

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ»**

На правах рукописи



ВОЛЬНОВА ЕКАТЕРИНА РОМАНОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУХИХ СОУСОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕКТИНА**

**Специальность 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов
и биологических активных веществ (технические науки)**

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
д.б.н., проф. Бутова С.Н.

Москва – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 Соусы и их роль в питании человека	12
1.1.1 Характеристика соусов	13
1.1.2 Маркетинговый анализ мирового и отечественного рынка соусов.....	14
1.1.3 Особенности технологий и состава сухих соусов	19
1.2 Роль гидроколлоидов в технологиях соусов.....	20
1.2.1 Основные стабилизаторы и структурообразователи, используемые в составе сухих соусов.....	22
1.2.2 Анализ рынка гидроколлоидов.....	25
1.3 Пектиновые вещества	27
1.3.1 Характеристика пектиновых веществ	28
1.3.2 Лечебно-профилактические свойства пектинов.....	32
1.3.3 Классификация пектинов и технологии их производства	33
1.3.4 Мировой рынок пектиновых веществ	41
Заключение по аналитическому обзору литературы	43
ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	44
2.1 Организация эксперимента.....	44
2.2 Объекты исследования.....	45
2.3 Методы исследования.....	45
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	51
3.1 Характеристика вторичных продуктов растительного сырья	51
3.2 Свойства комплексного пектолитического ферментного препарата	52
3.3 Определение рациональных параметров выделения пектинов	52
3.4 Показатели качества и микробиологической безопасности пектинов.....	63
3.5 Сравнительная оценка структурообразующих свойств полученных пектинов и коммерческих структурообразователей	67
3.6 Разработка рецептур сухих соусов с заданными свойствами.....	75

3.7 Определение показателей качества и микробиологической безопасности полученных соусов.....	92
3.8 Пищевая и энергетическая ценность сухих соусов с полученным пектином	93
ГЛАВА 4 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУХИХ СОУСОВ И ЕЁ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	96
4.1 Характеристика сырья, используемого в составе сухих соусов	96
4.2 Описание усовершенствованной технологии сухих соусов с использованием НЭ яблочного пектина и модифицированного крахмала	97
4.3 Расчёт экономической эффективности ферментативной технологии получения яблочного НЭ пектина.....	98
4.4 Расчёт экономической эффективности технологии сухих соусов с НЭ яблочным пектином	99
ВЫВОДЫ	101
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	105
Приложение А Патент «Способ получения кетчупа».....	130
Приложение Б Акты производственной выработки сухих соусов.....	131
Приложение В Результаты линейного программирования в программе MatLab.	140
Приложение Г Протоколы испытаний по определению макро- и микроэлементов в сухих соусах	142
Приложение Д Процессуальная схема производства сухих соусов с НЭ яблочными пектином	151
Приложение Е Машинно-аппаратурная схема производства сухих соусов с НЭ яблочным пектином	152
Приложение Ж Расчёты, подтверждающие экономическую эффективность ферментативной технологии получения яблочного НЭ пектина	153
Приложение З Расчёты, подтверждающие экономическую эффективность усовершенствованной технологии сухих соусов с НЭ яблочным пектином.....	154
Приложение И Технические условия на сухие соусы с НЭ яблочным пектином	155
Приложение К Технологическая инструкция для производства сухих соусов с НЭ яблочным пектином	156

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Современная пищевая индустрия ориентирована на разработку и производство пищевых продуктов, обеспечивающих и поддерживающих высокое качество жизни населения и увеличение ее продолжительности, а также, что особенно важно в условиях неблагоприятной эпидемиологической обстановки, вызванной распространением COVID-19, способствующих восстановлению организма и профилактики заболеваний.

В последнее время широкое распространение получили соусы, что связано с современными трендами в сегментах HoReCa и ритейла. Соусы легко усваиваются организмом и практически повседневно используются в питании всех групп населения. Благодаря наличию экстрактивных, ароматических и вкусовых веществ, соусы способствуют повышению усвояемости главных блюд, улучшению их органолептических и эстетических свойств.

Основными направлениями разработок новых видов соусов, отвечающих действующей Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации, являются: расширение ассортиментного ряда, увеличение их пищевой и снижение энергетической ценности за счёт изменения рецептурного состава, введения биологически активных веществ и физиологически значимых ингредиентов. Особое внимание при разработке новых соусов уделяют видам структурообразователей и стабилизаторов, входящих в их состав. Традиционными структурообразователями соусов являются мука, крахмалы и камеди, однако указанные ингредиенты не обладают функциональными свойствами.

Особую значимость в решении задач, связанных с разработкой и созданием соусов, отвечающих современным требованиям к продуктам для здорового питания, имеет включение в их состав пектинов, отличающихся широким перечнем функциональных свойств, лечебно-профилактических

действий и, одновременно с этим, проявляющих структурообразующие свойства. Пектины, используемые сегодня в отечественной пищевой промышленности, импортного производства. Из этого следует, что разработка технологий выделения пектинов из местного сырья актуальное и перспективное направление в условиях политики импортозамещения. Особый интерес имеют ресурсосберегающие технологии, основанные на использовании вторичного растительного сырья для выделения пектина и замене традиционной технологии кислотного гидролиза на ферментативную.

Исходя из этого, тема диссертационной работы, посвященная совершенствованию технологии сухих соусов с использованием пектина, полученного ферментативным путём, актуальна.

Степень разработанности темы. Теоретические и научно-практические исследования диссертационной работы основаны на научных трудах, посвященных изучению строения и свойств пектиновых веществ, разработке технологий пектина, пектинсодержащих продуктов и их применению в составе пищевых продуктов, отечественных и зарубежных учёных: Л. В. Донченко, Н. П. Шелухиной, Г. М. Зайко, С. Н. Бутовой, М. O'Neill, A. Darvill, T. Ishii, M. Mahmodi, B. O. Ajibade, S. Tavman и других. Весомый вклад в разработку технологий обогащённых продуктов питания внесли А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, Г. Г. Дубцов и О. Е. Бакуменко.

Однако исследования в области технологий сухих приправных, овощных и ягодных соусов, содержащих пектины, полученные из вторичного сырья биотехнологическим путём, не проводились.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является экспериментальное обоснование и разработка технологических решений по получению сухих соусов на основе использования пектина, выделенного из вторичного растительного сырья биотехнологическим способом.

В соответствии с поставленной целью в работе решали следующие задачи:

1. Исследовать состав и физико-химические показатели вторичных продуктов сокового производства (апельсиновый жмых, яблочные выжимки, черничная мезга) в ориентации на использование ферментного препарата для выделения пектина;

2. Определить каталитические активности пектолитического комплекса ферментного препарата Lallzyme Beta™;

3. Определить рациональные параметры выделения пектинов на основе ферментативного катализа, обеспечивающие их максимальный выход. Дать характеристику пектинам по органолептическим, физико-химическим характеристикам и показателям микробиологической безопасности;

4. Провести сравнительную оценку структурообразующих свойств выделенных пектинов и коммерческих структурообразователей (крахмалов и камедей) в составе соусной основы по совокупности оцениваемых показателей: органолептических и показателю динамической вязкости;

5. Разработать рецептуры сухих соусов с использованием полученных пектинов, вкусоароматических веществ, овощных, ягодных порошков и определить показатели качества и микробиологической безопасности;

6. Усовершенствовать технологию изготовления сухих соусов за счёт использования полученных пектинов, разработать проекты нормативной документации (ТУ), технологической инструкции (ТИ), провести промышленную апробацию и расчёт основных технико-экономических показателей их производства.

Научная новизна работы.

1. Доказана эффективность применения коммерческого комплексного пектолитического ферментного препарата (ФП) Lallzyme Beta™ для обработки вторичных продуктов сокового производства при получении пектина по сравнению с кислотным гидролизом. Установлено увеличение выхода апельсинового, яблочного и черничного пектинов на 35,8

%, 21,3 % и 24,5 % соответственно по сравнению с аналогичными показателями, достигнутыми за счёт гидролиза 1,5% раствором HCl.

2. С применением математического моделирования серии двухфакторных экспериментов определены рациональные параметры ферментативного гидролиза вторичного сырья (дозировка ФП; продолжительность гидролиза; pH; температура), обеспечивающие выход апельсинового, яблочного и черничного пектинов 4,02 %, 4,61 % и 0,71 % от массы абсолютно сухого сырья соответственно. Выявлено влияние продолжительности ферментативной обработки яблочных выжимок на степень этерификации пектинов. Показано снижение степени этерификации на 22 % при увеличении продолжительности гидролиза с 2–6 ч до 8–10 ч.

3. Экспериментально обоснован качественный и количественный состав композиции, состоящей из НЭ яблочного пектина и модифицированного крахмала PREGEFLO CH 40 в соотношении 1:4, обеспечивающий повышение динамической вязкости соусной основы на 68 % и 75 % по сравнению с применением индивидуальных структурообразователей соответственно.

4. На примере сухих соусов обоснована возможность применения метода линейного программирования, реализованного в программном комплексе MatLab 2021b, для разработки рецептур соусов с заданными свойствами.

Теоретическая и практическая значимость. Основные положения и результаты диссертационной работы являются основой для совершенствования биотехнологий пектинов из продуктов вторичного сырья и их применения в рецептурах сухих соусов на предприятиях общественного питания и пищевой промышленности.

Определены режимы ферментативной обработки вторичных продуктов сокового производства (апельсиновый жмых, яблочные выжимки, черничная мезга) и разработаны технологические решения по получению одноименных пектинов с использованием комплексного ферментного

препарата Lallzyme Beta™ для применения при получении сухой соусной основы и сухих соусов в качестве структурообразователя и функционального пищевого ингредиента.

Дана характеристика пектинам по физико-химическим, микробиологическим показателям и функционально-технологическим свойствам. Показано, что апельсиновый и яблочный пектины по своей загущающей способности превосходят черничный в широком интервале температур (20...80 °С) и рН (2...12) в 2,35 и 1,25 раз соответственно.

Разработаны рецептуры сухой соусной основы и сухих соусов (сырного, карри, грибного, свекольного, тыквенного, морковного, черносмородинового, черничного) с использованием НЭ яблочного пектина. Разработаны рецептуры с использованием метода линейного программирования и технологические решения по получению трех вариантов обогащённых соусов с функциональными свойствами: сырный, черничный и тыквенный соусы, характеризующиеся высоким содержанием белка (более 30 % от энергетической ценности соусов), низким содержанием жиров (менее 0,5 г/100 ккал), высоким содержанием фосфора (свыше 30 % от суточной потребности в 100 ккал). Показано, что тыквенный соус является источником пищевых волокон (1,76 г/100 ккал), имеет высокое содержание β-каротина (34,2 % от суточной потребности в 100 ккал), отличительным признаком черничного соуса является высокое содержание пищевых волокон (3 г/100 ккал).

Разработаны машинно-аппаратурная схема, проект технических условий и технологическая инструкция по промышленному получению указанных соусов. Предложенные технологические решения прошли апробацию на предприятии ООО «Агама Истра».

По результатам проведенных исследований получен патент РФ № 2728363 от 29.07.2020 «Способ получения кетчупа» и подана 1 заявка на изобретение «Сухая многокомпонентная смесь для приготовления соуса» № 2021138730 от 24.12.2021.

Методология и методы исследования. В основе методологии данной диссертационной работы лежат труды российских и зарубежных ученых. В ходе выполнения работы использованы современные общепринятые и специальные методы исследования. В работе осуществлялся расчёт пищевой и энергетической ценности с использованием актуальных таблиц, где содержится информация о содержании белков, жиров, углеводов и пищевых волокон в используемом сырье. Использовали методы математической обработки экспериментальных данных при помощи пакетов прикладных программ Excel 2021, Statistica 13. Применялись методы линейного программирования, реализованные в программе MatLab 2021b.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Каталитические активности комплексного пектолитического ферментного препарата Lallzyme Beta™;
2. Совокупность данных, демонстрирующих влияние условий ферментативной обработки на выход и степень этерификации пектинов;
3. Биотехнологические решения по получению пектина (апельсинового, яблочного и черничного) из вторичных продуктов растительного сырья с применением комплексного ферментного препарата Lallzyme Beta™;
4. Совокупность экспериментальных данных, иллюстрирующих органолептические, физико-химические характеристики и показатели микробиологической безопасности полученных пектинов;
5. Рецептуры сухой соусной основы, сухих соусов, их показатели качества и микробиологической безопасности;
6. Усовершенствованная технология производства сухих соусов и использованием яблочного НЭ пектина и расчёты, доказывающие ее экономическую эффективность.

Личный вклад диссертанта заключается в решении основных задач исследования, анализе и обобщении научно-технической и патентной литературы по теме настоящей работы, выполнении экспериментальной

части работы, обобщении результатов исследований, оформлении диссертации, апробации результатов на научных конференциях.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа соответствует пунктам 4, 5, 10, 11 и 12 Паспорта специальностей ВАК РФ (технические науки) по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

Степень достоверности результатов.

Степень достоверности полученных результатов подтверждается использованием актуальных методов исследований, актом промышленной апробации разработанной технологии на ООО «Агама Истра».

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием Excel 2021, математическую обработку данных, отражающих зависимость параметров гидролиза (дозировка ферментного препарата, продолжительность, pH и температура) и выхода пектинов, осуществляли при помощи программного комплекса Statistica 13, разработку рецептур соусов с заданными свойствами проводили методом линейного программирования при помощи пакета прикладных программ MatLab 2021b.

Апробация работы.

Основные положения диссертационной работы были представлены на Международной конференции «Социальная культура и экономика – качество жизни и активное долголетие», 6 ноября 2019 г., Московский дом национальностей, г. Москва; на XIII Международном биотехнологическом форуме-выставке «РОСБИОТЕХ-2019» (Москва, ул. Врубеля, 24–26 апреля 2019 г.); на Международном конгрессе «Биотехнология: состояние и перспективы развития» (Москва, Гостиный двор, 25–27 февраля 2019 г.); на Международной научно-практической конференции «Вопросы современных научных исследований» 24.05.2020, г. Омск; на III Национальной научно-практической конференции «Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки в технологиях продуктов питания и парфюмерно-косметических средств», г. Москва, ФГБОУ ВО «МГУПП», 27–28 мая 2021 г.; на Международной научно-практической

конференции «Продовольственная безопасность: биотехнология и цифровизация АПК» Навстречу Саммиту ООН по продовольственным системам Научно-академическая школа (РАН-МГУПП) Комиссия РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых (Молодежная секция) 21 мая 2021 г., г. Москва; на Международной научно-практической конференции «Проблемы управляемого биосинтеза». 100-летию со дня рождения академика РАН и РАМН и РАМТН Блохиной И. Н. 21 апреля 2021 г. г. Москва; на Студенческой X научно-технической конференции «Безопасность и качество продуктов питания. Наука и образование». г. Москва, ФГБОУ ВО «МГУПП», 22 апреля 2021 г.

Проведена промышленная апробация технологии сухих соусов в 2021 году в д. Лешково на предприятие ООО «Агама Истра».

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 18 работ, в том числе 1 в научных изданиях, входящих в список Scopus; 2 – входящих в список ВАК РФ; 3 – в изданиях РИНЦ; 3 – в материалах международных и национально-практических конференций, 7 – в других научных изданиях, 1 патент, 1 монография.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и сокращений, приложений. Изложена на 156 страницах, содержит 42 таблицы, 39 рисунков. Список литературы включает 217 наименований.

ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Соусы и их роль в питании человека

Рацион, отвечающий принципам рационального питания, имеет большое значение для современного человека: повышает иммунный ответ организма на негативные воздействия окружающей среды, способствует сохранению здоровья и работоспособности, увеличению продолжительности жизни [97].

Каждая из современных концепций питания подразумевает разнообразные рационы. Существует много способов разнообразить рацион – использование новых продуктов, внедрение новых способов обработки пищи, добавление соусов и заправок [113].

Действительно, в кулинарии и на предприятиях общественного питания соусы имеют большое значение в формировании органолептических и эстетических свойств блюд. Они создают оригинальную вкусоароматическую композицию [16, 99].

С ускорением ритма жизни современного человека появились проблемы со своевременным приёмом пищи. Так, всё большую роль играют различные торговые сети и предприятия общественного питания, производящие готовую к употреблению пищу, продукты быстрого приготовления и полуфабрикаты, а также организующие их доставку [148].

Актуальной задачей для сегмента HoReCa является оптимизация и повышение экономической эффективности производственного процесса. На технологическом уровне этого можно достичь путём сокращения ручного труда и заменой его на машинные операции, а также уменьшением трудо- и время затрат на производство единицы продукта.

Одним из решений этой проблемы является разработка рецептур полуфабрикатов, пищевых концентратов, в частности сухих соусов. Такие продукты удобны при транспортировке, снижают время приготовления готовых блюд, имеют более продолжительный период хранения.

1.1.1 Характеристика соусов

В современном мире соусы стали неотъемлемой частью рационов людей. Данный вид жидкой, полужидкой и сухой приправы используют к горячим и холодным блюдам, закускам, десертам и некоторым напиткам [101].

Одной из функций соусов является улучшение характеристик первых, вторых блюд и гарниров: повышение пищевой ценности и улучшение эстетических свойств. Соусы за счёт содержания вкусоароматических веществ улучшают внешний вид (изменяют интенсивность окраски продуктов, усиливают вкус), способствуют повышению усвояемости блюд [17].

На основе специфичных для каждого типа и вида соусов качественных и количественных показателей была составлена следующая классификация.

1. По консистенции соусы разделяют на: жидкие, сметанообразные, пюреобразные, желеобразные, густые и вязкие.

2. По содержанию влаги соусы классифицируют на: жидкие, преимущественно с водной фазой, с жировой фазой, сухие.

3. По виду основы: соусы на уксусе, красном вине, концентрированных бульонах, растительном масле (оливковом, подсолнечном, хлопковом и др.), водной, сливочной и молочной основе.

4. По совместимости с готовыми блюдами: универсальные, для морепродуктов и рыбных блюд, для мясных блюд, для блюд из птицы, для овощных салатов и нарезок, для барбекю.

5. В зависимости от температуры употребления: универсальные, для горячих блюд, для холодных блюд, для барбекю и запекания.

6. По содержанию специй, пряностей, соли, сахара: острые и жгучие, пряные, кислые и кисло-сладкие, сладкие, солёные, терпкие, неострые, сливочные, чесночные и многие другие [75, 78].

7. По энергетической ценности: диетические, с пониженной, средней и высокой энергетической ценностью.

8. По ценовой категории: от класса «эконом» до «премиум» [111].

В целом все соусы подразделяются на два типа: готовые соусы (эмульсионные и не эмульсионные) и концентраты соусов (порошкообразные: не требующие варки, требующие варки; полужидкие) [125].

Первый тип – уже готовые к употреблению, не требующие приготовления или каких-либо механических воздействий. Второй – концентраты, обычно используемые в процессе приготовления блюд.

Предложенная классификация соусов условна, она не отражает всего многообразия соусной продукции, к тому же с течением времени потребительские предпочтения в отношении соусов меняются, следовательно, и рынок соусов претерпевает изменения. Исходя из этого, была рассмотрена и изучена современная ситуация на мировом и российском рынках соусов.

1.1.2 Маркетинговый анализ мирового и отечественного рынка соусов

В различных странах мира, с учетом национальных традиций и вкусовых предпочтений, реализуются различные виды соусов.

Кетчуп является достаточно популярным соусом в мире [4, 125, 132]. Это связано, прежде всего, с его универсальностью, так как он подходит ко многим основным блюдам и гарнирам.

Майонез – самый популярный соус в России, о чём свидетельствуют ряд научных работ и аналитических обзоров [14, 80, 85, 91].

В Европе предпочитают соусы на основе молочных продуктов и растительных масел с добавлением различных овощей, ягод и фруктов [77]. Гуакамоле на основе плода авокадо и острый чили пользуются популярностью в Южной Америке. В странах Китая и Японии блюда практически не обходятся без добавления соевого соуса [79].

Для выявления потребности в определённых видах соуса провели анализ мирового и отечественного рынка.

Мировой рынок соусов стабильно демонстрировал прирост в период 2010–2020 гг. со средней ставкой 2,6 %. На рисунке 1 представлена сегментация мирового рынка соусов на 2020 год [5, 18].

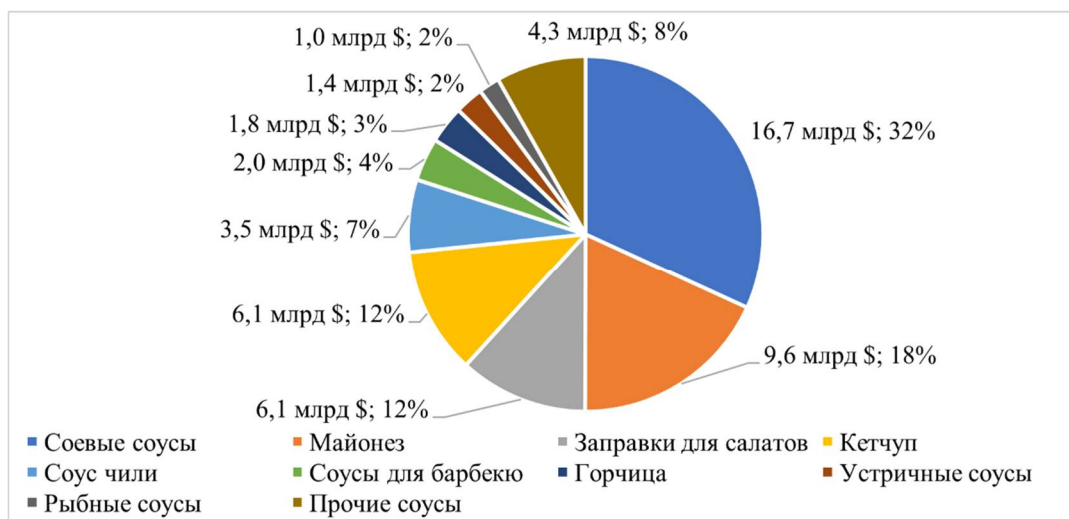


Рисунок 1 – Мировой рынок соусов в 2020 г.

В 2020 году объём рынка достиг 28,2 млн. тонн, в денежном выражении составил 52,5 млрд. долларов США (при сравнении данный показатель превысил аналогичный за 2019 на 2,2 %, за 2018 на 3,3 %). Соевые соусы имели наибольшую долю на мировом рынке (31,8 %). Остальной рынок распределен между майонезами (18,2 %), заправками для салатов (11,7), кетчупами (11,6 %), острыми соусами (6,6 %), соусами барбекю (3,9 %) и пр. [132, 202].

Рассмотрим объёмы потребления соусов в мире в 2020 году (рис. 2).

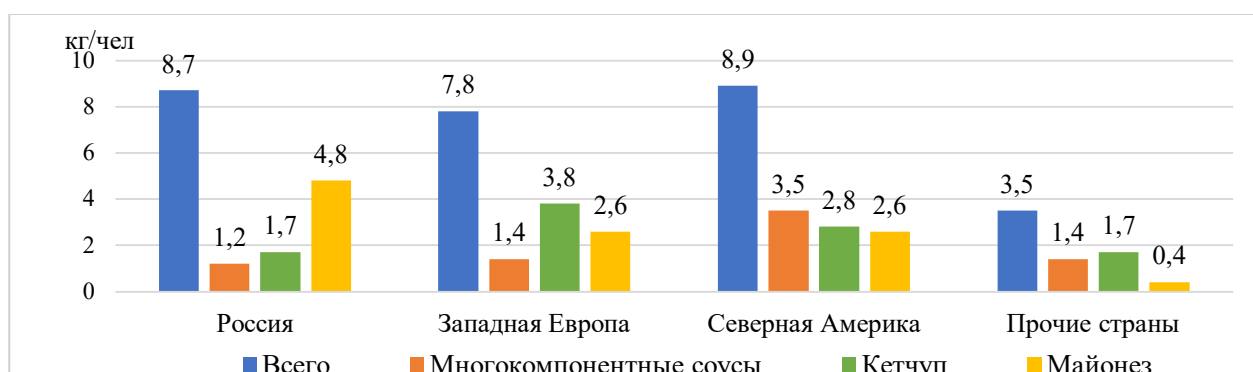


Рисунок 2 – Потребление соусов по регионам мира в 2020 г.

Диаграмма демонстрирует, что средний годовой показатель потребления соусов в Северной Америке наибольший и составляет 8,9 кг на человека, в России этот показатель несколько ниже, чем в Северной Америке и Западной Европе, и достигает 8,7 кг на человека [77, 121].

Обратимся к аналитическим прогнозам развития мирового рынка соусов, которые представлены на рисунке 3.

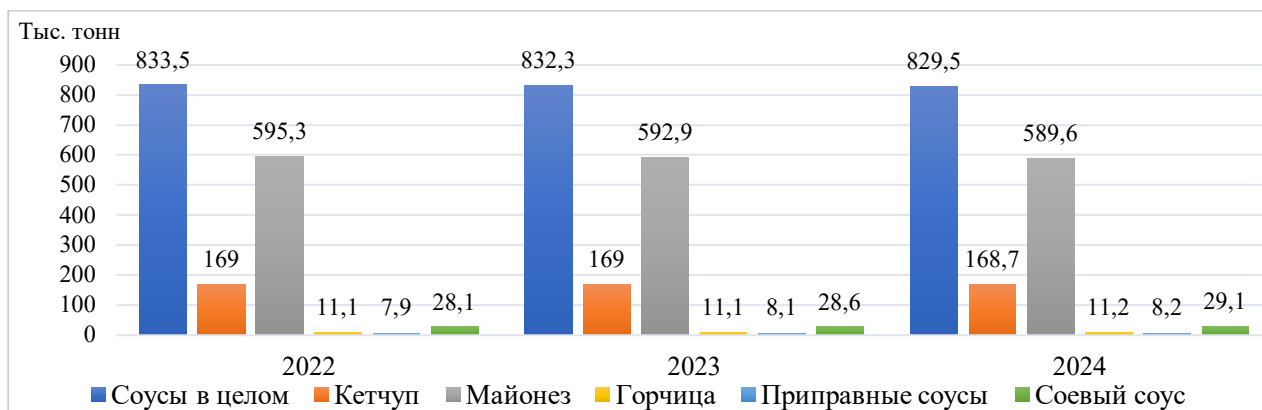


Рисунок 3 – Прогноз развития мирового рынка соусов на 2022–2024 гг. [202]

Исходя из представленных на рисунке 3 данных, ожидается незначительное снижение общего объёма потребления соусов, в частности майонезов и кетчупов, однако предвидится увеличение потребления в сегментах приправных (многокомпонентных соусов), горчичных и соевых соусов.

Каждая страна имеет свои национальные соусы. Исходя из исторических и климатических факторов в разных национальных кухнях отдается предпочтение соусам на различных основах: яично-масляных, на бульонах, на молочных продуктах и растительной основе. Наиболее популярные соусы в России – майонез, кетчуп, горчица, овощные соусы; в США – табаско, майонезные соусы, соусы-гриль; в странах Азии – соевый соус, терияки, кисло-сладкий; в странах Европы – молочные и сливочные соусы (бешамель, тартар) [10].

В последние годы наблюдается взаимный обмен элементами в мировых кухнях, в особенности восточноазиатской, западноевропейской и американской барбекю-культуры.

Далее обратимся к производителям соусов, представленным на мировом рынке. Крупнейшими производителями соусов являются следующие компании: Nestle (Швейцария); Unilever PLC (Великобритания); AR Brands (Южная Африка); Kraft Heinz Company (США); Ajinomoto co. inc. (Япония); ADM Antwerp NV (Бельгия) [202].

Изучив текущую ситуацию на мировом рынке соусов и перспективы его развития, перейдём к анализу российского рынка соусных продуктов.

Производство соусов в России в 2017–2020 годах не существенно снизилось. В 2020 году в России произведено 1 164 451,9 тонны соусов, что на 0,8 % меньше объема производства предыдущего года.

На рисунке 4 представлена доля продаж соусов по данным BusinesStat на ноябрь 2020 года [128].

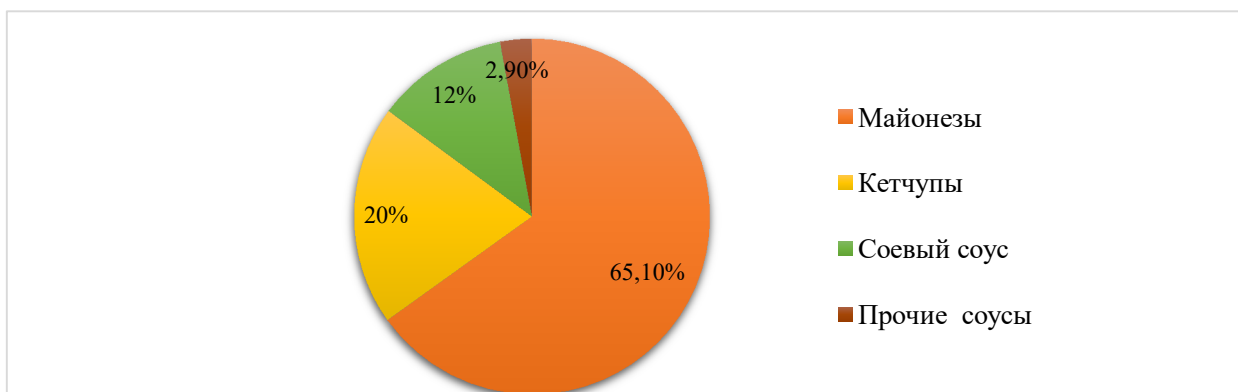


Рисунок 4 – Объём продаж соусов на ноябрь 2020 года

В России в 2020 году наибольшие объёмы производства приходятся на майонез, выработка которого составила 758 247,5 тонны с долей 65,1 %.

Средние отпускные цены производителей на майонез в январе-мае 2021 года были установлены на уровне 93 527,0 руб./т. Это на 26,2 % (на 19 416,6 руб./т) больше, чем годом ранее. Средняя розничная цена на майонез в 2021 году, при сравнении с 2020 годом, увеличилась на 16,4 % и составила 214,3 руб./кг [128].

Рассмотрим лидеров по производству соусов в России. Пятерка лидеров компаний-производителей соусов и заправок на российском рынке в

2020 году выглядела следующим образом: Heinz (Нидерланды, Великобритания, Китай, США), Kikkoman (Нидерланды), Dolmio (Нидерланды), Mivimex (Вьетнам), «Азифуд» (Вьетнам). Основными производителями из отечественных компаний являются: «Эссен», «РусАгро», «НМЖК» и «ЭФКО» [128].

Объем российского экспорта соусов в 2020 году, по сравнению с прошлогодним значением, вырос на 5 968 тонн (+ 5,1 %) и достиг 123 961 тонны, что в стоимостном выражении составило 132 млн. долларов.

Объем импорта соусов на российском рынке в 2020 году, при сопоставлении с минувшим годом, увеличился на 498 тонн (+ 0,6 %) и достиг 79 554 тонн, что в стоимостном выражении составило 156 238 долларов [154]. В таблице 1 представлены основные импортёры соусов в Россию.

Таблица 1 – Основные импортёры соусов и заправок в РФ в 2020 году

Производитель	Страна	Объём импорта, тыс. кг
Heinz	США	3967,90
Kikkoman	Нидерланды	2838,50
Dolmio	Нидерланды	1889,25
Mivimex	Вьетнам	1530,90
Азифуд	Вьетнам	1240,72

В ассортименте компаний-производителей, представленных в таблице 1, присутствуют различные майонезные, томатные, приправные соусы [140, 154].

Крупные производители, такие как Maggi, Gallina Blanca, создают различные пищевые концентраты, сухие заправки. Сравнительно недавно многие прогрессирующие страны внедрили новую технологию промышленного приготовления соусов, которая называется сублимация [14].

В результате получают сухие сублимированные смеси – это дегидрированные соусы, порошкообразные смеси, включающие декстринизированную муку, сушеные овощи и/или грибы, сушеное мясо,

сухое молоко или сливки, соль, сахар или сахарозаменители, вкусоароматические добавки и другие ингредиенты [95].

Сухие соусы на мировом и российском рынке являются новинками и поэтому представлены в меньшей степени, чем остальные. Однако они имеют большой потенциал для широкого распространения и использования в сегментах HoReCa и ритейла. Они отличаются продолжительным сроком годности, простотой в приготовлении, транспортабельностью. Технология производства сухих соусов относительно проста в реализации, но имеет свои отличительные особенности.

1.1.3 Особенности технологий и состава сухих соусов

Из проведённого анализа существующих технологий производства сухих соусов стоит выделить две принципиально отличающиеся.

Первая основана на производстве влажного полупродукта с последующим высушиванием и обезвоживанием. Все необходимые ингредиенты смешиваются в однородную массу, после чего она отправляется на сушку до образования сухого пласта, который далее направляют в измельчительную машину, где он превращается в сухой порошок, в дальнейшем подлежащий фасовке и упаковке.

Данная технология подобна технологиям различных видов сухих пищевых концентратов, получаемых путём обезвоживания. Её преимуществом является возможность использования растительных масел и жидких компонентов [9, 76].

Такая технология неприменима для производства соусов с использованием гидроколлоидов в качестве структурообразователей и стабилизаторов, которые при повышенных температурах теряют свои технологические и функциональные свойства. Технология энергозатратная, требует большого количества единиц оборудования.

Вторая технология отличается меньшей энергоёмкостью и требует небольшого числа единиц оборудования. Она заключается в тщательной

подготовке и просеиванию входящего сухого сырья. Затем все компоненты дозируются в бункер-смеситель, где они превращаются в сухой соус, который передают в фасовочно-упаковочный аппарат [15, 87, 88].

Выбор той или иной технологии в первую очередь определяется рецептурным составом. Состав сухих соусов включает в себя структурообразователи, загустители, соль, сахар, специи, пряности и пр. В качестве основы, формирующей структуру соуса, обычно выступает мука высшего сорта или декстринизированная [14], сухие молочные продукты и различное крахмалсодержащее сырьё [9, 96, 118].

В качестве компонентов, формирующих вкус и аромат продукта, применяют различные наборы пряностей и специй. К вспомогательным веществам можно отнести консерванты и регуляторы кислотности. В качестве консерванта может выступать соль, сорбаты и бензоаты натрия и калия [7]. Регуляторами кислотности чаще всего выступают лимонная и молочная кислота.

Современные соусы, в том числе сухие, содержат в своём составе различные полисахариды, или гидроколлоиды. Все полисахариды, присутствующие в пищевых продуктах, выполняют ту или иную функцию, связанную с их химической структурой, молекулярной массой и наличием межмолекулярных взаимодействий, в первую очередь, водородных [82].

Целлюлозы, крахмалы, камеди, каррагинаны, агары, желатин, пектиновые вещества и пр. придают продуктам твердость, хрупкость, плотность, вязкость, липкость, обеспечивают густую или гелеобразную консистенцию, способствуют формированию определённых ощущений во рту и т. д. [102]. Исходя из этого, рассмотрим функции и свойства гидроколлоидов, используемых в технологии соусов.

1.2 Роль гидроколлоидов в технологиях соусов

Гидроколлоиды белковой и полисахаридной природы сегодня отнесены в группу пищевых добавок, формирующих и регулирующих текстуру и

консистенцию пищевых продуктов. Используются в качестве структурообразователей, загустителей, стабилизаторов пен, эмульсий и суспензий и пр. При их относительно небольших дозировках ввода в состав пищевых систем (от 1 до 1,5 % от массы всех ингредиентов), они существенно влияют на формирование сенсорных и структурно-механических характеристик готового продукта.

Основные технологические функции гидроколлоидов направлены на стабилизацию коллоидных систем (регулирование кинетической и термодинамической устойчивости). Подобным образом их частицы способствуют снижению межфазного поверхностного натяжения, благодаря чему облегчается процесс диспергирования, формируется механический барьер, препятствующий коалесценции, образуется структура и система стабилизируется. Также особое значение в технологии пищевых продуктов имеют процессы загущения и гелеобразования [11, 98, 112].

Обозначив основные функции гидроколлоидов в составе пищевых систем, рассмотрим их виды. Универсальной классификации гидроколлоидов не существует, их разделение по группам базируется на сырьевом промышленном источнике.

Выделяют следующее сырьё и виды гидроколлоидов: растительные, (получены из одревесневших частей (целлюлоза), семян (крахмалы, гуаровая, тамариндовая и рожковая камедь), клубней (конжаковая камедь), веществ, выделяемых при повреждении стволов растений (гуммиарабик, камедь карайи, камедь гхатти, трагакант); животные (желатин, казеин, сывороточные продукты); микробиологические (ксантановая и геллановая камедь); полученные из водорослей (агар, каррагинан, альгинат).

Далее рассмотрим свойства отдельных представителей пищевых гидроколлоидов, применяемые в составе сухих пищевых систем [72].

1.2.1 Основные стабилизаторы и структурообразователи, используемые в составе сухих соусов

Способность связывать жидкости – основное свойство, характерное для всех пищевых гидроколлоидов. На этом свойстве основаны их технологические функции, в частности формирование необходимой структуры – от текучей, пастообразной до плотной и эластичной.

В зависимости от природы каждый гидроколлоид проявляет себя по-разному, но, несмотря на это, их объединяет способность связывать молекулы воды, обусловленная наличием гидрофильных групп в достаточно больших количествах. Стоит отметить, что гидроколлоиды обладают эффектом синергизма при их комбинировании [142].

В составе сухих смесей, концентратов и соусов, широко используются крахмалы (нативные и модифицированные), камеди, альгинаты, каррагинаны, целлюлозы, пектины. Рассмотрим их свойства.

Для большинства препаратов клетчатки характерны: высокие влагосвязывающая (ВСС), влагоудерживающая (ВУС), гелеобразующая (ГС) способности, устойчивость к высоким температурам, к процессам размораживания и замораживания. Они оказывают стабилизирующее действие в пищевых дисперсных системах, улучшают их структуру, усиливают вкусовое восприятие [72].

Альгинаты. В группу экстрактов, синтезируемых из красных и бурых морских водорослей, относятся желирующие вещества – альгиновая кислота (E400) и ее соли (альгинат Na (E401), альгинат K (E402), альгинат Ca (E404) и NH₄ (E403)). Соли, обладающие двухвалентными катионами, формируют гели или нерастворимые альгинаты, которые в свою очередь действуют как гелеобразователи, загустители и, в то же время, как эмульгаторы. Их количество в составе продуктов варьируется от 0,1 до 1,0 % [151].

В составе красных водорослей в значительном количестве обнаружены своеобразные сульфатированные полисахариды – галактаны (каррагинан, агар), подробно их свойства в рамках настоящей работы не изучали.

Крахмалы и камеди являются наиболее распространёнными структурообразующими, стабилизирующими и загущающими агентами в составе сухих пищевых систем, которые переходят в готовый для употребления вид посредством растворения и набухания в воде или других жидкостях [73, 104, 152]. Рассмотрим основные растительные гидроколлоиды, используемые в настоящей работе.

Камедь, гумми — высокомолекулярный углевод, главный компонент веществ, выделяемых растениями при механических повреждениях коры или заболеваниях. Добывается из коры деревьев в виде смолы. Применяются в пищевой промышленности для регулирования и изменения реологических и пластических свойств [207].

Химический состав камедей переменен. Они относятся к гетерополисахаридам (гексозаны, пентазаны, полиурониды). В зависимости от растворимости в воде камеди подразделяются на нерастворимые, малорастворимые (набухающие) и растворимые [142].

Большую популярность получила гуаровая камедь (E412), получаемая из эндосперма семян растения гуара. Данный гидроколлоид обладает нейтральным вкусом, способна набухать даже в холодной воде, имеет низкую энергетическую ценность. За счёт высокой набухающей и гелеобразующей способности гуаровая камедь признана одним из самых экономичных структурообразователей и стабилизаторов в пищевой индустрии [137]. Она эффективна для регулирования вязкости, стабилизации коллоидных систем, способна придавать продуктам определённый внешний вид: от кремообразной до эластичной желеобразной массы [122].

Ярким представителем камедей, получаемых микробиологическим путём, является внеклеточный полисахарид, продуцируемый микроорганизмами *Xanthomonas campestris* в виде вторичного метаболита

при аэробной ферментации сахаров, также известный как ксантановая камедь, или пищевая добавка E415 [158].

Ксантан редко применяется как монодобавка, его используют в комбинации с другими гидроколлоидами. Эти композиции применяются для формирования густой консистенции пищевых продуктов, употребляемых в холодном виде (соусов, растворимых пищевых концентратов, замороженных продуктов) [88].

Крахмал, синтезируемый разными растениями, несколько различается по структуре зёрен, степени полимеризации молекул, строению полимерных цепей и физико-химическим свойствам. Крахмалы сегодня подвергаются модификациям. Так, для деления крахмала на отдельные фрагменты и участки применяют технологию декстринизации. За счёт такого расщепления крахмал лучше растворяется в воде и отдельных суспензиях.

Модифицированные крахмалы, также называемые производными крахмала, получают путем физической, ферментативной или химической обработки нативного крахмала для изменения его свойств [130].

В пищевой промышленности модифицированные крахмалы нашли своё применение в качестве эмульгаторов, структурообразователей, регуляторов вязкости, антислеживающих агентов, плёнокообразователей и пр.

Сегодня применяются в достаточно широком перечне пищевых продуктов: кондитерских изделиях, молочных десертах, мороженом, детских смесях, консервах, соусах и мясной продукции [19].

Пектины. Пектин (E440) – пищевая добавка: стабилизатор, гелеобразователь, наполнитель. По химической природе является высокомолекулярным полисахаридом, получаемым из клеток растений.

По ряду научных данных пектины применяются в качестве хлебопекарных улучшителей, гелеобразующих веществ, влагоудерживающих агентов, эмульгаторов, стабилизаторов, загустителей в кондитерской, хлебопекарной, масложировой промышленности, индустрии безалкогольных напитков и мороженого [106, 144, 156, 174].

При выборе вида структурообразователя и стабилизатора в составе сухого соуса важно учитывать не только технологические и функциональные свойства, но и их доступность и стоимость. С этой целью был проведён анализ рынка гидроколлоидов.

1.2.2 Анализ рынка гидроколлоидов

При анализе рынка гидроколлоидов необходимо иметь представление о странах и регионах, где гидроколлоиды широко используются.

Применение гидроколлоидов и других пищевых добавок зависит от законов и нормативных актов, действующих на территории определенного государства. Наибольшую лояльность к применению пищевых добавок проявляет законодательство США. На рисунке 5 представлены доли объёмов потребления в народном хозяйстве гидроколлоидов в различных странах в 2019 году [172].

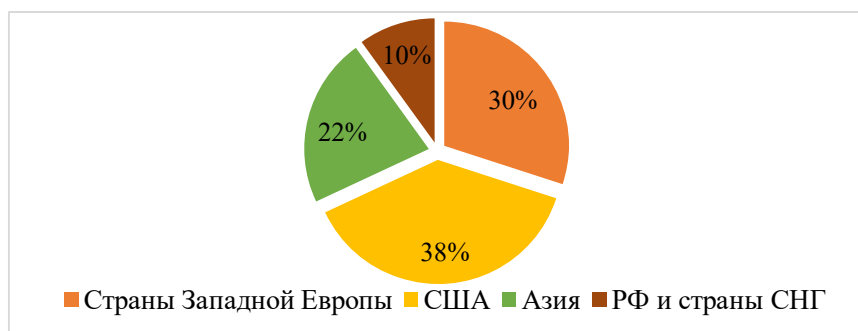


Рисунок 5 – Объёмы потребления пищевых гидроколлоидов в мире

Исходя из данных, отражённых на рисунке 5, наибольшее потребление гидроколлоидов характерно для США и стран Западной Европы. Предполагается, что в ближайшем будущем структура потребления отдельными регионами мира изменится, объёмы потребления существенно возрастут на территории азиатских государств (Японии и Китая).

Основными производителями на мировом рынке гидроколлоидов являются такие компании, как CP Kelco (U.S.), Cargill Inc. (U.S.), Danisco A/S (Denmark) и FMC Corp. (U.S.) [173].

На российском рынке наблюдалась следующая ситуация: в период 2018–2019 гг., он занимал 6–7 % в стоимостном выражении от мирового рынка; ингредиенты, производимые отечественными компаниями, в подавляющем большинстве были произведены из импортного сырья; около 80 % всех реализуемых пищевых ингредиентов импортного производства [6, 100].

По данным глобального исследовательского отчета «Рынок пищевых гидроколлоидов за 2020–2024 год» ожидается, что индустрия в ближайшие пять лет вырастет примерно на 6,5 CAGR (среднегодовой темп роста, %) и достигнет 5750 миллионов долларов США в 2024 году, по сравнению с 3950 миллионами долларов США в 2019 году. На рисунке 6 представлена динамика и прогнозы рынка гидроколлоидов [6].

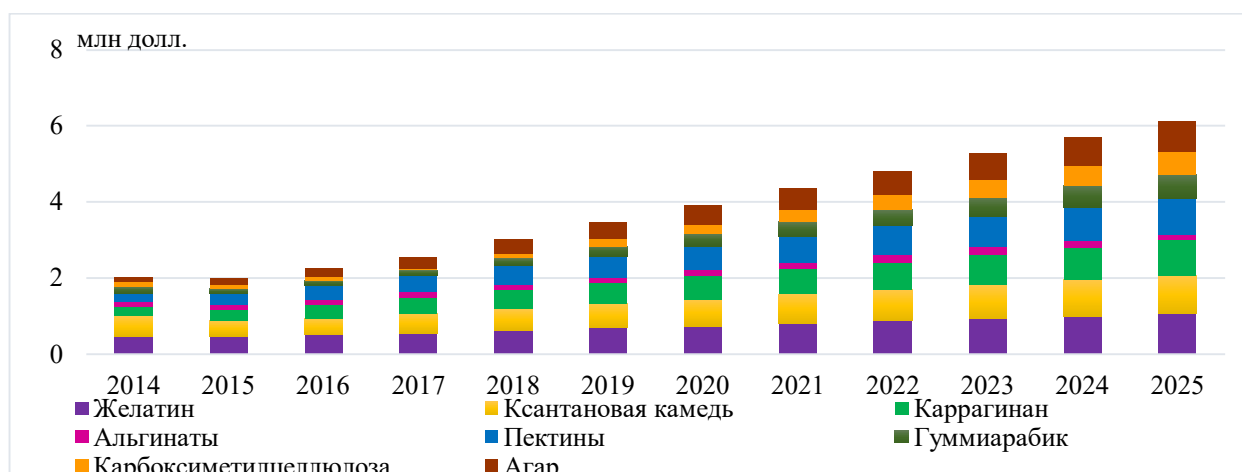


Рисунок 6 – Динамика и перспективы развития мирового рынка гидроколлоидов

Исходя из данных рисунка 6, наибольшая доля рынка в период 2014–2021 гг. приходится на желатин, ксантановую камедь, каррагинан и пектин.

Величина спроса на гидроколлоиды в РФ достаточно высокая, причём популярны не только традиционные добавки (крахмал, желатин, агар), но каррагинаны, альгинаты, модификации целлюлозы и пектин [100].

В пищевой индустрии имеют значение не только технологические свойства ингредиента, но и его стоимость, поэтому был проведён анализ цен

основных пищевых гидроколлоидов, представленных на сайтах производителей, дистрибьютеров и крупнейших маркетплейсах. Данные в обобщённом виде приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Средняя стоимость основных гидроколлоидов, используемых в пищевой промышленности, в 2021–2022 гг. [157, 165, 197]

№ п.п.	Наименование гидроколлоида	Средняя стоимость, руб./кг
1	Нативный картофельный крахмал	83,50
2	Нативный кукурузный крахмал	90,00
3	Модифицированный картофельный крахмал	805,00
4	Модифицированный кукурузный крахмал	385,00
5	Цитрусовый пектин	1504,00
6	Яблочный пектин	1560,00
7	Модифицированный пектин	1900,00
8	Гуаровая камедь	450,00
9	Ксантановая камедь	804,00
10	Камедь рожкового дерева	2916,00

Наиболее доступными структурообразователями в стоимостном плане являются нативные крахмалы, однако они имеют ряд существенных технологических недостатков (явление синерезиса, высокая энергетическая ценность и пр.). В связи с этим, поиск альтернативных высокоэффективных доступных структурообразователей и/или их смесей является перспективным направлением. Пектины являются таким потенциальным структурообразователем.

1.3 Пектиновые вещества

Пектиновыми веществами активно занимались ученые всего мира последние 70 лет. В ходе этих исследований и была установлена общепринятая на сегодняшний день структура пектиновых веществ. Стоит заметить, что эта структура была получена, во-первых, при изучении пектинов, изолированных из растительных клеток, во-вторых, при

исследовании высших растений, имеющих промышленное значение (цитрусовые, яблоки, свекла, морковь и т. д.).

В последние годы при появлении новейшего аналитического оборудования пектин стали изучать в контексте физиологического развития клетки, то есть в неизолированном виде [212].

О пектинах зелёных водорослей, мхов и папоротников, растений, произрастающих в экстремальных условиях, сегодня мало известно. Изучение пектинов указанных растений, по мнениям ряда исследователей (например, группы ученых университета Джорджии из Центра исследования сложных углеводов и кафедры «Биохимия и молекулярная биология» Brent L. Ridley, Malcolm A. O'Neill, D. Mohnen) позволила установить ранее неизвестные структуры, свойства, характеристики пектиновых веществ, определить происхождение и функции этих соединений [189].

1.3.1 Характеристика пектиновых веществ

По структурно-химической характеристике пектины представляют собой семейство сложных полисахаридов, которые содержат 1,4-связанные остатки α -D-галактозилуроновой кислоты (GalpA). Указанные полисахариды можно отнести к одним из самых сложных по строению в виду их большой вариабельности и сложной организации [169, 188].

Три полисахарида, входящие в состав пектиновых веществ, гомогалактуронан, рамногалактуронан-I и замещенные галактуронаны были выделены из первичных клеточных стенок и структурно охарактеризованы в ряде работ [170, 175, 187, 206].

Для изучения строения макромолекулы (ковалентно связанных доменов) пектина в ряде работ [161, 170, 176] её разделяют на линейную, линейную с боковыми заместителями и разветвлённую области [110]. Рассмотрим особенности строения трёх основных составляющих пектиновых веществ.

Линейная область. Гомогалактуронан (HG) представляет собой линейную цепь остатков 1,4-связанной α -D-галактопиранозилуруновой кислоты (GalpA), в которой некоторые карбоксильные группы этерифицированы метилом.

Массовая доля HG в молекуле пектина составляет около 50–90 %, следовательно является её преобладающей частью, за исключением пектинов, выделенных из некоторых масличных культур (сои, льна) и некоторых других высших растений [178, 188, 196, 204, 216].

У пектинов в молодых клетках наблюдается высокая степень метилирования, в ходе развития растения степень этерификации заметно уменьшается, происходит замещение метилированных пектинов кислотами [103, 192]. HG могут в зависимости от растительного источника также быть частично O-ацетилованы по 2, 3 или 6 атому углерода (C-2, C-3, C-6) [205].

Ранее считалось, что именно гомогалактуронан определяет основные свойства пектиновых веществ, однако сегодня эта научная модель пересмотрена, и ученые обратили своё внимание на разветвлённую часть макромолекулы [163].

Разветвлённая область молекулы пектина. Рамногалактуронан I (RG-I) считается одним из структурных компонентов пектина (разветвлённая область), который содержит большое количество рамнозы. Он состоит из повторяющихся $[\rightarrow 2) -\alpha\text{-L-Rhap-}(1 \rightarrow 4) -\alpha\text{-D-GalpA-}(1 \rightarrow]$ единиц, в которых часть остатков рамнозы замещена различными нейтральными и разветвленными углеводными цепями, включая линейные или разветвленные α -(1 \rightarrow 5)-арабинан, линейный β -(1 \rightarrow 4)-галактан, разветвленный β -(1 \rightarrow 3,6)-галактан и арабиногалактан [183, 185, 187].

RG-I может быть представлен как относительно короткой областью, так и очень длинным участком. Остатки GalA в рамногалактуронане могут быть ацетилованы по атомам O-2 и/или O-3 (различия в степени ацетилирования также обусловлены источником получения пектина). Остатки GalpA, как считали большинство исследований, не имеют

метильных групп [149, 163, 177, 179], однако, в некоторых пектинах область RG-I содержит метилэтерифицированные остатки GalpA [208].

Преобладающие боковые цепи содержат линейные и разветвленные остатки α -L-фукозила (Fucp), β -D-глюкуронозила (GlcрA), 4-O-метил β -D-глюкуронозила (4-O-Me GlcрA), феруловой и кумаровой кислот, α -L-арабинофуранозила (Araf) и/или β -D-галактопиранозила (Galp). Их пропорции и длина цепи варьируются в различных растениях [189].

Линейная область с боковыми заместителями. Замещенные SG представляют собой разнообразную группу полисахаридов, которые содержат основную цепь из линейных 1,4-связанных остатков α -D-GalpA.

Замещенный галактуронан, называемый рамногалактуронаном II (RG-II), присутствует во всех проанализированных первичных стенках высших растений [195]. RG-II – биополимер относительно небольших размеров, структура которого полностью не исследована до сих пор [162, 193].

Демонстрация того, что виноградный и другие фруктовые соки содержат относительно высокие количества (около 20–150 мг/л) RG-II приведена в работе [189]. RG-II связывает тяжелые металлы и обладает иммуномодулирующей активностью, что доказано в работах [161, 187, 190]. Это вызвало большой интерес к структуре RG-II. Тем не менее, о роли этого пектинового полисахарида пока мало известно.

RG-II структурно не связан с RG-I, поскольку его основная цепь состоит из 1,4-связанных остатков α -D-GalpA, а не из повторяющегося дисахарида [\rightarrow 4)- α -D-GalpA-(1 \rightarrow 2)- α -L-Rhap-(1 \rightarrow)] [187].

Были описаны и другие замещенные галактуронаны [171], которые присутствуют в стенках ограниченного числа растений. Например, ксилогалактуронаны (XGA), которые содержат остатки β -D-ксилозила (Xylp), присоединенные к C-3 основной цепи, что показано в работе Kikuchi [178].

Таким образом, пектиновые вещества – это очень сложные по строению гетерополисахариды, не имеющие постоянного химического состава. Рассмотрим технологические и функциональные свойства пектинов.

Пектиновые полисахариды в зависимости от своей структуры, физико-химических свойств (молекулярной массы, массовой доли галактуроновой кислоты, балластных веществ, степени метилирования, полимеризации и др.), источника и параметров получения имеют различные области применения в широком перечне сегментов экономики страны.

Пектины обладают целым рядом физико-химических свойств, их краткая характеристика дана в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические свойства пектинов

№ п.п.	Свойство	Характеристика
1	Растворимость	Зависит от степени полимеризации и этерификации. Высокая растворимость в воде, в концентрированных неорганических кислотах, растворах аммиака. Очень низкая растворимость в органических растворителях
2	Оптическая активность	Способность в растворах вращать плоскость поляризации света, используемая при количественном определении [71]
3	Вязкость	Изменяется в зависимости от количества пектина, от его степени метоксилирования, молекулярной массы, длины полимерной цепи, величины температуры и присутствия солей, кислот и щелочей [145]
4	Студнеобразующая способность	Определяется молекулярной массой, степенью этерификации и содержанием функциональных групп (в особенности ацетильных групп, снижающих студнеобразование), концентрацией сахаров в растворе; количеством балластных веществ; температурой и pH [2].
5	Эмульгирующие, пенообразующие свойства	Обусловлены поверхностно-активными и влагосвязывающими свойствами [123, 133]. В процессе эмульгирования пектин обволакивает сферические капли жировой фазы, образуя тонкие плёночные перегородки. При этом молекулы пектина на границе раздела фаз ориентируются и сольватируют воду, с этим явлением связано увеличение вязкости эмульсионных систем [17, 180].
6	Полиэлектrolитные свойства	Зависят от величины заряда частиц в пектиновой молекуле. Эти свойства определяют различные характеристики высоко- и низкоэтерифицированных пектинов [150]
7	Комплексообразующая способность	На неё влияет содержание свободных карбоксильных групп, pH (максимальные значения достигаются при pH 5 и pH 9). Характеризует способность образовывать комплексы с ионами металлов (ионами тяжёлых и радиоактивных металлов), обусловленную взаимодействием молекулы пектиновых веществ [108, 143, 147]

Помимо технологических свойств, молекулы пектинов обладают целым рядом лечебно-профилактических действий.

1.3.2 Лечебно-профилактические свойства пектинов

Пектины имеют широкий перечень полезных свойств, основанных на способности нормализовывать количество холестерина в крови, восстанавливать слизистые оболочки дыхательных и пищеварительных путей, а также обладают детоксицирующим и антигистаминным действием [136]. Помимо этого, пектины снижают всасываемость металлов-супертоксикантов, радионуклидов и, соответственно, уменьшают их проникновение в организм. Это действие пектинов связано с их высокой комплексообразующей способностью [215].

Протекторные свойства пектинов обусловлены их химическим составом, в частности содержанием карбоксильных групп, которые активно взаимодействуют в кишечной области с радионуклидами, переводя их в комплексы, выводящиеся из организма. Соответственно, чем выше содержание в молекуле пектина свободных карбоксильных групп (характерно для низкоэтерифицированных пектинов), тем более ярко выражены радиопротекторные свойства [216].

В некоторых работах, наряду с радиопротекторными свойствами, выявлена антиоксидантная активность пектинов.

Пектин находит применение в рационах питания людей, контактирующих с ртутью, кобальтом, свинцом, стронцием. [8, 123, 124, 129, 215]. Испытания на биологических объектах доказали эффективность в этом отношении: ежедневное введение пектина в организм, пострадавший от воздействия ртути, привело к значительному снижению металла в почках [3].

В качестве профилактической добавки пектиновые вещества нашли применение при атеросклерозе, гипергликемии, ожирении. Установлено, что пектин обладает свойством предотвращать распад витамина С [81].

В регуляции работы желудочно-кишечного тракта пектиновые вещества также нашли применение: нормализует пищеварительные процессы и моторную функцию кишечника [215].

Для пектина характерны антибактериальные и бактериостатические свойства. Действие его избирательно, высокая активность отмечена по отношению к патогенным микроорганизмам, вызывающим кишечные заболевания. Понижение степени этерификации пектина ведет к увеличению его антибактериальной активности [17].

Пекин исследовали в качестве ранозаживляющего средства, использовали в хирургии для обработки швов [81].

Пектин употребляют при гипертонии, полиомиелите, желтухе и циррозе печени, гинекологических заболеваниях, сахарном диабете, для снижения развития опухолей [90, 93].

И лечебно-профилактические, и технологические свойства пектиновых веществ определяются, в первую очередь, их химическим составом и структурой. Свойства определяются, в большей степени, сырьевым источником. При разрушении и извлечении пектиновых веществ из растительных клеток неизбежны процессы, затрагивающие другие, специфические для каждого отдельного вида растительного источника сопутствующие вещества. Это обуславливает непостоянный уникальный состав данных полисахаридов [74].

1.3.3 Классификация пектинов и технологии их производства

Формирование номенклатуры пектиновых веществ у ученых прошлого столетия заняло продолжительное время. Комитетом американского химического общества в конце первой половины XX века была сформирована номенклатура пектиновых веществ, основанием для которой послужили физико-химические свойства пектинов. Номенклатура действует в настоящее время, она приведена на рисунке 7 [1, 83].

На химический состав пектинов и их свойства, помимо сырья, в немалой степени оказывает влияние технология их получения.

Пектины можно извлечь из клеточных стенок растительного сырья физическими, химическими и ферментативными методами. Могут использоваться такие физические методы как экструзия или экстракция микроволновым излучением [13].



Рисунок 7 – Номенклатура пектинов

Традиционная технология пектина основана на многостадийном гидролизе-экстракции и подразумевает использование растворов кислот и щелочей. Наиболее часто использовались разбавленные растворы HCl, HNO₃, H₂SO₄, позволяющие переводить протопектин в его гидратируемую форму [200].

Рациональный выбор гидролизующего агента и его концентрации зависит от физико-химических и биохимических характеристик пектинсодержащего сырья [74, 94].

Процесс производства пектина можно представить в виде следующих последовательных стадий: предварительная подготовка сырьевого источника,

непосредственно гидролиз, массоперенос пектина в экстракт, концентрирование экстракта, очистка (при необходимости), осаждение, сушка, измельчение, стандартизация качества, фасовка и упаковка [1]. Данная технология считается классической, однако, является весьма энергоёмкой.

Промышленные пектины экстрагируют при кислых значениях $\text{pH} = 1-3$, температура достигает $50-100^\circ \text{C}$, экстракция протекает $1-12$ ч.

Традиционная технология имеет определенные недостатки: большая продолжительность процесса (пектин может подвергаться термической деградации), применение агрессивных химических веществ.

При использовании минеральных кислот, обладающих высокой корродирующей способностью, необходимо учитывать устойчивость материалов технологического оборудования.

После кислой экстракции остается много промышленных стоков, которые требуют очистки, такая технология имеет широкий перечень экологических рисков. Несмотря на это, кислотная технология и её различные вариации в настоящее время наиболее популярна в промышленной зарубежной практике, главная причина заключается в высоких выходах пектиновых веществ.

Существуют модифицированные методы выделения пектина. Например, могут использоваться микроволны для экстракции и сушки пищевых продуктов и т. д. Микроволновая обработка сегодня часто используется как вспомогательная операция, позволяющая выделить биоактивные соединения из растительного сырья, она комбинируется с химическим гидролизом-экстракцией [103].

Известны способы выделения пектинов с использованием воды сверхкритического давления, ультразвуковой обработки и др. [117, 119].

Альтернативные способы получения пектинов основаны на поиске более безопасной и экологичной технологии их получения. Одним из таких способов является ферментативный гидролиз растительного сырья [116, 159, 198, 199].

Ферментные препараты, несмотря на их достаточно высокую стоимость, позволяют получать такую ценную пищевую и физиологически значимую пищевую добавку, как пектин, экологичным путём.

Применение ферментных препаратов позволяет нерастворимые формы пектина перевести в растворимые при сохранении нативных (природных) свойств. При этом выход пектина не уступает значениям, полученным при кислотном гидролизе, отсутствуют особые требования к материалам промышленного оборудования, улучшается экологическое состояние производства [164]. Ферментативная экстракция пектина протекает в более щадящих условиях (рН 3–5, температура около 50° С, продолжительность 1–12 ч) [114, 115, 213].

Выделение пектиновых веществ из растительного сырья можно проводить при помощи одного или нескольких ферментов (ферментных препаратов). Это зависит от особенностей химического строения пектина в составе клеточной стенки и от необходимой степени расщепления.

При ферментативном способе получения пектина можно выделить два разных подхода. В первом случае ферменты работают на разложение пектиновых веществ (экзо- и эндополигалактуроназа, пектинэстераза и пр.), во втором – на разрушение стенок растительной клетки (целлюлазы, гемицеллюлазы, β-глюкоамилаза, протеазы) [196, 217].

Рассмотрим ферменты пектолитического комплекса. В таблице 4 приведена краткая характеристика их действий на растительный субстрат [153, 177, 191].

Таблица 4 – Пектолитические ферменты

№ п.п.	Наименование фермента	Характеристика
1	Пектинлиаза Эндопектинлиаза	Расщепляет высокометоксилированный пектин: распад α-1,4-гликозида протекает посредством переноса положительно заряженной частицы пятого атома углерода на гликозидный кислород (трансэлиминирование)

№ п.п.	Наименование фермента	Характеристика
2	Пектатлиаза	Осуществляет распад низкометоксилированного пектина по механизму, описанному строкой выше.
3	Пектинэстераза	Расщепляет метоксилированные карбоксильные группы с участием молекул воды, высвобождая метанол
4	Полигалактуроназа Эндополигалактуроназа Экзопполигалактуроназа	Расщепляет α -1,4-гликозидные соединения пектиновой кислоты с участием молекул воды

Исходя из механизма действия на пектинсодержащее сырьё, пектолитические ферменты подразделяют на 2 группы: ферменты гидролитического типа и негидролитические ферменты [164, 214].

Рассмотрим ферменты целлюлолитического и гемицеллюлолитического действия (табл. 5) [160, 186, 211].

Таблица 5 – Ферменты целлюлолитического и гемицеллюлолитического действия

№ п.п.	Наименование фермента	Характеристика
1	β -глюканызы	Расщепляют β -глюканы с β -1,2-, β -1,3-, β -1,4-, β -1,6-связями
2	β -ксилаказы	Расщепляют β -ксиланы, β -гликозидные связи
3	β -глюкозидазы	Воздействуют на β -1,4-связь полимерной цепи β -D-глюкозидов с нередуцирующего конца
4	Эндоглюканызы	Расщепляют внутренние β -1,4-гликозидные связи, в результате в среде образуются олигосахариды, моно- и дисахариды
5	Целлобиогидролазы	Осуществляют распад как аморфной, так и кристаллической целлюлозы с образованием целлобиозы

В процессе ферментативной обработки растительного сырья, в частности овощей, фруктов и ягод, происходят изменения не только в структуре пектиновых веществ, но и таких веществ как целлюлозы и гемицеллюлозы, веществ белковой природы и пр. [203].

Исходя из этого, при обработке ферментными препаратами плодово-ягодного и овощного сырья необходимо учитывать особенности технологии получения целевого продукта, а именно пектина (количество ферментного

препарата, температуру процесса, рН среды, продолжительность). Этот факт оказывает влияние на выбор ферментного препарата. Важно установить, какие изменения необходимо провести препарату, а какие превращения нежелательны [164, 203].

Согласно некоторым исследованиям, наибольшую эффективность при ферментативном гидролизе растительного сырья при выделении пектина, демонстрируют комплексные ферментные препараты (ФП) [182, 210].

Важным преимуществом комплексных пектолитических препаратов является их возможность проводить деградацию клеточной стенки растения с помощью целлюлолитических и гемицеллюлитических ферментов, которые в свою очередь, увеличивают атакуемость нерастворимого пектина пектолитическими ферментами. Однако при работе одного или нескольких основных ферментов непременно действуют и сопутствующие. В связи с этим, могут инициироваться нежелательные превращения в молекулах пектиновых веществ [184].

Выбор ферментативного комплекса основан на особенностях химического состава обрабатываемого сырья. Исходя из этого, для достижения эффективной биоконверсии растительного сырья необходимо, чтобы сочетание и соотношение ферментативных активностей в ферментном комплексе строго соответствовало химическому составу субстрата. К тому же важно, чтобы параметры технологического процесса обеспечивали оптимум работы ферментов [209, 211].

При переработке овощей и плодов, имеющих плотную покровную ткань (яблоки, цитрусовые, груши и пр.), отдают предпочтение комплексным ФП, сочетающим в себе эндополигалактуроназу (ПгС), пектинлиазу (Пектин-лС), целлюлазы (ЦлС) и ксиланазы. ПгС способствуют переводу протопектина в растворимую форму за счёт выделения фрагментов полигалактуроновой кислоты [12].

Ткани и клетки плодов, овощей и ягод, обладающих рыхлой основной и тонкой покровной тканью, под действием ФП пектолитического действия

приобретают проницаемость и достаточно сильно разрушаются [155]. Гидролиз проводят ферментативным комплексом, содержащим пектиназы, ЦДС и ксиланазы (с преобладанием пектолитических активностей) [146].

Высокоочищенные ФП микробного происхождения имеют высокую стоимость, поэтому наибольший интерес сегодня представляют ферментные комплексы, полученные из одного штамма микроорганизма, обладающие требуемым соотношением основных и побочных ферментов [184].

В настоящее время существует необходимость в проведении научных исследований, направленных на оптимизацию и интенсификацию процессов их производства, имеющих прикладной характер (возможности применения в различных технологиях для повышения эффективности и экологичности) [166].

В настоящее время на отечественном рынке комплексных ФП пектолитического действия представлены следующие продукты (табл. 6). Анализ ассортимента и стоимости препаратов проводили на основании информации, представленной на торговых-интернет площадках и на основных сайтах производителей и дистрибьютеров [131, 165, 167, 168].

Можно сделать вывод, что практически все пектолитические мультиэнзимные комплексы импортного производства. Их стоимость сильно варьируется в зависимости от степени очистки, концентрации действующих ферментов и пр. В ряде работ [146, 181, 185, 201, 203, 210, 211] уже исследованы возможности применения комплексных ферментных препаратов (Pectinex XXL, Pectinex UF, Pectinex Ultra Clear, Pectinex Ultra SP-L, Фруктоцим колор, разновидности Lallzyme, за исключением Lallzyme Beta) в биодеградациии растительного сырья с выделением различных целевых вторичных продуктов, включая пектиновые вещества.

Таблица 6 – Ассортимент и стоимость пектолитических мультиэнзимных комплексов пищевого назначения в 2021–2022 гг.

№ п.п	Торговое название	Основной (ые) фермент (ы)	Активность, ед/см ³ (г)	Побочные ферменты	Дозировка, % к массе сырья	Стоимость, руб/дм ³ (кг)
Производитель Novozymes A/S (Дания)						
1	Pectinex XXL	Пектин-лС	10000,00	ПГ, АР*	0,010-0,030	1545,37
2	Pectinex UF	ПГС	3300,00	КС, РМ*	0,020-0,030	2070,74
3	Pectinex Ultra Pulp	ПГС	8600,00	КС, β-ГЛ*	0,050-0,150	3836,00
4	Pectinex Ultra Clear	Пектин-лС	8600,00	КС, АР	0,020-0,100	3900,40
5	Pectinex Ultra SP-L	ПГС	3000,00	КС, β-ГЛ*	0,020-0,040	3825,00
Производитель Eaton Technologies GmbH (Германия)						
6	Panzym Extract G	ПГС	7500,00	ЦлС, КС	0,020-0,030	16997,00
Производитель Lallemand Inc (Дания/Франция)						
7	Lallzyme Beta	ПГС	9000,00	ЦлС	0,050-0,100	3800,00
		ПЭС	-**			
		ПЛ	-**			
		β-ГЛ	1500,00			
8	Lallzyme HC	ПГС	3500,00	ЦлС, КС	0,050-0,200	4820,00
		ПЭС	800,00			
		Пектин-лС	100,00			
		Пектин-лС	120,00			
9	Lallzyme Curee Blanc	ПГС	2000,00	ЦлС, КС	0,020-0,100	5500,00
		ПЭС	1800,00			
		Пектин-лС	140,00			
Производитель Esseco Srl (Италия)						
10	Uvazym 1000 S	ПГС	3800,00	-**	0,010-0,020	2970,00
11	Uvazym Extra	ПГС	3600,00	КС, ЦлС	0,020–0,050	1764,00
Производитель ООО «БиоПрепарат» (Россия)						
12	Пектиназа	ПГС	35,00	ПЭС, -**	0,500-1,000	1553,00

*РМ - рамногалактуроназы; β-ГЛ - β-глюкозидаза; АР – арабиназы.

** - – нет точных данных.

Lallzyme Beta, Uvazym 1000 S и Uvazym Extra – ферментные препараты нового поколения, применения которых в целях переработки вторичного сырья еще не достаточно изучены. Исходя из этого, а также учитывая экономическую составляющую, интерес представляет препарат Lallzyme Beta с высокой полигалактуроназной активностью.

В условиях нарастающей зависимости российского покупателя от зарубежных поставщиков создается острая необходимость в возникновении и организации отечественных производств пектинов и пектинсодержащих добавок.

Изготовление пектина в РФ является сейчас довольно перспективным проектом в рамках стратегии импортозамещения.

1.3.4 Мировой рынок пектиновых веществ

На сегмент рынка пищевых продуктов и напитков приходится более 90 % использования пектина в мире, которое в 2018–2019 гг. году оценивалось в 60 тысяч метрических тонн. Объем потребления пектина европейскими странами в 2019 году достиг цифры в 41 тысячу тонн, стоимость которой составила 480 миллионов долларов США [194].

Ожидается, что в период до 2024 гг. мировой рынок продемонстрирует довольно существенный прирост в 5,8 %.

В настоящее время основными производителями пектинов являются: B & V Srl (Италия); Cargill (Европа); Compania Espanola de Algas Marinas, S.A. (CEAMSA) (Испания); CP Kelco (США); DuPont Nutrition & Health (Дания); Herbstreith&FoxKG (Германия); Industrias Roko, S.A. (Испания); Naturex SA (Франция); Rectcof B.V. (Нидерланды); Silvateam S.p.a. (Италия) и др. [70].

Благодаря широкому перечню технологических и лечебно-профилактических свойств пектина потребность в этом полисахариде остается высокой в пищевой, фармацевтической отрасли, индустрии средств личной гигиены [194].

Согласно данным по размерам региональных рынков [127], наибольшая доля применения пектиновых веществ приходится на страны Северной Америки и северо-западной части Евразии (страны Европы и Россия) [70].

Компания Herbstreith & Fox KG (Германия) в 2017–2018 гг. лидировала по поставкам пектиновых веществ (18,3 %) на мировом рынке. В 2020 году ситуация несколько изменилась.

Сегодня лидирует глобальная транснациональная компания CP Kelco (США). Ей принадлежит самый производительный в мире завод Kobenhagen Pektinfabrik (Дания), годовая мощность которого составляет около 16 тысяч тонн пектина в год. За ней следует компания DuPont Nutrition & Health, доля рынка которой составляет 24,0 %. Цитрусовые пектины этой фирмы имеют широкую географию реализации (Мексика, Чехия, Дания и пр.) [70].

Третье место сегодня занимает немецкая компания Herbstreith & Fox KG (Германия), которая вырабатывает полный спектр классических и комбинированных яблочных и цитрусовых пектинов.

На четвёртом месте находится французская компания Evenik Industries AG. На долю производимого ей пектина приходится около 9,0 % рынка.

Остальные компании-производители пектина (Andre Pectin (Китай), Cesalpina Food SpA (Италия), Citrico (Испания), Obipektin и Unipektin (Швейцария) суммарно производят не более 7 тыс. тонн пектина в год [70].

Нужды пищевой промышленности РФ в пектиновых веществах уже превысили отметку в 12 тыс. тонн в год, а если учитывать количество потребления пектина в лечебно-профилактических целях, то цифра оказывается значительно больше. Отсутствие российского производства пектинов является основным фактором, сдерживающим рынок пищевых добавок. Также это влияет на формирование стоимости зарубежных пектинов. Средняя стоимость пектина на 2016 год составляла 12,6 долларов США за кг, а в 2021 году варьировалась от 20 до 40 долларов [70, 194].

Заключение по аналитическому обзору литературы

Сухие соусы – новинка современного рынка, они имеют большие перспективы: обладают продолжительным сроком годности, просты в приготовлении как в домашней кулинарии, так и на предприятиях общественного питания.

Большинство современных соусов, в том числе и сухие, содержат в своём составе пищевые добавки, формирующие их структурно-механические свойства. Традиционные структурообразователи (крахмалы, мука) имеют достаточно высокую энергетическую ценность и не обладают функциональными свойствами. В связи с этим, использование в составе соусов пектинов, в качестве структурообразователя и стабилизатора, является актуальным.

Пектиновые вещества обладают целым рядом лечебно-профилактических и функциональных свойств и, на сегодняшний день, широко применяются во многих отраслях пищевой промышленности. Их использование в составе соусов позволит достичь необходимых структурно-реологических свойств, а также обогатить продукт, снизить его энергетическую ценность, придать ему физиологические свойства, что отвечает текущим тенденциям в области здорового питания.

Современный рынок пектиновых веществ предлагает широкий ассортимент пектинов, но, к сожалению, только зарубежного производства. В условиях нарастающей зависимости российского производителя от зарубежных поставщиков создается острая необходимость в создании отечественных биотехнологий, направленных на производство пектинов пищевого и медицинского назначения из отечественного сырья, в том числе из вторичных продуктов перерабатывающей промышленности.

Пектиновые вещества, полученные по ресурсосберегающей технологии из вторичных продуктов растительного сырья, можно использовать в качестве функциональной и лечебно-профилактической добавки, в сухие соусы.

ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили на базе ФГБОУ ВО «МГУПП», в лабораториях кафедры «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза». Производственные испытания были проведены в 2021 году в д. Лешково на предприятии ООО «АГАМА Истра». Акты производственной выработки приведены в приложении Б.

2.1 Организация эксперимента

Для достижения указанной цели и решения задач был выполнен экспериментальный блок настоящей работы. Схема, определяющая структуру и последовательность исследования, представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 – Структурная схема исследования

2.2 Объекты исследования

Объектами исследования являлись: комплексный ферментный препарат Lallzyme Beta™ (страна-производитель Дания); вторичное растительное сырьё: апельсиновый жмых и черничные выжимки, полученные на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «МГУПП», яблочные выжимки урожая 2021 г. (компания ООО "ПРОМОТРЕЙД-М», г. Мытищи); нативный кукурузный крахмал (производитель ООО «ПромАгроПак», Россия); модифицированный крахмал холодного набухания PREGEFLO CH 40 (Roquette, Франция), гуаровая камедь (Sarda, Индия); ксантановая камедь (Jianlong Biotechnology Co., Китай); рожковая камедь (Sarda, Индия), мука пшеничная холодного набухания Протекс-А 10/1 (производитель ЗАО «Партнер-М», Россия); молоко сухое обезжиренное (ЗАО «БелМолСнаб», Россия); мальтодекстрин GLUCIDEX 19 (Roquette, Франция); соевый белок Шаньсун-90 DN (Linyi Shansong Biological Products Co., Ltd., Китай); дрожжевой экстракт МАКСАРОМ® СТАНДАРТ (DSM Food Specialties B.V., Нидерланды); сорбат калия (Shandong Kunda Biotechnology Co., Ltd, Китай); свекольный, морковный, тыквенный, черничный и черносмородиновый порошки (ООО "ЭВОФУД", Россия), горчичная, смесь, карри, смесь грузинских приправ, сырная смесь (Инжиниринговый Центр "Протеин-Продукт", Россия).

2.3 Методы исследования

В ходе выполнения работы использованы современные общепринятые и специальные методы исследования.

Методы исследования вторичных продуктов растительного сырья

1. Определение сухих веществ проводили по ГОСТ 29031 [41].
2. Определение редуцирующих веществ – по ГОСТ 12575 [22].
3. Определение общего азота по Несслеру проводили согласно методике, представленной в учебном пособии [120].
4. Определение белка осуществляли по методу Лоури [109].
5. Определение общей кислотности – по ГОСТ 15113.5 [27].
6. Определение клетчатки проводили по методике, представленной в методических указаниях [12].
7. Определение витамина С – по ГОСТ 24556 [31].

Методы исследования характеристик комплексного пектолитического ферментного препарата Lallzyme Beta™

1. Определение эндополигалактуронозной и пектинэстеразной активностей осуществляли по ГОСТ Р 55298 [65].
2. Определение пектин-лиазной активности выполняли по ГОСТ Р 55979 [67].
3. Определение целлюлазной активности – по ГОСТ Р 55293 [64].

Анализ полученных пектинов

1. Количественный анализ пектинов осуществляли весовым кальций-пектатным методом [1].
2. Органолептический анализ, определение массовой доли влаги, степени этерификации пектинов проводили по ГОСТ 29186 [42].
3. Растворимость пектинов определяли следующим образом: навеску 1 г параллельно растворяли в 100 см³ воды, 1 н HCl и 1 н NaOH при комнатной температуре при активном перемешивании в течение 5 минут. Затем полученные суспензии центрифугировали при 400 мин⁻¹ в течение 10

минут. Образовавшиеся осадки высушивали и определяли растворимость по разности навесок до и после растворения.

4. Определение температуры гелеобразования осуществляли следующим образом: 1 г пектина и растворяли в 100 см³ воды. Далее суспензию помещали в выпарную чашку и визуально судили о загущении раствора. Анализ вели в интервале температур 30–100° С.

5. Зольность, содержание метоксильных и ацетильных групп, массовую долю свободных и этерифицированных карбоксильных групп, пектинов, массовую долю пектовой кислоты, балластных веществ определяли согласно методическим рекомендациям [1].

6. Определение pH 1 %-ных растворов пектина было выполнено по следующей методике: навеску пектина (1 г) растворяли в 100 см³ дистиллированной воды, перемешивая. Далее смесь нагревали в течение 10–15 минут при температуре 50–60 ° С. Отделяли осадок, в экстракте определяли pH.

7. Определение динамической вязкости 1 %-ных пектиновых растворов проводили на стеклянном вискозиметре марки ВПЖ-1 согласно методике, приведённой в ГОСТ 33768 [55].

8. Определение качественного углеводного состава полученных пектинов проводили методом тонкослойной хроматографии на силуфоловой пластинке (наносили 0,001 см³ 5 %-ных водных растворов пектинов). Пластинку вертикально помещали в камеру, которая заполнена разделяющей смесью, состоящей из н-бутанола, уксусной кислоты и воды в соотношениях 4:1,7:1. Сушили до полного испарения растворителей. Затем повторно разделяли следующей смесью: н-бутанол, вода, уксусная кислота, фосфорная кислота, анилин и дифениламин (соотношение 60:25:15:10:1:2). Пластинки снова высушивали и проявляли в термостате при температуре 120° С в течение 5 мин. Детектирующими реагентами являлись: антроновый, резорциновый и дифениламиноновый реактивы.

9. Определение микробиологических показателей безопасности пектина проводили по методикам, приведённым в ГОСТ 10444.15, ГОСТ 10444.12, ГОСТ 31659 [20, 21, 51].

Методы исследования сырья, используемого в составе сухих соусов

1. Мука пшеничная высшего сорта: определение органолептических показателей – по ГОСТ 27558; определение золы – по ГОСТ 27494; количества и качества клейковины – по ГОСТ 27839; определение массовой доли влаги – по ГОСТ 9404; определение кислотности – по ГОСТ 27493; определение водопоглотительной способности муки – по методике из учебно-методического пособия [35, 36, 37, 38, 57, 89].

2. Молоко сухое обезжиренное: определение органолептических показателей – по ГОСТ 29245; массовой доли влаги – по ГОСТ 29246; определение кислотности – по ГОСТ 30305.3; массовой доли жира - по ГОСТ 29247; массовой доли белка в сухом обезжиренном остатке – ГОСТ Р 52791 [43, 44, 45, 46, 63].

3. Соевый белок: определение внешнего вида – по ГОСТ 29245; растворимости – по ГОСТ Р ИСО 8156; массовой доли сухих веществ – по ГОСТ 30648.3; массовой доли жира – по ГОСТ 30648.1; массовой доли белка – по ГОСТ 30648.2; водородный показатель определяли при помощи рН-метра [48, 49, 50, 68].

4. Дрожжевой экстракт: определение внешнего вида – органолептически; определение массовой доли СВ – по ГОСТ 28561; рН – потенциометрически; определение содержания соли – по ГОСТ 15113.7; золы – по ГОСТ 15113.8 [28, 29, 39].

5. Сорбат калия: внешний вид – визуально; определение массовой доли влаги – по ГОСТ Р 55583 [66].

6. Вкусоароматические смеси (грибная, карри, горчичная, грузинская, сырная): определение органолептических показателей и массовой доли влаги – по ГОСТ 28875 [40].

7. Овощные порошки (свекольный, морковный, тыквенный): определение органолептических показателей – по ГОСТ 32065; определение массовой доли влаги – по ГОСТ 28561 [39, 53].

8. Ягодные порошки (черносмородиновый, черничный): определение органолептических показателей – по ГОСТ 15113.1 [23]; определение массовой доли влаги проводили гравиметрически [39].

В овощных и ягодных порошках были исследованы физико-химические показатели: содержание сухих веществ проводили по – ГОСТ 28561 [39]; содержание белка по методу Лоури [109]; редуцирующих веществ – по ГОСТ 8756.13 [56]; определение содержания витамина С – по ГОСТ 24556 [31]; определение содержания протопектина и пектиновых веществ проводили по методике, представленной в методических указаниях [1]; количественный анализ флавоноидов был выполнен по методу, представленному в Руководстве Р 4.1.1672 [126]; определение β -каротина выполняли согласно инструкции, разработанной в Институте питания АМН СССР лабораторией витаминизации пищевых продуктов [84]; определение содержания клетчатки по методу Кюршнера и Ганека [141]; определение зольности – по ГОСТ 25555.4 [32].

9. Вода очищенная: определение органолептических показателей – по ГОСТ 3351; определение pH; определение общей жёсткости – по ГОСТ 31954 [52, 54].

Анализ показателей качества и безопасности полученных сухих соусов

1. Определение органолептических показателей сухой соусной основы, сухих соусов и их готовности к употреблению – по ГОСТ 15113.3 [25].

2. Массовую долю растворимых СВ – по ГОСТ ISO 2173 [60].

3. Массовую долю титруемых кислот в расчете на лимонную кислоту – по ГОСТ ISO 750 [62].
4. Массовую долю влаги – по ГОСТ 15113.4 [26].
5. Определение содержания хлоридов – по ГОСТ 26186 [33].
6. Определение посторонних примесей и зараженности вредителями хлебных запасов выполнили по ГОСТ 15113.2 [24].
7. Определение динамической вязкости осуществляли на ротационном вискозиметре Брукфильда [92].
8. Определение микробиологических показателей: КМАФАнМ – по ГОСТ 10444.15; дрожжи и плесневые грибы – по ГОСТ 10444.12; БГКП – по ГОСТ 30518/ГОСТ Р 50474; патогенные, в том числе сальмонеллы – по ГОСТ ISO 22118 [20, 21, 47, 61].
9. Определение пищевой и энергетической ценности выполняли расчётным методом, используя актуальные таблицы химического состава пищевых ингредиентов.
10. Определение минерального состава сухих соусов провели при помощи атомно-абсорбционного спектрометра с пламенной и электротермической атомизацией А-2 (ООО "НПО Аквилон", Россия): массовая доля фосфора – по ГОСТ 26657; натрия, магния, кальция и калия - ГОСТ EN 15505; меди и железа – по ГОСТ EN 14084 [34, 58, 59].

Математические методы, используемые в экспериментальной части работы

1. Для определения рациональных параметров ферментативного гидролиза использовали методы регрессионного и факторного анализа, реализованные в программе Statistica 13 [86].
2. При оптимизации рецептур соусов использовали симплекс-метод, реализованный при помощи пакета прикладных программ MatLab [107].

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Характеристика вторичных продуктов растительного сырья

Выбор вторичных сырьевых источников обусловлен их большими объёмами, образующимися ежегодно на отечественных плодоовощных предприятиях. Около 50–55 % от массы апельсина, 25–38 % от массы яблока, 40–48 % от массы ягод составляют побочные продукты.

Яблочные выжимки представляли собой волокнистую массу, неоднородного тёмно-коричневого цвета, размер частиц 3–5 мм.

Апельсиновый жмых – неоднородная масса (размер частиц 3–7 мм), светло-оранжевого цвета.

Черничная мезга – густая суспензия темно-фиолетового цвета с твёрдыми включениями.

В таблице 7 даны результаты определения физико-химических показателей сырья, используемого в работе.

Таблица 7 – Физико-химические показатели сырья, используемого для выделения пектинов

№ п. п.	Вид сырья	СВ,%	РВ,%	Белок, мг/г	Общая кислотность, %	Общий азот, мкг/г	Клетчатка, %	Витамин С, мг/100 г
1	Яблочные выжимки	11,0±1,00	22,36±0,80	0,22±0,10	0,50±0,20	0,20±0,05	28,00±1,30	37,10±0,90
2	Апельсиновый жмых	9,0±2,00	31,33±0,97	0,17±0,08	0,70±0,12	0,10±0,01	16,00±0,80	71,00±1,50
3	Черничная мезга	18,0±2,00	14,70±0,80	0,35±0,05	0,39±0,15	0,17±0,03	17,60±1,00	335,90±1,44

($n=5$; $p=0,95$)

Исходя из данных таблицы 7 установлено, что черничная мезга в значительных количествах содержит белок ($0,35 \pm 0,05$ %) и витамин С ($335,90 \pm 1,44$). Яблочные выжимки отличались высоким содержанием клетчатки ($28,00 \pm 1,30$). В апельсиновом жмыхе наибольшее содержание

редуцирующих веществ ($31,33 \pm 0,97$). Физико-химические показатели сырья оказывают прямое влияние на процесс и выход пектинов.

3.2 Свойства комплексного пектолитического ферментного препарата

Апельсиновое, яблочное и черничное сырьё подвергали ферментативной обработке комплексным пектолитическим ферментным препаратом Lallzyme Beta™ (производитель Lallemand Inc, Дания). Для оценки эффективности ферментативной обработки были определены характеристики данного препарата, которые представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Активности ферментного препарата Lallzyme Beta™

ПгС, ед/г	ПэС, ед/г	Пектин-лС, ед/г	ЦлС, ед/г
3412,00±22,00	1220,00±19,67	180,60±5,00	1104,00±11,00

Данные таблицы 8 явились основанием для использования комплексного ферментного препарата Lallzyme Beta™ для проведения ферментативного гидролиза. Он обладает преимущественно пектиназной активностью, что обеспечивает высвобождение фрагментов полигалактуроновой кислоты из состава нерастворимого пектина.

Целлюлазная активность должна способствовать распаду микрофибриллы целлюлоз, что увеличит атакуемость протопектина для пектолитических ферментов

3.3 Определение рациональных параметров выделения пектинов

Исследовали влияние параметров ферментативного гидролиза на основе серии двухфакторных экспериментов: определяли зависимость дозировки ФП ($0,01 \dots 0,1$ % к массе сырья), рН среды ($3,5 \dots 6,5$), температуры ($20 \dots 70^\circ \text{C}$) и

продолжительности гидролиза (1...8 ч) на выход пектинов из продуктообрастительного сырья.

Были получены линейные регрессионные уравнения, отражающие влияние указанных параметров ферментативного гидролиза на выход пектинов. Проверку того, что полученные уравнения можно считать математическими моделями, проводили с помощью регрессионного и факторного анализа, позволяющего отслеживать стабильность корреляционных связей между отдельными параметрами процесса ферментативного гидролиза [86, 135].

Точку экстремума, отражающую оптимальные параметры, обеспечивающие максимально возможный выход, находили путём определения экстремума функций двух переменных в критических точках.

На рисунках 9, 11 и 13 представлены поверхности отклика, отражающие зависимость выхода пектинов от дозировки ФП и продолжительности процесса.

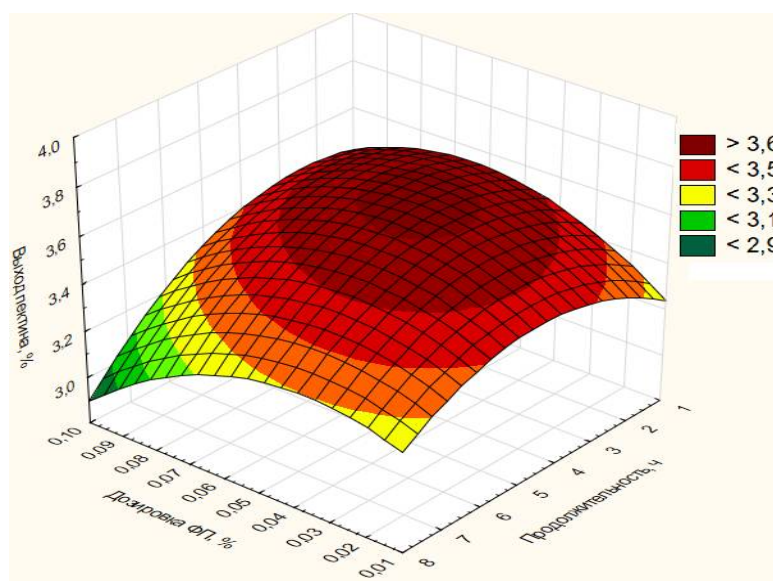


Рисунок 9 – Зависимость выхода апельсинового пектина от дозировки ФП и продолжительности гидролиза

Уравнение регрессии:

$$Y_1 = 2,9294 + 20,8766 * x_1 + 0,1134 * x_2 - 138,169 * x_1^2 - 0,54 * x_1 * x_2 - 0,0165 * x_2^2$$

где Y_1 – выход апельсинового пектина, % от массы абсолютно сухого сырья; x_1 – количество ФП, %, °С; x_2 – продолжительность гидролиза, ч.

Установлено, что при увеличении дозировки ФП до 0,07 % выход пектинов возрастает. При дальнейшем увеличении дозировки и при продолжительности гидролиза свыше 3 часов выход уменьшался, что связано с глубоким гидролитическим распадом полигалактуроновой кислоты.

В точке $M_1(0,0711; 2,2728)$ определён максимум $Y_1(0,0711; 2,2728) = 3,8005$. Однако расход ФП в количестве 0,07 % от массы сырья посчитали экономически нецелесообразным, так как увеличение выхода пектиновых веществ было незначительным (менее чем на 0,05 %) при сравнении со значением, полученным при дозировке ФП 0,03 %.

Коэффициент детерминации уравнения регрессии $R^2 = 0,72$. Провели факторный анализ: число анализируемых переменных (факторов) – 2, минимальный порог – 0,05, способ поворота матрицы – варимаксный нормализованный. Результаты приведены на рисунке 10.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (Spreadsheet1) Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)	
	Factor 1	Factor 2
Дозировка ФП, %	-0,044107	-0,974459
Продолжительность, ч	0,939924	0,115162
Выход цитрусового пектина, %	-0,800313	0,455778
Expl. Var	1,525904	1,170566
Prp. Totl	0,508635	0,390189

Рисунок 10 – Факторная нагрузка

Данные матрицы факторных нагрузок показывают, что наблюдалась высокая степень зависимости выхода апельсинового пектина от дозировки ФП и продолжительности процесса. Стоит заметить, что на фактор дозировка ФП приходится наибольшая доля дисперсий (50,9 %), следовательно, именно дозировка ФП оказывает наиболее существенное влияние на выход пектина.

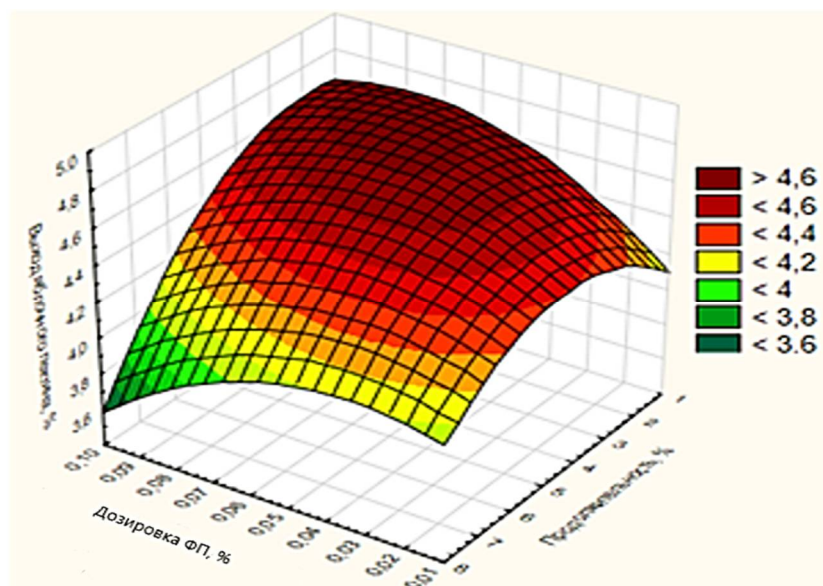


Рисунок 11 – Зависимость выхода яблочного пектина от дозировки фермента и продолжительности процесса гидролиза

Уравнение регрессии:

$$Y_2 = 3,691 + 21,024 * x_1 + 0,2502 * x_2 - 122,7956 * x_1^2 - 1,5669 * x_1 * x_2 - 0,027 * x_2^2$$

где Y_2 – выход яблочного пектина, % от массы абсолютно сухого сырья; x_1 – дозировка ФП, %; x_2 – продолжительность гидролиза, ч.

Аналогичным образом наблюдалось снижение выхода пектина при дозировке ФП и продолжительности гидролиза свыше 3 ч. Наибольший выход пектина наблюдался при дозировке ФП из интервала 0,03–0,07 % к массе сырья и продолжительности процесса 2,5–3,0 часа.

В точке $M_2(0,0688; 2,6338)$ установлен максимум $Y_2(0,0688; 2,6338) = 4,7449$.

Дозировку ФП= 0,07 % сочли экономически нецелесообразной, так как увеличение выхода пектина было незначительным (на 0,04 %) при сравнении с результатами, полученными при 0,03 %.

Коэффициент детерминации уравнения $R^2 = 0,60$. На рисунке 12 даны результаты факторного анализа.

		Factor Loadings (Varimax normalized) (Spreadsheet1) Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000)	
Variable		Factor 1	Factor 2
Дозировка ФП, %		-0,021306	-0,997703
Продолжительность, %		0,883857	0,048858
Выход яблочного пектина, %		-0,878449	0,088216
Expl.Var		1,553331	1,005580
Prp.Totl		0,517777	0,335193

Рисунок 12 – Факторная нагрузка при варимаксном нормализованном повороте матрицы

Величины факторных нагрузок указывают на тесную взаимосвязь дозировки ФП, продолжительности и выхода пектина. Причём фактор 1 (дозировка ФП) - наиболее весомый для указанной зависимости (общая доля дисперсий 51,78 %).

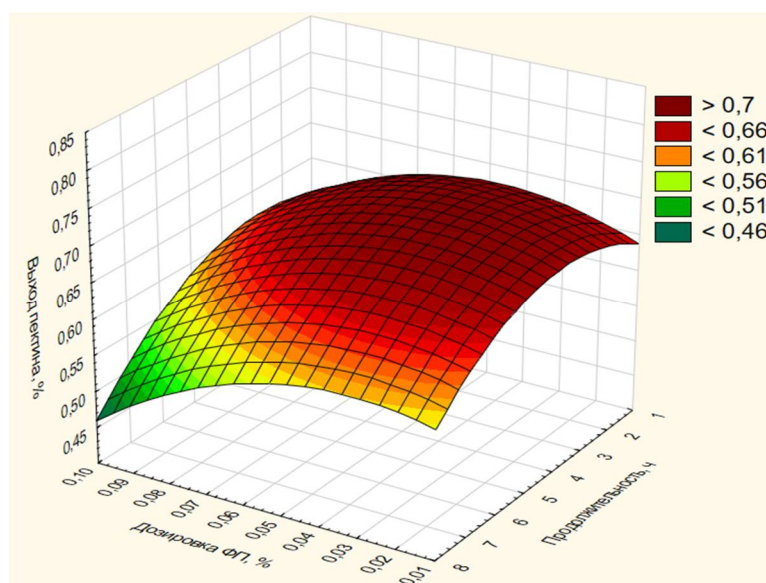


Рисунок 13 – Зависимость выхода черничного пектина от дозировки фермента и продолжительности процесса гидролиза

Уравнение регрессии:

$$Y_3 = 0,5768 + 2,7772 * x_1 + 0,0414 * x_2 - 27,9471 * x_1^2 - 0,1258 * x_1 * x_2 - 0,0054 * x_2^2$$

где Y_3 – выход черничного пектина, %; x_1 – дозировка ФП, %; x_2 – продолжительность гидролиза, ч.

В точке $M_3(0,0508; 2,7328)$ имеется максимум $Y_3(0,0508; 2,7328) = 0,7339$.

Коэффициент детерминации полученной модели $R^2=0,59$. На рисунке 14 отражены результаты факторного анализа.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (Spreadsheet2) Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000)	
	Factor 1	Factor 2
Дозировка ФП, %	-0,017641	-0,951155
Продолжительность, ч	0,930460	0,097212
Выход черничного пектина, %	-0,689524	0,552060
Expl.Var	1,341511	1,218917
Prp.Totl	0,447170	0,406306

Рисунок 14 – Факторная нагрузка матрицы

Полученные данные также указывают на доминирующую роль в процессе гидролиза дозировки ФП (доля дисперсий 44,7 %).

Помимо дозировки ФП и продолжительности гидролиза на выход пектина влияют рН и температура процесса. На рисунках 15, 17 и 18 приведены поверхности отклика, отражающие зависимость выхода пектинов от рН среды и температуры.

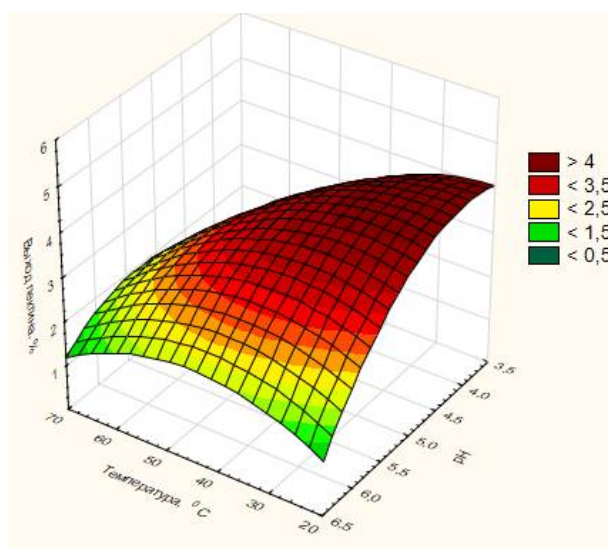


Рисунок 15 – Зависимость выхода апельсинового пектина от рН и температуры процесса гидролиза

Уравнение регрессии:

$$Y_1 = -2,6237 - 0,0316 * x_1 + 3,496 * x_2 - 0,0014 * x_1^2 + 0,024 * x_1 * x_2 - 0,4921 * x_2^2$$

где Y_1 – выход апельсинового пектина, % от массы абсолютно сухого сырья; x_1 – температура, °C; x_2 – pH.

В критической точке M_1 (24,2244; 4,1429) определён максимум Y_1 (24,2244; 4,1429) = 4,2353.

В ходе регрессионного анализа определили коэффициент детерминации полученной модели $R^2 = 0,69$.

При факторном анализе число анализируемых переменных (факторов) – 2, минимальный порог – 0,05, способ поворота матрицы – не повёрнутый. Получили следующие результаты (рис. 16).

Variable	Factor Loadings (Unrotated) Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000)	
	Factor 1	Factor 2
Температура, °C	-0,746203	0,567098
pH	-0,513775	-0,823650
Выход пектина, %	0,905971	0,000000
Expl. Var	1,641568	1,000000
Prp. Totl	0,547189	0,333333

Рисунок 16 – Факторная нагрузка

Значения факторов нагрузки $F > 0,7$, это подтверждает, что переменные (температура и pH) имеют достаточно большое влияние на выход пектина, причём факторная нагрузка параметра pH имеет более тесную связь с величиной выхода (доля общей дисперсии (Prp. Totl) 54%). Отрицательные знаки у факторов указывают на наличие обратной зависимости количества выделенного пектина от температуры и pH.

Уравнение регрессии:

$$Y_2 = -7,263 - 0,0527 * x_1 + 5,7146 * x_2 - 0,001 * x_1^2 + 0,0228 * x_1 * x_2 - 0,7217 * x_2^2$$

где Y_2 – выход яблочного пектина, % от массы абсолютно сухого сырья; x_1 – температура, °C; x_2 – pH.

В точке M_2 (22,9094; 4,3210) имеется максимум Y_2 (22,9094; 4,3210) = 4,4797.

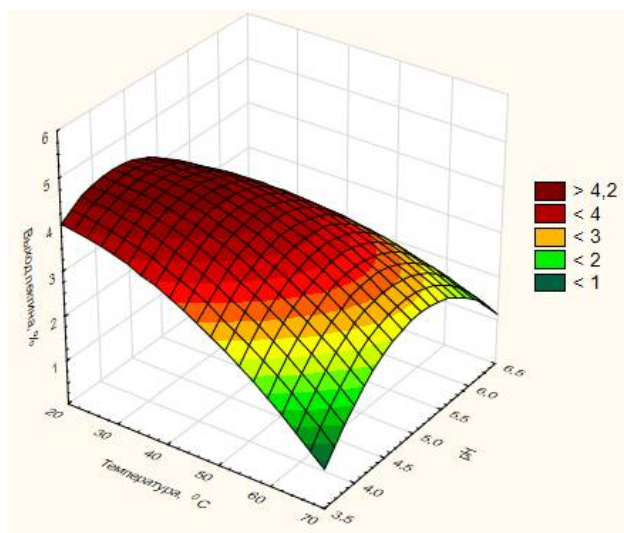


Рисунок 17 – Зависимость выхода яблочного пектина от pH и температуры процесса

При регрессионном анализе установили коэффициент детерминации полученной модели, $R^2 = 0,62$. В результате анализа матрицы факторных нагрузок установили тесную зависимость выхода пектина от двух факторов (pH и температуры). Общая доля дисперсий для фактора 1 (температура) = 45,6 %; для фактора 2 (pH) = 41,6 %.

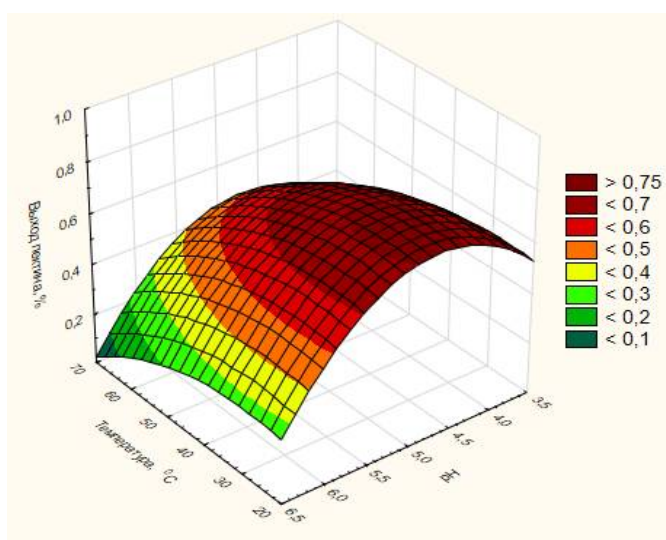


Рисунок 18 – Зависимость выхода черничного пектина от pH и температуры процесса

Уравнение регрессии:

$$Y_3 = -2,3403 + 0,0074 * x_1 + 1,266 * x_2 - 0,0002 * x_1^2 + 0,0002 * x_1 * x_2 - 0,1362 * x_2^2$$

где Y_3 – выход черничного пектина, %; x_1 – температура, °С; x_2 – pH.

В точке M_3 (20,8314; 4,6628) имеется максимум $Y_3(20,8314; 4,6628) = 0,6884$.

Регрессионный анализ позволяет установить, что коэффициент детерминации полученной модели, $R^2 = 0,67$, указывает на достаточно тесную связь исследуемых параметров. Полученные данные факторных нагрузок говорят о том, что на первый фактор (температуру) приходится 45,7 % всей дисперсии, на второй фактор (pH) – 43,1 %. Следовательно, и температура, и pH имеют сильное влияние ($F \rightarrow 1$) на выход черничного пектина.

В качестве гидролизующего агента использовали 1,5 %-ный раствор HCl. Исследовали влияние продолжительности кислотного гидролиза и температуры. Результаты приведены в таблицах 9 и 10.

Таблица 9 – Выход пектина при кислотном гидролизе при различной продолжительности ($t=60^\circ \text{C}$)

Продолжительность, ч	Апельсиновый жмых	Яблочная мезга	Черничная мезга
1	2,80±0,05	3,60±0,08	0,36±0,08
2	2,83±0,04	3,62±0,05	0,40±0,10
4	3,00±0,06	3,74±0,09	0,48±0,07
6	2,95±0,05	3,70±0,08	0,41±0,04
8	2,96±0,03	3,80±0,10	0,43±0,05

($n = 5, P = 0,95$)

Таблица 10 – Выход пектина при кислотном гидролизе при различной температуре (продолжительность 2 ч)

Температура, °С	Апельсиновый жмых	Яблочная мезга	Черничная мезга
20	1,50±0,12	3,00±0,10	0,20±0,05
25	1,68±0,08	3,10±0,09	0,24±0,06
30	2,16±0,05	3,17±0,07	0,28±0,04
50	2,50±0,03	3,27±0,05	0,30±0,10
60	2,81±0,06	3,65±0,04	0,36±0,05
70	2,82±0,05	3,73±0,15	0,57±0,08

($n = 5, P = 0,95$)

Анализ данных таблиц 9 и 10, позволяет сделать вывод, что при кислотном гидроле вторичного растительного сырья наблюдается прямая зависимость выхода пектина от увеличения температуры и продолжительности процесса. Максимальные выходы пектинов наблюдались при температуре 60–70° С и продолжительности 6–8 ч: выход апельсинового пектина – 2,96 % от массы абсолютно сухого сырья, яблочного – 3,80 % и черничного – 0,57 %.

При сравнении эффективностей кислотной и ферментативной технологии выделения пектина из вторичного сырья установлено, что кислотный способ уступает ферментативному. Обработка комплексным ФП позволила увеличить выход апельсинового пектина на 35,8 %; яблочного – на 21,3 %, черничного – на 24, 6 % по сравнению с кислотным гидролизом.

Таким образом, получены математические модели в виде уравнений регрессии, описывающие зависимость выхода пектинов от дозировки ФП и продолжительности процесса, величины рН и значения температуры.

Установлены рациональные параметры ферментативного гидролиза вторичного сырья комплексным пектолитическим ФП Lallzyme Beta™: дозировка ферментного препарата – 0,037 %; продолжительность гидролиза – 2,5 ч; рН = 4,4; температура – 23° С. При указанных параметрах выход цитрусового пектина составил – 4,02 % от массы абсолютно сухого сырья, яблочного – 4,61 %, черничного – 0,71 %.

Технологическая (блок-схема) получения пектина ферментативным способом представлена на рисунке 19.

Далее при установленных условиях исследовали изменение степени этерификации (СЭ) пектинов в процессе гидролиза (n=5; p=0,95). Результаты приведены в таблице 11. Для сравнения был проведёт гидролиз по традиционной технологии (гидролизующий агент – 1,5 %-ный раствор HCl).

Определено, что при кислотном гидролизе продолжительностью от 2 до 10 часов не наблюдали существенных изменений в значениях степени этерификации (СЭ).

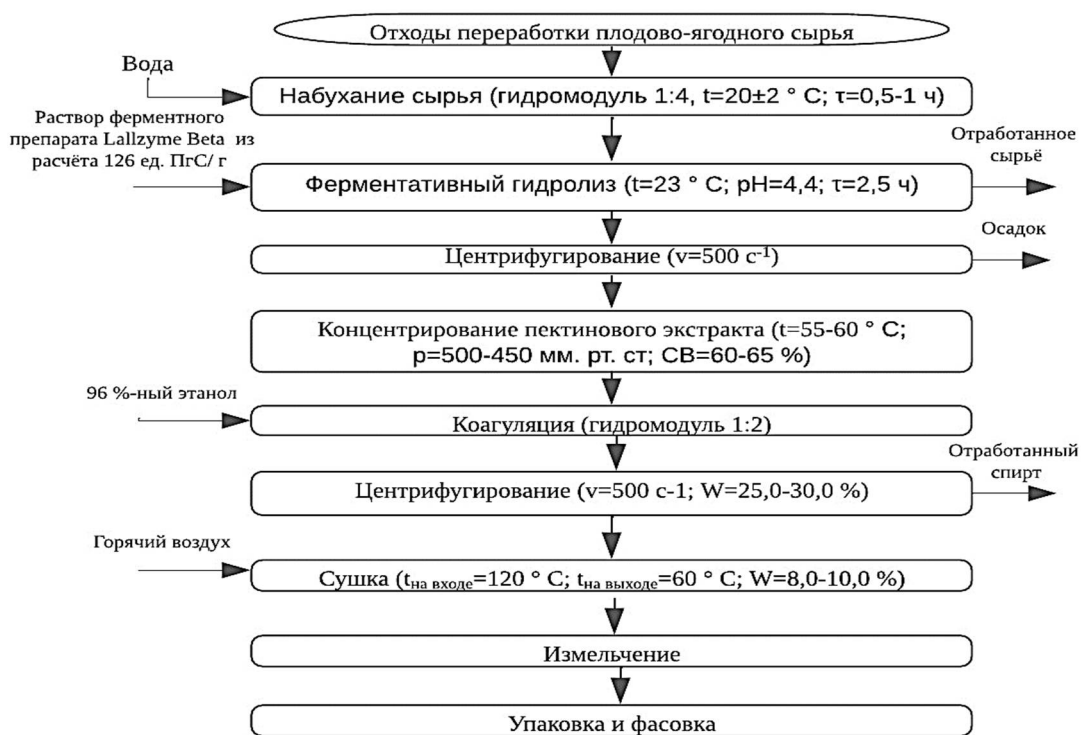


Рисунок 19 – Технологическая блок-схема получения пектина ферментативным способом

Таблица 11 – Зависимость степени этерификации пектиновых веществ от продолжительности гидролиза

Продолжительность, ч	Апельсиновый		Яблочный		Черничный	
	НСI	ФП	ФП	ФП	НСI	ФП
2	64,20±0,03	63,20±0,04	63,10±0,08	61,50±0,04	62,00±0,05	61,80±0,02
4	64,40±0,04	63,18±0,02	63,10±0,013	61,30±0,04	62,20±0,06	62,20±0,03
6	64,40±0,03	63,40±0,03	63,00±0,08	61,00±0,09	62,00±0,05	62,00±0,07
8	64,43±0,04	63,30±0,05	63,45±0,10	58,40±0,06	62,20±0,04	62,00±0,08
10	64,49±0,04	62,80±0,06	63,52±0,03	48,00±0,05	61,90±0,05	60,00±0,06

При ферментативной обработке СЭ апельсиновых и черничных пектинов изменялась незначительно (изменения лежали в пределах погрешности измерения). Существенно изменилась СЭ у яблочного пектина: при 2–6 ч гидролизе был выделен высокоэтерифицированный (ВЭ) пектин, при 8–10-часовом – низкоэтерифицированный (НЭ) пектин. СЭ яблочного

пектина снизилась на 22 %. Изменение степени этерификации при увеличении продолжительности ферментативного гидролиза связано с действием пектинэстераз, которые являются синергистами эндополигалактуроназ [177].

Далее были исследованы показатели их качества и показатели микробиологической безопасности полученных пектинов

3.4 Показатели качества и микробиологической безопасности пектинов

Исследовали органолептические, физико-химические свойства и микробиологические показатели безопасности пектинов.

Все пектины представляли собой порошки тонкого помола. Яблочный пектин имел светло-серый цвет, нейтральный запах и обладал слабокислым вкусом. Для апельсинового пектина характерен бледно-жёлтый цвет, нейтральный вкус и запах. Черничный пектин бледно-фиолетового цвета имел характерный запах и слабокислый вкус.

Результаты физико-химического анализа внесены в таблицу 12.

Таблица 12 – Физико-химические показатели полученных пектинов

№ п.п.	Показатель	Яблочный ВЭ	Яблочный НЭ	Апельсиновый	Черничный
1	Массовая доля влаги, %	5,70	5,90	5,60	6,10
2	Растворимость, % по массе в воде (20 °С)	3,00	2,00	4,00	2,30
	в щёлочи (1 н NaOH)	10,00	9,00	11,00	7,50
	в кислоте (1 н HCl)	6,50	5,70	7,20	4,37
3	Температура гелеобразования, °С	62,00	60,00	74,00	57,00
4	Зольность, %	3,00	4,26	2,60	1,40
5	Метоксильные группы, %	8,30	6,00	9,20	5,8
6	Ацетильные группы, %	1,00	1,30	1,20	1,70
7	Массовая доля свободных КГ, %	10,20	11,60	7,80	16,9
8	Массовая доля этерифицированных КГ, %	12,50	7,40	13,40	10,00
9	Массовая доля пектовой кислоты, %	48,00	42,00	45,00	39,00
10	Степень этерификации, %	61,50	48,00	63,30	62,00
11	Массовая доля балластных веществ, %	18,00	13,00	16,70	31,20
12	Водородный показатель, pH	3,20	3,40	3,00	3,10

Органолептические и физико-химические показатели качества апельсинового и яблочных пектинов соответствовали требованиям ГОСТ 29186 [42]. Стандарт на черничный пектин отсутствует.

Результаты анализа микробиологической безопасности приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Микробиологические показатели пектиновых веществ

№ п.п.	Вид пектина	КМАФАнМ КОЕ/г	БГКП (коли- формы) в 1,0 г	Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, в 25 г	Плесневые грибы, КОЕ/г
1	Яблочный НЭ	$2,1 \cdot 10^2$	отсутствуют	отсутствуют	9
2	Яблочный ВЭ	$2,6 \cdot 10^2$			13
3	Апельсиновый	$3,0 \cdot 10^2$			13
4	Черничный	$4,0 \cdot 10^2$			7

Установлено, что исследуемые пектины по микробиологическим нормативам безопасности соответствуют ТР ТС 021/2011 [138].

При ферментативном гидролизе пектины извлекаются совместно с другими углеводами. В работе хроматографически на силуфоловой пластинке был определён качественный углеводный состав выделенных пектинов. Результаты приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Углеводный состав пектинов

№ п.п.	Вид пектина	Ксилоза	Фруктоза	Сахароза	Мальтоза
1	Яблочный ВЭ	-	-	-	+
2	Яблочный НЭ	-	-	-	+
3	Апельсиновый	-	-	+	-
4	Черничный	+	+	+	-

Было установлено, что во всех полученных пектинах присутствуют моносахариды (ксилоза и фруктоза), дисахариды (сахароза и мальтоза).

Таким образом, исследуемые пектины отвечают требованиям по показателям качества и микробиологической безопасности, что служит

основанием для их использования в качестве структурообразователей в составе сухих соусов

Так как полученные пектины предполагали использовать в качестве структурообразователей в составе соусов, то необходимо было определить важнейшее их технологическое свойство – загущающую способность. Для этого была исследована динамическая вязкость 1 %-ных растворов полученных пектинов при различных значениях рН (2,0...12,0) и температуры (20...80° С). Результаты в наглядной форме демонстрируют графики, приведённые на рисунках 20–23.

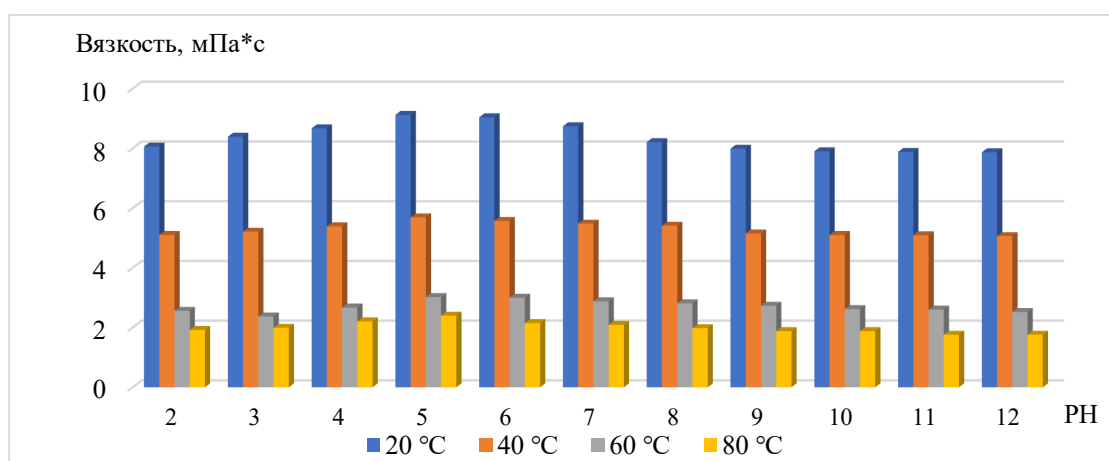


Рисунок 20 – Динамическая вязкость апельсинового пектина при различных значениях рН и температурах

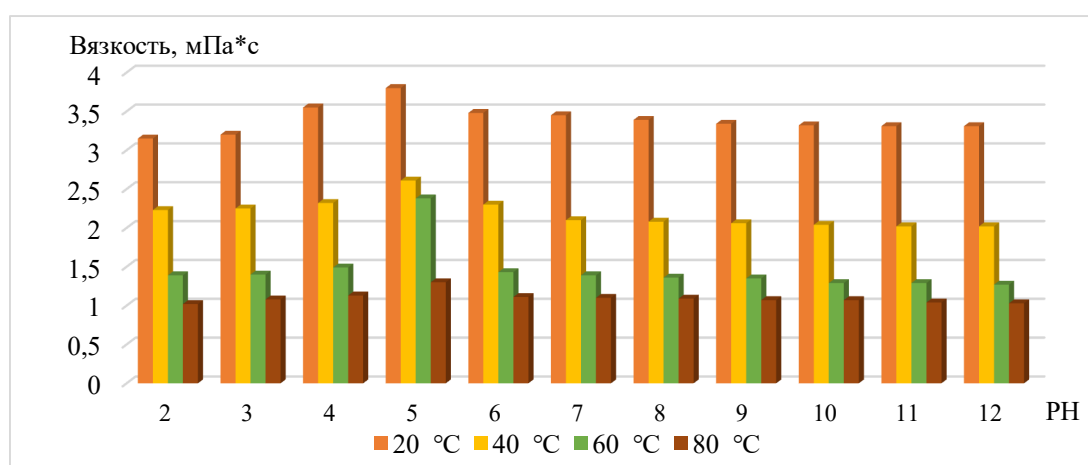


Рисунок 21 – Динамическая вязкость черничного пектина при различных рН и температурах

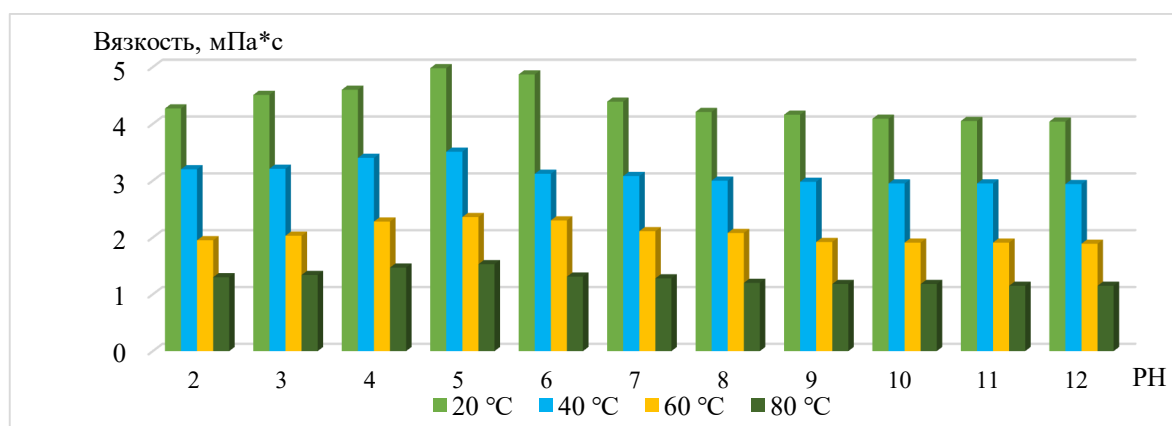


Рисунок 22 – Динамическая вязкость яблочного ВЭ пектина при различных рН и температурах

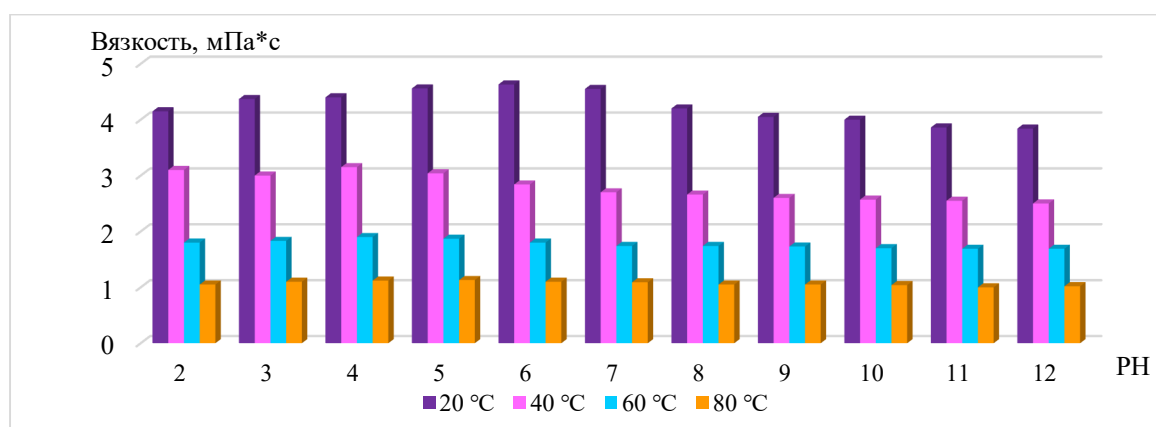


Рисунок 23 – Динамическая вязкость яблочного НЭ пектина при различных рН и температурах

Анализируя результаты, заключили: чем выше степень этерификации пектинов, тем выше значение вязкости. Пектины, формирующие наибольшую вязкость, апельсиновый и ВЭ яблочный пектины, наименьшую – черничный. Наибольшие значения вязкости отмечены при рН=4...5 при любых температурах, при рН=6...7 вязкость меняется незначительно независимо от температуры. С повышением температуры вязкость растворов значительно уменьшается, например, при рН=2 с повышением температуры с 20° С до 40° С вязкость цитрусового пектина уменьшается на 38 %, а с 20° С до 80° С – на 73,7 %. Показано, что апельсиновый и яблочный пектины по своей

загущающей способности превосходят черничный в широком интервале температур (20...80 °С) и рН (2...12) в 2,35 и 1,25 раз соответственно.

3.5 Сравнительная оценка структурообразующих свойств полученных пектинов и коммерческих структурообразователей

Структурообразующие свойства полученных пектинов в составе соусной основы сравнивали с коммерческими распространёнными структурообразователями: кукурузным нативным и модифицированным крахмалом PREGEFLO СН 40, камедями: гуаровой, ксантановой и камедью рожкового дерева.

Основными ингредиентами сухой соусной основы были мука пшеничная высшего сорта холодного набухания и сухое молоко. Важным вопросом при создании основы было соотношение муки и сухого молока в смеси. Были исследованы соотношения 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 4:1, 3:1, 2:1 (табл. 15).

Полученные смеси растворяли в воде комнатной температуры ($t=22,0\pm 2,0^{\circ}\text{C}$) при перемешивании в соотношениях 1:3; 1:4; 1:5 и 1:10. Контроль осуществляли по внешнему виду, полноте и продолжительности приготовления в течение 1 минуты (требование СТБ-990 для соусов, не требующих варки).

Таблица 15 – Рецептуры сухой основы для соуса

Название компонента	Номер образца/соотношение/массовая доля, %						
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
	1:1	1:2	1:3	1:4	4:1	3:1	2:1
Мука пшеничная	45,00	30,00	22,50	18,00	72,00	67,50	60,00
Сухое молоко	45,00	60,00	67,50	72,00	18,00	22,50	30,00
Кукурузный крахмал	10,0						

Отмечено, что образцы с высоким содержанием муки (№ 5, № 6 и № 7) требовали большего времени для суспендирования (при соотношении основы и

воды 1:3 – более 15 минут; 1:4 – 10–12 минут, 1:5 – 7–10 минут), образовывались комки, что недопустимо.

Образцы № 2, № 3 и № 4 превращались в соус недостаточно быстро (в среднем 5 минут), обладали однородной, но жидкой консистенцией, не характерной для соуса.

Образец № 1 в соотношении с водой 1:3 обладал плотной однородной консистенцией, продолжительность приготовления составила 1 минуту. В соотношении 1:4 время приготовления 1 минута, образец имел однородную более текучую консистенцию, которую сочли наиболее предпочтительной для соусов.

Продолжительность приготовления сухой соусной основы в соотношениях с водой 1:5 и 1:10 (образцы № 1) составила менее 1 минуты, однако консистенция была очень жидкой.

Таким образом, наилучшим соотношением, в составе соусной основы, муки и сухого молока принято 1:1 (образец № 1). Можно дать следующие рекомендации по приготовлению соусной основы: соотношение сухой смеси и воды 1:4, позволяющее сформировать однородную плотную массу в очень короткий промежуток времени (1 минута).

В качестве стабилизатора и структурообразователя в состав сухой соусной основы были отобраны пектины: цитрусовый, черничный, ВЭ и НЭ яблочные пектины; крахмалы: кукурузный нативный крахмал и модифицированный крахмал PREGEFLO CH 40; камеди: гуаровая; ксантановая камедь, камедь рожкового дерева.

Указанные гидроколлоиды исследовали в составе сухой соусной основы. Для оценки структурообразующих свойств были составлены модельные рецептуры сухой соусной основы с различными видами структурообразователей (табл. 16).

В образцах № 1-6 в качестве структурообразователя использовали нативный кукурузный крахмал, в образцах № 7-12 – модифицированный крахмал холодного набухания, в образцах № 13-18 – цитрусовый пектин, №

19-24 – ВЭ яблочный пектин, № 25-30 – НЭ яблочный пектин, № 31-36 – черничный пектин; № 37-42 – гуаровая камедь, № 43-48 – ксантановая камедь; № 49-54 – камедь рожкового дерева. Каждый из приведённых образцов оценивался по органолептическим, показателям и по показателю динамической вязкости после растворения в воде (соотношение 1:4).

Таблица 16 – Рецептуры соусной основы с различными структурообразователями

№ образца									Массовая доля, %		
									Мука пшеничная	Сухое молоко	Структурообразователь
1	7	13	19	25	31	37	43	49	45,00	45,00	10,00
2	8	14	20	26	32	38	44	50	38,75	38,75	12,50
3	9	15	21	27	33	39	45	51	37,50	37,50	15,00
4	10	16	22	28	34	40	46	52	36,25	36,25	17,50
5	11	17	23	29	35	41	47	53	35,00	35,00	20,00
6	12	18	24	30	36	42	48	54	33,75	33,75	22,50

В лабораторных условиях были приготовлены данные образцы и проанализированы их органолептические показатели и такая важная реологическая характеристика соусов как динамическая вязкость.

При проведении анализа учитывались коэффициенты значимости каждого органолептического показателя, их значения приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Шкала органолептической оценки образцов соусной основы

№ п.п.	Наименование показателя	Значение коэффициента	Уровни качества баллы			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
1	Внешний вид	0,2	4,5	4,0	3,5	2,0
2	Вкус и запах	0,2	4,0	3,5	2,5	1,0
3	Цвет	0,1	4,0	3,5	2,5	1,0
4	Консистенция	0,5	5,0	4,0	3,0	2,0
5	Общая оценка	1,0	5,0	4,0	3,0	2,0

На рисунке 24 даны результаты органолептического анализа и определения динамической вязкости соусной основы с добавлением крахмалов.

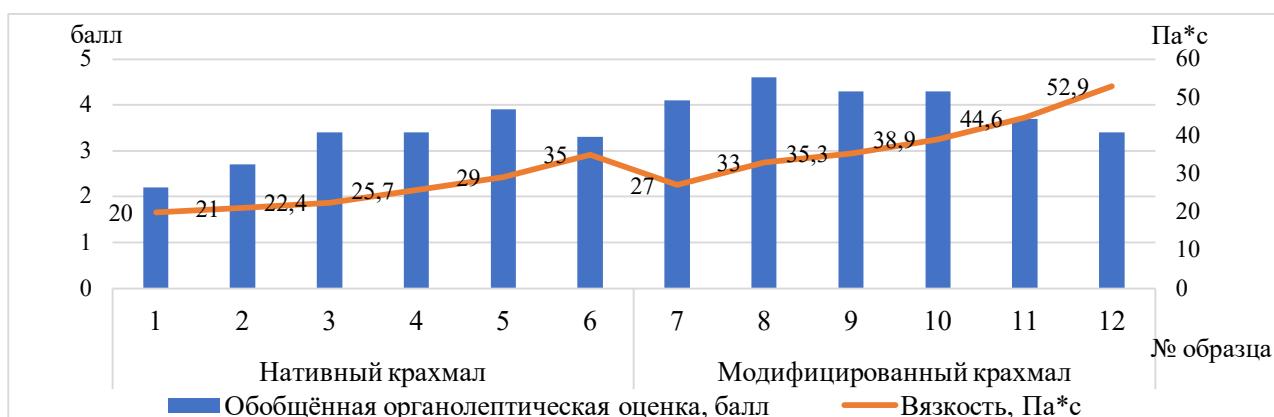


Рисунок 24 – Обобщенная органолептическая оценка и значения динамической вязкости образцов соусной основы с крахмалами

Балльная оценка соусной смеси позволила установить, что образцы с модифицированным крахмалом обладали лучшими органолептическими свойствами, в особенности консистенцией. Образец № 7 имел жидкую консистенцию. Образцы с модифицированным крахмалом (№10–12) представляли собой густые системы, что указывало на избыточное его количество (17,0–22,5 %). Образцы № 8–9 имели хорошую плотную консистенцию, вкус и запах приближены к нейтральному, вследствие чего рациональное количество модифицированного крахмала в составе модельной рецептуры – 12,5–15,0 %.

На рисунке 25 приведены результаты органолептического анализа и определения динамической вязкости соусной основы с добавлением пектинов.

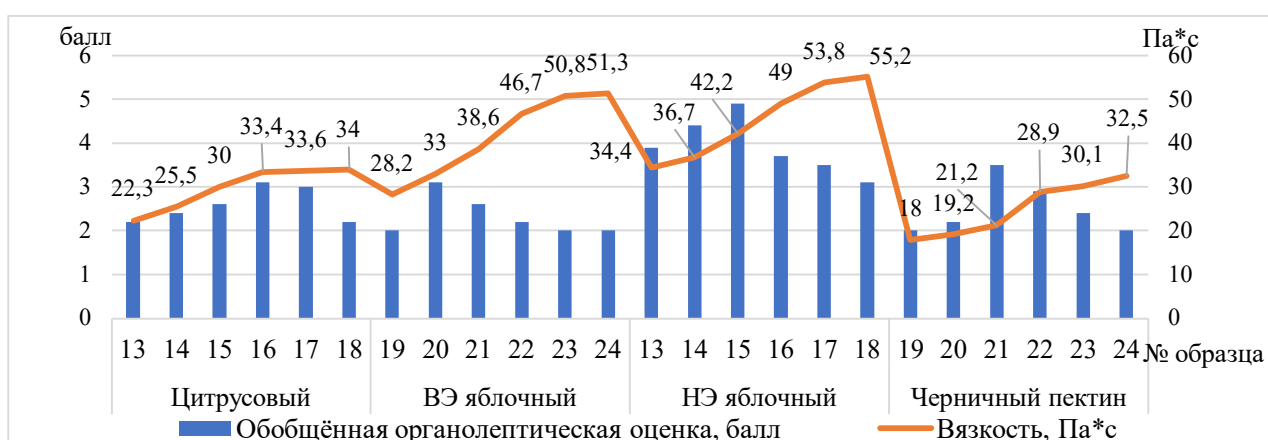


Рисунок 25 – Обобщенная органолептическая оценка и значения динамической вязкости образцов соусной основы с пектинами

На основании органолептической оценки установлено, что использование ВЭ пектинов, как цитрусовых, так и яблочных (образцы № 13–№ 24), не способствуют формированию требуемой консистенции – консистенция жидкая. Это связано с недостаточным количеством сахаров в пищевой системе, которые, как известно, участвуют в формировании трёхмерной структуры метоксилированных пектиновых молекул [69, 72]. Следовательно, при создании соусов ВЭ пектины использовать не целесообразно.

В образцах с НЭ яблочным пектином (образцы № 25–30) наблюдались следующие закономерности: в образцах № 28–№30 консистенция очень плотная, зернистая, текучесть системы нарушена; консистенция образца № 25 жидковатая мазеобразная, чувствуется мучнистый привкус. Наилучшими образцами стали № 26 и № 27, обладающие густой кремообразной консистенцией, вкусовые и ароматические характеристики приемлемые.

Для всех образцов с добавлением черничного пектина свойственны нежелательные, характерные для сырья, посторонние привкусы и запахи. Соответственно, использование его в составе сухих соусов нецелесообразно.

Далее в качестве структурообразователей сухой основы для соуса были исследованы камеди. Результаты органолептической оценки в баллах и значения динамической вязкости образцов демонстрирует рисунок 26.

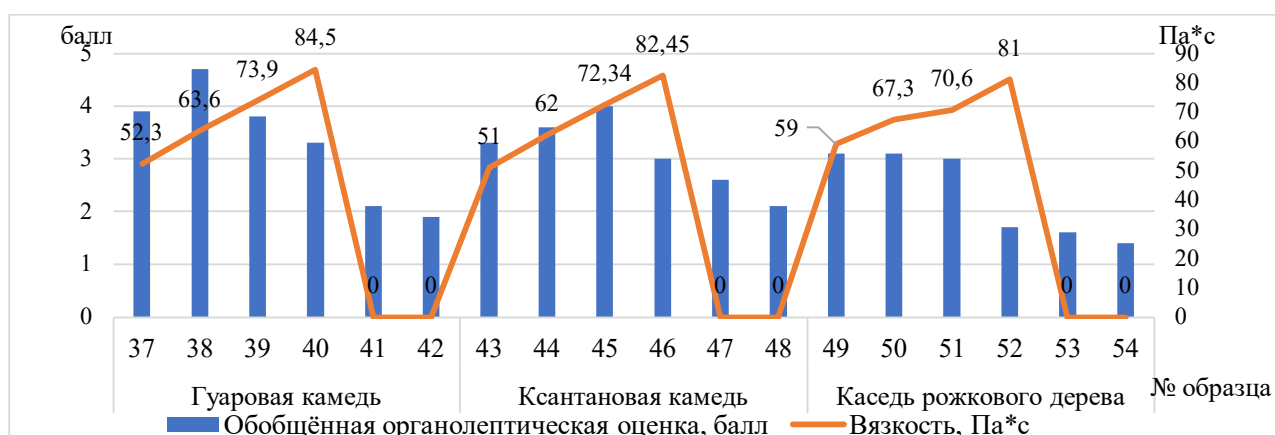


Рисунок 26 – Обобщенная органолептическая оценка и значения динамической вязкости образцов соусной основы с камедями

Наилучшими органолептическими свойствами обладали образцы №37–39 с добавлением гуаровой камеди в количестве 10,00...15,00 %. Дальнейшее увеличение дозировки, для всех камедей, приводило к образованию неоднородной плотной пастообразной консистенции.

Камедь рожкового дерева при начальной дозировке (10,0 %) формировала клееобразную, с высокими адгезионными свойствами соусную систему, поэтому в дальнейших испытаниях участия не принимала.

По данным рисунка 26 установлено, что ввод камедей в количестве свыше 17,5 % приводил к образованию не текучей пищевой системы, значение динамической вязкости которой превышало пределы измерения вискозиметра.

Для сравнительной оценки структурообразователей полисахаридной природы была составлена диаграмма (рис. 27).

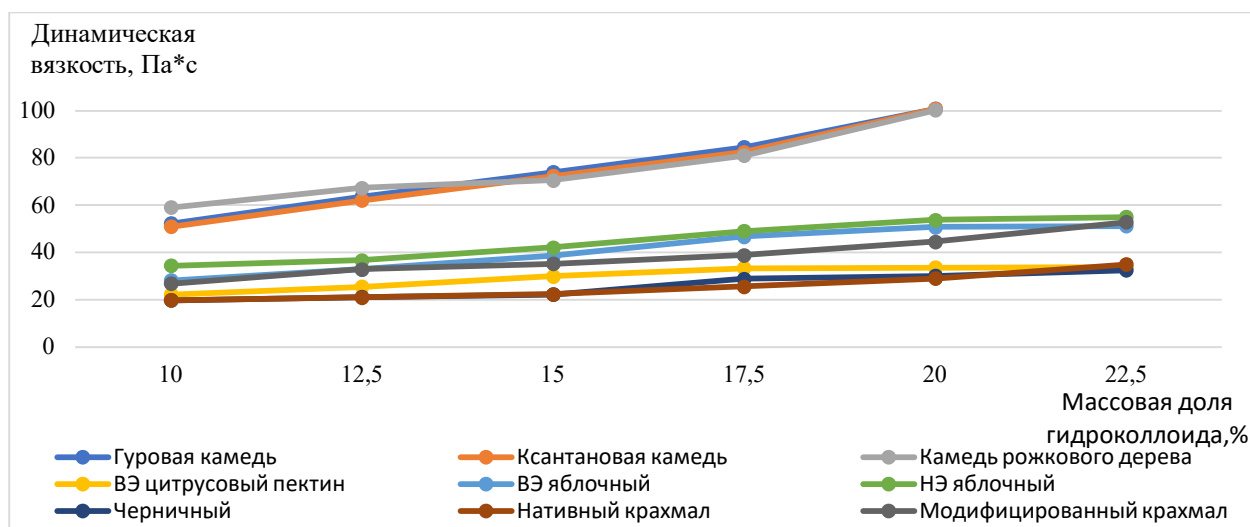


Рисунок 27 – Динамическая вязкость различных структурообразователей в составе сухой соусной основы

Данные указывают на прямую зависимость значения вязкости от количества структурообразователя в составе готовой соусной основы. Однако нарастание вязкости готовой соусной основы с различными гидроколлоидами неодинаково.

Камеди в количестве от 10 до 15 % сформировали плотную однородную консистенцию. В количестве свыше 15,0 % ксантановой камеди, 17,5 % гуаровой камеди и камеди рожкового дерева значения вязкости лежали вне пределов измерения прибора, что свидетельствует об образовании прочных студней, такая консистенция недопустима для соусов.

В отношении нативного крахмала определено, что он формирует наименее вязкую, очень жидкую, нежелательную для соусов консистенцию. Модифицированный крахмал сформировал сметанообразную однородную структуру, приемлемую для соусной основы.

Соусные основы с ВЭ пектинами (яблочным и апельсиновым) имели мажеобразную неоднородную консистенцию, причем основы с апельсиновым пектином были более текучими. НЭ яблочный пектин показал наилучшие загущающие свойства при сравнении с другими пектинами, сформировал наиболее приемлемую консистенцию основы. Черничный пектин обладал слабой структурообразующей способностью в исследуемой пищевой системе, была получена жидкая неоднородная соусная масса.

Определено, что наилучшие органолептические и реологические характеристики соусной пищевой системе придал НЭ яблочный пектин. Соусные основы с модифицированным крахмалом, гуаровой и ксантановой камедью обладали приемлемыми характеристиками. Нативный кукурузный крахмал, камедь рожкового дерева, цитрусовый, черничный и ВЭ яблочный пектины в дальнейших экспериментах не использовали.

Было принято решение создать композицию структурообразователей с целью улучшения их свойств в составе соусной основы, снижения расхода за счёт синергического эффекта.

Исходя из того, что пектины, в отличие от других исследуемых гидроколлоидов, обладают функциональными свойствами, то их количество в композиции структурообразователей было наибольшим.

Исследованы следующие композиции при различных соотношениях компонентов (1:1,5; 1:4; 1:6,5; 1:8,5) модифицированный крахмал + НЭ

яблочный пектин (МК+НЭП); гуаровая камедь + НЭ яблочный пектин (ГК+НЭП); ксантановая камедь + НЭ яблочный пектин (КК+НЭП). В указанных композициях последовательно увеличивали только количество НЭ яблочного пектина.

График на рисунке 28 иллюстрирует результаты определения динамической вязкости соусной основы с указанными композициями.

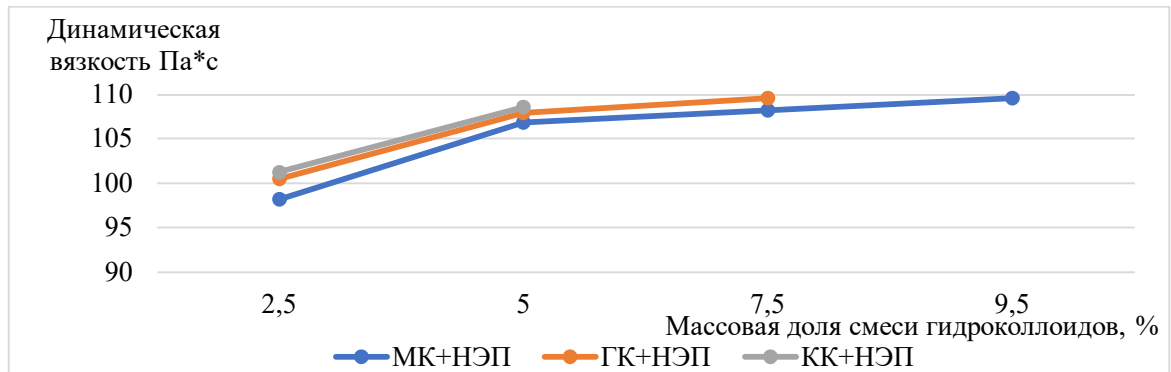


Рисунок 28 – Значения динамической вязкости соусной основы с композициями структурообразователей

Наблюдается увеличения вязкости у всех исследуемых смесей на 50–78 % по сравнению с монодобавкой.

Композиции ГК+НЭП и КГ+НЭП в количестве 2,5–5 % формировали однородную плотную консистенцию, однако при добавлении более 7,5 % смеси соусная основа теряла текучесть, в результате свыше 7,5 % вязкость основы невозможно было измерить на ротационном вискозиметре, текучесть системы полностью нарушена.

Композиция МК+НЭП в количествах от 2,5 до 7,5 % формировала однородную кремообразную консистенцию, приемлемую для соусов.

Для определения лучшей смеси структурообразователей была исследована динамика изменения величины вязкости при хранении.

При хранении в течение 12 часов при $t=22\pm 2^\circ\text{C}$ реологические свойства основы изменялись. На рисунке 29 приведены результаты изменения вязкости с течением времени.

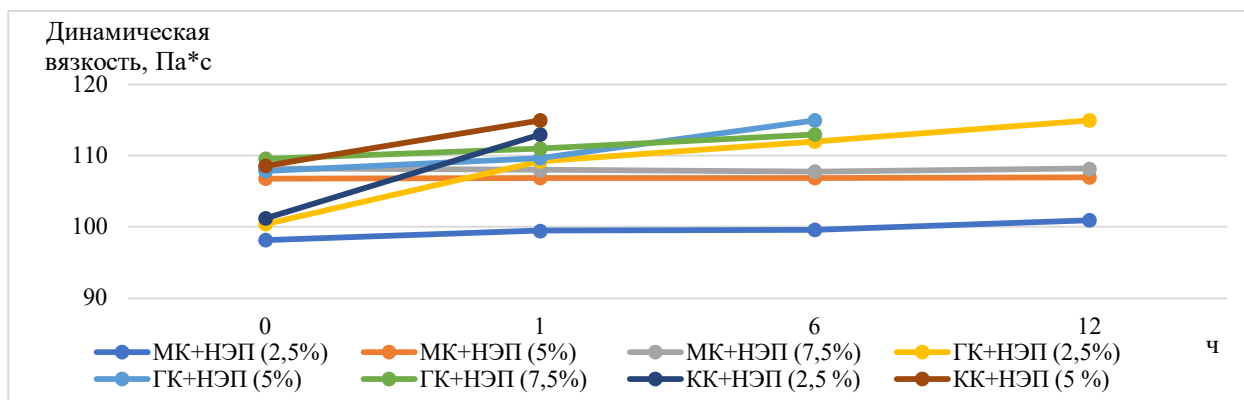


Рисунок 29 – Зависимость изменения вязкости сухой основы с течение времени от вида структурообразователя

Композиции, содержащие камеди в разных количествах, при непродолжительном хранении загустевали, что отрицательно сказалось на качестве сухой основы. Композиции с ксантановой камедью уже в количестве 2,5 % в течение первого часа хранения придавали сухой основе очень плотную студнеобразную консистенцию. Смесь с гуаровой камедью в количестве 7,5 % сформировалась в студень через 6 ч. Композиция модифицированного крахмала и НЭ яблочного пектина при исследуемых дозировках не вызывала существенного загущения массы в течение 12 ч.

Определено, что наилучшей является композиция НЭП и МК в соотношении 1:4, общее количество внесения в состав сухой основы – 5 %. Величина динамической вязкости сухой основы с полученной композицией на 68 % превосходит НЭ яблочный пектин и на 75 % модифицированный крахмал, внесённые в основу по отдельности в количестве 10 %. Композиция МК и НЭП позволила получить основу для соусов однородной плотной кремообразной консистенции, исходя из этого именно ее использовали на этапе разработки соусов.

3.6 Разработка рецептур сухих соусов с заданными свойствами

Для создания соусов, содержащих полученный НЭ яблочный пектин, использовали соусную основу, мальтодекстрин, соевый белок, дрожжевой

экстракт, сорбат калия, вкусоароматические добавки (смеси специй: сырная, карри, грибная, грузинская, горчичная), овощные (свекольный, морковный, тыквенный,) и ягодные порошки (черносмородиновый и черничный).

В таблицах 18–21 приведены результаты определения показателей качества, используемого в составе соусов сырья.

Таблица 18 – Показатели качества сырья, используемого при создании сухой соусной основы

№ п.п	Наименование ингредиента	Перечень показателей	Результат (при $p=0,95$)	Норма	НД	
1	Мука пшеничная	Вкус	Характерный для муки, без посторонних привкусов	Характерный, без посторонних привкусов	ГОСТ 26574-2017	
		Запах	Характерный для муки, без посторонних запахов	Характерный, без посторонних запахов		
		Цвет	Бежевый	Белый с кремовым оттенком		
		Зольность, %	0,50±0,05	0,550		
		Количество клейковины, %	26,50±0,30	28,00		
		Влажность, %	9,70±0,28	15,00		
		Кислотность, °Т	2,5±0,45	-		-
		Водопоглощающая способность муки, %	52,00±1,05	-		-
2	Молоко сухое обезжиренное	Внешний вид и консистенция	Мелкодисперсный порошок	Мелкий порошок	ГОСТ Р 52791	
		Цвет	Белый	Белый, белый со светло-кремовым оттенком		
		Вкус и запах	Молочный, характерный	Свойственный без посторонних привкусов и запахов.		
		Массовая доля влаги, %	3,20±0,78	4,00		
		Массовая доля жира, %	1,30±0,39	1,50		
		Массовая доля белка, %	36,16±0,60	34,00		
		Кислотность, °Т	17,00±0,63	14,00-21,00		

№ п.п	Наименование ингредиента	Перечень показателей	Результат (при $p=0,95$)	Норма	НД
3	Соевый белок	Внешний вид	Однородный порошок	Однородный порошкообразный продукт с легко разрушаемыми комочками	Спецификация «ОПТТЕМА» S-300
		Растворимость, %	94,0±0,60	93,00	
		pH	7,0+0,70	6,00	
		Массовая доля СВ, %	90,0±0,60	91,00	
		Массовая доля жира, %	0,25±0,10	0,50	
		Массовая доля белка, %	45,5±0,8	34,00	
4	Мальтодекстрин	Внешний вид	Белый порошок	Белый порошок	ГОСТ 34274 Спецификация: Глюкодекс 100ing
		Запах	Отсутствует	Нейтральный	
		Вкус	Сладковатый	Немного сладкий	
		Массовая доля влаги, %	5,0±0,25	5,00	
		pH	5,0±0,44	4,50-5,50	
		Массовая доля РВ, %	8,2±0,50	9,00	
5	Дрожжевой экстракт	Внешний вид	Светло-бежевый однородный порошок	Светло-бежевый порошок	Спецификация «ETS group»
		Массовая доля сухих веществ, %	98,0±0,44	96,50	
		Содержание соли, %	39,0±2,00	39,00	
		pH	5,5±0,30	5,50	
		Зольность, %	41,00±0,78	44,00	
6	Сорбат калия	Внешний вид	Однородный порошок	Кристаллический порошок	Спецификация Modern Products
		Массовая доля влаги, %	1,00±0,25	1,00	

Таблица 19 – Показатели качества используемых вкусоароматических смесей (ООО «Агама Истра»)

№ п.п.	Наименование смеси	Перечень показателей	Результат	Состав
1	Грибная	Внешний вид	Порошок с частицами различных размеров	Базилик, кориандр молотый, лавровый лист молотый, лук дроблёный, морковь дроблёная, мускатный орех дроблёный, перец душистый молотый, перец чёрный молотый, петрушка зелень, сахар, поваренная соль, тимьян (чабрец), тмин семена молотые, чеснок сушёный гранулы, шампиньоны сушёные порошок.
		Вкус и запах	Насыщенный грибной с привкусами свойственными входящих в состав ингредиентов	
		Цвет	Коричневый с зелёными и оранжевыми вкраплениями	
		Массовая доля влаги, %	12,00±0,50	
2	Горчицная	Внешний вид	Однородный порошок	Молотая паприка, горчичный порошок, лук, тмин, морковь, перец чёрный кориандр
		Вкус и запах	Горчичный с привкусом компонентов, входящих в состав	
		Цвет	Светлый оранжево-жёлтый	
		Массовая доля влаги, %	8,0±0,44	
3	Карри	Внешний вид	Однородный порошок	Гвоздика, имбирь, кардамон, кориандр, корица, красный перец, куркума, мускатный орех, перец душистый, перец чёрный.
		Вкус и запах	Вкус и запах пряные, свойственный рецептурному составу	
		Цвет	Золотисто-жёлтый	
		Массовая доля влаги, %	4,5±0,46	
4	«По-грузински» Премимум» DEL'AR®	Внешний вид	Порошок с различными по размеру частицами	Перец красный, кориандр, уцхо-сунели, чабер, петрушка, укроп, базилик, орегано, майоран, куркума, мята, сельдерей, соль.
		Вкус и запах	Пряный, характерный для составляющих ингредиентов	
		Цвет	Ярко-оранжевый с черными и зелёными вкраплениями	
		Массовая доля влаги, %	7,0±0,43	
5	Сырная	Внешний вид	Неоднородный порошок с мелкими комками	Смесь сыра Чеддер [сыр чеддер (пастеризованное молоко, соль, сырные культуры, ферменты), сыворотка, пахта, соль, динатрийфосфат, двуокись кремния, экстракт аннато], пищевые дрожжи, чеснок, лук, перец колокола, кайенна.
		Вкус и запах	Насыщенный сырный вкус	
		Цвет	Желто-белая	
		Массовая доля влаги, %	15,00±0,67	

Таблица 20 – Показатели качества сырья, используемого в составе овощных соусов

№ п.п	Наименование	Перечень показателей	Результат (при $p=0,95$)	Норма	НД
1	Вода очищенная	Привкус	Отсутствует	Отсутствует	ГОСТ 32220
		Цветность, градус	$8,00 \pm 0,80$	20,00	
		Запах, баллы - при 20°C - при 60 °C	2,00 1,00	2,00 2,00	
		Мутность, мг/дм ³	$0,48 \pm 0,55$	1,50	
		pH	$7,40 \pm 0,70$	6,00-9,00	
		Общая жёсткость, °Ж	$4,4 \pm 1,0$	7,00	
2	Свекольный порошок	Внешний вид	Мелкодисперсный порошок	Однородный порошок	Спецификация Diana Group в лице Diana Naturals SAS
		Вкус и запах	Сладковатый запах, вкус характерный для свеклы	Характерный	
		Цвет	Красный	Красный-тёмно-красный	
		Массовая доля влаги, %	$3,20 \pm 0,80$	5,00	
3	Морковный порошок	Внешний вид	Однородный порошок	В виде стружек.	Спецификация: Морковь сушеная 1-3 мм 100ing
		Вкус и запах	Характерный, морковный	Характерный	
		Цвет	Оранжевый	Оранжевый	
		Массовая доля влаги, %	$3,5 \pm 0,67$	6,00	
4	Тыквенный порошок	Внешний вид	Однородный порошок	Однородный порошок	Спецификация «Трапеза»
		Вкус и запах	Характерный, тыквенный	Характерный	
		Цвет	Оранжевый	Оранжевый и его оттенки	
		Массовая доля влаги, %	$5,5 \pm 0,46$	-	
		Вкус и запах	Выраженный томатный	Свойственный	
		Цвет	Насыщенный красный	От темно – красного до светло-оранжевого	
Массовая доля влаги, %	$6,7 \pm 1,4$	-			

Таблица 21 – Показатели качества сырья, используемого в составе ягодных соусов

№ п.п	Наименование ингредиента	Перечень показателей	Результат (при $p=0,95$)	Норма	НД
1	Порошок чёрной смородины	Внешний вид	Однородный порошок	Порошок	Спецификация ТК «Престиж»
		Вкус и запах	Характерный для чёрной смородины, кисловатый	Характерные	
		Цвет	Бордово-фиолетовый	Бордово-фиолетовый	
		Массовая доля влаги, %	12,0±1,0	18,0	
2	Черничный порошок	Внешний вид	Порошкообразный	Порошок	Спецификация «Трапеза»
		Вкус и запах	Характерный для сушеной черники.	Характерные	
		Цвет	Иссиня-чёрный	Сине-чёрный	
		Массовая доля влаги, %	11,50±1,0	-	

В таблицах 22 и 23 приведены результаты по определению физико-химических показателей и содержание биологически активных веществ в используемых овощных и ягодных порошках.

Таблица 22 – Физико-химические показатели овощных и ягодных порошков

№	Вид порошка	СВ, %	Белок, %	РВ, %	Пектиновые вещества, %		Зольность, %	Клетчатка, %
					Растворимый пектин	Протопектин		
1	Свекольный	96,8±0,80	6,2±0,98	29,0±1,00	2,8±0,5	10,0±0,70	4,0±0,32	7,0±0,25
2	Морковный	96,5±0,67	4,3±0,67	21,7±0,45	2,0±0,3	9,2±0,33	5,8±0,56	8,8±1,00
3	Тыквенный	94,5±0,46	5,8±0,33	26,3±0,80	2,5±0,4	7,4±0,44	5,2±0,48	12,0±1,20
4	Черносмородиновый	93,5±0,50	4,2±0,72	12,8±0,56	3,9±0,89	1,2±0,43	6,6±0,43	15,3±0,83
5	Черничный	93,0±1,00	3,8±0,30	11,6±1,00	2,2±0,3	1,9±0,55	2,9±0,49	10,3±0,83

Таблица 23 – Содержание биологически активных веществ в овощных и ягодных порошках

№	Вид порошка	Витамин С, мг/100 г	Суммарное содержание флавоноидов, мг/100 г	Содержание β-каротина мг/100 г
1	Свекольный	77,1±0,75	1023,8±0,5	0,4±0,50
2	Морковный	29,0±1,05	125,5±0,83	28,0±0,92
3	Тыквенный	32,0±0,80	133,0±0,40	23,2±0,95
4	Черносмородиновый	161,2±1,45	304,0±0,80	0,2±0,44
5	Черничный	195,8±0,54	233,0 ±0,43	2,59±0,80

Всё сырьё, используемое в составе сухих соусов, отвечало установленным требованиям нормативной документации и соответствовало требованиям, заявленным в технической документации.

Применяемые ягодные и овощные порошки содержат такие значимые вещества, как β-каротин, флавоноиды, витамин С, пектины. Причем наибольшее содержание указанных веществ в совокупности отмечено в тыквенном порошке (общий белок – 5,8±0,33 %; суммарное содержание флавоноидов – 133,0±0,4 мг/100 г; содержание β-каротина – 23,2±0,95 мг/100 г; пектиновые вещества – 9,9 %; витамин С – 32 мг/100 г); из ягодных – в черничном (общий белок – 3,8±0,3 %; суммарное содержание флавоноидов – 233,0±0,43 мг/100 г; содержание β-каротина – 2,59±0,8 мг/100 г; пектиновые вещества – 3,1 %; витамин С – 32 мг/100 г).

Для разработки рецептур сухих соусов и усовершенствования их технологии были использованы именно тыквенный и черничные порошки.

На первом этапе разрабатывали рецептуру сухой соусной основы при помощи метода компьютерного моделирования (метод линейного программирования).

В таблице 24 отражено содержание пищевых веществ в ингредиентах, использованных в создании основы.

Таблица 24 – Содержание питательных веществ в различных видах сырья (%), стоимость единицы сырья, пределы содержания рецептурных ингредиентов

№ п.п.	Ингредиенты	Диапазон варьирования, %	Содержание сухих веществ, %	Состав, г/100 г				Стоимость р/кг
				Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Пищевые волокна, г	
1	Мука пшеничная	10...20	93,30	12,00	1,10	70,60	0,00	60,00
2	Сухое молоко	10...30	96,80	36,15	1,50	52,60	0,00	165,00
3	Соевый белок	10...30	90,00	80,00	0,25	1,20	0,00	1800,0
4	Мальтодекстрин	3...15	95,00	0,00	0,00	99,0	0,00	169,00
5	Модифицированный крахмал	1...15	94,00	1,00	0,60	85,20	0,20	246,70
6	Пектин НЭ яблочный	1...10	95,70	0,00	0,00	30,00	65,00	1200,0
7	Дрожжевой экстракт	0,1...1,0	96,50	23,90	0,90	13,90	6,50	750,00
8	Сорбат калия	0,1...0,2	99,00	0,00				420,00

Обозначим $x_1; x_2; x_3; x_4; x_5; x_6; x_7; x_8$ – искомую массовую долю ингредиента в %.

Задачу описывали в следующем виде:

$$F(x) = \min \{60x_1 + 165x_2 + 1800x_3 + 169x_4 + 246,7x_5 + 1200x_6 + 750x_7 + 420x_8\}$$

При соблюдении следующих условий:

1. Наличие в основе не менее 95 % сухих веществ:
 $93,3x_1 + 96,8x_2 + 90x_3 + 95x_4 + 94x_5 + 95,7x_6 + 96,5x_7 + 99x_8$.

2. Наличие в основе не менее 40 % белка для удовлетворения не менее 50 % от суточной потребности (75–114 г/сутки по МР 2.3.1.0253):
 $12x_1 + 36,15x_2 + 80x_3 + 1x_5 + 23,9x_7 \geq 0,4$

3. Получение единицы продукта: $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 1$

4. Задание нижних ограничений на переменных: $x_1 > 0,1; x_2 > 0,1; x_3 > 0,1; x_4 > 0,03; x_5 > 0,03; x_6 > 0,01; x_7 > 0,001; x_8 > 0,001$

5. Задание верхних ограничений на переменных: $x_1 < 0,2; x_2 < 0,3; x_3 < 0,3; x_4 < 0,15; x_5 < 0,15; x_6 < 0,1; x_7 < 0,01; x_8 < 0,02$

Опираясь на данные программы, приведённые в приложении В, была получена следующая рецептура сухой соусной основы (табл. 25).

Таблица 25 – Рецептuru сухой соусной основы с заданными свойствами

№ п.п.	Ингредиенты	Массовая доля, %
1	Мука пшеничная высшего сорта	20,00
2	Сухое молоко	30,00
3	Соевый белок	26,00
4	Мальтодекстрин	11,00
5	Модифицированный крахмал	2,50
6	Пектин НЭ яблочный	8,50
7	Дрожжевой экстракт	1,90
6	Сорбат калия	0,10

Органолептические и физико-химические показатели полученной основы для соуса приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Качественные показатели соусной основы

№ п.п.	Показатель	Характеристика
Органолептические показатели		
1	Внешний вид	Однородный сыпучий продукт
2	Цвет	Кремово-белый
3	Вкус и запах	Характерный для введённых ингредиентов, слегка мучнистый
Физико-химические показатели		
4	Массовая доля влаги, %	4,30
5	Массовая доля продукта, проходящего через сито № 2,8, %	85,00
6	Готовность соуса к употреблению, мин	1,00

Национальный стандарт на сухие соусы в РФ отсутствует, поэтому при оценке качественных показателей соусов опирались на стандарт Республики Беларусь СТБ 990, действующий на территории стран-членов ЕАЭС [134].

Опираясь на нормы, приведённые в СТБ 990 [134], соусная основа отвечает основным требованиям по показателям качества и может служить ингредиентом для создания ассортиментного ряда готовых соусов.

Далее была проведена разработка рецептур приправных сухих соусов. Важным моментом являлось определение вида и количества вкусоароматической добавки. В таблице 27 приведены образцы рецептур приправных соусов.

Таблица 27 – Рецептуры приправных соусов

№ п.п.	Наименование ингредиента	Массовая доля, %			
		№ 1-№5	№ 6-№10	№ 11- №15	№16-№20
1	Сухая соусная основа	98,00	96,00	94,00	92,00
2	Грибная смесь	2,00	4,00	6,00	8,00
3	Горчичная смесь				
4	Карри				
5	Смесь грузинских приправ				
6	Сырный порошок				

Соусы были получены в лабораторных условиях и проанализированы по основным органолептическим и физико-химическим показателям.

В таблице 28 приведена обобщенная органолептическая оценка в баллах полученных приправных соусов.

Таблица 28 – Обобщенная органолептическая оценка приправных соусов с различным количеством вкусоароматической смеси

№ п.п.	Наименование соусов	Обобщенная органолептическая оценка, балл/ массовая доля, %			
		2,00	4,00	6,00	8,00
1	Грибные	2,8	4,2	5,0	4,9
2	Горчичные	2,7	3,7	4,5	2,9
3	Карри	2,6	3,7	4,4	3,4
4	Грузинские	2,7	3,4	4,5	4,7
5	Сырные	3,7	4,4	5,0	5,0

Ввод вкусоароматических композиций в состав сухой основы в количестве, меньшем 2,0 %, не приводил к значительным изменениям органолептических показателей, добавление смеси специй в количестве, превышающем 8,0 %, признано нежелательным, так как существенно ухудшаются органолептические характеристики. Установлено, что 6,0 % от массы других ингредиентов – это рациональная дозировка для вкусоароматических смесей.

В таблице 29 приведены физико-химические показатели полученных образцов соусов, содержащих различные количества вкусоароматических смесей (2,0...8,0 %). В приправных соусах: образцы № 1 содержали 2,0 % вкусоароматической смеси; образцы № 2–4,0 %; образцы № 3 – 6,0 %; образцы №4 – 8,0 %.

Таблица 29 – Физико-химические показатели приправных соусов

№ п.п.	Массовая доля растворимых СВ, %, не менее				Массовая доля титруемых кислот в расчете на лимонную кислоту, %				Массовая доля хлоридов, %, не более			
	№1	№2	№3	№4	№1	№2	№3	№4	№1	№2	№3	№4
Грибные	20,75	20,5	20,0	19,8	0,72	0,77	0,82	1,00	1,20	1,52	1,52	1,59
Горчичные	20,0	18,0	17,6	17,3	0,70	0,71	0,75	0,80	1,20	1,22	1,25	1,30
Карри	20,5	19,8	19,2	19,0	0,77	0,90	1,10	1,25	1,25	1,34	1,50	1,52
Грузинские	20,0	19,8	19,75	19,5	0,80	0,96	1,15	1,22	1,17	1,54	1,72	1,90
Сырные	19,9	19,7	19,0	18,6	0,75	0,85	0,97	1,20	1,15	1,17	1,20	1,21
Норма	18,0-29,0				0,60-1,50				1,20-2,00			

Отмечено, что добавление всех приправных смесей приводит к незначительному уменьшению массовой доли растворимых СВ. Добавление грибной, карри, грузинской и сырной смеси в количестве 8,0 % приводит к существенным изменениям соусов по показателю титруемая кислотность. Однако, физико-химические показатели всех соусов полностью отвечают требованиям ГОСТ 17471 [30].

На примере сырного соуса провели оптимизацию его рецептуры, используя математический симплекс-метод. К полученной соусной основе, добавляли сырный порошок (диапазон варьирования 6...14 %).

Обозначим $x_1; x_2; x_3; x_4; x_5; x_6; x_7; x_8, x_9$ – искомую массовую долю ингредиента в %. Задачу можно написать в следующем виде:

$F(x) = \min \{60x_1 + 165x_2 + 1800x_3 + 169x_4 + 246,7x_5 + 1200x_6 + 750x_7 + 420x_8 + 1400x_9\}$ при соблюдении следующих условий:

1. Наличие в основе не менее 90 % сухих веществ:
 $93,3x_1 + 96,8x_2 + 90x_3 + 95x_4 + 94x_5 + 95,7x_6 + 96,5x_7 + 99x_8 + 95x_9$.

2. Наличие в основе не менее 40 % белка для удовлетворения не менее 50 % от суточной потребности (75–114 г/сутки по МР 2.3.1.0253–21):
 $12x_1 + 36,15x_2 + 80x_3 + 1x_5 + 23,9x_7 + 22,7x_9 \geq 0,4$

3. Наличие не менее 7,5 % пищевых волокон для удовлетворения не менее 30 % от суточной потребности (20–25 г/сутки по МР 2.3.1.0253–21):
 $3,5x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0,2x_5 + 65x_6 + 6,5x_7 + 0x_8 + 1,1x_9 \geq 0,075$

4. Получение единицы продукта: $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 = 1$

5. Задание нижних ограничений на переменных: $x_1 > 0,1$; $x_2 > 0,1$; $x_3 > 0,1$; $x_4 > 0,03$; $x_5 > 0,03$; $x_6 > 0,01$; $x_7 > 0,001$; $x_8 > 0,001$; $x_9 > 0,6$

6. Задание верхних ограничений на переменных: $x_1 < 0,2$; $x_2 < 0,3$; $x_3 < 0,3$; $x_4 < 0,15$; $x_5 < 0,15$; $x_6 < 0,1$; $x_7 < 0,01$; $x_8 < 0,02$; $x_9 < 0,14$

Результат расчета приведены в приложении В. Рекомендуемая рецептура сырного соуса представлена в таблице 30.

Таблица 30 – Рекомендуемая рецептура сырного соуса

№ п.п.	Ингредиенты	Массовая доля, %
1	Мука пшеничная высшего сорта	20,00
2	Сухое молоко	30,00
3	Соевый белок	26,00
4	Мальтодекстрин	11,00
5	Модифицированный крахмал	1,00
6	Пектин НЭ яблочный	4,90
7	Дрожжевой экстракт	1,00
8	Сорбат калия	0,10
9	Порошок сырный	6,00

Следующим этапом была разработка рецептов овощных и ягодных соусов. Основу соуса оставили прежней. Ключевым моментом данного этапа являлось определение вида и массовых долей овощных (свекольный, морковный, тыквенный) и ягодных (черной смородины, черники) порошков.

В таблице 31 приведены образцы рецептов овощных и ягодных соусов.

Таблица 31 – Рецептуры овощных и ягодных соусов

№ п.п.	Наименование ингредиента	Массовая доля, %			
		№ 1-№5	№ 6-№10	№ 11-№15	№16-№20
1	Сухая соусная основа	90,00	85,00	75,00	70,00
2	Свекольный порошок	10,00	15,00	25,00	30,00
3	Морковный порошок				
4	Тыквенный порошок				
5	Черносмородиновый порошок				
6	Черничный порошок				

Соусы были получены в лабораторных условиях и проанализированы по основным органолептическим и физико-химическим показателям.

В таблице 32 приведены обобщённые органолептические оценки соусов с добавлением овощных и ягодных порошков в различных количествах.

Таблица 32 – Обобщенная органолептическая оценка соусов с различным количеством овощных и ягодных порошков

№ п.п.	Наименование соусов	Обобщенная органолептическая оценка, балл/ массовая доля, %			
		10,00	15,00	25,00	30,00
1	Свекольные	2,6	3,4	5,0	4,9
2	Морковные	2,7	4,8	4,9	3,9
3	Тыквенные	3,6	4,9	5,0	4,8
4	Черносмородиновые	2,6	5,0	4,3	4,0
5	Черничные	3,6	5,0	4,8	4,8

Исходя из данных таблицы 32, установлено, что рациональное количество свекольного, морковного, тыквенного и черносмородинового – 25,0 %; черносмородинового и черничного порошка – 15,0 %. Овощные и ягодные порошки в большей степени оказывали влияние на цвет, вкус и запах соусов, нежели на консистенцию.

Результаты определения физико-химических показателей полученных сухих овощных и ягодных соусов представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Физико-химические показатели овощных и ягодных соусов

№ п.п.	Массовая доля растворимых СВ, %, не менее				Массовая доля титруемых кислот в расчете на лимонную кислоту, %				Массовая доля хлоридов, %, не более			
	№1*	№2*	№3*	№4*	№1*	№2*	№3*	№4*	№1*	№2*	№3*	№4*
Свекольные	21,75	21,50	21,40	20,7	0,90	1,10	1,35	1,64	1,30	1,32	1,32	1,39
Морковные	21,00	20,50	19,60	18,40	0,95	1,20	1,34	1,48	1,20	1,22	1,25	1,27
Тыквенные	20,0	20,0	19,2	19,16	0,88	0,93	1,10	1,12	1,34	1,38	1,42	1,45
Черносмородиновые	20,0	19,8	19,75	19,72	0,90	1,10	1,26	1,52	1,37	1,44	1,50	1,52
Черничный	21,00	19,54	19,63	19,68	0,98	1,05	1,27	1,48	1,15	1,15	1,17	1,20
Свекольные	21,75	21,5	21,4	20,76	0,90	1,10	1,35	1,64	1,30	1,32	1,32	1,39
Норма	18,0-29,0				0,60-1,50				1,20-2,00			

*В овощных и ягодных соусах: образцы № 1 содержали 10,0 % соответствующего ягодного или овощного порошка; образцы № 2 – 15,0 %; образцы № 3 – 25,0 %, образцы № 4 – 30,0 %

Отмечено существенное увеличение величины титруемой кислотности: соусы со свекольным и черносмородиновым порошками в количестве 30,0 % не отвечают нормативным требованиям ГОСТ 17471 [30]. Поэтому рациональным количеством ввода овощных и ягодных порошков было признано 15,0–25,0 %.

Наилучшими органолептическими и физико-химическими показателями обладали тыквенный (содержание тыквенного порошка 25,0 %) и черничный соус (содержание черничного порошка 15,0 %).

Для получения соусов с заданными свойствами провели оптимизацию их рецептуры, используя математический симплекс-метод. В таблице 35 приведены данные по содержанию основных и биологически активных веществ в составе тыквенного соуса.

Были заданы следующие условия: наличие в основе не менее 90 % сухих веществ; не менее 40 % белка; не менее 7,5 % пищевых волокон. Результат приведён в приложении В. Исходя из данных программы, была получена следующая рецептура тыквенного соуса (табл. 34).

Таблица 34 – Рецептура тыквенного соуса с заданными свойствами

№ п.п.	Ингредиенты	Массовая доля, %
1	Мука пшеничная высшего сорта	10,00
2	Сухое молоко	26,89
3	Соевый белок	29,11
4	Мальтодекстрин	3,00
5	Модифицированный крахмал	1,00
6	Пектин НЭ яблочный	4,80
7	Дрожжевой экстракт	0,10
8	Сорбат калия	0,10
9	Тыквенный порошок	25,00

Таблица 35 – Содержание пищевых веществ и диапазоны варьирования ингредиентами в составе тыквенного соуса

№ п.п.	Ингредиенты	Диапазон варьирования, %	Содержание сухих веществ, %	Макронутриентный состав, г/100 г				Содержание витамина С, мг/100 г	Содержание флавоноидов, мг/100 г	Содержание β-каротина мг/100 г	Содержание пектиновых веществ, %	Стоимость, р/кг
				Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Пищевые волокна, г					
1	Мука пшеничная высшего сорта	10...20	93,30	13,10	1,10	72,10	3,50	-	-	-	-	60,00
2	Сухое молоко	10...30	96,80	33,15	1,50	52,60	0,00	-	-	-	-	165,00
3	Соевый белок	10...30	90,00	80,00	0,25	1,20	0,00	-	-	-	-	1800,00
4	Мальтодекстрин	3...15	95,00	0,00	0,00	94,75	0,00	-	-	-	-	169,00
5	Модифицированный крахмал	1...15	94,00	1,00	0,60	85,20	0,20	-	-	-	-	246,70
6	Пектин НЭ яблочный	1...10	95,70	0,00	0,00	30,00	65,00	-	-	-	62,00	1200,00
7	Дрожжевой экстракт	0,1...1,0	96,50	23,90	0,90	13,90	6,50	-	-	-	-	750,00
8	Сорбат калия	0,1...0,2	99,00	0,00				-	-	-	-	420,00
9	Тыквенный порошок	6...30	94,5	5,8	2,2	88,5	10,10	32,0	133,0	23,2	8,5	2000,00

Аналогичным образом была оптимизирована рецептура черничного соуса при соблюдении следующих условий (в табл. 37 приведена информация по содержанию основных питательных веществ, диапазоны варьирования ингредиентов):

1. Наличие в основе не менее 40 % белка для удовлетворения не менее 50 % от суточной потребности (75–114 г/сутки по МР 2.3.1.0253):

$$12x_1 + 36,15x_2 + 80x_3 + 1x_5 + 23,9x_7 + 4,2x_9 \geq 0,4$$

2. Наличие не менее 7,5 % пищевых волокон для удовлетворения не менее 30 % от суточной потребности (20–25 г/сутки по МР 2.3.1.0253):

$$0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0,2x_5 + 65x_6 + 6,5x_7 + 15,3x_9 \geq 0,075$$

3. Наличие не менее 12 мг флавоноидов в 100 г продукта:

$$0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 233x_9 \geq 0,12$$

4. Содержание в основе не менее 8 мг витамина С на 100 г продукта: $0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 195x_9$

5. Получение единицы продукта: $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 = 1$

6. Задание нижних ограничений на переменных $x_1 > 0,1$; $x_2 > 0,1$; $x_3 > 0,1$; $x_4 > 0,03$; $x_5 > 0,03$; $x_6 > 0,01$; $x_7 > 0,001$; $x_8 > 0,001$; $x_9 > 0,6$

7. Задание верхних ограничений на переменных: $x_1 < 0,2$; $x_2 < 0,3$; $x_3 < 0,3$; $x_4 < 0,15$; $x_5 < 0,15$; $x_6 < 0,1$; $x_7 < 0,01$; $x_8 < 0,02$; $x_9 < 0,14$

В таблице 36 представлена рецептура черничного соуса с заданными свойствами.

Таблица 36 – Рецептура черничного соуса

№ п.п.	Ингредиенты	Массовая доля, %
1	Мука пшеничная высшего сорта	12,24
2	Сухое молоко	30,00
3	Соевый белок	29,79
4	Мальтодекстрин	3,00
5	Модифицированный крахмал	1,00
6	Пектин НЭ яблочный	9,91
7	Дрожжевой экстракт	0,10
8	Сорбат калия	0,10
9	Черничный порошок	13,85

Таблица 37 – Содержание питательных веществ и рецептурных ингредиентов в черничном соусе

№ п. п.	Ингредиенты	Диапазон варьирования, %	СВ, %	Макронутриентный состав, г/100 г				Содержание витамина С, мг/100 г	Содержание флавоноидов, мг/100 г	Содержание β-каротина мг/100 г	Содержание пектиновых веществ, %	Стоимость р/кг	
				Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Пищевые волокна, г						
1	Мука пшеничная	10...20	93,30	13,10	1,10	72,10	3,50	-	-	-	-	60,00	
2	Сухое молоко	10...30	96,80	33,15	1,50	52,60	0,00	-	-	-	-	165,00	
3	Соевый белок	10...30	90,00	80,00	0,25	1,20	0,00	-	-	-	-	1800,00	
4	Мальтодекстрин	3...15	95,00	0,00	0,00	94,75	0,00	-	-	-	-	169,00	
5	Модифицированный крахмал	1...15	94,00	1,00	0,60	85,20	0,20	-	-	-	-	246,70	
6	Пектин НЭ яблочный	1...10	95,70	0,00	0,00	30,00	65,00	-	-	-	84,00	1200,00	
7	Дрожжевой экстракт	0,1...1,0	96,50	23,90	0,90	13,90	6,50	-	-	-	-	750,00	
8	Сорбат калия	0,1...0,2	99,00	0,00				-	-	-	-	-	420,00
9	Черничный порошок	6...30	88,0	4,20	2,00	31,70	15,30	195,0	233,0	2,59	2,9	530,00	

В полученных тыквенных, черничных и сырных соусах с пектином анализировали показатели качества и показатели микробиологической безопасности.

3.7 Определение показателей качества и микробиологической безопасности полученных соусов

Сырный, тыквенный и черничный соус приводили в готовый для употребления вид посредством растворения в воде (соотношение 1:4), после чего в них определяли основные показатели качества и безопасности.

Органолептические показатели полученных соусов в баллах приведены на профилограммах (рис. 30).



Рисунок 30 – Профилограммы сухих соусов

Данные по определению физико-химических показателей и показателей микробиологической безопасности приведены в таблице 38.

Таблица 38 – Показатели качества и безопасности сухих соусов

Показатель	Образец/характеристика		
	Сырный	Тыквенный	Черничный
Массовая доля влаги, %	10,00	12,00	12,44
Массовая доля посторонних минеральных примесей, %	отсутствуют		
Готовность соуса к употреблению, мин	1,0		
Посторонние примеси и зараженность вредителями хлебных запасов	отсутствуют		
КМАФАнМ, КОЕ/г	98	81	120

Показатель	Образец/характеристика		
	Сырный	Тыквенный	Черничный
БГКП в 0,1 г	Не обнаружены		
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г	Не обнаружены		
Дрожжи, КОЕ/г	14	28	16
Плесени, КОЕ/г	8	7	23

Определено, что каждый соус имеет свои отличительные органолептические характеристики, сформированные за счёт внесения приправ, овощных и ягодных порошков. Средняя органолептическая оценка сырного соуса 4,96; тыквенного соуса – 4,88; черничного соуса – 4,90.

Полученные соусы отвечают требованиям СТБ 990 [134]. по органолептическим и физико-химическим показателям качества.

Показатели микробиологической безопасности соответствуют нормативам, приведённым в ТР ТС 021/2011 [138].

3.8 Пищевая и энергетическая ценность сухих соусов с полученным пектином

В рамках настоящей работы была рассчитана пищевая и энергетическая ценность полученных сухих соусов. Результаты приведены на рисунках 31–33.

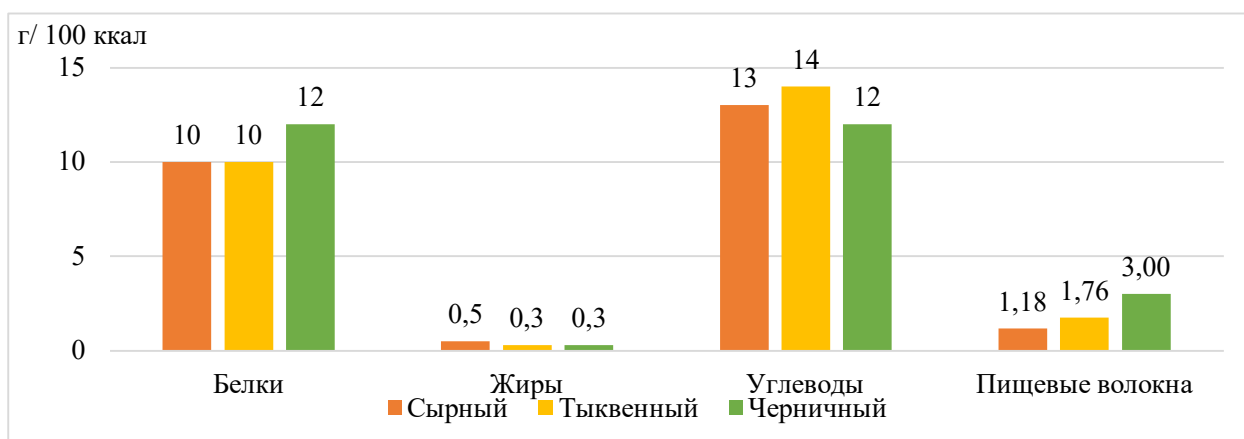


Рисунок 31 – Макронутриентный состав сухих соусов с НЭ яблочным пектином

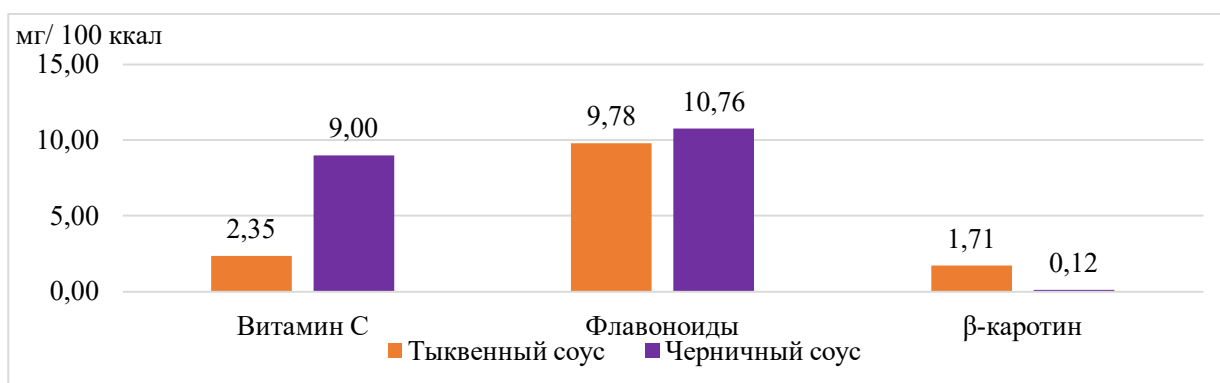


Рисунок 32 – Содержание биологически активных веществ в сухих соусах с НЭ яблочным пектином

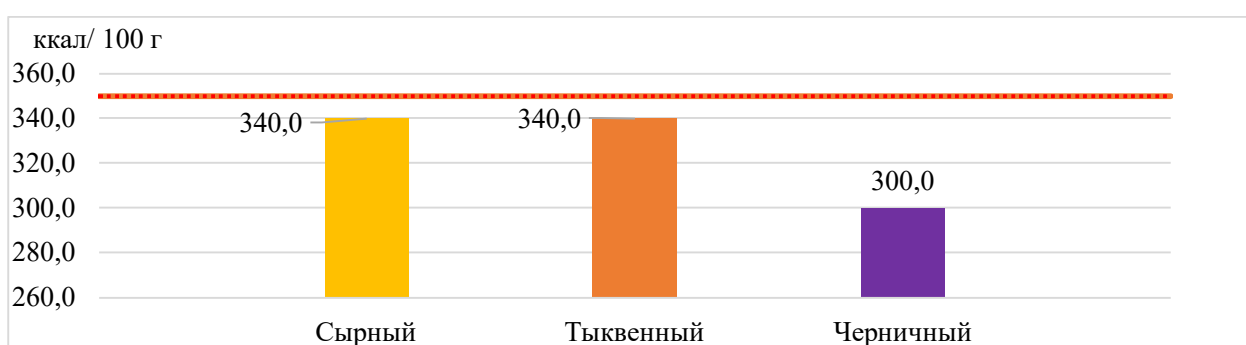


Рисунок 33 – Энергетическая ценность сухих соусов

В полученных сухих соусах было определено содержание основных макро- и микроэлементов при помощи атомно-абсорбционного спектрометра с пламенной и электротермической атомизацией (протоколы испытаний приведены в приложении Г). Результаты отражают рисунки 34 и 35.

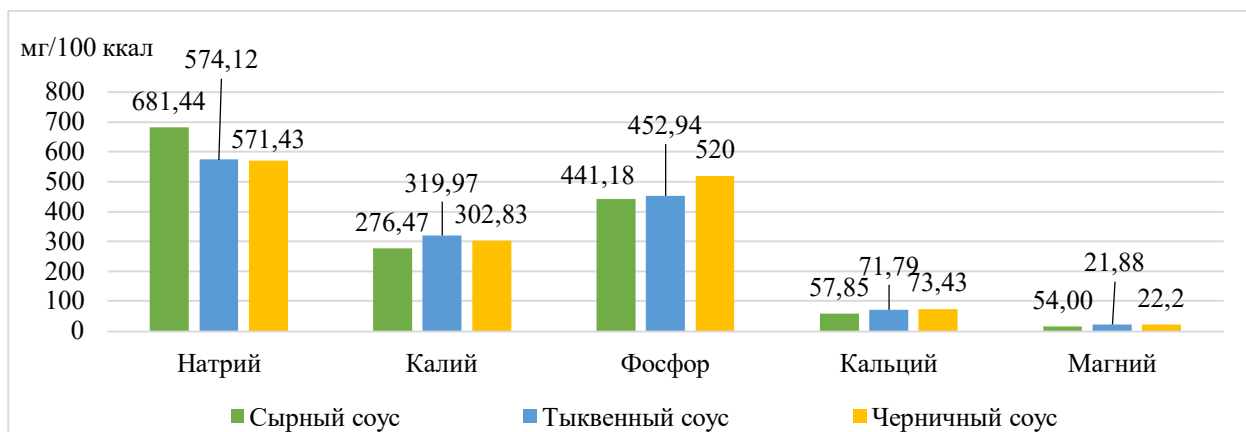


Рисунок 34 – Содержание макроэлементов в сухих соусах

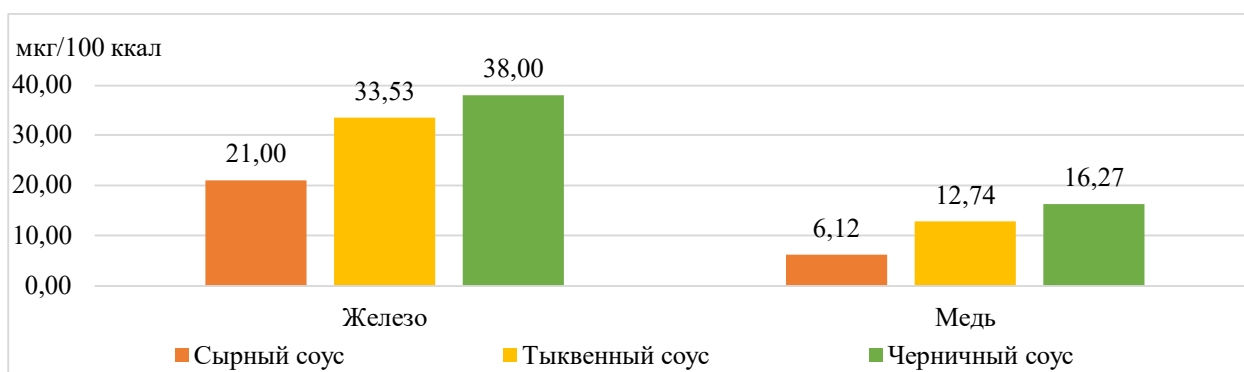


Рисунок 35 – Содержание микроэлементов в сухих соусах

Исходя из норм МР 2.3.1.0253 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» и правилами указания пищевой и энергетической ценности, приведёнными в приложении 5 ТР ТС 022/2011, установлено, что полученные сухие соусы с использованием НЭ яблочного пектина являются обогащёнными продуктами функционального назначения [105, 139].

Сырный соус является продуктом с высоким содержанием белка (41 % от энергетической ценности соуса обеспечивается белком), с низким содержанием жира (0,5 г/100 ккал), с высоким содержанием фосфора (63 % от суточной потребности в 100 ккал).

Тыквенный соус характеризуется высоким содержанием белка (41 % от энергетической ценности соуса приходится на белок), низким содержанием жира (0,3 г/100 ккал), высоким содержанием β-каротина (34,2 % от суточной потребности в 100 ккал сухого соуса), является источником пищевых волокон (1,76 г/100 ккал), обогащён флавоноидами и имеет высокое содержание фосфора (64,7 % от суточной потребности в 100 ккал).

Черничный соус – продукт с высоким содержанием белка (48 % белка от энергетической ценности продукта), пищевых волокон (3 г/100 ккал), с низким содержанием жира (0,3 г/100 ккал), с высоким содержанием фосфора (74,3% от суточной потребности в 100 ккал), обогащён флавоноидами.

ГЛАВА 4 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУХИХ СОУСОВ И ЕЁ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Технологическая линия производства сухих соусов сводится к максимальному обезвоживанию ингредиентов, входящих в их состав с последующим добавлением различных пищевых добавок.

Возможно использование сухого сырья. В этом случае линия комплектуется только дозирующими устройствами, транспортным и упаковочным оборудованием.

4.1 Характеристика сырья, используемого в составе сухих соусов

Мука пшеничная высшего сорта холодного набухания – ингредиент, выступающий в качестве загустителя, участвует в формировании реологии и вкусоароматических свойств сухого соуса.

Молоко сухое обезжиренное – основа сухого соуса, формирует органолептические и структурно-механические свойства.

Соевый белок используется в качестве загустителя, а также в качестве пищевого ингредиента, повышающего пищевую ценность соуса.

Мальтодекстрин является подсластителем и загустителем.

Модифицированный крахмал СН40 (Е1422) применяется в качестве загустителя и составного ингредиента структурообразующей композиции.

Низкоэтерифицированный яблочный пектин, полученный ферментативным путём, как разработано в экспериментальной части, используются в составе соуса в качестве составного ингредиента структурообразующей композиции и физиологически значимой пищевой добавки.

Дрожжевой экстракт – натуральный пищевой ингредиент, выступающий в качестве усилителя вкуса и аромата.

Сырный порошок используется в качестве ингредиента, формирующего вкус, цвет и аромат.

Тыквенный и черничный порошки – ингредиенты, формирующие сенсорные профили соусов и выступающие в качестве обогащающей добавки (содержат β -каротин, витамин С, флавоноиды, пектиновые вещества).

4.2 Описание усовершенствованной технологии сухих соусов с использованием НЭ яблочного пектина и модифицированного крахмала

Основные этапы производства сухих соусов отражены на процессуальной схеме, представленной в приложении Д. Машинно-аппаратурная схема приведена в приложении Е. Утверждённый проект технических условий и технологической инструкции представлены в приложениях И и К.

Сыпучие сухие ингредиенты дозируются в сборники и бункеры для промежуточного хранения. Пшеничная мука холодного набухания помещается в силос 1. Сухое молоко – в бункер 3, соевый белок и мальтодекстрин – в бункеры-дозаторы 5 и 7. НЭ яблочный пектин, модифицированный крахмал, дрожжевой экстракт и сорбат калия помещают в контейнеры 11, 13, 15 и 17 соответственно.

Мука пшеничная, сухое молоко, соевый белок и мальтодекстрин при помощи вакуумного транспорта (вакуумные насосы-дозаторы 2,4,6 и 8) подаются по очереди порционно в смеситель с вертикальной мешалкой 9, где происходит формирование однородной сухой смеси.

Далее вносят вспомогательные ингредиенты, НЭ яблочный пектин, модифицированный крахмал, дрожжевой экстракт и сорбат калия вакуумными насосами-дозаторами 12, 14, 16 и 18 в смеситель 19. В образовавшуюся однородную сухую массу вносят сухую смесь из смесителя 9 при помощи насоса-дозатора 10. Получают сухую соусную основу.

Сухую соусную основу подают при помощи насоса-дозатора 20 в расходный бункер-дозатор 21. В дозаторах 23, 25 и 27 находятся

вкусоароматические ингредиенты (тыквенный, черничный и сырный порошки) в требуемом количестве.

Рецептурное количество сухой соусной основы порционно при помощи насоса-дозатора 22 перемещают в бункеры-смесители 29, 31 и 33. В бункер-смеситель 29 насосом-дозатором 24 перемещается тыквенный порошок, в бункер-смеситель 31 при помощи насоса 20 поступает черничный порошок, в бункер-смеситель 33 насосом 28 передают сырный порошок. В бункерах-смесителях 29, 31 и 33 осуществляется приготовления тыквенного, черничного или сырного сухих соусов посредством смешивания сухой соусной основы с овощным, ягодным или приправным порошками. Далее сухие соусы из соответствующих бункеров-смесителей (29, 31 и 33) подают насосами 30, 32 и 34 в дозаторы 35, 36 и 37, откуда они поочередно передаются на ленточный транспортёр 38. Далее соусы фасуют в полимерные пакеты массой 1 кг в фасовочно-упаковочном аппарате 39. Полученный соусы передают на склад для хранения готового продукта.

4.3 Расчёт экономической эффективности ферментативной технологии получения яблочного НЭ пектина

Технико-экономическая норма производительности – 1,0 т/сут. Фонд рабочего времени – 255 дней; объем производства – 255,0 т яблочного НЭ пектина в год. В таблице 39 приведены основные технико-экономические показатели производства пектина. Расчёты, на основании которых получены данные показатели, приведены в приложении Ж.

Таблица 39 – Основные технико-экономические показатели производства

№ п.п.	Показатели	Единица измерения	Значение
1	Ежегодный выпуск товарной продукции:		
	- в натуральном выражении	т	255,00
	- в стоимостном выражении	тыс. руб.	1 026 797,62
2	Полная себестоимость продукции	тыс. руб.	892 867,49
3	Прибыль предприятия	тыс. руб.	133 930,13

Продолжение таблицы 39

4	Рентабельность продукции	%	15
5	Затраты на 1 руб. товарной продукции	коп.	87
6	Розничная цена 1 упаковки продукта весом 1 кг	руб.	3 020,00
7	Численность работающих в цехе	чел.	10
8	Средняя месячная заработная плата 1 рабочего	руб.	44 785,00
9	Производительность труда: - в натуральном выражении; - в стоимостном выражении	т/чел. тыс. руб./чел.	25,50 89 286,75

Предложенная ферментативная технология получения пектина позволяет получать продукт из вторичного растительного сырья без использования агрессивных химических веществ. При установленном уровне рентабельности (15 %) при производстве 255,00 т ежегодная прибыль составила 1 026 797, 62 тыс. рублей,

Яблочный НЭ пектин на данный момент предлагают только две импортные компании (Cargill France S.A.S. и Andre Pectin) Розничная цена данного пектина, полученного по технологии кислотного гидролиза, варьируется у различных дистрибьютеров от 2700,00 до 4200,00 руб. за кг. Следовательно, розничная стоимость полученного пектина (3020,00 руб. за кг) несколько отличается от аналогов на рынке.

4.4 Расчёт экономической эффективности технологии сухих соусов с НЭ яблочным пектином

Технико-экономическая норма производительности – 0,5 т/сут (каждого вида соуса), 1,5 т/сут – сухого соуса (общее количество);

Фонд рабочего времени – 219 дней; объем производства – 109,5 т соуса (каждого вида) в год. Общий объем производства – 328,5 т соуса в год.

При производстве соуса отходы (О) – 0,50 %; потери (П) – 0,48 %. Годовой фонд рабочего времени: номинальный фонд рабочего времени – 250 дней; эффективный фонд рабочего времени – 219 день.

Расчёты, на основании экономических показатели, приведены в приложении 3. В конечном счёте были получены следующие технико-экономические показатели производства сухих соусов (табл. 40).

Таблица 40 – Основные технико-экономические показатели производства

№ п.п.	Показатели	Единица измерения	Значение
1	Ежегодный выпуск товарной продукции:		
	- в натуральном выражении	т	328,5
	- в стоимостном выражении	тыс. руб.	375 347,22
2	Полная себестоимость продукции	тыс. руб.	323 344,39
3	Прибыль предприятия	тыс. руб.	52 002,83
4	Рентабельность продукции	%	15
5	Затраты на 1 руб. товарной продукции	коп.	87
6	Розничная цена 1 упаковки продукта весом 1 кг	руб.	1 713,91
7	Численность работающих в цехе	чел.	14
8	Средняя месячная заработная плата 1 рабочего	руб.	44 200,00
9	Производительность труда:		
	- в натуральном выражении;	т/чел.	23,46
	- в стоимостном выражении	тыс. руб./чел.	26 810,52

Установлено, что при годовом объёме производства сухих соусов 328,5 т, рентабельности производства 15 %, розничной цене 1 кг сухого соуса 1714 рублей, ежегодная прибыль предприятия 52 002 830 рублей.

Розничная цена аналогов сухих соусов, реализующихся на рынке (KNORR, «Трапеза», «ОМЕГА»), варьирует от 1300 до 2800 руб. за 0,5 кг. В своём составе данные сухие соусы содержат в качестве структурообразователей крахмалы (гороховый, кукурузный, картофельный) и ксантановую камедь. Соответственно, розничная цена новых сухих соусов, содержащих пектин, овощные и ягодные порошки за 1 кг на 45...70 % дешевле аналогов за счёт оптимизации рецептуры и использовании отечественного сырья. Полученные результаты доказывают экономическую эффективность усовершенствованной технологии соусов с использованием пектина.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что апельсиновый жмых и яблочные выжимки отличаются более высоким содержанием редуцирующих веществ (в 2,1 и 1,5 раза соответственно) и значением общей кислотности (в пересчете на лимонную кислоту) (в 1,8 и 1,3 раза соответственно) по сравнению с черничной мезгой, которая является бесспорным лидером по содержанию витамина С ($335,90 \pm 1,44$ мг/100 г) и белка ($0,35 \pm 0,05$ г/ 100 г). В составе яблочных выжимок выявлены значительные количества клетчатки ($28,00 \pm 1,30$ г/100 г) относительно апельсинового жмыха и черничной мезги, содержание которой в их составе находится примерно на одном уровне ($16,00 \pm 0,80$ г/ 100 г и $17,60 \pm 1,0$ г/ 100 г соответственно). Низкое содержание клетчатки в апельсиновом жмыхе и результаты анализа литературных данных, свидетельствующих в пользу высокого содержания пектина в нём, обуславливают благоприятный прогноз на эффективное применение ферментных препаратов для наиболее полного извлечения пектиновых веществ.

2. На основании теоретического анализа ассортимента и характеристик современных комплексных ФП пектолитического действия был выбран ФП Lallzyme Beta™. Установлены его активности (ПгС – $3412,00 \pm 22,00$ ед/г; ПэС – $1220,00 \pm 19,67$ ед/г; Пектин-лС – $180,60 \pm 5,00$ ед/г; ЦлС – $1104,00 \pm 11,00$ ед/г), доказывающие целесообразность его использования для выделения пектинов ферментативным путём.

3. Определены рациональные параметры ферментативного гидролиза апельсинового, яблочного и черничного вторичного сырья, обеспечивающие максимальный выход пектинов и положенные в основу представленной усовершенствованной технологии ферментативного способа выделения пектинов с использованием Lallzyme Beta™: дозировка ФП 0,037 % к массе сырья; рН=4,4; t=23° С, продолжительность – 2,5 ч: выход апельсинового, яблочного, черничного пектинов составил – 4,02 %, 4,61 %, 0,71 % от массы абсолютно сухого сырья соответственно. Определено, что ферментативная обработка коммерческим комплексным пектолитическим ФП Lallzyme

Beta™ позволила увеличить выход апельсинового пектина на 35,8 %, яблочного – на 21,3 %, черничного – на 24,6 % по сравнению с кислотным гидролизом 1,5 % раствором HCl. Выявлено влияние продолжительности гидролиза на СЭ пектинов. Показано, что длительность ферментативной обработки не оказывает существенного влияния на степень этерификации апельсинового и черничного пектинов. В то время как проведение гидролиза в течение 2–4 ч обеспечивает получение ВЭ яблочного пектина, 8–10 ч – НЭ яблочного пектина. По органолептическим и физико-химическим показателям выделенные пектины соответствуют ГОСТ 29186; микробиологические показатели безопасности отвечают требованиям ТР ТС 021/ 2011. Показано, что полученные пектины содержат сопутствующие углеводы сахарозу и мальтозу.

4. Проведена сравнительная характеристика структурообразующих свойств выделенных пектинов (ВЭ апельсинового, яблочного, черничного, НЭ яблочного) и коммерческих пищевых структурообразователей (нативный и модифицированный крахмал, гуаровая, ксантановая и рожковая камедь) по совокупности оцениваемых показателей: органолептических и показателю динамической вязкости соусной основы. Показано, что наилучшими структурообразующими свойствами в составе соусной основы обладает НЭ яблочный пектин в количестве 10,0 %. Разработаны композиции указанных гидроколлоидов; определено, что наилучшей является смесь МК и НЭП в соотношении 1:4 в количестве 5,0 % от массы всех ингредиентов. Величина динамической вязкости данной смеси превосходит монодобавки: на 68,0 % НЭП, на 75,0 % МК, добавленных в количестве 10,0 %.

5. Разработаны рецептуры сухой соусной основы и сухих соусов (сырного, карри, грибного, свекольного, тыквенного, морковного, черносмородинового, черничного) с применением яблочного НЭ пектина. По результатам органолептической оценки выделены три варианта соусов (сырный, тыквенный и черничный), рецептуры которых оптимизированы методом линейного программирования. Определены рациональные массовые доли вкусоароматических добавок: сырного порошка 6,0 %; тыквенного – 25,0 %, черничного – 13,85 % от массы всех ингредиентов. Разработанные

модификации соусов (сырный, черничный и тыквенный), характеризующиеся высоким содержанием белка (более 30 % от энергетической ценности соусов), низким содержанием жиров (менее 0,5 г/100 ккал), высоким содержанием фосфора (свыше 30 % от суточной потребности в 100 ккал). Показано, что тыквенный соус является источником пищевых волокон (1,76 г/100 ккал), имеет высокое содержание β -каротина (34,2 % от суточной потребности в 100 ккал); отличительным признаком черничного соуса является высокое содержание пищевых волокон (3 г/100 ккал).

6. Усовершенствована технология сухих соусов за счет использования в их составе НЭ яблочного пектина, полученного биотехнологическим способом. Разработаны машинно-аппаратурная схема, проект технических условий и технологическая инструкция по промышленному получению указанных соусов. Предложенные технологические решения прошли апробацию на предприятии ООО «Агама Истра». Розничная цена 1 кг разработанных сухих соусов, отличающихся от аналогов содержанием добавок с функциональными свойствами – пектина, овощных и ягодных порошков, на 45–70 % дешевле за счёт использования отечественных рецептурных ингредиентов и оптимизации рецептуры.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

HoReCa – аббревиатура Hotel (отель), Restaurant (ресторан) и Catering (кейтеринг);

CAGR – совокупный годовой темп роста в экономике, выраженный в %;

НЭ – низкоэтерифицированный пектин;

ВЭ – высокоэтерифицированный пектин;

СЭ – степень этерификации пектина;

КОЕ – колонии образующие единицы;

КМАФАНМ – количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов;

БГКП – бактерии группы кишечной палочки;

СВ – сухие вещества;

РВ – редуцирующие вещества;

ФП – ферментный препарат.

ПгС – полигалактуронозная активность;

ПэС – пектинэстеразная активность;

Пектин-лС – пектинлиазная активность,

ЦлС – целлюлазная активность;

РМ – рамногалактуроказы;

β-ГЛ – β-глюканаза;

АР – арабиназы.

КГ – карбоксильные группы;

НЭП – низкоэтерифицированный пектин;

МК – модифицированный крахмал;

ГК – гуаровая камедь;

КК – ксантановая камедь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянова, Е. В. Пектин: методы выделения и свойства: методические рекомендации к выполнению лабораторных работ для студентов направлений подготовки 19.03.01 «Биотехнология», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», магистрантов направления подготовки 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья» / Е. В. Аверьянова, М. Н. Школьникова. Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2015. – 42 с.
2. Аджихметова, С. Л. Изучение реологических свойств растворов пектиновых веществ, полученных из растительного сырья / С. Л. Аджихметова, Л. П. Мыкоц, Н. Н. Степанова, Н. М. Червонная // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2020. – Т. 22. – № 6. – С. 88–92.
3. Альмова, И. Х. Опыт применения пектина при заболеваниях, связанных с вредными факторами производства / И. Х. Альмова, А. С. Берикетов, А. М. Инарокова, Ж. Х. Сабанчиева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 5–2. – С. 62–65.
4. Анализ рынка кетчупа и томатных соусов в России в 2016–2020 гг, оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025 гг. // BusinessStat: готовые обзоры рынков / БизнесСтат. – [Москва], 2014–2021. – URL: https://businessstat.ru/images/demo/ketchup_and_tomato_sauces_russia_demo_businessstat.pdf (дата обращения: 10.05.2021).
5. Анализ рынка кетчупа и томатных соусов в странах СНГ // Отраслевой специализированный каталог Food Canning Industry / Консервный бизнес. Трейд Технолоджи. – [Москва], 2000–2022. – URL: <http://surl.li/bdczi> (дата обращения: 13.12.2021).
6. Аналитический обзор. Российский рынок пищевых ингредиентов: внешнеторговый баланс по итогам 2018 года // Бизнес пищевых ингредиентов online / Портал «Бизнес пищевых ингредиентов online». – [Черноголовка], 2022. – URL: <http://www.bfi-online.ru/index.html?kk=ac2eec1df6&msg=7842> (дата обращения: 13.12.2021).

7. Атаханов, Ш. Г. Разработка технологии полуфабрикатов овощных и фруктовых соусов-паст для предприятий общественного питания / Ш. Г. Атаханов и др. // *Universum: Технические науки*. – 2019. – № 6 (63). – С. 67–70.
8. Ашинова, А. А. Антиоксидантные свойства разных пектиносодержащих растворов / А. А. Ашинова // *Вестник ВГУИТ*. – 2018. – Т. 80. – № 4. – С. 199–202.
9. Барышева, И. Н. Разработка рецептур сухих композиций для томатных соусов // И. Н. Барышева // *Сборник статей по материалам III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции»*, Краснодар, 2017. – Издательство: Кубанский государственный аграрный университет. – С. 755–763.
10. Беспалова, В. В. Кухни народов мира. Лабораторный практикум: учебное пособие / В. В. Беспалова. - Мурманск: МГТУ, 2017. – 96 с.
11. Бурова, Т. Е. Расширение ассортимента загустителей для соусов, пригодных для замораживания / Т. Е. Бурова // *Прочие технологии*. – 2015. – № 1. – С. 18–20.
12. Бутова, С. Н. Биохимические основы биологически активных веществ растительного сырья и отходов его переработки. Часть 3. Пектин. Метод. указания к выполнению лабораторных работ / С. Н. Бутова и др. – М. : Издательский комплекс МГУПП, 2007. – 28 с.
13. Бутова, С. Н. Инновационная технология производства пектина в России / С. Н. Бутова, Д. В. Гаврилова, Ю. В. Махова // *Вестник Российской академии естественных наук*. – 2012. – № 3. – С. 43–46.
14. Вакуленко, О. В. Современные тенденции создания специализированных пищевых соусов / О. В. Вакуленко, Е. В. Челябинов, М. Р. Тугуз, С. А. Ильинова // *Новые технологии*. – 2011. – № 3. – С. 15–22.
15. Ваншин, В. В. Технология пищевого концентрата производства: учебное пособие / В. В. Ваншин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский

государственный университет, 2012. – 180 с.

16. Васильева, И. В. Технология продукции общественного питания : учебник и практикум для СПО / И. В. Васильева, Е. Н. Мясникова, А. С. Безряднова. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 414 с.

17. Гаврилова, Д. В. Разработка и товароведная оценка майонеза и майонезных соусов для здорового питания с пектином : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Гаврилова Дарья Викторовна. – М., 2014. – 147 с.

18. Гид-обзор на майонезы и майонезные соусы // Федеральный центр развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России АгроЭкспорт / Федеральный проект “Экспорт продукции АПК”. – [Москва]. – URL: <http://surl.li/bixfu> (дата обращения: 20.12.2021).

19. Голыбин, В. А. Технология крахмала, крахмалопродуктов и глюкознофруктозных сиропов : учебное пособие / В. А. Голыбин, А. А. Ефремов; науч. ред. В. А. Голыбин. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. – 140 с.

20. ГОСТ 10444.12–2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов: дата введения 2015-07-01. – М. : Стандартиформ, 2014. – 14 с.

21. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов: дата введения 1996-01-01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 7 с.

22. ГОСТ 12575–2001. Методы определения редуцирующих веществ: дата введения 2003-01-01. – М. : Стандартиформ, 2012. – 14 с.

23. ГОСТ 15113.1–77. Концентраты пищевые. Методы определения качества упаковки, массы нетто, объемной массы, массовой доли отдельных компонентов, размера отдельных видов продукта и крупности помола: дата введения 1979-01-01. – М. : Стандартиформ, 2011. – 4 с.

24. ГОСТ 15113.2–77. Концентраты пищевые. Методы определения

примесей и зараженности вредителями хлебных запасов: дата введения 1979-01-01. – М. : Стандартиформ, 2011. – 5 с.

25. ГОСТ 15113.3–77. Концентраты пищевые. Методы определения органолептических показателей, готовности концентратов к употреблению и оценки дисперсности суспензии: дата введения 1979-01-01. – М. : Стандартиформ, 2011. – 5 с.

26. ГОСТ 15113.4–2021. Концентраты пищевые. Гравиметрические методы определения массовой доли влаги: дата введения 2022-01-01. – М. : Российский институт стандартизации, 2021. – 16 с.

27. ГОСТ 15113.5–77. Концентраты пищевые. Методы определения кислотности: дата введения 1979-01-01. – М. : Стандартиформ, 2011. – 7 с.

28. ГОСТ 15113.7–77. Концентраты пищевые. Методы определения поваренной соли: дата введения 1979-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 4 с.

29. ГОСТ 15113.8–77. Концентраты пищевые. Методы определения золы: дата введения 1979-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 3 с.

30. ГОСТ 17471–2013. Консервы. Соусы овощные. Общие технические условия: дата введения 2015-07-01. – М. : Стандартиформ, 2014. – 17 с.

31. ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С: дата введения 1990-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.

32. ГОСТ 25555.4–91. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы: дата введения 1993-01-01. – М. : Стандартиформ, 2011. – 6 с.

33. ГОСТ 26186–84. Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения хлоридов: дата введения 1985-07-01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 10 с.

34. ГОСТ 26657–97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора: дата введения 1999-01-01. – М. :

ИПК Издательство стандартов, 2002. – 12 с.

35. ГОСТ 27493–88. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора: дата введения 1999-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 12 с.

36. ГОСТ 27494–2016. Мука и отруби. Методы определения зольности: дата введения 2018-01-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 17 с.

37. ГОСТ 27558–87. Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста: дата введения 1989-01-01. – М. : Стандартинформ, 2007. – 4 с.

38. ГОСТ 27839–2013. Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины: дата введения 2014-07-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 22 с.

39. ГОСТ 28561–90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги: дата введения 1991-07-01. – М. : Стандартинформ, 2011. – 11 с.

40. ГОСТ 28875–90. Пряности. Приемка и методы анализа: дата введения 1991-07-01. – М. : Стандартинформ, 2011. – 14 с.

41. ГОСТ 29031–91. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения сухих веществ, не растворимых в воде: дата введения 1992-07-01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 5 с.

42. ГОСТ 29186–91. Пектин. Технические условия: дата введения 1993-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 15 с.

43. ГОСТ 29245–91. Консервы молочные. Методы определения физических и органолептических показателей: дата введения 1993-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 6 с.

44. ГОСТ 29246–91. Консервы молочные сухие. Методы определения влаги: дата введения 1993-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 6 с.

45. ГОСТ 29247–91. Консервы молочные. Методы определения жира: дата введения 1993-07-01. – М. : Стандартинформ, 2009. – 6 с.

46. ГОСТ 30305.3–95. Консервы молочные сгущенные и продукты молочные сухие. Титриметрические методики выполнения измерений кислотности: дата введения 1997-01-01. – М. : Стандартинформ, 2009. – 8 с.

47. ГОСТ 30518–97/ГОСТ Р 50474-93. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий): дата введения 1994-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 7 с.

48. ГОСТ 30648.1–99. Продукты молочные для детского питания. Методы определения жира: дата введения 2000-10-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 11 с.

49. ГОСТ 30648.2–99. Продукты молочные для детского питания. Методы определения общего белка: дата введения 2000-10-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 15 с.

50. ГОСТ 30648.3–99. Продукты молочные для детского питания. Методы определения влаги и сухих веществ: дата введения 2000-10-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 8 с.

51. ГОСТ 31659–2012 (ISO 6579:2002). Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*: дата введения 2013-07-01. – АО "Кодекс", 2014. – 25 с.

52. ГОСТ 31954–2012. Вода питьевая. Методы определения жесткости: дата введения 2014-01-01. – М. : Стандартинформ, 2018. – 20 с.

53. ГОСТ 32065–2013. Овощи сушеные. Общие технические условия: дата введения 2014-07-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 17 с.

54. ГОСТ 3351–74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности: дата введения 1975-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 8 с.

55. ГОСТ 33768–2015. Метод определения кинематической вязкости и расчет динамической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей: дата введения 2017-02-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 20 с.

56. ГОСТ 8756.13–87. Продукты переработки плодов и овощей.

Методы определения сахаров: дата введения 1989-01-01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 12 с.

57. ГОСТ 9404–88. Мука и отруби. Метод определения влажности: дата введения 1990-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 5 с.

58. ГОСТ EN 14084–2014. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди и железа с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии после микроволнового разложения: дата введения 2020-02-01. – Минск : Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – 22 с.

59. ГОСТ EN 15505–2013. Продукты пищевые. определение следовых элементов. Определение натрия и магния с помощью пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии с предварительной минерализацией пробы в микроволновой печи: дата введения 2015-01-01. – М. : Стандартиформ, 2019. – 15 с.

60. ГОСТ ISO 2173–2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ: дата введения 2015-07-01. – М. : Стандартиформ, 2019. – 12 с.

61. ГОСТ ISO 22118–2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) для обнаружения и количественного учета патогенных микроорганизмов в пищевых продуктах. Технические характеристики: дата введения 2015-07-01. – М. : Стандартиформ, 2016. – 15 с.

62. ГОСТ ISO 750–2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности: дата введения 2015-07-01. – М. : Стандартиформ, 2019. – 8 с.

63. ГОСТ Р 52791–2007. Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия: дата введения 2009-01-01. – М. : Стандартиформ, 2008. – 11 с.

64. ГОСТ Р 55293–2012. Ферментные препараты для пищевой промышленности. Метод определения целлюлазной активности: дата введения

2014-01-01. – М. : Стандартиформ, 2014. – 12 с.

65. ГОСТ Р 55298–2012. Ферментные препараты для пищевой промышленности. Методы определения пектолитической активности: дата введения 2014-01-01. – М. : Стандартиформ, 2014. – 25 с.

66. ГОСТ Р 55583–2013. Добавки пищевые. Калия сорбат Е202. Технические условия: дата введения 2015-01-01. – М. : Стандартиформ, 2014. – 19 с.

67. ГОСТ Р 55979–2014. Ферментные препараты для пищевой промышленности. Методы определения пектат- и пектин-лиазной активностей: дата введения 2015-07-01. – М. : Стандартиформ, 2020. – 13 с.

68. ГОСТ Р ИСО 8156–2010. Молоко сухое и сухие молочные продукты. Определение индекса растворимости: дата введения 2012-01-01. – М. : Стандартиформ, 2019. – 11 с.

69. Джонмуродов, А. С. Физико-химические и структурные особенности пектиновых полисахаридов из нетрадиционных сырьевых источников : дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04 / Джонмуродов Абдували Саломович. – Душанбе, 2016. – 124 с.

70. Донченко, Л. В. Анализ современного состояния рынка пектина и пектинопродуктов / Л. В. Донченко // Сахар. – 2019. – № 8. – С. 50–53.

71. Донченко, Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 275 с.

72. Донченко, Л. В. Пищевая химия. Гидроколлоиды : учебное пособие для вузов / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Е. А. Красноселова ; ответственный редактор Л. В. Донченко. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2018. – 180 с.

73. Донченко, Л. В. Пищевая химия. Добавки: учеб. пособие для вузов / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Е. В. Щербакова, Е. А. Красноселова; отв. ред. Л. В. Донченко. – 2-е изд. испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 223 с.

74. Донченко, Л. В. Разработка и интенсификация технологических процессов получения пектина из свекловичного и других видов сырья: дис.

...док. техн. наук : 05.18.05 / Донченко Людмила Владимировна. – Киев, 1990. – 360 с.

75. Дубровская, Н. И. Приготовление супов и соусов: учеб. пособие / Н. И. Дубровская, Е. В. Чубасова. – М. : ИЦ «Академия», 2017. – 176 с.

76. Евпатченко, Ю. В. Разработка технологий соусов с полисахаридными компонентами : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Евпатченко Юлия Викторовна. – Краснодар, 2021. – 145 с.

77. Европейский рынок приправ и специй. Текущая ситуация и прогноз 2021–2025 гг. // Alto Consulting Group (ACG) / Альтогрупп. – [Пермь]. – URL: <https://alto-group.ru/otchet/evropa/4006-evropejskij-rynok-priprav-i-specij-tekuschaja-situacija-i-prognoz-2020-2024-gg.html> (дата обращения: 12.02.2020).

78. Елисеева, Л. Г. Товароведение однородных групп продовольственных товаров: учебник / Л. Г. Елисеева, Т. Г. Родина, А. В. Рыжакова. - М. : Дашков и К, 2017. – 930 с.

79. Журнал «FoodService»: все о рынке питания вне дома // Food service/ Фудсервайс. – [Москва]. – URL: <https://www.cafe-future.ru/analytics/stepen-ostroty/> (дата обращения: 12.03.2020).

80. Журнал «Моё дело. Магазин». Под другим соусом // Всероссийское торговое издание «Магазин. Моё дело»/ Всероссийское торговое издание. – [Москва], 2019. – URL: <http://mdmag.ru/analitika/pod-drugim-sousom/> (дата обращения: 12.02.2020).

81. Зайко, Г. М. Получение очищенного пектина для использования в лечебных и профилактических действиях / Г. М. Зайко, М. Ю. Тамова // Известия вузов. Пищевая технология. – 1998. - № 1. – С. 13–19.

82. Ивлева, А. Р. Применение полисахаридов в качестве гидроколлоидов в пищевых продуктах / А. Р. Ивлева, З. А. Канарская. – Текст: непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 14. – С. 418–422.

83. Икласова, А. Ш. Пектин: состав, технология получения, применение в пищевой и фармацевтической промышленности / А. Ш.

Икласова, З. Б., Сакипова, Э. М Бекболатова // Вестник КазНМУ. – 2018. – № 3. – С. 243–246.

84. Инструкция по определению витамина А и β-каротина в пищевых продуктах: дата введения 1987-06-10 // Институт питания АМН СССР лаборатория витаминизации пищевых продуктов. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293742/4293742094.pdf> (дата обращения 07.12.2021).

85. Истеева, А. Е. Анализ рынка соусов / А. Е. Истеева, Е. А. Вечтомова // Сборник тезисов VII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2019. – С. 32–33.

86. Каштаева, С. В. Математическое моделирование: учебное пособие / С. В. Каштаева. – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2020. – 112 с.

87. Киселева, Т. Ф. Технология консервирования / Т. Ф. Киселева. – Издательство: Проспект Науки, 2018. – 416 с.

88. Киселева, Т. Ф. Технология пищевых концентратов: учебное пособие / Т. Ф. Киселева. – Кемерово : КемГУ, 2020. – 255 с.

89. Корячкина, С. Я. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Методы исследования свойств растительного сырья: учебно-методическое пособие для высшего профессионального образования / С. Я. Корячкина, Н. А. Березина, Е. В. Хмельёва. – Орел : ФГОУ ВПО «Госуниверситет УНПК», 2011. – 297 с.

90. Косенко, С. В. Использование пектиновых веществ у больных сахарным диабетом 2 типа в комплексном лечении заболеваний тканей пародонта (Сообщение 2) / С. В. Косенко, И. А. Балабан, Е. Б. Гайошко, А. М. Ильницкая [и др.] // Запорожский медицинский журнал. – 2014. – № 4(85). – С. 99–102.

91. Крупенин А. В. Совершенствование технологии и разработка рецептур диетических низкокалорийных майонезов на основе эмульгаторов растительного происхождения : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.06 / Крупенин

Александр Владимирович. – Краснодар, 2018. – 142 с.

92. Крупенникова, В. Е. Определение динамической вязкости на ротационном вискозиметре Brookfield RVDV-II+ Pro: Методическое указание / В. Е. Крупенникова, В. Д. Раднаева, Б. Б. Танганов. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2011. – 48 с.

93. Крылова, Л. А. Гастропротекторное действие некрахмального полисахарида пектата кальция в эксперименте / Л. А. Крылова // Бюллетень экспериментальной биологической медицины. – 2008. – № 145. – С. 208–209.

94. Кукин, М. Ю. Усовершенствование технологии получения пектина из яблок / М. Ю. Кукин // Научный журнал НИУ ИТМО. – 2017. – № 2. – С. 9–17.

95. Кульминкова, А. К. Сухой майонез - продукт будущего / А. К. Кульминкова, О. С. Восканян, А. Ф. Паникарова // Сборник статей по материалам VI Международной научно-практической конференции. - 2020. - № 2. - С. 17–19.

96. Купчак, Д. В. Изучение производителей сухих панировочных смесей и соусов на примере г. Хабаровска / Д. В. Купчак, А.В. Шпак, А. В. Сергиенко // Церевитиновские чтения – 2020 : материалы VII Международной научно-практической конференции. 9 октября 2020 г. – М. : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2020. – С. 54–56.

97. Ламажапова, Г. П. Физиология питания: учеб. пособие / Г. П. Ламажапова. – М. : Мир науки, 2016. – 146 с.

98. Линич, Е. П. Функциональное питание: учебное пособие / Е. П. Линич, Э. Э. Сафонова. - 2-е изд., стер. - С.-Пб. : Лань, 2021. – 180 с.

99. Лузан, В. Н. Разработка технологии соусов с функциональными ингредиентами / В. Н. Лузан, И. И. Бадмаева, В. А. Аникина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №10–2 (41). – С. 25–30.

100. Лябин, М. П. Сравнительный анализ состояния рынка пищевых добавок России, США и Китая / М. П. Лябин, М. В. Постнова, А. И. Болкунов // Природные системы и ресурсы. – 2019. – Т. 9. – № 1. – С. 11–20.

101. Меренкова, С. П. Анализ биологической ценности и биологический

свойств растительных компонентов рецептуры соусных продуктов / С. П. Меренкова, А. А. Левченко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые биотехнологии. – 2015. – Т.3. – № 1. – С. 15–23.

102. Меренкова, С. П. Анализ реологических свойств овощных и майонезных соусов, выработанных с применением функциональных растительных добавок / С. П. Меренкова, А. А. Лукин // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. – № 4. – С. 96–105.

103. Минзанова, С. Т. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства и биологическая активность / С. Т. Минзанова, В. Ф. Миронов и др. – Казань : Издательство «Печать Сервис XXI век», 2011. – 224 с.

104. Миронов, В. Ф. Некоторые новые аспекты комплексообразования пектиновых полисахаридов с катионами металлов / В. Ф. Миронов, А. Н. Карасева, О. В. Цапаева, и др. // Химия и компьютерное моделирование. Бултеровские сообщения. – 2003. – № 3. – С. 45–50.

105. МР 2.3.1.0253-21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : дата введения 2021–07–22. – М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2021. – 72 с.

106. Музыка, М. Ю. Научно-практическое обоснование использования пектиновых веществ в технологии сырных соусов / М. Ю. Музыка // Хранение и переработка сельхоз сырья. – 2019. – № 2. – С. 85–92.

107. Муратова, Е. И. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания : учебное пособие / Е. И. Муратова, С. Г. Толстых, С. И. Дворецкий, О. В. Зюзина, Д. В. Леонов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.

108. Мыкоц, Л. П. Определение кинетики сорбции катиона металла пектином из цитрусовых / Л. П. Мыкоц, Н. А. Туховская, С. Н. Бондарь // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 6. – С. 55–57.

109. Невмержицкая, Ю. Ю. Практикум по физиологии и биохимии

растений (белки и ферменты): учебно-методическое пособие / Ю. Ю. Невмержицкая, О. А. Тимофеева. – Казань : Казанский университет, 2012. – 32 с.

110. Неповинных, Н. В. Теоретическое обоснование и практические аспекты использования пищевых волокон в технологиях молкосодержащих продуктов диетического профилактического питания: дисс. док. техн. наук : 05.18.15 / Неповинных Наталья Владимировна. – Саратов, 2016. – 320 с.

111. Новицкая, Е. А. Некоторые особенности технологии производства соусов / Е. А. Новицкая, А. В. Шваякова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2011. – № 2 (7). – С. 70–73.

112. Омаров, Р. С. Пищевые добавки: учебное пособие для вузов / Р. С. Омаров, О. В. Сычева, С. Н. Шлыков. - С.-Пб. : Лань, 2021. – 64 с.

113. Основы рационального питания: учебное пособие / М. М. Лапкин [и др.]; под ред. М. М. Лапкина. – М. : ГЭОТАРМедиа, 2019. – 304 с.

114. Патент № 016871 Евразийское патентное ведомство, МПК C08B 37/06 A23L 1/0524. Способ получения пектина из подсолнечника: №200900674: заявл. 05.05.2009; опубл. 30.08.2012 / Мухидинов З. К., Маршал Л. Ф., Лин Шу Лю; заявитель и патентообладатель З. К. Мухидинов. – 9 с.

115. Патент № 2262865 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/0524. Способ производства пектина: № 2004127693/13: заявл. 17.09.2004; опубл. 27.10.2005 / заявитель и патентообладатель ООО «Зеленые линии». – Бюл. № 30. – 8 с.

116. Патент № 2266962 Российская Федерация, МПК C12P 19/04, C08B 37/06, A23L 1/0524, C12N 9/24. Способ получения пектина: 2004113624/13: заявл. 06.05.2004; опубл. 27.12.2005/ Бутова С. Н., Стребков В. Б., Колоскова А. А.; заявитель и патентообладатель Московский государственный университет пищевых производств (RU). – Бюл. № 36. – 4 с.

117. Патент № 2495051 Российская Федерация, МПК C08B 37/06. Е.В. Способ получения пектина: № 2012118750/13: заявл. 04.05.2012: опубл. 10.10.2013 / Барашкина, Н. Р., Третьякова, А. Г., Тетенева, А. В. Рудько, Н. Г. Саркисян; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный технологический университет" (ФГБОУ ВПО "КубГТУ"). – Бюл. № 28. – 4 с.

118. Патент № 2501490 Российская Федерация, МПК А23L1/40, А23L1/326. Способ получения сухой основы для бульонов, супов и соусов быстрого приготовления из малоценных продуктов разделки прудовых рыб. № 011129289: заявл. 15.07.2011: опубл. 20.12.2013 / Антипова Л. В., Дворянинова О. П., Данылиев М. М., Успенская М. Е., Воронцова Ю. Н.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Системы качества жизни" (ООО "СКАЖИ"). – 7 с.

119. Патент № 2593479 Российская Федерация, МПК А23L 29/231, С08В 37/06. Способ получения пектина: № 2015121162/13: заявл. 03.06.2015: опубл. 10.08.2016 / Черемушкин С. В., Михалева М. А., Галухин В. А.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Научно-Производственное Объединение "ПЕКТИН ПО-РУССКИ" (ООО "НПО "ПЕКТИН ПО-РУССКИ"). – Бюл. № 22. – 1 с.

120. Петров, К. П. Методы биохимии растительных продуктов: учебное пособие / К. П. Петров. – Киев: издательское объединение «Вища школа», 1978. – 224 с.

121. Петрова, Е. А. Мировой рынок готовых соусов промышленного производства // Е. А. Петрова // Материалы Пятой Международной научно-практической конференции «Инновации: перспективы, проблемы, достижения», Москва, 2017 г. – Издательство ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова». – С. 50–56.

122. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи / А. Аймесон (ред. сост.): пер. с англ. С. В. Макарова. – С.-Пб. : ИД «Профессия», 2012. – 408 с.

123. Потиевский, Э. Г. Антибактериальное действие пектина (экспериментальное микробиологическое исследование): автореф. дисс. ... док. мед. наук : 03.00.07 / Потиевский Эмиль Григорьевич. – Челябинск. 1996. – 27 с.

124. Потиевский, Э. Г. Медицинские аспекты применения пектина / Э. Г. Потиевский. – М. : Медицинская Книга, 2002. – 96 с.

125. Российский рынок соусов и заправок: текущая ситуация и прогнозы // Яндекс дзен, канал СОЮЗСНАБ пищевые ингредиенты / Яндекс дзен [Москва], 2015–2022. – URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5cf7fc1ee77f2e00b01cbbfc/rossiiskii-rynok-sousov-i-zpravok-tekuscaia-situaciia-i-prognozy-5d7f9b4c1ee34f00ac804b84> (дата обращения: 30.03.2021).

126. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 240 с.

127. Рынок пектиновых веществ в России - 2019. Показатели и прогнозы // marketing.rbc.ru. – URL: <https://marketing.rbc.ru/research/42192/> (дата обращения: 17.10.2019).

128. Рынок соусов в России. Текущая ситуация и прогноз 2021–2025 гг. // Алто Групп. – [Пермь]. – URL: <https://alto-group.ru/otchet/rossija/544-rynok-sousov-tekushhaya-situaciya-i-prognoz-2015-2019-gg.html> (дата обращения: 26.12.2021).

129. Рябина, Е. И. Изучение адсорбционной активности энтеросорбентов различной природы по отношению к катионам свинца / Е. И. Рябина, Е. Е. Зотова, Н. И. Пономарева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2016. – № 1. – С. 21–24.

130. Салавелис, А. Д. Использование модифицированных крахмалов в производстве новых видов соусов / А. Д. Салавелис, С. Н. Павловский // Международный научный журнал Интернаука. – 2018. – № 16 (56). – С. 37–40.

131. Симбио // Симбио. Биотехнологические решения ваших задач. – [Москва]. – 2016–2022. – URL: <https://symbiotech.ru/fermenty-dlya-sokov/> (дата обращения 26.01.2022).

132. Ситуация на рынке соусов (Вопрос-Ответ) // Alto Consulting Group

(ACG) / Альто-ИнноСистем [Пермь]. – URL: <https://alto-group.ru/new/894-situaciya-na-rynke-sousov-vopros-otvet.html> (дата обращения: 04.05.2021).

133. Созаева, Д. Р. Физико-химические и физиологические свойства пектинов / Д. Р. Созаева, А. С. Джабоева, Л. Г. Шаова, М. Т. Беждугова // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т. 30. – № 2 (30). – С. 80–86.

134. СТБ 990–95. Концентраты пищевые. Соусы кулинарные порошкообразные. Общие технические условия: дата введения 1996-10-01. – Минск. : БелГИСС, 2010. – 16 с.

135. Стукач, О. В. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством: учебное пособие / О. В. Стукач. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2011. – 163 с.

136. Суюндукова, Р. Р. Пектин и его влияние на организм человека / Р. Р. Суюндукова // Материалы V Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – 2014. – С. 124–131.

137. Тазов, К. Ю. Оценка преимуществ использования гидроколлоидов для приготовления соусов / К. Ю. Тазов, Е. Ю. Феденишина // В сборнике: Наука России: Цели и задачи. Сборник научных трудов по материалам IX международной научной конференции. – Издательство: Научно-издательский центр "Л-Журнал", 2018. – С. 47–49.

138. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011: сайт Техэксперт Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – 2011 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 14.07.2021. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 23.02.2022).

139. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011: сайт Техэксперт Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – 2011 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 14.09.2018. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320347> (дата обращения: 23.02.2022).

140. Федеральная государственная таможенная служба ФТС России:

данные об экспорте-импорте России за январь-август 2021 года // Федеральная таможенная служба. – [Москва], 2004–2022. – URL: <https://customs.gov.ru/press/federal/document/306947> (дата обращения: 05.11.2021).

141. Фёдорова, Р. А. Пищевая химия. Лабораторный практикум: учеб. - метод. пособие. – СПб. : Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 61 с.

142. Филлипс, Г. О. Справочник по гидроколлоидам / Г. О. Филлипс, П. А. Вильямс; пер. с англ., под ред. А. А. Кочетковой и Л. А. Сарафановой. – С.-Пб. : ГИОРД, 2006. – 536 с.

143. Халиков, Д. Х. О сорбционной активности пектиновых полисахаридов по отношению к ионам металлов / Д. Х. Халиков, Р. С. Мирзоева, Г. Н. Бободжонова, Р. М. Горшкова [и др.] // Доклады Академии Наук Республики Таджикистан. – 2017. – Т. 60. – № 7–8. – С. 333–341.

144. Халиков, Р. М. Гелеобразователи на основе модифицированных крахмалов: конструирование, применение / Р. М. Халиков, В. Ф. Гареев // Nauka-Rastudent.ru. – 2015. – № 3 (15). – С. 1–15.

145. Хатко, З. Н. Влияние комбинирования пектиновых веществ на вязкость их водных растворов / З. Н. Хатко, С. А. Титов, А. А. Ашинова, Е. М. Колодина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81. – № 2 (80). – С. 133–138.

146. Черных, И. В. Применение комплексных ферментных препаратов для получения сока из рябины садовой / И. В. Черных, Г. А. Ермолаева // Пиво и напитки. – 2015. – №. 3. – С. 26–29.

147. Чистякова, Г. В. Влияние температуры и рН среды на комплексообразующую способность галактуронатных звеньев пектина / Г. В. Чистякова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2015. – № 1. – С. 110–113.

148. Чугунова, О. В. Инновационные направления развития сферы общественного питания / О. В. Чугунова // Научное обозрение. Экономические науки. – 2017. – № 3. – С. 29–39.

149. Шахматов, Е. Г. Строение пектина и углеводной части арабиногалактановых белков (HERACLEUM SOSNOVSKYI): дисс. канд. хим. наук : 02.00.10 / Шахматов Евгений Геннадьевич. – Новосибирск, 2017. – 178 с.

150. Шелухина, Н. П. Пектиновые вещества, их некоторые свойства и производные / Н.П. Шелухина, З. Д. Ашубаева, Г. Б. Аймухамедова. – Фрунзе: ИЛИМ. – 1990. – С. 12–17.

151. Юсова, А. А. Свойства гидрогелей на основе смесей альгината натрия с другими полисахаридами природного происхождения / А. А. Юсова, И. В. Гусев, И. М. Липатова // Химия растительного сырья. – 2014. – № 4. – С. 59–66.

152. Якубова, О. С. Сравнительная характеристика свойств загустителей растительного происхождения / О. С. Якубова, Н. Р. Айзатулина, М. А. Муханова // В сборнике: Качество продукции, технологий и образования. Материалы XV Международной научно-практической конференции. – Издательство: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, 2020. – С. 53–58.

153. Adapa, V. Cold active pectinases: advancing the food industry to the next generation / V. Adapa, L. N. Ramya, K. K. Pulicherla, K. R. S. Sambasiva Rao // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 2013. – Vol. 172. – № 5. – P. 2324-2337.

154. Agroexport. В 2020 году Россия экспортировала почти 100 тыс. тонн майонеза // Alto Consulting Group (ACG)/ Алто Групп. – [Пермь]. – URL: <https://aemcx.ru/> (дата обращения: 05.12.2021)

155. Ahmad, I. Optimization of enzymic extraction process for higher yield and clarity of guava juice / I. Ahmad, Y. K. Jha, R. K. Anurag // Journal of Food Science Technology. – 2009. – Vol. 46. – № 4. – P. 307–311.

156. Alba, K. Pectin at the oil-water interface: Relationship of molecular composition and structure to functionality / K. Alba, V. Kontogiorgos // Food hydrocolloids. – 2017. – Vol. 68. – P. 211-218.

157. Alibaba.com // Alibaba Group | Taobao Marketplace. – 2022. – URL: https://russian.alibaba.com/?spm=a2700.8293689-ru_RU.scGlobalHomeHeader.8.117116a3NxTc4V (дата обращения 26.01.2022).

158. Amiri, E. O. Comparative studies of xanthan, guar and tragacanth gums on stability and rheological properties of fresh and stored ketchup / E. O. Amiri, K. Nayebzadeh, M. A. Mohammadifar // Journal of food science and technology. – 2015. - Vol. 52 - № 11 – P. 7123-7132.

159. Babbar, N. Enzymatic pectic oligosaccharides (POS) production from sugar beet pulp using response surface methodology / N. Babbar, W. S. Dejonghe, Sforza, K. Elst // Journal of food science and technology. – 2017. – Vol. 54. – № 11. – P. 3707-3715.

160. Bhat, M. K. Cellulases and related enzymes in biotechnology / M. K. Bhat // Biotechnology Advances. – 2000. – Vol. 18. – P. 355-383.

161. Canteri, M. H. G. Pectin: from Raw Material to the Final Product / M. H. G. Canteri, L. Moreno, G. Wosiacki [et al.] // Polimeros-cienciae Tecnologia. – 2012. – Vol. 22. – Issue 2. – P. 149-157.

162. Cardoso, S. M. Structural ripening-related changes of the arabinan-rich pectic polysaccharides from olive pulp cell walls/ S. M. Cardoso, J. A. Ferreira, I. Mafra [et al.] // The Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2007. – Vol. 55. – P. 7124–7130.

163. Cornuault, V. Disentangling pectic homogalacturonan and rhamnogalacturonan-I polysaccharides. Evidence for sub-populations in fruit parenchyma systems / V. Cornuault, S. Posé, J. P. Knox // Food Chemistry. - 2018. – Vol. 246. – P. 275–285.

164. Demir, N. The use of commercial pectinase in fruit juice industry. Part 3: immobilized pectinase for mash treatment / N. Demir, J. Acar, K. Sario, M. Mutlu // Journal of Food Engineering. – 2000. – Vol. 47. – P. 275–280.

165. DSM // DSM Nutritional Products AG. – 2022. – URL: <https://www.dsm.com/human-nutrition/en/products/hydrocolloids.html> (дата обращения 27.01.2022).

166. Duza, M. B. Microbial enzymes and their applications: a review / M. B. Duza, D. S. A. Mastan // Indo American Journal of Pharmaceutical Research. – 2013. – Vol. 3. – № 8. – P. 9357-9368.
167. Eaton. – Текст: электронный // Итон. – 2022. – URL: <https://www.eaton.com/de/en-gb/catalog/enzymes/panzym-extract-g.html> (дата обращения 26.01.2022).
168. Enorgrup // Enorgrup. Комплексные технологические решения в виноделии. – URL: <https://enorgrup.com/> (дата обращения 26.01.2022).
169. Espinoza, C. L. Pectin and Pectin-Based Composite Materials: Beyond Food Texture / C. L. Espinoza [и др.] // MDP molecules. – 2018. – № 23 (4). – P. 518-526.
170. Gao, X. The inhibitory effects of a rhamnogalacturonan I (RG-I) domain from ginseng pectin on galectin-3 and its structure-activity relationship / X. Gao, Y. Zhi, L. Sun [et al.] // The Journal of Biological Chemistry. – 2013. – Vol. 288 (47). – P. 33953–33965.
171. Hart, D. A. Isolation and partial characterization of apiogalacturonans from the cell wall of *Lemna minor* / D. A. Hart, P. K. Kindel // Biochemical Journal. – 1970. – Vol. 116. – P. 569–579.
172. Hydrocolloid Market 2019 — Global Industry Research Update, Regional Outlook and Forecast to 2024 // MENAFN / Менаэфн. – 2000-2022. – URL: <https://clck.ru/LxbZo> (дата обращения: 20.09.2020).
173. Hydrocolloids market - growth, trends, covid-19 impact, and forecasts (2022 - 2027). // Mordor Intelligence / Мордор Интеллигенс. – [Хайдарабад], 2022. – URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/hydrocolloids-market> (дата обращения: 20.10.2021).
174. Ibanez, R. A. Effect of pectin on the composition, microbiology, texture, and functionality of reduced-fat Cheddar cheese / R. A. Ibanez, D. S. Waldron, P. L. H. McSweeney // Dairy science & technology. – 2016. – Vol. 96. – № 3. – P. 297-316.
175. Ishii, T. Pectic polysaccharides from bamboo shoot cell walls / T. Ishii // Mokuzai Gakkaishi. – 1995. – Vol. 41. – P. 669–676.

176. Jayani, R. S. Microbial pectinolytic enzymes: a review / R. S. Jayani, S. Saxena, R. Gupta // *Process Biochemistry*. – 2003. – Vol. 40. – P. – 2931-2944.

177. Jiang, Y. Properties of high-methoxyl pectin extracted from "Fuji" apple pomace in China/ Y. Jiang, JH Du // *Journal of food process engineering*. – 2017. – Vol. 40. – № 3. - P. 1-11.

178. Kikuchi, A. A xylogalacturonan whose level is dependent on the size of cell clusters is present in the pectin from cultured carrot cells / A. Kikuchi, Y. Edashige, T. Ishii, S. Satoh // *Planta* 200. – 1996. - № 4. – P. 369–372.

179. Klaassen, M. T. RG-I galactan side-chains are involved in the regulation of the water-binding capacity of potato cell walls / M. T. Klaassen, L. M. Trindade // *Carbohydrate Polymers*. – 2020. – Vol. 227. - Number 115353.

180. Kpodo, F. M. Structure-Function Relationships in Pectin Emulsification / F. M. Kpodo, J. K. Agbenorhevi, K. Alba, I. N. Oduro, G. A. Morris, V. Kontogiorgos // *Food biophysics*. – 2018. – Vol. 13. - №1. – P. 71-79.

181. Lallemand // LALLEMAND Inc. – 2022. – URL: <https://www.lallemand.com> (дата обращения 26.01.2022).

182. Lara-Marquez, A. Biotechnological potential of pectinolytic complexes of fungi / A. Lara-Marquez, M. G. Zavala-Paramo, E. Lopez-Romero, H. C. Camacho // *Biotechnology Letters*. – 2011. – Vol. 33. – P. 859-868.

183. Lerouge, P. Structural characterization of endo-glycanase-generated oligoglycosyl side chains of rhamnogalacturonan I / P. Lerouge, M. A. O'Neill, A. G. Darvill, P. Albersheim // *Carbohydrate*. – 1993. – V. 243. – P. 359–371.

184. Li, S. Technology prospecting on enzymes: application, marketing and engineering / S. Li, X. Yang, S. Yang, M. Zhu, X. Wang // *Computational and Structural Biotechnology Journal*. – 2012. – Vol. 2. – № 3. – P. 01-11

185. Liu, J. Structure characterization of polysaccharides in vegetable "okra" and evaluation of hypoglycemic activity / J. Liu, Y. Zhao, Q. Wu [et al.] // *Food Chemistry*. – 2018. – Vol. 242. – P. 211–216.

186. Macedo, M. Influence of pectinolytic and cellulolytic enzyme complex on cashew bagasse maceration in order to obtain carotenoids / M. Macedo, R. D. D.

Rodrigues, G.A. S. Pinto et al. // *Journal Food Science Technology*. – 2015. – Vol. 56 (2). – P. 3689-3693.

187. Maxwell, E. G. Pectin – An emerging new bioactive food polysaccharide / E. G. Maxwell, N. J. Belshaw, K. W. Waldron, V. J. Morris // *Trends in Food Science & Technology*. – 2012. – Vol. 24. – P. 64–73.

188. Noguchi, M. Determination of chemical structure of pea pectin by using pectinolytic enzymes / M. Noguchi, Y. Hasegawa, S. Suzuki [et al.] // *Carbohydrate Polymers*. – 2020. – Vol. 231. – Number 115738.

189. O'Neill, M. The pectic polysaccharides of primary cell walls / M. O'Neill, P. Albersheim, A. Darvill. In: Dey, D.M. (Ed.) // *Methods in Plant Biochemistry*. – 1990. – Vol. 2. – P. 415–441.

190. O'Neill, M.A. Rhamnogalacturonan-II, a pectic polysaccharide in the walls of growing plant cell, forms a dimer that is covalently cross-linked by a borate ester - in vitro conditions for the formation and hydrolysis of the dimer / M. A. O'Neill, D. Warrenfeltz, K. Kates [et al.] // *Journal of Biological Chemistry* – 1997. – Vol. 272. – P. 3869.

191. Oszmianski, J. Effect of pectinase treatment on extraction of antioxidant phenols from pomace, for the production of puree-enriched cloudy apple juices / J. Oszmianski, A. Wojdylo, J. Kolniak // *Food chemistry*. – 2011. – Vol. 2. – P. 623-631.

192. Paniagua, C. Structural changes in cell wall pectins during strawberry fruit development / C. Paniagua, N. Santiago-Domenech, A.R. Kirby [et al.] // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2017. – Vol. 118. – P. 55-63.

193. Pastell, H. Step-wise enzymatic preparation and structural characterization of singly and doubly substituted arabinoxylo-oligosaccharides with non-reducing end terminal branches / H. Pastell, P. Tuomainen, L.Virkki, M. Tenkanen // *Carbohydrate*. – 2008. – Vol. 343. – P. 49-57.

194. Pectin – A Global Market Overview // *Industry Experts*. - URL: <https://www.marketresearch.com/Industry-Experts-v3766/Pectin-Global-Overview-12194671/> (дата обращения: 08.02.2019).

195. Pellerin, P. Lead complexation in wines with the dimers of the grape

pectic polysaccharide rhamnogalacturonan II / P. Pellerin, M. A. O'Neill, C. Pierre [et al.] // Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. – 1997. – Vol. 31. – P. 33–41.

196. Pinzon-Latorre, D. Characterization and transcript profiling of the pectin methylesterase (PME) and pectin methylesterase inhibitor (PMEI) gene families in flax (*Linum usitatissimum*) / D. Pinzon-Latorre, M. K. Deyholos // BMC Genomics. – 2013. – Vol. 14. – № 742.

197. Prom.ua // Prom.ua — крупнейший маркетплейс Украины. – 2008-2022. – URL: <https://prom.ua/p445080320-uvazim-1000s-uvazym.html> (дата обращения 26.01.2022).

198. Puri, M. Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants / M. Puri, D. Sharma, C. J. Barrow // Trends in Biotechnology. – 2012. – Vol. 30. – № 1. – P. 37-44.

199. Schmidt, H. D. Effect of enzymatic treatments and microfiltration on the physicochemical quality parameters of feijoa (*Acca sellowiana*) juice / H. D. Schmidt, F. C. Rockett, G. Ebert // International Journal of Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 10. – Issue 50. – P. 4983-4994.

200. Sukhenko, Y. Production of Pumpkin Pectin Paste / Y. Sukhenko, Mushtruk, M., Vasyliv, V., Sukhenko, V. [et al.] // 2nd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing - The Innovation Exchange (DSMIE), 2020. – P. 805-812.

201. Sun, Y. Optimising enzymatic maceration in pretreatment of carrot juice concentrate by response surface methodology / Y. Sun, Z. F. Wang, J. H. Wu et. all // International Journal of Food Science and Technology. – 2006. – Vol. 9. – P. 1082-1089.

202. Table Sauce Market by Product Type (Tomato Ketchup, Marinade, Mayonnaise and Others), Packaging Form (Pouches, Jars, Bottle and Sachets), and Distribution Channel (Supermarket & Hypermarket, Grocery & Convenience Store, Online Retail and Others): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast 2021–2030 // Allied Market Research. – [Махапарштра], 2022. – URL: <https://goo.su/9QwG>

(дата обращения: 01.12.2021).

203. Tchabo, W. Effect of enzymatic treatment on phytochemical compounds and volatile content of mulberry (*Morus nigra*) must by multivariate analysis / W. Tchabo, Y. K. Ma, F. N. Engmann, H. Ye // *Journal of Food and Nutrition Research*. – 2015. – Vol. 2. – P. 128-141.

204. Toda, K. Relationship between Pectin Methylesterase, Calcium, and the Hardness of Cooked Beans / K. Toda // *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology-nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*. – 2018. – Vol. 65. – Issue 7. – P. 375-379.

205. Voragen, F. Pectin the hairy thing: evidence that homogalacturonan is a side chain of rhamnogalacturonan I / F. Voragen, J. P Vincken, H. A. Schols, R. J. F. J. Oomen, G. Beldman, R. G. F. Visser, A. G. J. Voragen. – Kluwer : Dordrecht. – 2003. – 504 p.

206. Vries, R. P. *Aspergillus* enzymes involved in degradation of plant cell wall polysaccharides / R. P. de Vries, Visser J // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. – 2001. – V. 65. – P. 497-522.

207. Wang, T. Rheological, textural and flavour properties of yellow mustard sauce as affected by modified starch, xanthan and guar gum / T. Wang, M. Zhang, Z. X. Fang, Y. P. Liu, Z. X. Gao // *Food and bioprocess technology*. – 2016. – Vol. 9. – № 5. – P. 849-858.

208. Wang, Y. F. Structure analysis of an acidic polysaccharide isolated from green tea / Y. F. Wang, X. L. Wei, Z. Y. Jin // *Natural Product Research*. – 2009. – Vol. 23. – Issue 7. – P. 678-687.

209. Wikiera, A. Enzymatically Extracted Apple Pectin Possesses Antioxidant and Antitumor Activity/ A. Wikiera, M. Grabacka, Ł. Byczyński, B. Stodolak, M. Mika // *Molecules*. – 2021. – Vol. 26. – 1434.

210. Wikiera, A. Multicatalytic enzyme preparations as effective alternative to acid in pectin extraction / A. Wikiera, M. Mika, M. Grabacka // *Food Hydrocolloids*. – 2015. – Vol. 44. – P. 156-161.

211. Will, F. The influence of enzymatic treatment of mash on the analytical

composition of apple juice / F. Will, M. Ludwig, H. Dietrich [et al.] // International Journal of Food Science and Technology. – 2002. – Vol. 37. – P. 653–660.

212. William, G. T. Pectin: cell biology and prospects for functional analysis / G. T. William, L. Willats, W. McCartney, J. Paul Knox Mackie // Plant Molecular Biology. – 2001. – Vol. 47. – P. 9–27.

213. Wong, C. W. Effect of enzymatic processing, inlet temperature, and maltodextrin concentration on the rheological and physicochemical properties of spray-dried banana (*Musa acuminata*) powder / C. W. Wong, C. Y. Teoh, C. E. Putri // Journal of Food Processing and Preservation. – 2018. – Vol. 2. – Number e13451.

214. Yadav, S. Pectin-lyase: a review / S. Yadav, P. K. Yadav, D. Yadav, K. D. S. Yadav // Process Biochemistry. – 2009. – Vol. 44. – P. 1-10.

215. Yang, J. Soluble Dietary Fiber Ameliorates Radiation-Induced Intestinal Epithelial-to-Mesenchymal Transition and Fibrosis / Y. Jianbo, D. Chao, D. Xujie // Journal of parenteral and enteral nutrition. – 2017. – V. 41. - № 8. – P. 1399-1410.

216. Zhang, X. Rheological characterization of RG-I chicory root pectin extracted by hot alkali and chelators / X. Zhang, J. W. Lin, F. Pi [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2020. – Vol. 164. – P. 759-770.

217. Zietsman, A. J. J. Profiling the hydrolysis of isolated grape berry skin cell walls by purified enzymes / A. J. J. Zietsman, J. P. Moore [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2015. – Vol. 63. – P. 8267-8274.

Патент «Способ получения кетчупа»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2728363

Способ получения кетчупа

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет пищевых производств" (RU)*

Авторы: *Бутова Светлана Николаевна (RU), Музыка Максим Юрьевич (RU), Щеголева Ирина Дмитриевна (RU), Вольнова Екатерина Романовна (RU)*

Заявка № 2019140918

Приоритет изобретения 11 декабря 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 29 июля 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 11 декабря 2039 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



Акты производственной выработки сухих соусов

«Утверждаю»

Генеральный директор Горелов В.А.

«16» сентября 2021 г.

АКТ**производственной выработки сухого соуса «Черничный»
«АГАМА Истра», д. Лешково**

На «АГАМА Истра», д. Лешково 15-16 сентября 2021 г. проведена промышленная отработка технологии и рецептуры сухого черничного соуса «Черничный» с добавлением низкоэтерифицированного яблочного пектина и модифицированного крахмала, разработанной на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

15-16 сентября 2021 г. выработана опытная партия черничного соуса «Черничный» с добавлением низкоэтерифицированного яблочного пектина в качестве стабилизатора в количестве 50 кг.

Сырье для выработки:

- Мука пшеничная высшего сорта по ГОСТ 26574-2017
- Сухое молоко по ГОСТ 33629-2015
- Соевый белок по Спецификации «ОПТТЕМА» S-300
- Мальтодекстрин по ГОСТ 34274-2017
- Модифицированный крахмал по ГОСТ 32902-2014
- Пектин НЭ яблочный по ГОСТ Р 51806-2001
- Дрожжевой экстракт по Спецификации от «ETS group»
- Сорбат калия по Спецификации от Modern Products
- Порошок черничный по Спецификации от «Трапеза»

Сырье по качеству соответствовало требованиям нормативной документации.

Производство черничного соуса с добавлением яблочного низкоэтерифицированного пектина осуществляли согласно рецептуре (табл.1) и технологическим параметрам (табл.2).

Таблица 1 – Рецептура черничного соуса с добавлением яблочного пектина низкоэтерифицированного

№ п.п.	Ингредиенты	Массовая доля, %
1	Мука пшеничная высшего сорта	12,24
2	Сухое молоко	30,00
3	Соевый белок	29,79
4	Мальтодекстрин	3,00
5	Модифицированный крахмал	1,00
6	Пектин НЭ яблочный	9,91
7	Дрожжевой экстракт	0,10
8	Сорбат калия	0,10
9	Черничный порошок	13,85

Таблица 2 – Параметры технологического процесса

№ п.п.	Технологический параметр	Значение
1	Режим дозирования и перемешивания рецептурных компонентов	
	Температура, °С	20-24
	Частота вращения мешалки, с ⁻¹	12-15
	Продолжительность перемешивания, мин	5-10

Сухой черничный соус вырабатывался на линии, оснащённой дозирующими станциями, бункерами хранения сырья, а также, бункерами-смесителями. Каждый рецептурный компонент вносился в общую массу сухого соуса последовательно в соответствие с рецептурой. Ингредиенты хранились при нормальной относительной влажности воздуха и средней комнатной температуре 20-24⁰С.

После того, как каждый рецептурный компонент внесли в рабочую ёмкость с вертикальной мешалкой соус замешивался. Перемешивание до однородного состояния вели при частоте 12-15 с⁻¹ в течение 5-10 минут.

Готовый соус выгружался в приёмный бак фасовочного оборудования. Соус запаковывался отдельно на запаивающем станке.

Готовый продукт фасовался в пакетики с дозаторами из плёнки Доураск.

Соус подвергался органолептическим и физико-химическим испытаниям, которые показали, что готовый продукт соответствует требованиям разработанной технической документации.

Промышленная апробация показала, что разработанная на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» рецептура сухого черничного соуса с добавлением низкоэтерифицированного яблочного пектина и модифицированного крахмала холодного

набухания по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют технической документации и может быть внедрена в производство.

От «АГАМА Истра»

Главный технолог

От ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»



Аббков К.В.

Соискатель кафедры «Биотехнология и
технология продуктов биоорганического синтеза»

A blue ink handwritten signature is written over a horizontal line.

Вольнова Е.Р.



«Утверждаю»

Генеральный директор Горелов В.А.

«16» сентября 2021 г.

АКТ

**производственной выработки сухого соуса «Сырный»
«АГАМА Истра», д. Лешково**

На «АГАМА Истра», д. Лешково 15-16 сентября 2021 г. проведена промышленная отработка технологии и рецептуры сухого сырного соуса «Сырный» с добавлением низкоэтерифицированного яблочного пектина и модифицированного крахмала, разработанной на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

15-16 сентября 2021 г. выработана опытная партия сырного соуса «Сырный» с добавлением низкоэтерифицированного яблочного пектина в качестве стабилизатора в количестве 50 кг.

Сырье для выработки:

- Мука пшеничная высшего сорта по ГОСТ 26574-2017
- Сухое молоко по ГОСТ 33629-2015
- Соевый белок по Спецификации «ОПТТЕМА» S-300
- Мальтодекстрин по ГОСТ 34274-2017
- Модифицированный крахмал по ГОСТ 32902-2014
- Пектин НЭ яблочный по ГОСТ Р 51806-2001
- Дрожжевой экстракт по Спецификации от «ETS group»
- Сорбат калия по Спецификации от Modern Products
- Порошок сырный по Спецификации от «Трапеза»

Сырье по качеству соответствовало требованиям нормативной документации.

Производство сырного соуса с добавлением яблочного низкоэтерифицированного пектина осуществляли согласно рецептуре (табл.1) и технологическим параметрам (табл.2).

Таблица 1 – Рецептура сырного соуса с добавлением яблочного пектина низкоэтерифицированного

№ п.п.	Ингредиенты	Массовая доля, %
1	Мука пшеничная высшего сорта	20,00
2	Сухое молоко	30,00
3	Соевый белок	26,00
4	Мальтодекстрин	11,00
5	Модифицированный крахмал	1,00
6	Пектин НЭ яблочный	4,80
7	Дрожжевой экстракт	1,00
8	Сорбат калия	0,10
9	Порошок сырный	6,0

Таблица 2 – Параметры технологического процесса

№ п.п.	Технологический параметр	Значение
1	Режим дозирования и перемешивания рецептурных компонентов	
	Температура, °С	20-24
	Частота вращения мешалки, с ⁻¹	12-15
	Продолжительность перемешивания, мин	5-10

Сухой сырный соус вырабатывался на линии, оснащённой дозирующими станциями, бункерами хранения сырья, а также, бункерами-смесителями. Каждый рецептурный компонент вносился в общую массу сухого соуса последовательно в соответствие с рецептурой. Ингредиенты хранились при нормальной относительной влажности воздуха и средней комнатной температуре 20-24⁰С.

После того, как каждый рецептурный компонент внесли в рабочую ёмкость с вертикальной мешалкой соус замешивался. Перемешивание до однородного состояния вели при частоте 12-15 с⁻¹ в течение 5-10 минут.

Готовый соус выгружался в приёмный бак фасовочного оборудования. Соус запаковывался отдельно на запаивающем станке.

Готовый продукт фасовался в пакетики с дозаторами из плёнки Doypack.

Соус подвергался органолептическим и физико-химическим испытаниям, которые показали, что готовый продукт соответствует требованиям разработанной технической документации.


Промышленная апробация показала, что разработанная на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» рецептура сухого сырного соуса с добавлением низкоэтерифицированного яблочного пектина и модифицированного крахмала холодного

набухания по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют технической документации и может быть внедрена в производство.

От «АГАМА Истра»

Главный технолог

От ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»



Аббков К.В.

Соискатель кафедры «Биотехнология и
технология продуктов биоорганического синтеза»



Вольнова Е.Р.



«Утверждаю»

Генеральный директор Горелов В.А.

«16» сентября 2021 г.

АКТ
производственной выработки сухого соуса «Тыквенный»
«АГАМА Истра», д. Лешково

На «АГАМА Истра», д. Лешково 15-16 сентября 2021 г. проведена промышленная отработка технологии и рецептуры сухого тыквенного соуса «Тыквенный» с добавлением низкоэтерифицированного яблочного пектина и модифицированного крахмала, разработанной на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

15-16 сентября 2021 г. выработана опытная партия тыквенного соуса «Тыквенный» с добавлением низкоэтерифицированного яблочного пектина в качестве стабилизатора в количестве 50 кг.

Сырье для выработки:

- Мука пшеничная высшего сорта по ГОСТ 26574-2017
- Сухое молоко по ГОСТ 33629-2015
- Соевый белок по Спецификации «ОПТТЕМА» S-300
- Мальтодекстрин по ГОСТ 34274-2017
- Модифицированный крахмал по ГОСТ 32902-2014
- Пектин НЭ яблочный по ГОСТ Р 51806-2001
- Дрожжевой экстракт по Спецификации от «ETS group»
- Сорбат калия по Спецификации от Modern Products
- Порошок тыквенный по Спецификации от «Трапеза»

Сырье по качеству соответствовало требованиям нормативной документации.

Производство тыквенного соуса с добавлением яблочного низкоэтерифицированного пектина осуществляли согласно рецептуре (табл.1) и технологическим параметрам (табл.2).

Таблица 1 – Рецептура тыквенного соуса с добавлением яблочного пектина низкоэтерифицированного

№ п.п.	Ингредиенты	Массовая доля, %
1	Мука пшеничная высшего сорта	10,00
2	Сухое молоко	26,89
3	Соевый белок	29,11
4	Мальтодекстрин	3,00
5	Модифицированный крахмал	1,00
6	Пектин НЭ яблочный	4,79
7	Дрожжевой экстракт	0,10
8	Сорбат калия	0,10
9	Тыквенный порошок	25,00

Таблица 2 – Параметры технологического процесса

№ п.п.	Технологический параметр	Значение
1	Режим дозирования и перемешивания рецептурных компонентов	
	Температура, °С	20-24
	Частота вращения мешалки, с ⁻¹	12-15
	Продолжительность перемешивания, мин	5-10

Сухой тыквенный соус вырабатывался на линии, оснащённой дозирующими станциями, бункерами хранения сырья, а также, бункерами-смесителями. Каждый рецептурный компонент вносился в общую массу сухого соуса последовательно в соответствие с рецептурой. Ингредиенты хранились при нормальной относительной влажности воздуха и средней комнатной температуре 20-24⁰С.

После того, как каждый рецептурный компонент внесли в рабочую ёмкость с вертикальной мешалкой соус замешивался. Перемешивание до однородного состояния вели при частоте 12-15 с⁻¹ в течение 5-10 минут.

Готовый соус выгружался в приёмный бак фасовочного оборудования. Соус запаковывался отдельно на запаивающем станке.

Готовый продукт фасовался в пакетики с дозаторами из плёнки Doypack.

Соус подвергался органолептическим и физико-химическим испытаниям, которые показали, что готовый продукт соответствует требованиям разработанной технической документации.

Промышленная апробация показала, что разработанная на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» рецептура сухого тыквенного соуса с добавлением низкоэтерифицированного яблочного пектина и модифицированного крахмала холодного

набухания по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют технической документации и может быть внедрена в производство.

От «АГАМА Истра»

Главный технолог

От ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»



Абабков К.В.

Соискатель кафедры «Биотехнология и

технология продуктов биоорганического синтеза»

Вольнова Е.Р.

Результаты линейного программирования в программе MatLab

Листинг программы, отражающий процедуру математической обработки при разработке рецептуры сухой соусной основы с заданными свойствами представлен на рисунке 36.

LP preprocessing removed 0 inequalities, 0 equalities, 0 variables, and added 0 non-zero elements.

Iter	Fval	Primal Infeas	Dual Infeas	Complementarity
0	4.921440e+03	2.454547e+02	5.297790e+01	2.416719e+01
1	3.168902e+03	1.539830e+02	3.320855e+01	1.875132e+01
2	1.627397e+03	5.021300e+01	1.225939e+01	8.544587e+00
3	1.623467e+03	4.812936e+01	1.191268e+01	8.638601e+00
4	8.949820e+02	9.620411e+00	5.956340e-03	3.400798e+00
5	7.089017e+02	3.562446e-03	1.798038e-05	9.737532e-01
6	7.015292e+02	1.148011e-06	4.372104e-07	6.271687e-02
7	7.014816e+02	5.740022e-10	2.186127e-10	1.682133e-04
8	7.014808e+02	3.552714e-15	7.105427e-15	1.980085e-10

Minimum found that satisfies the constraints.

Optimization completed because the objective function is non-decreasing in feasible directions, to within the selected value of the function tolerance, and constraints are satisfied to within the selected value of the constraint tolerance.

```
x =
    0.2000
    0.3000
    0.2603
    0.1100
    0.0250
    0.0833
    0.0160
    0.0010
```

Рисунок 36 – Листинг программы MatLab по результатам задачи оптимизации рецептуры сухой основы для соуса

LP preprocessing removed 0 inequalities, 0 equalities, 0 variables, and added 0 non-zero elements.

Iter	Fval	Primal Infeas	Dual Infeas	Complementarity
0	4.921440e+03	2.454547e+02	5.297790e+01	2.416719e+01
1	3.168902e+03	1.539830e+02	3.320855e+01	1.875132e+01
2	1.627397e+03	5.021300e+01	1.225939e+01	8.544587e+00
3	1.623467e+03	4.812936e+01	1.191268e+01	8.638601e+00
4	8.949820e+02	9.620411e+00	5.956340e-03	3.400798e+00
5	7.089017e+02	3.562446e-03	1.798038e-05	9.737532e-01
6	7.015292e+02	1.148011e-06	4.372104e-07	6.271687e-02
7	7.014816e+02	5.740022e-10	2.186127e-10	1.682133e-04
8	7.014808e+02	3.552714e-15	7.105427e-15	1.980085e-10

Minimum found that satisfies the constraints.

Optimization completed because the objective function is non-decreasing in feasible directions, to within the selected value of the function tolerance, and constraints are satisfied to within the selected value of the constraint tolerance.

```
x =
    0.2000
    0.3000
    0.2603
    0.1100
    0.0100
    0.0487
    0.0100
    0.0010
    0.0600
```

fval = 701.4808

exitflag = 1

output = struct with fields:

iterations: 8

message: 'Minimum found that satisfies the constraints. Optimization completed because the objective function is non-decreasing in feasible directions, to within the selected value of the function tolerance, and constraints are satisfied to within the selected value of the constraint tolerance.'

algorithm: 'interior-point'

constrviolation: 1.1102e-16

Рисунок 37 – Листинг программы MatLab по результатам задачи оптимизации рецептуры сухого сырного соуса

Результат расчета оптимальных рецептов сухих овощных и ягодных соусов при помощи пакета программ MatLab приведены на рисунках 38 и 39.

LP preprocessing removed 2 inequalities, 0 equalities, 0 variables, and 2 non-zero elements.

Iter	Fval	Primal Infeas	Dual Infeas	Complementarity
0	2.307896e+04	3.846067e+02	1.789458e+02	6.089972e+01
1	9.869126e+03	1.882678e+02	8.947290e-02	2.844742e+01
2	1.302184e+03	5.990990e+00	4.473646e-05	3.911815e+00
3	1.164449e+03	2.183779e+00	3.010787e-05	4.209258e+00
4	1.153104e+03	1.036442e+00	5.783683e-06	3.983367e+00
5	1.131037e+03	4.004337e-01	1.792938e-06	1.325496e+00
6	1.152392e+03	1.662278e-01	1.566564e-06	1.329936e+00
7	1.149186e+03	1.327228e-01	6.198757e-07	1.100685e+00
8	1.145073e+03	3.019175e-03	1.286682e-07	6.067486e-01
9	1.140717e+03	1.509588e-06	6.437058e-11	6.496378e-02
10	1.140679e+03	2.827516e-12	6.741217e-14	8.965169e-08

Minimum found that satisfies the constraints.

Optimization completed because the objective function is non-decreasing in feasible directions, to within the selected value of the function tolerance, and constraints are satisfied to within the selected value of the constraint tolerance.

x =

```
0.1000
0.2689
0.2911
0.0300
0.0100
0.0479
0.0010
0.0010
0.2500
```

fval =

```
1.1407e+03
```

exitflag =

```
1
```

output =

struct with fields:

iterations: 10

message: 'Minimum found that satisfies the constraints. Optimization completed because the objective function is non-decreasing in feasible directions, to within the selected value of the function tolerance, and constraints are satisfied to within the selected value of the constraint tolerance.'

algorithm: 'interior-point'

constrviolation: 2.8111e-13

firstorderopt: 1.4678e-07

LP preprocessing removed 1 inequalities, 0 equalities, 0 variables, and 1 non-zero elements.

Iter	Fval	Primal Infeas	Dual Infeas	Complementarity
0	4.927911e+03	1.512597e+02	9.577322e+01	2.736918e+01
1	1.516277e+03	3.447466e+01	4.788661e-02	1.124334e+01
2	8.491177e+02	3.623902e+00	3.224573e-03	5.372943e+00
3	8.373409e+02	1.180388e+00	2.125131e-03	5.434265e+00
4	7.969662e+02	2.571380e-04	5.202547e-04	1.768825e+00
5	7.953678e+02	1.285690e-07	2.601274e-07	1.802336e-01
6	7.942236e+02	1.828290e-10	1.300595e-10	2.497548e-03
7	7.942115e+02	2.331468e-15	6.988708e-14	1.253009e-06
8	7.942115e+02	2.664535e-15	5.684342e-14	2.350862e-13

Minimum found that satisfies the constraints.

Optimization completed because the objective function is non-decreasing in feasible directions, to within the selected value of the function tolerance, and constraints are satisfied to within the selected value of the constraint tolerance.

x =

```
0.1224
```

```
0.3000
```

```
0.2979
```

```
0.0300
```

```
0.0100
```

```
0.0991
```

```
0.0010
```

```
0.0010
```

```
0.1385
```

fval =

```
794.2115
```

exitflag =

```
1
```

output =

struct with fields:

iterations: 8

message: 'Minimum found that satisfies the constraints. Optimization completed because the objective function is non-decreasing in feasible directions, to within the selected value of the function tolerance, and constraints are satisfied to within the selected value of the constraint tolerance.'

algorithm: 'interior-point'

constrviolation: 2.2204e-16

Рисунок 38 – Результат оптимизации рецептуры тыквенного соуса

Рисунок 39 – Результат оптимизации рецептуры черничного соуса

Протоколы испытаний по определению макро- и микроэлементов в сухих соусах

**Инжиниринговый центр «Передовые пищевые технологии
и безопасность продуктов питания» Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»
(ИЦ ФГБОУ ВО «МГУПП»)**

Испытательный лабораторный центр
125080, г. Москва, ул. Врубеля, д. 12, 9 этаж
Телефон/факс: +7 (499) 750-01-11 e-mail: lab@mgupp.ru



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий лабораторией

Н.Ю. Каримова

07.12.2021

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 115 от 07.12.2021

1. Регистрационный номер образца (пробы): 211118-0033-0084
2. Объект испытаний (наименование, однозначная идентификация и, при необходимости, состояние образца (пробы)): сухой соус 1
3. Количество образцов (проб): 1 образец 50 г
4. Фотоматериалы: -
5. Наименование и адрес изготовителя: -
6. Наименование, адрес места нахождения и контактные данные заказчика испытаний:
-
7. Цель испытаний: исследование по ГОСТ EN 15505, ГОСТ EN 14084, ГОСТ 26657
8. Место осуществления лабораторной деятельности: г. Москва, ул. Врубеля, д. 12, этаж 9
9. Дата получения образца (ов) для испытаний: 18.11.2021
10. Информация об отборе образцов (проб): Отбор образцов испытательным лабораторным центром не осуществлялся

*Перепечатка или размножение Протокола испытаний без письменного разрешения
Испытательного лабораторного центра не допускается.
Результаты испытаний относятся только к объектам, предоставленным заказчиком и
прошедшим испытания.*

*Испытательный лабораторный центр не несет ответственности за информацию,
предоставленную заказчиком (данные, предоставленные Заказчиком, отмечаются «*»)*

Всего страниц 3

11. Дата(ы) осуществления лабораторной деятельности: 22.11.2021 – 07.12.2021

12. Испытательное оборудование и средства измерения:

№ п/п	Наименование испытательного и измерительного оборудования	Зав. №	Диапазон измерений	Класс точности (разряд), погрешность	Сведения о поверке/аттестации (№, дата документа о поверке/аттестации)
1	Электронные весы GH-202, 29201-05	15103733	Диапазон взвешивания от 0,001 до 220 г	I, Специальный	Свидетельство о поверке № С-М/30-09-2021/98964254 от 30.09.2021. Действительно до 29.09.2022
2	Муфельная печь СНОЛ 3/11	854	Диапазон температур до 1150 °С	±1,0 °С	Аттестат № 207/21-026а от 22.09.2021. Протокол аттестации № 026 от 22.09.2021. Действительно до 21.09.2023
3	Спектрофотометр UNICO 2800, 38106-08	SQH0812025	Диапазон длин волн (190-1100) нм	Погрешность установки длины волны ± 0,8 нм	Свидетельство о поверке № С-МА/08-11-2021/106909750 от 08.11.2021. Действительно до 07.11.2022
4	Весы Explorer E12140	1120433962	От 0,002 до 210 г	II, Высокий	Свидетельство о поверке № С-М/30-09-2021/98964257 от 30.09.2021. Действительно до 29.09.2022
5	Спектрометр атомно-абсорбционный А-2 с пламенной и электротермической атомизацией	28-0932-21-0035.2	(190-900) нм	-	Свидетельство о поверке № ТТ 0231884 от 19.02.2021. Действительно до 18.02.2022

от 07.12.2021 № 115

ИЛЦ ИЦ ФГБОУ ВО «МГУПП»

13. Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателя (характеристик)	Ед. изм.	Результат испытания (наблюдения)	Нормативный документ на метод исследования (испытания) и измерения
Физико-химические показатели				
1	Массовая доля фосфора	%	1,56 ± 0,26	ГОСТ 26657
2	Массовая доля натрия	мг/кг	17 143 ± 2 571	ГОСТ EN 15505
3	Массовая доля магния	мг/кг	666 ± 107	ГОСТ EN 15505
4	Массовая доля кальция	мг/кг	2 203 ± 352	ГОСТ EN 15505
5	Массовая доля калия	мг/кг	9 085 ± 1 363	ГОСТ EN 15505
6	Массовая доля меди	мг/кг	0,488 ± 0,122	ГОСТ EN 14084
7	Массовая доля железа	мг/кг	0,714 ± 0,179	ГОСТ EN 14084

Конец протокола испытаний

**Инжиниринговый центр «Передовые пищевые технологии
и безопасность продуктов питания» Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»
(ИЦ ФГБОУ ВО «МГУПП»)**

Испытательный лабораторный центр
125080, г. Москва, ул. Врубеля, д. 12, 9 этаж
Телефон/факс: +7 (499) 750-01-11, e-mail: lab@mgupp.ru



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий лабораторией

(Подпись) Н.Ю. Каримова
07.12.2021

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 116 от 07.12.2021

1. Регистрационный номер образца (пробы): 211118-0033-0085
2. Объект испытаний (наименование, однозначная идентификация и, при необходимости, состояние образца (пробы)): сухой соус 2
3. Количество образцов (проб): 1 образец 50 г
4. Фотоматериалы: -
5. Наименование и адрес изготовителя: -
6. Наименование, адрес места нахождения и контактные данные заказчика испытаний: -
7. Цель испытаний: исследование по ГОСТ EN 15505, ГОСТ EN 14084, ГОСТ 26657
8. Место осуществления лабораторной деятельности: г. Москва, ул. Врубеля, д. 12, этаж 9
9. Дата получения образца (ов) для испытаний: 18.11.2021
10. Информация об отборе образцов (проб): Отбор образцов испытательным лабораторным центром не осуществлялся

*Перепечатка или размножение Протокола испытаний без письменного разрешения
Испытательного лабораторного центра не допускается.
Результаты испытаний относятся только к объектам, предоставленным заказчиком и
прошедшим испытания.*

*Испытательный лабораторный центр не несет ответственности за информацию,
предоставленную заказчиком (данные, предоставленные Заказчиком, отмечаются «*»)*

Всего страниц 3

от 07.12.2021 № 116

ИЛЦ ИЦ ФГБОУ ВО «МГУПП»

11. Дата(ы) осуществления лабораторной деятельности: 22.11.2021 – 07.12.2021

12. Испытательное оборудование и средства измерения:

№ п/п	Наименование испытательного и измерительного оборудования	Зав. №	Диапазон измерений	Класс точности (разряд), погрешность	Сведения о поверке/аттестации (№, дата документа о поверке/аттестации)
1	Электронные весы GH-202, 29201-05	15103733	Диапазон взвешивания от 0,001 до 220 г	I, Специальный	Свидетельство о поверке № С-М/30-09-2021/98964254 от 30.09.2021. Действительно до 29.09.2022
2	Муфельная печь СНОЛ 3/11	854	Диапазон температур до 1150 °С	±1,0 °С	Аттестат № 207/21-026а от 22.09.2021. Протокол аттестации № 026 от 22.09.2021. Действительно до 21.09.2023
3	Спектрофотометр UNICO 2800, 38106-08	SQH0812025	Диапазон длин волн (190-1100) нм	Погрешность установки длины волны ± 0,8 нм	Свидетельство о поверке № С-МА/08-11-2021/106909750 от 08.11.2021. Действительно до 07.11.2022
4	Весы Explorer E12140	1120433962	От 0,002 до 210 г	II, Высокий	Свидетельство о поверке № С-М/30-09-2021/98964257 от 30.09.2021. Действительно до 29.09.2022
5	Спектрометр атомно-абсорбционный А-2 с пламенной и электротермической атомизацией	28-0932-21-0035.2	(190-900) нм	-	Свидетельство о поверке № ТТ 0231884 от 19.02.2021. Действительно до 18.02.2022

от 07.12.2021 № 116

ИЛЦ ИЦ ФГБОУ ВО «МГУПП»

13. Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателя (характеристик)	Ед. изм.	Результат испытания (наблюдения)	Нормативный документ на метод исследования (испытания) и измерения
Физико-химические показатели				
1	Массовая доля фосфора	%	1,54 ± 0,26	ГОСТ 26657
2	Массовая доля натрия	мг/кг	19 520 ± 2 928	ГОСТ EN 15505
3	Массовая доля магния	мг/кг	744 ± 112	ГОСТ EN 15505
4	Массовая доля кальция	мг/кг	2 441 ± 391	ГОСТ EN 15505
5	Массовая доля калия	мг/кг	10 879 ± 1 632	ГОСТ EN 15505
6	Массовая доля меди	мг/кг	0,433 ± 0,108	ГОСТ EN 14084
7	Массовая доля железа	мг/кг	1,138 ± 0,171	ГОСТ EN 14084

Конец протокола испытаний

**Инжиниринговый центр «Передовые пищевые технологии
и безопасность продуктов питания» Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»
(ИЦ ФГБОУ ВО «МГУПП»)**

Испытательный лабораторный центр
125080, г. Москва, ул. Врубеля, д. 12, 9 этаж
Телефон/факс: +7 (499) 750-01-11, e-mail: lab@mgupr.ru



СВЕРЖДАЮ

Заведующий лабораторией

Н.Ю. Каримова

07.12.2021

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 117 от 07.12.2021

1. Регистрационный номер образца (пробы): 211118-0033-0086
2. Объект испытаний (наименование, однозначная идентификация и, при необходимости, состояние образца (пробы)): сухой соус 3
3. Количество образцов (проб): 1 образец 50 г
4. Фотоматериалы: -
5. Наименование и адрес изготовителя: -
6. Наименование, адрес места нахождения и контактные данные заказчика испытаний:
-
7. Цель испытаний: исследование по ГОСТ EN 15505, ГОСТ EN 14084, ГОСТ 26657
8. Место осуществления лабораторной деятельности: г. Москва, ул. Врубеля, д. 12, этаж 9
9. Дата получения образца (ов) для испытаний: 18.11.2021
10. Информация об отборе образцов (проб): Отбор образцов испытательным лабораторным центром не осуществлялся

*Перепечатка или размножение Протокола испытаний без письменного разрешения
Испытательного лабораторного центра не допускается.
Результаты испытаний относятся только к объектам, предоставленным заказчиком и
прошедшим испытания.*

*Испытательный лабораторный центр не несет ответственности за информацию,
предоставленную заказчиком (данные, предоставленные Заказчиком, отмечаются «*»)*

Всего страниц 3

11. Дата(ы) осуществления лабораторной деятельности: 22.11.2021 – 07.12.2021

12. Испытательное оборудование и средства измерения:

№ п/п	Наименование испытательного и измерительного оборудования	Зав. №	Диапазон измерений	Класс точности (разряд), погрешность	Сведения о поверке/аттестации (№, дата документа о поверке/аттестации)
1	Электронные весы GH-202, 29201-05	15103733	Диапазон взвешивания от 0,001 до 220 г	I, Специальный	Свидетельство о поверке № С-М/30-09-2021/98964254 от 30.09.2021. Действительно до 29.09.2022
2	Муфельная печь СНОЛ 3/11	854	Диапазон температур до 1150 °С	±1,0 °С	Аттестат № 207/21-026а от 22.09.2021. Протокол аттестации № 026 от 22.09.2021. Действительно до 21.09.2023
3	Спектрофотометр UNICO 2800, 38106-08	SQH0812025	Диапазон длин волн (190-1100) нм	Погрешность установки длины волны ± 0,8 нм	Свидетельство о поверке № С-МА/08-11-2021/106909750 от 08.11.2021. Действительно до 07.11.2022
4	Весы Explorer E12140	1120433962	От 0,002 до 210 г	II, Высокий	Свидетельство о поверке № С-М/30-09-2021/98964257 от 30.09.2021. Действительно до 29.09.2022
5	Спектрометр атомно-абсорбционный А-2 с пламенной и электротермической атомизацией	28-0932-21-0035.2	(190-900) нм	-	Свидетельство о поверке № ТТ 0231884 от 19.02.2021. Действительно до 18.02.2022

от 07.12.2021 № 117

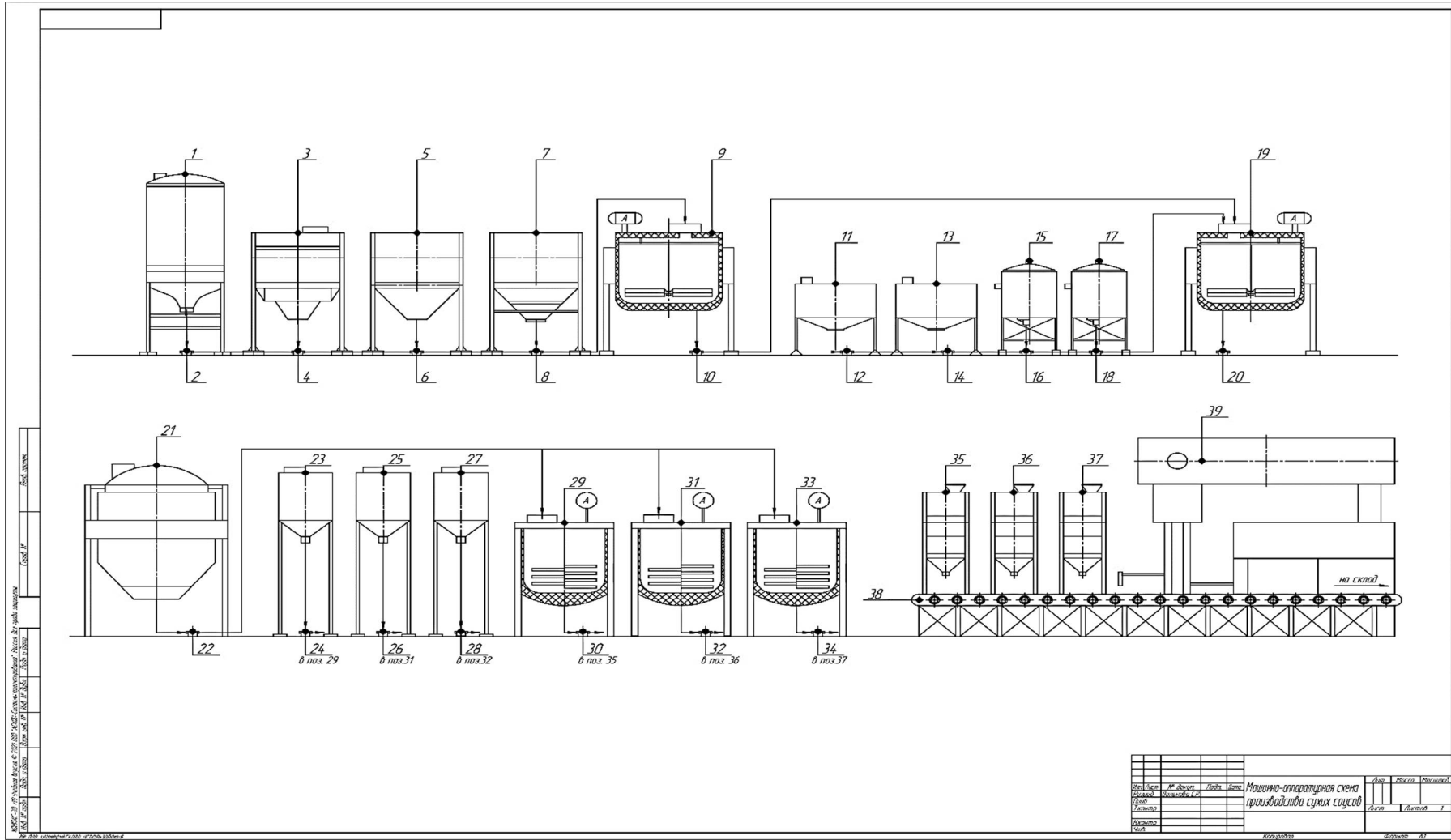
ИЛЦ ИЦ ФГБОУ ВО «МГУПП»

13. Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателя (характеристик)	Ед. изм.	Результат испытания (наблюдения)	Нормативный документ на метод исследования (испытания) и измерения
Физико-химические показатели				
1	Массовая доля фосфора	%	1,50 ± 0,25	ГОСТ 26657
2	Массовая доля натрия	мг/кг	23 169 ± 3 475	ГОСТ EN 15505
3	Массовая доля магния	мг/кг	540 ± 81	ГОСТ EN 15505
4	Массовая доля кальция	мг/кг	1 967 ± 315	ГОСТ EN 15505
5	Массовая доля калия	мг/кг	9 400 ± 1 410	ГОСТ EN 15505
6	Массовая доля меди	мг/кг	0,208 ± 0,052	ГОСТ EN 14084
7	Массовая доля железа	мг/кг	1,138 ± 0,285	ГОСТ EN 14084

Конец протокола испытаний

Машинно-аппаратурная схема производства сухих соусов с НЭ яблочным пектином



Приложение Ж

Расчёты, подтверждающие экономическую эффективность ферментативной технологии получения яблочного НЭ пектина

В таблице 41 отражены расчётные значения статей затрат, на основании которых провели расчёт розничной цены яблочного НЭ пектина массой 0,5 кг.

Таблица 41 – Статьи затрат на производство пектина

№ п.п.	Наименование статей затрат	Себестоимость 1 тонны продукта, руб.	Затраты на весь объем, производства продукта, тыс. руб/год
1	Сырье	3224950,00	822362,25
2	Материалы	13005,60	3316,43
3	Вода и энергозатраты	1197,15	305,27
4	Зарплата производственного персонала	21075,29	5374,20
5	Единый социальный налог	5479,58	1397,29
6	Общепроизводственные расходы	2107,53	537,42
7	Общехозяйственные расходы	3161,29	806,13
8	Земельный налог	54,12	13,80
9	Налог на имущество	290,59	74,10
10	Прочие затраты	1053,76	268,71
11	Производственная себестоимость	3272374,91	834455,60
12	Коммерческие расходы	229066,24	58411,89
13	Полная себестоимость	3501441,15	892867,49

Приложение 3

**Расчёты, подтверждающие экономическую эффективность усовершенствованной технологии сухих соусов с НЭ
яблочным пектином**

В таблице 42 отражены расчётные значения статей затрат, которые послужили основанием для расчёта розничной цены сухих соусов массой 1 кг.

Таблица 42 – Статьи затрат на производство сухих соусов

№ п.п.	Наименование статей затрат	Себестоимость 1 тонны продукта, руб.	Затраты на весь объем, тыс. руб/год
1	Сырье	887005,61	291381,34
2	Материалы	6434,60	2113,76
3	Вода и энергозатраты	311,80	102,43
4	Зарплата производственного персонала	22604,57	7425,60
5	Единый социальный налог	5877,19	1930,66
6	Общепроизводственные расходы	2260,46	742,56
7	Общехозяйственные расходы	3390,68	1113,84
8	Земельный налог	40,18	13,20
9	Налог на имущество	124,35	40,85
10	Прочие затраты	1130,23	371,28
11	Производственная себестоимость	929179,67	302191,02
12	Коммерческие расходы	64393,82	21153,37
13	Полная себестоимость	993573,49	323344,39

Технические условия на сухие соусы с НЭ яблочным пектином

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ»

ОКП 91 9931

Группа Н55



УТВЕРЖДАЮ
Врио проректора по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУПП»

Бикбулатова А.А.
«10» января 2022 г.

Соусы сухие с низкоэтерифицированным яблочным биопектином

**Технические условия
(ПРОЕКТ)**

ТУ 10.89.19-008-02068634-2022
(Вводятся впервые)

Дата введения в действие «10» января 2022 г.

РАЗРАБОТАНО

Д.б.н., проф., академик РАЕН, зав. каф.
«Биотехнология и технология
продуктов биоорганического
синтеза» ФГБОУ ВО «МГУПП»
Бутова С.Н.

Соискатель кафедры «Биотехнология и
Технология продуктов биоорганического
Синтеза» ФГБОУ ВО «МГУПП»
Вольнова Е.Р.

Москва
2022 год

**Технологическая инструкция для производства сухих соусов с НЭ
яблочным пектином**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ»

ОКП 91 9931

Группа Н55

**УТВЕРЖДАЮ**Врио проректора по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУПП»

Бикбулатова А.А.

«10» января 2022 г.

Соусы сухие с низкоэтерифицированным яблочным биопектином**Технологическая инструкция
(ПРОЕКТ)****ТИ 10.89.19-008-02068634-2022
(Вводится впервые)**

Дата введения в действие «10» января 2022 г.

РАЗРАБОТАНОД.б.н., проф., академик РАЕН, зав. каф.
«Биотехнология и технология
продуктов биоорганического
синтеза» ФГБОУ ВО «МГУПП»
_____ Бутова С. Н.Соискатель кафедры «Биотехнология и
Технология продуктов биоорганического
Синтеза» ФГБОУ ВО «МГУПП»
_____ Вольнова Е. Р.Москва
2022 год