 19-е сутки показал начало порчи образцов. Во всех образцах появился слабый кисловатый запах, свидетельствующий о развитии нежелательных микробиологических процессов. Сравнение активной кислотности образцов сразу после получения и на 19-е сутки хранения при $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ представлено на Рисунке 2.

Сразу после выработки все образцы имели активную кислотность, характерную для свежего молока. По мере хранения во всех образцах наблюдалось снижение активной кислотности. В образцах с массовой долей ячменя 6,5 % снижение показате-

ля рН составило 0,8 единиц, в образцах с массовой долей ячменя 7,0 % – 0,6 единиц рН и в образцах с массовой долей ячменя 7,5 % – 0,5 единиц рН.

На 24-е сутки все образцы приобрели кислый вкус.

Плотность молочных напитков с ячменем и сиропом топинамбура закономерно возрастала с увеличением содержания сухих веществ в образцах и достигала $1074 \text{ кг}/\text{м}^3$ в образце, содержащем 6,5 % порошка ячменя, $1078 \text{ кг}/\text{м}^3$ – в образце с 7,0 % порошком ячменя и $1084 \text{ кг}/\text{м}^3$ – в образце, содержащем 7,5 % порошка ячменя. Таким образом, между плотностью (y) и общим содержанием сухих веществ (x) в напитке установлена прямолинейная зависимость: $y = 5x + 1068,7$.

На Рисунке 3 представлена зависимость динамической вязкости от содержания ячменного порошка в образцах свежевыработанных и на 19-е сутки хранения.

На Рисунке 3 видно, что между содержанием сухих веществ в образцах и их вязкостью существует прямая зависимость. Также установлено, что динамическая вязкость образцов при хранении молока повышалась, что обусловлено коллоидными свойствами молочных белков и полисахаридов ячменя, а именно, продолжением набухания гидроколлоидов растительного сырья. Наблюдаемое увеличение вязкости было благоприятно для консистенции продукта, которая сохраняла текучесть и однородность.

Рисунок 2

Активная кислотность образцов свежевыработанных и на 19-е сутки хранения

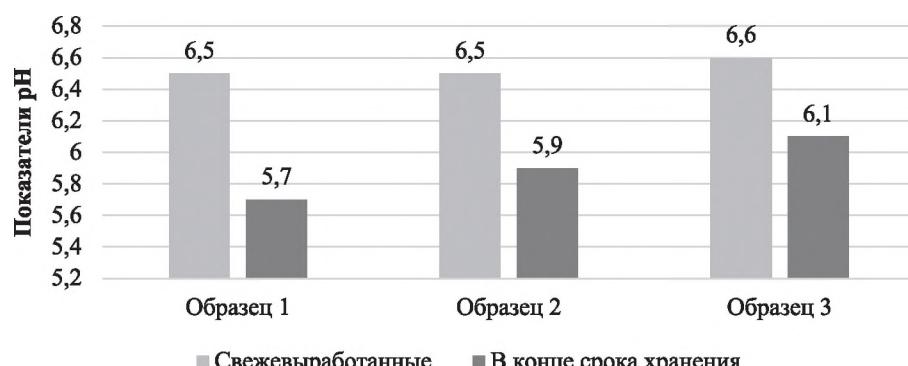
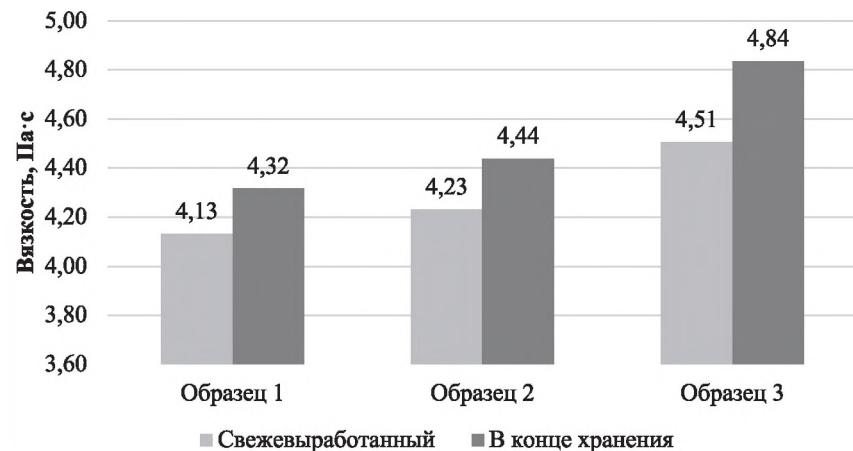


Рисунок 3

Изменение динамической вязкости в зависимости от содержания ячменного порошка в образцах

**Таблица 2**

Средние результаты микробиологических испытаний образцов

Показатель	Свежее	10 сутки	15 сутки	19 сутки
БГКП	в 0,01 см ³ не обнаружено			
Пересев на среду Эндо (обнаружение <i>E.coli</i>)	нет роста	нет роста	нет роста	нет роста
КМАФАнМ, КОЕ/см ³	$1,1 \times 10^1$	$3,7 \times 10^1$	$1,2 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$

Микробиологические испытания свежеприготовленных образцов и на 10, 15, 19 сутки хранения проводили методом посева на питательные среды КМАФАнМ и Кесслер. Результаты представлены в Таблице 2.

По результатам микробиологических испытаний образцов продукта свежеприготовленных и на протяжении срока хранения общее количество микрорганизмов увеличилось на порядок, но оставалось в пределах норматива (не более 1×10^5 КОЕ/см³), допускаемого Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013)¹⁶.

Таким образом, приготовленные образцы выдержали хранение в течение 19 дней при температуре (4 ± 2) °C. Согласно санитарно-эпидемиологической

оценке обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов¹⁷, коэффициент резерва для скоропортящихся продуктов при сроках годности до 30 суток включительно равен 1,3. Следовательно, по полученным данным срок хранения продукта будет составлять 15 суток.

На основе результатов испытаний образцов разработана технологическая схема производства (Рисунок 4).

Разработанная рецептура обеспечивает повышенное содержание белка и низкое содержание жира в продукте. Выбранные режимы технологического процесса позволяют получить напиток с хорошими органолептическими и микробиологическими показателями. Добавки растительного происхождения позволяют расширить ассортимент

¹⁶ ТР ТС 033/2013. (2013). О безопасности молока и молочной продукции. <https://docs.cntd.ru/document/499050562>

¹⁷ МУК 4.2.1847–04. (2004). Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. М.: Федеральный центр гигиенического и эпидемиологического контроля Минздрава России.

Рисунок 4

Технологическая схема производства молочного напитка с ячменем



конкурентоспособных продуктов с привлекательными для потребителя органолептическими показателями и повышенной пищевой ценностью (Бородулин, 2014; Behall, 2004; Harland, 2014).

Оптимально подобранные количества ингредиентов, не только улучшают органолептические и физико-химические показатели, но и могут придавать новые качества продукту (Ahmadi et al., 2018; Бородулин, 2014). Данное исследование – пример эффективного сочетания СОМ с ячменем, в результате которого получен напиток с высоким содержанием белка, что чрезвычайно актуально для профилактики и устранения дефицита белка у населения .

По полученным результатам внесение ячменя оказалось стабилизирующее действие на консистенцию образцов, а также положительно повлияло на другие органолептических показателей. В процессе производства и хранения не происходило образования осадка и расслоения системы. О подобном стабилизации молочных систем с помощью растительных гидроколлоидов сообщали и другие авторы (Bulut et al., 2021; Ahmadi et al., 2018; Федотова и соавт., 2019).

ВЫВОДЫ

Комбинирование молочного и растительного сырья – распространенная практика расширения ассортимента продукции. Повышение динамической вязкости образцов с увеличением массовой доли ячменя доказало, что внесение дополнительного внесения органических соединений растительного происхождения способствовало сохранению однородности консистенции. Оптимально подобранные режимы пастеризации и хранения обеспечивают микробиологическую чистоту продукта до конца срока годности.

Научная новизна исследования заключается в теоретическом обосновании и разработке стабильной композиции молочного напитка с повышенным содержанием белка, состоящего из сухого обезжиренного молока, ячменя и сиропа топинамбура. Выпуск новых молочных продуктов с добавками

¹⁸ ГОСТ 32220–2013. (2013). Вода питьевая, расфасованная в емкости. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

¹⁹ ГОСТ Р 51232–98. (2009). Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. М.: Стандартинформ.

²⁰ ГОСТ Р 52791–2007. (2009). Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия. М.: Стандартинформ.

растительного происхождения, например, ячменя, позволяет решить проблемы экономии сырьевых молочных ресурсов, использования ценнейшего растительного сырья.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Новокшанова А. Л.: формулирование идеи; формулирование исследовательских целей и задач. Подготовка и создание черновика рукописи,

в частности написание первоначального текста рукописи.

Абабкова А. А.: подготовка и создание рукописи, её комментирование или пересмотр, включая этапы до или после публикации рукописи.

Федотова Ю. С.: проведение исследовательского процесса, в частности, проведение экспериментов или сбор данных / доказательств.

ЛИТЕРАТУРА

- Батурин, А. К., Мартинчик, А. Н., & Камбаров, А. О. (2020). Структура питания населения России на рубеже XX и ХХI столетий. *Вопросы питания*, 89(4), 60–70. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10042>
- Бородулин, Д. М. (2014). Ячмень как перспективный компонент молочно-злаковых продуктов. *Техника и технология пищевых производств*, 35(4), 19–25.
- Крусь, Г. Н., Храмцов, А. Г., Волокитина, З. В., & Карпышев С. В. (2013). *Технология молока и молочных продуктов*. М.: Колос.
- Лоскутов, И. Г., Ковалева, О. Н., Блинова, Е. В. (2012). *Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса*. СПб.: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова.
- Попова, А. Ю., Тутельян, В. А., & Никитюк, Д. Б. (2021). О новых (2021) нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. *Вопросы питания*, 90(4), 6–19. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19>
- Федотова, О. Б., Макаркин, Д. В., Соколова, О. В., & Дуниченко, Н. И. (2019). Разработка и исследования пищевой и биологической ценности и потребительских свойств кисломолочного продукта с мукой, не содержащего глютен. *Вопросы питания*, 88(2), 101–110. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10023>
- Ahmadi, S. F., Nasirpour, A., Goli, S. A. H., Riahi, E. (2018). Effect of heat treatment and solution preparation procedure on colloidal stability of whey protein sour cherry beverage. *International Journal of Dairy Technology*, 71(3), 781–790. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12453>
- Alexander, C., Swanson, K. S., Fahey, G. C., & Garleb, K. A. (2019). Perspective: Physiologic importance of short-chain fatty acids from nondigestible carbohydrate fermentation. *Advances in Nutrition*, 10(4), 576–589. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz004>
- Barber, T. M., Kabisch, S., Pfeiffer, A. F. H., & Weickert, M. O. (2020). The health benefits of dietary fibre. *Nutrients*, 12(10), Article 3209. <https://doi.org/10.3390/nu12103209>
- Behall, K. M., Scholfield, D. J., & Hallfrisch, J. (2004). Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(5), 1185–1193. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.5.1185>
- Belobrajdic, D. P., Jenkins, C. L. D., Christophersen, C. T., & Bird, A. R. (2019). Cereal fructan extracts alter intestinal fermentation to reduce adiposity and increase mineral retention compared to oligofructose. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(7), 2811–2821. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1830-y>
- Bozbulut, R., & Sanlier, N. (2019). Promising effects of β-glucans on glycaemic control in diabetes. *Trends in Food Science and Technology*, 83(1), 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.018>
- Bulut, M., Tunçturk, Y., & Alwazeer, D. (2021). Effect of fortification of set-type yoghurt with different plant extracts on its physicochemical, rheological, textural and sensory properties during storage. *International Journal of Dairy Technology*, 74(4), 723–736. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12803>
- Harland, J. (2014). Authorised EU health claims for barley and oat beta-glucans. In M. J. Sadler (Ed.), *Foods, nutrients and food ingredients with authorised EU health claims* (1st ed., pp. 24–25). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857098481.2.25>
- Marttinen, M., Ala-Jaakkola, R., Laitila, A., & Lehtinen, M. J. (2020). Gut microbiota, probiotics and physical performance in athletes and physically active individuals. *Nutrients*, 12(10), Article 2936. <https://doi.org/10.3390/nu12102936>
- Moszak, M., Szulińska, M., & Bogdański, P. (2020). You are what you eat – the relationship between diet, microbiota, and metabolic disorders – a review. *Nutrients*, 12(4), Article 1096. <https://doi.org/10.3390/nu12041096>
- Sagnelli, D., Chessa, S., Mandalari, G., di Martino, M., Sornighi, W., Mamone, G., Vincze, E., Buillon, G., Nielsen, D. S., Wiese, M., Blennow, A., & Hebelstrup, K. H. (2018). Low glycaemic index foods from wild barley and amylose-only barley lines. *Journal of Functional Foods*, 40, 408–416. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.028>

Wilson, A. S., Koller, K. R., Ramaboli, M. C., Nesengani, L. T., Ocvirk, S., Chen, C., Flanagan, C. A., Sapp, F. R., Merritt, Z. T., Bhatti, F., Thomas, T. K., & O'Keefe, S. J. D. (2020). Diet and the human gut microbiome: An international review. *Digestive Diseases and Sciences*, 65, 723–740. <https://doi.org/10.1007/s10620-020-06112-w>

Yang, Q., Liang, Q., Balakrishnan, B., Belobajdic, D. P., Feng, Q.-J., Zhang, W. (2020). Role of dietary nutrients in the modulation of gut microbiota: A narrative review. *Nutrients*, 12(2), Article 381. <https://doi.org/10.3390/nu12020381>

REFERENCES

- Baturin, A. K., Martinchik, A. N., & Kambarov, A. O. (2020). Struktura pitaniya naseleniya Rossii na rubezhe XX i XXI stoletii [The structure of nutrition of the Russian population at the turn of the 20th and 21st centuries]. *Voprosy pitaniya [Nutrition Issues]*, 89(4), 60–70. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10042>
- Borodulin, D. M. (2014). Yachmen' kak perspektivnyi komponent molochno-zlakovykh produktov [Barley as a promising component of dairy and cereal products]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv [Equipment and Technology of Food Production]*, 35(4), 19–25.
- Fedotova, O. B., Makarkin, D. V., Sokolova, O. V., & Dunchenko, N. I. (2019). Razrabotka i issledovaniya pishchevoi i biologicheskoi tsennosti i potrebitel'skikh svoistv kislomolochnogo produkta s mukoi, ne soderzhashchego glyuten [Development and research of the nutritional and biological value and consumer properties of a gluten-free fermented milk product with flour]. *Voprosy pitaniya [Nutrition Issues]*, 88(2), 101–110. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10023>
- Krus', G. N., Khramtsov, A. G., Volokitina, S. V., & Karpychev S. V. (2013). *Tekhnologiya moloka i molochnykh produktov [Technology of milk and dairy products]*. Moscow: Kolos.
- Loskutov, I. G., Kovaleva, O. N., Blinova, E. V. (2012). *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyu mirovoi kollektii yachmenya i ovsya [Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats]*. S-Petersburg: Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut rastenievodstva im. N. I. Vavilova.
- Popova, A. Yu., Tutel'yan, V. A., & Nikityuk, D. B. (2021). O novykh normakh fiziologicheskikh potrebnostei v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiiskoi Federatsii [About new (2021) norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation]. *Voprosy pitaniya [Nutrition Issues]*, 90(4), 6–19. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19>
- Ahmadi, S. F., Nasirpour, A., Goli, S. A. H., Riahi, E. (2018). Effect of heat treatment and solution preparation procedure on colloidal stability of whey protein sour cherry beverage. *International Journal of Dairy Technology*, 71(3), 781–790. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12453>
- Alexander, C., Swanson, K. S., Fahey, G. C., & Garleb, K. A. (2019). Perspective: Physiologic importance of short-chain fatty acids from nondigestible carbohydrate fermentation. *Advances in Nutrition*, 10(4), 576–589. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz004>
- Barber, T. M., Kabisch, S., Pfeiffer, A. F. H., & Weickert, M. O. (2020). The health benefits of dietary fibre. *Nutrients*, 12(10), Article 3209. <https://doi.org/10.3390/nu12103209>
- Beahall, K. M., Scholfield, D. J., & Hallfrisch, J. (2004). Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(5), 1185–1193. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.5.1185>
- Belobajdic, D. P., Jenkins, C. L. D., Christophersen, C. T., & Bird, A. R. (2019). Cereal fructan extracts alter intestinal fermentation to reduce adiposity and increase mineral retention compared to oligofructose. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(7), 2811–2821. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1830-y>
- Bozbulut, R., & Sanlier, N. (2019). Promising effects of β-glucans on glycaemic control in diabetes. *Trends in Food Science and Technology*, 83(1), 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.018>
- Bulut, M., Tunçtürk, Y., & Alwazeer, D. (2021). Effect of fortification of set-type yoghurt with different plant extracts on its physicochemical, rheological, textural and sensory properties during storage. *International Journal of Dairy Technology*, 74(4), 723–736. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12803>
- Harland, J. (2014). Authorised EU health claims for barley and oat beta-glucans. In M. J. Sadler (Ed.), *Foods, nutrients and food ingredients with authorised EU health claims* (1st ed., pp. 24–25). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857098481.2.25>
- Marttilinen, M., Ala-Jaakkola, R., Laitila, A., & Lehtinen, M. J. (2020). Gut microbiota, probiotics and physical performance in athletes and physically active individuals. *Nutrients*, 12(10), Article 2936. <https://doi.org/10.3390/nu12102936>
- Moszak, M., Szulińska, M., & Bogdański, P. (2020). You are what you eat — the relationship between diet, microbiota, and metabolic disorders — a review. *Nutrients*, 12(4), Article 1096. <https://doi.org/10.3390/nu12041096>
- Sagnelli, D., Chessa, S., Mandalari, G., di Martino, M., Sorndech, W., Mamone, G., Vincze, E., Buillon, G., Nielsen, D. S., Wiese, M., Blennow, A., & Hebelstrup, K. H. (2018). Low glycaemic index foods from wild barley and amylose-only barley lines. *Journal of Functional Foods*, 40, 408–416. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.028>
- Wilson, A. S., Koller, K. R., Ramaboli, M. C., Nesengani, L. T., Ocvirk, S., Chen, C., Flanagan, C. A., Sapp, F. R., Merritt, Z. T., Bhatti, F., Thomas, T. K., & O'Keefe, S. J. D. (2020). Diet and the human gut microbiome: An international review. *Digestive Diseases and Sciences*, 65, 723–740. <https://doi.org/10.1007/s10620-020-06112-w>
- Yang, Q., Liang, Q., Balakrishnan, B., Belobajdic, D. P., Feng, Q.-J., Zhang, W. (2020). Role of dietary nutrients in the modulation of gut microbiota: A narrative review. *Nutrients*, 12(2), Article 381. <https://doi.org/10.3390/nu12020381>