

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-4-533-540>



Поступила 05.11.2025

Поступила после рецензирования 05.12.2025

Принята в печать 09.12.2025

© Раева-Богословская Е. Н., Молканова О. И., Крахмалева И. Л., Кузнецова О. А., Утьянов Д. А., Митрофанова И. В., 2025

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

Обзорная статья

Открытый доступ

ХЕНОМЕЛЕС: ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Раева-Богословская Е. Н.^{1*}, Молканова О. И.¹, Крахмалева И. Л.¹, Кузнецова О. А.², Утьянов Д. А.^{1,2}, Митрофанова И. В.¹

¹Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия

²Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

Chaenomeles, биохимический состав, плоды, листья, семена

В связи с ухудшением экологической обстановки для пищевой промышленности становится актуальным поиск фиторесурсов, характеризующихся радиопротекторным и антиоксидантным свойствами. Некоторые плодовые культуры являются богатыми источниками биологически активных веществ (БАВ). Особый интерес представляют растения, которые содержат БАВ не только в плодах, но и в других его частях: семенах и листьях. Представители *Chaenomeles* Lindl могут стать перспективной культурой для сельского хозяйства, пищевой и фармацевтической промышленности России. В большинстве случаев *Chaenomeles* культивируют для получения плодов, но есть и другие направления его использования. В этом обзоре рассмотрены биологические особенности, селекция и биохимический состав различных частей растений рода *Chaenomeles*. Подходящими видами для выращивания на территории РФ являются: *C. japonica*, *C. speciosa*, *C. × superba* и *C. cathayensis*. Представлена характеристика сортов *Chaenomeles* основных селекционных центров в России (Никитский ботанический сад — Национальный научный центр Российской академии наук и Мичуринский ГАУ). Проведен анализ зарубежной и отечественной научной литературы, отражающей биохимический состав плодов, листьев и семян различных видов *Chaenomeles*. Описано содержание основных антиоксидантных веществ (витамин С и полифенолы) и других соединений в плодах, листьях и семенах видов *Chaenomeles*. По литературным данным наибольшее содержание витамина С в плодах *C. speciosa* и *C. cathayensis*. Все части растения содержат хлорогеновую кислоту и полифенолы в различных концентрациях. Из исследуемых видов наиболее изучены *C. japonica*, *C. speciosa*, в то время как по *C. cathayensis* представлено наименьшее количество работ.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Работа выполнена при поддержке гранта № 25-16-00145 РФФ.

Received 05.11.2025

Accepted in revised 05.12.2025

Accepted for publication 09.12.2025

© Raeva-Bogoslovskaya E. N., Molkanova O. I., Krakhmaleva I. L., Kuznetsova O. A., Utyanov D. A., Mitrofanova I. V., 2025

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

Review article

Open access

CHAENOMELES: A PROMISING FUNCTIONAL PRODUCT FOR THE FOOD AND PHARMACEUTICAL INDUSTRIES

Ekaterina N. Raeva-Bogoslovskaya^{1*}, Olga I. Molkanova¹, Irina L. Krakhmaleva¹, Oksana A. Kuznetsova², Dmitry A. Utyanov^{1,2}, Irina V. Mitrofanova¹

¹Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russia

KEYWORDS:

Chaenomeles, biochemical composition, fruits, leaves, seeds

ABSTRACT

In light of the deteriorating environmental situation, the search for phytogetic resources with radioprotective and anti-oxidant properties has become increasingly relevant for the food industry. Certain fruit crops are rich sources of biologically active compounds (BACs). The plants of particular interest are those that accumulate these compounds not only in their fruit, but also in other parts such as seeds and leaves. Representatives of the genus *Chaenomeles* Lindl may represent a promising crop for agriculture, the food and pharmaceutical industries in Russia. Although *Chaenomeles* is mainly cultivated for its fruit production, there are other potential applications that are worth noting. This review examines the biological characteristics, breeding, and biochemical composition of different parts of *Chaenomeles* species. The most suitable species for cultivation in the Russian Federation include *C. japonica*, *C. speciosa*, *C. × superba*, and *C. cathayensis*. The paper provides an overview of *Chaenomeles* cultivars developed by major Russian breeding centers, such as the Nikitsky Botanical Gardens — National Scientific Center (NBS-NSC) and Michurinsk State Agrarian University. Both domestic and international studies on the biochemical composition of *Chaenomeles* fruits, leaves, and seeds are analyzed. The content of major antioxidant compounds (vitamin C and polyphenols), as well as other bioactive substances, in various plant parts is described. According to literature data, the highest vitamin C concentrations are found in the fruits of *C. speciosa* and *C. cathayensis*. All parts of the plant contain chlorogenic acid and polyphenols in varying concentrations. Among the studied species, *C. japonica* and *C. speciosa* are the most thoroughly investigated, whereas *C. cathayensis* remains insufficiently studied.

FUNDING: This study was funded by a research grant № 25-16-00145 of the Russian Science Foundation.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Раева-Богословская, Е. Н., Молканова, О. И., Крахмалева, И. Л., Кузнецова, О. А., Утьянов, Д. А., Митрофанова, И. В. (2025). Хеномелес: перспективный функциональный продукт для пищевой и фармацевтической промышленности. *Пищевые системы*, 8(4), 533–540. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-4-533-540>

FOR CITATION: Raeva-Bogoslovskaya, E. N., Molkanova, O. I., Krakhmaleva, I. L., Kuznetsova, O. A., Utyanov, D. A., Mitrofanova, I. V. (2025). *Chaenomeles*: A promising functional product for the food and pharmaceutical industries. *Food Systems*, 8(4), 533–540. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-4-533-540>

1. Введение

Одной из главных задач государства является улучшение уровня жизни населения. В утвержденной Президентом РФ от 18 февраля 2024 г. № 145 новой Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации приоритетным является не только увеличение производства продуктов питания, но и повышение их пищевой ценности.

Современный образ жизни населения способствует увеличению доли неинфекционных заболеваний, в основе которых лежит окислительное повреждение [1]. Растения являются одним из самых богатых источников биологически активных веществ (БАВ) [2]. Кроме того, БАВ растительного происхождения характеризуются меньшей токсичностью, которая свойственна многим синтетическим органическим веществам [3]. В настоящее время активно ведется работа по исследованию и разработке функциональных пищевых продуктов [2,4,5]. Под термином «функциональный пищевой продукт» подразумевается продукт специального назначения для регулярного употребления в рационе питания здорового населения [5]. Плоды некоторых малораспространенных культур могут стать ценным источником физиологически активных ингредиентов, позволяющих обогатить рацион микронутриентами, необходимыми для поддержания здоровья человека [6]. Высокий интерес представляют культуры, содержащие большое количество веществ с радиопротекторными и антиоксидантными свойствами. Наиболее значимыми антиоксидантами плодов и ягод являются витамины, в особенности витамин С, и полифенолы. Аскорбиновая кислота (витамин С) участвует в окислительно-восстановительных реакциях, в функционировании иммунной системы, способствует усвоению железа и кроветворению [7]. Плоды и ягоды служат основными источниками полифенольных соединений в рационе человека [8]. Полифенолы плодов представлены преимущественно следующими группами соединений: флавоноиды (катехины, лейкоантоцианы, флавонолы, антоцианы); производные коричной кислоты (кофейная, феруловая, синаповая, хлорогеновая кислоты, кумарин и его гликозиды); фенолкарбоновые кислоты (протокатеховая, галловая и др.) [9]. Сельское хозяйство и промышленность направлены не только на повышение качества продукции, но и на увеличение экономической эффективности производства. Особый интерес вызывают культуры, у которых могут быть использованы все части растения [10,11]. Представители рода *Chaenomeles* Lindl. могут стать ценным ресурсом для пищевого и лекарственного производства, так как не только плоды, но и другие части растения содержат БАВ [12,13]. Многочисленные исследования подтверждают высокую профилактическую и лечебную эффективность препаратов, полученных из растений рода *Chaenomeles*, включая их противовоспалительную [14–16], противогриппозную [17] и гепатопротекторную активность [18–20], а также их эффективность в профилактике и лечении диабета [21]. Вместе с тем некоторые виды хеномелеса адаптированы для выращивания в различных регионах РФ, а сама культура характеризуется отсутствием периодичности в плодоношении, нетребовательностью к качеству почв и длительным сроком эксплуатации насаждений.

Цель исследования — анализ научной литературы, посвященной биологическим особенностям, селекции и биохимическому составу различных частей растений видов *Chaenomeles* Lindl., перспективных для выращивания на территории России.

2. Объекты и методы

Объектами являлись научные публикации российских и зарубежных исследователей, описывающие биологические и биохимические особенности представителей *Chaenomeles* Lindl. Проведен систематический поиск научных работ в поисковых системах: ResearchGate, Scopus, Web of Science, Google Scholar, Science Direct, eLibrary.Ru. Использована следующая комбинация ключевых слов на русском и английском языках: хеномелес, *Chaenomeles*, биохимический состав, биологически активные соединения, плоды, листья, семена, селекция. Проанализированы обзорные статьи, посвященные изучению биохимического состава различных частей растения хеномелеса, а также оригинальные исследования.

3. Общие сведения о некоторых представителях *Chaenomeles*

Род *Chaenomeles* Lindl., Rosaceae Juss. включает пять видов (*C. cathayensis* (Hemsl.) C. K. Schneid., *C. japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, *C. sinensis* (Thouin) Koehne, *C. speciosa* (Sweet) Nakai и *C. tibetica* T. T. Yu), распространенных преимущественно в северных умеренных и субтропических регионах Юго-Восточной Азии [22]. Виды *C. cathayensis*, *C. japonica* и *C. speciosa* были использованы для создания межвидовых гибридов: *C. × superba* (*C. speciosa* × *C. japonica*), *C. × vilmoriniana*

(*C. speciosa* × *C. cathayensis*), *C. × clarkiana* (*C. japonica* × *C. cathayensis*) и *C. × californica* (*C. × superba* × *C. cathayensis*) [23–26]. Растение хеномелеса представляет собой кустарник высотой от 0,6 до 3 м с побегами с шипами и без шипов. Цветки с пятью красными, оранжевыми, редко белыми лепестками, единичные или собраны по 2–5 шт. в соцветия. Плод — яблоко диаметром 3,0–4,5 см и массой до 30 г, кожица покрыта восковым налетом [27].

Наиболее перспективными с точки зрения выращивания на территории России являются виды *C. japonica*, *C. speciosa*, *C. × superba* и *C. cathayensis*.

C. cathayensis — листопадный кустарник 2–6 м высотой с короткими шипами. Встречается на высоте 900–2500 м над уровнем моря в Китае и Южном Тибете. Листовая пластинка с пильчатым краем овальная или ланцетовидной формы. Цветки белые или розовые, диаметром до 4 см. Плодоносит обильно, плоды созревают в сентябре [28].

C. japonica распространен в центральной и южной Японии, произрастает на высоте 100–2100 м над уровнем моря на склонах холмов, берегах рек и озер. Это карликовый кустарник высотой 0,6–1,2 м с яйцевидными листьями. Цветки мелкие, чаще всего лососевого или апельсинового цвета. Небольшие плоды, по форме напоминающие яблоки, обладают характерным приятным ароматом [28].

C. speciosa встречается в Китае в горной местности на разных высотах. Вид зимостойкий и засухоустойчивый. Это листопадный кустарник высотой 2–3 м. Листья яйцевидные с зубчатыми краями, цветки часто красные, но могут быть белыми и розовыми. Плоды очень разнообразны по форме, размеру и срокам созревания [28].

C. × superba — кустарник высотой 2 м, листья похожи на листья *C. japonica*. Цветки среднего размера, могут быть белыми, розовыми, оранжевыми или красными. Плоды чаще в форме яблок, крупнее, чем у *C. japonica*, и созревают позже [28].

Селекцию сортов хеномелеса проводили в Бельгии, Великобритании, Германии, Голландии, Швейцарии, Франции, Швеции, Польше, Испании, Японии, США, в странах Балтии, Молдавии, Украине, России и Белоруссии [29–31]. В России и странах СНГ для создания сортов наиболее часто используют виды: *C. speciosa*, *C. × superba* и *C. japonica*.

В России селекцией хеномелеса активно занимаются в Федеральном государственном бюджетном учреждении наук «Орден Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад» — Национальный научный центр Российской академии наук» (НБС-ННЦ, Республика Крым, Ялта, пгт Никита) и в Мичуринском государственном аграрном университете (Мичуринский ГАУ, Мичуринск, Тамбовская область), где получено большое количество сортов, зарегистрированных в Госреестре (Таблица 1). Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН (ГБС РАН, Москва) присоединился к этим исследованиям в последние годы.

Сорта селекции НБС-ННЦ характеризуются большей высотой куста, диаметром, массой плода, толщиной мякоти по сравнению с сортами селекции Мичуринского ГАУ. Это можно объяснить тем, что селекция НБС-ННЦ в большей степени основана на крупноплодных, но более теплолюбивых и устойчивых к засухе видах *Chaenomeles*: *C. speciosa* и *C. × superba* [34]. В свою очередь, сорта Мичуринского ГАУ созданы на основе *C. japonica*, плоды которого меньше по размерам и массе, сами растения более низкорослые по сравнению с другими видами. Как следствие, кустарник имеет низкую степень повреждения отрицательными температурами, так как почти полностью укрыт снежным покровом [35].

3.1. Биохимический состав плодов

Плоды видов рода *Chaenomeles* содержат витамины, пектины, минеральные элементы, органические кислоты [36–42]. Кроме того, отмечены выраженные антиканцерогенные свойства экстрактов из хеномелеса. Показана эффективность использования плодов *C. japonica*, в частности против рака молочной железы [43] и рака толстой кишки [44,45]. Недавние исследования выявили иммунорегуляторные и противопаркинсонические свойства экстрактов плодов хеномелеса [17]. Подавляющее большинство результатов исследований свидетельствует о том, что биологическая активность препаратов в наибольшей степени связана с наличием полифенолов [20].

Плоды *C. japonica* богаты органическими кислотами, в основном яблочной, а также хиной и янтарной. Первая обуславливает высокую кислотность и низкий уровень pH (2,4–2,8) плода. Кислотность плодов колеблется от 2,6 до 5,6% в пересчете на лимонную кислоту [46]. Плоды *C. japonica* содержат мало моносахаридов (доля фруктозы 6,31 г/100 г СВ, доля глюкозы 10,95 г/100 г СВ) и значительное количество полисахаридов, включая целлюлозу, гемицеллюлозу и пекти-

Таблица 1. Характеристика сортов отечественной селекции [32,33]
Table 1. Characteristics of the cultivars of the domestic selection [32,33]

Сорт	Происхождение	Габитус	Высота куста, м	Шипы	Диаметр плода, см	Масса плода, г	Толщина мякоти, мм
Сорта селекции Мичуринского ГАУ							
Альбатрос	<i>C. speciosa</i>	Раскидистый	до 0,7	нет	4,3	35	8–11
Алюр	<i>C. japonica</i>	Раскидистый	до 0,8	нет	4,5	30	10
Восход	<i>C. japonica</i>	Прямостоячий	до 1	нет	до 5	70	11
Жар-Птица	<i>C. × superba</i>	Полураскидистый	до 1	редкие	4,5–5,0	35	8–10
Мичуринский Витамин	<i>C. japonica</i>	Раскидистый	до 0,7	нет	до 5	40	11
Мичуринское Чудо	<i>C. speciosa</i>	Полураскидистый	до 0,8	редкие	4,5	40	9–10
Флагман	<i>C. speciosa</i>	Раскидистый	до 0,4	редкие	до 5	60–75	13–15
Шарм	<i>C. japonica</i>	Раскидистый	до 0,7	нет	4,8	60–70	10
Сорта селекции НБС-ННЦ							
Граф де Рамок	<i>C. speciosa</i>	Полураскидистый	1,5	есть	4,5	40	10
Димитрина	<i>C. × superba</i>	Раскидистый	до 1,2	редкие	до 6	60	13–14
Кандея	<i>C. × superba</i>	Компактный	до 1,2	есть	5,5	60	13
Красавица Мадлен	<i>C. speciosa</i>	Полураскидистый	1,5	есть	5,5	60	12
Мимка	<i>C. × superba</i>	Полураскидистый	1	нет	4,0–4,5	45	–
Перуника	<i>C. speciosa</i>	Полураскидистый	1,7	есть	–	65	13–16
Статс-Дама	<i>C. × superba</i>	Полураскидистый	1,6	есть	до 5,0	40	до 10

ны, которые входят в состав пищевых волокон [47]. Сто грамм сухого вещества плода содержат 18 г целлюлозы и 3 г гемицеллюлозы. Среднее содержание пектина составляет 11 г/100 г СВ (1,4 г/100 г СВ). Эти значения сопоставимы с содержанием пектинов в яблоках. Пектины в основном находятся в мякоти плода [36].

Согласно исследованиям Ду и др. [48], для плодов видов хеномелеса характерен различный уровень суммарных фенольных соединений. Например, *C. japonica* содержал наименьшее количество фенольных соединений (19,35 мг ГАЕ/г FM) среди пяти изучаемых видов, тогда как *C. speciosa* — 46,92 мг/г FM. Urbanaviciute и соавт. [40] ранее проанализировали содержание фенолов в сортах плодов *C. japonica* и показали значительное различие между сортами Darius, Rasa и Rondo. Авторы заявили, что для сорта Rasa характерно самое высокое содержание фенольных соединений (4366 мг ГАЕ/100 г DM). В сортах отечественной селекции, в частности Мичуринского ГАУ, содержание полифенолов в плодах варьировало от 96,2 мг/100 г у сорта «Жар-Птица» до 275,7 мг/100 г у сорта «Мичуринский Витамин» [42].

Исследование с использованием ВЭЖХ-ДДМ/ЭСИ-МС/МС показало, что плоды *C. japonica* содержат 24 фенольных соединения, из которых 20 являются флаван-3-олами, такими как катехин, эпикатехин и процианидины, которые составляют примерно 94–99% от всех полифенолов.

Lykholat и др. [49] изучали содержание полифенолов в кожуре и мякоти плодов *C. cathayensis* и установили, что экстракт из кожуры содержит значительно больше полифенолов по сравнению с экстрактом из мякоти. В кутикулярных восках *C. cathayensis* преобладающими соединениями были тетрапентаконтан (21,8% от общего количества) и гептакозаналь (23,1% от общего количества) соответственно [49]. Также высокое содержание полифенолов выявлено в соке из плодов *C. cathayensis* (591 мг/100 мл), тогда как в соке из плодов *C. japonica* оно составляет около 400 мг/100 мл [47].

Наибольшее содержание хлорогеновой кислоты было отмечено в *C. speciosa* (1,82 мг/г FW) и в *C. cathayensis* (1,19 мг/г FW), тогда как в плодах *C. japonica* хлорогеновая кислота была обнаружена в низких концентрациях — 0,10 мг/г FW. Виды *C. speciosa* и *C. japonica* характеризовались высоким содержанием эпикатехина (2,35 мг/г FM и 1,02 мг/г FM соответственно) и процианидина B2 (2,96 мг/г FM и 0,98 мг/г FM соответственно). Strugała и др. [14] отметили более высокое содержание фенольных соединений в плодах вида *C. speciosa*. Содержание процианидина B1 составило 3,60 мг/г сухого вещества экстракта, процианидина B2 — 115,88 мг/г сухого вещества экстракта, а эпикатехина — 123,31 мг/г сухого вещества экстракта. По данным Lewandowska и соавторов [43], флавонолы составляют 53,5% от всех полифенолов, а катехин и эпикатехин — 16,0% и 9,8% от общего содержания полифенолов соответственно.

Содержание витамина С в плодах определяется генотипом растения, годом сбора урожая, а также влажностью воздуха и температурой в период роста. В зависимости от условий окружающей среды среднее содержание витамина С в плодах *C. japonica* варьировало от 172,6 до 243 мг/100 г [39]. Результаты исследований показывают, что

плоды, собранные в более теплый и засушливый год, характеризуются более высоким содержанием витамина С. Уровень витамина С в плодах также определяется продолжительностью их хранения. После одной недели хранения плодов были отмечены потери витамина С в размере 15,5% в 2009 году и 6,3% в 2010 году. После двухнедельного периода хранения наблюдались более высокие потери витамина С: 24,3% в 2009 году и 15,8% в 2010 году [39]. Комар-Темная и др. в своем исследовании выявили наибольшее накопление аскорбиновой кислоты у генотипов *C. speciosa* и *C. cathayensis* (244,58 и 258,25 мг/100 г) [50]. В свою очередь, Hellin и др. также обнаружили высокое содержание витамина С в соке из плодов *C. speciosa*, *C. cathayensis* и *C. × superba* (102, 103 и 109 мг/100 мл соответственно) в сравнении с *C. japonica* (45–78,5 мг в 100 мл) [47]. Vuczkiewicz и соавторы [51] показали наличие других витаминов в изученных сортах хеномелеса.

Наибольшее содержание ниацина (2,04 и 2,07 мг/100 г соответственно) из исследуемых генотипов отмечено у сортов Cido (*C. japonica*). Хеномелес также является ценным по содержанию минеральных веществ, включая магний, кальций, калий, натрий, цинк, железо и медь. Калий заслуживает особого внимания, поскольку он составляет наибольшую долю среди перечисленных компонентов. Его содержание в виде *C. speciosa* составляет 84,7–147,0 мг/100 г, тогда как в *C. japonica* — 249,0 мг/100 г [21].

Содержание сухого вещества (СВ) в плодах *C. × superba* составляет 17,00 мг/100 г свежего вещества (СВ) и 15,51 мг/100 г СВ соответственно [52]. *C. superba* и грушевидные плоды *C. japonica* имели наивысшее содержание общих полифенолов среди изучаемых объектов. У *C. superba* концентрация фенольных кислот (10,69 мг/100 г сырого веса) была выше, чем концентрация флавоноидов (7,64 мг/100 г сырого веса). Хлорогеновая кислота (4,57/100 г сырой массы) была преобладающим соединением. Однако Turkiewicz и др. [53] обнаружили, что процианидин B2 является преобладающим соединением во всех исследованных сортах плодов *C. × superba*.

Ponder и др. [52] и Turkiewicz и др. [53] охарактеризовали плоды *C. superba* и обнаружили фенольные кислоты (галловую, хлорогеновую, криптохлорогеновую, кофейную, п-кумаровую), флавонолы (кверцетин-3-О-рутинозид, мирицетин, кверцетин, лютеолин) и флаван-3-олы (катехин, эпикатехин, процианидины B2, B3 и C1, а также неидентифицированные димеры, тримеры и тетрамеры процианидинов).

3.2. Биохимический состав листьев

В научной литературе представлено множество исследований фенольного профиля плодов хеномелеса и их биологической активности, включая антиоксидантную, антипролиферативную, проапоптотическую, цитотоксическую, противораковую, противовоспалительную и гипогликемическую [43–55]. Однако лишь немногие публикации касаются фенолов и их биологического потенциала в листьях растения [40,55,56]. В 2015 году ученые определили и сравнили химический состав экстрактов плодов и листьев хеномелеса

японского [56]. Экстракт листьев содержал примерно на 10% меньше фенольных соединений, чем экстракт плодов. Хлорогеновая кислота была основным компонентом экстрактов листьев, ее доля варьировала от 78,76% до 86,55% от общего содержания. Khromykh и соавт. в 2018 году изучили содержание вторичных метаболитов в листьях в процессе вегетации [28]. Общее содержание фенолов в листьях растений *Chaenomeles*, измеренное во время цветения, превышало таковое в плодах: наибольшее накопление полифенолов было выявлено в листьях гибридного вида *C. × superba* (4476,1 ± 122,2 mg GAE/100), среднее — у *C. japonica* (4307,1 ± 111,3 mg GAE/100) и наименьшее — в листьях *C. speciosa* (2928,0 ± 142,2 mg GAE/100 g WW) [28].

В 2019 году Kikowska и ее коллеги описали содержание полифенолов, фенольных кислот и флавоноидов в этанольных экстрактах из листьев растений *C. japonica*, размноженных *in vitro* и выращенных в полевых условиях [55]. Анализ экстрактов листьев растений, выращенных в полевых условиях, и листьев регенерантов из культуры *in vitro* методом ВЭЖХ–МС показал содержание изомеров хлорогеновой кислоты и флавоноидов, в основном кверцетина, а также производных кемпферола. Однако в листьях, полученных из открытого грунта, концентрация описанных веществ была выше. В свою очередь, антиоксидантная активность экстрактов листьев из различных условий культивирования была одинаковой. Также заслуживает внимания работа Teleszk с соавторами [56], посвященная изучению антиоксидантных свойств экстрактов листьев и плодов *C. japonica*. Исследование показало, что антиоксидантная активность экстракта листьев примерно в два раза выше, чем у экстракта плодов [56]. Chojnacka и др. [57] выявили антиоксидантный эффект как очищенного богатыми фенолами экстракта (ОБФЭ), так и сырого фенольного экстракта (СФЭ). В статье было показано, что ОБФЭ обладает почти в 2 раза более высокой антиоксидантной активностью по сравнению с СФЭ и оказывает более сильное цитотоксическое действие на линии клеток рака толстой кишки [57].

В экстракте листьев *C. × superba* идентифицировали 6 фенольных кислот: неохлорогеновую, димер кофейной кислоты/кофеилгексозид, хлорогеновую, изомер п-кумароилгексозида 1, изомеры п-кумароилхинной кислоты 2 и 3 и одно неидентифицированное производное гидроксикоричной кислоты. Среди флавоноидов были установлены флавонолы (дигидрокверцетин-гексозид, кверцетин-3-О-рутинозид, кверцетин-3-О-галактозид, кверцетин-3-О-глюкозид, кемпферол-3-О-гексозид, кемпферол-3-О-рутинозид, кемпферол-гексозид-дезоксигексозид), флаваноны (нарингенин-7-О-гексозид) и флавоны (лютеолин-3-О-рутинозид, лютеолиндигексозид), а также гидрокситирозол — нефлавоноидное фенольное соединение. В листьях *C. superba* были обнаружены производные кверцетина (галактозид, рутинозид, глюкозид). Кроме того, были выявлены п-кумаровая кислота, флаван-3-олы, катехин и эпикатехин, а также процианидины B1, B2, B3 и C1. В экстракте *C. superba* общее количество фенольных кислот (644,16 мкг/мл листьев) было выше, чем общее количество флавоноидов (496,75 мкг/мл). Хлорогеновая кислота была основным компонентом (23,39% от всех представленных соединений). Нарингенин-7-О-гексозид был преобладающим флавоноидом (17,76% от всех представленных соединений) [58]. Экстракты листьев *C. superba* оказались наиболее активными не только против грамположительного *S. aureus*, но против *E. coli*, *P. aeruginosa* и *C. albicans* [58,59].

3.3. Биохимический состав семян

Анализируя литературу, можно отметить, что семена хеномелеса в большей степени изучали в качестве источника масла, о чем свидетельствуют научные исследования в этой области [60,61,62]. Наибольшее содержание общих сахаров было обнаружено в образцах, относящихся к *C. japonica* (37,3 мг/г семян), а наименьшее — к *C. × superba* Jest Trail (12,4 мг/г семян). Основным идентифицированным сахаридом была глюкоза, за которой следовали сахароза и фруктоза (составляющие 58,6, 31,1 и 8,8% от общего содержания сахаров соответственно). На основании исследований Хеллина и соавторов, проведенных в 2003 году, можно отметить, что среднее содержание общего сахара в семенах (24,3 мг/г семян) составляет половину от среднего содержания, обнаруженного в плодах хеномелеса (55,8 мг/г свежих плодов) [47].

Более 77,7% от общего содержания кислот приходится на галактуроновую, глюкуроновую, лимонную и уксусную. Остальные кислоты можно расположить в следующем порядке убывания содержания: янтарная > хинная > яблочная > щавелевая > адипиновая > шикимовая > фумаровая. Наибольшее содержание общих кислот было обнаружено в семенах *C. japonica* (68,2 мг/г семян), а наименьшее — в *C. speciosa* Simonii (32,8 мг/г семян). Содержание галактуроновой кислоты, которая является основным строительным блоком пекти-

нов, в среднем составляло 10,9 мг/г семян, а глюкуроновой — 9,36 мг/г семян. В подавляющем большинстве общее содержание фенольных соединений было представлено полимерными фенолами (в среднем 93,9%). Флаван-3-олы и фенольные кислоты были в меньшинстве и составляли в среднем 5,9 и 0,2% ОСФ соответственно. Семена *Chaenomeles* содержат множество фенольных соединений. Семена *C. speciosa* сорта Simonii характеризовались низким содержанием фенольных кислот и флаван-3-олов (0,03 и 1,15 мг/г семян соответственно), тогда как высокие концентрации были зарегистрированы в семенах *C. × superba* сортов Crimson and Gold (0,40 и 3,56 мг/г семян соответственно) [63].

Терпены — распространенные в природе органические соединения, построенные из изопреновых звеньев (2-метилбутадиена-1,3, C₅H₈) [64]. Они обладают антимикробными, противовоспалительными, антиоксидантными и успокаивающими свойствами, что позволяет использовать их в медицине для лечения мочекаменной болезни, в качестве антисептиков и муколитических средств, а также компонентов лекарств с обезболивающим и спазмолитическим действием. Сравнение содержания тритерпенов в плодах, листьях и семенах хеномелеса показывает, что семена являются наиболее богатым источником этих соединений.

Проведенные исследования доказали, что семена *Chaenomeles* являются источником 13 тритерпенов, из которых олеаноловая кислота была доминирующим соединением (до 17,2 мг/г семян для *C. japonica* Red Joy). Проанализированные семена содержали все девять незаменимых аминокислот (АА), а семена *C. × superba* Jet Trail (1375 мкг/г семян) были наиболее богаты этими соединениями. Более того, О-фосфо-L-серин являлся доминирующей аминокислотой (в среднем 35,9% от всех аминокислот). Среди токохроманолов наиболее распространенными гомологами были α-токоферол и α-токотриенол. Семена *C. japonica* wild #3 имели самую высокую концентрацию токохроманолов (19,2 мкг/г семян), а токоферолов было в среднем в 15 раз больше, чем токотриенолов. Семена *Chaenomeles* характеризуются низким содержанием натрия и благоприятным соотношением натрия к калию. По сравнению со всеми протестированными сортами, семена *C. japonica* #1 имели самое высокое содержание железа и меди (72,2 и 16,4 мкг/г семян соответственно). Кроме того, семена *Chaenomeles* оказались важным источником цинка, концентрация которого была выше, чем в наиболее распространенных фруктах [63].

4. Перспективы применения *Chaenomeles* в пищевой промышленности и фармацевтике

Применение *Chaenomeles* в пищевой промышленности целесообразно благодаря высокой антиоксидантной активности компонентов, входящих в состав как плодов, так и листьев. Как было сказано ранее, в работе Ros и соавторов [46] показано, что плоды *Chaenomeles* богаты органическими кислотами. Помимо этого, в соках, полученных из плодов, содержание витамина С может достигать 60 мг/100мл [46]. Витамин С широко применяется в мясной промышленности в качестве антиоксидантного агента, который помогает значительно замедлить процесс окислительной порчи жиров. Он также используется в винодельческой промышленности, пивоварении, при приготовлении рыбной продукции, а также при производстве свежемороженых ягод и фруктов. Не стоит забывать, что витамин С не синтезируется в человеческом организме, в связи с чем его высокое содержание в экстрактах из плодов *Chaenomeles* делает их перспективными для использования в пищевой промышленности. Норма потребления этого витамина для взрослого человека составляет 60 мг в сутки, и 100 мл сока из плодов *Chaenomeles* полностью покрывают эту потребность. Возможность использования *Chaenomeles* в качестве источника антиоксидантов для продления сроков годности пищевой продукции отмечают Hui Du с соавторами [48].

В работе Rui Zhang и др. [65] представлен обзор методов получения и возможного применения около 150 химических соединений, обнаруженных в различных частях *Chaenomeles*. Среди них преобладают тритерпеноиды, флавоноиды и фенольные соединения, которые, помимо высокой антиоксидантной активности, обладают гепатопротекторными, противовоспалительными, иммунорегуляторными и антимикробными свойствами. Авторы приводят данные не только о полезном составе *Chaenomeles*, но и о способах экстракции и получения широкого спектра соединений, которые можно в дальнейшем использовать в пищевой и фармацевтической промышленности, а также в производстве БАДов.

Высокое содержание пектинов в плодах *Chaenomeles* [36] обещает возможность развития еще одного направления использования плодов в пищевой промышленности. При производстве

пищевых продуктов пектины применяются в качестве желирующего, загущающего и структурообразующего вещества. Благодаря этим свойствам пектины широко используются в производстве джемов, варенья, мармелада, фруктовых начинок и желе, для формирования вязкости соусов и фруктовых пюре, для стабилизации и эмульгирования питьевых кисломолочных продуктов и соусов на основе масла, для структурообразования кондитерских изделий и творожных масс. Пектин также используют для капсулирования: пектиновые оболочки обеспечивают доставку биологически активных веществ в целевые отделы организма человека. В основном пектины получают из яблок и цитрусовых, однако плоды *Chaenomeles*, как было сказано ранее, содержат сопоставимое с яблоками количество пектинов, что делает их перспективным источником для их производства. Но не только пектин из плодов можно использовать в качестве загустителя. В работе [66] была получена камедь из семян плодов *Chaenomeles*. Авторы исследовали состав полученной камеди и установили, что она состоит в основном из арабинозы, глюкозы, ксилозы, галактуроновой и глюкурононовой кислот. Авторы называют полученную ими камедь потенциальным загустителем, который можно использовать как в пищевой, так и в фармацевтической промышленности.

Turkiewicz с соавторами [67] показали, что полифенолы из сока плодов *Chaenomeles* хорошо сохраняются при использовании различных типов сушки: сублимационной, вакуумной и распылительной. Авторы отмечают, что применение сублимационной сушки позволяет сохранить полифенолы в наибольшей степени. Аналогичные результаты по сохранению фенолов в экстрактах *Chaenomeles* были получены и в других работах [68]. Антиоксидантные и антидиабетические свойства продемонстрировали экстракты, полученные с использованием вакуумной сушки.

Побочные продукты переработки *Chaenomeles* также могут быть использованы в производстве. Из жмыха *Chaenomeles* был получен белковый изолят, который содержал все незаменимые для человека аминокислоты [69].

Богатый состав различных частей *Chaenomeles* делает его перспективным не только для непосредственного употребления плодов в пищу, но и для более широкого применения в пищевой и фармацевтической промышленности. С помощью экстрактов из *Chaenomeles* можно улучшить пищевые характеристики продуктов питания, усовершенствовать существующие рецептуры. Как плоды, так и экстракты из плодов и листьев *Chaenomeles* обладают большим разнообразием химических соединений, представляющих высокую биологическую ценность для человека.

Плоды хеномелеса успешно используют в традиционной китайской медицине как эффективное противокашлевое, обезболивающее и мочегонное средство. Экстракты хеномелеса, богатые флаванолами, оказывали антипролиферативное действие на раковые клетки, снижая их инвазивность, регулируя работу генов, участвующих в апоптозе, ангиогенезе и метастазировании [43,45]. В опытах с экстрактами также продемонстрировано их ингибирующее действие на активность ферментов ММП-2 и ММП-9, что может быть использовано в химиопрофилактике рака [54]. Применение экстрактов обеспечивало защиту липидов биологических мембран от окисления, а в качестве антиоксидантного препарата может использоваться для профилактики заболеваний, вызванных воспалением или окислительным стрессом [14,70]. Более того, клетки

гепатомы человека HepG2, предварительно обработанные экстрактами *C. japonica*, богатыми фенолами, в качестве модуляторов углеводного обмена, показали многообещающий гипогликемический эффект и снижение внутриклеточного накопления активных форм кислорода [20]. Благодаря высокому содержанию биокомпонентов, положительно влияющих на здоровье человека, плоды, листья и побочные продукты сортов *C. japonica* являются отличным сырьем для производства функциональных продуктов питания, что позволяет повысить содержание антиоксидантов в готовых продуктах. Более того, экстракты из плодов, их выжимки, листьев и семян могут быть использованы в качестве антибактериального средства и заменителя химических консервантов как в пищевой, так и в косметической промышленности [71].

Исследования показывают, что семена *C. japonica* пригодны для получения масла, богатого α -токоферолом, каротиноидами, скваленом, фитостеролами, фенолами, а также линолевой и олеиновой кислотами [72–75]. Стоит отметить, что семена, оставшиеся после переработки, могут быть ценным источником масла. Выход и биохимический состав масел зависят как от предварительной обработки семян, так и от метода экстракции масла [72]. Профиль жирных кислот и содержание БАВ в семенах в большей степени связан с сортом, в то время как на выход масла влияет способ экстракции [76]. Слизь из семян хеномелеса успешно применяется для лечения ран и повреждений кожи, вызванных токсинами [77].

Этанольный экстракт из семян айвы защищает кожу от воспаления Th2-типа, вызванного аллергенами, и уменьшает проявления атопического дерматита [78]. Кроме того, семена айвы могут использоваться в средствах по уходу за кожей в качестве превосходного эмульгатора и стабилизатора [79].

Результаты анализов *in vitro* показали, что экстракты целых плодов хеномелеса ингибируют активность протеаз внеклеточного матрикса дермы: эластазы и коллагеназы. Экстракт целых плодов (с семенами) проявлял более выраженный ингибирующий эффект на активность эластазы, чем экстракт мякоти (без семян). В частности, среди трех изученных свойств экстракт саркокарпа проявил наиболее выраженное ингибирующее действие на активность коллагеназы при низких концентрациях. Богатая полифенолами фракция, полученная из сочной мякоти плода, продемонстрировала значительное ингибирование коллагеназы. На основании этих данных мы пришли к выводу, что фенольные соединения из сочной мякоти плодов обладают потенциалом защиты кожи от старения благодаря антиколлагеназной активности [80].

5. Выводы

Анализ источников литературы показал возможность использования различных видов хеномелеса (*C. japonica*, *C. speciosa*, *C. × superba* и *C. cathayensis*), как перспективной плодовой культуры, для получения продуктов питания и лекарственного сырья на территории РФ. Плоды, листья и семена представителей рода *Chaenomeles* характеризуются высоким содержанием биологически активных веществ, в особенности полифенолов и хлорогеновой кислоты. Большая часть исследований описывает биохимический состав плодов и продуктов переработки этой ценной культуры. Среди исследуемых видов наиболее изучены *C. japonica*, *C. speciosa*, в то время как по *C. cathayensis* представлено меньше всего работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

- Halliwel, B., Rafter, J., Jenner, A. (2005). Health promotion by flavonoids, tocopherols, tocotrienols, and other phenols: Direct or indirect effects? *Antioxidant or not?* *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 268S–276S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.268S>
- Essa, M. M., Bishir, M., Bhat, A., Chidambaram, S. B., Al-Balushi, B., Hamdan, H. et al. (2023). Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 820–834. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05193-3>
- Меньшикова, Е. Б., Ланкин, В. З., Кандалинцева, Н. В. (2012). Фенольные антиоксиданты в биологии и медицине. Структура, свойства, механизмы действия. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. [Menshchikova, E. B., Lankin, V. Z., Kandallintseva, N. V. (2012). Phenolic antioxidants in biology and medicine. Structure, properties, mechanisms of action. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. (In Russian)]
- Лесникова, Н. А., Кокорева, Л. А., Пишиков, Г. Б., Протасова, Л. Г. (2019). Перспективы применения нетрадиционного растительного сырья для создания новых продуктов питания. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 81(4), 89–97. [Lesnikova, N. A., Protasova, L. G., Kokoreva, L. A., Pishchikov, G. B. (2019). Prospects for the use of non-traditional vegetable raw materials for the creation of new food products. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 81(4), 89–97. (In Russian)] <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-4-89-97>
- Борисова, А. В., Шаярова, М. В., Шишкина, Н. Ю. (2021). Функциональные продукты питания: связь между теорией, производством и потребителем. *Новые технологии*, 17(1), 21–32. [Borisova, A. V., Shayarova, M. V., Shishkina, N. Yu. (2021). Functional food products: The relationship between the theory, the production and a consumer. *New Technologies*, 17(1), 21–32. (In Russian)] <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32>
- Жбанова, Е. В., Жидехина, Т. В., Акимов, М. Ю., Родионова, О. С., Хромов, Н. В., Гурьева, И. В. (2021). Плоды сортов ягодных и нетрадиционных садовых культур, выращенных в Черноземье, — ценные источники незаменимых микронутриентов. *Пищевая промышленность*, 3, 8–11. [Zhanova, E. V., Zhidekhina, T. V., Akimov, M. Yu., Rodyukova, O. S., Khromov, N. V., Gur'eva, I. V. (2021). The fruits varieties of berry-like and nontraditional horticultural crops grown in Black Soil zone are the valuable sources of indispensable micronutrients. *Food Industry*, 3, 8–11. (In Russian)] <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-3-0020>
- Bastias, J. M., Cepero, Y. (2016). La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1), 81–86. [Bastias, J. M., Cepero, Y. (2016). Vitamin C as an effective micronutrient in the food fortification. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1), 81–86. (In Spanish)] <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000100012>
- Seeram, N. P. (2008). Berry fruits: Compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and dis-

- ease. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 627–629. <https://doi.org/10.1021/jf071988k>
9. Акимов, М. Ю., Макаров, В. Н., Жбанова, Е. В. (2019). Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами. *Достижения науки и техники АПК*, 33(2), 56–60. [Акимов, М. Ю., Макаров, В. Н., Жбанова, Е. В. (2019). Role of fruits and berries in providing human with vital biologically active substances. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, 33(2), 56–60. (In Russian)] <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10214>
 10. Винницкая, В. Ф., Соломатина, Е. А., Круглов, Н. М., Палфитов, В. Ф. (2020). Исследования содержания биологически-активных веществ в листьях плодовых культур и растительных экстрактах на их основе. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*, 2, 115–121. [Vinnitskaya, V. F., Solomatina, E. A., Kruglov, N. M., Palfitov, V. F. (2020). Investigation of the content of biologically active substances in the leaves of fruit crops and plant extracts based on them. *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex-Healthy Food Products*, 2, 115–121. (In Russian)] <https://doi.org/10.24411/10.24411/2311-6447-2020-10050>
 11. Березина, Н. А., Хмелева, Е. В. (2023). Анализ современного состояния применения вторичного растительного сырья пищевой промышленности: обзор предметного поля. *Хлебопечение России*, 67(1), 17–33. [Berezina, N. A., Khmel'eva, E. V. (2023). Analysis of the current state of application of secondary plant raw materials in the food industry. *Bakery of Russia*, 67(1), 17–33. (In Russian)]
 12. Kostecka-Gugała, A. (2024). Quinces (*Cydonia oblonga*, *Chaenomeles* sp., and *Pseudocydonia sinensis*) as medicinal fruits of the Rosaceae family: Current state of knowledge on properties and use. *Antioxidants*, 13(1), Article 71. <https://doi.org/10.3390/antiox13010071>
 13. Marat, N., Danowska-Oziewicz, M., Narwojsz, A. (2022). *Chaenomeles* species – characteristics of plant, fruit and processed products: A review. *Plants*, 11(22), Article 3036. <https://doi.org/10.3390/plants11223036>
 14. Strugała, P., Cyboran-Mikołajczyk, S., Dudra, A., Mizgier, P., Kucharska, A. Z., Olejniczak, T. et al. (2016). Biological activity of Japanese quince extract and its interactions with lipids, erythrocyte membrane, and human albumin. *The Journal of Membrane Biology*, 249(3), 395–410. <https://doi.org/10.1007/s00252-016-9877-2>
 15. Han, Y.-K., Kim, Y.-S., Natarajan, S.B., Kim, W.-S., Hwang, J.-W., Jeon, N.-J. et al. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory effects of *Chaenomeles sinensis* leaf extracts on LPS-stimulated RAW 264.7 cells. *Molecules*, 21(4), Article 422. <https://doi.org/10.3390/molecules21040422>
 16. Suh, W. S., Park, K. J., Kim, D. H., Subedi, L., Kim, S. Y., Choi, S. U. et al. (2017). A biphenyl derivative from the twigs of *Chaenomeles speciosa*. *Bioorganic Chemistry*, 72, 156–160. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2017.04.003>
 17. Zhang, S.-Y., Han, L.-Y., Zhang, H., Xin, H.-L. (2014). *Chaenomeles speciosa*: A review of chemistry and pharmacology. *Biomedical Reports*, 2(1), 12–18. <https://doi.org/10.5892/br.2013.193>
 18. Ma, B., Wang, J., Tong, J., Zhou, G., Chen, Y., He, J. et al. (2016). Protective effects of *Chaenomeles thibetica* extract against carbon tetrachloride-induced damage via the MAPK/Nrf2 pathway. *Food and Function*, 7(3), 1492–1500. <https://doi.org/10.1039/c5fo01430a>
 19. Baranowska-Bosiacka, I., Bosiacka, B., Rast, J., Gutowska, I., Wolska, J., Rębacz-Maron, E. et al. (2017). Macro- and microelement content and other properties of *Chaenomeles japonica* L. fruit and protective effects of its aqueous extract on hepatocyte metabolism. *Biological Trace Element Research*, 178(2), 327–337. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-0931-4>
 20. Zakłós-Szyda, M., Pawlik, N. (2018). Japanese quince (*Chaenomeles japonica* L.) fruit polyphenolic extract modulates carbohydrate metabolism in HepG2 cells via AMP-activated protein kinase. *Acta Biochimica Polonica*, 65(1), 67–78. <https://doi.org/10.18388/abp.2017.1604>
 21. Watychowicz, K., Janda, K., Jakubczyk, K., Wolska, J. (2017). *Chaenomeles* – health promoting benefits. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 68(3), 217–227.
 22. Lăcis, G., Kärklina, K., Bartulsons, T., Kaufmane, E. (2024). Intergeneric transfer of simple sequence repeat molecular markers for the study of *Chaenomeles* as fruit crop breeding material. *Horticulturae*, 10(11), Article 1233. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10111233>
 23. Rumpunen, K., Kvikly, D., Kaufmane, E., Garkava, L. (1998). Breeding *Chaenomeles* – A new aromatic fruit crop. *Acta Horticulturae*, Article 484, 211–216. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.484.3>
 24. Bartish, I. V., Garkava, L. P., Rumpunen, K., Nybom, H. (2000). Phylogenetic relationships and differentiation among and within populations of *Chaenomeles* Lindl. (Rosaceae) estimated with RAPDs and isozymes. *Theoretical and Applied Genetics*, 101(4), 554–563. <https://doi.org/10.1007/s001220051515>
 25. Kaufmane, E., Ruisa, S. (2020). Breeding of new cultivars of the fruit crop Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) in Latvia. *Acta Horticulturae*, 1281, 51–58. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1281.9>
 26. Sun, J., Wang, Y., Liu, Y., Xu, C., Yuan, Q., Guo, L. et al. (2020). Evolutionary and phylogenetic aspects of the chloroplast genome of *Chaenomeles* species. *Scientific Reports*, 10(1), Article 11466. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67943-1>
 27. Клименко, С. В., Недвига, О. Н. (1999). Хеномелес: интродукция, состояние и перспективы культуры. *Интродукция растений*, 3–4, 125–134. [Klimenko, S. V., Nedviga, O. N. (1999). Flowering quince: Introduction, present condition and prospects of the culture. *Plant Introduction*, 3–4, 125–134. (In Russian)]
 28. Khromykh, N., Lykholat, Y., Shupranova, L., Kabar, A., Didur, O., Lykholat, T. et al. (2018). Interspecific differences of antioxidant ability of introduced *Chaenomeles* species with respect to adaptation to the steppe zone conditions. *BioSystems Diversity*, 26(2), 152–138. <https://doi.org/10.15421/011821>
 29. Меженский, В. Н. (2010). Помологическая ценность декоративных сортов хеномелеса. *Современное садоводство*, 1, 25–28. [Mezhenskiy, V. M. (2010). The pomological value of Japanese Quinces ornamental cultivars. *Contemporary Horticulture*, 1, 25–28. (In Russian)]
 30. Пигуль, М. Л., Шалкевич, М. С., Остапчук, И. Н. (2022). Биохимический состав плодов хеномелеса японского (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach) в условиях Беларуси. *Плодоводство*, 34(1), 43–47. [Pigul, M. L., Shalkevich, M. S., Ostapchuk, I. N. (2022). Biochemical composition of *Chaenomeles japonica* fruits (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach) in the conditions of Belarus *Fruit Growing*, 34(1), 43–47. (In Russian)] <https://doi.org/10.47612/0134-9759-2022-34-43-47>
 31. Rumpunen K. (2022). *Chaenomeles*: Potential new fruit crop for northern Europe. Chapter in a book: Trends in New Crops and New Uses. Alexandria: ASHS Press. 2002.
 32. Кукулина, А. Г., Комар-Темная, Л. Д., Федулова, Ю. А. (2020). Оценка новых российских сортов хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.). *Бюллетень Главного ботанического сада*, 1, 46–56. [Kuklina, A. G., Komar-Tyomnaya, L.D., Fedulova, Yu. A. (2020). Assessment of new Russian *Chaenomeles* Lindl. Cultivars. *Bulletin of the Central Botanical Garden*, 1, 46–56. (In Russian)]
 33. ФГБУ «Госсорткомиссия». Каталог селекционных достижений. Электронный ресурс <https://gossortrf.ru/activity/#activity-registry> Дата доступа 29.10.2025 [Federal State Budgetary Institution “Gossortkommission”. Catalog of breeding achievements. Retrieved from <https://gossortrf.ru/activity/#activity-registry>. Accessed October 29, 2025 (In Russian)]
 34. Пилькевич, Р. А., Комар-Темная, Л. Д. (2015). Динамика водного режима хеномелеса в условиях летнего периода Южного берега Крыма. Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада, 140, 195–205. [Pilkevitch, R. A., Komar-Tyomnaya, L. D. (2015). Water regime dynamics of *Chaenomeles* in the South of Crimea. Works of the State Nikita Botanical Garden, 140, 195–205. (In Russian)]
 35. Weber, C. (1964). The genus *Chaenomeles* (Rosaceae). *Journal of the Arnold Arboretum*, 45(3), 161–205.
 36. Thomas, M., Guillemin, F., Guillon, F., Thibault, J.-F. (2003). Pectins in the fruits of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). *Carbohydrate Polymers*, 53(4), 361–372. [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(03\)00118-8](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(03)00118-8)
 37. Seglina, D., Krasnova, I., Heidemane, G., Ruisa, S. (2009). Influence of drying technology on the quality of dried candied *Chaenomeles japonica* during storage. *Latvian Journal of Agronomy/Agronomija Vestis*, 12, 113–118.
 38. Стрелец, В. Д., Филатова, А. А. (2011). Урожайность и качество плодов переспевших форм айвы низкой в условиях Московской области. *Плодородие*, 2(59), 44–45. [Strelets, V. D., Filatova, A. A. (2011). Fruit yield and quality of the promising forms of flowering quince (*Chaenomeles maulei*) in the Moscow region. *Plodородие*, 2(59), 44–45. (In Russian)]
 39. Bieniasz, M., Dziedzic, E., Kaczmarczyk, E. (2017). The effect of storage and processing on vitamin C content in Japanese quince fruit. *Folia Horticulturae*, 29(1), 83–93. <https://doi.org/10.1515/fhort-2017-0009>
 40. Urbanavičiūtė, I., Liaudanskas, M., Bobinas, Č., Šarkinas, A., Rezigienė, A., Viskelis, P. (2020). Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) as a potential source of phenols: Optimization of the extraction parameters and assessment of antiradical and antimicrobial activities. *Foods*, 9(8), Article 1132. <https://doi.org/10.3390/foods9081132>
 41. Zvikas, V., Urbanavičiūtė, I., Bernotienė, R., Kulakauskienė, D., Morkunaite, U., Balion, Z. et al. (2020). Investigation of phenolic composition and anticancer properties of ethanolic extracts of Japanese quince leaves. *Foods*, 10(1), Article 18. <https://doi.org/10.3390/foods10010018>
 42. Федулова, Ю. А., Кукулина, А. Г., Кольцов, В. А. (2024). Характеристика сортов хеномелеса по содержанию в плодах биологически активных фенольных соединений. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, 2(77), 24–28. [Fedulova, Yu. A., Kuklina, A. G., Koltsov, V. A. (2024). Characteristics of *Chaenomeles* varieties according to the content of biologically active phenolic compounds in fruits. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 2(77), 24–28. (In Russian)]
 43. Lewandowska, U., Szewczyk, K., Owczarek, K., Hrabec, Z., Podśędek, A., Koziółkiewicz, M. et al. (2013). Flavanols from Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) fruit inhibit human prostate and breast cancer cell line invasiveness and cause favorable changes in *Bax/Bcl-2* mRNA ratio. *Nutrition and Cancer*, 65(2), 273–285. <https://doi.org/10.1080/01635581.2013.749292>
 44. Gorlach, S., Wagner, W., Podśędek, A., Szewczyk, K., Koziółkiewicz, M., Dasztch, J. (2011). Procyanidins from Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) fruit induce apoptosis in human colon cancer Caco-2 cells in a degree of polymerization-dependent manner. *Nutrition and Cancer*, 63(8), 1348–1360. <https://doi.org/10.1080/01635581.2011.608480>
 45. Owczarek, K., Hrabec, E., Fichna, J., Sosnowska, D., Koziółkiewicz, M., Szymański, J. et al. (2017). Flavanols from Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) fruit suppress expression of cyclooxygenase-2, metalloproteinase-9, and nuclear factor-kappaB in human colon cancer cells. *Acta Biochimica Polonica*, 64(3), 567–576. https://doi.org/10.18388/abp.2017_1599
 46. Ros, J. M., Laencina, J., Hellin, P., Jordan, M. J., Vila, R., Rumpunen, K. (2004). Characterization of juice in fruits of different *Chaenomeles* species. *LWT-Food Science and Technology*, 37(3), 301–307. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2003.09.005>
 47. Hellin, P., Vila, R., Jordán, M. J., Laencina, J., Rumpunen, K., Ros, J. M. (2003). Characteristics and composition of *Chaenomeles* fruit juice. Chapter in a book: Japanese Quince – Potential Fruit Crop for Northern Europe. Alnarp: Swedish University of Agricultural Sciences, 2003.
 48. Du, H., Wu, J., Li, H., Zhong, P.-X., Xu, Y.-J., Li, C.-H. et al. (2013). Polyphenols and triterpenes from *Chaenomeles* fruits: Chemical analysis and antioxidant activities assessment. *Food Chemistry*, 141(4), 4260–4268. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.109>
 49. Lykholat, Y. V., Khromykh, N. O., Didur, O. O., Sklyar, T. V., Holubieva, T. A., Lykholat, T. Y. et al. (2021). GC-MS analysis of cuticular waxes and evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of *Chaenomeles cathayensis* Ch. & *C. californica* fruits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(4), 718–723. <https://doi.org/10.15421/022199>
 50. Komar-Tyomnaya, L. D., Paly, A. E. (September, 16–18, 2015). *Strategy of Chaenomeles selection on the chemical composition of fruits*. Book of abstracts III Balkan Symposium on Fruit Growing, Belgrade, Serbia, 2015.
 51. Byczkiewicz, S., Szwajgier, D., Cisowska, J. K., Szczepaniak, O., Szulc, P. (2021). Comparative examination of bioactive phytochemicals in quince (*Chaenomeles*)

fruits and their *in vitro* antioxidant activity. *Emirates Journal of Food and Agricultural*, 33(4), 293–302. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2021.v33.i4.2667>

52. Ponder, A., Hallmann, E. (2017). Comparative evaluation of the nutritional value and the content of bioactive compounds in the fruit of individual species of chaenomeles and quince. *World Scientific News*, 2(73), 101–108.

53. Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Tkacz, K., Nowicka, P., Golis, T., Bąbelski, P. (2020). ABTS On-line antioxidant, α -amylase, α -glucosidase, pancreatic lipase, acetyl- and butyrylcholinesterase inhibition activity of *Chaenomeles* fruits determined by polyphenols and other chemical compounds. *Antioxidants*, 9(1), Article 60. <https://doi.org/10.3390/antiox9010060>

54. Strek, M., Gorlach, S., Podsedek, A., Sosnowska, D., Koziolkiewicz, M., Hrabec, Z. et al. (2007). Procyanidin oligomers from Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) fruit inhibit activity of MMP-2 and MMP-9 metalloproteinases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(16), 6447–6452. <https://doi.org/10.1021/jf070621c>

55. Kikowska, M., Włodarczyk, A., Rewers, M., Sliwinska, E., Studzińska-Sroka, E., Witkowska-Banaszczak, E. et al. (2019). Micropropagation of *Chaenomeles japonica*: A step towards production of polyphenol-rich extracts showing antioxidant and antimicrobial activities. *Molecules*, 24(7), Article 1314. <https://doi.org/10.3390/molecules24071314>

56. Teleszko, M., Wojdyło, A. (2015). Comparison of phenolic compounds and antioxidant potential between selected edible fruits and their leaves. *Journal of Functional Foods*, 14, 736–746. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.041>

57. Chojnacka, K., Sosnowska, D., Polka, D., Owczarek, K., Gorlach-Lira, K., Oliveira De Verasa, B. et al. (2020). Comparison of phenolic compounds, antioxidant and cytotoxic activity of extracts prepared from Japanese quince (*Chaenomeles japonica* L.) leaves. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 71(2), 213–222. <http://doi.org/10.26402/jpp.2020.2.05>

58. Efenberger-Szmechtyk, M., Nowak, A., Czyżowska, A., Kucharska, A. Z., Fecka, I. (2020). Composition and antibacterial activity of *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, *Cornus mas* L. and *Chaenomeles superba* Lindl. leaf extracts. *Molecules*, 25(9), Article 2011. <https://doi.org/10.3390/molecules25092011>

59. Didur, O. O., Khromykh, N. O., Drehlav, O. A., Sklyar, T. V., Dzhanan, V. M., Mazur, N. V. et al. (2024). Influence of silver nanoparticles synthesized from *Chaenomeles* leaf extracts on pathogenic microorganisms *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, and *Fusarium culmorum*. *Biosystems Diversity*, 32(3), 380–388. <https://doi.org/10.15421/012441>

60. Mierina, I., Serzanel, R., Strele, M., Moskaluka, J., Ivdr, E., Jure, M. (2013). Investigation of the oil and meal of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) seeds. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*, 67(4/5)(685/686), 405–410. <https://doi.org/10.2478/prolas-2013-0071>

61. Górna, P., Pugajeva, I., Segliņa, D. (2014). Seeds recovered from by-products of selected fruit processing as a rich source of tocopherols: RP-HPLC/FLD and RP-UPLC-ESI/MSⁿ study. *European Food Research and Technology*, 239(3), 519–524. <https://doi.org/10.1007/s00217-014-2247-3>

62. Sipeniece, E., Mišina, I., Grygier, A., Qian, Y., Rudzińska, M., Kaufmane, E. et al. (2021). Impact of the harvest year of three cultivars of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) on the oil content and its composition. *Scientia Horticulturae*, 275, Article 109683. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109683>

63. Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Tkacz, K., Nowicka, P. (2021). Comprehensive characterization of *Chaenomeles* seeds as a potential source of nutritional and biologically active compounds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102, Article 104065. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104065>

64. Войткевич, С. А. (1994). 865 душистых веществ для парфюмерии и бытового химии. Москва: Пищевая промышленность, 1994. [Voitkevich, S. A. (1994). 865 scented substances for perfumery and household chemicals. Moscow: Food industry, 1994. (In Russian)]

65. Zhang, R., Li, Sh., Zhu, Zh., He, J. (2019). Recent advances in valorization of *Chaenomeles* fruit: A review of botanical profile, phytochemistry, advanced extraction technologies and bioactivities. *Trends in Food Science and Technology*, 91, 467–482. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.012>

66. Wang, L., Liu, H.-M., Xie, A.-J., Wang, X.-D., Zhu, C.-Y., Qin, G.-Y. (2018). Chinese quince (*Chaenomeles sinensis*) seed gum: Structural characterization. *Food Hydrocolloids*, 75, 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.08.001>

67. Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Tkacz, K., Lech, K., Michalska-Ciechanowska, A., Nowicka, P. (2020). The influence of different carrier agents and drying techniques on physical and chemical characterization of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) microencapsulation powder. *Food Chemistry*, 323, Article 126830. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126830>

68. Turkiewicz, I. P., Tkacz, K., Nowicka, P., Michalska-Ciechanowska, A., Lech, K., Wojdyło, A. (2021). Physicochemical characterization and biological potential of Japanese quince polyphenol extract treated by different drying techniques. *LWT*, 152, Article 112247. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112247>

69. Ben-Othman, S., Bleive, U., Kaldmäe, H., Aluvee, A., Rätsep, R., Karp, K. et al. (2023). Phytochemical characterization of oil and protein fractions isolated from Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) wine by-product. *LWT*, 178, Article 114632. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114632>

70. Hendrich, A. B., Strugała, P., Dudra, A., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A., Wojnicz, D. et al. (2020). Microbiological, antioxidant and lipoxygenase-1 inhibitory activities of fruit extracts of chosen Rosaceae family species. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 29(2), 215–224. <https://doi.org/10.17219/acem/115086>

71. Urbanavičiūtė, I., Viškelis, P. (2022) Biochemical composition of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) and its promising value for food, cosmetic, and pharmaceutical industries. Chapter in a book: *Fruit Industry*. IntechOpen, 2022. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102361>

72. Urbanavičiūtė, I., Rubinskiene, M., Viškelis, P. (2019). The fatty acid composition and quality of oils from post-industrial waste of quince *Chaenomeles japonica*. *Chemistry and Biodiversity*, 16(9), Article e1900352. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201900352>

73. Mierina, I., Serzane, R., Strele, M., Moskaluka, Ju., Segliņa, D., Jure, M. (May 5–6, 2011). *Extracts of Japanese quince seeds-potential source of antioxidants*. 6th Conference Proceedings of 6th Baltic Conference on Food Science and Technology: Innovations for Food Science and Production (FOODBALT-2011). Jelgava, Latvia, 2011.

74. Górnaś, P., Siger, A., Juhņeviča, K., Lācis, G., Sņe, E., Segliņa, D. (2014). Cold-pressed Japanese quince (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach) seed oil as a rich source of α -tocopherol, carotenoids and phenolics: A comparison of the composition and antioxidant activity with nine other plant oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116(5), 563–570. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201300425>

75. McCusker, M. M., Grant-Kels MD, J. M. (2010). Healing fats of the skin: The structural and immunologic roles of the ω -6 and ω -3 fatty acids. *Clinics in Dermatology*, 28(4), 440–451. <https://doi.org/10.1016/j.clinidermatol.2010.03.020>

76. Górnaś, P., Siger, A., Rudzińska, M., Grygier, A., Marszałkiewicz, S., Ying, Q., et al. (2019). Impact of the extraction technique and genotype on the oil yield and composition of lipophilic compounds in the oil recovered from Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) seeds. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(1), Article 1800262. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800262>

77. Ghafourian, M., Tamri, P., Hemmati, A. (2015). Enhancement of human skin fibroblasts proliferation as a result of treating with quince seed mucilage. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 10(1), Article e18820. <https://doi.org/10.17795/jjnpp-18820>

78. Kawahara, T., Tsutsui, K., Nakanishi, E., Inoue, T., Hamauzu, Y. (2017). Effect of the topical application of an ethanol extract of quince seeds on the development of atopic dermatitis-like symptoms in NC/Nga mice. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(1), Article 80. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1606-6>

79. Kirtil, E., Oztop, M. H. (2016). Characterization of emulsion stabilization properties of quince seed extract as a new source of hydrocolloid. *Food Research International*, 85, 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.019>

80. Itoh, S., Yamaguchi, M., Shigeyama, K., Sakaguchi, I. (2019). The anti-aging potential of extracts from *Chaenomeles sinensis*. *Cosmetics*, 6(1), Article 21. <https://doi.org/10.3390/cosmetics6010021>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
<p>Раева-Богословская Екатерина Николаевна — научный сотрудник, Лаборатория биотехнологии растений, Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН 127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, 4 E-mail: katyaraeva@rambler.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1540-656X * автор для контактов</p>	<p>Ekatereina N. Raeva-Bogoslovskaya, Researcher, Laboratory of Plant Biotechnology, Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences 4, Botanicheskaya str., Moscow, 127276, Russia E-mail: katyaraeva@rambler.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1540-656X * corresponding author</p>
<p>Молканова Ольга Ивановна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий Лабораторией биотехнологии растений, Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН 127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, 4 E-mail: molkanova@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4664-7809</p>	<p>Olga I. Molkanova, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Head of the Laboratory of Plant Biotechnology, Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences 4, Botanicheskaya str., Moscow, 127276, Russia E-mail: molkanova@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4664-7809</p>
<p>Крахмалева Ирина Леонидовна — научный сотрудник Лаборатории биотехнологии растений, Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН 127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, 4 E-mail: seglory@bk.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0409-6989</p>	<p>Irina L. Krakhmaleva, Researcher, Laboratory of Plant Biotechnology, Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences 4, Botanicheskaya str., Moscow, 127276, Russia E-mail: seglory@bk.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0409-6989</p>
<p>Кузнецова Оксана Александровна — доктор технических наук, директор, Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова 109316, Москва, ул. Талалихина, 26 E-mail: o.kuznecova@fnpcs.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7474-485X</p>	<p>Oksana A. Kuznecova, Doctor of Technical Sciences, Director, V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems 26, Talalikhin str., 109316, Moscow, Russia E-mail: o.kuznecova@fnpcs.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7474-485X</p>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
<p>Утьянов Дмитрий Александрович — кандидат технических наук, научный сотрудник, лаборатория «Научно-методические работы, биологические и аналитические исследования», Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова 109316, Москва, ул. Талалихина, 26 E-mail: d.utyantov@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7693-3032</p>	<p>Dmitry A. Utyanov, Candidate of Technical Sciences, Researcher, Laboratory of Scientific and Methodical Work, Biological and Analytical Research, V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems 26, Talalikhin str., 109316, Moscow, Russia E-mail: d.utyantov@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7693-3032</p>
<p>Митрофанова Ирина Вячеславовна — член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующий научно-исследовательским отделом экспериментальной биологии и патологии растений, Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН 127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, 4 E-mail: irimitrofanova@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4650-6942</p>	<p>Irina V. Mitrofanova, Corresponded Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Head of Plant Experimental Biology and Pathology Department, Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences 4, Botanicheskaya str., Moscow, 127276, Russia E-mail: irimitrofanova@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4650-6942</p>
Критерии авторства	Contribution
<p>Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.</p>	<p>The author has the sole responsibility for writing the manuscript and is 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>