Вестник ВГУИТ/ Proceedings of VSUET ISSN 2226-910X E-ISSN 2310-1202
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2026-3-260-271 Оригинальная статья/Research article
УДК 664.144:634.23:631.526:544.77 Open Access Available online at vestnik-vsuet.ru

Обоснование технологии и режимов хранения желейного мармелада на основе вишни сорта Калитвянка

Владимир И. Манжесов [1] mavik62_62@mail.ru 0000-0001-9210-9852
Светлана Ю. Чурикова [1] sveta-ch-vz@ya.ru 0000-0002-0468-8821

1 Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований по обоснованию технологии производства желейного формованного мармелада с использованием плодов вишни сорта Калитвянка, районированного для условий Воронежской области. Актуальность работы обусловлена необходимостью импортозамещения и расширения ассортимента кондитерских изделий на основе местного плодово-ягодного сырья. Приведен химический состав плодов, характеризующийся высоким содержанием сухих веществ (до 17,5%), сахаров (до 12,6%) и пектиновых веществ (до 0,78%), что подтверждает технологическую пригодность данного сорта для переработки. Изучен химический состав готового продукта: массовая доля сухих веществ составила 80,0%, сахаров – 67,8%, пектиновых веществ – 0,95%. Исследованы реологические характеристики мармеладной массы на ротационном вискозиметре в диапазоне температур 20-95°С. Установлено, что масса является псевдопластичной жидкостью, реологическое поведение которой описывается степенным законом Оствальда – де Вале. Выявлено снижение коэффициента консистенции с 185,4 до 16,2 Па·с^n и возрастание индекса течения с 0,52 до 0,73 при повышении температуры; энергия активации вязкого течения составила 38,2 кДж/моль. Исследована кинетика студнеобразования при температурах 10, 15, 20 и 25°С и значениях pH 3,0-4,5; установлено, что процесс структурообразования имеет S-образный характер и описывается логистической моделью. Обоснованы оптимальные параметры выстаивания: температура 15-20°С, продолжительность 60-90 минут, pH 3,3-3,7, обеспечивающие достижение 90% максимальной прочности студня (32,1-38,5 кПа). Зависимость прочности студня от концентрации агара имеет степенной характер (показатель степени 1,82). Разработана блок-схема технологического процесса, включающая подготовку сырья, приготовление вишневого пюре, варку мармеладной массы до 106±1°С, формование, сушку до влажности 20-22% и упаковку. Определены микробиологические показатели качества мармелада в процессе хранения (КМАФАнМ, БГКП, *Salmonella*, плесневые грибы, дрожжи), подтверждающие его безопасность в течение 3 месяцев. Обоснованы оптимальные режимы хранения: температура 15±5°С, относительная влажность воздуха 80±5%, отсутствие прямого солнечного света; установлены сроки хранения в зависимости от вида упаковки (от 1 до 6 месяцев). Применение вишневого пюре позволяет получить продукт с высокими органолептическими показателями и повышенной биологической ценностью.

Ключевые слова: вишня, мармелад, сорт вишни Калитвянка, реологические характеристики, студнеобразование, кинетика структурообразования, технологическая схема, микробиологические показатели, хранение.

Justification of technology and storage regimes for jelly marmalade based on Kalitvyanka sour cherry

Vladimir I. Manzhesov [1] mavik62_62@mail.ru 0000-0001-9210-9852
Svetlana Yu. Churikova [1] sveta-ch-vz@ya.ru 0000-0002-0468-8821

1 Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 1 Michurin str., Voronezh, 394087, Russia

Abstract. The article presents the results of experimental studies on the substantiation of the production technology for molded jelly marmalade using Kalitvyanka sour cherry fruits, a variety zoned for the conditions of the Voronezh Region. The relevance of the work is driven by the need for import substitution and expansion of the range of confectionery products based on local fruit and berry raw materials. The chemical composition of the fruits is provided, characterized by a high content of solids (up to 17.5%), sugars (up to 12.6%), and pectin substances (up to 0.78%), which confirms the technological suitability of this variety for processing. The chemical composition of the finished product has been studied: the mass fraction of solids was 80.0%, sugars – 67.8%, pectin substances – 0.95%. The rheological characteristics of the marmalade mass were studied on a rotational viscometer in the temperature range of 20-95°C. It has been established that the mass is a pseudoplastic fluid whose rheological behavior is described by the Ostwald–de Waele power law. A decrease in the consistency coefficient from 185.4 to 16.2 Pa·s^n and an increase in the flow index from 0.52 to 0.73 with increasing temperature were revealed; the activation energy of viscous flow was 38.2 kJ/mol. The kinetics of gelation at temperatures of 10, 15, 20, and 25°C and pH values of 3.0-4.5 have been investigated; it has been found that the structure formation process exhibits an S-shaped pattern and is described by a logistic model. The optimal setting parameters have been substantiated: temperature 15-20°C, duration 60-90 minutes, pH 3.3-3.7, ensuring the achievement of 90% of the maximum gel strength (32.1-38.5 kPa). The dependence of gel strength on agar concentration has a power-law character (exponent 1.82). A flow diagram of the technological process has been developed, including raw material preparation, cherry puree production, boiling of the marmalade mass to 106±1°C, molding, drying to a moisture content of 20-22%, and packaging. Microbiological quality indicators of marmalade during storage (total viable count, coliforms, Salmonella, molds, yeasts) have been determined, confirming its safety for a period of 3 months. Optimal storage regimes have been substantiated: temperature 15±5°C, relative air humidity 80±5%, absence of direct sunlight; shelf life has been established depending on the type of packaging (from 1 to 6 months). The use of cherry puree makes it possible to obtain a product with high organoleptic characteristics and increased biological value.

Keywords: sour cherry, marmalade, Kalitvyanka cherry variety, rheological characteristics, gelation, structure formation kinetics, technological flow diagram, microbiological indicators, storage.

Для цитирования

Манжесов В.И., Чурикова С.Ю. Обоснование технологии и режимов хранения желейного мармелада на основе вишни сорта Калитвянка // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 3. С. 260–271. doi:10.20914/2310-1202-2026-3-260-271

For citation

Manzhesov V.I., Churikova S.Y., Zhukov A.M. Justification of technology and storage regimes for jelly marmalade based on Kalitvyanka sour cherry. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 3. pp. 260–271. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-3-260-271

© 2026, Манжесов В.И. и др. / Manzhesov V.I. et al.

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Мармеладная промышленность является важным сегментом кондитерской отрасли Российской Федерации. В условиях импортозамещения особую актуальность приобретает использование местного плодово-ягодного сырья, что позволяет снизить себестоимость продукции и повысить ее биологическую ценность [1]. Вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris* Mill.) занимает одно из ведущих мест среди плодовых культур, возделываемых в Центрально-Черноземном регионе, благодаря высокой адаптивности и богатому химическому составу [2].

Воронежская область характеризуется умеренно-континентальным климатом с среднегодовой температурой воздуха +5,5… + 6,5 °С и суммой активных температур выше 10 °С, составляющей 2400–2600 °С.

Почвенный покров представлен преимущественно черноземами типичными и выщелоченными, что создает благоприятные условия для возделывания вишневых насаждений [3].

Выбор сорта вишни, оптимального для промышленной переработки, определяется комплексом факторов, включающих биологические особенности, технологические свойства плодов и экономическую эффективность. Сорт «Калитвянка», выведенный на Россошанской зональной опытной станции садоводства, прошел многолетнее сортоиспытание и показал высокие результаты по урожайности, зимостойкости и устойчивости к грибным заболеваниям [4].

Качество желейного мармелада в значительной степени определяется реологическими свойствами мармеладной массы и процессами студнеобразования. Реологические характеристики – эффективная вязкость, предельное напряжение сдвига, пластическая прочность – являются критериями технологичности массы, ее способности к формованию и сохранению формы [5, 6].

Реологические исследования мармеладных масс позволяют установить диапазоны градиента сдвига, рекомендованные для транспортирования массы в технологическом процессе.

Для мармеладной массы на агаре с глюкозой и сахарозой оптимальный градиент сдвига составляет $\gamma = 10–20$ $с^{-1}$ при температуре 55 ± 3 °С, время структурирования на агаре составляет от 60 до 120 минут [7].

Процесс студнеобразования, в свою очередь, зависит от концентрации структурообразователя (агара), содержания сухих веществ, pH среды и температурных условий [8, 9]. Структурообразование высокоэтерифицированных пектинов в сахарокислотных системах сильно зависит от скорости охлаждения и pH: с увеличением скорости охлаждения от 0,5 до 1,0 К/мин начальная температура структурообразования снижается, а максимальная скорость структурирования возрастает; при этом более низкие скорости охлаждения обеспечивают формирование более прочных и эластичных гелей [10]. Влияние pH на свойства гелей агара исследовано в работе [11], где показано, что снижение pH ниже 4,5 вызывает резкое падение температуры гелеобразования, модуля накопления и податливости; в целом уменьшение pH приводит к ослаблению и повышению хрупкости геля. Целенаправленное регулирование реологических параметров позволяет управлять качеством готового продукта и его сохраняемостью [12, 13].

Цель работы – научное обоснование технологии производства желейного мармелада из вишни сорта Калитвянка с детальной разработкой технологической схемы, оценкой реологических характеристик мармеладной массы и студня, изучением кинетики студнеобразования, а также определением оптимальных режимов и способов хранения.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись:

– плоды вишни сорта Калитвянка, выращенные в условиях Россошанского района Воронежской области в период полной потребительской зрелости (июль-август);

– вишневое пюре, полученное в процессе переработки плодов;

– мармеладная масса на разных этапах технологического процесса;

– образцы желейного формованного мармелада, изготовленные по разработанной рецептуре;

– образцы мармелада в процессе хранения (1, 2, 3 месяца) при различных температурно-влажностных режимах.

Отбор проб плодов вишни и подготовку к анализу проводили в соответствии со стандартными методами [14].

Органолептические показатели качества плодов вишни и готового мармелада определяли по стандартной методике [15] с использованием 5-балльной шкалы оценки. Оценивали внешний вид, цвет, консистенцию, вкус и запах.

Определение физико-химических показателей: массовую долю сухих веществ определяли рефрактометрическим методом

с использованием рефрактометра ИРФ-454 Б2М, а также арбитражным методом высушивания до постоянной массы; массовую долю сахаров (общих и редуцирующих) определяли цианидным методом (метод Бертрана) [16]; массовую долю титруемых кислот определяли потенциометрическим методом [17]; массовую долю пектиновых веществ определяли кальций-пектатным методом [18]; содержание витаминов и минеральных веществ определяли стандартными методами.

Реологические характеристики мармеладной массы и готового студня определяли на ротационном вискозиметре «Реотест-2» с коаксиальными цилиндрами в соответствии с методикой [7]. Измерения проводили при температурах 20; 40; 60; 80 и 95 °С в диапазоне скоростей сдвига от 0,166 до 243 $с^{-1}$. Определяли следующие параметры: эффективную вязкость (η, Па×с), предельное напряжение сдвига (τ_0, Па), пластическую вязкость (η_{pl}, Па×с) по модели Бингама, индекс течения (n) и коэффициент консистенции (K) по степенному закону Оствальда-де Вале.

Прочность студня определяли на структурометре СТ-2 методом продавливания сферического пуансона (диаметр 10 мм, скорость 1 мм/с). Пластическую прочность (Р, Па) вычисляли по формуле: $P = F / (\pi \cdot r^2)$, где F – усилие продавливания, Н; r – радиус пуансона, м.

Процесс студнеобразования исследовали при температурах 10, 15, 20 и 25 °С с фиксацией изменения пластической прочности студня через каждые 10 минут в течение 180 минут. Оценивали влияние pH (3,0; 3,5; 4,0; 4,5) и концентрации агара (0,8; 1,0; 1,2; 1,5%) на кинетику структурообразования.

Микробиологические исследования проводили в соответствии с требованиями [21] на всех этапах технологического процесса и в процессе хранения готовой продукции.

Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и Statistica 12.0. Для каждого показателя определяли среднее арифметическое значение, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации. Регрессионный анализ кинетических кривых студнеобразования проводили с использованием нелинейной модели логистического роста.

Результаты и их обсуждение

На основании анализа литературных данных и результатов многолетних наблюдений Россошанской зональной опытной станции садоводства для промышленной переработки наиболее перспективными признаны сорта Калитвянка и Гриот Россошанский. Сравнительная характеристика данных сортов представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика сортов вишни, районированных в Воронежской области

Table 1.

Comparative characteristics of sour cherry varieties zoned for the Voronezh region

Показатель | Indicator	Калитвянка	Гриот Россошанский
Средняя масса плода, г | Average fruit weight, g	5,7	3,6
Урожайность, кг/дер. | Yield, kg/day	11,2–16,8	10,5–14,2
Зимостойкость (подмерзание, балл) | Winter hardiness (freezing, score)	2,1	2,3
Устойчивость к коккомикозу (поражение, балл) | Resistance to coccomycosis (lesion, score)	2,0	2,5
Дегустационная оценка свежих плодов, балл | Tasting evaluation of fresh fruits, point	4,5	4,7
Содержание сухих веществ, % | Dry matter content, %	11,3–15,6	12,0–14,5
Содержание сахаров, % | Sugar content, %	8,7–12,6	9,1–11,8
Содержание кислот, % | Acid content, %	0,8–1,5	1,2–1,8

Сорт Калитвянка характеризуется более крупными плодами (5,7 г), что снижает трудоемкость операции удаления косточек [1]. Устойчивость к коккомикозу оценивается как высокая (поражение не более 2 баллов), что позволяет сократить количество химических обработок в период вегетации. Плоды имеют плотную мякоть, что обеспечивает сохранность при транспортировке и переработке.

Для оценки технологической пригодности плодов вишни сорта «Калитвянка» к производству мармелада были определены следующие показатели: массовая доля косточек составляет 8,2–9,5% (ниже средних значений по сортам вишни 10–12%), выход пюре после протирания достигает 86–89%, желирующая способность пектиновых веществ составляет 180–200° по шкале Бриггса, что характеризует их как среднежелирующие [18].

Результаты химического анализа плодов вишни сорта Калитвянка представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Химический состав плодов вишни сорта Калитвянка

Table 2.

Chemical composition of fruits of the Kalitvyanka sour cherry variety

Показатель Indicator	Среднее значение	Диапазон варьирования
Массовая доля влаги, % | Mass fraction of moisture, %	84,2	82,5–86,8
Массовая доля сухих веществ, % | Mass fraction of dry substances, %	15,8	13,2–17,5
Массовая доля сахаров (общих), % | Mass fraction of sugars (total), %	10,9	8,7–12,6
Массовая доля редуцирующих сахаров, % | Mass fraction of reducing sugars, %	2,8	2,1–3,5
Массовая доля титруемых кислот (на яблочную), % | Mass fraction of titratable acids (of malic), %	1,1	0,8–1,5
Массовая доля пектиновых веществ, % | Mass fraction of pectin substances, %	0,62	0,48–0,78
Массовая доля протопектина, % | Mass fraction of protopectin, %	0,38	0,30–0,46
Массовая доля растворимого пектина, % | Mass fraction of soluble pectin, %	0,24	0,18–0,32
Массовая доля дубильных и красящих веществ, % | Mass fraction of tannins and dyes, %	0,12	0,06–0,18
Аскорбиновая кислота, мг / 100 г. | Ascorbic acid, mg / 100 g.	12,5	10,2–15,1
Калий, мг / 100 г. | Potassium, mg / 100 g.	220	210–240
Кальций, мг / 100 г. | Calcium, mg / 100 g.	32	28–36
Магний, мг / 100 г. | Magnesium, mg / 100 g.	24	20–28
Железо, мг / 100 г. | Iron, mg / 100 g.	1,8	1,5–2,2

Содержание сухих веществ в плодах вишни достигает 17,5% в благоприятные по погодным условиям годы, что является высоким показателем для культуры [13]. Сахарокислотный индекс (отношение сахаров к кислотам) составляет 9,9, что обеспечивает сбалансированный вкус готовой продукции без добавления избыточного количества сахара.

На основании результатов исследований физико-химических свойств вишневого пюре была разработана рецептура желейного формованного мармелада (таблица 3) [15].

Химический состав готового мармелада, рассчитанный по рецептуре и подтвержденный экспериментальными исследованиями, представлен в таблице 4.

Таблица 3.

Рецептура мармелада «Вишневый» (на 1 т готовой продукции)

Table 3.

Ingredients formulation for “Vishnevy” marmalade (per 1 metric ton of final product)

Компонент Component	Массовая доля сухих веществ, % Mass fraction of dry substances, %	Расход сырья на 1 т, кг Consumption of raw materials per 1 ton, kg	
		в натуре in kind	в сухих веществах in dry matter
Сахар-песок | Granulated sugar	99,85	650,0	649,0
Патока | Molasses	78,00	150,0	117,0
Агар | Agar	85,00	12,0	10,2
Пюре вишневое | Cherry puree	12,50	200,0	25,0
Кислота лимонная | Citric acid	91,20	5,0	4,6
Лактат натрия | Sodium lactate	50,00	2,0	1,0
Итого | Total	-	1019,0	806,8
Выход | Output	80,00	1000,0	800,0

Таблица 4.

Химический состав мармелада «Вишневый»

Table 4.

Chemical composition of “Cherry” marmalade

Показатель | Indicator	Содержание, % | Content, %
Массовая доля влаги | Mass fraction of moisture	20,0 ± 0,5
Массовая доля сухих веществ | Mass fraction of dry substances	80,0 ± 0,5
Массовая доля сахаров (общих) | Mass fraction of sugars (total)	67,8 ± 1,2
Массовая доля редуцирующих веществ | Mass fraction of reducing substances	14,5 ± 0,8
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на лимонную) | Mass fraction of titratable acids (in terms of citric acid)	0,65 ± 0,05
Массовая доля пектиновых веществ | Mass fraction of pectin substances	0,95 ± 0,08
Массовая доля золы | Mass fraction of ash	0,35 ± 0,03
Энергетическая ценность, ккал / 100 г. | Energy value, kcal / 100 g.	325 ± 5

Анализ химического состава готового мармелада «Вишневый» показал, что продукт характеризуется высоким содержанием сухих веществ, что обусловлено значительной массовой долей сахаров (67,8%) и обеспечивает его микробиологическую стабильность. Содержание редуцирующих веществ составляет 14,5%, что свидетельствует о частичном гидролизе сахарозы в процессе варки и определяет пластичность студнеобразной структуры.

Содержание пектиновых веществ составляет 0,95%, что в сочетании с агаром как основным структурообразователем обеспечивает формирование прочного студня.

Изучение реологических свойств мармеладной массы является ключевым этапом при обосновании техноло-гических параметров производства. На рисунке 1 представлены реологические кривые течения мармеладной массы при различных температурах.

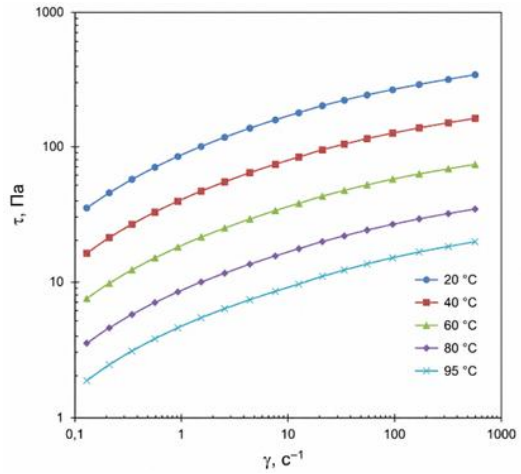


Рисунок 1. Реологические кривые течения мармеладной массы при температурах 20; 40; 60; 80 и 95 °C (зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига)

Figure 1. Rheological flow curves of marmalade mass at temperatures of 20; 40; 60; 80; and 95 °C (shear stress versus shear rate)

Анализ реологических кривых показал, что мармеладная масса является неньютоновской псевдопластичной жидкостью, для которой характерно снижение эффективной вязкости с увеличением скорости сдвига (эффект разжижения при сдвиге). Наиболее адекватное описание реологического поведения массы обеспечивается степенным законом Оствальда-де Вале: $\tau = K \times \gamma^n$, где τ – напряжение сдвига, Па; γ – скорость сдвига, $с^{-1}$; K – коэффициент консистенции, Па×$с^n$; n – индекс течения (n < 1 для псевдопластичных жидкостей).

Таблица 5.
Реологические параметры мармеладной массы

Table 5.
Rheological parameters of marmalade mass

T, °C	K, Па×$с^n$	n	R^2
20	185,4 ± 8,2	0,52 ± 0,03	0,991
40	98,6 ± 5,1	0,56 ± 0,03	0,989
60	52,3 ± 3,8	0,61 ± 0,04	0,987
80	28,7 ± 2,4	0,67 ± 0,04	0,985
95	16,2 ± 1,8	0,73 ± 0,05	0,983

С повышением температуры от 20 до 95 °C коэффициент консистенции K снижается более чем в 11 раз (с 185,4 до 16,2 Па×$с^n$), что свидетельствует о существенном уменьшении вязкости массы при нагревании. Индекс течения n при этом возрастает с 0,52 до 0,73, т. е. масса приближается к ньютоновскому поведению. Данная зависимость имеет важное технологическое значение: при температуре варки (106 °C) и температуре формования (85–90 °C) мармеладная масса обладает достаточно низкой вязкостью, что обеспечивает хорошую текучесть и заполняемость форм, а при охлаждении вязкость резко возрастает, что способствует быстрому структурообразованию. Полученные значения согласуются с данными [7], которые для мармеладной массы на агаре с сахарозой рекомендовали градиент сдвига γ = 10–20 $с^{-1}$ при температуре 55 ± 3 °C.

Температурная зависимость эффективной вязкости (при скорости сдвига 10 $с^{-1}$) описывается уравнением Аррениуса: $\eta = \eta_0 \times \exp(Ea / (R \cdot T))$, где Ea – энергия активации вязкого течения, кДж/моль; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура, К. Энергия активации, рассчитанная по наклону зависимости ln η от 1/T, составила 38,2 ± 2,1 кДж/моль, что характерно для концентрированных сахаросодержащих систем.

Процесс студнеобразования является определяющим для формирования структуры и потребительских свойств желейного мармелада. На рис. 2 представлены кинетические кривые нарастания пластической прочности студня при различных температурах выстаивания.

Анализ кинетических кривых показывает, что процесс студнеобразования имеет S-образный характер и может быть описан логистической моделью: $P(t) = P_max / (1 + \exp(-k \times (t - t_0)))$, где P(t) – пластическая прочность в момент времени t; P_max – максимальная прочность студня; k – константа скорости структурообразования; t_0 – время достижения половины максимальной прочности.

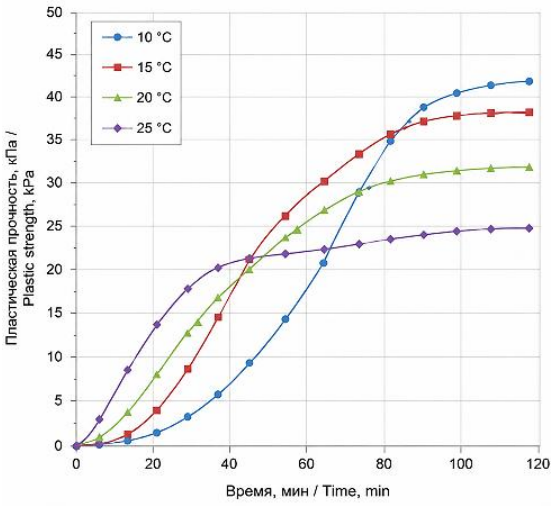


Рисунок 2. Кинетика студнеобразования мармеладной массы

Figure 2. Gelation kinetics of marmalade mass

Таблица 6.

Параметры кинетики студнеобразования при различных температурах

Table 6.

Parameters of gelation kinetics at different temperatures

T, °C	P_max, кПа	k, мин⁻¹	t₀, мин	time 90% P_max, мин
10	42,8 ± 1,5	0,062 ± 0,005	68,4 ± 3,2	105
15	38,5 ± 1,2	0,078 ± 0,006	52,6 ± 2,8	82
20	32,1 ± 1,0	0,095 ± 0,007	38,2 ± 2,1	62
25	24,6 ± 0,8	0,112 ± 0,008	26,8 ± 1,9	47

Установлено, что с повышением температуры выстаивания скорость структурообразования возрастает (константа скорости k увеличивается с 0,062 до 0,112 мин$^{-1}$), однако максимальная достижимая прочность студня при этом снижается (с 42,8 до 24,6 кПа). Это объясняется тем, что при более низких температурах формируется более плотная и упорядоченная пространственная сетка агаровых гелей, обеспечивающая большую механическую прочность. Аналогичные закономерности отмечены в работе [10] для пектиновых гелей: более низкие скорости охлаждения обеспечивают формирование более прочных и эластичных гелей.

Оптимальной температурой выстаивания является 15–20 °C, при которой достигается баланс между скоростью студнеобразования и прочностью формирующейся структуры. Продолжительность выстаивания при 15–20 °C составляет 60–90 минут, что соответствует времени достижения 90% от максимальной прочности.

Влияние pH среды на процесс студнеобразования представлено на рисунке 3.

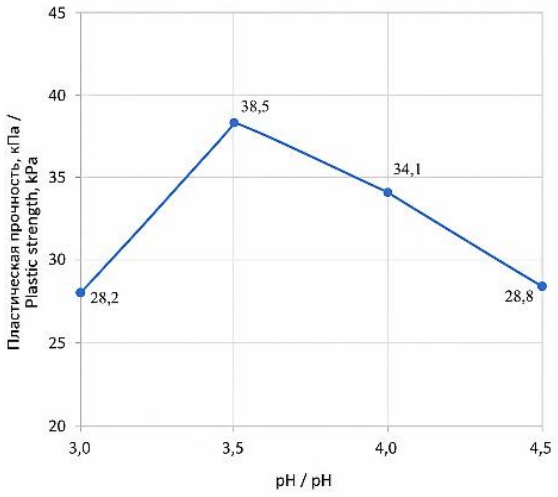


Рисунок 3. Влияние pH на пластическую прочность студня (температура 20 °C, время выстаивания 90 минут)

Figure 3. The effect of pH on the plastic strength of the gel (at 20 °C with a standing time of 90 minutes)

Максимальная пластическая прочность студня (38,5 кПа) наблюдается при pH 3,5. При снижении pH до 3,0 прочность уменьшается до 28,2 кПа, что связано с частичным гидролизом агарозных цепей в сильно кислой среде. При pH 4,0 и 4,5 прочность также снижается (до 34,1 и 28,8 кПа соответственно).

Снижение pH ниже 4,5 вызывает резкое падение температуры гелеобразования и модуля накопления; в целом уменьшение pH приводит к ослаблению и повышению хрупкости геля. Таким образом, оптимальное значение pH для студнеобразования составляет 3,3–3,7, что обеспечивается внесением лимонной кислоты в количестве 1–2% от массы продукта.

Влияние концентрации агара на пластическую прочность студня представлено на рисунке 4.

Установлено, что зависимость прочности от концентрации агара имеет степенной характер: P = a×C^b, где C – концентрация агара, %; a и b – эмпирические коэффициенты (a = 42,8, b = 1,82, R^2 = 0,996). Увеличение концентрации агара с 0,8 до 1,5% приводит к росту пластической прочности с 28,5 до 75,2 кПа. В разработанной рецептуре используется 1,2% агара, что обеспечивает прочность студня 48,6 кПа – достаточную для сохранения формы изделий при извлечении из форм и последующей сушке.

На основании проведенных исследований разработана блок-схема производства желейного формованного мармелада с использованием вишневого пюре (рисунок 5).

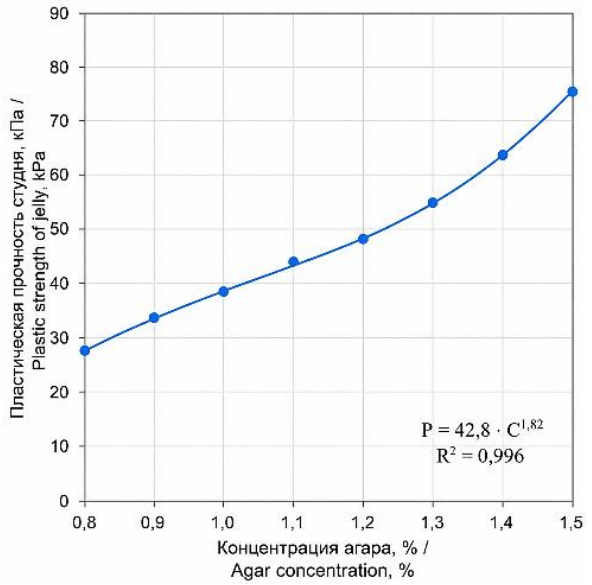


Рисунок 4. Зависимость пластической прочности студня от концентрации агара (температура 20 °С, pH 3,5, время выстаивания 90 минут)

Figure 4. The dependence of the gel plastic strength on agar concentration (at 20 ° C, pH 3.5, with a standing time of 90 minutes)

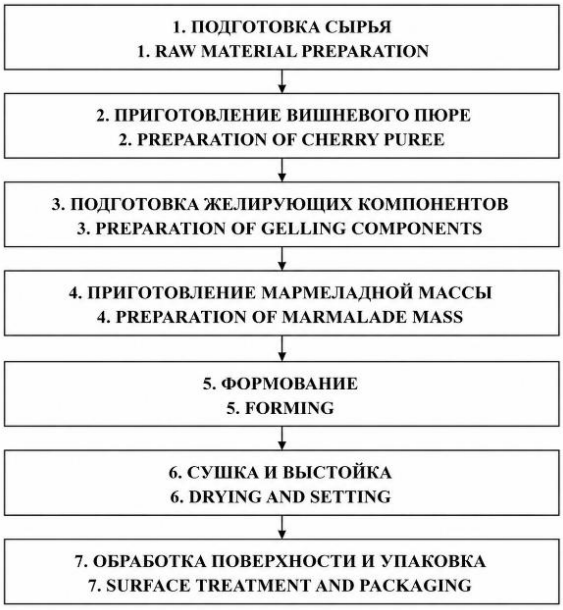


Рисунок 5. Блок-схема технологического процесса производства желейного мармелада из вишни

Figure 5. Schematic flow diagram of the manufacturing process of cherry-based jelly marmalade

Описание этапов процесса.

1. Подготовка сырья. Поступающая на переработку вишня должна соответствовать требованиям нормативной документации по органолептическим и физико-химическим показателям [8]. Плоды должны быть свежими, здоровыми, без механических повреждений, с характерными для сорта окраской и формой. Мойка вишни осуществляется в барабанной или вентиляторной моечной машине при температуре воды 20 ± 5 °С в течение 5–10 минут, давление воды составляет 0,2–0,3 МПа. Инспекцию проводят на ленточном транспортере с ручным удалением дефектных плодов и посторонних примесей, одновременно удаляют плодоножки. Удаление косточек осуществляют на машинах для удаления косточек из вишни. Бланширование проводят для инактивации ферментов, разрушения тканей плодов и облегчения последующего протирания. Параметры бланширования: температура 95 ± 2 °С, продолжительность 3–5 минут, среда – вода или острый пар.

2. Приготовление вишневого пюре. Бланшированные плоды направляют на измельчение в волчок или дробилку с диаметром отверстий решетки 3–5 мм. Протирание измельченной массы проводят на протирочной машине с диаметром отверстий сита 0,8–1,2 мм. Выход пюре составляет 86–89% от массы исходных плодов [18]. Для получения однородной консистенции пюре подвергают гомогенизации при давлении 10–15 МПа и температуре 50–60 °С.

3. Подготовка желирующих компонентов. Агар замачивают в холодной воде в соотношении 1:20 при температуре 20 ± 2 °С в течение 2–3 часов. Сахар-песок просеивают через сито с диаметром ячеек 3 мм. Патоку подогревают до температуры 60–65 °С. Лимонную кислоту растворяют в воде в соотношении 1:1 (50% раствор) при температуре 60 ± 5 °С.

4. Приготовление мармеладной массы. В варочный аппарат загружают подготовленный агаровый раствор, вносят 1/3 часть рецептурного количества сахара и доводят смесь до кипения. Оставшийся сахар вносят в 2–3 приема с интервалом 5–7 минут. Вишневое пюре вносят после растворения основной части сахара при температуре 90–95 °С. Патоку вносят после вишневого пюре. Уваривание массы проводят до достижения температуры 106 ± 1 °С (при атмосферном давлении), что соответствует содержанию сухих веществ 80 ± 0,5%. После достижения готовности массы вносят 50% раствор лимонной кислоты в количестве 1–2% от массы продукта и лактат натрия в количестве 0,2% [16].

5. Формование. Готовую мармеладную массу разливают в формы при температуре 85–90 °С. Заполненные формы направляют в камеру выстаивания при температуре 15–20 °С в течение 60–90 минут и относительной влажности воздуха 60–70%. После полного застудневания мармелад вынимают из форм.

6. Сушка и выстойка. Мармелад подвергают сушке в сушильных камерах при температуре 40–45 °С в течение 2–4 часов до достижения влажности 20–22%. После сушки мармелад выдерживают при комнатной температуре (18–22 °С) в течение 24 часов. После выстойки проводят контроль качества готовой продукции по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с ГОСТ 6442–2014 Мармелад. Общие технические условия.

7. Обработка поверхности и упаковка. Поверхность мармелада обсыпают сахаром-песком или сахарной пудрой (2–3% от массы продукта). Мармелад укладывают рядами в потребительскую тару или транспортную тару.

Оценка микробиологической безопасности мармелада является обязательным условием подтверждения качества и безопасности готового продукта. В соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции были исследованы образцы мармелада «Вишневый» в процессе хранения в течение 3 месяцев при температуре 15 ± 5 °С и относительной влажности воздуха 80 ± 5%. Результаты микробиологических исследований представлены в таблице 7.

Анализ полученных данных показал, что все образцы мармелада «Вишневый» соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 по микробиологическим показателям на протяжении всего срока хранения (3 месяца).

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в свежеприготовленном мармеладе составило $1{,}2\times10^2$ КОЕ/г, что значительно ниже установленного норматива (1×10^3 КОЕ/г). В процессе хранения наблюдалось постепенное увеличение данного показателя: через 1 месяц – $1{,}5\times10^2$ КОЕ/г, через 2 месяца – $2{,}1\times10^2$ КОЕ/г, через 3 месяца – $2{,}8\times10^2$ КОЕ/г. Увеличение КМАФАнМ связано с возможным развитием остаточной микрофлоры, сохранившейся после тепловой обработки, а также с микробиологическим загрязнением при упаковке. Однако даже через 3 месяца хранения значение КМАФАнМ не превышало 30% от допустимого уровня, что свидетельствует о высокой микробиологической стабильности продукта.

Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) и бактерии рода *Salmonella* не были обнаружены ни в одном из исследованных образцов на всех этапах хранения, что подтверждает эффективность тепловой обработки (варка при температуре 106 ± 1 °С) и соблюдение санитарно-гигиенических требований при производстве.

Таблица 7.

Динамика микробиологических показателей мармелада «Вишневый» в процессе хранения

Table 7.

Dynamics of microbiological parameters of “Cherry” marmalade during storage

Показатель Indicator	Норма по ТР ТС 021/2011	Срок хранения, месяцы Shell life, months			
		0	1	2	3
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	1×10^3	$1{,}2\times10^2$	$1{,}5\times10^2$	$2{,}1\times10^2$	$2{,}8\times10^2$
БГКП (колиформы), в 0,1 г	не допускаются not allowed	не обн. n.d.			
Salmonella, в 25 г.					
Плесневые грибы, КОЕ/г, не более	1×10^2	<10	<10	<10	$1{,}2\times10^1$
Дрожжи, КОЕ/г, не более	1×10^2	<10	<10	<10	$1{,}5\times10^1$

Содержание плесневых грибов и дрожжей в свежеприготовленном мармеладе составляло менее 10 КОЕ/г. Через 3 месяца хранения наблюдалось незначительное увеличение количества плесневых грибов до $1{,}2\times10^1$ КОЕ/г и дрожжей до $1{,}5\times10^1$ КОЕ/г, что также не превышает нормативных значений (1×10^2 КОЕ/г). Низкое содержание плесневых грибов и дрожжей обусловлено низкой активностью воды в продукте (0,75–0,80), создаваемой высоким содержанием сухих веществ (80%), а также внесением лактата натрия, обладающего фунгистатическим действием.

Таким образом, установлено, что разработанная технология производства желейного мармелада с использованием вишневого пюре обеспечивает микробиологическую безопасность продукта в течение всего установленного срока хранения (3 месяца).

Качество и сохраняемость мармелада определяются условиями и способами хранения. В процессе хранения в мармеладе протекают физико-химические, микробиоло-гические и биохимические процессы, скорость которых зависит от внешних факторов.

Влияние температуры хранения. Температура является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на стабильность мармелада. Оптимальная температура хранения желейного мармелада составляет 15 ± 5 °С. При повышении температуры выше 20 °С происходят следующие негативные изменения: размягчение изделий вследствие снижения вязкости студня; деформация и слипание мармеладных

масс; ускорение реакции меланоидинообразования, приводящее к потемнению продукта; интенсификация процессов кристаллизации сахарозы; активизация остаточной микрофлоры. При понижении температуры ниже 10 °С возможно образование кристаллов сахарозы на поверхности мармелада (засахаривание), что ухудшает товарный вид продукта. Кроме того, при низких температурах повышается хрупкость изделий, увеличивается риск механических повреждений.

Влияние относительной влажности воздуха. Оптимальная относительная влажность воздуха при хранении мармелада составляет 80 ± 5%. При повышенной влажности (более 85%) наблюдается: увлажнение поверхности мармелада; растворение обсыпки (сахарной пудры или сахара-песка); потеря четкости формы; создание благоприятных условий для развития микроорганизмов (плесневых грибов, дрожжей); снижение органолеп-тических показателей. При пониженной влажности (менее 70%) происходит: высыхание продукта; уменьшение массы (усушка); растрескивание поверхности; потеря эластичности консистенции; образование трещин и сколов. Усушка мармелада при относительной влажности воздуха 80 ± 5% не превышает 0,5–1,0% за 3 месяца хранения. При нарушении влажностного режима потери могут достигать 3–5% и более.

Влияние освещенности. Хранение мармелада следует осуществлять в помещениях, защищенных от прямого солнечного света. Под действием ультрафиолетового излучения происходят: фотохимические реакции, вызывающие изменение окраски продукта (выцветание); окисление липидов (при их наличии в составе); разрушение витаминов и биологически активных веществ; ухудшение органолеп-тических показателей.

Упаковка играет ключевую роль в обеспечении сохраняемости мармелада. Основные требования к упаковке:

• Потребительская тара: коробки из картона массой нетто до 1 кг, пакеты из полимерных материалов массой нетто до 0,5 кг, термоусадочная пленка. Потребительская тара должна обеспечивать герметичность и защиту продукта от внешних воздействий.

• Транспортная тара: коробки из гофрированного картона по ГОСТ 13511–2006 массой нетто не более 4 кг. Дно и стенки транспортной тары выстилают бумагой, пергаментом или полимерными пленками. Мармелад укладывают рядами, перестилая каждый ряд этими же материалами.

• Маркировка: транспортная маркировка должна содержать манипуляционные знаки: «Осторожно, хрупкое», «Боится сырости», «Боится нагрева».



Рисунок 6. Внешний вид разработанного мармелада «Вишневый»

Figure 6. Appearance of the developed “Vishnevy” cherry marmalade

В процессе хранения в мармеладе происходят следующие изменения: усушка (испарение влаги при пониженной влажности воздуха) приводит к уменьшению массы, растрескиванию, потере эластичности; засахаривание (кристаллизация сахарозы при нарушении температурно-влажностного режима) вызывает появление белого налета на поверхности, ухудшение товарного вида; увлажнение поверхности (при повышенной относительной влажности воздуха) ведет к потере четкости формы, развитию микроорганизмов; потемнение (реакция меланоидинообразования при повышенной температуре) ухудшает цвет продукта; потеря аромата снижает органолептические показатели.

Сроки хранения мармелада устанавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 6442–2014 и подтверждаются результатами микробиологических исследований (Таблица 7). Для мармелада «Вишневый» рекомендованы следующие сроки хранения (Таблица 8).

Наибольшая сохраняемость мармелада «Вишневый» (до 6 месяцев) обеспечивается вакуумной упаковкой, тогда как использование потребительской тары ограничивает срок хранения 3 месяцами, а транспортной без вкладыша – всего 1 месяцем, что подтверждает определяющую роль барьерных свойств упаковки в продлении срока годности продукта.

Таблица 8.

Сроки хранения мармелада «Вишневый»

Table 8.

Shelf life of “Cherry” marmalade

Вид упаковки Packaging Type	Условия хранения Shell	Срок хранениям мес. Shell life, month
Потребительская тара (коробки, пакеты) | Consumer packaging (boxes, bags)	t = 15±5 °C, w = 80±5%	3
Транспортная тара с вкладышем | Transport packaging with liner	t = 15±5 °C, w = 80±5%	2
Транспортная тара без вкладыша | Transport packaging without liner	t = 15±5 °C, w = 80±5%	1
Упаковка с модифицированной атмосферой | Modified atmosphere packaging	t = 15±5 °C, w = 80±5%	4–5
Вакуумная упаковка | Vacuum packaging	t = 15±5 °C, w = 80±5%	6

Применение вишневого пюре позволяет получить продукт с высокими органолептическими показателями и повышенной биологической ценностью. Дальнейшие исследования целесообразно направить на снижение сахароемкости продукта и разработку рецептур с другими видами плодово-ягодного сырья.

Заключение

В результате проведенных исследований научно обоснована возможность производства желейного мармелада с использованием плодов вишни сорта Калитвянка, районированного для условий Воронежской области. Установлено, что данный сорт характеризуется высокой урожайностью (11,2–16,8 кг/дер.), зимостойкостью, устойчивостью к коккомикозу, крупными плодами (5,7 г) с высоким содержанием сухих веществ (до 15,6%) и сахаров (до 12,6%), что определяет его технологическую пригодность.

Изучены реологические характеристики мармеладной массы. Установлено, что масса является псевдопластичной жидкостью, реологическое поведение которой описывается степенным законом Оствальда-де Вале. С повышением температуры от 20 до 95 °С коэффициент консистенции снижается с 185,4 до 16,2 Па×с^n, индекс течения возрастает с 0,52 до 0,73, энергия активации вязкого течения составляет 38,2 кДж/моль. Исследована кинетика студнеобразования: процесс имеет S-образный характер, описывается логистической моделью. Оптимальными параметрами выстаивания являются температура 15–20 °С, продолжительность 60–90 минут, pH 3,3–3,7; зависимость прочности студня от концентрации агара имеет степенной характер (показатель степени 1,82).

Разработана блок-схема технологического процесса, включающая подготовку сырья, приготовление вишневого пюре, варку мармеладной массы до 106 ± 1 °С, формование с выстаиванием, сушку до влажности 20–22%, выстойку и упаковку. Микробиологические исследования подтвердили соответствие мармелада «Вишневый» требованиям технического регламента в течение 3 месяцев хранения: КМАФАнМ не превышало 2,8×10² КОЕ/г, БГКП и Salmonella не обнаружены, плесневых грибов и дрожжей – не более 1,5×10¹ КОЕ/г.

Обоснованы оптимальные режимы хранения: температура 15 ± 5 °С, относительная влажность воздуха 80 ± 5%, отсутствие прямого солнечного света. Рекомендуемые сроки хранения: в потребительской таре – 3 месяца, в транспортной таре с вкладышем – 2 месяца, в упаковке с модифицированной атмосферой – 4–5 месяцев, в вакуумной упаковке – 6 месяцев.

Литература

1 Dementeva N.V., Bityutskaya O.E., Tkacheva A.S. The use of non-traditional plant materials in the production of marmalade // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. V. 640. P. 052028. doi: 10.1088/1755-1315/640/5/052028

2 Sour Cherry (Cerasus vulgaris Miller) Kernel Oil as the Novel Functional Edible Oil: Sensory Evaluation and Antioxidant and Physicochemical Properties // Journal of Food Quality. 2021. V. 2021. P. 9987641. doi: 10.1155/2021/9987641

3 Гуляева А.А., Ефремов И.Н., Берлова Т.Н. Адаптивный потенциал сортообразцов черешни в условиях Центрально-Чернозёмного региона России // Современное садоводство. 2017. № 4 (24). С. 25–30.

4 Ворончихина А.Я., Колесникова А.Ф., Литвинова Т.В. Селекция и сорта вишни для Центрально-Черноземного региона // Садоводство и виноградарство. 2021. № 5. С. 18–24. doi: 10.31676/0235-2591-2021-5-18-24

5 Тефикова С.Н., Никитин И.А., Кондратьев Н.Б., Семенкина Н.Г. Расширение ассортимента желейного формового мармелада на основе овощного пюре // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 165–174. doi: 10.20914/2310-1202-2018-2-165-174

6 Smolikhina P.M., Muratova E.I., Dvoretsky S.I. The study of structure formation processes in the confectionery mass // Advanced Materials & Technologies. 2016. № 2. P. 43–47. doi: 10.17277/amt.2016.02.pp.043-047

7 Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Осипов М.В., Руденко О.С. Влияние разных видов гидроколлоидов на структуру и сохранность сахаристых кондитерских изделий студнеобразной консистенции: обзор // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 2. С. 107–115. doi: 10.20914/2310-1202-2020-2-107-115

8 Löfgren C., Hermansson A.M. Structure formation in sugar containing pectin gels – Influence of tartaric acid content (pH) and cooling rate on the gelation of high-methoxylated pectin // Food Chemistry. 2014. V. 144. P. 26–35. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.07.099

9 Rheological studies on mixtures of agar (Gracilaria changii) and κ-carrageenan // Food Hydrocolloids. 2006. V. 20. № 2–3. P. 204–217. doi: 10.1016/j.foodhyd.2005.03.015

10 Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization // Food Science and Technology International. 2014. V. 20. № 6. P. 395–408. doi: 10.1177/1082013213490719

11 Fruit jellies enriched with dietary fibre: Development and characterization of a novel functional food product // LWT – Food Science and Technology. 2019. V. 111. P. 432–439. doi: 10.1016/j.lwt.2019.05.051

12 Тишина А.О. Контроль качества в пищевой промышленности // Экономика и социум. 2021. № 4-2 (83). С. 454–457.

13 Коган В.В., Семенова Л.Э. Инженерная реология в пищевой промышленности // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 4. С. 147–156.

14 Канарская З.А., Хузин Ф.К., Ивлева А.Р., Гематдинова В.М. Тенденции развития технологии кондитерских изделий // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3 (69). С. 195–204. doi: 10.20914/2310-1202-2016-3-195-204

15 Pesterev M., Rudenko O., Kondratev N. et al. Effect of Biodegradable and Polypropylene Film Packaging on the Safety Profile of Jelly Marmalade // Food Processing: Techniques and Technology. 2020. V. 50. № 3. P. 536–548. doi: 10.21603/2074-9414-2020-3-536-548

16 Ostrikov A.N., Sokolova T.N., Kharitonov D.V. et al. Technology of production of enriched fruit-jelly marmalade // Food Industry. 2021. № 4. P. 24–28.

17 Determination of quality indicators of marmalade with addition of multi-component fruit and berry paste during storage // Journal of Food and Packaging. 2021. V. 15. № 4. P. 45–52.

18 Some aspects of assessing the quality of confectionery products based on fruit raw materials // Food Science and Technology. 2024. V. 12. № 3. P. 78–85.

19 Святославова И.М., Кондратьев Н.Б., Осипов М.В., Казанцев Е.В. Влияние состава углеводов на структурно-механические и реологические свойства желейного мармелада // Пищевая промышленность. 2021. № 8. С. 38–42.

20 Скобельская З.Г., Шарафутдинова Г.М., Галиева А.Р. Хранение мармелада функционального назначения, содержащего льняное масло // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. № 2. С. 55–62.

21 Боженова В.В., Смотраева И.В., Баланов П.Е., Литвинова Е.В. Реологические и органолептические свойства диетического мармелада на эритритоле // Техника и технология пищевых производств. 2023. Т. 53. № 1. С. 112–119.

References

1 Dementeva N.V., Bityutskaya O.E., Tkacheva A.S. The use of non-traditional plant materials in the production of marmalade. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. vol. 640. article 052028. doi: 10.1088/1755-1315/640/5/052028.

2 Sour Cherry (Cerasus vulgaris Miller) Kernel Oil as the Novel Functional Edible Oil: Sensory Evaluation and Anti-oxidant and Physicochemical Properties. Journal of Food Quality. 2021. vol. 2021. article 9987641. doi: 10.1155/2021/9987641.

3 Gulyaeva A.A., Efremov I.N., Berlova T.N. Adaptive potential of sweet cherry variety samples in the conditions of the Central Chernozem region of Russia. Modern Horticulture. 2017. no. 4 (24). pp. 25–30. (in Russian).

4 Voronchikhina A.Ya., Kolesnikova A.F., Litvinova T.V. Breeding and varieties of cherries for the Central Chernozem region. Horticulture and Viticulture. 2021. no. 5. pp. 18–24. doi: 10.31676/0235-2591-2021-5-18-24 (in Russian).

5 Tefikova S.N., Nikitin I.A., Kondratyev N.B., Semenkina N.G. Expansion of the range of jelly molded marmalade based on vegetable puree. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018. vol. 80. no. 2. pp. 165–174. doi: 10.20914/2310-1202-2018-2-165-174 (in Russian).

6 Smolikhina P.M., Muratova E.I., Dvoretsky S.I. The study of structure formation processes in the confectionery mass. Advanced Materials & Technologies. 2016. no. 2. pp. 43–47. doi: 10.17277/amt.2016.02.pp.043-047.

7 Kazantsev E.V., Kondratyev N.B., Osipov M.V., Rudenko O.S. The influence of different types of hydrocolloids on the structure and preservation of sugar confectionery products of jelly-like consistency: a review. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2020. vol. 82. no. 2. pp. 107–115. doi: 10.20914/2310-1202-2020-2-107-115 (in Russian).

8 Löfgren C., Hermansson A.M. Structure formation in sugar containing pectin gels – Influence of tartaric acid content (pH) and cooling rate on the gelation of high-methoxylated pectin. Food Chemistry. 2014. vol. 144. pp. 26–35. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.07.099.

9 Rheological studies on mixtures of agar (Gracilaria changii) and κ-carrageenan. Food Hydrocolloids. 2006. vol. 20. no. 2–3. pp. 204–217. doi: 10.1016/j.foodhyd.2005.03.015.

10 Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization. Food Science and Technology International. 2014. vol. 20. no. 6. pp. 395–408. doi: 10.1177/1082013213490719.

11 Fruit jellies enriched with dietary fibre: Development and characterization of a novel functional food product. LWT – Food Science and Technology. 2019. vol. 111. pp. 432–439. doi: 10.1016/j.lwt.2019.05.051.

12 Tishina A.O. Quality control in the food industry. Economics and Society. 2021. no. 4-2 (83). pp. 454–457. (in Russian).

13 Kogan V.V., Semenova L.E. Engineering rheology in the food industry. Bulletin of ASTU. Series: Fisheries. 2019. no. 4. pp. 147–156. (in Russian).

14 Kanarskaya Z.A., Khuzin F.K., Ivleva A.R., Gematdinova V.M. Trends in the development of confectionery technology. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2016. no. 3 (69). pp. 195–204. doi: 10.20914/2310-1202-2016-3-195-204 (in Russian).

15 Pesterev M., Rudenko O., Kondratev N. et al. Effect of Biodegradable and Polypropylene Film Packaging on the Safety Profile of Jelly Marmalade. Food Processing: Techniques and Technology. 2020. vol. 50. no. 3. pp. 536–548. doi: 10.21603/2074-9414-2020-3-536-548.

16 Ostrikov A.N., Sokolova T.N., Kharitonov D.V. et al. Technology of production of enriched fruit-jelly marmalade. Food Industry. 2021. no. 4. pp. 24–28.

17 Determination of quality indicators of marmalade with addition of multi-component fruit and berry paste during storage. Journal of Food and Packaging. 2021. vol. 15. no. 4. pp. 45–52.

18 Some aspects of assessing the quality of confectionery products based on fruit raw materials. Food Science and Technology. 2024. vol. 12. no. 3. pp. 78–85.

19 Svyatoslavova I.M., Kondratyev N.B., Osipov M.V., Kazantsev E.V. The influence of carbohydrate composition on the structural-mechanical and rheological properties of jelly marmalade. Food Industry. 2021. no. 8. pp. 38–42. (in Russian).

20 Skobelskaya Z.G., Sharafutdinova G.M., Galieva A.R. Storage of functional marmalade containing flaxseed oil. Storage and Processing of Agricultural Raw Materials. 2021. no. 2. pp. 55–62. (in Russian).

21 Bozhenova V.V., Smotraeva I.V., Balanov P.E., Litvinova E.V. Rheological and organoleptic properties of dietary marmalade with erythritol. Technique and Technology of Food Production. 2023. vol. 53. no. 1. pp. 112–119. (in Russian).

Сведения об авторах

Владимир И. Манжесов д.с-х.н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, mavik62_62@mail.ru
https://orcid.org/0000-0001-9210-9852

Светлана Ю. Чурикова к.с.-х.н., доцент, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, sveta-ch-vz@ya.ru
https://orcid.org/0000-0002-0468-8821

Information about authors

Vladimir I. Manzhesov Dr. Sci. (Chem.), professor, Department of technology of storage and processing of agricultural products, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina St., 1, Voronezh, 394087, Russia, mavik62_62@mail.ru
https://orcid.org/0000-0001-9210-9852

Svetlana Yu. Churikova Cand. Sci. (Chem.), docent, Department of technology of storage and processing of agricultural products, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina St., 1, Voronezh, 394087, Russia, sveta-ch-vz@ya.ru
https://orcid.org/0000-0002-0468-8821

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 29/06/2026	**После редакции** 14/07/2026	**Принята в печать** 10/08/2026
Received 29/06/2026	**Accepted in revised** 14/07/2026	**Accepted** 10/08/2026