СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-28

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL FACTORS IN THE PRODUCTION OF DRY CHEESE

I.F. Gorlov^{1, 2}, M.I. Slozhenkina^{1, 2}, O.P. Serova¹, S.E. Bozhkova¹,
E.S. Vorontsova², T.V. Serbova¹

¹*Volgograd State Technical University, Volgograd*

²*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production,
Volgograd*

Received 10.03.2021

Submitted 11.05.2021

Summary

The expediency of using a plant component - chia seeds in the technology of dry cheeses is justified. The optimal content of chia seeds in the product was found, which ranged from 5.0 to 8.0%. The positive effect of the added component on the storage capacity and quality of the cheese was noted.

Abstract

Introduction. Due to the high content of minerals, essential fatty and amino acids, cheese has a high biological value. At the same time, it has an unbalanced nutrient composition, as well as a small amount of dietary fiber. As a source of antioxidants and fiber, chia seeds can be used, which contain chlorogenic, caffeic acids, campferol, myricetin, flavonol, quercetin, which protect the food environment from free radicals that oxidize fats. The purpose of this work was to develop a recipe and optimize the modes of production of dry cheese with chia seeds to improve the consumer properties of the product during its long-term storage. **Materials and methods.** The conducted research included the following stages: selection and preparation of raw materials, development of control and prototypes, as well as assessment of the quality of the resulting products by organoleptic and physicochemical properties, analysis of the economic efficiency of production. The main stages of cheese production are fermentation, mixing the cheese mass with chia seeds, shaping the product and drying. Samples were dried using a sublimation unit manufactured in the city Reutov, Moscow region. Drying modes: system pressure 0.5-1.0 mm Hg. Art., the temperature during the sublimation process is not higher than -10 ° C, the temperature in the product during the removal of residual moisture is not higher than 40 ° C. **Results and conclusions.** As a result of the research, the modes of freeze drying of cheeses and their influence on the quality of the product were studied. The optimum content of chia seeds in the dry cheese recipe is 5.0-8.0%. It is recommended to produce cheeses of a rounded shape with a diameter of 2 to 4 cm. The optimum temperature for preliminary freezing of the product, taking into account the moisture content in the final product, was -15 ° C. The cost price of superhard cheese with chia seeds is 37 rubles, which suggests a high demand for the product, taking into account its originality and long shelf life.

Key words: *dry cheese, super hard, quality indicators, freeze-drying, chia seeds, recipe, storage capacity, drying modes.*

Citation. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Serova O.P., Bozhkova S.E., Vorontsova E.S., Serbova T.V. Optimization of technological factors in the production of dry cheese. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 2(62). 271-282 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-28.

Author's contribution. The authors of this study collected material, analyzed the data and wrote the paper.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 637.33

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХОГО СЫРА

И. Ф. Горлов^{1,2}, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук,
М. И. Сложенкина^{1,2}, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,
О. П. Серова¹, кандидат биологических наук, доцент
С. Е. Божкова¹, кандидат биологических наук,
Е. С. Воронцова², кандидат биологических наук
Т. В. Сербова¹, магистрант

¹Волгоградский государственный технический университет

²ГНУ Поволжский НИИ мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия

Дата поступления в редакцию 10.03.2021

Дата принятия к печати 11.05.2021

Актуальность. За счет высокого содержания минеральных веществ, незаменимых жирных и аминокислот сыры обладают большой биологической ценностью. При этом они имеют несбалансированный нутриентный состав, а также малое количество пищевых волокон. В качестве источника антиоксидантов и клетчатки могут быть использованы семена чиа, которые содержат хлорогеновую, кофеиновую кислоты, кэмпферол, мирицетин, флавонол, кверцетин, защищающие пищевую среду от свободных радикалов, окисляющих жиры. **Целью** данной работы являлась разработка рецептуры и оптимизация режимов производства сухого сыра с семенами чиа для улучшения потребительских свойств продукта при его длительном хранении. **Материалы и методы.** Проведенное исследование включало в себя следующие этапы: отбор и подготовку сырья, разработку контрольных и опытных образцов, а также оценку качества полученных продуктов по органолептическим и физико-химическим свойствам, анализ экономической эффективности производства. Основные стадии производства сыра – это сквашивание, перемешивание сырной массы с семенами чиа, формование продукта и сушка. Сушку образцов проводили с использованием сублимационной установки, произведенной в г. Реутов Московской области. Режимы сушки: давление в системе 0,5-1,0 мм рт. ст., температура в процессе сублимации не выше -10°C, температура в продукте в период удаления остаточной влаги – не выше 40 °C. **Результаты и выводы.** В результате исследований изучены режимы сублимационной сушки сыров и их влияние на качество продукта. Оптимальное содержание семян чиа в рецептуре сухих сыров 5,0-8,0 %. Сыры рекомендуется выработать округлой формы с диаметром от 2 до 4 см. Оптимальная температура предварительной заморозки продукта с учетом содержания влаги в конечном продукте составила -15 °C. Себестоимость сверхтвердого сыра с семенами чиа составляет 37 р., что позволяет предположить высокий спрос на продукт с учетом его оригинальности и длительной хранимостпособности.

Ключевые слова: сухой сыр, сверхтвердые сыры, показатели качества сыра, сублимационная сушка, семена чиа, рецептура сыра, хранимостпособность сыра, режимы сушки сыра.

Цитирование. Горлов И. Ф., Сложенкина М. И., Серова О. П., Божкова С. Е., Воронцова Е. С., Сербова Т. В. Оптимизация технологических факторов при производстве сухого сыра. *Известия НВ АУК*. 2021. 2 (62). 271-282. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-28.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования собрали материал, проанализировали данные и написали рукопись.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. На данный момент пищевая промышленность руководствуется принципами государственной политики здорового питания, суть которых заключается в организации рационального производства и потребления всеми группами населения сбалансиро-

ванных продуктов. Особый интерес отводится молочным продуктам, в частности сырам, которые обладают большой биологической ценностью за счёт высокого содержания таких минеральных веществ, как кальций и фосфор, а также незаменимых аминокислот и жирных кислот, необходимых для нормального функционирования организма [4, 10].

Сыр является одним из самых распространённых молочных продуктов в массовом потреблении. Сегодня его производство и потребление во всем мире неуклонно растёт. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, ежегодный рост производства сыра в мире 1-2 % [5, 9].

Несмотря на все положительные свойства, сыр обладает несбалансированным нутриентным составом, а также имеет малое количество пищевых волокон. По химическому строению пищевые волокна классифицируются на полисахариды, например пектины, камеди, слизи, и на неуглеводные пищевые волокна, основным и наиболее известным примером которых является лигнин. Одним из свойств волокон является перевариваемость. Вышеперечисленные примеры углеводных пищевых волокон называются легко перевариваемыми, их усвояемость составляет более 70 % [1].

Отмечены следующие различные механизмы действия пищевых волокон: регуляция пищеварения – заключается в замедлении переваривания и всасывания пищевых веществ, следовательно, чувство насыщения будет сохраняться более продолжительное время; регуляция кишечной моторики и транзита пищи – стимуляция кишечной моторики; детоксикация организма – связывают и выводят из организма канцерогены, энтеротоксины, тяжелые металлы. Таким образом, пищевые волокна оказывают существенное влияние на нормальное функционирование желудочно-кишечного тракта. Главными источниками пищевых волокон являются кожура и твердые части овощей, фруктов, а также зерна и семена.

В настоящее время все большее распространение получают семена чиа, их использование в качестве функционального ингредиента считается перспективным направлением для производства продуктов питания с заданными свойствами [6]. Содержание жиров в семенах чиа составляет 40 %, белков – 16 %, отсутствует холестерин. По витаминному составу стоит отметить, что превалирует количество водорастворимых витаминов, в частности группы В: тиамин, рибофлавин и никотиновая кислота. Также установлено, что в семенах высоко содержание антиоксидантов и клетчатки, которыми беден сыр. По минеральному составу отмечено, что в наибольшем количестве содержатся следующие макроэлементы: кальций, железо, калий, цинк.

Изучая данные по усредненным значениям жирнокислотного состава семян чиа, выяснили, что таких незаменимых жирных кислот, как α -линолевая кислота и омега-3, в них содержится больше, чем в других зерновых культурах, в семенах, а также в рыбе.

У семян чиа отмечена высокая абсорбирующая способность, они могут поглощать количество воды, в 10-12 раз превышающее собственный вес. Следовательно, разбухшие семена смогут занимать достаточное количество в желудке и замедлять процесс переваривания простых углеводов, тем самым увеличивая продолжительность чувства насыщения, без резкого изменения уровня сахара в крови.

На основе доказательной медицины установлено, что фосфор и цинк, содержащиеся в семенах чиа, стабилизируют деятельность нервной и иммунной систем. Жирные кислоты и витамины положительно влияют на репродуктивную систему, а кальций укрепляет опорно-двигательный аппарат, что актуально для людей с высоким уровнем физической активности. Активные вещества, содержащиеся в семенах чиа, способствуют положительной динамике регенерирующей способности тканей в случае механических повреждений.

Химические процессы, протекающие в сыре при созревании, обуславливают его легкую усвояемость организмом за счёт расщепления белков до более простых соединений – пептидов и аминокислот. Из незаменимых аминокислот преобладают лизин,

триптофан, метионин. Стоит отметить, что сыр богат такими макроэлементами, как кальций, калий, железо, магний, фосфор и цинк, также он содержит большое количество витамина А, представителей витаминов группы В и витамин С [8, 11, 12].

Одной из главных задач работы стоит повышение хранимостности сыров. Для этого существуют различные способы увеличения срока хранения. Самыми распространёнными являются добавление консервантов, применение особых видов упаковки, замораживание и хранение при низких температурах, сушка [2, 7].

Действие сублимационной сушки основано на способности льда при определенных условиях испаряться, минуя жидкую фазу. Сублимационная сушка протекает при остаточном давлении ниже давления тройной точки кипения воды. Удаление влаги осуществляется фазовым переходом лед-пар. От 75 до 90 % содержащейся в продукте воды удаляется благодаря сублимированию льда при температуре ниже 0 °С, испарение остаточной влаги проводят при нагреве продукции до 40-60 °С. По сравнению с традиционными методами консервирования, сублимированная сушка обладает рядом преимуществ: возможность хранить продолжительное время при положительной температуре; значительное снижение массы готового продукта после сушки, что уменьшает транспортные расходы, упрощает систему реализации; органолептические показатели не претерпевают значительных изменений. Описанный способ можно назвать наиболее перспективным и качественным методом консервации пищевых продуктов [3].

Продукты, произведенные с использованием сублимации, обладают высоким качеством, неизменным нутриентным составом, пористым строением, незначительной усадкой. Сублимационная сушка широко используется в развитых странах, где созданы предприятия, специализирующиеся на производстве различных пищевых продуктов, выработанных по данному способу. На основе опыта применения сублимационного консервирования в промышленных масштабах был выбран именно этот способ в связи с технической и экономической целесообразностью его внедрения.

Целью данной работы является разработка рецептуры и оптимизация режимов производства сухого сыра с семенами чиа для улучшения потребительских свойств продукта при его длительном хранении.

Задачи исследования: обосновать и выбрать ингредиентный состав; разработать оригинальную рецептуру; оптимизировать технологические режимы производства; оценить органолептические, физико-химические показатели и эффективность производства.

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа включала в себя следующие этапы: отбор и подготовку сырья, разработку контрольных и опытных образцов, а также оценку качества полученных продуктов по органолептическим и физико-химическим свойствам, анализ экономической эффективности производства. Схема экспериментального исследования представлена на рисунке 1.

Сухой сыр вырабатывают из пастеризованного коровьего молока путем сквашивания молочнокислыми бактериями с использованием метода кислотной коагуляции белков и последующим удалением сыворотки выpressовыванием с добавлением соли и наполнителей. Основные стадии производства сыра – это сквашивание, перемешивание сырной массы с семенами чиа, формирование продукта и сушка.

Сушку образцов проводили с использованием сублимационной установки, произведенной в г. Реутов Московской области. Режимы сушки: давление в системе 0,5-1,0 мм рт. ст., температура в процессе сублимации не выше – 10 °С, температура в продукте в период удаления остаточной влаги – не выше 40 °С. Вакуум в установке нарушали путем впуска в систему газообразного азота.

Рисунок 1 – Схема исследования

Figure 1 – Scheme of experimental studies

Исследования органолептических и физико-химических показателей образцов проводили по общепринятым методикам для анализа сыров.

Результаты и обсуждение.

Разработка и оптимизация рецептуры. Разработка рецептуры сухого сыра с семенами чиа осуществлялась с помощью предварительных лабораторных опытов по выработке сыра, которые по результатам органолептического анализа показали, что оптимальным содержанием семян чиа в продукте является от 5,0 до 8,0%. Для решения задачи по оптимизации рецептуры в лаборатории было произведено три опытных образца (таблица 1): образец 1 – контрольный образец, выработанный без семян чиа; образец 2 – с семенами чиа в количестве 5,0 %; образец 3 – с семенами чиа в количестве 8,0 %.

Таблица 1 – Рецептуры сухого сыра

Table 1 – Dry cheese recipes

Компонент / Component	Содержание в образцах / Content		
	Образец 1 / Sample 1	Образец 2 / Sample 2	Образец 3 / Sample 3
Молоко нормализованное, 3,2 % жирности, кг / Milk normalized, 3,2 % fat, kg	1000	1000	1000
Закваска DVS, кг / Fermentation DVS, kg	0.1	0.1	0.1
Соль, кг / Salt, kg	2.0	2.0	2.0
Семена чиа, кг / Chia seeds, kg	0.0	5.0	8.0

Для каждого из образцов провели органолептическую оценку продукта, результаты которой представлены на рисунке 2 и в таблице 2.

Рисунок 2 – Внешний вид экспериментальных образцов: (а) – образец 1: контрольный образец, выработанный без семян чиа; (b) – образец 2: с добавлением семян чиа в количестве 5,0 %; (с) – образец 3: с добавлением семян чиа в количестве 8,0 %

Figure 2 – Appearance of experimental samples: (a) - sample 1: control sample produced without chia seeds; (b) - sample 2: with the addition of chia seeds in the amount of 5,0 %; (c) - sample 3: with the addition of chia seeds in the amount of 8,0 %

Таблица 2 – Характеристика органолептических показателей сухого сыра

Table 2 – Characteristics of organoleptic indicators of dry cheese

Показатель / Indicator	Характеристика для образцов		
	Образец 1 / Sample 1	Образец 2 / Sample 2	Образец 3/ Sample 3
Консистенция / Consistency	плотная / dense	плотная / dense	плотная / dense
Цвет / Color	белый / white	темно-белый, с черными крапинами / dark white, with black crapins	темно-белый, с черными крапинами / dark white, with black crapins
Вкус / Taste	кисломолочный, соленый / sour milky, salty	кисломолочный, соленый, с легкой кислинкой / sour, salty, with mild acidity	неинтенсивный кисломолочный, несоленый / sour, salty, with mild acidity
Запах / Smell	кисломолочный / sour milk	кисломолочный / sour milky	кисломолочный / sour milky

Анализ влияния технологических факторов на качество сыра. В результате проведенной работы выявлены несколько факторов, влияющих на процесс проведения сублимационной сушки сыра и его свойства.

Анализ взаимосвязи продолжительность заморозки и геометрических размеров сыра на его качество. Один из первых значимых факторов – это продолжительность заморозки сыра в зависимости от геометрических размеров порции. Длительность замораживания обусловлена геометрическими размерами образца. Чем меньше толщина продукта и чем больше отношение его поверхности к объему, тем быстрее происходит замораживание. Твердый сыр из спрессованного и высушенного створоженного кислого молока с добавлением соли должен иметь округлую форму диаметром от 2 до 4 сантиметров, так как его будет легче транспортировать, он не крошится, и упрощается логистика данного вида продукта. Использование такого диаметра для сухого сыра является весьма рациональным. Если делать диаметр сыра больше 4 см, продукт заморозится неравномерно, а соответственно, влага будет хуже удаляться. Если диаметр меньше 2

см, после сушки размер сыра сильно уменьшится и сыр будет крошиться (таблица 3). Оптимальная температура предварительной заморозки продукта с учетом содержания влаги в конечном продукте составила -15 °C (таблица 4).

Таблица 3 – Характеристика качества сыра в зависимости от диаметра образца

Table 3 – Cheese quality characteristics depending on the sample diameter

Показатель / Indicator	Диаметр сыра / Cheese Diameter		
	2 см / 2 cm	4 см / 4 cm	6 см / 6 cm
Консистенция / Consistency	Крошливая консистенция, много трещин на поверхности / Tiny consistency, lots of cracks on the surface	Плотная консистенция, без трещин на поверхности / Dense consistency, without cracking on the surface	Снаружи плотная консистенция, в середине мягкая / The surface is dense consistence, in the middle soft
Массовая доля влаги, % / Moisture, %	5.6	9.8	18.9
Кислотность, °T / Acidity, °T	61.5	62.0	68.5

Таблица 4 – Характеристика качества сыра в зависимости от диаметра образца

Table 4 – Characteristics of the quality of cheese depending on the sample diameter

Показатель / Indicator	Температура заморозки сыра / Cheese Freezing Temperature		
	-20°C	-15°C	-10°C
Консистенция / Consistency	Крошливая консистенция, снаружи плотная консистенция, в середине мягкая / Tiny consistency, lots of cracks on the surface	Плотная консистенция, без трещин на поверхности / Dense consistency, without cracking on the surface	Снаружи плотная консистенция, в середине мягкая / The surface is dense consistence, in the middle soft
Массовая доля влаги, % / Moisture, %	25.3	10.6	16.4
Кислотность, °T / Acidity, °T	69.5	68.0	65.0

Анализ влияния режимов сублимационной сушки на качество продукта. После загрузки замороженного продукта в сублиматор начинается период создания вакуума в системе. Длительность этого периода зависит от рассмотренных ранее факторов, а также от того, происходит ли испарение влаги из продукта.

Если температура загруженного продукта достаточно низка, чтобы соответствующая ей упругость пара была меньше давления в сублиматоре к концу периода вакуумирования, то практически влага из продукта испаряться не будет. Так, при температуре продукта -18 °C давление пара над ним p_{sample} будет составлять 0,9 мм рт. ст. Если остаточное давление в сублиматоре равно $p = 1$ мм рт. ст., то в течение всего периода вакуумирования $p_{sample} < p$ испарения не будет.

В этом случае из сублиматора должны быть удалены воздух, находившийся в его объеме, и газы, адсорбированные поверхностями сублиматора и продукта.

Если температура продукта достаточно высока, чтобы p_{sample} было в течение периода создания вакуума больше, чем p , вакуумирование будет сопровождаться испарением и удалением образовавшегося пара. Длительность вакуумирования во втором случае будет больше.

В действительности обычно в начале вакуумирования $p_{\text{sample}} < p$, и испарения не происходит (продукт воспринимает тепло из окружающей среды); в конце периода $p_{\text{sample}} > p$, и происходит частичная сублимация льда с поверхности продукта.

В результате проведенных исследований указанных факторов при производстве сухого сыра можно сделать вывод, что данный вид сушки сыра оказывает положительное влияние на качество продукта, что подтверждается органолептическими и физико-химическими исследованиями.

Анализ влияния длительного хранения на качество продукта.

Органолептические показатели образцов при хранении при температуре 21 °С в течение 30 дней. Экспериментальные образцы поместили в контейнеры без доступа воздуха при комнатной температуре 21 °С на 1 месяц. В течение этого времени контейнеры не перемещали, крышки не открывали, в комнате поддерживали в среднем одинаковую температуру.

По итогам эксперимента на поверхности контрольного образца без семян чиа наблюдались в небольшом количестве образования колоний микроорганизмов оранжевого и зеленого цвета, которые свидетельствуют о порче продукта, об активном развитии кишечной палочки, плесени и дрожжей. Консистенция мягкая и мажущаяся. Запах кисломолочный, слегка неприятный.

На поверхности образцов № 2 и № 3 с семенами чиа в количестве 5 % и 8 % не наблюдалось образование колоний микроорганизмов, консистенция слегка крошливая, запах кисломолочный.

В образце № 3 отмечено наименьшее количество негативных последствий при заданных параметрах хранения сыра. Но при этом произошли незначительные изменения органолептических показателей, в частности, консистенция стала неплотная, крошливая.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать вывод, что наилучшие показатели выявлены у образца № 3 с семенами чиа в количестве 8 %. Так как семена чиа состоят из большого количества антиоксидантов (хлорогеновая, кофейновая кислоты, кэмпферол, мирицетин, флавонол, кверцетин, витамины Е, С), то они замедляют процесс окисления и распространение радикалов, тем самым продлевают срок хранения продукта.

Показатели качества образцов при хранении при температуре 4-6 °С в течение 6 месяцев. Рекомендуемый срок хранения сверхтвердого сыра 6 месяцев. Результаты анализа основных показателей качества образцов сыра, которые хранили в герметичной упаковке в течение 6 месяцев при 4-6 °С, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели качества образцов в конце срока хранения

Table 5 – Sample quality indicators at the end of the shelf life

Показатель / Indicator	Значения		
	Образец 1 / Sample 1	Образец 2 / Sample 2	Образец 3 / Sample 3
Органолептические показатели / Organoleptic indicators	Соответствуют показателям в начале срока хранения, приведенным в таблице		
Массовая доля влаги, % / Mass fraction of moisture, %	16.7	11.2	9.8
Кислотность, °Т / Acidity, °Т	68.0	65.0	62.0

В результате исследований отмечено высокое качество всех образцов по органолептическим показателям, что подтверждает правильность выбора оптимальных режимов производства.

Наименьшее количество влаги зафиксировано в образце № 3 и составило 9,8 %, что объясняется использованием в рецептуре семян чиа, которые обладают гигроскопичными свойствами и способствуют уменьшению содержания свободной влаги в продукте.

Кислотность образцов составила 62-68 °Т на конец срока годности, что соответствует требованиям действующих нормативных документов для продукции данного вида.

Анализ технико-экономических показателей производства сухого сыра. На основе выработки опытных образцов была проведена оценка экономической эффективности производства путем расчета себестоимости продукта (рисунок 3).

Рисунок 3 – Проектная калькуляция себестоимости

Figure 3 – Project cost calculation

По результатам экономического расчета объем капитальных вложений на запуск производства сверхтвердого сыра, включающий в себя покупку недостающего оборудования, составляет 15 млн р.

Себестоимость 1 кг сыра без растительного наполнителя составляет 221,4 р. Себестоимость сыра массой 150 г составляет 33,2 р.

Себестоимость 1 кг сыра с растительным наполнителем (семенами чиа) составляет 246 р. Себестоимость сыра массой 150 г – 37 р. Таким образом, себестоимость сыра, произведенного согласно разработанным рецептурам с добавлением семян чиа, больше себестоимости контрольного образца на 11 %. В то же время повышение себестоимости нивелируется увеличенным сроком хранения продукта, высокой пищевой ценностью и инновационностью.

Выводы. Производство сухих сыров на основе вакуумной сублимационной сушки с использованием семян чиа существенно расширит ассортимент сухих молочных продуктов.

Оптимальное содержание семян чиа в рецептуре сухих сыров – 5,0-8,0 %. Сыры рекомендуется вырабатывать округлой формы с диаметром от 2 до 4 сантиметров. Оптимальная температура предварительной заморозки продукта с учетом содержания влаги в конечном продукте составила -15 °С. Экономическая целесообразность производства разработанных сыров подтверждается расчетом себестоимости, которая составила 37 рублей за порцию 150 г.

Выбранный способ и режимы сушки позволяют в течение длительного времени сохранять качество и полезные свойства твердых сыров. Разработанные сухие сыры являются незаменимым продуктом для диетического питания, снабжения труднодоступных районов, армии, экспедиций.

Библиографический список

1. Анализ сыропригодности молочного сырья и качества обогащённых сырных продуктов / И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, С. Е. Божкова, Д. С. Белова, Е. С. Воронцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3 (59). С. 258-267.
2. Ермолаев В. А. Влияние упаковки на сохранность сухих сыров // Вестник КрасГАУ. 2017. № 5 (128). С. 86-90.
3. Ермолаев В. А. Исследование влияния температурно-влажностных режимов на продолжительность хранения сухого сырного продукта // Вестник КрасГАУ. 2017. № 4 (127). С. 102-107.
4. Оптимизация биотехнологии производства кисломолочного напитка на основе молока, полученного от коров голштинской породы / И. Ф. Горлов, Д. В. Николаев, М. В. Забелина, С. Е. Божкова, П. В. Смутнев, И. Ю. Тюрин, Г. Е. Шардина // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 76-80.
5. Отечественный и мировой опыт в развитии рынка сыров и сырных продуктов / Н. В. Жукова, Н. М. Сурай, А. А. Майоров, Б. Д. Кудинов, Х. Т. Айдинов, М. Г. Кудинова // Экономические науки. 2019. № 11 (180). С. 39-45.
6. Разработка рецептуры мягкого сырного продукта с йодированным белково-растительным компонентом / Е. В. Карпенко, Е. Ю. Злобина, Ю. В. Стародубова, В. С. Гришин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (54). С. 132-143.
7. Совершенствование конструкции устройства для изготовления сыра / В. Н. Храмова, С. Е. Божкова, Е. А. Беднарская, Д. С. Белова // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2020. № 1 (236). С. 50-53.
8. Сравнительный анализ показателей качества и безопасности сухого сыра "Адыгейский" и твердого сыра "Пармезан" / З. Н. Хатко, М. А. Гашева, А. Б. Тхайшаова, Н. С. Хиштова, Ю. Е. Сапрыкина // Новые технологии. 2018. № 2. С. 66-72.
9. Храмцов А. Г. Маслоделие и сыроделие: приоритеты развития для обеспечения продовольственной независимости России // Сыроделие и маслоделие. 2018. № 1. С. 15.

10. Anaerobic digestion of cheese whey: energetic and nutritional potential for the dairy sector in developing countries / H. Escalante, L. Castro, M. P. Amaya, L. Jaimes, J. Jaimes-Estevez // Waste Management. 2018. V. 71. P. 711-718.

11. Impact of processing conditions on microstructure, texture and chemical properties of model cheese from sheep milk / A. Aldalur, M. A. Bustamante, L. J. R. Barron, L. Ong, S. L. Gras // Food and Bioproducts Processing: Transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part C. 2019. V. 116. P. 160-169.

12. Yoon Y., Lee S. Choi K.-H. Microbial benefits and risks of raw milk cheese // Food Control. 2016. V. 63. P. 201-215.

Conclusion. The production of dry cheeses based on vacuum freeze-drying using chia seeds will significantly expand the range of dry dairy products.

The optimal content of chia seeds in the recipe of dry cheeses is 5.0-8.0%. Cheeses are recommended to produce a rounded shape with a diameter of 2 to 4 cm. The optimal pre-freezing temperature of the product, taking into account the moisture content in the final product, was -15°C. The economic feasibility of the production of the developed cheeses is confirmed by the calculation of the cost price, which amounted to 37 rubles per serving of 150 g.

The selected method and drying modes allow you to maintain the quality and useful properties of hard cheeses for a long time. The developed dry cheeses are an indispensable product for dietary nutrition, supply of hard-to-reach areas, the army, and expeditions.

References

1. Analiz syoprigodnosti molochного syr'ya i kachestva obogaschjonnyh syrnyh produktov / I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, S. E. Bozhkova, D. S. Belova, E. S. Voroncova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2020. № 3 (59). P. 258-267.

2. Ermolaev V. A. Vliyanie upakovki na sohrannost' suhih syrov // Vestnik KrasGAU. 2017. № 5 (128). P. 86-90.

3. Ermolaev V. A. Issledovanie vliyaniya temperaturno-vlazhnostnyh rezhimov na prodolzhitel'nost' hraneniya suhogo syrnoгo produkta // Vestnik KrasGAU. 2017. № 4 (127). P. 102-107.

4. Optimizatsiya biotekhnologii proizvodstva kislomolochного napitka na osnove moloka, poluchennogo ot korov golshtinskoj porody / I. F. Gorlov, D. V. Nikolaev, M. V. Zabelina, S. E. Bozhkova, P. V. Smutnev, I. Yu. Tyurin, G. E. Shardina // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2020. № 10. P. 76-80.

5. Otechestvennyj i mirovoj opyt v razvitii rynka syrov i syrnyh produktov / N. V. Zhukova, N. M. Suraj, A. A. Majorov, B. D. Kudinov, H. T. Ajdinov, M. G. Kudinova // }konomicheskie nauki. 2019. № 11 (180). P. 39-45.

6. Razrabotka receptury myagкого syrnoгo produkta s jodirovannyim belkovo-rastitel'nyim komponentom / E. V. Karpenko, E. Yu. Zlobina, Yu. V. Starodubova, V. S. Grishin // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3 (54). P. 132-143.

7. Sovershenstvovanie konstrukcii ustrojstva dlya izgotovleniya syra / V. N. Hramova, S. E. Bozhkova, E. A. Bednarskaya, D. S. Belova // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. 2020. № 1 (236). P. 50-53.

8. Sravnitel'nyj analiz pokazatelej kachestva i bezopasnosti suhogo syra "Adygejskij" i tverdogo syra "Parmezan" / Z. N. Hatko, M. A. Gasheva, A. B. Thajshaova, N. S. Hishtova, Yu. E. Saprykina // Novye tekhnologii. 2018. № 2. P. 66-72.

9. Hramcov A. G. Maslodelie i syrodelie: priority razvitiya dlya obespecheniya proizvodstvennoj nezavisimosti Rossii // Syrodelie i maslodelie. 2018. № 1. P. 15.

10. Anaerobic digestion of cheese whey: energetic and nutritional potential for the dairy sector in developing countries / H. Escalante, L. Castro, M. P. Amaya, L. Jaimes, J. Jaimes-Estevez // Waste Management. 2018. V. 71. P. 711-718.

11. Impact of processing conditions on microstructure, texture and chemical properties of model cheese from sheep milk / A. Aldalur, M. A. Bustamante, L. J. R. Barron, L. Ong, S. L. Gras // Food and Bioproducts Processing: Transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part C. 2019. V. 116. P. 160-169.

12. Yoon Y., Lee S. Choi K.-H. Microbial benefits and risks of raw milk cheese // Food Control. 2016. V. 63. P. 201-215.

Authors Information

Gorlov Ivan Fedorovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Scientific director Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (6, Rokossovsky St., Volgograd, 400131), tel. (8442) 39-10-48; 39-11-01; 37-38-09, Head of the Department "Food Production Technologies" of the Volgograd State Technical University (28, V. I. Lenin Ave., Volgograd, 400005); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>. E-mail: niimmp@mail.ru

Slozhenkina Marina Ivanovna, corresponding member RAS, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (6, Rokossovsky St., Volgograd, 400131), tel. (8442) 39-10-48; 39-11-01; 37-38-09, Professor of the Department "Food Production Technologies" of the Volgograd State Technical University (28, V. I. Lenin Ave., Volgograd, 400005); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>. E-mail: slozhenkina@mail.ru

Serova Olga Petrovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of "Food Production Technologies" of the Volgograd State Technical University (28, V. I. Lenin Ave., Volgograd, 400005). E-mail: s_vyatka@mail.ru

Bozhkova Svetlana Evgenevna, Candidate of Biological Sciences, lector of the Department "Food Production Technologies" of the Volgograd State Technical University (28, V. I. Lenin Ave., Volgograd, 400005). E-mail: bozhkova@mail.ru

Vorontsova Elena Sergeevna, Candidate of Biological Sciences, the Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (6, Rokossovsky St., Volgograd, 400131); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0730-853X>. E-mail: esvoronts@mail.ru

Serbova Tatyana Vyacheslavovna, Master's student of Volgograd State Technical University (28, V. I. Lenin Ave., Volgograd, 400005).

Информация об авторах

Горлов Иван Федорович, академик РАН, доктор с.-х. наук, научный руководитель ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6), тел.: (8442) 39-10-48; 39-11-01; 37-38-09, зав. кафедрой «Технологии пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета (400005, Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>. E-mail: niimmp@mail.ru

Сложенкина Марина Ивановна, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, директор ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6), тел.: (8442) 39-10-48; 39-11-01; 37-38-09, профессор кафедры «Технологии пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета (400005, Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>. E-mail: niimmp@mail.ru

Серова Ольга Петровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Технологии пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета (400005, Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28). E-mail: s_vyatka@mail.ru

Божкова Светлана Евгеньевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Технологии пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета (400005, Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28). E-mail: bozhkova@mail.ru

Воронцова Елена Сергеевна, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0730-853X>. E-mail: esvoronts@mail.ru

Сербова Татьяна Вячеславовна, магистрант Волгоградского государственного технического университета (400005, Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28).