ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20
УДК 637.338.4

Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Использование ягодного сырья в технологии мягкого сыра функционального назначения

А. В. Борисова, А. А. Рузянова*, А. М. Тяглова, К. В. Поликарпова

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

**e-mail: ruzanova96@mail.ru*

Дата поступления в редакцию: 29.10.2019
Дата принятия в печать: 23.03.2020

© А. В. Борисова, А. А. Рузянова, А. М. Тяглова, К. В. Поликарпова, 2020

Аннотация.
Введение. В настоящее время актуальной является проблема правильного питания, а именно создание функциональных продуктов питания. В состав таких продуктов должны входить функциональные ингредиенты, играющие определенную роль в живых организмах. В данной работе рассматривается возможность создания функционального мягкого сыра с добавлением высушенных образцов облепихи, шиповника и черноплодной рябины, являющихся источником витамина С.
Объекты и методы исследования. Объектами физико-химических исследований являлись различные виды ягод (облепиха, шиповник, черноплодная рябина), сыворотка, получаемая на разных этапах производства сыра, а также сыр, в состав которого входит ягодное сырье. Для ягод определялись следующие показатели качества: кислотность, содержание сухих веществ, влаги, пищевых волокон и витамина С. Для измерения кислотности сыворотки использовался pH-метр. Был проанализирован рынок сыра в России путем опроса потенциальных клиентов.
Результаты и их обсуждение. Были получены четыре образца сыра, содержащие сырье, которое является источником витамина С. Оптимальным способом внесения ягод является их введение в порошкообразном виде на этапе вымешивания сырного зерна. Это позволяет поддерживать кислотность сыворотки на необходимом уровне за счет чего полученные изделия имеют высокое качество. Для каждого образца сыра была проведена оценка органолептических показателей качества.
Выводы. Наиболее высокую оценку получил образец сыра, изготовленный с добавлением облепихи. Суммарно он был оценен в 22,3 из 25 баллов. Таким образом, использование порошкообразных ягод облепихи, шиповника и рябины позволяет получить качественный функциональный мягкий сыр.

Ключевые слова. Функциональные продукты питания, сыр, витамин С, флавоноиды, кислотность, облепиха, черноплодная рябина, шиповник, органолептические свойства

Для цитирования: Использование ягодного сырья в технологии мягкого сыра функционального назначения / А. В. Борисова, А. А. Рузянова, А. М. Тяглова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 11–20. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20.

Original article

Available online at http://fptt.ru/eng

Berry Raw Materials in Functional Soft Cheese Production

A.V. Borisova, A.A. Ruzyanova*, A.M. Tyaglova, K.V. Polikarpova

Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Str., Samara, 443100, Russia

**e-mail: ruzanova96@mail.ru*

Received: October 29, 2019
Accepted: March 03, 2020

© A.V. Borisova, A.A. Ruzyanova, A.M. Tyaglova, K.V. Polikarpova, 2020

Abstract.
Introduction. Healthy diet has been in the focus of scientific attention for many years. This issue is closely connected with the production of functional foods. Functional food products contain functional ingredients that are beneficial to living systems. The present research features functional soft cheese based on dried berries that are rich in vitamin C, which possesses antioxidant activity, reduces the risk of blood clots, and improves the immune system.
Study objects and methods. An online survey was conducted to study the Russian cheese market. The experiments featured samples of

sea-buckthorn, aronia, and rosehip berries and samples of milk whey obtained at different stages of cheese production. The sampels of the berries were analysed for physical and chemical properties, i.e. acidity, contents of dry substances, moisture, food fibers, vitamin C content, etc. Acidity of milk whey was evaluated in pH.

Results and discussion. The market analysis revealed that Russian cheese market needs to be expanded. Potential customers would agree to purchase cheese with various berry additives. Almost 30% of respondents claimed that they would like to buy cheese with sea-buckthorn berries. We produced four samples of cheese with raw material that was rich in vitamin C. A panel of six potential customers evaluated the samples for sensory properties using a five-point scale, i.e. color, taste, aroma, consistency, and shape. The sea-buckthorn cheese received the highest score: 22.3 points out of 25.

Conclusion. Powdered sea-buckthorn, aronia, and rosehip berries could be used to produce quality functional soft cheese. The research helped to define the optimal way of introducing berry additives into cheese products. Powdered berries were introduced while mixing curd, which helped to maintain whey acidity at the required level and improve the qualitaty of the final product. When the powdered berries were introduced into the milk before the enzyme, the consistency of the obtained cheese was unsatisfying: it broke down into curds, and its viscosity was low.

Keywords. Functional food products, cheese, vitamin C, flavonoids, acidity, sea-buckthorn, aronia, rosehip, cheese organoleptic properties

For citation: Borisova AV, Ruzyanova AA, Tyaglova AM, Polikarpova KV. Berry Raw Materials in Functional Soft Cheese Production. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):11–20. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20.

Введение

В настоящее время создание функциональных продуктов питания является актуальной темой для исследований. Современный уровень знаний и технологических навыков позволяет регулировать процесс создания пищевых продуктов таким образом, чтобы они были максимально полезны для человека и поддерживали его долголетие. Не менее важную роль играет и то, что процесс пищеварения уже давно является хорошо изученным. Благодаря работам анатомов, медиков и физиологов, проведенным в XIX–XX веках, сложилось определенное представление о том, каким должен быть сбалансированный рацион питания человека.

К функциональным продуктам питания относят пищевые продукты, в состав которых входит один или несколько функциональных ингредиентов. Согласно ГОСТ 52349-2005 различают следующие группы функциональных ингредиентов: пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, жиры и вещества, сопутствующие жирам, полисахариды, вторичные растительные соединения, про-, пре- и синбиотики.

В зависимости от результатов физико-химического анализа ягодного сырья в данном исследовании планируется создание функционального сыра, обогащенного пищевыми волокнами, витамином С или флавоноидами. В организме человека эти соединения играют важную биологическую функцию. К пищевым волокнам относят целлюлозу, гемицеллюлозу, лигнин, пектин, альгинаты, резистентный крахмал и др. Проходя через желудочно-кишечный тракт человека, пищевые волокна выводят из него холестерин, радиоизотопы, токсичные вещества, тяжелые металлы. Кроме того, они интенсивно абсорбируют воду за счет чего создают у человека чувство сытости. Витамин С относится к антиоксидантам. Он отвечает за повышение иммунитета, снижение уровня холестерина и уменьшение тромбообразования. Флавоноиды в организме человека играют ряд функций. Они снижают проницаемость кровяных капилляров человека, обладают антиоксидантной активностью, желчегонными, гепатопротекторными и диуретическими свойствами, противодействуют образованию опухолей, развитию спазмов и размножению вирусов в организме человека.

Разнообразие функциональных ингредиентов открывает широкие возможности для научных исследований в сфере создания функциональных продуктов питания. К одним из наиболее полезных пищевых продуктов относятся изделия, изготовленные на основе молока, а именно сыр. Значительный интерес представляет создание функциональных видов сыра.

Рассмотрим существующие работы, опубликованные в российских и международных журналах.

A. C. Moynihan и др. исследовали свойства сыра моцарелла, в состав которого входит химозин. В данной работе использовался бычий и верблюжий химозин. Был произведен сыр моцарелла с низким содержанием влаги. По результатам проведенных анализов было выяснено, что сыр, в состав которого входит верблюжий химозин, имеет больший срок годности. Это объясняется тем, что включение данного компонента в состав сыра позволяет замедлить протеолитические процессы, происходящие в сыре при хранении. Кроме того, был проведен анализ образцов сыра на пригодность для производства пиццы. Было выяснено, что сыр, в состав которого входит верблюжий химозин, при плавлении дает более тягучие и толстые нити, т. е. лучше подходит для производства пиццы [1].

C. Caleja и др. предлагают технологию создания зерненного творога с использованием экстракта ромашки и фенхеля. В данной работе

экстракты были получены несколькими разными способами. Использовались растения *Foeniculum vulgare* и *Matricaria chamomilla*. Были получены отвары растений, а также водные экстракты. Последние вводились в микрокапсулированном виде в состав альгината на одном из этапов производства зерненного творога. Альгинат является природным полимером, получаемым из бактерий и водорослей. Он повсеместно применяется для микрорапсулирования различного сырья, в том числе в пищевой промышленности. Было выявлено, что способ, предусматривающий микрокапсулирование функциональных добавок, обеспечивает антиоксидантную активность в течение более продолжительного периода, чем при использовании отваров растений [2].

C. T. Pasini Deolindo с соавторами описывает введение виноградного сока, кожицы и экстракта семян винограда в рецептуру сыра, что позволяет придать ему функциональные свойства. Добавки, полученные на основе продуктов переработки винограда, обладают антиоксидантными свойствами. Были получены водно-спиртовые экстракты данного сырья, затем экстракты были лиофилизованы. Отмечается, что полученный сыр проявляет свойства ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента, а также содержит фенольные соединения натурального происхождения [3].

В исследовании, выполненном M. Carocho и др., рассматривается базилик в качестве функционального и консервирующего ингредиента. Отмечается, что добавление листьев базилика обеспечивало антиоксидантную активность сыра, снижало его влажность и способствовало сохранению ненасыщенных жирных кислот и белков. Базилик вводился в состав сыра в виде отваров и в обезвоженной форме. Выявлено, что добавление отваров эффективно и позволяет получить сыр высокого качества. В процессе исследования использовалась технология производства сыра Серра-де-Эштрела [4].

Функциональные продукты питания могут быть получены не только при введении специальных ингредиентов, но и при изменении технологии производства. Так, M. C. Abeijon Mukdsi с соавторами рассматривает возможность производства сыра на основе козьего молока с применением закваски, содержащий штамм *Lactobacillus fermentum*. Отмечается, что введение данных микроорганизмов в состав закваски позволяет получить сыр, обладающий ферулоилэстеразной активностью. Это было подтверждено путем проведения исследований in vivo с использованием мышей. Благодаря наличию этой активности сыр проявляет пробиотические свойства [5].

J. Han с соавторами изучает возможность создания творожного сыра, в состав которого вводятся экстракт винограда, зеленого чая и порошок обезвоженной клюквы. Выявлено, что при введении данных функциональных ингредиентов сыр обогащается из-за содержания в нем следующих веществ: катехина, галлата эпигаллокатехина, дубильной кислоты, гомованиловой кислоты и гесперетина. Эти соединения проявляют доказанную антиоксидантную активность. На основании полученных удовлетворительных результатов авторы сделали вывод, что используемое растительное сырье можно включать в состав других кисломолочных продуктов [6].

A. Madadlou и др. исследовали возможность производства иранского белого сыра с низким содержанием жира. Отмечается, что снижение массовой доли жира затруднительно, так как во многих случаях приводит к ухудшению реологических и органолептических характеристик готового сыра. Было выявлено, что увеличение концентрации сычужного фермента в два раза позволяет получить сыр с низким содержанием жира, который обладает удовлетворительными реологическими и органолептическими характеристиками. Наблюдаемое явление объясняется увеличением скорости протеолиза белков, входящих в состав сыра [7].

A. Santillo и др. выявили, что можно производить пасту, в состав которой входит фермент ренин. В своем исследовании авторы указали, что различные образцы паст были получены из микроорганизмов *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum* и *Bifidobacterium lactis*. В состав данной пасты были инкапсулированы пробиотики, что позволило получить качественный продукт, имеющий функциональные свойства [8].

A. Kommineni и др. выявили, что добавление ксилита в рецептуру плавленого сыра позволяет получить качественный функциональный продукт. Было исследовано несколько образцов сыра, содержащих 0, 2 и 4 % ксилита. Для образцов были определены реологические характеристики: модуль упругости и модуль вязкости. Проведенный анализ позволил заключить, что введение ксилита позволяет получать качественный функциональный плавленый сыр со сниженным содержанием жира [9].

L. Sadat-Mekmene с соавторами исследовал возможность использования протеолитических ферментов, содержащихся в биомассе *Lactobacillus helveticus*, в производстве сыра Эмменталь. Было выявлено, что некоторые штаммы данных микроорганизмов содержат протеазы, которые оказывают положительное воздействие на структуру сыра и придают ему функциональные свойства. Были исследованы протеолиз, аутолиз и растяжимость экспериментальных сыров Эмменталь, которые измеряли во время созревания [10].

Н. Б. Гаврилова и Е. А. Макарова исследовали возможность производства мягкого функционального сыра. В его состав в качестве источника пищевых

волокон включались гречневые отруби. Была разработана технология предобработки гречневых отрубей, включающая термическую обработку при 190 °С. Было выявлено, что при внесении отрубей в нормализованное молоко они распределяются неравномерно, оседая на дно. С связи с этим был разработан способ иммобилизации гречневых отрубей в смесь биополимеров (желатина и пектина) [11].

Г. М. Свириденко и др. исследовали зависимость безопасности плавленых сыров от введения в их состав эмульгирующих солей. В производстве плавленых сыров эмульгаторы играют ключевую роль, т. к. они обеспечивают равномерное распределение в сырной массе частиц жиров и белков. Было выявлено, что при использовании цитрата натрия в качестве эмульгатора возрастает риск развития посторонних микроорганизмов в плавленом сыре. Полифосфаты натрия повышают срок хранения плавленых сыров за счет снижения интенсивности протекания микробиологических процессов [12].

А. Ю. Рудакова с соавторами в качестве источника пищевых волокон при производстве козьего сыра в исследовании использовал бобовые, а именно нут в двух видах: пророщенном и экструдированном. По результатам проделанной работы было выявлено, что полученный сыр обладает улучшенными реологическими характеристиками, более совершенным составом, повышенной пищевой ценностью. Кроме того, продукт обладает лечебно-профилактической и диетической направленностью за счет внесения наполнителя, содержащего макро- и микроэлементы, витамины. Аминокислотный состав полученного сыра является более оптимальным, чем состав контрольного образца сыра [13].

Л. Э. Глаголева и И. В. Коротких выявили возможность создания функционального творожного продукта, в состав которого входит растительный комплекс из зеленой гречки. Отмечается, что основными компонентами пищевых волокон зеленой гречки являются целлюлоза, некрахмальные полисахариды и лигнаны. Исследованы изменения микрофлоры разработанного творожного продукта в зависимости от рецептурно-компонентного состава в пределах срока хранения [14].

Н. С. Богданова выявила, что при производстве плавленого сырного возможна частичная замена молочного сырья смесью, состоящей из рисовой муки и альбумина. Рисовая мука оказывает структурообразующее действие, а альбумин замещает молочный белок. Были определены оптимальные режимы процесса предварительной обработки смеси рисовой муки и альбумина [15].

О. Н. Мусина и Е. Ф. Отт приводят разработанную рецептуру функциональных продуктов питания – мягкого сыра «Глобозум» и полутвердого сыра «Пладоленс». Функциональность данных изделий обеспечивается наличием в них пробиотической микрофлоры, в частности бифидобактерий. Согласно проведенным исследованиям содержание бифидобактерий в исследуемых образцах составляет не менее 10^6 КОЕ/г, поэтому данные изделия могут считаться функциональными [16].

Н. Б. Гаврилова и Е. А. Молибога разработали синбиотический компонент, являющийся источником функциональных ингредиентов и используемый при производстве плавленого сыра. Для получения данного компонента исследователи активизировали молочнокислую культуру микроорганизмов путем добавления в питательную среду факторов роста. Разработанный компонент способствует корректировке массовой доли жира в готовом изделии, а также придает ему пребиотические свойства [17].

В проведенной нами работе целью являлась разработка технологии производства мягкого функционального сыра, обогащенного витамином С. Для придания сыру функциональных свойств использовались ягоды шиповника, облепихи и черноплодной рябины в порошкообразном виде. Все три вида растительного сырья являются традиционными для Самарской области. Согласно [18] в облепихе, шиповнике и рябине содержится большое количество витамина С, поэтому данное сырье подходит для обогащения продуктов и создания функциональных изделий.

Объекты и методы исследования

Чтобы выявить насколько развит рынок сыров в России, был проведен маркетинговый анализ с помощью анкетирования в сети интернет. В анкетировании приняло участие 62 человека. Респондентам были заданы следующие вопросы:

1. Укажите Ваш пол.
2. Оцените удовлетворенность ассортиментом сыра в магазинах по пятибалльной шкале, где 1 – совершенно не удовлетворен(а), 5 – удовлетворен(а) в полной мере.
3. Сыр с какой добавкой вам было бы интересно попробовать?

Следующим этапом работы являлся физико-химический анализ сырья и готовых изделий. Объектами исследования являлись:

– образцы ягод шиповника, облепихи и черноплодной рябины;
– сыворотка, полученная в процессе производства сыра;
– образцы сыра, в состав которого включались ягоды.

Образцы ягод были высушены при 60 °С. Из высушенных ягод были получены порошки с использованием лабораторной мельницы. Для измельченных ягод определены показатели качества. Кислотность была исследована согласно ГОСТ 25555.0-82. Содержание пищевых волокон

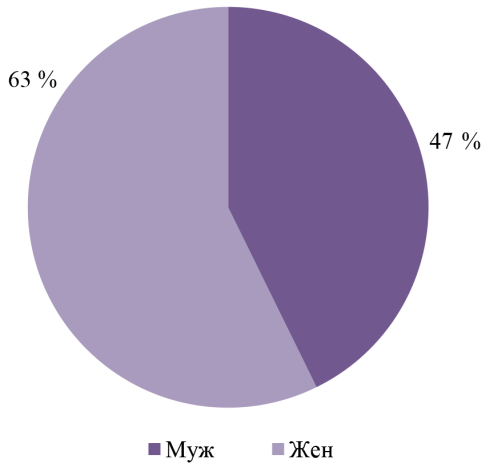

Рисунок 1. Ответы, полученные на вопрос № 1

Figure 1. Answers to question 1

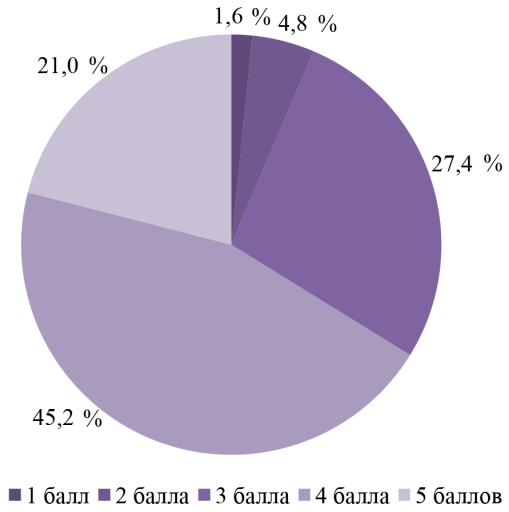

Рисунок 2. Ответы, полученные на вопрос № 2

Figure 2. Answers to question 2

было определено по методике Геннесберга и Штомана, приведенной в [19]. В основе анализа лежала экстракция навески растворами серной кислоты и гидроксида натрия. Полученный осадок был высушен и взвешен. Содержание сухих веществ и влаги было определено по ГОСТ 28561-01. Содержание витамина С было определено титриметрическим методом с визуальным титрованием согласно ГОСТ 24556-89. Общее содержание флавоноидов измеряли, согласно [20], фотоколориметрическим методом по интенсивности протекания реакции с растворами нитрита натрия и хлорида алюминия. Коэффициент пропускания определяли при длине волны 510 нм. Общее содержание флавоноидов определяли по калибровочной кривой и выражали в мг катехина на 100 г исходного сырья.

Сыр был изготовлен по следующей технологии. Молоко коровье жирностью 1,6 % пастеризовали при температуре 70 °С в течение 10 мин. После охлаждали до 34 °С. Во время охлаждения вносили раствор хлорида кальция из расчета 30 г на 100 л молока для восстановления баланса кальция в молоке. После охлаждения вносили в молоко заквасочную культуру, содержащую *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *L. lactis subsp. diacetilactis*, *Streptococcus termophilus*, *Bifidobacterium bifidium*, *B. longum*, *B. adolescentis* с активной кислотностью 5,2 ед. pH в количестве 1 % к объему молока. Молокосвертывающий фермент Rennet вносили при достижении молочной смеси активной кислотности 6,35 ед. pH. Количество вносимого фермента определяли с помощью специального прибора – кружки ВНИИМС по стандартной методике. В данном случае оно составило 0,25 г фермента на 100 л молока. Свертывание молочной смеси проводили при температуре 34 °С в течение 30 мин. После образовавшийся сгусток разрезали лирой до размера 1 см и вымешивали сырное зерно до упругой консистенции, выдерживающей падение о керамический пол. Посолку сырного зерна производили исходя из условия содержания соли в готовом сыре 1,0 %. Готовое сырное зерно формовали насыпью в полимерные формы и оставляли на самопрессование в течение 2 часов.

Черноплодную рябину в порошкообразном виде вносили на двух этапах производства сыра: в молоко перед добавлением фермента и непосредственно в сырное зерно. Шиповник и облепиху добавляли в сырное зерно. Дозировка порошков была рассчитана исходя из определенного ранее значения содержания витамина С в каждом образце ягод. Значения кислотности сыворотки замеряли в конце вымешивания сырного зерна перед добавлением соли.

Результаты и их обсуждение

Диаграммы, представляющие ответы на результаты анкетирования, представлены на рисунках 1–3.

На основании данных, полученных при опросе респондентов, можно сделать следующие

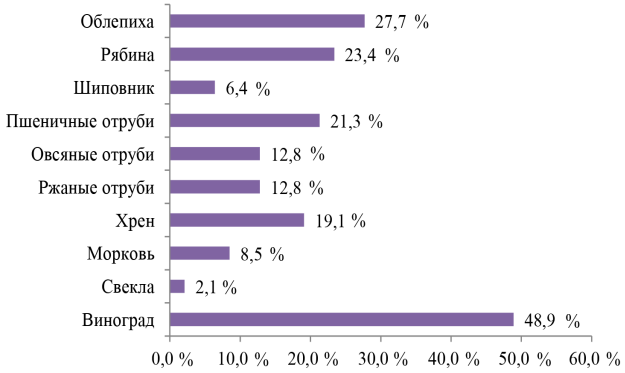

Рисунок 3. Ответы, полученные на вопрос № 3

Figure 3. Answers to question 3

Таблица 1. Химический состав порошкообразных образцов ягод

Table 1. Chemical composition of powdered berry samples

Химический состав	Шиповник	Облепиха	Черноплодная рябина
Сухие вещества, %	86,8	81,0	83,2
в том числе:			
пищевые волокна, %	20,0	3,8	2,8
витамин С, мг	587	871	60
флавоноиды, мг К/100 г ИС	268,1	263,9	363,2
влажность, %	13,2	19,0	16,8
кислотность, °Т	0,600	0,003	0,335

выводы. Только 21 % опрошенных респондентов в полной мере удовлетворены ассортиментом сыра, представленном в российских магазинах. Более 5 % респондентов оценили удовлетворённость ассортиментом на 1 или 2 балла. Это свидетельствует о том, что необходимо разрабатывать новые сорта сыра и насыщать рынок.

Анализируя ответы, полученные на третий вопрос, можно заметить, что респонденты заинтересованы в том, чтобы покупать сыр, в состав которого входят нетрадиционные виды сырья. Наибольшее количество респондентов заинтересовано в том, чтобы попробовать сыр с виноградом. Это классическое сочетание, которое давно известно людям. На втором и третьем местах оказались сыры с добавлением облепихи и рябины – они получили 27,7 % и 23, 4 % соответственно от всех ответов опрошенных. Можно сделать вывод о том, что полученные сыры, в состав которых входят данные виды ягод, будут пользоваться спросом.

Результаты физико-химического анализа высушенных образцов ягод приведены в таблице 1.

Расчет дозировки порошкообразных ягод при производстве мягкого сыра производился следующим образом. Из предварительных экспериментов по производству сыра было выявлено, что выход сыра с 1 л молока составляет 100 г, что равно одной порции. Для того чтобы изделие могло считаться функциональным, одна порция должна содержать не менее 15 % суточной нормы функционального ингредиента. Суточная норма витамина С составляет 90 мг/сут [18]. Отсюда выводим формулу (1) для расчета массы наполнителя:

$$X = \frac{15 \cdot 90 \cdot 100}{100 \cdot a} \quad (1)$$

где X – необходимая масса ягодного наполнителя, мг;

15 – минимальное содержание функционального ингредиента в порции, %;

90 – суточная потребность в витамине С, мг/сут;

100 – масса одной порции сыра, г;

Таблица 2. Анализ кислотности сыворотки от производства экспериментального мягкого сыра

Table 2. Acidity of whey obtained from the production of experimental soft cheese

Показатель качества	Эксперимент № 1	Эксперимент № 2
Первоначальная кислотность сыворотки, ед. pH	6,30	6,13
Кислотность сыворотки перед посолкой сырного зерна, ед. pH	5,89	6,17

100 – коэффициент для перевода процентов в доли, %;

a – содержание витамина С в сырье согласно проведенному физико-химическому анализу, мг.

С учетом содержания витамина С в образцах было выявлено, что дозировка шиповника составляет 2,3 г, облепихи – 1,6 г, рябины – 22,5 г. Во всех случаях объем молока, используемого для производства сыра, составлял 1 л, так как из предварительных экспериментов было выявлено, что выход сыра с 1 л молока составляет 100 г, что равно одной порции.

При производстве сыра с черноплодной рябиной было исследовано два метода внесения ягод. В первом эксперименте ягоды вносились в молоко перед внесением фермента. Во втором эксперименте ягоды вносились непосредственно в сырное зерно. Результаты анализа кислотности сыворотки от производства экспериментального сыра в двух вариантах представлены в таблице 2.

Основываясь на полученных данных, можно сделать следующий вывод. Внесение ягод черноплодной рябины в молоко приводит к понижению pH за счет ее высокой кислотности рябины. При внесении ягод черноплодной рябины в сырное зерно кислотность сыворотки в течение процесса формования и прессования остается на прежнем уровне. При проведении первого эксперимента нарушается вязкость и сыр распадается на зерна, поэтому оптимальным является способ внесения ягод в сырное зерно. При производстве сыра с облепихой и шиповником был применен второй метод. На рисунках 4 и 5 представлены полученные образцы мягкого сыра с ягодой.

Органолептические показатели качества полученных изделий были оценены комиссией потенциальных потребителей. В состав комиссии входило 6 человек. Каждый образец сыра был оценен по пяти показателям качества по пятибалльной шкале, где 1 балл означал самый низкий уровень, 5 баллов – самый высокий. В таблице 3 представлены характеристики образцов сыра, полученные в процессе проведения органолептического анализа комиссией. Полученные результаты оценки были сведены в профилограммы, представленные на рисунке 7.

Рисунок 4. Разрез сыров, содержащих облепиху (слева), шиповник (посередине) и черноплодную рябину (справа)

Figure 4. Section of cheese samples with sea buckthorn (left), rosehip (in the middle), and aronia (right)

Рисунок 5. Разрез сыров, содержащих черноплодную рябину (эксперимент № 2 слева, эксперимент № 1 справа)

Figurre 5. Section of cheese samples with aronia (left – experiment 2, right – experiment 1)

Таблица 3. Органолептические характеристики экспериментальных сыров с ягодой

Table 3. Sensory properties of experimental cheeses with berries

Характеристика	Образец сыра с черноплодной рябиной (эксперимент № 1)	Образец сыра с черноплодной рябиной (эксперимент № 2)	Образец сыра с облепихой	Образец сыра с шиповником
Цвет	Выраженный сиреневый с черными включениями	Светло-розовый	Желтый	Коричневый с черными включениями
Вкус	Кисломолочный, свойственный данному виду сыра	Кисломолочный, свойственный данному виду сыра	Кисломолочный, свойственный данному виду сыра. Сладковатый привкус	Кисломолочный, свойственный данному виду сыра
Аромат	Свойственный черноплодной рябине	Свойственный черноплодной рябине	Свойственный облепихе	Свойственный шиповнику
Консистенция	Зернистая, неоднородная	Однородная, мраморный рисунок	Однородная, свойственная сыру	Однородная, содержит включения порошка шиповника
Форма	Образец сыра плохо держит форму, выделяется сыворотка	Круглая, сохраняется в течение 12 часов	Квадратная, сохраняется в течение 12 часов	Круглая, сохраняется в течение 12 часов

Как видно из данных рисунка 7, наибольшую сумму баллов набрал образец сыра, в состав которого была включена облепиха. Дегустаторы отмечали, что данный образец сыра имеет приятный желтоватый цвет. Средняя оценка по показателю «цвет» составляла 4,8 баллов. Вкус, консистенция и форма данного образца удовлетворили экспертов, поэтому средняя оценка по данным показателям составила 4,4, 4,6, и 4,5 баллов соответственно. Меньше всего дегустаторами был оценен аромат данного сыра. Отмечалось, что облепиховый аромат образца является несвойственным для сыра, поэтому оценка, высчитанная как среднее арифметическое экспертных оценок по данному показателю, составила 4 балла.

На втором месте по сумме баллов по органолептическим показателям качества оказался образец сыра с черноплодной рябиной, в котором ягодный наполнитель вводился на этапе вымешивания сырного зерна. Данное изделие получило наиболее высокую оценку за цвет – средняя оценка составила 4,8 балла. Дегустаторы отмечали, что данный образец имеет приятный розовый цвет. По показателям «вкус» и «форма» средняя оценка составила 4,3 балла. Отмечалось, что вкус приятный, кисломолочный. Аромат и консистенция данного образца были оценены в 4,2 и 4,1 балл соответственно.

На третьем месте по сумме баллов расположился образец сыра, в состав которого входил шиповник. Оценки, полученные как среднеарифметические, составляли по 4,4 балла за цвет и консистенцию,

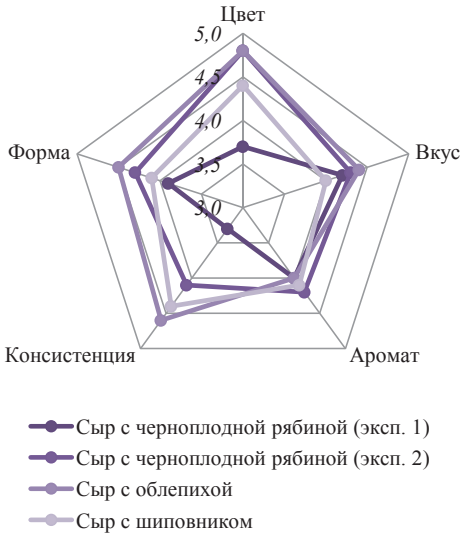

Рисунок 7. Профилограммы органолептических показателей качества функциональных сыров

Figure 7. Profile charts of the sensory property indicators of the functional cheeses

4 балла за вкус и по 4,1 балла за аромат и форму. Дегустаторы отмечали, что консистенция сыра однородная, но имеются непромешанные включения порошка шиповника. Из-за этого двое экспертов снизили свою оценку, что отразилось на среднеарифметическом данного образца. Один из экспертов отмечал горечь во вкусе, которая объясняется включением шиповника в состав сыра.

Наименьшую оценку получил образец сыра, в состав которого вносился порошок черноплодной рябины в молоко перед внесением фермента. Суммарная оценка данного образца составила 19,1 балла. Наименьшую оценку данный образец получил за консистенцию, а именно 3,3 балла. Эксперты отмечали, что данный образец сыра имел зернистую, неоднородную консистенцию и плохо держал форму. Это объясняется действием кислот, входящих в состав данного сырья.

Выводы

Основываясь на результатах, полученных при производстве образцов функционального мягкого сыра, можно сделать следующий вывод. Оптимальным способом обработки ягод является их высушивание при 60 °С с последующим измельчением. Полученные порошкообразные ягоды необходимо вносить в дозировке исходя из того, каким должно быть содержание функционального ингредиента в изделии. Вносить ягоды рекомендуется в сырное зерно. При таком способе внесения кислотность сыворотки в процессе производства сыра не снижается, что дает возможность получить качественный продукт. При внесении ягод в молоко ухудшалась консистенция полученного сыра.

Все образцы сыра, в состав которого вносились ягоды на этапе вымешивания сырного зерна, являются качественными. Полученные изделия, содержащие облепиху, черноплодную рябину и шиповник, были высоко оценены потенциальными потребителями. Наиболее высокую оценку по органолептическим показателям качества получил сыр с облепихой. Суммарно он был оценен в 22,3 балла из 25.

Таким образом, было получено три качественных образца функционального сыра с ягодой. Такой сыр обладает множеством полезных свойств для организма человека. Поэтому можно с уверенностью заключить, что полученные пищевые продукты являются не только качественными, но и полезными с функциональной точки зрения.

Критерии авторства

А. В. Борисова руководила проектом, обеспечивала магистрантов методиками выполнения анализов, необходимыми реактивами и сырьем для производства сыра. Также она консультировала магистрантов и отвечала на все вопросы, возникающие по ходу проведения экспериментов. А. А. Рузянова, А. М. Тяглова и К. В. Поликарпова отвечали за проведение экспериментальной части. Совместно выполняли физико-химический анализ сырья и получали готовые образцы сыра.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

A.V. Borisova supervised the project, consulted the students, and provided them with methods, reagents, and raw materials. A.A. Ruzyanova, A.M. Tyaglova, and K.V. Polikarova were responsible for the experimental part. They performed the physicochemical analysis of the raw material and produced the cheese samples

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Effect of camel chymosin on the texture, functionality, and sensory properties of low-moisture, part-skim Mozzarella cheese / A. C. Moynihan, S. Govindasamy-Lucey, J. J. Jaeggi [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2014. – Vol. 97, № 1. – P. 85–96. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2013-7081.

2. Cottage cheeses functionalized with fennel and chamomile extracts: Comparative performance between free and microencapsulated forms / C. Caleja, A. Ribeiro, L. Barros [et al.] // Food Chemistry. – 2016. – Vol. 199. – P. 720–726. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.085.

3. Phenolic-rich Petit Suisse cheese manufactured with organic Bordeaux grape juice, skin, and seed extract: Technological, sensory, and functional properties / C. T. Pasini Deolindo, P. I. Monteiro, J. S. Santos [et al.] // LWT. – 2019. – Vol. 115. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108493.

4. Basil as functional and preserving ingredient in “Serra da Estrela” cheese / M. Carocho, L. Barros, J. C. M. Barreira [et al.] // Food Chemistry. – 2016. – Vol. 207. – P. 51–59. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.085.

5. Functional goat milk cheese with feruloyl esterase activity / M. C. Abeijón Mukdsi, C. Haro, S. N. Gonzalez [et al.] // Journal of Functional Foods. – 2013. – Vol. 5, № 2. – P. 801–809. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.01.026.

6. Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese / J. Han, M. Britten, D. St-Gelais [et al.] // Food Chemistry. – 2011. – Vol. 124, № 4. – P. 1589–1594. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.021.

7. Madadlou, A. Rheology, microstructure, and functionality of low-fat iranian white cheese made with different concentrations of rennet / A. Madadlou, A. Khosroshahi, M. E. Mousavi // Journal of Dairy Science. – 2005. – Vol. 88, № 9. – P. 3052–3062. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)72986-6.

8. Functional Pecorino cheese production by using innovative lamb rennet paste / A. Santillo, A. Bevilacqua, M. R. Corbo [et al.] // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2014. – Vol. 26. – P. 389–396. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2014.02.012.

9. Kommineni, A. Effect of xylitol on the functional properties of low-fat process cheese / A. Kommineni, J. Amamcharla, L. T. Metzger // Journal of Dairy Science. – 2015. – Vol. 95, № 11. – P. 6252–6259. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2012-5376.

10. Lactobacillus helveticus as a tool to change proteolysis and functionality in Swiss-type cheeses / L. Sadat-Mekmene, R. Richoux, L. Aubert-Frogerais [et. al] // Journal of Dairy Science. – 2014. – Vol. 96, № 3. – P. 1455–1470. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2012-6179.

11. Гаврилова, Н. Б. Использование растительных ингредиентов в технологии мягкого сыра / Н. Б. Гаврилова, Е. А. Макарова // Сыроделие и маслоделие. – 2016. – № 5. – С. 36–37.

12. Свириденко, Г. М. Эмульгирующая соль как фактор риска, влияющий на хранимоспособность и микробиологическую безопасность плавленых сыров / Г. М. Свириденко, М. Б. Борисова, Н. Г. Бабкина // Сыроделие и маслоделие. – 2016. – № 4. – С. 32–35.

13. Рудакова, А. Ю. Разработка и производство сырных продуктов с растительными компонентами / А. Ю. Рудакова, Л. А. Забодалова, О. П. Серова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 4. – С. 204–209.

14. Глаголева, Л. Э. Творожный продукт с растительным комплексом из зеленой гречки / Л. Э. Глаголева, И. В. Коротких // Сыроделие и маслоделие. – 2016. – № 2. – С. 46–47.

15. Богданова, Н. С. Использование в технологии плавленого сырного продукта рисовой муки и альбумина / Н. С. Богданова // Сыроделие и маслоделие. – 2016. – № 2. – С. 48–51.

16. Мусина, О. Н. Новые функциональные продукты – мягкий сыр «Глобозум» и полутвердый сыр «Пладоленс» / О. Н. Мусина, Е. Ф. Отт // Сыроделие и маслоделие. – 2019. – № 2. – С. 14–16. DOI: https://doi.org/10.31515/2073-4018-2019-2-14-16.

17. Гаврилова, Н. Б. Синбиотический компонент для функциональных продуктов / Н. Б. Гаврилова, Е. А. Молибога // Молочная промышленность. – 2017. – № 7. – С. 56–57.

18. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

19. Мельникова, Е. И. Анализ функционально-технологических свойств различных пищевых волокон / Е. И. Мельникова, Е. С. Скрыльникова, Е. С. Рудниченко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – Т. 334, № 4. – С. 62–64.

20. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities / M. Skerget, P. Kotnik, M. Hadolin [et al.] // Food Chemistry. – 2005. – Vol. 89, № 2. – P. 191–198. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.025.

References

1. Moynihan AC, Govindasamy-Lucey S, Jaeggi JJ, Johnson ME, Lucey JA, McSweeney PLH. Effect of camel chymosin on the texture, functionality, and sensory properties of low-moisture, part-skim Mozzarella cheese. Journal of Dairy Science. 2014;97(1):85–96. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2013-7081.

2. Caleja C, Ribeiro A, Barros L, Barreira JCM, Antonio AL, Oliveira MBPP, et al. Cottage cheeses functionalized with fennel and chamomile extracts: Comparative performance between free and microencapsulated forms. Food Chemistry. 2016;199:720–726. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.085.

3. Pasini Deolindo CT, Monteiro PI, Santos JS, Cruz AG, Cristina da Silva M, Granato D. Phenolic-rich Petit Suisse cheese manufactured with organic Bordeaux grape juice, skin, and seed extract: Technological, sensory, and functional properties. LWT. 2019;115. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108493.

4. Carocho M, Barros L, Barreira JCM, Calhelha RC, Soković M, Fernández-Ruiz V, et al. Basil as functional and preserving ingredient in “Serra da Estrela” cheese. Food Chemistry. 2016;207:51–59. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.085.

5. Abeijón Mukdsi MC, Haro C, Gonzalez SN, Medina RB. Functional goat milk cheese with feruloyl esterase activity. Journal of Functional Foods. 2013;5(2):801–809. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.01.026.

6. Han J, Britten M, St-Gelais D, Champagne CP, Fustier P, Salmieri S, et al. Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese. Food Chemistry. 2011;124(4):1589–1594. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.021.

7. Madadlou A, Khosroshahi A, Mousavi ME. Rheology, microstructure, and functionality of low-fat iranian white cheese made with different concentrations of rennet. Journal of Dairy Science. 2005;88(9):3052–3062. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)72986-6.

8. Santillo A, Bevilacqua A, Corbo MR, Sevi A, Sinigaglia M, Albenzio M. Functional Pecorino cheese production by using innovative lamb rennet paste. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2014;26:389–396. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2014.02.012.

9. Kommineni A, Amamcharla J, Metzger LT. Effect of xylitol on the functional properties of low-fat process cheese. Journal of Dairy Science. 2015;95(11):6252–6259. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2012-5376.

10. Sadat-Mekmene L, Richoux R, Aubert-Frogerais L, Madec M-N, Corre C, Piot M, et al. *Lactobacillus helveticus* as a tool to change proteolysis and functionality in Swiss-type cheeses. Journal of Dairy Science. 2014;96(3):1455–1470. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2012-6179.

11. Gavrilova NB, Makarova EA. The use of vegetable ingredients in soft cheese technology. Magazine Cheesemaking and Buttermaking. 2016;(5):36–37. (In Russ.).

12. Sviridenko GM, Zaharova MB, Babkina NG. Emulsifying salt as a risk factor effecting keepability and microbiological safety of processed cheese. Magazine Cheesemaking and Buttermaking. 2016;(4):32–35. (In Russ.).

13. Rudakova AYu, Zabodalov LA, Serova OP. Development and production of cheese products with vegetable components. Scientific Journal NRU ITMO. Series: Processes and Food Production Equipment. 2014;(4):204–209. (In Russ.).

14. Glagoleva LE, Korotkih IV. Curds product with vegetable complex from green buckwheat. Magazine Cheesemaking and Buttermaking. 2016;(2):46–47. (In Russ.).

15. Bogdanova NS. Application of rice and albumin flours in the technology of processed cheese product. Magazine Cheesemaking and Buttermaking. 2016;(2):48–51. (In Russ.).

16. Musina ON, Ott EF. New functional products – soft cheese “Globozum” and semi-hard cheese “Pladolens”. Magazine Cheesemaking and Buttermaking. 2019;(2):14–16. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.31515/2073-4018-2019-2-14-16.

17. Gavrilova NB, Moliboga EA. Synbiotic component for functional products. Dairy Industry. 2017;(7):56–57. (In Russ.).

18. Skurikhin IM, Tutel′yan VA. Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov: Spravochnik [Chemical composition of Russian food products: Manual]. Moscow: DeLi print; 2002. 236 p. (In Russ.).

19. Melnikova EI, Skrylnikova ES, Rudnichenko ES. Analysis of functional and technological properties of various food fibers. News institutes of higher Education. Food technology. 2013;334(4):62–64. (In Russ.).

20. Skerget M, Kotnik P, Hadolin M, Hraš AR, Simonič M, Knez Z. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food Chemistry. 2005;89(2):191–198. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.025.

Сведения об авторах

Борисова Анна Викторовна
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел.: +7 (846) 332-27-13, e-mail: anna_borisova_63@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-0833-987X

Рузянова Анна Андреевна
магистрант кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел.: +7 (846) 332-27-13, e-mail: ruzanova96@mail.ru
https://orcid.org/0000-0001-7159-7893

Тяглова Анна Максимовна
магистрант кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел.: +7 (846) 332-27-13, e-mail: tyaglova20133@yandex.ru

Поликарпова Ксения Васильевна
магистрант кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел.: +7 (846) 332-27-13, e-mail: polik.ksu@yandex.ru

Information about the authors

Anna V. Borisova
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology and Catering Arrangement, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Str., Samara, 443100, Russia, phone: +7 (846) 332-27-13, e-mail: anna_borisova_63@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-0833-987X

Anna A. Ruzyanova
Undergraduate of the Department of Food Technology and Catering Arrangement, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Str., Samara, 443100, Russia, phone: +7 (846) 332-27-13, e-mail: ruzanova96@mail.ru
https://orcid.org/0000-0001-7159-7893

Anna M. Tyaglova
Undergraduate of the Department of Food Technology and Catering Arrangement, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Str., Samara, 443100, Russia, phone: +7 (846) 332-27-13, e-mail: ruzanova96@mail.ru

Ksenia V. Polikarpova
Undergraduate of the Department of Food Technology and Catering Arrangement, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Str., Samara, 443100, Russia, phone: +7 (846) 332-27-13, e-mail: polik.ksu@yandex.ru