

Научное обоснование отбора сортов смородины красной при формировании качества желе

Нина В. Мясичева¹ makarkinav@mail.ru  0000-0001-5922-5616

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

Аннотация. Существующее разнообразие и создание новых сортов смородины красной требует получения и систематизации базы данных по техническим, технологическим свойствам, химическому составу ягод с целью создания научного унифицированного подхода, позволяющего формировать критерии отбора сырья для производства функциональных продуктов питания с заданными характеристиками. Красная смородина обладает высокими пищевыми свойствами и антиоксидантной активностью входящих в ее состав химических компонентов. Ценность красной смородины для производства изделий со студнеобразной структурой определяется содержанием в ее плодах высокоэтерифицированных пектиновых веществ и кальция, что позволяет получать высокопрочные золи. Объекты и методы исследования: ягоды смородины красной выделенных сортов и желе на их основе. Результаты и их обсуждение. Научное обоснование отбора сортов ягод смородины красной при разработке качества жележных продуктов основано на выявлении и систематизации данных о технико-технологических свойствах, химическом составе, структурно-механических показателях опытных образцов, последующем определении корреляций между значимыми критериями и получении закономерностей формирования ценных характеристик целевого продукта. На основании полученной информации принимается решение и делается заключение о технологической пригодности сортов для приготовления жележных изделий или отказе от сырья. Разрабатываются оценочные критерии для получения продуктов высокого качества, выделяются наиболее ценные сортообразцы, даются рекомендации для дальнейшего использования ягод этих сортов в качестве функциональных ингредиентов при производстве жележных продуктов с прогнозируемыми свойствами. Выявление оценочных критериев отбора ягод сортов смородины позволяет установить закономерности формирования качества жележных продуктов с заданными свойствами.

Ключевые слова: смородина красная, пектин, кальций, этерификация, желе, корреляция, отбор сортов

Scientific justification of selection of varieties of red currant in formation of jelly quality

Nina V. Myasishcheva¹ makarkinav@mail.ru  0000-0001-5922-5616

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

Abstract. The existing variety and the creation of new varieties of red currant requires obtaining and systematizing a database on technical, technological properties, chemical composition of berries in order to create a scientific unified approach that allows to form criteria for the selection of raw materials for the production of functional food products with specified characteristics. Red currant has high nutritional properties and antioxidant activity of its constituent chemical components. The value of red currants for the production of products with a jelly-like structure is determined by the content of highly esterified pectin substances and calcium in its fruits, which makes it possible to obtain high-strength sols. Objects and methods of research: red currant berries of selected varieties and jelly based on them. Results and its discussion. The scientific justification for the selection of varieties of red currant berries in the development of the quality of jelly products is based on the identification and systematization of data on the technical and technological properties, chemical composition, structural and mechanical indicators of prototypes, the subsequent determination of correlations between significant criteria and obtaining regularities in the formation of valuable characteristics of the target product. Based on the information received, a decision is made and a conclusion is made about the technological suitability of varieties for the preparation of jelly products or the refusal of raw materials. Evaluation criteria are developed for obtaining high quality products, the most valuable varieties are selected, recommendations are given for the further use of these varieties of berries as functional ingredients in the production of jelly products with predictable properties. Identification of evaluation criteria for the selection of berries of currant varieties allows us to establish patterns in the formation of the quality of jelly products with specified properties

Keywords: red currant, pectin, calcium, esterification, jelly, correlation, selection of varieties

Введение

В последние годы внимание селекционеров во всем мире направлено на получение перспективных сортов плодов и ягод, обладающих ценными хозяйственными признаками, товарными качествами, высоким адаптивным потенциалом, улучшенной пищевой ценностью [1–8]. Существующее разнообразие и создание новых сортов смородины красной требует получения и систематизации базы данных по техническим, технологическим свойствам, химическому составу ягод с целью создания научного

унифицированного подхода, позволяющего формировать критерии отбора сырья для производства функциональных продуктов питания с заданными характеристиками. Это позволит установить зависимости между качеством ягод и продуктов переработки на их основе, выработать алгоритм выделения сортов и разработать методологические рекомендации для предприятий сельского хозяйства и пищевой промышленности о целесообразности технологического использования сырья в производстве продуктов целевой направленности.

Для цитирования

Мясичева Н.В. Научное обоснование отбора сортов смородины красной при формировании качества желе // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 3. С. 141–152. doi:10.20914/2310-1202-2021-3-141-152

For citation

Myasishcheva N.V. Scientific justification of selection of varieties of red currant in formation of jelly quality. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 3. pp. 141–152. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-3-141-152

Красная смородина – ягодная культура, характеризующаяся высокими пищевыми свойствами и антиоксидантной активностью входящих в ее состав химических компонентов, способствующих уменьшению окислительных повреждений в клетках за счет нейтрализации активности свободных радикалов. Наличие в ягодах в больших количествах органических кислот, сахаров, витамина С, флавоноидов, пектинов, микро- и макроэлементов обеспечивают полезные свойства продуктов питания на их основе. Аскорбиновая кислота препятствует развитию процессов свободно радикального окисления, участвует в функционировании иммунной системы, способствует усвоению железа и нормальному кроветворению. Р-активные вещества ягод смородины характеризуется противовоспалительными, антимикробными, гепатопротекторными свойствами, предотвращают сердечно-сосудистые заболевания [9–17].

Ценность красной смородины для производства изделий со студнеобразной структурой определяется содержанием в ее плодах высокоэтерифицированных пектиновых веществ и кальция, что позволяет получать высокопрочные золи. К высокоэтерифицированным относят пектины, в которых степень этерификации карбоксильных групп в молекуле полигалактуроновой кислоты равна или более 50%. Пектины в составе растительного сырья или по отдельности применяются в производстве пищевых продуктов, включая продукты детского питания и функциональные пищевые продукты. Технологические и функциональные свойства пектина определяются его гелеобразующей, загущающей, стабилизирующей и комплексообразующей способностью. Объем данных, имеющихся в научной литературе, свидетельствует о существенном недостатке в исследованиях свойств пектинов смородины и обуславливает привлекательность ягод этой культуры для использования в технологии инновационных пищевых продуктов как нового источника гидроколлоидов [18–22].

Цель работы – формирование критериев отбора сортов смородины красной по технологическим и биохимическим показателям ягод для производства жележных продуктов с прогнозируемо высоким качеством.

Объекты и методы

В качестве объектов исследования были выбраны ягоды смородины красной сортов Виксне, Голландская красная (контроль), Рачновская в том числе селекции ВНИИСПК: Ася, Баяна, Валентиновка, Вика, Дана, Дар Орла,

Мармеладница, Нива, Орловская звезда, Орловчанка, Подарок лета, 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 (рН); 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 их обсуждение

Большое разнообразие существующих сортов смородины и селекция новых, требует их разделения по физиологическим, техническим и технологическим признакам для практического приложения к современным технологиям. Это указывает на необходимость разработки методологических подходов, которые бы связали качество исходного сырья – ягод смородины красной с конечным результатом – качеством железирующих продуктов. Научное обоснование отбора ягод сортов смородины по биохимическому и технологическому потенциалу при формировании качества жележных продуктов базируется на систематизации критериев отбора сырья, выделяемых в результате комплексной оценки ягод смородины красной (рисунок 1).

Технологические свойства желейных продуктов Technological properties of jelly products	Органолептические свойства; сахар/ кислота; выход сока; масса ягод / величина съедобной части; толщина кожицы ягод; количество и качество пектинов; содержание кальция Organoleptic properties; sugar/acid; juice yield; weight of berries / size of edible part; thickness of berry skin; quantity and quality of pectins; calcium content
Пищевая ценность желейных продуктов Nutritional value of jelly products	Органические кислоты; сахара, аскорбиновая кислота, Р-активные вещества; пектины; минеральные вещества Organic acids; sugars, ascorbic acid, P-active substances; pectins; minerals
Структурно механические свойства желейных продуктов Structural and mechanical properties of jelly products	Сахар / кислота; количество и качество пектинов; pH Sugars/acids; quantity and quality of pectins; pH
Выделение лучших сортов образцов Selection of the best variety	Выявление корреляций; обоснование значимых критериев Detection of correlations; substantiation of significant criteria

Рисунок 1. Систематизация критериев отбора ягод смородины красной и черной при формировании качества желейной продукции

Figure 1. Systematization of criteria for the selection of red and black currant berries in the formation of the quality of jelly products

Методы отбора сырья базируются на комплексной оценке его качества посредством выявления закономерностей изменения биохимических и технологических свойств ягод смородины красной. В основе комплексной оценки сырья лежит выявление корреляций между биохимическими и технологическими свойствами ягод и студнеобразными изделиями на их основе, установление критериев отбора сырья по биохимическим и технологическим свойствам для производства желейной продукции прогнозируемого высокого качества.

Систематизация и формирование критериев отбора сортов основано на комплексном подходе к всестороннему анализу сырья по технико-технологическим, органолептическим, желирующим свойствам ягод с последующим принятием решения о целесообразности их использования в технологии желейных продуктов.

Органолептические свойства сырья находятся в прямой зависимости с потребительские характеристики готового желе. Изучая внешний вид, цвет, вкус, запах ягод смородины красной исследуемых сортов, выявлено высокое качество образцов, превосходящее контрольные варианты (таблица 1). Отмечено, что ягоды сортов смородины красной, получившие при органолептической оценке 4,5 балла и выше, наиболее ценны для переработки. Соки из них

имеют возможность купажирования в качестве полуфабрикатов с менее ценными образцами.

Выход сока из ягод смородины красной зависит как от химических, так и технико-технологическими показателей сырья: величина съедобной части и масса ягод, соответственно, толщина кожицы ягод, содержание в них пектиновых веществ – растворимого пектина и протопектина. Минимальным значением выхода сока характеризовались ягоды смородины красной сорта Мармеладница – 68,7 (%) при наибольшем значении толщины кожицы ягод (151,6 мкм), максимальным – Подарок лета 81,2 (%), имевшем наименьшее значение толщины кожицы ягод (103,5 мкм). Значения выхода сока выше среднего (75,9%) отмены в ягодах смородины красной сортов – Ася (77,3%), Баяна (76%), Вика (77,4%), Дана (77,2%), Дар Орла (80,0%), Нива (76,4%), Орловская звезда (78,7%). Отмечено, что ягоды данных сортов имели толщину кожицы ниже среднего значения – 130,9 (мкм). Это выгодно характеризует их для переработки.

Важным технологическим параметром при оценке пригодности плодов к использованию в производстве продуктов с желейной структурой является сахаро-кислотный коэффициент (СКК). Важно установить оптимальное соотношение значений сахара и кислоты в сырье для выработки желе, обеспечивающее его высокие вкусовые качества и прочную консистенцию (таблица 1). Установлено, что для формирования ценных потребительских характеристик продукта этот показатель не должен быть ниже 2,6 при среднесортном значении 3,6.

Таблица 1.
Технологические и биохимические показатели ягод смородины красной

Table 1.
Technological and biochemical parameters of red currant berries

Показатель	Indicator	Среднее значение по сортам Average value by variety
Органолептическая оценка, баллы	Organoleptic evaluation, points	4,50
Выход сока, %	Juice yield, %	76,0
СКК	SCC	3,60
Пектин, %	Pectin, %	3,30
Сумма ПВ, %	Value of PV, %	8,34
Степень этерификации ПВ, %	Degree of esterification of PV, %	57,0
Кальций, мг/100 г.	Calcium, mg/100 g.	55,6

Желирующие свойства плодов зависят не только от абсолютного содержания пектиновых веществ, но и в значительной степени от их фракционного состава и способности переходить в раствор, что в свою очередь определяет сокоотдачу ягод. Следовательно, высокими студнеобразующими свойствами обладают плоды, содержащие достаточное количество пектиновых веществ (в том числе протопектина), легко переходящего в раствор и не разрушающихся при термическом воздействии.

Количество пектиновых веществ (ПВ) – это основной критерий отбора плодово-ягодного сырья для технологии производства жележных продуктов с прочным студнем. Значение этих высокомолекулярных соединений заключается в способности образовывать гель в присутствии определенных количеств сахара и кислоты. Студнеобразующие свойства плодов зависят не только от количества общего пектина, но и от соотношения растворимого пектина и протопектина. Температурный режим и продолжительность технологического воздействия способствуют переходу протопектина в растворимую форму, что положительно сказывается на студнеобразующих свойствах продукта. Среднее содержание пектиновых веществ в свежих ягодах смородины красной изучаемых сортов составило 8,3% на сухую массу, при этом минимальное значение данного показателя отмечено в ягодах сорта Виксне (6,8%), максимальное – Орловчанка (11,0%). Значение пектиновых веществ выше или на уровне среднего имели ягоды сортов Голландская красная (9,3%), Баяна (8,3%), Валентиновка (9,3%), Орловская звезда (8,5%), Подарок лета (10,0%). Выявлено, что содержания в ягодах сортов смородины красной пектина 2,5 (%) и суммы ПВ 7,0 (%) и более обеспечивают получение продукта с прогнозируемо высокими жележными характеристиками и позволяют применять их в технологии совместно с менее ценными сортами по этим показателям.

Установлено, что свежие ягоды смородины красной изучаемых сортов характеризуются высокой степенью метоксилированности пектинов (выше 50%), за исключением сорта Виксне, ягоды которого характеризовались минимальным значением этого показателя – 39,4%. Максимальное значение степени этерификации отмечено в свежих ягодах смородины красной сорта Мармеладница (66,7%), значения выше среднего (57%) имели свежие ягоды смородины красной сортов Баяна (63,8%),

Вика (58,0%), Дар Орла (57,3%), Нива (60,5%), Орловская звезда (62,7%), Орловчанка (64,9%).

Студнеобразующая способность ПВ зависит от степени этерификации остатков галактуроновой кислоты метоксильными группами ОСН₃. В ягодах смородины красной степень этерификации пектинов в среднем по сорта составила 57 (%). При этом установлено, что значение этого показателя 50 (%) обеспечивает высокопрочную жележную структуру.

Стабильности сетки способствуют ионы поливалентных металлов, в частности Са, связывающих между собой молекулы пектина через карбоксильные группы. Для желирования пектинов с низкой степенью этерификации необходимым является присутствие кальция в определенном количестве, которое может вноситься с фруктово-ягодным сырьем, с водой или его необходимо добавлять в процессе производства в виде солей кальция. Оптимальное содержание кальция имеет определяющее значение. При более низкой его концентрации получается непрочный студень. Высокое содержание увеличивает ломкость геля и способствует синерезису.

Наименьшее содержание кальция выявлено в ягодах смородины красной сорта Дана (39,20 мг/100 г.), наибольшее (75,20 мг/100 г.) – Нива. Ягоды сортов Баяна, Валентиновка, Вика, Мармеладница, Орловская звезда имели значение этого показателя выше среднего – 55,61 мг/100 г., что выгодно характеризует их для производства жележных продуктов. Данные эксперимента указывают, что содержание кальция 39,0 (мг/100г) в ягодах красной смородины является достаточным для получения желе с прочным студнем. Значение этого показателя в ягодах 55,0 (мг/100 г.) и выше дает возможность их совместного технологического использования с менее пригодными для производства желе сортами.

Выделение критериев отбора сортов смородины красной при формировании качества жележной продукции базируется на выявлении корреляций между показателями качества ягод с целью их рекомендаций для дальнейшей переработки.

Значимым технологическим параметром пригодности ягод для производства желе является выход сока. В связи с этим интерес представляло выделение технологических и биохимических показателей качества сырья, влияющих на его сокоотдачу, а также установление критериев отбора сортов, наиболее ценных по выходу сока (таблица 2).

Таблица 2.

Корреляция между технологическими и биохимическими показателями качества ягод смородины красной

Table 2.

Correlation between technological and biochemical indicators of the quality of red currant berries

Сопрягаемые показатели	Related Indicators	Выход сока, % Juice yield, %	Содержание кальция, мг/100 г. Calcium content, mg/100 g.
Толщина кожицы ягоды, мкм	Berry skin thickness, microns	-0,861	–
Величина съедобной части, %	Value of edible part, %	-0,236	–
Масса ягоды, г	Weight of berry, g	+0,487	–
Содержание протопектина, %	Protopectin content, %	-0,169	+0,117
Содержание пектина, %	Pectin content, %	-0,091	-0,229
Сумма ПВ, %	Sum of PV, %	-0,137	-0,094
СЭ пектинов, %	PE of pectins, %	-0,260	+0,532

Выявлена высокая отрицательная корреляция (-0,861) между толщиной кожицы ягоды и выходом сока, а также средняя положительная корреляция (+0,487) между массой ягоды сырья и его сокоотдачей. При этом определена низкая отрицательная зависимость между выходом сока и содержанием протопектина (-0,169), пектина (-0,091), суммой пектиновых веществ (-0,137), степенью их этерификации (-0,260). Таким образом научно доказано, что сортотобразцы сырья, имеющие толщину кожицы ягод ниже среднесортного значения и массу ягоды выше среднесортного значения, характеризуются лучшей сокоотдачей.

Между количеством пектиновых веществ и кальция в ягодах смородины красной корреляции не установлено. При этом содержание кальция находится в прямой зависимости со степенью этерификации пектинов (+0,532). На основании этого можно предположить, что ягоды, характеризующиеся высокими значениями кальция, обладают хорошей желирующей способностью.

Одним из важных критериев отбора ягод сортов смородины для производства жележных изделий является их способность сохранять ценные пищевые свойства при переработке. На основании экспериментальных данных

по пищевой ценности опытных образцов были рассчитаны коэффициенты парной корреляции, которые указывают на положительную зависимость между содержанием биологически активных веществ в ягодах смородины красной и желе на их основе (таблица 3).

Таблица 3.

Корреляция между содержанием биологически активных веществ в ягодах смородины красной и в желе на их основе

Table 3.

Correlation between the content of biologically active substances in red currant berries and in jelly based on them

Содержание в ягодах Content in berries	Содержание в желе Content in jelly			
	Органические кислоты, % Organic acids, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г. Ascorbic acid, mg/100 g.	Р-активные вещества, мг/100 г. P-active substances, mg/100 g.	Пектиновые вещества, % Pectin substances, %
Органические кислоты, % Organic acids, %	+0,185	+0,443	+0,936	
Аскорбиновая кислота, мг/100 г. Ascorbic acid, mg/100 g.				
Р-активные вещества, мг/100 г. P-active substances, mg/100 g.				
Пектиновые вещества, % Pectin substances, %				+0,538

Высокие и средние положительные коэффициенты корреляции по количеству Р-активных веществ (+0,936), аскорбиновой кислоты (+0,443) и пектинов (+0,443) указывают на целесообразность использования ягод смородины красной для производства студнеобразных продуктов функциональной направленности.

При систематизации критериев отбора ягод сортов смородины красной для получения жележных продуктов с прогнозируемо высоким качеством и рекомендации их производству важным этапом являлось установление влияния биохимических значимых показателей сырья на структурно-механические свойства студня, оптимизация полученных данных и формирование оптимальных параметров.

Для этого была измерена прочность студня опытных образцов и проведен многофакторный эксперимент с применением системы для статистического анализа данных Statistica 6.1.478, учитывая экспериментальные данные по химическому составу ягод.

Данные рисунка 2 указывают, что наилучшая прочность студня по предельному напряжению сдвига отмечена в области значения сахаров в ягодах от 6,5 до 9,5 (%).

При этом для обеспечения наилучшей желирующей способности продукта количество пектинов в сырье должно быть не ниже 6,5 (%), кислот – находится в пределах от 1,8 до 3 (%) (рисунок 3).

Областью значений pH для оптимального желирования являлся интервал от 2,6 до 3,3, СКК – от 2,4 (рисунок 4).

Экспериментально установлено и графически подтверждено, что для производства продуктов с прогнозируемо высоко прочным студнем

по усилию нагружения степень этерификации пектинов ягод смородины красной должна составлять не ниже 50%, при этом количество сахаров и органических кислот должно удовлетворять установленным значениям (рисунок 5).

Таким образом были научно и практически выделены и оптимизированы значимые технологические и биохимические показатели ягод смородины красной для производства желе (таблица 4).

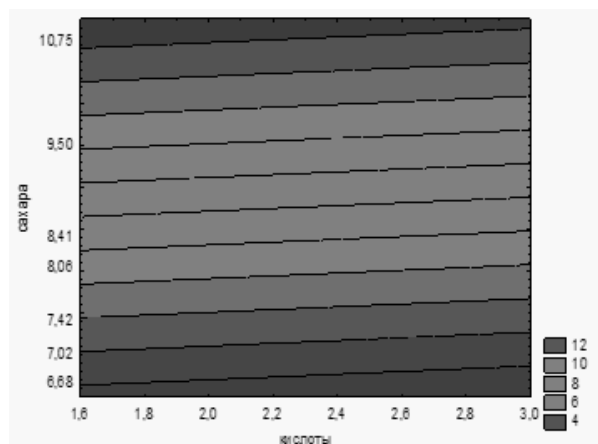


Рисунок 2. Зависимость прочности студня (сдвиг) желе от содержания сахаров и кислот в ягодах смородины

Figure 2. The dependence of the strength of the jelly (shear) of the jelly on the content of sugars and acids in currant berries

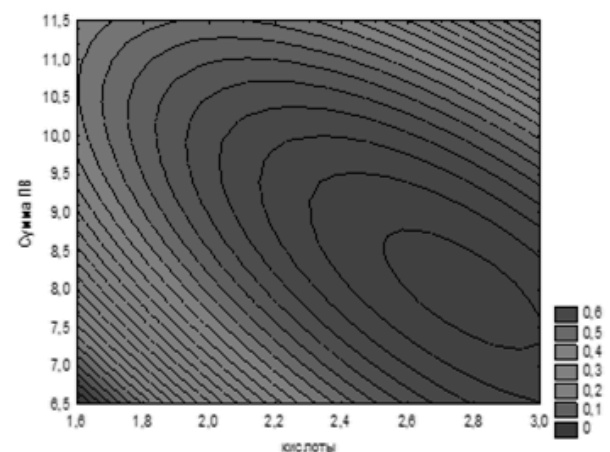


Рисунок 4. Зависимость прочности студня желе от суммы пектинов и содержания кислот в ягодах смородины

Figure 4. The dependence of the strength of the jelly on the amount of pectins and acid content in currant berries

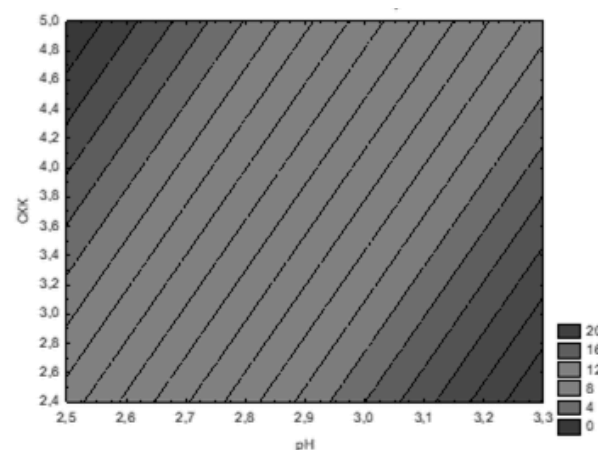


Рисунок 3. Зависимость прочности студня желе от pH и СКК ягод смородины

Figure 3. The dependence of the strength of the jelly on pH and sugar-acid coefficient of currant berries

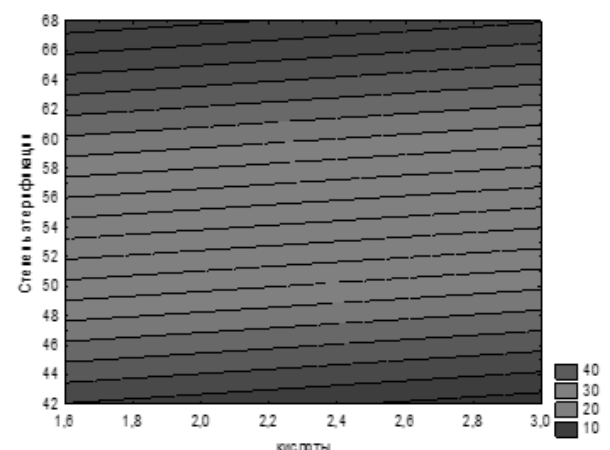


Рисунок 5. Зависимость прочности студня (усилие) желе от степени этерификации пектинов и содержания кислот в ягодах смородины

Figure 5. The dependence of the strength of the jelly (effort) of the jelly on the degree of esterification of pectins and the acid content in currant berries

Таблица 4.

Критерии отбора ягод смородины красной при формировании качества жележных продуктов

Table 4.

Criteria for the selection of red currant berries in the formation of the quality of jelly products

Показатель Index	Рекомендуемое значение Recommended value	Характеристика, рекомендации к производству Characteristics, recommendations for production
Органолептическая оценка, баллы Organoleptic assessment, points	$\geq 4,5$	Наиболее ценные органолептические свойства: внешний вид, цвет, вкус, запах. Возможность купаживания с менее ценными сортами. Высокая сокоотдача ягод. Высокая пищевая ценность ягод и желе на их основе. Ценные студнеобразующие свойства ягод. Высокая прочность желе, отсутствие синерезиса. Наибольшая ценность для технологии производства желе. The most valuable organoleptic properties: appearance, color, taste, smell. Possibility of blending with less valuable varieties. High yield of berries. High nutritional value of berries and jelly based on them. Valuable jelly-forming properties of berries. High jelly strength, no syneresis. Highest value for jelly production technology.
Масса ягоды, г Berry weight, g	$\geq 0,39$	
Толщина кожицы ягоды, мкм Berry skin thickness, microns	$\leq 151,6$	
Сумма сахаров, % The amount of sugars, %	6,5 – 9,5	
Органические кислоты, % Organic acids, %	1,8 – 3,0	
СКК CCM	$\geq 2,4$	
Аскорбиновая кислота, мг/100 г. Ascorbic acid, mg/100 g.	$\geq 50,0$	
Сумма Р-активных веществ, мг/100 г. The amount of P-active substances, mg/100 g.	$\geq 365,0$	
Пектин, % Pectin, %	$\geq 2,5$	
Сумма ПВ, % PV amount, %	$\geq 6,5$	
Степень этерификации ПВ, % Esterification degree of PV, %	≥ 50	
Кальций, мг/100 г. Calcium, mg/100 g.	$\geq 39,0$	
pH	2,6 – 3,3	

Заключение

Научное обоснование отбора сортов ягод смородины красной при разработке качества жележных продуктов основано на выявлении и систематизации данных о технико-технологических свойствах, химическом составе, структурно-механических показателях опытных образцов, последующем определении корреляций между значимыми критериями и получении закономерностей формирования ценных характеристик целевого продукта.

На основании полученной информации принимается решение и делается заключение о технологической пригодности сортов для приготовления жележных изделий или отказе от сырья, разрабатываются оценочные критерии для получения продуктов высокого качества, выделяются наиболее ценные сортообразцы, даются рекомендации для дальнейшего использования ягод этих сортов в качестве функциональных ингредиентов при производстве жележных продуктов с прогнозируемыми свойствами.

Выявление оценочных критериев отбора ягод сортов смородины позволило установить закономерности формирования качества жележных продуктов.

Среднее содержание РСВ в свежих ягодах смородины красной изучаемых сортов составило 11,8%, органических кислот – 2,3%, сахаров –

8,19%, аскорбиновой кислоты – 50,6 мг/100 г., Р-активных веществ – 365,4 мг/100 г., пектинов – 8,3%. Определено, что пектины ягод смородины красной являлись высокоэтерифицированными, так как степень их метоксилирования у большинства сортов превышала 50%. Выявлена высокая отрицательная корреляция (-0,861) между толщиной кожицы ягоды смородины красной и выходом сока, а также средняя положительная корреляция (+0,487) между массой ягоды сырья и его сокоотдачей. Установлено, что сорта, имеющие толщину кожицы ягод ниже среднесортного значения (131 мкм) и массу ягоды выше среднесортного значения (0,53 г.), характеризуются лучшей сокоотдачей: Ася, Дана, Дар Орла, Нива, Орловская звезда, Подарок лета. При этом отмечено, что количество пектиновых веществ в ягодах, как протопектина, так и растворимого пектина, не оказывает существенного влияния на выход сока – корреляции между этими показателями не установлено.

Полученные экспериментальные данные указывают, что ягоды смородины красной исследуемых сортов целесообразно использовать в качестве сырья для производства жележных продуктов со студнеобразной структурой прогнозируемо высокого качества.

Использование в технологии желе ягод сортов смородины Баяна, Валентиновка, Вика,

Дар Орла, Мармеладница, Нива, Орловская звезда, Орловчанка, Подарок лета, удовлетворяющим по технико-технологическим свойствам и показателям химического состава установленным значениям, позволит получить целевой продукт с заданными потребительскими характеристиками.

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 Голяева О.Д., Панфилова О.В. Основные итоги селекции Красной смородины во ВНИИСПК // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2020. Т. 7. № 1–2. С. 49–51. doi: 10.24411/2500–0454–2020–11212
- 2 Ильин В.С. Смородина Красная селекции ФГБНУ ЮУНИИСК // Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства: сборник трудов Международной дистанционной научно-практической конференции, Челябинск, 15 марта 2018 года. Челябинск: ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства», 2018. С. 37–43.
- 3 Макаркина М.А., Голяева О.Д. Биохимическая оценка ягод новых сортов смородины красной для дальнейшего их использования в селекции на улучшенный химический состав плодов // Садоводство и виноградарство. 2020. № 2. С. 28–33. doi: 10.31676/0235–2591–2020–2–28–33
- 4 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.
- 5 Горбунов А.Б., Кукушкина Т.А. Химический состав ягод видов и межвидовых гибридов Красной смородины в условиях культуры // Химия растительного сырья. 2019. № 3. С. 85–93. doi: 10.14258/jcprm.2019034815
- 6 Pikunova A.V., Goryunova S.V., Goryunov D.V. et al. Development of a Genetic Linkage Map of Redcurrant (*Ribes rubrum* L.) by Means of SSR and SNP DNA Markers // Russian Journal of Genetics. 2020. V. 56. № 11. P. 1387–1390. doi: 10.1134/S1022795420100105
- 7 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
- 8 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.
- 9 Сазонова И.Д. Биохимический состав и вкус ягод смородины Красной до и после хранения в замороженном виде // Пища. Экология. Качество: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. В двух томах, Барнаул, 24–26 июня 2019 года. Барнаул: Алтайский государственный университет, 2019. С. 165–168.
- 10 Голуб О.В., Степанова Е.Н., Тяпкина Е.В. Пищевая ценность и качество ягод Красной смородины // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 1(44). С. 105–110.
- 11 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.
- 12 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
- 13 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
- 14 Berk S., Gundogdu M., Tuna S., Tas A. Role of maturity stages on phenolic compounds and organic acids contents in red currant fruits // International Journal of Fruit Science. 2020. V. 20. P. 1054–1071. doi: 10.1080/15538362.2020.1774476
- 15 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. 2021. V. 41. № 2. doi: 10.1590/fst.29119
- 16 Jideani Afam I.O., Silungwe H., Takalani T., Omolola 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
- 17 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
- 18 Салина Е.С., Левгерова Н.С., Сидорова И.А., Голяева О.Д. Химико-технологическая оценка сортообразцов смородины красной селекции Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур для желе // Садоводство и виноградарство. 2020. № 6. С. 46–55. doi: 10.31676/0235–2591–2020–6–46–55
- 19 Мясичева Н.В., Артемова Е.Н., Макаркина М.А. Желирующая способность пектинов свежих и замороженных ягод Красной смородины // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 2(45). С. 62–68.

20 Мясищева Н.В., Артемова Е.Н., Макаркина М.А. Технологическое обоснование целесообразности использования ягод красной смородины новых сортов в производстве желе // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 1(36). С. 64–69.

21 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

22 Pancerza M., Kruka J., Łukasiewicz M., Witek B. et al. Red currant pectin: The physicochemical characteristic of pectin solutions in dilute and semi dilute regimes // Food Hydrocolloids. 2021. V. 113. 106420. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.106420

References

1 Golyaeva O.D., Panfilova O.V. The main results of the selection of red currants in VNIISPK. Selection and cultivation of garden crops. 2020. vol. 7. no. 1–2. pp. 49–51. doi: 10.24411/2500-0454-2020-11212 (in Russian).

2 Ilyin V.S. Red currant selection of FGBNU YUNIISK. Actual issues of gardening and potato growing: collection of proceedings of the International Distance Scientific and Practical Conference, Chelyabinsk, March 15, 2018. Chelyabinsk: Federal State Budgetary Scientific Institution "South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing", 2018. pp. 37–43. (in Russian).

3 Makarkina M.A., Golyaeva O.D. Biochemical evaluation of new varieties of red currant berries for their further use in breeding for improved chemical composition of fruits. Gardening and viticulture. 2020. no. 2. pp. 28–33. doi: 10.31676/0235–2591–2020–2–28–33 (in Russian).

4 Vasilyeva N.A. Variety study of berry crops (gooseberries, raspberries, Red currants, garden strawberries) in the conditions of Western Transbaikalia. Actual issues of the development of the agricultural sector of the Baikal region economy: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the Day of Russian Science, Ulan-Ude, 06 - 07 February 2020 Ulan-Ude, Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippova, 2020. pp. 23–27. (in Russian).

5 Gorbunov A.B., Kukushkina T.A. The chemical composition of the berries of the species and interspecific hybrids of red currant in the conditions of culture. Chemistry of vegetable raw materials. 2019. no. 3. pp. 85–93. doi: 10.14258/jcprm.2019034815 (in Russian).

6 Pikunova A.V., Goryunova S.V., Goryunov D.V. et al. Development of a Genetic Linkage Map of Redcurrant (*Ribes rubrum* L.) by Means of SSR and SNP DNA Markers. Russian Journal of Genetics. 2020. vol. 56. no. 11. pp. 1387–1390. doi: 10.1134/S1022795420100105

7 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

8 Badiu D.Yu., Emelianenko A.A. Evaluation of selected forms of black and red currants for the quality of canned products. Innovative technologies - into the practice of agriculture: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 75th anniversary of the founding of the agronomic faculty of the Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, December 12, 2019. Kirov, Vyatskaya, 2019. pp. 49–53. (in Russian).

9 Sazonova I.D. Biochemical composition and taste of Red currant berries before and after frozen storage. Food. Ecology. Quality: collection of materials of the XVI International Scientific and Practical Conference. In two volumes, Barnaul, June 24–26, 2019. Barnaul, Altai State University, 2019. pp. 165–168. (in Russian).

10 Golub O.V., Stepanova E.N., Tyapkina E.V. Nutritional value and quality of red currant berries. Technics and technology of food production. 2017. no. 1 (44). pp. 105–110. (in Russian).

11 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).

12 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 the agro-industrial complex. 2019. vol. 33. no. 2. P. 56–60. doi: 10.24411/0235–2451–2019–10214 (in Russian).

13 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

14 Berk S., Gundogdu M., Tuna S., Tas A. Role of maturity stages on phenolic compounds and organic acids contents in red currant fruits. International Journal of Fruit Science. 2020. vol. 20. pp. 1054–1071. doi: 10.1080/15538362.2020.1774476

15 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. 2021. vol. 41. no. 2. doi: 10.1590/fst.29119

16 Jideani Afam I.O., Silungwe H., Takalani T., Omolola 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

17 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

18 Salina E.S., Levgerova N.S., Sidorova I.A., Golyaeva O.D. Chemical and technological assessment of varieties of red currant selection of the All-Russian Research Institute for the selection of fruit crops for jelly. Gardening and viticulture. 2020. no. 6. pp. 46–55. doi: 10.31676/0235–2591–2020–6–46–55 (in Russian).

19 Myasishcheva N.V., Artemova E.N., Makarkina M.A. Gelling ability of pectins of fresh and frozen berries of red currant. Technics and technology of food production. 2017. no. 2 (45). pp. 62–68. (in Russian).

20 Myasishcheva N.V., Artemova E.N., Makarkina M.A. Technological substantiation of the expediency of using new varieties of red currant berries in the production of jelly. *Technology and commodity science of innovative food products*. 2016. no. 1 (36). pp. 64–69. (in Russian).

21 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

22 Pancerza M., Kruka J., Łukasiewicz M., Witek M. et al. Red currant pectin: The physicochemical characteristic of pectin solutions in dilute and semi dilute regimes. *Food Hydrocolloids*. 2021. vol. 113. 106420. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.106420

Сведения об авторах

Нина В. Мяснищева д.с.-х.н., доцент, кафедра зерна, хлебо-пекарных и кондитерских технологий, Московский государственный университет пищевых производств, шоссе Волоколамское, 11, г. Москва, 125080, Россия, makarkinanv@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-5922-5616>

Information about authors

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

Вклад авторов

Нина В. Мяснищева 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

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 15/07/2021	После редакции 06/08/2021	Принята в печать 01/09/2021
Received 15/07/2021	Accepted in revised 06/08/2021	Accepted 01/09/2021