

Формирование критериев отбора сортов смородины черной по биохимическому и технологическому потенциалу для использования в технологии производства жележных продуктов

Нина В. Мясичева¹ myasischevanv@mgupp.ru  0000-0001-5922-5616

¹ Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Россия

Аннотация. Расширение отечественного производства пищевой продукции, обогащенной витаминами, биологически активными веществами, продуктов детского, диетического и функционального питания возможно достичь благодаря развитию прогрессивных технологий селекции, выращивания, отбора сырья, обладающего ценными биохимическими, технологическими свойствами. Ягоды смородины черной обладают высокими антиоксидантными, студнеобразующими свойствами и широко используются перерабатывающими предприятиями для производства витаминизированных жележных продуктов. При этом особое внимание отводится отбору сортов, оптимально подходящих для данного вида производства. Таким образом, цель данных исследований направлена на выделение и систематизацию критериев отбора сортов смородины черной по технологическому и биохимическому потенциалу ягод для их вовлечения в технологию производства жележных изделий функциональной направленности с заданными характеристиками. В качестве объектов исследования были выбраны ягоды смородины черной сортов Ажурная, Арапка, Искушение, Креолка, Ладушка, Очарование, Орловская серенада (контроль) селекции ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (ВНИИСПК), а также желе на их основе. Установлено, что разработанные образцы желе из ягод смородины черной характеризовались высоким качеством, удовлетворяли рекомендуемую суточную норму потребления витамина С в среднем по сортам на 60%, витамина Р – на 52,4%, пектина – на 85,1%, характеризовались прочной студнеобразной структурой без дополнительного внесения структурообразователей. Выявлена положительная корреляция с высокой степенью достоверности между реологическими характеристиками желе и показателями химического состава сырья. На основании выполненной комплексной оценки сырья и желе на его основе выделены критерии отбора сортов по ряду технологических и биохимических признаков.

Ключевые слова: черная смородина, биологически активные вещества, пектин, желеобразующие свойства, корреляция

Formation of criteria for the selection of varieties of black currant by biochemical and technological potential for use in the production technology of jelly products

Nina V. Myasishcheva¹ myasischevanv@mgupp.ru  0000-0001-5922-5616

¹ Moscow State University of Food Production, 11. Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia

Abstract. The expansion of domestic production of food products enriched with vitamins, biologically active substances, children's, dietary and functional nutrition products can be achieved thanks to the development of progressive technologies of breeding, cultivation, selection of raw materials with valuable biochemical, technological properties. Black currant berries have high antioxidant, jelly-forming properties and are widely used by processing enterprises for the production of fortified jelly products. At the same time, special attention is paid to the selection of varieties that are optimally suitable for this type of production. Thus, the purpose of these studies is aimed at identifying and systematizing the criteria for selecting varieties of black currant according to the technological and biochemical potential of berries for their involvement in the technology of production of jelly products of functional orientation with specified characteristics. Black currant berries of the Azhurnaya, Arapka, Iskusheniye, Kreolka, Ladushka, Ocharovaniye, Orlovskaya serenada (control) of the selection of the All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISP), as well as jelly based on them were selected as objects of research. It was found that the developed jelly samples from black currant berries were characterized by high quality, satisfied the recommended daily intake of vitamin C by an average of 60%, vitamin P by 52.4%, pectin by 85.1%, and were characterized by a solid jelly-like structure without additional introduction of structure-forming agents. A positive correlation with a high degree of reliability between the rheological characteristics of jelly and indicators of the chemical composition of raw materials was revealed. Based on the comprehensive assessment of raw materials and jelly based on it, the criteria for the selection of varieties for a number of technological and biochemical characteristics are identified.

Keywords: black currant, biologically active substances, pectin, gelling properties, correlation

Для цитирования

Мясичева Н.В. Формирование критериев отбора сортов смородины черной по биохимическому и технологическому потенциалу для использования в технологии производства жележных продуктов // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 2. С. 135–141. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-135-141

For citation

Myasishcheva N.V. Formation of criteria for the selection of varieties of black currant by biochemical and technological potential for use in the production technology of jelly products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 2, pp. 135–141. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-2-135-141

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

Введение

Приоритетные направления государственной политики в области сбалансированных рационов и правильного потребления пищи нацелены на расширение отечественного производства основных видов продовольственного сырья, отвечающего современным требованиям качества и безопасности; развитие продовольственной базы, усиленной витаминами, биологически активными веществами, незаменимыми компонентами; специализированных продуктов питания детского, диетического, лечебно-профилактического, функционального назначения [1, 2, 7, 11]. Решение поставленных вопросов может быть достигнуто путём разработки, совершенствования и внедрения в сельское хозяйство и пищевую промышленность прогрессивных технологий создания, выращивания, отбора сырья, обладающего ценными биохимическими, технологическими свойствами, и высококачественных продуктов питания на его основе [2, 3–6, 13].

Ягоды смородины черной являются доступным местным растительным источником высоких количеств витамина С, полифенольных соединений, обладающих Р-витаминной активностью, органических кислот, пектинов, минеральных соединений [1, 9, 10]. Благодаря хорошим желеобразующим свойствам и витаминной ценности эта культура широко используется пищевой, кондитерской промышленностью, общественным питанием в технологии производства конфитюров, джемов, мармеладов, желе. Однако для получения продуктов с прогнозируемо высоким качеством особое значение отводится отбору сортов, оптимально подходящих для данного вида переработки [2, 4–6, 12].

Сортимент смородины черной постоянно обновляется и активно пополняется. Современная целенаправленная селекция кроме улучшения адаптивных признаков, ведется на совершенствование технологичных показателей новых сортов: масса и количество ягод в кисти, одновременность их созревания и легкость отрыва, прочность кожицы, величина съедобной части, выход сока, органолептические качества, а также биохимические свойства сырья. Такая работа требует выделения и систематизации полученных данных для оптимизации совместной работы между сельскохозяйственными предприятиями по выращиванию сырья и пищевыми производствами по его переработке [8, 4–6, 13].

Цель работы – формирование критериев отбора сортов смородины черной по технологическим и биохимическим показателям ягод

для использования в технологии производства желеобразных продуктов с прогнозируемо высоким качеством.

Объекты и методы

В качестве объектов исследования были выбраны ягоды смородины черной сортов Ажурная, Арапка, Искушение, Креолка, Ладушка, Очарование, Орловская серенада (контроль) селекции ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (ВНИИСПК), а также желе на их основе.

Микроструктурные исследования толщины кожицы ягод выполняли на электронном сканирующем микроскопе JEOL 15M 6390 (Япония), измерение средней массы одной ягоды – путем взвешивания 50 ягод на лабораторных весах типа ВЛКТ-500.

Определение пищевой ценности ягод и желе по показателям: сахара; титруемые кислоты (общая кислотность); активная кислотность (pH); аскорбиновая кислота; Р-активные вещества (антоцианы, лейкоантоцианы, катехины); пектиновые веществ; степень этерификации пектиновых веществ; содержание кальция проводили в соответствии с действующей нормативной документацией.

Органолептическая оценка ягод проводилась по разработанной 5-ти балльной эталонной шкале по показателям: внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция. Изучение прочности студня желе по усилию нагружения проводилось на приборах «Структурометр» согласно стандартной методике «Bloom Strength», а также «Реотест-2» фундаментальным методом ротационной вискозиметрии. Расчет коэффициентов корреляции (r), многофакторный эксперимент для выбора критериев отбора сортов по технологическим и биохимическим показателям и их дальнейшей оптимизации для производства желе выполнялся с применением современных методов анализа, статистической, математической и графической обработкой данных результатов эксперимента с использованием пакета компьютерных программ приложения Excel MS Office и Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

Для формирования критериев отбора сортов с целью использования в технологии желеобразных продуктов был разработан алгоритм выделения ягод смородины черной для производства продуктов с прогнозируемыми свойствами (рисунок 1).

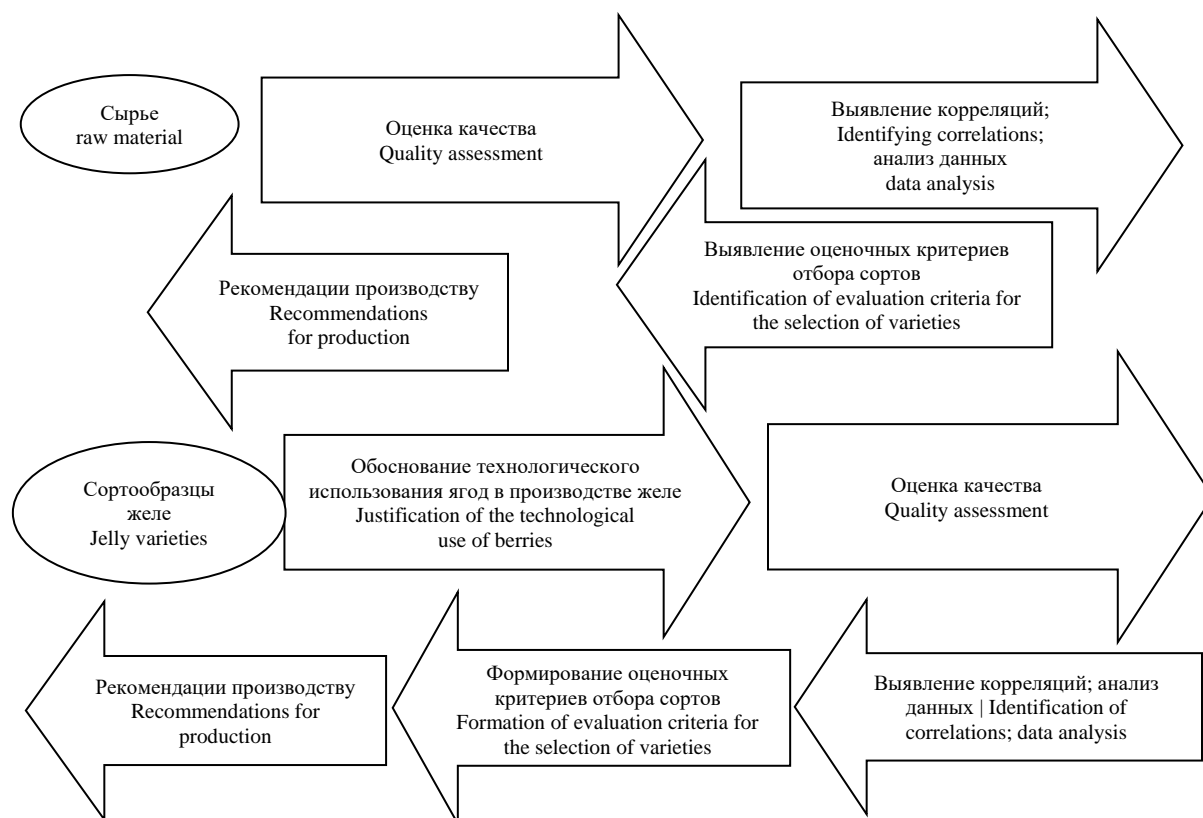


Рисунок 1. Алгоритм выделения ягод сортов смородины черной для производства жележных продуктов с прогнозируемыми свойствами

Figure 1. Algorithm for isolating berries of black currant varieties for the production of jelly products with predictable properties

При отборе сырья для производства жележных продуктов интерес представляет выявление корреляций между техническими, биохимическими и технологическими показателями ягод смородины черной и продуктами их переработки. Это позволит моделировать и оптимизировать процесс получения желе с прогнозируемо высоким качеством в соответствии с заданными технологическими параметрами. Выявлена высокая обратная зависимость между толщиной кожицы ягод смородины черной и выходом

сока (-0,903). Таким образом установлено, что лучшая сокоотдача отмечена в ягодах смородины черной с более низкой толщиной поперечных сечений плодовых стенок (таблица 1). Получена положительная корреляция между массой ягод и выходом сока (+0,357), отрицательная – между последним показателем и суммой пектиновых веществ (-0,365). Получен средний коэффициент корреляции между содержанием протопектина и кальция в плодах (+0,566).

Таблица 1.
Корреляция между техническими, технологическими и биохимическими показателями
ягод смородины черной

Table 1.
Correlation between technical, technological and biochemical parameters of black currant berries

| Сопрягаемые показатели Interfaced indicators | Выход сока, % Juice output, % | Содержание кальция, мг/100 г. Calcium content, mg/100 g. |
|---|----------------------------------|---|
| Толщина кожицы ягоды, мкм The thickness of the berry skin, microns | -0,903 | |
| Масса ягоды, г Berry weight, g | +0,357 | |
| Содержание протопектина, % Protopectin content, % | +0,359 | +0,566 |
| Содержание пектина, % Pectin content, % | -0,049 | -0,688 |
| Сумма пектиновых веществ, % The amount of pectin substances, % | -0,365 | +0,142 |
| Степень этерификации пектинов, % Degree of esterification of pectins, % | -0,146 | +0,908 |

Установлено, что содержание кальция находится в прямой зависимости со степенью этерификации пектинов ягод смородины (+0,908). Это позволяет предположить, что ягоды смородины черной, характеризующиеся высокими значениями кальция, обладают хорошей желеобразующей способностью.

На основании проведенной оценки органолептических свойств и пищевой ценности доказано, что разработанные образцы желе из ягод смородины черной характеризовались высоким качеством, удовлетворяли рекомендуемую суточную норму потребления витамина С в среднем по сортам на 60%, витамина Р – на 52,4%, пектина – на 85,1%.

Для обоснования оптимального компонентного состава сырья, обеспечивающего получение готового продукта с заданными характеристиками, а также выделения сортов наиболее пригодных для производства желе,

был проведен полнофакторный эксперимент, в котором исследуемыми факторами явились показатели химического состава сырья, влияющие на качество студня (массовая доля титруемых кислот, сахаров, сахарокислотный коэффициент; протопектин, пектин, сумма пектиновых веществ, степень этерификации пектинов, рН) и структурно-механические показатели желе (усилие нагружения, коэффициент консолидации, предельное напряжение сдвига, индекс течения). Подбор оптимального химического состава ягод, обеспечивающего получение качественного желе с прочным студнем, проводили с помощью системы для статистического анализа данных Statistica. Графическое отображение полученных результатов математической обработки зависимости прочности студня желе по усилию нагружения от содержания органических кислот и сахаров представлено на рисунке 2.

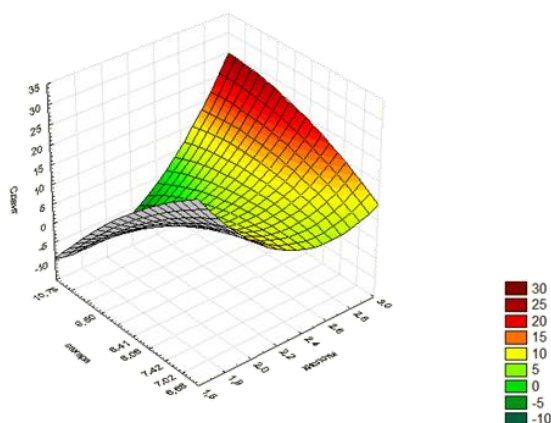


Рисунок 2. Влияние органических кислот и сахаров на прочность студня желе из ягод смородины черной по предельному напряжению сдвига

Figure 2. The effect of organic acids and sugars on the strength of jelly from black currant berries according to the ultimate shear stress

Зависимость прочности студня желе из ягод смородины черной по предельному напряжению сдвига от содержания органических кислот и сахаров указывает, что наилучшее качество продукта отмечалось при значении данных показателей в области 2,5–3,0 (%) и 9,0–11,0 (%) соответственно.

На основании данных рисунка 3 при изучении влияния степени этерификации пектинов на прочность студня по усилию нагружения установлено, что наилучшими свойствами характеризовались образцы, имевшие значения этого показателя выше 50%.

В результате проведенных исследований было установлено, что область высоких значений прочности студня желе наблюдается при содержании сахаров в ягодах от 9,00 до 11 (%), органических кислот – от 2,5 до 3,0 (%).

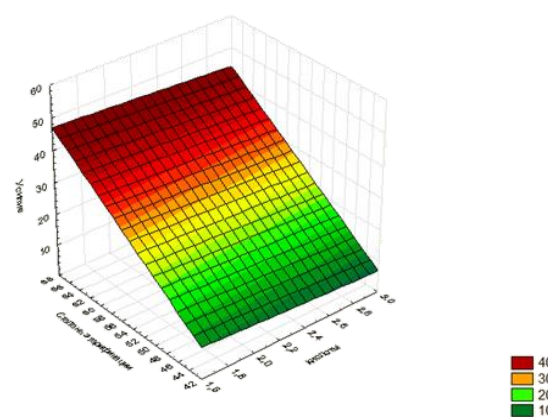


Рисунок 3. Влияние степени этерификации пектинов на прочность студня желе по усилию нагружения

Figure 3. Influence of the degree of esterification of pectins on the strength of jelly by loading force

При этом выявлено, что образцы желе изучаемых сортов имели высокое качество, прочную студнеобразную структуру без дополнительного внесения структурообразователей и не уступали контролю.

На основании выполненной комплексной оценки сырья с целью его использования в технологии жележных продуктов с прогнозируемо высоким качеством были выделены критерии отбора сортов по ряду технологических и биохимических признаков (таблица 2).

Доказана высокая отрицательная корреляция между толщиной кожицы и выходом сока из ягод смородины черной (-0,903); положительная корреляция между содержанием кальция и степенью этерификации пектинов (+0,908).

Таблица 2.

Критерии отбора сортов смородины черной для использования в технологии жележных продуктов
Table 2.

Criteria for selection of black currant varieties for use in jelly products technology

| Показатель качества ягод Berry quality indicator | Рекомендуемое значение Recommended value | Технологическая характеристика сортообразцов Technological characteristics of varietal samples | Наименование сортов Name of varieties |
|--|---|--|---|
| Масса ягоды, г Berry weight, g | $\geq 1,3$ | <p>Высокие технологические свойства и сокоотдача ягод. High technological properties and juice yield of berries.</p> <p>Высокие органолептические свойства желе: High organoleptic properties of jelly:</p> <p>– внешний вид: привлекательный, с ровной, блестящей поверхностью; желе прозрачное в тонком слое без взвешенных частиц. - appearance: attractive, with a smooth, shiny surface; jelly transparent in a thin layer without suspended particles.</p> <p>– цвет: натуральный, однородный, насыщенный, характерный окраске ягод - color: natural, homogeneous, saturated, characteristic of the color of berries</p> <p>– вкус: приятный, гармоничный, выраженный, сладко-кислый, свойственный свежим ягодам - taste: pleasant, harmonious, pronounced, sweet-sour, characteristic of fresh berries</p> <p>– запах: приятный, выраженный, свойственный свежим ягодам - smell: pleasant, pronounced, characteristic of fresh berries</p> <p>– консистенция: равномерная, плотная, студнеобразная масса, сохраняющая свою форму на горизонтальной поверхности после извлечения из упаковки и ясно очерченные грани при разрезании ножом, без признаков синерезиса - consistency: uniform, dense, jelly-like mass that retains its shape on a horizontal surface after being removed from the package and clearly defined edges when cut with a knife, without signs of syneresis</p> | <p>Ажурная, Арапка, Искушение, Креолка, Ладушка, Очарование, Орловская серенада (контроль) Azhurnaya, Arapka, Iskusheniye, Kreolka, Ladushka, Ocharovaniye, Orlovskaya serenada (control)</p> |
| Толщина кожицы ягоды, мкм The thickness of the berry skin, microns | $\leq 207,5$ | | |
| Сумма сахаров, % Sum of sugars, % | 9,0 – 11,0 | | |
| Органические кислоты, % Organic acids, % | 2,5 – 3,0 | | |
| СКК sugar-acid coefficient | | | |
| Пектин, % Pectin, % | $\geq 2,0$ | | |
| Сумма ПВ, % The amount of pectin substances, % | $\geq 10,0$ | | |
| Степень этерификации ПВ, % Degree of esterification of pectin substances, % | ≥ 50 | | |
| Кальций, мг/100г Calcium, mg/100g | $\geq 26,0$ | | |
| pH | 2,9 – 3,3 | | |

Заключение

Установлена положительная корреляция с высокой степенью достоверности между структурно-механическими характеристиками желе, определяющими качество студня и показателями химического состава сырья.

На основании поставленного полнофакторного эксперимента дано научное и практическое обоснование влияния биохимических и технологических свойств сырья на качество желе.

Доказано, что наиболее ценным технологическим потенциалом обладали ягоды смородины черной сортов Ажурная. Искушение, Ладушка, Очарование, Орловская серенада.

Благодарности

Автор выражает особую благодарность доктору сельскохозяйственных наук, заведующему лабораторией биохимической и технологической оценки сортов и хранения ВНИИСПК Макаркиной М.А. за помощь в проведении лабораторных исследований

Литература

- 1 Акимов М.Ю., Макаров В.Н., Жбанова Е.В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 2. С. 56–60. doi: 10.24411/0235–2451–2019–10214.
- 2 Бадиу Д.Ю., Емельяненко А.А. Оценка отборных форм смородины чёрной и красной по качеству консервированных продуктов // Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 75-летию со дня образования агрономического факультета ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, Киров, 12 декабря 2019 года. Киров: Вятская, 2019. С. 49–53.
- 3 Васильева Н.А. Сортоизучение ягодных культур (крыжовник, малина, смородина красная, земляника садовая) в условиях Западного Забайкалья // Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки, Улан-Удэ, 06 – 07 февраля 2020 года. Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2020. С. 23–27.


- 4 Мясичева Н.В., Макаркина М.А., Князев С.Д., Голяева О.Д. Исследование качества свежих и замороженных ягод черной смородины для обоснования их использования в технологии жележных продуктов // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2017. № 1(42). С. 61–69.
- 5 Мясичева Н.В., Макаркина М.А. Изучение желирующих свойств пектинов ягод черной смородины в процессе низкотемпературного хранения // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017. Т. 49. С. 249–252.
- 6 Мясичева Н.В., Макаркина М.А., Князев С.Д. Использование свежих и замороженных ягод черной смородины в технологии жележных продуктов // *Пищевая промышленность*. 2017. № 3. С. 18–21.
- 7 Романова Н.К., Романова Е.В., Ямашев Т.А. Перспективность использования плодово-ягодного сырья в создании продуктов функциональной направленности // *Технологии и продукты здорового питания: сборник статей XII Национальной научно-практической конференции с международным участием*, Саратов, 17–18 декабря 2020 года. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2021. С. 589–591.
- 8 Eksi Karaagac H., Cavus F., Kadioglu B., Ugur N. et al. Evaluation of nutritional, color and volatiles properties of currant (*Ribes* spp.) cultivars in Turkey // *Food Science and Technology*. 2020. V. 41. P. 304–313. doi: 10.1590/fst.29119
- 9 Jara-Palacios M.J., Santisteban A., Gordillo B. et al. Comparative study of red berry pomaces (blueberry, red raspberry, red currant and blackberry) as source of antioxidants and pigments // *European Food Research and Technology*. 2019. V. 245. P. 1–9. doi: 10.1007/s00217-018-3135-z
- 10 Afam I.O., Jideani H., Silungwe T., Takalani A.O. et al. Antioxidant-rich natural fruit and vegetable products and human health // *International Journal of Food Properties*. 2021. V. 24. №. 1. P. 41–67. doi: 10.1080/10942912.2020.1866597
- 11 Kirina I.B., Belosokhov F.G., Titova L.V. et al. Biochemical assessment of berry crops as a source of production of functional food products // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020. V. 548. №. 8. P. 082068. doi: 10.1088/1755-1315/548/8/082068
- 12 Müller-Maatsch J., Bencivenni M., Caligiani A., Tedeschi T. Pectin content and composition from different food waste streams // *Food Chemistry*. 2016. V. 201. P. 37–45. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.012
- 13 Verzhuk V., Pavlov A., Novikova L.Y., Filipenko G. Viability of Red (*Ribes rubrum* L.) and Black (*Ribes nigrum* L.) Currant Cuttings in Field Conditions after Cryopreservation in Vapors of Liquid Nitrogen // *Agriculture*. 2020. № 10(10). P. 476. doi: 10.3390/agriculture10100476
- 14 Pancerz M., Kruk J., Witek M., Ptaszek A. The effect of biopolymer-water interaction on relaxation phenomena in blackcurrant pectin solutions // *Food Chemistry*. 2022. V. 383. P. 132600. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.132600
- 15 Wu G., Hui X., Mu J., Brennan M.A. et al. Functionalization of whey protein isolate fortified with blackcurrant concentrate by spray-drying and freeze-drying strategies // *Food Research International*. 2021. V. 141. P. 110025. doi: 10.1016/j.foodres.2020.110025
- 16 Chesnokova N.Y., Levochkina L.V., Kuznetsova A.A., Zakharyan R.A. The Use of Anthocyanins of Black Currant and Polysaccharides in the Production of Sweet Dishes // *Biomedical and Pharmacology Journal*. 2015. V. 8. №. 2. P. 697–703. doi: 10.13005/bpj/815
- 17 Oliwa R., Ryszkowska J., Oleksy M., Auguścik-Królikowska M. et al. Effects of various types of expandable graphite and blackcurrant pomace on the properties of viscoelastic polyurethane foams // *Materials*. 2021. V. 14. №. 7. P. 1801. doi: 10.3390/ma14071801
- 18 Lee W.G. Quality characteristic and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with black currant (*Ribes nigrum* L.) powder // *Culinary science and hospitality research*. 2018. V. 24. №. 3. P. 113–120.
- 19 Gawłowska D., Cybulska J., Zdunek A. Structure-related gelling of pectins and linking with other natural compounds: A review // *Polymers*. 2018. V. 10. №. 7. P. 762. doi: 10.3390/polym10070762
- 20 Mikulic-Petkovsek M., Slatnar A., Schmitzer V., Stampar F. et al. Chemical profile of black currant fruit modified by different degree of infection with black currant leaf spot // *Scientia Horticulturae*. 2013. V. 150. P. 399–409. doi: 10.1016/j.scienta.2012.11.038

References


- 1 Akimov M.Yu., Makarov V.N., Zhbanova E.V. The role of fruits and berries in providing a person with vital biologically active substances. Achievements of Science and Technology of APK. 2019. vol. 33. no. 2. pp. 56–60. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10214. (in Russian).
- 2 Badiu D.Yu., Emelianenko A.A. Evaluation of selected forms of black and red currants by the quality of canned products. Innovative technologies - in the practice of agriculture: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 75th anniversary of the formation of the Faculty of Agronomy of the Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, December 12, 2019. Kirov, Vyatskaya, 2019, pp. 49–53. (in Russian).
- 3 Vasilyeva N.A. Variety study of berry crops (gooseberries, raspberries, red currants, strawberries) in the conditions of Western Transbaikalia. Actual issues of development of the agricultural sector of the economy of the Baikal region: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the Day of Russian Science, Ulan-Ude, 06 - February 07, 2020. Ulan-Ude, Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippova, 2020, pp. 23–27. (in Russian).
- 4 Myasishcheva N.V., Makarkina M.A., Knyazev S.D., Golyaeva O.D. Study of the quality of fresh and frozen blackcurrant berries to justify their use in the technology of jelly products. Technology and commodity science of innovative food products. 2017. no. 1(42). pp. 61–69. (in Russian).
- 5 Myasishcheva N.V., Makarkina M.A. Study of the gelling properties of pectins of blackcurrant berries during low-temperature storage. Fruit growing and berry growing in Russia. 2017. vol. 49. pp. 249–252. (in Russian).
- 6 Myasishcheva N.V., Makarkina M.A., Knyazev S.D. The use of fresh and frozen blackcurrant berries in the technology of jelly products. Food industry. 2017. no. 3. pp. 18–21. (in Russian).
- 7 Romanova N.K., Romanova E.V., Yamashev T.A. Prospects for the use of fruit and berry raw materials in the creation of functional products. Technologies and healthy food products: collection of articles of the XII National scientific and practical conference with international participation, Saratov, December 17–18, 2020. Saratov, Saratov State Agrarian University. N.I. Vavilova, 2021, pp. 589–591. (in Russian).

- 8 Eksi Karaagac H., Cavus F., Kadioglu B., Ugur N. et al. Evaluation of nutritional, color and volatiles properties of currant (*Ribes* spp.) cultivars in Turkey. *Food Science and Technology*. 2020. vol. 41. pp. 304-313. doi: 10.1590/fst.29119
- 9 Jara-Palacios M.J., Santisteban A., Gordillo B. et al. Comparative study of red berry pomaces (blueberry, red raspberry, red currant and blackberry) as source of antioxidants and pigments. *European Food Research and Technology*. 2019. vol. 245. pp. 1–9. doi: 10.1007/s00217-018-3135 z
- 10 Afam I.O., Jideani H., Silungwe T., Takalani A.O. et al. Antioxidant-rich natural fruit and vegetable products and human health. *International Journal of Food Properties*. 2021. vol. 24. no. 1. pp. 41–67. doi: 10.1080/10942912.2020.1866597
- 11 Kirina I.B., Belosokhov F.G., Titova L.V. et al. Biochemical assessment of berry crops as a source of production of functional food products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020. vol. 548. no. 8. pp. 082068. doi: 10.1088/1755-1315/548/8/082068
- 12 Müller-Maatsch J., Bencivenni M., Caligiani A., Tedeschi T. Pectin content and composition from different food waste streams. *Food Chemistry*. 2016. vol. 201. pp. 37–45. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.012
- 13 Verzhuk V., Pavlov A., Novikova L.Y., Filipenko G. Viability of Red (*Ribes rubrum* L.) and Black (*Ribes nigrum* L.) Currant Cuttings in Field Conditions after Cryopreservation in Vapors of Liquid Nitrogen. *Agriculture*. 2020. no. 10(10). pp. 476. doi: 10.3390/agriculture10100476
- 14 Pancerz M., Kruk J., Witek M., Ptasek A. The effect of biopolymer-water interaction on relaxation phenomena in blackcurrant pectin solutions. *Food Chemistry*. 2022. vol. 383. pp. 132600. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.132600
- 15 Wu G., Hui X., Mu J., Brennan M.A. et al. Functionalization of whey protein isolate fortified with blackcurrant concentrate by spray-drying and freeze-drying strategies. *Food Research International*. 2021. vol. 141. pp. 110025. doi: 10.1016/j.foodres.2020.110025
- 16 Chesnokova N.Y., Levochkina L.V., Kuznetsova A.A., Zakharyan R.A. The Use of Anthocyanins of Black Currant and Polysaccharides in the Production of Sweet Dishes. *Biomedical and Pharmacology Journal*. 2015. vol. 8. no. 2. pp. 697-703. doi: 10.13005/bpj/815
- 17 Oliwa R., Ryszkowska J., Oleksy M., Auguścik-Królikowska M. et al. Effects of various types of expandable graphite and blackcurrant pomace on the properties of viscoelastic polyurethane foams. *Materials*. 2021. vol. 14. no. 7. pp. 1801. doi: 10.3390/ma14071801
- 18 Lee W.G. Quality characteristic and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with black currant (*Ribes nigrum* L.) powder. *Culinary science and hospitality research*. 2018. vol. 24. no. 3. pp. 113-120.
- 19 Gawłowska D., Cybulska J., Zdunek A. Structure-related gelling of pectins and linking with other natural compounds: A review. *Polymers*. 2018. vol. 10. no. 7. pp. 762. doi: 10.3390/polym10070762
- 20 Mikulic-Petkovsek M., Slatnar A., Schmitzer V., Stampar F. et al. Chemical profile of black currant fruit modified by different degree of infection with black currant leaf spot. *Scientia Horticulturae*. 2013. vol. 150. pp. 399-409. doi: 10.1016/j.scienta.2012.11.038

Сведения об авторах

Нина В. Мясищева д.с.-х.н., профессор, кафедра зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Россия, myasishevanv@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-5922-5616>

Information about authors

Nina V. Myasishcheva Dr. Sci. (Agric.), professor, grain, bakery and confectionery technologies department, Moscow State University of Food Production, 11. Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia, myasishevanv@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-5922-5616>

Вклад авторов

Нина В. Мясищева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Contribution

Nina V. Myasishcheva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

| | | |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Поступила 13/04/2022 | После редакции 05/05/2022 | Принята в печать 31/05/2022 |
| Received 13/04/2022 | Accepted in revised 05/05/2022 | Accepted 31/05/2022 |