



УДК 66.963

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПОЛИМЕРА ХИТОЗАНА В ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННЫХ ТВОРОЖНЫХ МАСС

О.Я. Мезенова, А.Е. Сухачева

FOUNDATION OF USING CHITOSAN BIOPOLIMER IN TECHNOLOGY OF ENRICHED CURD PRODUCT

O.Ya. Mezenova, A.E. Sukhacheva

Аннотация. Обосновано совершенствование технологии творожных масс путем применения хитозана при производстве творога с последующим добавлением в него растительного сырья и меда. Экспериментально подтверждена целесообразность использования хитозана в технологии творога повышенным сохранением ценных сывороточных белков молока и увеличении выхода продукта. Обоснован выбор чесночных стрелок, овсяных хлопьев, меда в качестве обогащающих вкусовых и биологически активных композиций в рецептуре творожных масс, компенсирующих некоторый вяжущий привкус творога с хитозаном. Получена математическая модель процесса сквашивания молока в технологии творога и рассчитаны оптимальные количества вносимых в молочную смесь бактериологической закваски и хитозана. Обоснованы биологическая ценность белка творога с хитозаном, общий химический состав, минеральный и витаминный составы обогащенных творожных масс. Определена функциональность творожных масс по содержанию некоторых витаминов, серы, фосфора и селена.

Ключевые слова: функциональные компоненты; хитозан; чесночные стрелки; морковь; овсяные хлопья; мед; творог; творожные массы.

Abstract. Improvement of the production technology of curds with use of chitosan and addition of vegetable raw materials, cereals, honey is proved. The expediency of use of chitosan in the production technology of cottage cheese, for the purpose of preservation of high-valuable serumal proteins of milk, the general increase in a product yield is experimentally confirmed. The choice of vegetable raw materials, cereals, honey, in technology of the curds produced on the basis of the cottage cheese received with use of chitosan is reasonable. Optimum values of quantity brought in dairy mix of ferment and chitosan are calculated. Are established the biological value of protein of the cottage cheese received with chitosan addition, the general chemical composition of curds, mineral and vitamin structure of the developed curds. Level of functionality of created curds is determined by the maintenance of biologically active components.

Key words: functional components; chitosan; garlick shooters; carrots; oat flakes; honey; cottage cheese; curds.

Введение

В соответствии с «Комплексной программой развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года» одним из приоритетов развития биотехнологии является пищевая биотехнология, основные задачи которой связаны с производством пищевого белка повышенной аминокислотной сбалансированности, разработкой функциональных продуктов питания и глубокой переработкой пищевого сырья [1].

Политика Российской Федерации в области здорового питания также направлена на укрепление здоровья населения, профилактику заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием. Основными ее задачами являются: производство обогащенных пищевых продуктов, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых про-

дуктов и биологически активных добавок к пище, в том числе для питания в организованных коллективах (трудовые, образовательные и др.) [2].

Одной из отраслей пищевой промышленности, которой отведена ведущая роль в реализации программ развития биотехнологии и здорового питания в Российской Федерации, является молочная промышленность.

Неполноценное питание является одной из главных проблем современного общества, независимо от уровня социального развития стран. В наши дни по данным Всемирной организации Здравоохранения (ВОЗ) практически каждый третий человек в мире страдает хотя бы от одной формы заболевания, связанного с неполноценным питанием. Наиболее распространены избыточный вес и/или ожирение, повреждения желудочно-кишечного тракта, аллергия, истощение, задержка роста, дефицит витаминов и минеральных веществ, диабет, остеопороз, артроз и некоторые другие.

Современные достижения науки о питании не достаточно влияют на практическое потребление пищевых продуктов основными группами населения, что обусловлено в основном экономическими факторами. В утвержденном в 2017 году Правительством РФ паспорте приоритетного проекта «Формирование здорового образа жизни» предполагается к концу 2019 года увеличить долю граждан, приверженных здоровому образу жизни, до 45 %, а к концу 2025 года — до 60 %. Для достижения этих показателей необходимо повысить качество продуктов повседневного питания основных групп населения, в том числе за счет роста доли молочных изделий функционального и специализированного назначения.

Среди молочных продуктов особой популярностью пользуются творог и творожные изделия (в том числе, творожные массы), относящиеся к группе социально значимых товаров. Творог представляет собой белковый кисломолочный продукт, получаемый в результате сквашивания молока. В твороге в достаточном количестве содержатся многие минеральные вещества, такие как кальций, железо, фосфор, витамины группы А, Е, В, Д. Белки творога, являются альтернативой мясным и рыбным белкам, обладают повышенной усвояемостью. Однако в технологии творога, основанной на сквашивании молока, особо ценные сывороточные белки удаляются вместе с сывороткой, а последующее изготовление творожных масс предполагает использование ограниченного количества наполнителей, при этом по содержанию биологически активных веществ их нельзя отнести к функциональным продуктам [3].

Потери ценных сывороточных белков можно сократить введением в сквашиваемое молоко пищевых волокон с высокой сорбционной способностью. К таким волокнам относится биополимер животного происхождения с положительно заряженной поверхностью аминополисахарид хитозан [4]. Важно, что хитозан является полифункциональной пищевой добавкой, так как обладает биологической и антиоксидантной активностью, является также структурообразователем, комплексообразователем и барьерным фактором. Употребление хитозана в пищу в качестве пищевого волокна рекомендуется в МР 2.3.1.1915-04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ».

Творожные массы традиционно получают внесением в состав творога различных вкусовых добавок (изюма, орехов, чернослива и др.) при тонком измельчении системы. Для расширения ассортимента творожных масс предлагается добавлять в творог нетрадиционные растительные источники, богатые функциональными ингредиентами, а также продукты пчеловодства, которые способны привнести в них функциональные и диетические свойства.

Использование листьев чеснока, плодов моркови, меда, овсяных хлопьев в технологии творожных масс, полученных на основе творога с применением хитозана, позволит не только обогатить функциональными ингредиентами готовый продукт, но и замаскировать вяжущий привкус, обусловленный присутствием хитозана.

Разработкой новых творожных изделий, в том числе с применением пищевых волокон, занимались такие ученые России, как Клепкер В. М., Алиева Л. Р., Литвинова М. Ю., Кацерикова Н. В. и другие. Направления данных исследований касались удлинения сроков хранения творога и творожных изделий, улучшения их органолептических показателей, уве-

личения биологической ценности и других аспектов. Однако до конца не проработанными на сегодня остались вопросы применения хитозана в технологии творога и последующего его использования для изготовления творожных масс функционального качества.

Целью работы являлась разработка творожных масс на основе творога с добавлением хитозана и природных функциональных композиций растительного происхождения.

Методы исследования

В качестве объектов исследования применяли молоко питьевое коровье обезжиренное с кислотностью не более 19°Т плотностью не менее 1,028 г/см³ (ГОСТ 31450-2013); закваска для творога БАКЗДРАВ (ТУ 9229-025-51070597-2007); хитозан пищевой с молекулярной массой (ММ) 280 КДа и сукцинат хитозана с ММ 39 КДа (ТУ 9289-046-04689375-96); мед полифлорный (ГОСТ Р 54644-2011); чесночные стрелки, измельченные, урожай июнь-август 2017 (ГОСТ 32883-2014); морковь столовая свежая (ГОСТ 33540-2015); хлопья овсяные "Геркулес" (ТУ 9196-003-00943026-2003).

Приготовление творога осуществляли по стандартной технологии: в предварительно подготовленное молоко вносили закваску молочнокислых стрептококков и хитозан, предварительно растворенный в 3%-м растворе аскорбиновой кислоты. Смесь термостатировали 10-12 ч при температуре 30 - 35 °С. Готовый сгусток разрезали ножами и выдерживали 30-40 мин. Для удаления сыворотки сгусток прессовали, а в образующийся творог вносили вкусовый наполнитель при измельчении всей системы, получая обогащенные творожные массы.

Определение органолептических, микробиологических показателей, химического состава и физико-химических показателей основных объектов исследований проводились с использованием следующих методик:

- органолептическую оценку готовых творожных масс проводили по ГОСТ 31680-2012 и разработанной балльной шкале с учетом коэффициентов значимости;
- определение массовой доли белка - методом Кьельдаля (по ГОСТ 30648.2-99);
- определение массовой доли сухих веществ/влаги - по ГОСТ Р 54668-2011;
- оценку влагоудерживающей способности (ВУС) творога - гравиметрическим методом по Грау-Хамма в модификации А.А.Алексеева;
- определение диастазного числа меда - по ГОСТ Р 54386-2011;
- определение биологической ценности белков – расчетным методом [5];
- микробиологические исследования проводили с отбором и подготовкой проб по ГОСТ 32901-2014, ГОСТ 26809-86, ГОСТ 26669-85, ГОСТ 26972-86, ГОСТ Р 56145-2014; определение молочнокислых микроорганизмов - по ГОСТ 10444.11-89, бактерий группы кишечной палочки - по ГОСТ 31747-2012; содержание дрожжей и плесеней - по ГОСТ 10444.12-2013, *Staphylococcus aureus* - по ГОСТ 31746-2012, бактерий рода *Salmonella* - по ГОСТ 31659-2012, *Listeria monocytogenes* - по ГОСТ 32031-2012

Для определения оптимальных значений дозировок хитозана и закваски в технологии творога исследования проводили путем математического планирования эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для 2-х факторов [6]. Значения варьирования факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения и интервалы варьирования факторов рецептуры творога

Фактор в кодированном виде	Уровень			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
Массовая доля хитозана (M_x, X_1), % к массе молока	0,01	0,05	0,10	0,05
Массовая доля закваски (M_z, X_2), % к массе молока	3	5	7	2

Параметром оптимизации Y был выбран безразмерный обобщенный показатель, рассчитываемый методом приближения к «идеалу» и включающий следующие частные откли-

ки: Y_1 – органолептическая оценка качества творога, баллы; Y_2 – количество сухих веществ в сыворотке, % массы; Y_3 – выход творога, % к массе молока.

Результаты и дискуссия

На первом этапе исследований проводили выбор вида хитозана, обладающего наибольшей сорбционной способностью по отношению к сывороточным белкам молока, не влияющего на скорость сквашивания и позволяющего получать творог с наилучшими органолептическими характеристиками. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика процесса образования сгустка и получаемого творога при использовании различных видов хитозана

Образец / Показатель	Контроль (творог, приготовленный без хитозана)	Эксперимент 1 (творог с хитозаном, ММ 280 КДа)	Эксперимент 2 (творог с сукцинатом хитозана, ММ 39 КДа)
Продолжительность образования сгустка, ч	9	6	5
Консистенция и внешний вид	Мягкая, рассыпчатая без ощутимых частиц молочного белка	Мягкая, рассыпчатая с ощутимыми частицами молочного белка	Плотная, рассыпчатая с ощутимыми частицами молочного белка.
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Чистые, кисломолочные, с вяжущим, едва уловимым привкусом, без постороннего запаха	Кисломолочные, с сильным вяжущим, неприятным привкусом, без постороннего запаха
Цвет	Белый, равномерный по всей массе	Белый, равномерный по всей массе	Белый, неравномерный, с янтарными частичками сукцината

Результаты эксперимента (таблица 2) показали, что с внесением хитозана сокращается продолжительность сквашивания молока, но при этом появляются небольшой вяжущий привкус, в меньшей степени выраженный при использовании хитозана с ММ 280 КДа.

План эксперимента в соответствии с матрицей ОЦКП второго порядка для двух факторов, а также результаты его реализации приведены в таблице 2.

Таблица 2 - План эксперимента по оптимизации дозировок хитозана с ММ 280 КДа и закваски в соответствии с матрица ОЦКП и результаты его реализации в технологии творога

№ опы-	План эксперимента				Данные для математической обработки							
	Мх		Мз %		x ₀	x ₁ x ₂	x ₁ ² - 2/3	x ₂ ² - 2/3	Частные отклики			Y
	X ₁	натурально	x ₂	натурально					Y ₁ баллы	Y ₂ %	Y ₃ %	
1	+1	7	+1	0,1	+1	+	+1/3	+1/3	14,5	15	24	0,0038
2	-1	3	+1	0,01	+1	-	+1/3	+1/3	13,3	8,6	14,3	0,1332
3	+1	7	-1	0,1	+1	-	+1/3	+1/3	14	15	15,09	0,0513
4	-1	3	-1	0,01	+1	+	+1/3	+1/3	13,3	12,4	16,2	0,0702
5	+1	5	0	0,1	+1	0	+1/3	-2/3	15	14,3	15,25	0,0477
6	-1	5	0	0,01	+1	0	+1/3	-2/3	13,3	9,1	21,4	0,0536
7	0	7	+1	0,05	+1	0	-2/3	+1/3	14	12	10,64	0,1276
8	0	3	-1	0,05	+1	0	-2/3	+1/3	15	13,5	4,02	0,1845
9	0	5	0	0,05	+1	0	-2/3	-2/3	15	12,8	9,09	0,1245

После обработки полученных данных были получены адекватные кодированная (1) и натуральная математические модели технологии творога (2), применимые для анализа технологического процесса и отыскания оптимальных дозировок хитозана и закваски:

$$y = 0.0098 + 0.0018X_1 - 0.01505X_2 - 0.1057X_1X_2 + 0.0003\left(X_1^2 - \frac{2}{3}\right) - 0.00149\left(X_2^2 - \frac{2}{3}\right) \quad (1)$$
$$Y = 0.36M_x + 0,752M_xM_3 - 0,05M_3 + 0,12M_x^2 - 0,0037M_3^2 \quad (2)$$

На основании анализа значений коэффициентов в модели (1) можно сделать вывод, что дозировки вносимого хитозана более существенно влияют на качество получаемого творога, чем массовая доля закваски. Данное обстоятельство иллюстрируется изменениями в органолептических показателях (появление вязущего привкуса).

Исследование математической модели (2) в графической интерпретации (рисунок 1) показывает области локализации оптимальных значений варьируемых дозировок компонентов, соответствующие координатам точки экстремума.

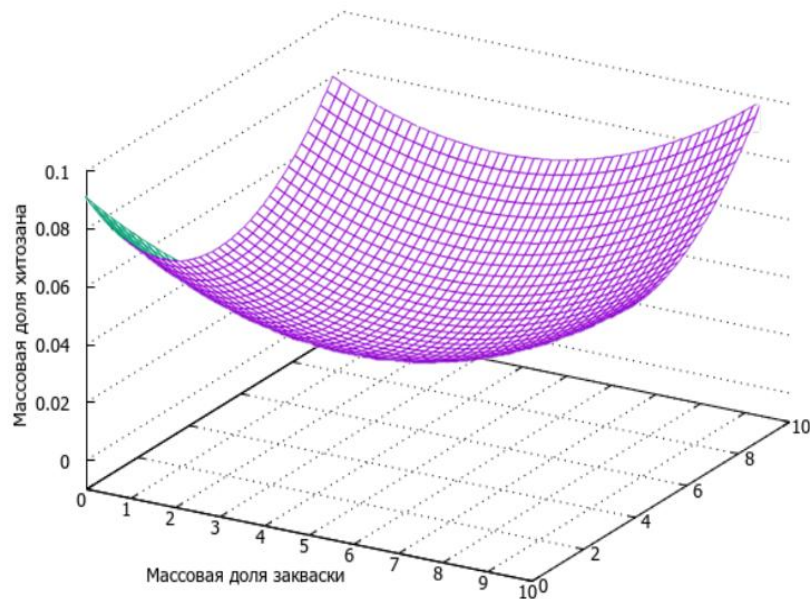


Рисунок 1 – Функция отклика рецептуры творога с хитозаном

На основе анализа полученных данных и проведенных расчетов были определены оптимальные дозировки закваски – 6,4 г на 1 кг молока и хитозана – 0,09 г на 1 кг молока.

Известные бактериостатические свойства хитозана, отрицательно влияющие на развитие микрофлоры, потенциально могли негативно повлиять на процесс развития молочнокислой микрофлоры в молоке при введении бактериостатической закваски и соответственно на процесс образования сгустка в технологии творога. Для изучения этого вопроса были проведены специальные эксперименты по исследованию процесса сквашивания молока при введении высокомолекулярного хитозана с ММ 280 КДа, предварительно растворенного в 43%-м растворе аскорбиновой кислоты. В образцах сквашиваемого молока изучали динамику накопления молочной кислоты по показателю титруемой кислотности. Для сравнения получаемые данные соотносили с показателями молока в образце, сквашиваемом традиционным способом (контроль). На основании полученных данных были построены титриметрические кривые (рисунок 2). Определение кислотности проводили титриметрическим методом, каждый час, в течение всего периода сквашивания.

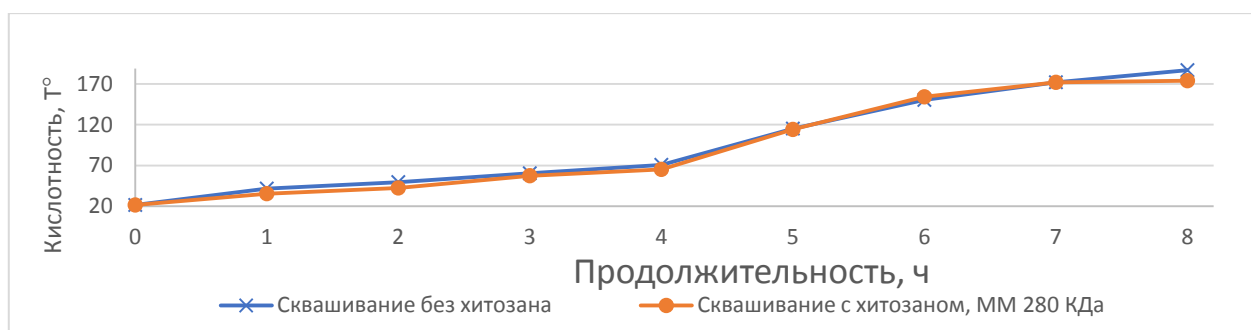


Рисунок 2 – Изменение кислотности молока в процессе получения творога

Из данных рисунка 2 видно практическое совпадение динамики нарастания показателя кислотности в контрольном и экспериментальном образцах в процессе получения творога.

Одним из основных свойств хитозана в технологии творога является его стабилизирующая способность, основанная на образовании с белком полифункционального комплекса и позволяющая сократить отделение сыворотки в процессе получения и хранения творога.

Для установления стабилизирующих свойств хитозана определяли влагоудерживающую способность (ВУС) свежеприготовленного творога, а также образцов творога на третий и пятый сутки хранения при рекомендуемых условиях хранения творога (плюс 4 ± 2)° С. Результаты исследований представлены в таблице 3.6.

Таблица 3 – Влагоудерживающая способность творога в процесс хранения

Образцы творога	Продолжительность хранения, сутки		
	0	3	5
1	2	3	4
Образец 1, сквашивание без хитозана, ВУС, %	17,6	15,3	12,3
Образец 2, сквашивание с хитозаном ММ 280 КДа, ВУС, %	20,8	18,3	17,4

Из данных таблицы 3 следует, что свежеполученный образец творога с хитозаном обладает большей влагоудерживающей способностью, которая сохраняется на протяжении всего периода хранения, что позволяют предположить большую хранимоспособность творога с хитозаном в сравнении с творогом, приготовленным традиционным способом. Этот факт можно объяснить сокращением в твороге с хитозаном количества свободной влаги.

Внесение хитозана позволят не только повысить выход творога и содержание в нем белка, но и за счет сывороточных белков, сорбированных хитозаном, качественно повысить их биологическую ценность, определяемую по содержанию незаменимых аминокислот (таблица 3) и показателям аминокислотной сбалансированности (таблица 4).

Таблица 3 – Аминокислотный состав «идеального белка», белка творога традиционного способа получения и белка творога с хитозаном ММ 280 КДа [7, 8]

Аминокислоты	«Идеальный» белок (ФАО ВОЗ)	Творог, сквашенный с добавлением хитозана ММ 280 КДа, мг/100 г	Творог традиционного сквашивания, мг/100 г
Изолейцин	597	212	180
Лейцин	1081	1282	1850
Лизин	903	1008	1450
Метионин + цистеин	424	384	480
Фенилаланин	652	762	930
Треонин	610	649	880
Триптофан	204	180	212
Валин	772	838	900

На основе данных, представленных в таблице 3, были рассчитаны показатели биологической ценности белка: КРАС – коэффициент разности аминокислотного состава и БЦ – биологическая ценность (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели КРАС и БЦ белка творога, полученного традиционным способом, и белка творога, полученного с добавлением хитозана ММ 280 КДа

Образец / Показатель	Творог, сквашенный с добавлением хитозана ММ 280 КДа	Творог традиционного сквашивания
КРАС	45	57
БЦ, %	55	43

Данные таблиц 3 и 4 свидетельствуют об улучшении аминокислотной сбалансированности и росте биологической ценности белка творога при добавлении в молоко хитозана ММ 280 КДа в процессе сквашивания.

Для компенсации вяжущего привкуса творога и повышения пищевой ценности при изготовлении обогащенных творожных масс в качестве обогащающих вкусовых добавок использовали плоды моркови (вареная, пюреобразная), мед (полифлорный), овсяные хлопья (обжаренные, измельченные), стрелки (листья) чеснока.

Рецептуры обогащенных творожных масс на основе творога с хитозаном, получившие торговые названия «Медовая», «Морковная» и «Чесночная», приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Рецептуры обогащенных творожных масс на основе творога с хитозаном

Пищевой ингредиент	Количество, кг на 100 кг
Творог с хитозаном	
Молоко обезжиренное пастеризованное	300
Закваска (<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i> , <i>Streptococcus Thermophiles</i>)	1,92
Хитозан пищевой, ММ 280 КДа, растворенный в 3%-м растворе аскорбиновой кислоты	0,3
Кальций хлористый, 40% р-р	0,6
Творожная масса «Медовая»	
Творог с хитозаном	87,0
Обжаренные овсяные хлопья	10,0
Пчелиный мёд полифлорный	2,0
Творожная масса «Морковная»	
Творог с хитозаном	73,0
Морковное пюре	20,0
Сахар-песок	7,0
Творожная масса «Чесночная»	
Творог с хитозаном	90,0
Тонкоизмельченные чесночные стрелки	7,0
Соль	2,5

Использование растительного сырья и продуктов пчеловодства позволило не только улучшить вкусовые качества творожного продукта и сократить затраты на производство, но и обогатить творожные массы ценными БАВ-ми, сделать их гастрономически привлекательными и пригодными для использования в диетическом питании в качестве десерта («Медовая» и «Морковная») и закусочного продукта («Чесночная»).

При разработке технологии обогащенных творожных масс с хитозаном за основу была взята базовая технология производства сырков и масс творожных (ГУ 9222-001-37676459-2013). Технологическая схема производства творожных масс с хитозаном, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами, представлена на рисунке 3.

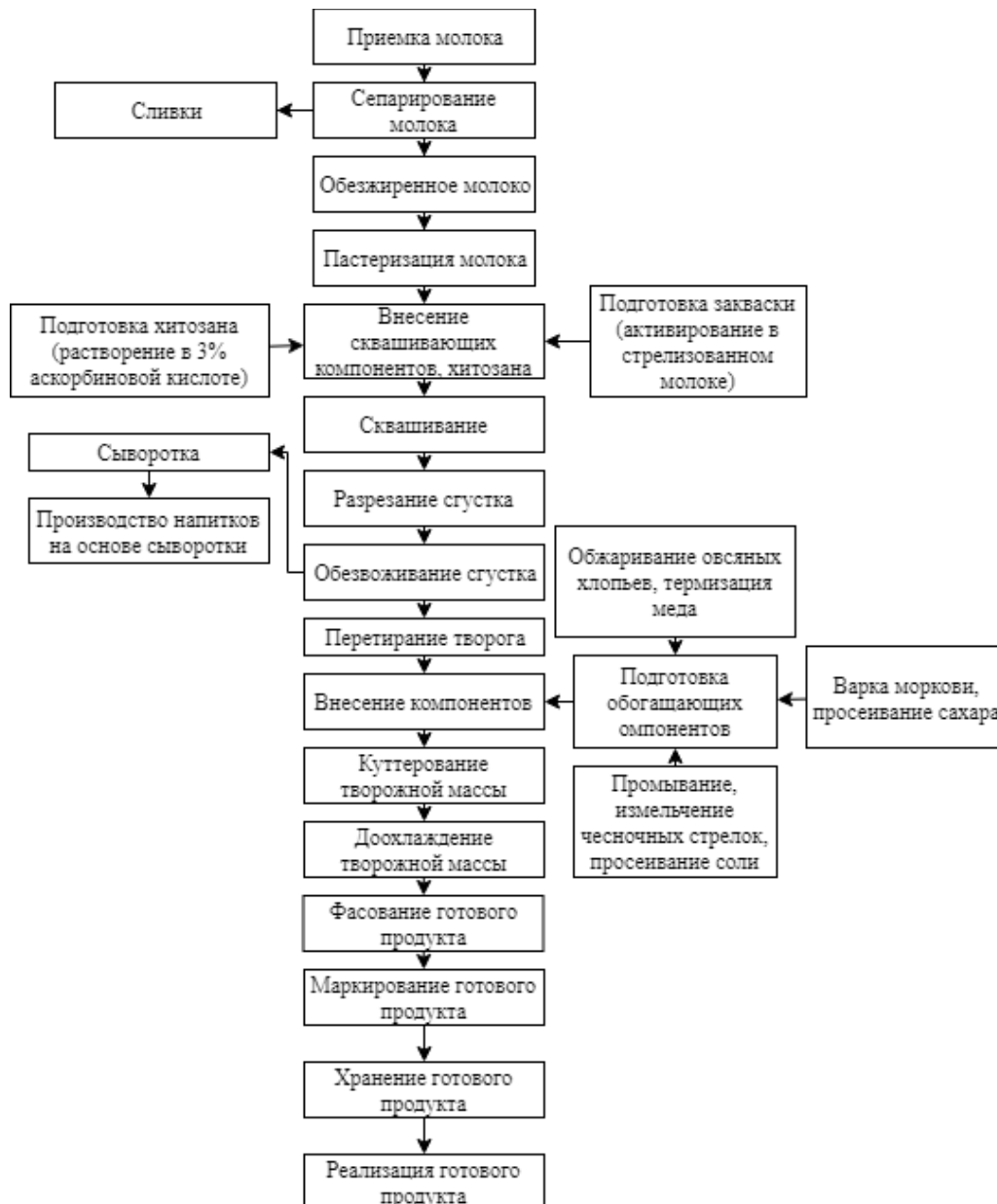


Рисунок 3 - Технологическая схема изготовления творожных масс с хитозаном, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами

Органолептические характеристики обогащенных творожных масс с хитозаном представлены в таблице 6. Видно, что все творожные изделия имели нежную мажущую консистенцию, характерную для данной группы продукции, специфической особенностью которых являлись вкрапления обогащающих добавок (измельченные овсяные хлопья, включения моркови). При этом цвет полученных творожных масс определялся вносимой добавкой – был оранжевый (при добавлении морковного пюре), с кремовым оттенком (обогащенный обжаренными и измельченными овсяными хлопьями с медом). Особенности, отличающие полученные продукты от стандартных творожных масс, являлись появляющиеся характерные привкусы и ароматы готовой продукции: орехово-медовый привкус обозначился в массе с овсяными хлопьями и медом, чесночный – в творожной массе «Чесночная» и т.д.

Таблица 6 - Органолептические характеристики качества творожных масс с хитозаном, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами

Наименование показателя	Характеристика
<i>Творожная масса «Чесночная»</i>	
Консистенция и внешний вид	Плотная, мажущая. Без выделения сыворотки
Вкус и запах	Кисломолочные, умеренно соленые, чесночные
Цвет	Белый, равномерный по всей массе, с вкраплениями свежей зелени
<i>Творожная масса «Морковная»</i>	
Консистенция и внешний вид	Пастообразная масса, нежная, мажущаяся, с наличием включений моркови, равномерно распределённых по всему объёму продукта
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, в меру сладкий, с соответствующим вкусом моркови, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Оранжевый, равномерный по всей массе продукта
<i>Творожная масса «Медовая»</i>	
Консистенция и внешний вид	Однородная, нежная, в меру плотная, с вкраплением видимых частиц овсяных хлопьев, равномерно распределённых по всему объёму продукта
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, в меру сладкий, с соответствующим вкусом медовой добавки, с ореховым привкусом, обусловленным присутствием термически обработанных хлопьев овсянки, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Белый с кремовым оттенком, обусловленным цветом меда, равномерный по всей массе продукта

Физико-химические показатели разработанных обогащенных творожных масс с хитозаном представлены в таблице 7.

Таблица 7– Физико-химические показатели качества обогащенных творожных масс с хитозаном

Наименование показателя	Требования ТР ТС ¹ 021/2011 и 022/2011 ² , ТР ТС 033/2013 ³ , предъявляемые к творожным массам	Творожная масса «Чесночная»	Творожная масса «Морковная»	Творожная масса «Медовая»
Влага, %	-	78	74	72
Белка, %	не менее 6	16,9	15,3	16,3
Жиры, %	не менее 0,1	0,0	0,8	0,7
Углеводы, %	-	1,2	9,3	10,1
Минеральные вещества, %	-	3,9	0,6	0,9
Кислотность, °Т	менее 150	144	131	127

^{1, 2, 3} – Технические регламенты Таможенного Союза соответственно: «О безопасности пищевой продукции», «Пищевая продукция в части ее маркировки», «О безопасности молока и молочной продукции»

Из данных таблицы 7 следует, что все полученные творожные массы богаты белком (15,3-16,9%), при этом продукция «Морковная» и «Медовая» содержат достаточно высокое количество усвояемых углеводов (9,3-10,1%). Все обогащенные изделия включают ценные минеральные вещества, основными из которых являются кальций и фосфор, характерные для всей молочной продукции. Привнесенные в пищевых добавках дополнительные минералы (сера, фосфор, селен, кобальт и др.), а также витамины (ретинол, кобаламин, РР и др.) в обогащенных творожных массах приведены в таблицах 8-10 [7, 8].

Таблица 8 – Содержание витаминов и минеральных веществ в творожной массе с хитозаном «Морковная» и оценка функциональности по суточной норме потребления

Нутриент	Количество в продукте, на 100 г	Суточная норма по МР 2.3.1.2432-08	Количество в продукте, % суточной нормы,	Функциональность
Витамин А, РЭ (мкг)	407.7	900	45.3	+
Витамин В12, кобаламин (мкг)	0.964	3	32.1	+
Витамин РР, НЭ (мг)	3.1	20	15.5	+
Сера, S (мг)	160.6	1000	16.1	+
Фосфор, Ph (мг)	148.2	800	18.5	+
Селен, Se (мкг)	21.9	55	39.8	+

Таблица 9 – Содержание витаминов и минеральных веществ в творожной массе с хитозаном «Медовая» и оценка ее функциональности по суточной норме потребления

Нутриент	Количество в продукте, на 100 г	Суточная норма по МР 2.3.1.2432-08	Количество в продукте, % суточной нормы	Функциональность
Витамин В12, кобаламин (мкг)	1.122	3	37.4	+
Витамин РР, НЭ (мг)	3.67	20	18.4	+
Сера, S (мг)	191.5	1000	19.2	+
Фосфор, Ph (мг)	178.9	800	22.4	+
Кобальт, Со (мкг)	1.98	10	19.8	+
Селен, Se (мкг)	25.5	55	46.4	+

Таблица 10 – Содержание витаминов и минеральных веществ в творожной массе с хитозаном «Чесночная» и оценка ее функциональности по суточной норме потребления

Нутриент	Количество в продукте, на 100 г	Суточная норма по МР 2.3.1.2432-08	Количество в продукте, % суточной нормы	Функциональность
Витамин В12, кобаламин (мкг)	1.188	3	39.6	+
Витамин РР, НЭ (мг)	3.635	20	18.2	+
Натрий, Na (мг)	1201.6	1300	92.4	+
Сера, S (мг)	205.08	1000	20.5	+
Фосфор, Ph (мг)	174.2	800	21.8	+
Хлор, Cl (мг)	1898.26	2300	82.5	+
Кобальт, Со (мкг)	2.74	10	27.4	+
Молибден, Мо (мкг)	11.63	70	16.6	+
Селен, Se (мкг)	27.035	55	49.2	+

Из данных таблиц 8-10 следует, что все обогащенные творожные массы можно назвать функциональными пищевыми продуктами [9]. При этом они отличаются повышенным содержанием селена во всех трех рецептурах. Это можно объяснить тем, что в состав разработанных творожных масс вводились такие ингредиенты, как чесночные стрелки, овсяные хлопья и морковь, богатые данным функциональным компонентом [7,8].

Оценку микробиологической безопасности продукта и обоснование срока годности разработанных творожных масс с хитозаном проводили при трех экспериментальных условиях: рациональные – температура хранения плюс 4°C; усредненные – температура хранения плюс 10°C; неблагоприятные условия – температура хранения плюс 25°C. В соответствии с методическими указаниями МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» рекомендуемая схема исследования молочной продукции при предполагаемом сроке годности 5 суток предлагает проводить испытания готового продукта на первые, пятые и восьмые сутки.

Для получения наиболее достоверных данных определения микробиологических показателей при хранении готового продукта проводили каждый день в течение 8 суток. В исследованиях определяли КМАФнМ, дрожжи и плесени. Уже в ходе 2-го эксперимента в представленных образцах не были обнаружены следующие микроорганизмы: БГКП, *S.aureus*, патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, при этом возможность сторонней контаминации была исключена. На основе анализа динамики органолептических и микробиологических показателей качества был обоснован срок годности разработанных творожных масс, который составил 7 суток при температуре плюс 4 °С, что на 40% превышает срок годности, регламентированный для традиционных творожных масс, приготавливаемых без хитозана по ТУ 9222-001-37676459-201 (5 суток).

Разработанная технология творожных обогащенных масс с хитозаном позволяет получать функциональные по ценным ингредиентам творожные изделия, которые можно рекомендовать широкому кругу людей, придерживающихся принципов здорового питания, в том числе в качестве профилактического питания для страдающих дефицитом витаминов группы В, РР и минеральной недостаточностью. Внесение хитозана в растворе аскорбиновой кислоты повышает выход готовой продукции на 3,5-4,2%, при этом появляющийся небольшой вяжущий привкус можно компенсировать в технологии творожных масс обогащением компонентами растительного сырья, меда, овсяных хлопьев.

Выводы:

1. Показана рациональность использования высокомолекулярного хитозана в технологии творога на основе обезжиренного молока. Изучено влияние хитозанов различной молекулярной массы на процесс сквашивания творога, наиболее рациональным является применение биополимера с молекулярной массой 280 КДа, вводимого на стадии сквашивания молока, что позволяет за счет сорбции сывороточных белков увеличить выход творога на 3,5-4,2% и улучшить аминокислотную сбалансированность суммарных белков творога.

2. Получена математическая модель технологии творога с хитозаном, на основании которой рассчитаны оптимальные дозировки закваски, состоящей из молочнокислой микрофлоры (*Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *Diacetylactis* *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*) и сухого хитозана ММ 280 КДа, равные соответственно 6,4% и 0,1% к массе молока.

3. Усовершенствована технология производства творожных масс с хитозаном, обогащенных до функционального уровня натуральными пищевыми добавками. Разработаны и установлены показатели пищевой ценности следующих рецептов творожных масс: «Морковная» - функциональный продукт по витаминам А, В₁₂, РР, минеральным элементам (сера, фосфор, селен); «Медовая» - функциональный продукт по витаминам В₁₂, РР, минеральным элементам (сера, фосфор, кобальт, селен); «Чесночная» - функциональный продукт по витаминам В₁₂, РР, минеральным элементам (сера, фосфор, кобальт, молибден и селен).

4. Установлена повышенная хранимоспособность обогащенных творожных масс с хитозаном; обоснованы сроки их годности при температуре плюс 4 °С (7 суток), что на 40% превышает срок годности традиционно изготавливаемых творожных сырков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 16.06.2018).
2. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года (распоряжение правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. N 1873-р). М.: Эксмо, 2012. 63 с.

3. Храпцов А. Г. Проблема полного и рационального использования молочной сыворотки в условиях рыночной экономики // Известия ВУЗов. Пищевая технология, 2014. №1. С.1-5.
4. Мезенова О.Я., Скапец О.В. Комплексная переработка молочной сыворотки на функциональные продукты с применением биополимеров хитозана и пектина // Вестник Международной академии холода, 2012. №3. С. 15.
5. Мезенова О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов / СПб.: Проспект науки, 2015. 224 с.
6. Скапец О.В., Мезенова О.Я. Математическое моделирование процесса фракционирования молочной сыворотки биополимерами // Техника и технология пищевых производств, 2011. №1 (20). С.89-94.
7. Скурихин И.М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. И. М. Скурихина и В. А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.
8. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. М.: Агропромиздат, 1987. 360 с.
9. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 2005. 13 с.

REFERENCES

1. *Kompleksnaya programma razvitiya biotekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda* (rasporyazheniye pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 25 oktyabrya 2010 g. N 1873-r) [Comprehensive program of biotechnology development in the Russian Federation for the period until 2020. Order of the Government of the Russian Federation of October 25, 2010 No. 1873-p]. Available at: <http://www.consultant.ru>. (date of the address: 16.06.2018).
2. *Osnovy gosudarstvennoy politiki Rossiyskoy Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya na period do 2020 goda* [The fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition for the population until 2020]. Moscow: Exmo Publ., 2012. 63 p.
3. Khrantsov A.G. *Problema polnogo i ratsional'nogo ispol'zovaniya molochnoy syvorotki v usloviyakh rynochnoy ekonomiki* [The problem of full and rational use of whey in a market economy] *Izvestiya VUZ. Food technology*, 2014. No.1. pp.1-5.
4. Mezenova O.Ya., Skapets O.V. *Kompleksnaya pererabotka molochnoy syvorotki na funktsional'nyye produkty s primeneniym biopolimerov khitozana i pektina* [Complex processing of dairy whey for functional products using biopolymers of chitosan and pectin] *Bulletin of the International Academy of Coldness*, 2012. No.3, pp. 15-19.
5. Mezenova O.Ya. *Proyektirovaniye polikomponentnykh pishchevykh produktov*. [Designing of polycomponent food products]. Sankt-Petersburg: Prospectrum of Scienc Publ., 2015. 224 p.
6. Skapets O.V., Mezenova O.Ya. *Matematicheskoye modelirovaniye protsesssa fraktsionirovaniya molochnoy syvorotki biopolimerami* [Mathematical modeling of the process of fractionation of whey with biopolymers]. *Technika and technology of food production*, 2011. No. 1 (20), pp. 89 - 94.
7. Skurikhin I.M. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov: Spravochnik. Pod red. I. M. Skurikhina i V. A. Tutel'yana* [Chemical composition of Russian food products: Handbook. Ed. by I.M. Skurikhin and V.A. Tutelyan] Moscow: DeLi print Publ., 2002. 236 p.
8. *Khimicheskiy sostav pishchevykh produktov. Kniga 2: Spravochnyye tablitsy sodержaniya aminokislot, zhirnykh kislot, vitaminov, makro- i mikroelementov, organicheskikh kislot i uglevodov* / Pod red. I.M. Skurikhina i M.N. Volgareva. [Chemical composition of food products. Book 2: Reference tables for the content of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and



microelements, organic acids and carbohydrates, Ed. by I.M. Skurikhin and M.N. Volgarev]. Moscow: Agropromizdat Publ, 1987. 360 p.

9. GOST R 52349-2005. *Produkty pishchevyye. Produkty pishchevyye funktsional'nyye. Terminy i opredeleniya* [State Standard of Russia 52349-2005. Food products. Functional food products. Terms and Definitions]. Moscow: Publishing House of Standards, 2005. 13 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мезенова Ольга Яковлевна

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой пищевой биотехнологии, действительный член Международной академии холода

E-mail: mezenona@klgtu.ru

Mezenova Olga Jakovlevna

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, The Head of the Food Biotechnology Department, Doctor of Technical Science, Professor, Member of International Academy of Refrigeration.

E-mail: mezenona@klgtu.ru

Сухачева Анна Евгеньевна

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, магистр направления 19.03.01 «Биотехнология» кафедры пищевой биотехнологии

E-mail: an.papaver@gmail.com

Sukhacheva Anna Evgenyevna

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Master of 19.03.01 «Biotechnology» of the Food Biotechnology Department.

E-mail: an.papaver@gmail.com

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:
236029, Калининград, ул. проф. Баранова, 43, учебный корпус №1, каб. 107. Мезенова О.Я.,
8(4012) 56-48-06