

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАПРАВЛЕННОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
СТРУКТУРИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Трухачёв Владимир Иванович, Академик РАН, профессор, ректор
Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А.
Тимирязева,

e-mail: rector@rgau-msha.ru

Дунченко Нина Ивановна, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой
Управления качеством и товароведения продукции, ФГБОУ ВО «Российский
государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,

e-mail: ndunchenko@rgau-msha.ru

Янковская Валентина Сергеевна, д-р техн. наук, доцент, доцент кафедры
Управления качеством и товароведения продукции, ФГБОУ ВО «Российский
государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,

e-mail: vs3110@rgau-msha.ru

Купцова Светлана Вячеславовна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
Управления качеством и товароведения продукции, ФГБОУ ВО «Российский
государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,

e-mail: skuptsova@rgau-msha.ru

Гинзбург Марина Александровна, ст. преподаватель кафедры Управления
качеством и товароведения продукции, ФГБОУ ВО «Российский
государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,

e-mail: ginsburg@rgau-msha.ru

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева», Россия, Москва, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассмотрены процессы структурообразования в молочных гелях, какие факторы влияют на прочность структуры. С целью расширения ассортимента молочных продуктах предложено использовать функциональные пищевые ингредиенты растительного происхождения, позволяющие не только способствовать их обогащению, но и выполнять роль структурообразователей, а также регулировать показатели качества и безопасности изделий. Применена методология направленного регулирования показателей качества структурированных молочных продуктов, которая позволила проектировать новый продукт с учетом заданных характеристик, разработать базовые образцы. Проведен полный факторный эксперимент, который позволил определить рациональные дозы криопорошков, коллагена, каррагинана и пищевых волокон для введения в молочную основу (йогуртную, творожную и сметанную) и достижения заданной вязкости модельной среды. Разработаны рецептуры для

йогуртов, творожных десертов и сметанных продуктов, обогащенные структурообразующими функциональными пищевыми ингредиентами.

Ключевые слова: структурообразователи, молочные продукты, пищевые добавки, гели, функциональные пищевые ингредиенты, рациональные дозы, математическое моделирование состава, пищевая промышленность.

Актуальность. Вопросам образования структур при производстве молочных продуктов учёные и специалисты отрасли всегда уделяли большое внимание [1]. С развитием индустрии производства пищевых добавок, в частности разнообразных структурообразователей, стабилизаторов, гелеобразователей, эмульгаторов, а на современном этапе развития при производстве функциональных молочных продуктов с натуральными растительными ингредиентами, про- и пребиотиками, эта область знаний стала ещё более актуальной [2].

Труды известных российских ученых Дьяченко П.Ф., Остроумов Л.А., Зобкова З.С., Радаева И.А., Уманский М.С., Ганина В.И., Горбатова К.К., Забодалова Л.А., Просеков А.Ю., Гаврилова Н.Б., Майоров А. А., Липатов Н.Н., Каленик Т.К., Антипова Л.В., Родионова Н.С., Алиева Л.А., Дунченко Н.И., Николаева Е.А. и др. посвящены разным аспектам образования структур при производстве молочных продуктов.

Классическая теория процесса структурообразования при производстве структурированных молочных продуктов заключается в коагуляции казеина в изоэлектрической точке. С использованием структурообразующих добавок: загустителей, геле- и студнеобразователей можно формировать структуру при значениях рН, отличных от изоэлектрической точки и направленно регулировать структурно-механические и физико-химические свойства, органолептические показатели и тем самым оказывать влияние на качество готовых продуктов.

При разработке структурированных молочных продуктов используют загустители, с помощью которых можно получить коллоидные растворы с повышенной вязкостью, основная задача студнеобразователей формирование нетекучих систем поликомпонентных, где присутствует высокомолекулярный компонент и низкомолекулярный растворитель. Структурированные молочные системы невозможно получить без применения гелеобразователей. Основная задача представленных веществ заключается в связывании воды и потере подвижности коллоидной системы, вследствие которой будет изменение в пищевом продукте консистенции. Если рассматривать коллоидную систему с точки зрения химии, это макромолекулы, где гидрофильные группы взаимодействуют с водой и при этом они распределены равномерно.

На сегодняшний день в качестве натуральных растительных структурообразователей применяются: пектин, агароиды, камеди, а также вещества, полученные искусственно из природных объектов: метилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза, амилопектин, модифицированные крахмалы и др. [2].

В пищевой промышленности к вносимым добавкам предъявляется ряд дополнительных свойств, связанных с повышением хранимоспособности, снижением рисков появления пороков готовой продукции, повышении пищевой и биологической ценности [3]. В последнее время формируется выраженный тренд использовать натуральные структурообразующие ингредиенты, имеющие функциональные свойства [4,5], что отвечает прогнозируемым требованиям потребителей к натуральной высококачественной и безопасной продукции [6].

Цель и задачи исследований. Провести комплексные исследования влияния различных видов структурообразующих функциональных пищевых ингредиентов на реологические характеристики группы структурированных молочных продуктов (йогуртные, творожные и сметанные продукты).

Объекты и методы исследования. В работе использовались общепринятые методы отбора проб, пробоподготовки, статистические методы обработки полученных результатов. Исследования проводили в 3-5 кратной повторности. Вязкость определяли на вибрационном вискозиметре VibroViscometerSV-10,100 (производитель «A&D RUS», «Ай энд Ди Рус», Япония) с применением программного обеспечения WinCT-Viscosity. В исследованиях использовали метод полного факторного эксперимента.

Результаты и их обсуждение. Процесс структурообразования в молочных гелях идет в течение определённого времени и его можно разделить на два этапа. Сначала формируются макромолекулы казеина, дающие возможность сформировать структуру будущего геля, затем идет ее укрепление, но происходит это постепенно. С другой стороны, мы видим, что происходит снижение тиксотропии системы и все коагуляционные контакты, которые были между казеиновыми мицеллами через определённое время заменяются фазовыми, что повлечет за собой усиление прочности структуры и мы уже будем иметь коагуляционно-конденсационную белковую структуру твердобразного тела [1]. Исследования В.Н. Измайловой показали, что главенствующую роль в структурообразовании казеина играют нековалентные водородные связи и гидрофобные взаимодействия между неполярными участками агрегатов казеина и определяют тиксотропный характер этих гелей [7].

При производстве функциональных молочных продуктов с натуральными структурообразователями интерес представляют пектины, коллагены, водоросли. Полисахариды морских водорослей и трав – агар, каррагинан, пектины – являются ценными гелеобразователями и загустителями, обладающие биологической активностью.

В многочисленных работах и наших собственных исследованиях, посвященных разработке многокомпонентных пищевых продуктов основным методологическим подходом является математическое проектирование рецептур, где главной задачей будет разработка рецептур с учетом оптимального соотношения ингредиентов, определение коэффициента сопоставимой избыточности, утилитарности и непосредственно белка, а также расчет аминокислотного состава в многокомпонентной композиции, которые

обеспечивают максимальное приближение массовых долей нутриентов и эссенциальных веществ.

Липатов Н.Н. мл. установил при каких граничных условиях происходит гелеобразование в молочных системах, что на них влияет. Все исследования проводились с помощью компьютерного моделирования структурообразования казеина молока [8]. Структурообразующие функциональные пищевые ингредиенты в настоящее время широко используются в современном производстве молочных продуктов, без которых невозможно расширение их ассортимента при одновременном регулировании показателей качества и безопасности. Полученные данные Дунченко Н.И. по функционально-технологическим свойствам структурообразователей, которые вводят в молочную основу, позволили разработать различные технологии пищевых продуктов функциональной направленности с учетом их взаимодействия, рациональных доз, реологических свойств и стадий введения в продукт.

Методология направленного регулирования применяется при проектировании молочных продуктов и включает несколько этапов: изучение состава и функционально-технологических свойств пищевых добавок, изучение пищевой многокомпонентной основы (системы), разработка концепции проектируемого продукта и заданных характеристик, разработку модельных образцов, проведение полного факторного или дробного эксперимента для определения рациональных доз ингредиентов, математического моделирования состава готовых форм продукта, разработка технологических режимов производства, комплексные исследования состава и свойств продуктов и технической документации. Эта методология показала свою эффективность и для разработки конкурентоспособных функциональных пищевых продуктов [9-12], учитывающих необходимость минимизации рисков производства несоответствующей продукции по качеству и безопасности [13,14].

Исследования показали, что функциональные пищевые ингредиенты, которые входят в состав криопорошков растительного происхождения оказывают влияние на реологические характеристики структурированных молочных продуктов [5,15].

Для определения рационального соотношения главных компонентов рецептуры продукта провели полный факторный эксперимент. Целевой функцией определили вязкость модельной среды с криопорошками, а управляемыми факторами стали м. д. криопорошка сладкого перца и черники, %, м. д. жира в сливках, %, м. д. сквашенного сгустка (йогуртного) исследуемых ферментированных молочных систем,%. Получили уравнения регрессии Y , описывающие влияние управляемых факторов (м. д. криопорошка, м. д. жира в сливках, м. д. сквашенного сгустка), влияющих на вязкость йогурта в результате статистической обработки данных:

Йогурт с криопорошком сладкого перца.

$$Y = -420,65 + 10,46 \cdot k + 302,58 \cdot x + 6,72 \cdot f - 0,11 \cdot k \cdot x + 0,01 \cdot k \cdot x \cdot f;$$

Йогурт с криопорошком черники:

$$Y = -587,76 + 12,60 \cdot k + 369,75 \cdot x + 12,27 \cdot f - 0,37 \cdot k \cdot x - 0,04 \cdot k \cdot f - 1,43 \cdot x \cdot f + 0,02 \cdot k \cdot x \cdot f;$$

где k – м. д. молочной основы в модельной среде, %, x – м. д. криопорошка в модельной среде, %, f – м. д. жира в сливках, %.

Используя уравнения регрессий построили поверхности отклика и изолинии сечения, которые показывают какое влияние оказывают м. д. криопорошка, м. д. жира в сливках на значение вязкости сквашенного йогуртного сгустка рисунки (1-2).

На основе анализа результатов ПФЭ, разработаны рецептуры для производства йогуртов (вязкость модельной среды 900-1800 сР). Рецептура йогуртов с м.д.ж 2,5 % представлена в таблице 1.

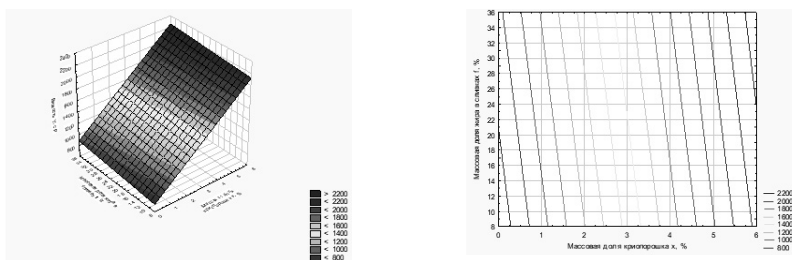


Рисунок 1 – График поверхности отклика и изолинии сечения влияния м. д. криопорошка сладкого перца и м. д. жира в сливках на вязкость модельной среды с 85 % йогуртного сгустка

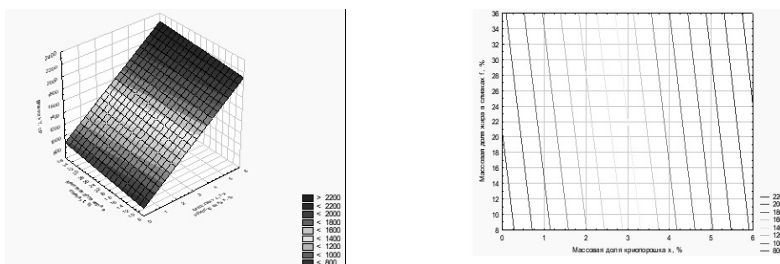


Рисунок 2 – График поверхности отклика и изолинии сечения влияния м. д. криопорошка черники и м. д. жира в сливках на вязкость модельной среды с 85 % йогуртного сгустка

Следующим этапом исследования стало изучение влияния различных пищевых волокон и каррагинана на изменение структурно-механических свойств творожных продуктов. В рецептуру входили: творог мягкий обезжиренный, молоко с массовой долей жира 3,5%, концентрации пищевых волокон в диапазоне от 0,5-5%, каррагинана от 0,4-0,7%.

Таблица 1

Рецептура йогурта с крипорозками

№ п/п	Наименование компонентов рецептуры	Масса ингредиентов, кг						
		Йогурт с перцем сладким			Йогуртный продукт с черникой			
1.	Сквашенный сгусток(1,5 %)	840	-	-	834	-	-	-
2.	Сливки, (10,0%)	-	127	-	-	120	-	-
3.	Крипорозок	-	-	33	-	-	31	-
4.	Крахмал	-	-	-	-	-	-	15
5.	Итого, кг	1000			1000			

При обработке данных ПФЭ предложено использовать в качестве целевой функции эффективную вязкость, управляемыми факторами стали: м. д. каррагинана, м. д. пищевых волокон (Vitacel, Fibrim1020), % (рисунки 3-4). Результаты полного факторного эксперимента позволили получить уравнения регрессии:

$$Z=545,4+2118x+239,5y-1041,7x^2-50,6xy-21,3y^2;$$

где x – м. д. каррагинана, %, y – м. д. пищевого волокна, %, Z – эффективная вязкость, %.

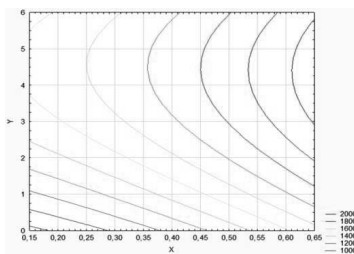
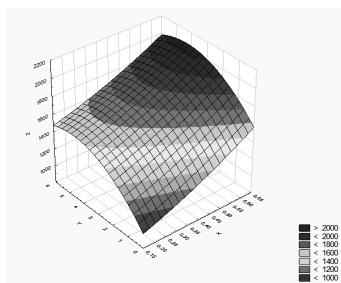


Рисунок 3 – График поверхности отклика и изолиний влияния м. д. каррагинана и пищевого волокна Vitacel на эффективную вязкость

$$Z= 860,461+636,7187*x+242,089*y+687,5*x*x-26,5625*x*y-25,7813*y*y$$

где x – м. д. каррагинана, %, y – м. д. пищевого волокна, %, Z – эффективная вязкость, %.

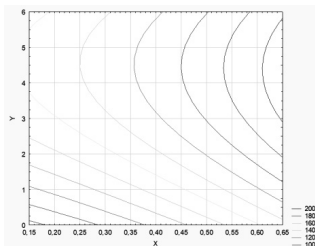
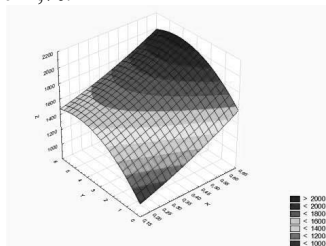


Рисунок 4 – График поверхности отклика и изолиний сечения влияния м. д. каррагинана и пищевого волокна Fibrim 1020 на эффективную вязкость

Квадратичные эффекты и межфакторные взаимодействия позволили установить, что на формирование структуры в молочной системе влияние оказывают концентрации пищевых волокон и каррагинана. Изолинии сечей поверхностей отклика с учетом граничных условий дали возможность определить сочетания концентраций каррагинана и пищевых волокон: показатель эффективной вязкости (1489,9 Па·с) для препаратов Vitacel (3,0) каррагинан (0,25); показатель эффективной вязкости (1479 Па·с) для препаратов Fibrim1020 (2,6) каррагинан (0,5). Рецептúra представлена в таблице 2.

Таблица 2

Рецептура творожного десерта

№ п/п	Наименование компонентов рецептуры	Масса ингредиентов, кг					
		Vitacel			Fibrim 1020		
1.	Творог мягкий не жирный	660	660	660	660	660	660
2.	Молоко (м. д. жира 3,5%)	220	220	220	220	220	220
3.	Каррагинан	3	4	6	3	4	6
4.	Пищевое волокно	22	15	3	25	17	5
5.	Сахар-песок	95	101	111	92	99	109
6.	Итого, кг	1000			1000		

Аналогичный комплекс исследований был проведен для исследования процессор структурообразования сметанных продуктов с коллагенами различного происхождения. Установлено, что обогащение сметанных продуктов коллагеном без придания им нехарактерной для сметаны консистенции, достигается при концентрациях коллагенов от 5 до 12 % для различных видов коллагенов. Более высокие концентрации коллагенов приводят к более плотным гелям, не характерным пастообразным структурированным молочным продуктам, таким как сметана. Для определения рациональной дозы внесения коллагена в сметанную основу получены на базе выполнения полного факторного эксперимента уравнения регрессии. В качестве примера приведено уравнение регрессии влияния м. д. свиного коллагена и жира в сливках на динамическую вязкость сметанного продукта (Y):

$$Y = 0,451 + 0,843 \cdot m + 23,955 \cdot n + 0,329 \cdot t + 1,402 \cdot m \cdot n;$$

где m – массовая доля жира сливок в модельной среде, %, n – массовая доля свиного коллагена в модельной среде, %

На рисунке 5 в качестве примера представлены поверхность отклика и изолинии сечения влияния м. д. коллагена и м. д. жира в сливках на динамическую вязкость сметанного продукта.

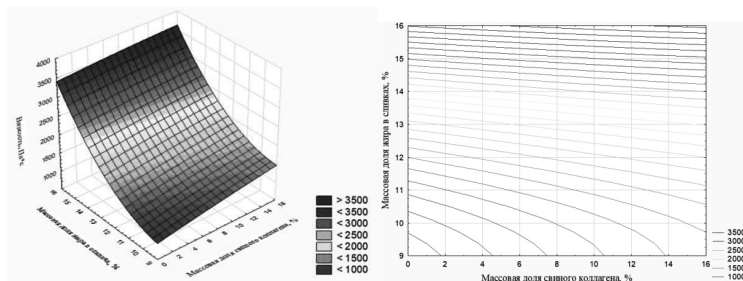


Рисунок 5 – График поверхности отклика и изолиний сечения влияния м. д. коллагена и м. д. жира в сливках на вязкость сметанного продукта

Установлено, что для достижения наиболее характерной высокожирной сметане динамической вязкости (2100 мПа·с) при минимальной массовой доле жира достигается внесением свиного коллагена в количестве 10 %. В качестве дополнительных источников функциональных пищевых ингредиентов были выбраны криопорошки томата (источник витамина С и кобальта), ламинарии (источник йода, ванадия, кобальта и кремния) и зелени петрушки (источник витамина К, кремния, ванадия и каротинов). На базе математического моделирования и пищевой комбинаторики разработаны рецептуры базовых сметанных продуктов для диетического питания с коллагенами различной природы и с заданными характеристиками (таблица 3).

Предложенные рецептуры линейки сметанных продуктов с коллагеном и криопорошками зелени, водоросли и овощей отвечают запросам потребителей в маложирных, обогащенных белком и полезных для здоровья компонентами, а также благодаря внесению криопорошков отвечают требованиям к функциональным продуктам по содержанию каротинов, витаминов С и К, железа, йода, кремния, ванадия, кобальта, марганца и молибдена.

Таблица 3

Рецептуры линейки сметанных продуктов с коллагеном и криопорошками

Наименование компонентов рецептуры	Наименование ингредиентов, кг на 1000 кг продукта		
	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Сливки	850	845	838
Коллаген свиной	96	9	82
Закваска	50	50	50
Криопорошок ламинарии	40	0	0
Криопорошок петрушки	0	15	0
Криопорошок томата	0	0	30
Итого	1000	1000	1000

Выводы. Приведенный нами материал позволяет сделать некоторые обобщающие выводы и наметить перспективные пути использования структурообразующих добавок, в том числе и функциональных в производстве функциональных пищевых продуктов с заданными характеристиками, что является мировым трендом в пищевой индустрии [16,17]. Практическое значение результатов исследований заключается в разработке методики направленного регулирования качества и безопасности структурированных молочных продуктов (десертов, кремов, пудингов, мороженого, творожных десертов, мягких и плавленых сыров и пр.).

Библиографический список

1. Тёпел, А. Химия и физика белков молока. – СПб.: ООО «ТД издательство «Профессия»», 2014 – 832 с.
2. Дунченко, Н.И. Структурированные молочные продукты: монография – Москва – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2002. – 164 с.
3. Amit, S. K., Uddin, M. M., Rahman, R., Islam, S. M. R., & Khan, M. S. A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing *Agric& Food Secur.*, 2017. – 6(51), 17.
4. Kruger, J. What is food fortification? Working definition and structure for evaluating the effectiveness and implementation of best practices / J. Kruger, J. R. N. Taylor, M.G. Ferruzzi, H. Debelo // *Food Science and Food Safety* 2018. Volume 19, Issue 6. P. 3618-3658.
5. Дунченко, Н. И. Разработка технологии творожного сыра, обогащенного криопорошком репы / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская, С. В. Купцова // Сыроделие и маслоделие. – 2023. – № 4. – С. 48-51.
6. Food quality management based on qualimetric methods / V. S. Yankovskaya, N. I. Dunchenko, D. Artykova [et al.] // *Rural Development 2019: Proceedings of the 9th International Scientific Conference*, Литва, 26–28 сентября 2019 года. – Литва: Vytautas Magnus University, 2019. – P. 93-97.
7. <https://rusneb.ru>
8. Лепешкин, А.И., Проектирование состава продуктов питания с заданными свойствами // А.И. Лепешкин, Л.А. Надточий, А.Ю. Четчикина – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 46 с.
9. Дунченко, Н. И. Квалиметрическая оценка продукции АПК / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская // *Контроль качества продукции*. – 2016. – № 6. – С. 54-57.
10. Янковская, В. С. Проектирование творожных продуктов для питания молодежи / В. С. Янковская // *Молочная промышленность*. – 2007. – № 12. – С. 71-72.
11. Формирование и прогнозирование качества творожных сыров в условиях неопределенности / В. С. Янковская, Н. И. Дунченко, С. В. Купцова [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2021. – № 6. – С. 34-36.
12. Янковская, В. С. Методологический подход к подбору функциональных ингредиентов при проектировании молочной продукции / В. С. Янковская, Н. И.

Дунченко, Л. Н. Маницкая // Молочная промышленность. – 2022. – № 2. – С. 39-41.

13. Дунченко, Н. И. Безопасность и качество пищевых продуктов / Н. И. Дунченко, С.В. Купцова, А.Л. Шегай, С.В. Денисов. – Иркутск: ООО "Мегапринт", 2018. – 135 с.

14. Dunchenko, N. I. A design of the quality control and safety mechanism for convenience meat products / N. I. Dunchenko, S. V. Kuptsova, E. S. Voloshina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh, 26–29 февраля 2020 года. – Voronezh, 2021. – P. 032008.

15. Янковская, В. С. Использование криопорошков из ягод в структурированных молочных продуктах / В. С. Янковская, Н. И. Дунченко, М. А. Гинзбург [и др.] // Молочная промышленность. – 2022. – № 6. – С. 25-27.

16. Varzakas, T. Handbook of Food Processing: / T. Varzakas, C. Tzia // Food Safety, Quality, and Manufacturing. – US: CRC Press. – 2015.– P. 679.

17. Янковская, В.С. Методология квалиметрии рисков как основа обеспечения качества и безопасности продукции / В.С. Янковская, Н.И. Дунченко, Е.С. Волошина, С.В. Купцова, Л.Н. Маницкая // Молочная промышленность. – 2021. –№ 11. – С. 52-53.

18. Современные методы исследования показателей качества сельскохозяйственного сырья и продовольствия/ Н.И. Дунченко, Е.С. Волошина, С.В. Купцова, К.В. Михайлова: практикум. – М.:Франтера, 2020. – 78 с.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF DIRECTIONAL REGULATION OF QUALITY INDICATORS OF STRUCTURED DAIRY PRODUCTS

Trukhachev V. I., *Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Rector of the Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,*
e-mail: rector@rgau-msha.ru

Dunchenko N.I., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Quality Management and Commodity Science of Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,*
e-mail: ndunchenko@rgau-msha.ru

Yankovskaya V.S., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor Head of the Department of Quality Management and Commodity Science of Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,* e-mail: vs3110@rgau-msha.ru

Kuptsova S.V., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor Head of the Department of Quality Management and Commodity Science of Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,* e-mail: skuptsova@rgau-msha.ru

Ginzburg M.A., *senior lecturer of the Department of Quality Management and Commodity Science of Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,* e-mail: ginsburg@rgau-msha.ru

Abstract: *The article discusses the processes of structure formation in milk gels, which factors affect the strength of the structure. In order to expand the range of dairy products, it is proposed to use functional food ingredients of plant origin, which not only contribute to their enrichment, but also serve as structure-forming agents, as well as regulate the quality and safety of products. The methodology of directional regulation of the quality indicators of structured dairy products was applied, which made it possible to design a new product taking into account the specified characteristics, to develop basic samples. A complete factorial experiment was carried out, which allowed us to determine the rational doses of cryopowders, collagen, carrageenan and dietary fibers for introduction into a milk base (yogurt, cottage cheese and sour cream) and achieve a given viscosity of the model medium. Recipes for yoghurts, cottage cheese desserts and sour cream products enriched with structuring functional food ingredients have been developed.*

Key words: *structure-forming agents, dairy products, food additives, gels, functional food ingredients, rational doses, mathematical modeling of composition, food industry.*

УДК 656.6

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ И ЕГО АППАРАТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАЗЛИЧНОГО ВИДА ВИСКАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Просин Максим Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры *Процессов и аппаратов перерабатывающих производств*, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: prosinmv@yandex.ru

Бородулин Дмитрий Михайлович, д-р техн. наук, профессор, директор *Технологического института*, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: borodulin@rgau-msha.ru

Макаров Сергей Сергеевич, д-р с.-х. наук, директор *Института садоводства и ландшафтной архитектуры, заведующий кафедрой Декоративного садоводства и газоноведения*, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: s.makarov@rgau-msha.ru

Чудецкий Антон Игоревич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры *декоративного садоводства и газоноведения*, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: chudetski@rgau-msha.ru