

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-6-90-94>
УДК 635.624:664.292 (470.2)

А.Е. Соловьева, Т.М. Пискунова*

ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт
генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова (ВИР)
190000, Россия, Санкт-Петербург,
ул. Большая Морская, 42-44

*Автор для переписки: tmpiskunova@yandex.ru

Благодарности. Исследование выполнено в рамках проекта «Национальная сетевая коллекция генетических ресурсов растений для эффективного научно-технологического развития РФ в сфере генетических технологий» по задаче «Раскрытие закономерностей изменчивости и генетического контроля содержания метаболитов овощных и бахчевых культур для формирования системы здорового питания». Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по договору № 075-15-2021-1050 от 28.09.2021.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в анализе материалов, написании текста статьи и формировании выводов.

Для цитирования: Соловьева А.Е., Пискунова Т.М. Пектиновые вещества в плодах *Cucurbita maxima* Duch. в условиях Северо-Запада России. *Овощи России*. 2023;(6):90-94. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-6-90-94>

Поступила в редакцию: 23.11.2023

Принята к печати: 28.11.2023

Опубликована: 04.12.2023

Alla E. Solovyeva, Tatiana M. Piskunova*

Federal State Budgetary Scientific Organization
Federal Research Centre All-Russian Institute
Of Plant Genetic Resources named
on N.I. Vavilov (VIR)
Bolshaya Morskaya str.,
42-44, Saint-Petersburg, 190000, Russia

*Corresponding Author: tmpiskunova@yandex.ru

Acknowledgments. The study was carried out within the framework of the project "National Network Collection of Plant Genetic Resources for Effective Scientific and Technological Development of the Russian Federation in the Field of Genetic Technologies" for the task "Disclosure of patterns of variability and genetic control of the content of metabolites of vegetable and melon crops for the formation of a healthy nutrition system." The work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under contract No. 075-15-2021-1050 dated September 28, 2021.

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: All authors participated in the analysis of materials, writing the text of the article and forming conclusions.

For citation: Solovyeva A.E., Piskunova T.M. Pectin substances in *Cucurbita maxima* fruits in the conditions of the North-West of Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(6):90-94. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-6-90-94>

Received: 23.11.2023

Accepted for publication: 28.11.2023

Published: 04.12.2023

Пектиновые вещества в плодах *Cucurbita maxima* Duch. в условиях Северо-Запада России



Резюме

В настоящее время пектины находят широкое применение в пищевой, фармацевтической промышленности, медицине и других отраслях благодаря способности образовывать гели различной прочности, проявлять лечебные и профилактические свойства. Тыква *Cucurbita maxima* рассматривается как источник натурального и недорогого пектина, а также – как функциональный продукт питания для применения в пищевых и фармацевтических препаратах. Целью исследования было выявление особенностей накопления пектиновых веществ у наиболее хозяйственно значимого вида тыквы *C. maxima* из коллекции ВИР. Установлено, что изученные сорта существенно различаются между собой по количеству пектиновых веществ. Содержание пектинов в условиях Северо-Запада России варьировало в диапазоне от 0,59 до 4,24% (на абсолютно сухое вещество). Содержание растворимых пектинов находилось в пределах – 0,24-1,36%. Уровень накопления протопектина в зависимости от генотипа и условий вегетационного периода составил 0,35-3,37%. Выделены источники высокого содержания растворимого пектина и протопектина в плодах тыквы с целью дальнейшего их использования в селекции, пищевой и фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: *Cucurbita maxima*; пектиновые вещества; селекция сортов; функциональное питание

Pectin substances in *Cucurbita maxima* fruits in the conditions of the North-West of Russia

Abstract

Currently, pectins are widely used in the food, pharmaceutical industry, medicine and other industries due to the ability to form gels of various strengths, to show therapeutic and preventive properties. *Cucurbita maxima* pumpkin is considered as a source of natural and inexpensive pectin, as well as a functional food product for use in food and pharmaceutical preparations. The aim of the study was to identify the features of the accumulation of pectin substances in the most economically significant species of pumpkin *C. maxima* from the VIR collection. It was found that the studied varieties differ significantly in the amount of pectin substances. The content of pectins in the conditions of the North-West of Russia varied in the range from 0.59 to 4.24% (for absolutely dry matter). The content of soluble pectins was in the range of 0.24-1.36%. The level of protopectin accumulation, depending on the genotype and conditions of the growing season, was 0.35-3.37%. Sources of high content of soluble pectin and protopectin in pumpkin fruits have been identified for their further use in breeding, food and pharmaceutical industries.

Keywords: *Cucurbita maxima*; pectin substances; breeding of varieties; functional nutrition

Введение

Семейство *Cucurbitaceae* включает в себя группу сельскохозяйственных культур, таких как тыква, огурец и дыня, которые применяются в медицине. Растения этого семейства обладают многими целебными и питательными свойствами, которые определяют комплекс содержащихся в их плодах биологически и фармакологически активных веществ. Разнообразных по своему химическому строению. Тыква – это важный продукт питания, который ценен не только благодаря содержанию множества функциональных элементов, но и имеет экономическую значимость как недорогой источник пектина [1-5].

Пектиновые вещества – природные гетерополисахариды, представляющие собой сложную структуру молекул, присутствующих в клеточных стенках и межклеточных образованиях высших растений, наряду с целлюлозой и лигнином [6, 7, 8]. Полисахарид включает полимеры, содержащие галактуроновую кислоту, рамнозу, арабинозу и галактозу, и другие различные моносахариды. Признано, что основными полимерными компонентами являются гомогалактуронан, рамногалактуронан I и рамногалактуронан II [9, 10]. Они обладают широким спектром функциональных свойств, в сочетании с водой и некоторыми другими веществами проявляют себя в качестве загустителя, студнеобразователя, стабилизатора, эмульгатора, агента, связывающего катионы металлов. Разработка продуктов питания, в том числе лечебно-профилактического назначения, с добавками пектина и пектинсодержащих продуктов – важный фактор снижения риска ряда заболеваний, таких как ожирение, сахарный диабет, артериальная гипертония, гастрит, колит [11, 12]. Пектины проявляют также антиоксидантные свойства, что обусловлено наличием в их составе остатков гидроксibenзойных и гидроксикоричных кислот, образующих сложноэфирные связи с остатками галактуроновой кислоты. Помимо собственного антиоксидантного эффекта, одной из функций пектинов является трансфер в желудочно-кишечном тракте таких пищевых антиоксидантов как витамин С, каротиноиды, фенольные соединения и их защита от деградации в кислой среде желудка [7].

Результаты исследований аналитических характеристик выделенного из тыквы пектина казахскими учеными показали, что степень этерификации в них составила 37,94%, поэтому сорта тыквы следует относить к низкоэтерифицированным (Е менее 50%). Однако выделенный пектин имеет высокую комплексообразующую способность – 370 мг Pb²⁺/г, что характеризует его высокие детоксикационные свойства. Эту способность следует учитывать при разработке пектинсодержащих продуктов функционального назначения [13].

На состав, строение и физиологические свойства пектина влияют методы его извлечения и эколого-географические условия выращивания. Содержащиеся в растениях пектиновые вещества формируют определённые аспекты осуществления в них жизненных процессов. Например, устойчивость растительных организмов к засухе или к длительному содержанию в определённых условиях [14, 15].

В настоящее время на территории Российской Федерации пектин не производится, хотя годовая

потребность в нём составляет от 3 до 8 тыс. тонн [16,17]. Основным источником получения пищевого пектина и пектинсодержащего концентрата является растительное сырьё. Важное место в увеличении выпуска пектинсодержащих пищевых изделий функционального назначения в России принадлежит, в основном, яблочному пектину [18]. Эффективным сырьём для производства пектина является тыква – культура неприхотливая в выращивании и дающая стабильные и высокие урожаи. Она с успехом выращивается в самых различных климатических условиях, начиная от зоны таёжных лесов и заканчивая сухой степью. В отдельные годы тыква обеспечивает урожай до 1000 ц плодов с гектара при совсем небольших затратах.

Задачей нашего исследования было изучение общего содержания пектиновых веществ в плодах тыквы *C. maxima* Duch., выращенных в условиях Северо-Западного региона России, который характеризуется коротким вегетационным периодом и невысокой суммой активных температур, с целью предварительного отбора материала для селекционных программ по расширению линейки биофункциональных продуктов.

Цель исследования – выявить особенности накопления пектиновых веществ у образцов наиболее хозяйственно значимого вида тыквы *C. maxima* из коллекции ВИР. Выделить образцы с высоким содержанием пектинов, которые могут быть использованы как исходный материал при создании новых сортов тыквы для расширения ассортимента функциональных продуктов питания, пригодных к выращиванию в зонах с неблагоприятными климатическими условиями.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2020–2022 гг. в лаборатории биохимии ВИР. Объект исследований – 56 образцов *C. maxima* различного географического происхождения из мировой коллекции ВИР (Табл. 1).

Таблица 1. Список образцов *C. maxima* из коллекции ВИР, использованных в качестве исследовательского материала
Table 1. List of *C. maxima* accessions from the VIR collection used as research material

Происхождение	Число образцов
Россия	9
Китай	21
Франция	7
Таджикистан	6
Нидерланды	3
Кыргызстан	2
Пакистан	2
Аргентина	2
Канада	2
Узбекистан	1
Зимбабве	1

Образцы для изучения выращивали на полях научно-производственной базы «Павловские и Пушкинские лаборатории ВИР» (г. Санкт-Петербург, Пушкин). Почвы опытного поля дерново-слабоподзолистые, супесчаные по механическому составу, с нейтральной кислотностью (рН = 7,1–7,6). Мощность гумусного горизонта 23–47 см, содержание гумуса 2,1–3,0%. Обеспеченность подвижными формами калия средняя, фосфора – высокая.

Климат в этом агроклиматическом районе характеризуется умеренно-теплым, в отдельные годы прохладным летом. Самый теплый месяц года – июль, со средней многолетней температурой воздуха 16,5–17,7°C. Сумма положительных температур 2100–2300°C. Период с температурой выше 10°C длится 105–115 дней. Сумма осадков за вегетационный период 550–600 мм в год.

Посев образцов, агротехнические приемы по уходу за растениями, изучение, сбор и подготовку растительного материала для биохимических исследований осуществляли по методикам, разработанным в ВИР [19]. Растения выращивали на двурядных делянках по 5 растений в ряду, всего 10 растений на делянке. Схема посева 2×1,4 м. Посев проводили 23–25 мая. Появление всходов было отмечено на 6–8 день. Уборка плодов проводилась на стадии полной спелости.

Методы исследований: биохимический анализ проводили в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР. Образцы были обработаны и проанализированы, как описано ранее [20]: Содержание сухого вещества муки определяли методом, основанном на взвешивании части измельченной средней пробы до и после высушивания при температуре 100–105°C, до постоянной массы. Сахара определяли по Бертрану. Метод основан на способности редуцирующих сахаров, обладающих свободной карбонильной группой, восстанавливать в щелочном растворе окисную медь в закисную. Общую (титруемую) кислотность – титрованием экстракта 0,1 н щелочью, с пересчетом на яблочную кислоту. Аскорбиновую кислоту – методом прямого извлечения из растений 1% соляной кислотой, с последующим титрованием с помощью 2,6-дихлориндофинола (реактив Тильманса). Каротиноиды были выделены с помощью 100% ацетона, и их абсорбция была измерена на спектрофотометре Ultrospec II при длине волны 440 нм. Определение пектиновых веществ проводили карбозольным методом, который основан на получении специфического фиолетово-розового окрашивания урановых кислот с карбазолом в сернокислой среде.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Мякоть плодов *C. maxima* содержит 70–96% воды и 4–30% сухого вещества, в состав которого входят (в % на сырое вещество): 0,4–13 сахаров, 0,05–2,76 общей кислотности, 4,0–66,8 мг на 100 г аскорбиновой кислоты, 0,2–17 мг на 100 г каротина, 0,05–0,97 пектиновых веществ [21].

В наших исследованиях по химическому составу разные сорта тыквы *C. maxima* сильно различались между собой. Плоды тыквы характеризовались наибольшей

Таблица 2. Содержание основных биохимических веществ в плодах *C. maxima* (данные приведены на сырое вещество)
Table 2. Content of the main biochemical substances in *C. maxima* fruits (data are given for raw matter)

Показатели	среднее	min – max	CV, %
Масса плода, кг	4,74	0,86–12,40	67,1
Сухое вещество, %	15,21	4,20–29,96	42,0
Моносахариды, %	4,20	1,75–6,35	24,2
Дисахариды, %	3,31	0,00–10,20	74,3
Сумма сахаров, %	7,51	2,62–13,21	31,7
Титруемая кислотность, в % на яблочную кислоту	0,13	0,06–0,44	46,1
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	17,32	3,54–36,00	50,5
Каротиноиды, мг/100 г	12,59	2,01–31,13	64,7
Сумма пектинов, %	0,38	0,05–0,94	55,3

массовой долей сухого вещества (15,21±6,39%). Основная часть сухого вещества приходится на содержание сахаров (сахарозы и редуцирующих сахаров – глюкозы и фруктозы), причем процентное соотношение их различно для каждого сорта. Большая часть сортов тыквы относятся к группе источников высокопитательных углеводов. Из таблицы 2 видно, что в 1 кг тыквы накапливается от 26 до 132 г легкоферментируемых сахаров при существенных колебаниях в зависимости от сорта. Одновременно тыква является хорошим источником каротиноидов и витамина С, а также органических кислот.

В нашем исследовании тыква рассматривается как сырьевой источник пектиновых веществ (технологически важный показатель качества), которые в тыкве представлены нерастворимым протопектином (клеточные стенки) и растворимым в воде пектином. Диапазон изменчивости пектинов (табл.3) варьировал от 0,59 до 4,24% на а.с.в. (на абсолютно сухое вещество) и в среднем составлял 2,38%.

Следует отметить, что практически у всех исследуемых образцов количество протопектина преобладает над содержанием растворимого пектина, что свидетельствует о твердости плодовой мякоти и хороших технологических качествах. Доля протопектина от

Таблица 3. Содержание пектиновых веществ в плодах *C. maxima* (в % на а.с.в.)
Table 3. Content of pectin substances in *C. maxima* fruits (in % per absolutely dry matter)

Пектиновые вещества	среднее	min – max	CV, %
Водорастворимые пектины	0,89	0,24–1,36	24,7
Протопектины	1,49	0,35–3,37	49,7
Сумма пектинов	2,38	0,59–4,24	32,5

суммы пектиновых веществ у изучаемых сортов составляет в среднем 60%, с размахом от 38 до 85%. Эти данные свидетельствуют о том, что плоды тыквы *C. maxima* можно использовать для промышленной переработки с целью получения пектина и пектинопродуктов.

Водорастворимые пектины накапливались в плодах от 0,24 до 1,36% на а.с.в., в среднем 0,89%. Максимальный уровень содержания наблюдался в пяти сортах (более 1,2%): Испанка из Узбекистана (к-3727), Сие-хуа-ме из Китая (к-5291), Nelson F1 из Нидерландов (к-5573), «2013-1» из Китая (к-5288) и Местная из Таджикистана (к-5497).

Содержание протопектина изменялось от 0,35 до 3,37% и в среднем составляло 1,49%. Высокое содержание этого показателя было отмечено в трех образцах тыквы (более 3%): Куриджиман из Франции (к-5569), Queensland Blue из Зимбабве (к-5585) и Крошечка-Хаврошечка из России (к-5642).

По общему содержанию пектиновых веществ на момент полной зрелости из исследованных сортов лидирующее положение занимают те же три образца тыквы, что и по содержанию протопектинов (более 3,8%): Куриджиман из Франции (к-5569), Queensland Blue из Зимбабве (к-5585) и Крошечка-Хаврошечка из России (к-5642). Они превзошли по этому показателю стандартный сорт Волжская серая 92 на 9-11%. По урожайности эти образцы превышали стандартный сорт на 27-59%. Выход пектиновых веществ с 1 м² (в расчете на сырое вещество) у них составил: Куриджиман – 0,04 кг, Queensland Blue – 0,09 кг, Крошечка-Хаврошечка – 0,13 кг, Волжская серая 92 – 0,025 кг.

Соотношение содержания сахаров, органических кислот и пектиновых веществ влияет на студнеобразующую способность пектиновых веществ. Для анализа данного показателя определили сумму сахаров, кислотность исследуемых плодов (в пересчете на яблочную кислоту) и установили соотношение указанных веществ в свежих плодах тыквы (рис. 1). При обработке полученных результатов содержания массовой доли пектина, кислот (в пересчете на яблочную кислоту) и общего сахара, было выявлено следующее соотношение пектины : органические кислоты : сахара (при расчете на 1 долю пектина): 1:0,3:19,8. Данное соотношение в выделенных сортах представлено в таблице 4.

От показателей качества, представленных на рисунке 1, зависит способность нативных пектиновых

Таблица 4. Соотношение пектины : органические кислоты : сахара в выделенных образцах
Table 4. Ratio of pectins : organic acids : sugars in isolated samples

Сорт	Соотношение
Испанка	1 : 0,15 : 15,08
Сие-хуа-ме	1 : 0,10 : 15,92
Nelson F ₁	1 : 0,45 : 23,57
«2013-1»	1 : 0,37 : 19,93
Местная	1 : 0,41 : 29,66
Куриджиман	1 : 0,31 : 8,91
Queensland Blue	1 : 0,18 : 7,67
Крошечка-Хаврошечка	1 : 0,15 : 10,52

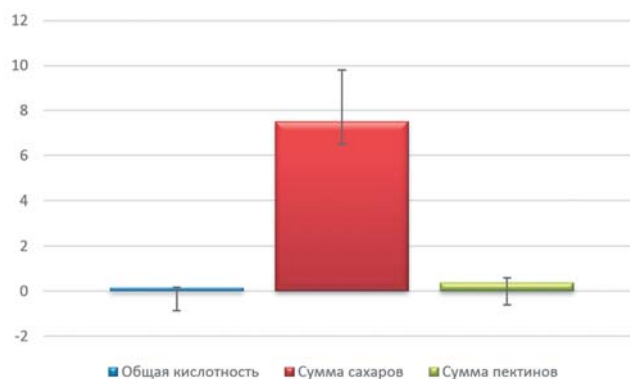


Рис. 1. Содержание биохимических веществ в плодах тыквы (в среднем, в % на сырое вещество).

Fig. 1. The content of biochemical substances in pumpkin fruits (on average, in % per raw matter).

веществ, содержащихся в свежих плодах тыквы, к студнеобразованию. Следует отметить, что слабое студнеобразование в тыкве связано в основном с низким содержанием органических кислот.

Результаты нашего исследования показали, что на содержание пектинов (рис.2) оказывают существенное влияние экологические условия года выращивания.

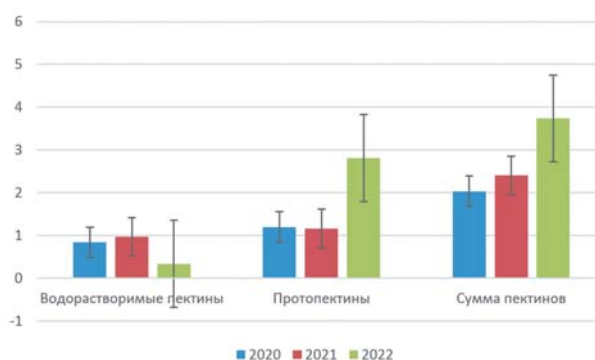


Рис.2. Содержание пектиновых веществ в плодах *C. maxima*, в зависимости от года выращивания (в среднем, в % на а.с.в.)

Fig.2. The content of pectin substances in the fruits of *C. maxima*, depending on the year of cultivation (on average, in % per dry matter)

Оценка экспериментальных данных по взаимосвязи показателя «пектиновые вещества» с хозяйственно-ценными признаками представлена в табл. 5. Выявлена невысокая отрицательная корреляция (от -0,28 до -0,37) между пектиновыми веществами и массой плода тыквы; высокая положительная корреляция (от +0,69 до +0,88) между пектиновыми веществами и массой сухого вещества; средняя положительная корреляция (от +0,28 до +0,68) между пектиновыми веществами и суммарным содержанием сахаров.

Таблица 5. Взаимосвязь пектиновых веществ с хозяйственно-ценными признаками
Table 5. The relationship of pectin substances with economically valuable traits

	Водорастворимые пектины	Протопектины	Сумма пектинов
Масса плодов	-0,28	-0,35	-0,37
Сухое вещество	0,88	0,69	0,83
Сумма сахаров	0,68	0,28	0,44

Выводы

Проведенные исследования показали, что в условиях Северо-Западного региона России у образцов тыквы *C. maxima* выявлена высокая сортовая изменчивость (от 0,59 до 4,24% на а.с.в.) по содержанию пектиновых веществ. Содержание растворимых пектинов находилось в пределах – 0,24–1,36%. Уровень накопления протопектина в зависимости от генотипа и условий вегетационного периода составил 0,35–3,37%. Изучение показало, что количественные и качественные показатели пектина главным обра-

зом зависят от генотипа. Отмечена изменчивость этого признака под влиянием погодных условий. Выделены сорта с высоким содержанием пектиновых веществ в плодах, из них наибольшую ценность представляют сортообразцы, накапливающие большое количество пектинов, обладающие стабильностью этого признака по годам и высокой урожайностью. Этим характеристикам отвечают 3 сорта: Курджиман из Франции (к-5569), Queensland Blue из Зимбабве (к-5585) и Крошечка-Хаврошечка из России (к-5642).

Литература

1. Zainudin B.H., Wong T.W., Hamdan H. Design of low molecular weight pectin and its nanoparticles through combination treatment of pectin by microwave and inorganic salts. *Polymer Degradation and Stability*. 2018;(147):35–40. DOI:10.1016/j.polymerdegradstab.2017.11.011
2. Krivorotova T., Staneviciene R., Luksa J., et al. Preparation and characterization of nisin-loaded pectin-inulin particles as antimicrobials. *LWT-Food Science and Technology*. 2016;72:518–24. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.05.022
3. Adams G.G., Imran S., Wang S., et al. Extraction, isolation, and characterization of oil bodies from pumpkin seeds for therapeutic use. *Food Chemistry*. 2012 Oct 15;134(4):1919–25. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.03.114.
4. Murkovic M., Müllerder U., Neunteu H. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2002;15(6):633–638. DOI:10.1006/jfca.2002.1052.
5. Murugesan R., Orsat V. Spray drying for the production of nutraceutical ingredients -A review. *Food and Bioprocess Technology*. 2012;5(1):3–14. DOI:10.1007/s11947-011-0638-z.
6. Бутова С.Н., Вольнова Е.Р., Зуева К.В. Характеристика пектинов из нетрадиционного сырья. *Молодой ученый*. 2020;22(312):424–426. EDN YONHJS.
7. Созаева Д.Р., Джабоева А.С., Шаова Л.Г., Цароева О.К. Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физикохимические свойства. *Вестник ВГУИТ*. 2016;(2):170–174. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-170-174
8. Willats W.G.T., Knox J.P., Mikkelsen D.J. Pectin: New insights into an old polymer are starting to gel. *Trends in Food Science and Technology*. 2006;17(3):97–104. DOI:10.1016/j.tifs.2005.10.008.
9. Vincken J.P., Schols H.A., Oomen R.J.F.J., et al. Pectin-the hairy thing. In: *Advances in Pectin and Pectinase Research*. Kluwer Academic Publishers. Boston Dordrecht. 2003; pp. 47–59.
10. Waldron K.W., Parker M.L., Smith A.C. Plant cell walls and food quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2003 Oct;2(4):128–146. doi: 10.1111/j.1541-4337.2003.tb00019.x.
11. Guillon F., Champ M. Structural and physical properties of dietary fibers and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*. 2000;33(3-4):233–45DOI:10.1016/S0963-9969(00)00038-7
12. Voragen A.G.J., Pilnik W., Thibault J.F., et al. Pectins. In: AM Stephen (ed) *Food polysaccharides and their applications*. New York: Marcel Dekker. 1995; pp. 287–69.
13. Кизатова М.Ж., Азимова С.Т., Омаркулова Н.С., Адилханова Л.С., Каумбаева Э.Т. Обоснование функциональности тыквенного пектина и пектиносодержащих продуктов питания. *Вестник Казахского национального медицинского университета*. 2018;(4)%188–191. EDN YWQJWL.
14. Мачнева И.В., Бондаренко А.И. Оценка содержания уровня пектина в некоторых овощах и фруктах. *Международный студенческий научный вестник*. 2016;(2):212–218. EDN WZFLJR.
15. Поткина Г.Г., Ляшевская Н.В., Кузнецова О.В. Пектиновые вещества плодово-ягодных культур. Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных территорий: настоящее, прошлое, будущее: материалы второй межрегиональной научно-практической конференции. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ. 2016. С. 123.
16. Иванов В.И., Комаров В.И., Мануйлова Т.А. Состояние использования вторичных сырьевых ресурсов в пищевой промышленности.

Вестник РАСХН. 1993;(4):61–63.

17. Сокол Н.В., Хатко З. Н., Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Состояние рынка пектина в России и за рубежом. *Новые технологии*. 2008;(6):30–35. EDN JWCCDV.
18. Павел А.Р. Пектиновые вещества в плодах яблони. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020;(7):59–65. EDN YBTRCP.
19. Пискунова Т.М. Изучение и поддержание в живом виде мировой коллекции тыквы, кабачка, патиссона, крукнека (методические указания). СПб: ВИР. 2020. 48 с.
20. Ермаков А.И., Арасимович В.В. и др.; Методы биохимических исследований растений. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1987. 430 с.
21. Пискунова Т.М., Соловьева А.Е., Мутьева З.Ф. Тыква: Биохимический состав образцов тыквы коллекции ВИР. Санкт-Петербург: ВИР, 2021. 124 с. (Каталог мировой коллекции ВИР ; Выпуск 928). ISBN 978-5-907145-71-9. DOI 10.30901/978-5-907145-71-9. EDN USSFBS.

References (in Russ)

6. Butova S.N., Volnova E.R., Zueva K.V. Characteristics of pectins from unconventional raw materials. *Young scientist*. 2020;22(312):424–426. EDN YONHJS. (in Russ.)
7. Sozaeva D.R., Jaboeva A.S., Shaova L.G., Nagaeva O.K. The content of pectins in various types of fruit crops and their physicochemical properties. *Bulletin of VSUIT*. 2016;(2):170–174. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-170-174 (in Russ.)
13. Kizatova M.Zh., Azimova S.T., Omarkulova N.S., Adilkhanova L.S., Kaumbaeva E.T. Justification of the functionality of pump-pump and pectin-containing food products. *Bulletin of KazNMU*. 2018;(4)%188–191. EDN YWQJWL. (in Russ.)
14. Machneva I.V., Bon darenko A.I. Assessment of the content of pectin in some vegetables and fruits. *International Student Scientific Bulletin*. 2016;(2):212–218. EDN WZFLJR. (in Russ.)
15. Potkina G.G., Lyashevskaya N.V., Kuznetsova O.V. Pectin substances of vegetable crops // Biodiversity, problems of ecology of the Altai Mountains and adjacent territories: present, past, future: materials of the second interregional scientific and practical conference. - Gorno-Altaysk: RIO GAGU. - 2016. p. 123. (in Russ.)
16. Ivanov V.I., Komarov V.I., Manuilova T.A. The state of the use of secondary raw materials in the food industry. *Vestn. RASKHN*. 1993;(4):61–63. (in Russ.)
17. Sokol N.V., Hatko Z.N., Donchenko L.V., Firsov G.G. The state of the pectin market in Russia and abroad. *New Technologies*. 2008;(6):30–35. EDN JWCCDV. (in Russ.)
18. Pavel A.R. Substances in apple. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2020;(7):59–65. EDN YBTRCP. (in Russ.)
19. Piskunova T.M. Studying and keeping alive the world collection of pumpkin, squash, squash, kruknek (guidelines). St. Petersburg: VIR. 2020. 48 p. (in Russ.)
20. Ermakov A.I., Arasimovich V.V. et al.; Methods of biochemical research of plants. L.: Agropromizdat. Leningr. ed., 1987. 430 p. (in Russ.)
21. Piskunova T.M., Solovyova A.E., Mutyeva Z.F. Pumpkin: Biochemical composition of pumpkin samples from the VIR collection. Saint Petersburg: VIR, 2021. 124 p. ISBN 978-5-907145-71-9. DOI 10.30901/978-5-907145-71-9. EDN USSFBS. (in Russ.)

Об авторах:

Алла Евгеньевна Соловьева – кандидат биол. наук, старший научный сотрудник отдела биохимии и молекулярной биологии, <https://orcid.org/0000-0002-6201-4294>, ResearcherID is: B-8742-2017, SPIN-код: 1754-4144, alsol64@yandex.ru
Татьяна Миновна Пискунова – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела генетических ресурсов овощных и бахчевых культур, <https://orcid.org/0000-0002-9267-6619>, SPIN-код: 6122-0333, tmpiskunova@yandex.ru

About the Authors:

Alla E. Solovyeva – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher at the Department of Biochemistry and Molecular Biology, <https://orcid.org/0000-0002-6201-4294>, ResearcherID is: B-8742-2017, SPIN code: 1754-4144, alsol64@yandex.ru
Tatiana M. Piskunova – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Genetic Resources of Vegetable and Melon Crops, <https://orcid.org/0000-0002-9267-6619>, SPIN code: 6122-0333, tmpiskunova@yandex.ru