

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-117-125>

Поступила 27.02.2023

Поступила после рецензирования 21.03.2023

Принята в печать 27.03.2023

© Зайцева Л. В., Мазукабзова Э. В., Богачук М. Н., 2023

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕКТИНОВ ПЛОДОВООВОЩНЫХ ПОРОШКОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНДИТЕРСКОЙ ГЛАЗУРИ

Зайцева Л. В.^{1,*}, Мазукабзова Э. В.¹, Богачук М. Н.²¹ Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, Москва, Россия² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии», Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

кондитерская глазурь, плодовоовощные порошки, пищевые волокна, пектин, степень этерификации пектина, предел текучести по Кассону

АННОТАЦИЯ

Плодовоовощное сырье и продукты его переработки содержат пищевые волокна и биологически активные вещества, поэтому за счет использования такого сырья в производстве продуктов питания повышается их пищевая ценность. Кроме того, пищевые волокна плодовоовощного сырья могут оказывать влияние на технологические свойства пищевых систем. Цель данной работы — определение количества пищевых волокон, пектинов и степени их этерификации в плодовоовощных порошках, а также установление влияния этих показателей на технологические свойства кондитерских глазурей с добавлением плодовоовощных порошков (с учетом способности последних поглощать жир). Объектами исследований являются порошки из моркови, яблока, свеклы, малины и модельные образцы кондитерских глазурей с их добавлением. Реологические показатели кондитерских глазурей определяли по методу Кассона на ротационном вискозиметре. Содержание пищевых волокон устанавливали ферментативно-гравиметрическим методом. Пектины из порошков выделяли кислотным гидролизом сырья с последующим осаждением этанолом. Степень этерификации пектинов рассчитывали на основании результатов полученных методом потенциометрического титрования. Установлено, что исследуемые плодовоовощные порошки из отечественного сырья характеризовались высоким количеством пищевых волокон (24–38%), основная часть которых была представлена пектином. В порошках из свеклы и малины содержались низкоэтерифицированные пектины (18 и 33 г/100 г); в порошках из яблока и моркови — высокоэтерифицированные пектины (16 и 27 г/100 г). Порошки с низкоэтерифицированными пектинами демонстрировали умеренное увеличение предела текучести по Кассону глазурей с их добавлением, не превышающее оптимальных значений этого показателя. С повышением концентрации порошков с высокоэтерифицированными пектинами наблюдалось резкое возрастание предела текучести глазурей по Кассону, при концентрациях 13% и более этот показатель выходил за оптимальные значения. Таким образом, при разработке кондитерских глазурей с плодовоовощными порошками прогнозирование их предельной концентрации может осуществляться при установлении содержания в них пищевых волокон, пектинов и степени их этерификации, а также с учетом рН и способности порошков поглощать жир.

БЛАГОДАРНОСТИ: Авторы выражают благодарность директору ООО «ВИТБИОКОР» Густиничу Владимиру Васильевичу за предоставленные образцы плодовоовощных порошков для проведения исследований.

Received 27.02.2023

Accepted in revised 21.03.2023

Accepted for publication 27.03.2023

© Zaytseva, L. V., Mazucabzova, E. V., Bogachuk, M. N., 2023

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PECTINS OF FRUIT AND VEGETABLE POWDERS ON THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CONFECTIONERY GLAZE

Larisa V. Zaytseva^{1,*}, Ella V. Mazucabzova¹, Maria N. Bogachuk²¹ All-Russian Research Institute of the Confectionery Industry, Moscow, Russia² Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

KEY WORDS:

confectionery glaze, fruit and vegetable powders, dietary fiber, pectin, degree of pectin esterification, Casson yield stress

ABSTRACT

Fruit and vegetable raw materials and processed products contain dietary fibers and biologically active substances, so the use of such raw materials in the manufacture of foods increases their nutritional value. In addition, dietary fibers of fruit and vegetable raw materials can influence the technological properties of food systems. The purpose of this work is determination of the amount of dietary fibers, pectins and the degree of their esterification in fruit and vegetable powders, as well as establishment of an impact of these parameters on the technological properties of confectionery glazes with the addition of fruit and vegetable powders (taking into account the ability of the

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Зайцева, Л. В., Мазукабзова Э. В., Богачук М. Н. (2023). Исследование влияния пектинов плодовоовощных порошков на технологические свойства кондитерской глазури. *Пищевые системы*, 6(1), 117-125. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-117-125>

FOR CITATION: Zaytseva, L. V., Mazucabzova, E. V., Bogachuk, M. N. (2023). Investigation of the effect of pectins of fruit and vegetable powders on the technological properties of confectionery glaze. *Food Systems*, 6(1), 117-125. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-117-125>

latter to absorb fat). Objects of research are powders of carrots, apples, beets, raspberries and model samples of confectionery glazes with their addition. Rheological parameters of confectionery glazes were determined by the Casson method on a rotary viscometer. The content of dietary fibers was established by the enzymatic-gravimetric method. Pectins from powders were isolated by acid hydrolysis of raw materials followed by ethanol precipitation. A degree of esterification of pectins was calculated on the basis of the results obtained by potentiometric titration. It has been found that the studied fruit and vegetable powders from domestic raw materials were characterized by a high amount of dietary fibers (24–38%), the main part of which was represented by pectin. Beet and raspberry powders contained low esterified pectins (18 and 33 g/100 g); apple and carrot powders contained highly esterified pectins (16 and 27 g/100 g). Powders with low esterified pectins showed a moderate increase in the Casson yield strength of the glazes with their addition that did not exceed the optimal values of this indicator. With increasing concentrations of powders with highly esterified pectins, a sharp increase in the Casson yield strength of the glazes was observed. At concentrations of 13% and more, this indicator exceeded the optimal values. Thus, in the development of confectionery glazes with fruit and vegetable powders, prediction of their maximum concentration can be carried out by determining the content of dietary fibers, pectins and a degree of their esterification, as well as by taking into account pH and the ability of powders to absorb fat.

ACKNOWLEDGEMENTS: The authors express their gratitude to Vladimir V. Gustinovich, Director of VITBIOKOR LLC, for providing samples of fruit and vegetable powders for research.

1. Введение

Пищевая продукция с добавлением натурального плодовоовощного сырья пользуется повышенным спросом у потребителей. Применение плодовоовощного сырья и продуктов его переработки (концентратов, выжимок, порошков и др.) в производстве пищевой продукции повышает ее пищевую ценность. Овощи, ягоды и фрукты содержат биологически активные вещества — витамины, флавоноиды, полифенолы, антоцианы и многие другие фитонутриенты, проявляющие антиоксидантные свойства. В составе красной моркови отмечено высокое содержание каротиноидов и флавоноидов [1], а в черной моркови присутствуют антоцианы [2], высокое содержание которых характерно для ягод малины [3], черники [4] и голубики [5]. Такие ягоды, как смородина, шиповник, облепиха и малина богаты витамином С [3,6]; виноград, черника и голубика являются источником стильбеноидов [5]. Свеклу отличает большое количество в ее составе антиоксиданта β-цианина [1].

Плодовоовощное сырье является богатым источником пищевых волокон [6–8]. Доказано, что эти компоненты принимают участие в профилактике неинфекционных заболеваний, и достаточное поступление пищевых волокон в организм человека в составе рациона способствует нормальной деятельности желудочно-кишечного тракта, предотвращению нарушения обмена веществ, снижению риска развития сердечно-сосудистых, онкологических и многих других заболеваний [9]. Пищевые волокна оказывают огромное влияние на состояние кишечной микробиоты. В свою очередь, входящие в ее состав микроорганизмы участвуют в синтезе некоторых витаминов, в иммунологических реакциях, в метаболизме холестерина, в стимуляции всасывания кальция и др. [9]. Знания о роли пищевых волокон в организме человека продолжают расширяться благодаря проведению все новых и новых исследований. Установлено, что потребление пищевых волокон уменьшает риск переизбытка сладкой и жирной пищи. Эти вещества также влияют на секрецию ключевых гормональных пептидов, участвующих в регуляции пищевого поведения и способствующих контролю аппетита [10,11]. Доказано, что низкоэтерифицированные пектины обладают противовоспалительным действием [12]. При этом в рационе питания всех групп населения Российской Федерации отмечен дефицит пищевых волокон [9], что диктует необходимость обогащения ими различных видов пищевой продукции. Учитывая важность обеспечения населения пищевыми волокнами на рекомендуемом уровне, в Техническом регламенте ТР ТС 022/2011¹

отдельно выделена категория пищевой продукции, обогащенной пищевыми волокнами. Исследование химического состава плодовоовощного сырья, произрастающего на территории РФ, позволило сделать заключение о его высокой пищевой и биологической ценности, что делает целесообразным производство пищевой продукции с его использованием [1,6].

В настоящее время имеются разработки различных видов пищевой продукции с применением плодовоовощного сырья: хлебобулочные и мучные кондитерские изделия [13–18], сахаристые кондитерские изделия [19], макаронные изделия [2,20], сметанные соусы [21], мягкие сыры [22] и многое другое [23]. Чаще всего исследователи уделяют внимание повышению пищевой ценности продукта за счет внесения в него плодовоовощного сырья. Значительно меньше работ посвящено вопросам влияния общего количества пищевых волокон на технологические свойства пищевых систем, в которые они вносятся. Показано, что добавление пищевых волокон в рецептуру мучных кондитерских изделий (кексы, маффины) в значительных количествах (более 15% от массы муки) приводило к уменьшению объема изделия и к уплотнению его структуры; присутствие пищевых волокон в составе печенья способствовало увеличению его твердости [13,14]. Внесение тыквенной мякоти в рецептуру макаронных изделий потребовало изменения технологических режимов их производства [20], а добавление порошка черной моркови приводило к сокращению времени варки макаронных изделий [2]. Было установлено, что внесение пищевых волокон в сметанные соусы, в частности морковного пюре и пшеничной или ржаной клетчатки, повышало вязкость жидкой пищевой системы [21]. При этом практически отсутствуют исследования по установлению взаимосвязи между химическим составом пищевых волокон плодовоовощного сырья и его влиянием на технологические свойства пищевых систем, в которые оно вносится. Таким образом, определение содержания в плодовоовощном сырье растворимых и нерастворимых пищевых волокон, пектина и степени его этерификации, а также наличия других некрахмальных полисахаридов, будет способствовать прогнозированию изменений в поведении и свойствах пищевых систем [13,18].

Глазированная пищевая продукция, благодаря ее внешнему виду и пролонгированным срокам хранения, пользуется повышенным спросом. Поэтому производство глазури с плодовоовощным сырьем является перспективным и регулируется в соответствии с ГОСТ Р 53897–2010². Согласно нормативным документам, на территории Российской

¹ Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» (с изменениями на 14 сентября 2018 года). Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 881

² ГОСТ Р 53897–2010 «Глазурь. Общие технические условия» Москва: Стандартинформ, 2019. — 14 с.

Федерации кондитерская глазурь может изготавливаться на основе заменителей масла какао нетемперированных лауринового или нелауринового типа. Техническое регулирование состава этих заменителей до 2026 года не предполагает ограничений по содержанию атерогенных транс-изомеров жирных кислот, способных вызывать риск развития сердечно-сосудистых, онкологических и других заболеваний. С учетом того, что в производстве заменителей масла какао нелауринового типа в основном используются гидрированные растительные масла с высоким содержанием транс-изомеров, для глазирования обогащенной пищевой продукцией целесообразно применение кондитерских глазурей на заменителях масла какао лауринового типа [24].

Целью работы является определение количества пищевых волокон, пектинов и степени их этерификации в плодово-овощных порошках из отечественного сырья и установление влияния этих показателей во взаимосвязи со способностью порошков поглощать жир на технологические свойства кондитерских глазурей, выработанных на основе заменителей масла какао лауринового типа с добавлением плодово-овощных порошков взамен части сахара.

2. Объекты и методы

Объектами исследований являлись плодово-овощные порошки из следующих видов сырья, произрастающего на территории Российской Федерации и Беларуси: свекла, морковь, яблоко, малина (ООО «ВИТБИОКОР», Беларусь), а также модельные образцы кондитерской глазури, выработанные на основе заменителя масла какао лауринового типа, не содержащего атерогенных транс-изомеров жирных кислот, с добавлением этих порошков. Рецептуры исследованных глазурей представлены в Таблице 1. Модельные образцы выработывали с внесением ПАВ в количествах, обеспечивающих оптимальные технологические свойства кондитерских глазурей на заменителях масла какао лауринового типа.

Таблица 1. **Рецептурные соотношения кондитерских глазурей с добавлением плодово-овощных порошков**

Table 1. **Recipe ratios for confectionery glazes produced with the addition of fruit and vegetable powders**

Наименование сырья	Количество ингредиента в зависимости от варианта рецептуры, %						
	1	2	3	4	5	6	7
Сахарная пудра	51	48	46	42	38	36	31
Какао-порошок алкализированный				17			
Плодово-овощной порошок	0	3	5	9	13	15	20
Заменитель масла какао лауринового типа				32			
ИТОГО				100			

Содержание пищевых волокон определяли ферментативно-гравиметрическим методом в соответствии с МИ 01.00282–2008/0174.01.07.13 (ФР 1.31.2020.37150)⁵. Реологические показатели модельных образцов кондитерских глазурей определяли по методу Кассона на ротационном вискозиметре RV1 фирмы «ХААКЕ» (Германия).

Жиропоглотительную способность (СПЖ) порошков определяли по методике, разработанной во ВНИИКП. В складчатый фильтр из обезжиренной фильтровальной бумаги, установленный в химический стакан вместимостью

100 см³, помещали навеску порошка массой 1 г и постепенно приливали 25 г рафинированного дезодорированного подсолнечного масла. Через 2 часа взвешивали стакан с маслом и рассчитывали СПЖ (г/100 г продукта) по формуле (1):

$$СПЖ = \frac{25 - (m_2 - m_1)}{m} \quad (1),$$

где m — масса навески образца, г;

m_1 — масса стакана, г;

m_2 — масса стакана с отделившимся количеством масла, г.

Конечным результатом расчета считали среднее арифметическое значение результатов трех параллельных измерений, расхождение между которыми не превышает 0,1 г жира/г образца порошка.

Экстракцию пектина проводили согласно Р 4.1.1672–03⁴. Навеску плодово-овощного порошка помещали в коническую колбу и приливали определенный объем 0,05 М соляной кислоты, закрывали крышкой и ставили на водяную баню при температуре 95–100 °С на 30 мин. Затем колбу охлаждали до комнатной температуры и фильтровали полученную смесь через капроновую ткань. Процедуру повторяли два раза. К объединенному экстракту пектина добавляли 1,5 объема 96%-ного этилового спирта и оставляли на 30–40 мин. После чего раствор процеживали на приборе для фильтрации пищевых волокон с использованием фильтровальных тиглей и модуля для фильтрации в системе Fibertec System E1023 (FOSS, Швеция). Полученный осадок пектина промывали 96%-ным этиловым спиртом и сушили при 60 °С до постоянной массы.

Определение степени этерификации выделенных пектинов проводили методом потенциометрического титрования по процедуре (вариант 1), описанной в статье [25]. Навеску пектина массой 0,2 г взвешивали на аналитических весах и заливали 60 мл дистиллированной воды. Через 24 часа полученный раствор титровали 0,1 М раствором NaOH на титраторе 916 Ti-Touch, оснащенном автоподатчиком 810 со встроенным насосом и рН-электродом комбинированным i-Solvotrode (Metrohm, Швейцария), до скачка значения рН в области 7–9 (1-е титрование, V_1). Затем к полученному раствору добавляли 10 мл 0,1 М раствора NaOH и в течение двух часов при комнатной температуре проводили гидролиз сложноэфирных связей. Далее в гидролизат вносили 10 мл 0,1 М раствора HCl, и образовавшийся раствор снова титровали щелочью до скачка рН (2-е титрование, V_2). Точка эквивалентности фиксировалась автоматически. Степень этерификации пектина рассчитывали согласно методике [25] по формуле (2).

$$E_{мет} = \frac{V_2 + \Delta V}{V_1 + V_2 + \Delta V} \cdot 100\% \quad (2),$$

где V_1 — объем щелочи, пошедшей на первое титрование свободных карбоксильных групп, мл;

V_2 — объем щелочи, пошедшей на второе титрование карбоксильных групп после гидролиза сложноэфирных связей, мл;

ΔV — поправка на избыток щелочи в первом титровании, мл.

В экспериментальной части приведены средние арифметические значения полученных данных. Экспериментальные данные были статистически оценены на однородность с целью исключения результатов, отягощенных грубыми ошибками. Различия средних значений выборок с приме-

⁵ МИ 01.00282–2008/0174.01.07.13 (ФР 1.31.2020.37150). Определение содержания растворимых и нерастворимых пищевых волокон в пищевых продуктах и БАД к пище. Разработана ФГБУ «НИИ питания» РАМН, аттестована, утверждена и зарегистрирована в Федеральном реестре методик выполнения измерений в 2013 г. ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора.

⁴ Р 4.1.1672–03. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище: [утверждены главным государственным санитарным врачом РФ Г. Г. Онищенко 30 июня 2003 г.] — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. — 183 с.

нением t-критерия Стьюдента признавались статистически достоверными при доверительной вероятности $p \leq 0,05$.

3. Результаты и обсуждение

В исследованиях, проведенных нами ранее, была показана принципиальная возможность выработки кондитерской глазури на заменителях масла какао лауринового типа с заменой части сахара в рецептуре на плодоовощные порошки [26,27]. Было установлено, что внесение плодоовощных порошков влияет на структурно-механические показатели отделочного полуфабриката и на его технологичность. Учитывая то, что основной дисперсионной средой в кондитерских глазури является жировая фракция, характер взаимодействия с ней будет определять технологические свойства глазури. На основании этого было предложено классифицировать плодоовощные порошки по их способности адсорбировать (поглощать) жир (СПЖ) на три группы:

- с низкой СПЖ, менее 2 г жира/г продукта (порошок из свеклы);
- со средней СПЖ, 2–4 г жира/г продукта (порошок из яблока);
- с высокой СПЖ, более 4 г жира/г продукта (порошок из моркови).

Проведенные исследования реологических и кристаллизационных свойств модельных образцов кондитерской глазури при уровне статистической достоверности ($p \leq 0,05$) показали, что структурно-механические свойства отделочного полуфабриката зависят как от количества порошка, так и от его СПЖ [25]. Увеличение количества порошка из свеклы (СПЖ = 1,70) в рецептуре глазури с 3 до 15% оказывало незначительное влияние на изменение предела текучести по Кассону (с 1,72 до 2,44 Па). Тогда как внесение порошка из яблока (СПЖ = 3,63) и моркови (СПЖ = 4,81) приводило к резкому увеличению предела текучести по Кассону с 1,83 до 13,03 Па и с 2,44 до 10,77 Па соответственно. При содержании этих порошков в рецептуре 13% и более предел текучести глазури превысил оптимальные значения (3–9 Па), что делало глазурь нетехнологичной (Таблица 2).

В ходе дальнейших работ было установлено, что результат внесения в глазурь порошка из малины (средняя СПЖ; 3,13) не согласовывался с полученными ранее итогами исследований [26]. Влияние этого порошка на предел текучести глазури по Кассону в зависимости от вносимого количества не было однозначным (Таблица 2). При невысоких концентрациях в рецептуре порошка из малины (3–9%) предел текучести глазури по Кассону превышал значение этих показателей у глазури с добавлением порошка из яблока. Однако последующее увеличение концентрации (11% и более) порошка из малины не оказывало столь сильного влияния на реологические свойства глазури, по сравнению с порошком из яблока, и предел текучести при всех исследуемых концентрациях не превышал оптимальных значений. На основании этого было сделано предположение, что на технологические свойства глазури с плодоовощными по-

рошками влияет не только СПЖ последних, но также количество и характер входящих в их состав пищевых волокон.

Для проверки этого предположения был проведен анализ порошков из свеклы, яблока, малины и моркови на содержание в них пищевых волокон и пектина при уровне статистической достоверности ($p \leq 0,05$) (Таблица 3).

Таблица 3. Физико-химические показатели плодоовощных порошков и содержание в них пищевых волокон

Table 3. Physico-chemical parameters of fruit and vegetable powders and their dietary fiber content

Плодоовощной порошок	Физико-химические показатели			
	pH	СПЖ, г/100 г	Содержание, г/100 г	
			пищевых волокон	пектина
из свеклы	6,93±0,08	1,70±0,09	25,80±2,58	18,0±1,8
из малины	4,16±0,01	3,13±0,04	37,80±3,78	33,0±3,3
из яблока	4,40±0,02	3,63±0,02	23,90±2,39	16,0±1,6
из моркови	4,71±0,02	4,81±0,12	31,70±3,17	27,0±2,7

В результате было установлено, что все образцы имели высокое содержание пищевых волокон. При этом больше всего пищевых волокон содержалось в порошке из малины и меньше всего — в порошке из яблока. Анализ полученных данных не позволил установить однозначной корреляции между содержанием пищевых волокон или пектина в плодоовощных порошках и влиянием их концентрации на предел текучести глазури. Только при низких концентрациях порошков (3%) значение предела текучести по Кассону коррелировало с общим содержанием в них пищевых волокон, но с увеличением количества порошков корреляция исчезала. Доля пектина во всех порошках составляла от 67 до 87% от общего содержания пищевых волокон, то есть именно химическая природа пектина должна была в большей степени оказывать влияние на характер взаимодействия порошков с остальными компонентами глазури в расплавленном состоянии.

Известно, что пектины с различной степенью этерификации по-разному ведут себя в пищевых системах, в частности в реакции структурообразования. Высокоэтерифицированные пектины (степень этерификации > 50%) образуют гели в кислой дисперсионной среде в присутствии высоких концентраций сахара (55–75%). Гелеобразование низкоэтерифицированных пектинов (степень этерификации < 50%) происходит при широком диапазоне pH независимо от наличия сахара. Основным требованием для этого процесса является присутствие ионов двухвалентных металлов, в пищевых средах для этих целей чаще всего используют ионы кальция [28]. Было выдвинуто предположение о том, что в кондитерских глазури в жидком (расплавленном) состоянии плодоовощные порошки, содержащие высокоэтерифицированные пектины, также могут вступать во взаимодействие с частицами мелкодисперсной сахарной пудры, что будет способствовать повышению вязкости пищевой системы. Это взаимодействие, вероятно, также будет усиливаться при наличии кислот

Таблица 2. Изменение предела текучести по Кассону кондитерских глазури в зависимости от концентрации добавленных плодоовощных порошков

Table 2. Change in the Casson yield strength of confectionery glazes depending on the concentration of added fruit and vegetable powders

Плодоовощное сырье для получения порошка	Предел текучести глазури по Кассону (Па) при различных концентрациях плодоовощных порошков в рецептуре						
	3%	5%	7%	9%	11%	13%	15%
из свеклы	1,72±0,04	1,82±0,02	1,85±0,05	2,01±0,02	2,14±0,02	2,19±0,02	2,44±0,02
из малины	3,31±0,07	3,61±0,05	4,06±0,04	4,33±0,06	4,57±0,07	4,92±0,07	5,53±0,08
из яблока	1,83±0,02	2,82±0,03	3,17±0,06	4,51±0,06	6,10±0,04	9,57±0,08	13,03±0,09
из моркови	2,44±0,02	3,93±0,09	5,75±0,03	7,74±0,05	8,92±0,06	10,02±0,07	10,77±0,08

Значения являются средними ±SD (n = 3).

значений pH вносимого порошка, дополнительно повышая вязкость пищевой системы.

Исследования по влиянию сухих компонентов рецептуры шоколадных масс на ее реологические свойства были начаты сравнительно недавно. Так, в работе 2019 года впервые сообщалось о том, что молочный шоколад в расплавленном состоянии обладает свойствами геля. Авторы считают, что молочные белки могут действовать как поверхностно-активные вещества и стабилизаторы, способные вызывать образование сферических мицеллярных агрегатов внутри структуры шоколада [29].

В работах по изучению реологических свойств шоколадных масс также было отмечено, что внесение в рецептуру молочного шоколада взамен части сухого обезжиренного молока молочной сыворотки сопровождалось снижением предела текучести шоколадной массы по Кассону с увеличением ее количества. По мнению авторов, это было связано с внедрением частиц молочной сыворотки в высокоорганизованные кристаллические агрегаты масла какао, что способствует повышению текучести шоколадной массы [30]. Установлено, что внесение инулина наряду с мальтитолом вместо сахара в белый шоколад привело к увеличению температуры плавления изделия [31].

Существуют исследования влияния характера жирового продукта — заменителя масла какао лауринового или нелауринового типа — на характеристики кристаллизации готовых глазурей [32]. Научные труды, посвященные изучению воздействия различных порошкообразных добавок на реологические свойства кондитерских глазурей, в настоящее время отсутствуют. В этой связи представляет интерес как с научной, так и с практической точки зрения исследование влияния химической природы пищевых волокон плодоовощных порошков на реологические свойства кондитерских глазурей.

В связи с тем что способ получения порошков из плодоовощного сырья влияет на свойства содержащихся в нем пектинов, было проведено определение степени этерификации пектинов, входящих в исследуемые плодоовощные порошки. За счет выявления характера влияния плодоовощных порошков на реологические показатели получаемых кондитерских глазурей было высказано предположение, что в порошках из свеклы и малины содержатся низкоэтерифицированные пектины, а в порошках из яблока и моркови — высокоэтерифицированные.

На Рисунках 1–4 приведены кривые титрования пектинов, выделенных из порошков моркови, свеклы, яблока и малины.

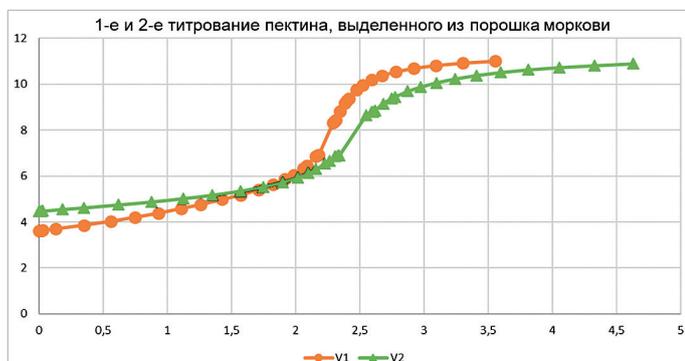


Рисунок 1. Пример кривых титрования пектинов, выделенных из порошка моркови: V_1 — объем 0,1M раствора щелочи, пошедшей на 1-е титрование; V_2 — объем 0,1M раствора щелочи, пошедшей на 2-е титрование

Figure 1. Example of titration curves for pectins isolated from carrot powder: V_1 — volume of 0.1M alkaline solution for the 1st titration; V_2 — volume of 0.1M alkaline solution for the 2nd titration

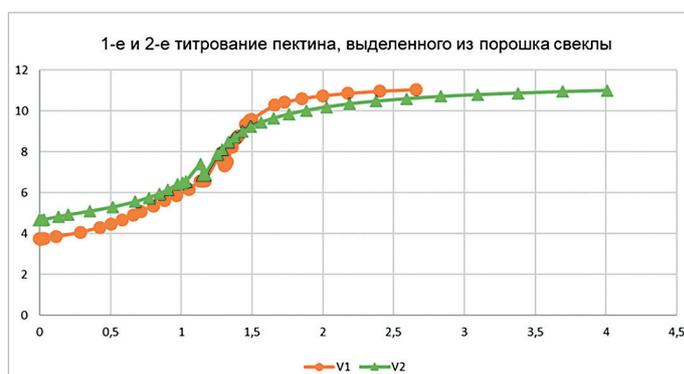


Рисунок 2. Пример кривых титрования пектинов, выделенных из порошка свеклы: V_1 — объем 0,1M раствора щелочи, пошедшей на 1-е титрование; V_2 — объем 0,1M раствора щелочи, пошедшей на 2-е титрование

Figure 2. Example of titration curves for pectins extracted from beet powder: V_1 — volume of 0.1M alkaline solution used for the 1st titration; V_2 — volume of 0.1M alkaline solution used for the 2nd titration

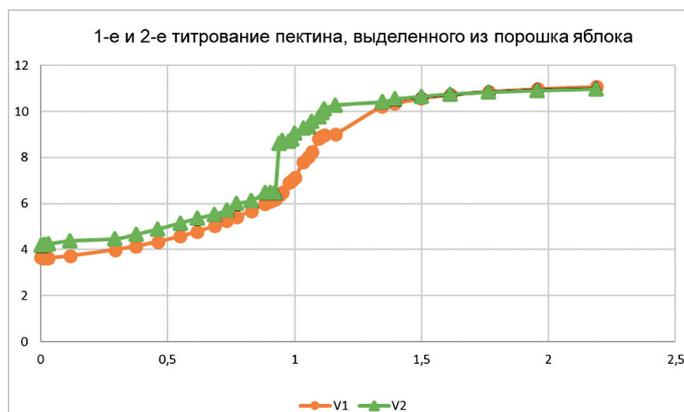


Рисунок 3. Пример кривых титрования пектинов, выделенных из порошка яблока: V_1 — объем 0,1M раствора щелочи, пошедшей на 1-е титрование; V_2 — объем 0,1M раствора щелочи, пошедшей на 2-е титрование

Figure 3. Example of titration curves for pectins extracted from apple powder: V_1 — volume of 0.1M alkaline solution for the 1st titration; V_2 — volume of 0.1M alkaline solution for the 2nd titration



Рисунок 4. Пример кривых титрования пектинов, выделенных из порошка малины: V_1 — объем 0,1M раствора щелочи, пошедшей на 1-е титрование; V_2 — объем 0,1M раствора щелочи, пошедшей на 2-е титрование

Figure 4. Example of titration curves of pectins isolated from raspberry powder: V_1 — volume of 0.1M alkali solution that was used for the 1st titration; V_2 — volume of 0.1M alkali solution that was used for the 2nd titration

Исходя из результатов первого и второго титрования пектинов, по формуле (2) рассчитывали степень этерификации (СЭ) вышеперечисленных пектинов (Таблица 4).

Таблица 4. Количество щелочи (0,1 М), пошедшее на первое и второе титрование свободных гидроксильных групп в пектинах из плодовоовощных порошков, и степень этерификации пектинов

Table 4. Quantity of alkali (0.1 M) for the first and second titration of free hydroxyl groups in pectins from fruit and vegetable powders and the degree of pectin esterification

Плодовоовощной порошок	Объем 0,1М раствора NaOH, пошедшего на титрование			Степень этерификации пектинов, %
	V ₁	V ₂	ΔV	
из свеклы	1,1796±0,1181	0,8840±0,0885	0,1	45,50
из малины	0,6755±0,0675	0,0672±0,0068	0,1	19,84
из яблока	1,0807±0,1091	1,2973±0,1298	0,1	56,39
из моркови	2,3499±0,2350	2,4679±0,2468	0,1	52,20

Пектины, выделенные из порошков свеклы (СЭ=45,5) и малины (СЭ=19,8%), были низкоэтерифицированными, а пектины из порошков яблока (СЭ=56,4) и моркови (СЭ=52,2) оказались высокоэтерифицированными. На основании полученных результатов было решено, что для прогнозирования влияния плодовоовощных порошков на технологические свойства кондитерских глазурей с их включением необходимо разделить порошки на две группы по степени этерификации пектинов, входящих в их состав. Такая классификация позволила выявить более тесную корреляцию между пределом текучести глазурей по Кассону в зависимости от их СПЖ при различных концентрациях порошков. Данные приведены в форме «среднее значение ± стандартное отклонение»/ M ± m (Рисунок 5).

Порошки с низкоэтерифицированными пектинами из свеклы (низкая СПЖ) и малины (средняя СПЖ) демонстрировали умеренное увеличение предела текучести по Кассону глазурей с их добавлением. Даже при высоких concentra-

циях порошков (13–15%) предел текучести не превышал оптимальных значений и глазурь сохраняла хорошие технологические характеристики (текучесть, время и температуру застывания) [27]. При этом практически в 2 раза большее содержание пектина в порошке из малины (средняя СПЖ) способствовало получению глазурей с более высоким пределом текучести (Рисунок 5(а)). СПЖ порошков с низкоэтерифицированными пектинами коррелировала с количеством в них пектинов — в порошке из малины содержалось в 1,8 раза больше пектинов, и его СПЖ была в 1,8 раза выше, чем соответствующие показатели у порошка из свеклы. Таким образом, при добавлении в состав глазури плодовоовещных порошков с низкоэтерифицированными пектинами их предельная концентрация будет определяться органолептическими характеристиками глазурей, во многом зависящими от показателя pH порошков. Ранее было установлено, что внесение в глазури порошков с кислыми значениями pH (4,16–4,40) в количестве более 11% способствует появлению резкого кислого привкуса, тогда как добавление порошков с нейтральным значением pH (6,93) приводит к возникновению мучнистого привкуса при концентрации порошков 20% [26,27].

Другая закономерность наблюдалась при сравнении глазурей с порошками, содержащими высокоэтерифицированные пектины, с яблоком (средняя СПЖ) и с морковью (высокая СПЖ). С ростом концентрации этих порошков в рецептуре глазурей наблюдалось резкое увеличение предела текучести глазурей по Кассону, и при концентрациях 13% и более этот показатель выходил за оптимальные значения (Рисунок 5(б)). Интересно отметить, что при концентрациях от 3 до 13% предел текучести у глазури с порошком из моркови был выше, чем у глазури с порошком из яблока. В то же время при концентрации порошков 15% глазурь с порошком из яблока имела существенно более высокое значение предела текучести. Это, вероятно, обусловлено более высокой степенью этерификации пектинов и меньшим значением pH (4,40) у порошка из яблока по сравнению с порошком из моркови, что при высоких концентрациях порошков оказывает решающее влияние на протекание межфазных взаимодействий в расплавленной глазури. Опираясь на результаты исследований молочного шоколада [29], можно предположить, что кондитерские глазури с плодовоовещными порошками с высокоэтерифицированными пектинами в расплавленном состоянии также образуют гелевую структуру, способствуя резкому возрастанию предела текучести глазури по Кассону.

4. Выводы

Изучено влияние плодовоовещных порошков из различного сырья, добавленных в глазури взамен части сахара, на предел текучести по Кассону кондитерских глазурей на заменителях масла какао лауринового типа. Установлено, что на технологические свойства получаемых глазурей влияет содержание в порошках пектинов и их степень этерификации, наряду с их способностью поглощать жир.

Доказано, что внесение порошков с низкоэтерифицированными пектинами (из свеклы и малины) при всех исследуемых концентрациях (3–15%) не ухудшает технологических свойств получаемых глазурей — их предел текучести по Кассону плавно увеличивался с повышением концентрации порошков, но не превышал оптимальных значений (3–9 Па). Количество вносимых плодовоовещных порошков в этом случае зависит только от органолептических свойств получаемых глазурей.

Показано, что использование плодовоовещных порошков, содержащих высокоэтерифицированные пектины (из ябло-

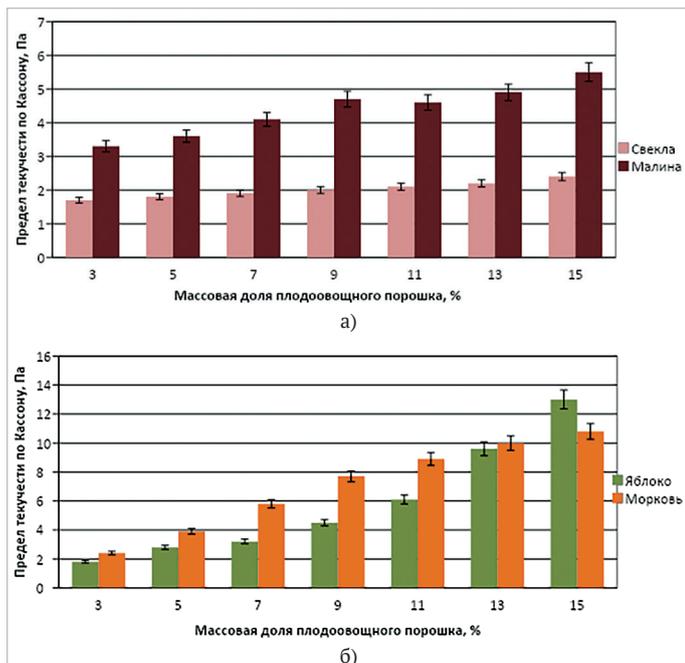


Рисунок 5. Изменение предела текучести по Кассону кондитерских глазурей с плодовоовещными порошками в зависимости от концентрации порошков:

а) из свеклы и малины; б) из яблока и моркови

Figure 5. Variation of the Casson yield strength of confectionery glazes with fruit and vegetable powders depending on powder concentration: a) from beet and raspberry; b) from apple and carrot

ка и моркови), оказывает значительное влияние на увеличение предела текучести по Кассону. Установлено, что их концентрация в кондитерских глазурях должна быть менее 13%, в противном случае глазури становятся нетехнологичными вследствие превышения показателем предела текучести по Кассону оптимальных значений.

Для порошков с низкоэтерифицированными пектинами выявлена корреляция между содержанием в них пектинов и их способностью поглощать жир, что облегчает прогнозирование свойств глазури с их использованием.

Для порошков с высокоэтерифицированными пектинами установлено, что с увеличением содержания в них пектинов их способность поглощать жир возрастает, но тесной корреляционной зависимости между СПЖ и количеством вносимых порошков не выявлено. Отмечено, что при концентрациях от 3 до 13% предел текучести по Кассону у глазури с порошком с высокой СПЖ (из моркови) был выше, чем у глазури с порошком со средней СПЖ (из яблока). При

концентрации порошков 15% глазурь с порошком из яблока, наоборот, имела более высокое значение предела текучести. Вероятно, это обусловлено более высокой степенью этерификации входящих в ее состав пектинов и меньшим значением pH (4,40) по сравнению с порошком из моркови, за счет чего усиливаются межфазные взаимодействия при высоких концентрациях порошков. Предполагается образование гелевой структуры в кондитерских глазурях (в расплавленном состоянии) с высокоэтерифицированными пектинами добавляемых плодовоовощных порошков.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что при разработке кондитерских глазури с добавлением плодовоовощных порошков прогнозирование их предельной концентрации может осуществляться при установлении следующих характеристик порошков: содержание в них пищевых волокон, пектинов, степень этерификации пектина, а также физико-химические показатели (pH, способность поглощать жир) порошков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кожемяко, А. В., Сергеева, И. Ю., Долголюк, И. В. (2021). Экспериментальное определение биологически активных соединений в выжимках свеклы и моркови, районированных в Сибирском регионе. *Техника и технология пищевых производств*, 51(1), 179–187. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-179-187>
2. Singh, J., Kaur, S., Rasane, P. (2018). Evaluation of the nutritional and quality characteristics of black carrot fortified instant noodle. *Current Nutrition and Food Science*, 14(5), 442–449. <https://doi.org/10.2174/1573401313666170724115548>
3. Жбанова, Е. В. (2018). Плоды малины *Rubus idaeus* L. как источник функциональных ингредиентов (обзор). *Техника и технология пищевых производств*, 48(1), 5–14. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-5-14>
4. Сидорова, Ю. С., Петров, Н. А., Бирулина, Н. А., Перова, И. Б., Зорин, С. Н., Кочеткова, А. А. и др. (2022). Физиолого-биохимическая оценка эффективности нового пищевого ингредиента — концентрата полифенолов ягод черники. *Вопросы питания*, 91(5(543)), 43–55. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2022-91-5-43-55>
5. Сокурченко, М. С., Соловьева, Н. Л., Бессонов, В. В., Мазо, В. К. (2019). Полифенольные соединения класса стильбеноидов: классификация, представители, содержание в растительном сырье, особенности структуры, использование в пищевой промышленности и фармации. *Вопросы питания*, 88(1), 17–25. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10002>
6. Акимов, М. Ю., Бессонов, В. В., Коденцова, В. М., Эллер, К. В., Вржесинская, О. А., Бекетова, Н. А. и др. (2020). Биологическая ценность плодов и ягод Российского производства. *Вопросы питания*, 89(4), 220–232. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>
7. Panditrao, M. P., Yadav, K. C. (2022). Development and quality evaluation of pasta incorporated with beetroot powder. *The Pharma Innovation Journal*, 11(2), 1676–1681.
8. Новикова, А. Е., Скрыпник, Л. Н. (2021). Оптимизация условий мицеллярно-ферментативной экстракции пектина из плодов боярышника (*Crataegus monogyna* Jacq.). *Техника и технология пищевых производств*, 51(4), 733–742. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-733-742>
9. Пырьева, Е. А., Сафронова, А. И. (2019). Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения. *Вопросы питания*, 88(6), 5–11. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10059>
10. Падерин, Н. М., Савельев, С. В., Попов, С. В. (2020). Влияние пектина пажиты *Tarapacetum vulgare* L. на тревожность и избыточное потребление мышами сладкой и жирной пищи при моделировании переедания. *Вопросы питания*, 89(6), 14–22. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10074>
11. Ефимцева, Э. А., Челпанова, Т. И. (2021). Пищевые волокна как модуляторы секреции гастроинтестинальных гормональных пептидов. *Вопросы питания*, 90(4(536)), 20–35. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-20-35>
12. Марков, П. А., Волкова, М. В., Хасаншина, З. Р., Мартинсон, Е. А., Попов, С. В. (2021). Противовоспалительное действие высоко- и низкометилэтерифицированных яблочных пектинов in vivo и in vitro. *Вопросы питания*, 90(6(538)), 92–100. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-6-92-100>
13. Gomes, M., Martinez, M. M. (2018). Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(13), 2119–2135. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>
14. Kirbaş, Z., Kumcuoglu, S., Tavman, S. (2019). Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 914–926. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>
15. Theagarajan, R., Narayanaswamy, M., Dutta, Moses, J. A. Chinnaswamy, A. (2019). Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies development of functional cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1299–1305. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14119>
16. Зайцева, И. И., Шеламова, С. А., Дерканосова, Н. М. (2019). Влияние выжимок из тыквы на процесс ферментации теста для крекера. *Техника и технология пищевых производств*, 49(3), 470–478. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-470-478>
17. Алексеев, Е. В., Быстрова, Е. А., Бакуменко, О. Е. (2019). Применение сублимированного порошка брусники при изготовлении мучных кондитерских изделий. *Пищевая промышленность*, 5, 18–21. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10065>
18. Samokhvalova, O., Oliinyk, S., Kasabova, K., Stepankova, G., Bolkhovitina, O. (2021). Prospects for use of new sources of dietary fibers in the technology of flour confectionery products. *BIO Web of Conferences*, 30, Article 01017. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213001017>
19. Бакина, А. П., Камоза, Т. Л. (2020). Перспективы использования пюре из мякоти тыквы и джема из ягод красной смородины при производстве зефира. *Вестник КрасГАУ*, 6(159), 207–214. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-207-214>
20. Смирнова, С. О., Фазиулина, О. Ф. (2019). Использование нетрадиционного сырья в производстве макаронных изделий повышенной пищевой ценности. *Техника и технология пищевых производств*, 49(3), 454–469. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-454-469>
21. Долматова, О. И., Дошина, А. В. (2019). К вопросу об использовании пищевых волокон в сметанном продукте. *Техника и технология пищевых производств*, 49(2), 201–208. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-201-208>
22. Борисова, А. В., Рузьянова, А. А., Тяглова, А. М., Поликарпова, К. В. (2020). Использование ягодного сырья в технологии мягкого сыра функционального назначения. *Техника и технология пищевых производств*, 50(1), 11–20. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20>
23. Majerska, J., Michalska, A., Figiel, A. (2019). A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in Food Science and Technology*, 88, 207–219. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021>
24. Зайцева, Л. В., Мазукабзова, Э. В., Матюнина, А. В., Осипов М. В. (2021). Современные требования по качеству и безопасности растительных масел и продуктов их переработки для производства пищевой продукции функционального и специализированного назначения. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 3, 200–211. <https://doi.org/10.36107/spfr.2021.196>
25. Бодякина, И. М., Багрянцев, В. А., Котов, В. В., Лукин, А. Л. (2012). Потенциометрическое определение состава и степени этерификации молекул пектина. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация*, 2, 9–15.
26. Мазукабзова, Э. В., Зайцева, Л. В. (2022). Органолептические, реологические и кристаллизационные свойства кондитерской глазури с порошком из свеклы. *Пищевые системы*, 5(2), 132–138. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-5-2-132-138>
27. Мазукабзова, Э. В., Зайцева, Л. В. (2022). Влияние плодовоовощных порошков на кристаллизационные и реологические свойства кон-

- дитерской глазури. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 3, 170–186. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.352>
28. Marić, M., Grassino, A. N., Zhu, Z., Barba, F. J., Brnčić, M., Brnčić, S. R. (2018). An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and by-products: Ultrasound-, microwaves-, and enzyme-assisted extraction. *Trends in Food Science and Technology*, 76, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.022>
 29. Vásquez, C., Henríquez, G., López, J. V., Penott-Chang, E. K., Sandoval, A. J., Müller, A. J. (2019). The effect of composition on the rheological behavior of commercial chocolates. *LWT*, 111, 744–750. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.101>
 30. Lapčíková, B., Lapčík, L., Salek, R., Valenta, T., Lorencová, E., Vašina, M. (2022). Physical characterization of the milk chocolate using whey powder. *LWT*, 154, Article 112669. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112669>
 31. Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O. S., Polat, D. G., Kelleci, E., Pirouzian, H. R. et al. (2018). Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics. *Journal of Functional Foods*, 43, 206–213. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.016>
 32. Krasina, I. B., Baranova, Z. A., Krasin, P. S., Brodovaya, E. V. (2017). Studying properties of lauric and non-lauric fats when producing confectionary glazes. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(11), 2168–2171.
 33. Kozhemayko, A. V., Sergeeva, I. Yu., Dolgolyuk, I. V. (2021). Experimental determination of biologically active compounds in pomace of Siberian beet and carrot. *Food Processing: Techniques and Technology*, 51(1), 179–187. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-179-187> (In Russian)
 34. Singh, J., Kaur, S., Rasane, P. (2018). Evaluation of the nutritional and quality characteristics of black carrot fortified instant noodles. *Current Nutrition and Food Science*, 14(5), 442–449. <https://doi.org/10.2174/1573401313666170724115548>
 35. Zhanova, E. V. (2018). Fruit of raspberry *Rubus Idaeus L.* as a source of functional ingredients (Review). *Food Processing: Techniques and Technology*, 48(1), 5–14. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-5-14> (In Russian)
 36. Sidorova, Yu. S., Petrov, N. A., Biryulina, N. A., Perova, I. B., Zorin, S. N., Kochetkova, A. A. et al. (2022). Physiological and biochemical evaluation of the effectiveness of a new food ingredient — blueberry polyphenol concentrate. *Problems of Nutrition*, 91(5(543)), 43–55. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2022-91-5-43-55> (In Russian)
 37. Sokurenko, M. S., Solovieva, N. L., Bessonov, V. V., Mazo, V. K. (2019). Polyphenolic compounds of the stilbenoid class: classification, representatives, content in plant raw materials, structural features, use in the food industry and pharmacy. *Problems of Nutrition*, 88(1), 17–25. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10002> (In Russian)
 38. Akimov, M. Yu., Bessonov, V. V., Kodentsova, V. M., Eller, K. I., Vrzhesinskaya, O. A., Beketova, N. A. et al. (2020). Biological value of fruits and berries of Russian production. *Problems of Nutrition*, 89(4), 220–232. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055> (In Russian)
 39. Panditrao, M. P., Yadav, K. C. (2022). Development and quality evaluation of pasta incorporated with beetroot powder. *The Pharma Innovation Journal*, 11(2), 1676–1681.
 40. Novikova, A. E., Skrypnik, L. N. (2021). Combined surfactant and enzyme-assisted extraction of pectin from hawthorn (*Crataegus monogyna Jacq.*) fruits. *Food Processing: Techniques and Technology*, 51(4), 733–742. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-733-742> (In Russian)
 41. Pyryeva, E. A., Safronova, A. I. (2019). The role of dietary fibers in the nutrition of the population. *Problems of Nutrition*, 88(6), 5–11. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10059> (In Russian)
 42. Paderin, N. M., Saveliev, N. Yu., Popov, S. V. (2020). The effect of pectin of tansy, *Tanacetum vulgare L.*, on anxiety and overeating food rich in fats and sugars in mice in modeling binge eating. *Problems of Nutrition*, 89(6), 14–22. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10074> (In Russian)
 43. Efimtseva, E. A., Chelpanova, T. I. (2021). Dietary fiber as modulators of gastrointestinal hormonal peptide secretion. *Problems of Nutrition*, 90(4(536)), 20–35. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-20-35> (In Russian)
 44. Markov, P. A., Volkova, M. V., Khasanshina, Z. R., Martinson, E. A., Popov, S. V. (2021). Anti-inflammatory activity of high and low methoxylated apple pectins, in vivo and in vitro. *Problems of Nutrition*, 90(6(538)), 92–100. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-6-92-100> (In Russian)
 45. Gomes, M., Martinez, M. M. (2018). Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(13), 2119–2135. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>
 46. Kirbaş, Z., Kumcuoglu, S., Tavman, S. (2019). Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 914–926. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>
 47. Theagarajan, R., Narayanaswamy, M., Dutta, L., Moses, J. A. Chinnaswamy, A. (2019). Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies development of functional cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1299–1305. <https://doi.org/10.1111/ijf.14119>
 48. Zaitseva, I. I., Shelamova, S. A., Derkanosova, N. M. (2019). Effect of pumpkin husks on cracker dough fermentation. *Food Processing: Techniques and Technology*, 49(3), 470–478. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-470-478> (In Russian)
 49. Alekseenko, E. V., Bystrova, E. A., Bakumenko, O. E. (2019). The application of freeze-dried cranberry powder in the flour confectionery production. *Food Industry*, 5, 18–21. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10065> (In Russian)
 50. Samokhvalova, O., Oliinyk, S., Kasabova, K., Stepankova, G., Bolkhovtina, O. (2021). Prospects for use of new sources of dietary fibers in the technology of flour confectionery products. *BIO Web of Conferences*, 30, Article 01017. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213001017>
 51. Bakina, A. P., Kamoza, T. L. (2020). The research on the prospects of using pumpkin pulp puree and red currant jam in marshmallow production. *Bulletin of KrasGAU*, 6(159), 207–214. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-207-214> (In Russian)
 52. Smirnova, S. O., Fazullina, O. F. (2019). Non-traditional raw materials in pasta production of high nutrition value. *Food Processing: Techniques and Technology*, 49(3), 454–469. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-454-469> (In Russian)
 53. Dolmatova, O. I., Doshina, A. V. (2019). Dietary fiber in sour cream products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 49(2), 201–208. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-201-208> (In Russian)
 54. Borisova, A. V., Ruzyanova, A. A., Tyaglova, A. M., Polikarpova, K. V. (2020). Berry raw materials in functional soft cheese production. *Food Processing: Techniques and Technology*, 50(1), 11–20. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20> (In Russian)
 55. Majerska, J., Michalska, A., Figiel, A. (2019). A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in Food Science and Technology*, 88, 207–219. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021>
 56. Zaitseva, L. V., Mazukabzova, E. V., Matunina, A. V., Osipov, M. V. (2021). Modern requirements for the safety and quality of vegetable oils and their processed products used in functional and specialized food products. *Storage and Processing of Farm Products*, 3, 200–211. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.196> (In Russian)
 57. Bodyakina, I. M., Bagryantsev, V. A., Kotov, V. V., Lukin, A. L. (2012). The potentiometric determination composition and degree etherification molecules of pectin. *Proceedings of Voronezh State University Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, 2, 9–13. (In Russian)
 58. Mazukabzova, E. V., Zajceva, L. V. (2022). Organoleptic, rheological and crystallization properties of confectionery glaze with beet powder. *Food Systems*, 5(2), 132–138. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-5-2-132-138> (In Russian)
 59. Mazukabzova, E. V., Zaitseva, L. V. (2022). The effect of fruit and vegetable powders on the crystallization and rheological properties of confectionery glaze. *Storage and Processing of Farm Products*, 3, 170–186. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.352> (In Russian)
 60. Marić, M., Grassino, A. N., Zhu, Z., Barba, F. J., Brnčić, M., Brnčić, S. R. (2018). An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and by-products: Ultrasound-, microwaves-, and enzyme-assisted extraction. *Trends in Food Science and Technology*, 76, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.022>
 61. Vásquez, C., Henríquez, G., López, J. V., Penott-Chang, E. K., Sandoval, A. J., Müller, A. J. (2019). The effect of composition on the rheological behavior of commercial chocolates. *LWT*, 111, 744–750. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.101>
 62. Lapčíková, B., Lapčík, L., Salek, R., Valenta, T., Lorencová, E., Vašina, M. (2022). Physical characterization of the milk chocolate using whey powder. *LWT*, 154, Article 112669. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112669>
 63. Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O. S., Polat, D. G., Kelleci, E., Pirouzian, H. R. et al. (2018). Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics. *Journal of Functional Foods*, 43, 206–213. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.016>
 64. Krasina, I. B., Baranova, Z. A., Krasin, P. S., Brodovaya, E. V. (2017). Studying properties of lauric and non-lauric fats when producing confectionary glazes. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(11), 2168–2171.

REFERENCES

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
<p>Зайцева Лариса Валентиновна — доктор технических наук, заведующая Технологическим отделом, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности 107023, Москва, ул. Электrozаводская, 20, стр. 3 Тел.: +7-495-962-17-48 E-mail: l.zaytseva@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8176-1650 * автор для контактов</p>	<p>Larisa V. Zaytseva, Doctor of Technical Sciences, Candidate of Chemical Sciences, Head of the Technology Department, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry 20/3, Elektrozavodskaya str., Moscow, 107023, Russia Tel.: +7-495-962-17-48 E-mail: l.zaytseva@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8176-1650 * corresponding author</p>
<p>Мазукабзова Элла Витальевна — научный сотрудник, Технологический отдел, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности 107023, Москва, ул. Электrozаводская, 20, стр. 3 Тел.: +7-495-962-17-44 E-mail: e.mazukabzova@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2884-6767</p>	<p>Ella V. Mazukabzova, Researcher, Technology Department, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry 20/3, Elektrozavodskaya str, Moscow, 107023, Russia Tel.: +7-495-962-17-44 E-mail: e.mazukabzova@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2884-6767</p>
<p>Богачук Мария Николаевна — кандидат фармацевтических наук, научный сотрудник, лаборатория «Химия пищевых продуктов», Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии и безопасности пищи 109240, Москва, Устьинский проезд, 2/14, Тел.: +7-495-698-57-36 E-mail: bmariyan@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5820-8336</p>	<p>Maria N. Bogachuk, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Researcher, Laboratory «Food Chemistry», Federal Research Centre for Nutrition, Biotechnology and Food Safety 2/14, Ustinsky passage, Moscow, 109240, Russia Tel.: +7-495-698-57-36 E-mail: bmariyan@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5820-8336</p>
Критерии авторства	Contribution
<p>Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.</p>	<p>Authors equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism.</p>
Конфликт интересов	Conflict of interest
<p>Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.</p>	<p>The authors declare no conflict of interest.</p>