

Исследование компонентов, формирующих органолептические характеристики плодов и ягод

И. М. Почицкая¹, Ю. Ф. Росляков^{2,*}, Н. В. Комарова¹, В. Л. Рослик¹

¹ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29

² ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2

Дата поступления в редакцию: 18.02.2019

Дата принятия в печать: 29.03.2019

*e-mail: lizaveta_ros@mail.ru



© И. М. Почицкая, Ю. Ф. Росляков, Н. В. Комарова, В. Л. Рослик, 2019

Аннотация. Представлены результаты исследования потребительских свойств 18 сортов яблок, 12 сортов груш и 6 сортов садовой земляники, произрастающих в Республике Беларусь. Целью работы являлось исследование компонентного состава яблок, груш и садовой земляники, формирующих органолептические качества, для выбора сортов с лучшими потребительскими свойствами. Установлено, что для яблок сортов «Чаровница», «Заславское», «Белорусский Синап», «Память Сикоры» и «Грушевое» был характерен гексиллацетат, а сортов «Алеся», «Белана», «Красавита» – бутилбутилат и гексилбутилат. Во всех образцах свежих груш ароматобразующие эфиры были представлены гексиллацетатом и бутиллацетатом. Груши, достигшие полной спелости, содержали характерные только для груш эфиры ненасыщенных кислот, придающие характерный грушевый аромат, метил-2,4-декадиеноат и два изомера (цис-, транс-) этил-2,4-декадиеноата. Все образцы земляники садовой содержали линалоол, который придает цветочный оттенок аромата. Количество его, в зависимости от сорта, отличалось в несколько раз: от 0,4 % (сорт «Русиш») до 4,53 % (сорт «Альфа»). Сорта яблок «Память Коваленко», «Красавита» и «Дьямент» отличались высоким содержанием сахаров (более 10 %), а сорта «Чаровница», «Белана» и «Зорка» имели низкую кислотность и могут быть рекомендованы для производства соковой продукции для питания детей. Все исследованные сорта груш имели невысокое содержание сахаров (около 7 %) и органических кислот (не более 0,3 %). Это делает их так же пригодными для создания продуктов для питания детей. Среднее содержание кислот для земляники садовой составляло 9,1 г/кг. Преобладающей кислотой является лимонная, однако, белорусская клубника содержит меньше сахара, чем приведено в базах данных, – 52,5 г/кг. Высоким сахарокислотным индексом (отношение содержания сахаров к кислотам) и наиболее гармоничным вкусом обладали сорта яблок: «Белана», «Дьямент», «Зорка», «Чаровница», груш – «Памяти Яковлева». Земляника садовая имела низкое значение сахарокислотного индекса, не более 6,2. В исследуемых образцах были определены катехины, фенольные кислоты, флавонолы, антоцианины, количество которых отличалось от вида и сорта плодов и ягод. Полученные данные о компонентном составе 18 сортов яблок, 12 сортов груш и 6 сортов садовой земляники белорусской селекции могут служить маркером подлинности продукции, изготовленной из них, путем сравнения с имеющейся базой данных основных качественных показателей и компонентного состава сырья.

Ключевые слова. Яблоки, груши, земляника, сахара, органические кислоты, дескрипторы аромата

Для цитирования: Исследование компонентов, формирующих органолептические характеристики плодов и ягод / И. М. Почицкая, Ю. Ф. Росляков, Н. В. Комарова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 1. – С. 50–61. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-50-61>.

Original article

Available online at <http://fppt.ru/>

Sensory Components of Fruits and Berries

I.M. Pochitskaya¹, Yu.F. Roslyakov^{2,*}, N.V. Komarova¹, V.L. Roslik¹

¹ The Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, 29, Kozlov Str., Minsk, 220037, Republic of Belarus

² Kuban State Technological University, 2, Moscow Str., Krasnodar, 350072, Russia

Received: February 18, 2019

Accepted: March 29, 2019

*e-mail: lizaveta_ros@mail.ru



© I.M. Pochitskaya, Yu.F. Roslyakov, N.V. Komarova, V.L. Roslik, 2019

Abstract. The research featured consumer properties of 18 varieties of apples, 12 varieties of pears, and 6 varieties of strawberries grown in the Republic of Belarus. The research objective was to study the sensory component composition of apples, pears, and strawberries to select varieties with the best consumer properties. Hexylacetate was detected in Charovnitsa, Zaslavskoye, Belarusian Sinap, and Pamyat Sikory apples. As for the pear varieties, Alesya, Belan, and Krasavita were found to contain butylbutanoate and hexylbutanoate. In all the samples of fresh pears, aroma-forming esters were mainly represented by hexylacetate and butyl acetate. Pears that reached full ripeness contained esters of unsaturated acids that are responsible for a characteristic pear flavor: methyl 2.4-decadienoate and two isomers of (cis-, trans-) ethyl-2.4-decadienoate. All the samples of strawberry contained linalool, which gives a floral flavor. Its quantity differed according to the variety: from 0.4% (Rusish variety) to 4.53% (Alpha variety). The apple varieties of Pamyat Kovalenko, Krasavita, and Dyament had a high content of sugars ($\geq 10\%$). Charovnitsa, Belana, and Zorka had a low acidity and can be recommended for the production of juice products for children. All the studied varieties of pears had a low sugar content (about 7%) and organic acids ($\leq 0.3\%$), which also makes them suitable for children. The average acid content for strawberry was 9.1 g/kg, while the predominant acid was citric. However, Belarusian strawberries contained less sugar than stated in the databases, an average of 52.5 g/kg. Belana, Dyament, Zorka, and Charovnitsa apples and Pamyat Yakovleva pears demonstrated a high sugar-acid index and the most harmonious taste. Garden strawberries had a low sugar-acid index value, not more than 6.2. The samples revealed various amounts of catechins, phenolic acids, flavonols, and anthocyanins. The obtained data on the component composition of 18 varieties of apples, 12 varieties of pears, and 6 varieties of garden strawberries of the Belarusian selection can serve as a marker of the authenticity of products by comparing with the existing database of basic quality indicators and the composition of raw materials.

Keywords. Apples, pears, strawberries, sugars, organic acids, aroma descriptors

For citation: Pochitskaya IM, Roslyakov YuF, Komarova NV, Roslik VL. Sensory Components of Fruits and Berries. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(1):50–61. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-50-61>.

Введение

Продукты питания в целом и плодово-ягодное сырье в частности представляют собой сложные объекты, состоящие из большого числа различных химических компонентов как природного происхождения, так и внесенных при технологической обработке или хранении. Многие из таких компонентов формируют характерное качество этих продуктов [1, 2].

Среди ряда характеристик для оценки качества плодов и ягод наиболее важными являются те, которые отвечают за аромат и вкусовые качества. Аромат плодов и ягод зависит от содержания ароматобразующих летучих соединений. Вкусовые характеристики зависят от содержания и баланса между органическими кислотами и сахарами, которые напрямую участвуют в процессе биосинтеза различных соединений, таких как аминокислоты, витамины и терпеновые ароматобразующие летучие вещества, которые оказывают влияние на фруктовый аромат [3].

Исследования содержания сахаров и органических кислот в яблоках, грушах и землянике показали, что сахара представлены глюкозой, фруктозой, реже сахарозой, а органические кислоты – яблочной, винной, лимонной, щавелевой [4–11].

Знание химического состава плодово-ягодного сырья, выявление компонентов, формирующих органолептические характеристики, их влияние на потребительские свойства – обязательное условие создания конкурентоспособной продукции [12].

В этой связи весьма актуальным является анализ компонентов и дескрипторов, отвечающих за вкус и аромат плодов и ягод.

Целью работы являлось исследование компонентного состава яблок, груш и садовой земляники, формирующих органолептические качества для выбора сортов с лучшими потребительскими свойствами.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись: яблоки 18 со-

ртов («Спартан», «Антоновка», «Память Сикоры», «Белорусский Синап», «Поспех», «Имант», «Заславское», «Чаровница», «Весялина», «Алеся», «Память Коваленко», «Белорусское малиновое», «Зорка», «Сакавита», «Красавита», «Новавита», «Дыямент», «Белана»), груши 12 сортов («Пеппи», «Просто Мария», «Москвичка», «Памяти Яковлева», «Десертная росошанская», «Белорусская поздняя», «Памяти Мичурина», «Памяти Жегалова», «Высоцкого», «Золоторотская», «Выставочная», «Конференция»), ягоды земляники садовой 6 сортов («Дукат», «Альфа», «Красный берег», «Вима Занта», «Зенга-Зенгана», «Кокинская ранняя»), районированных в Республике Беларусь.

Для установления химических соединений, формирующих аромат фруктов и ягод, осуществляли разделение летучих компонентов методом газовой хроматографии на капиллярной колонке «HP-5MS» длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки неподвижной фазы 0,25 мкм. Идентификацию проводили масс-селективным детектором «Agilent 5975B (VL MSD)» в комплекте с хроматографом «Agilent Technologies 6850 Series II» по ионному составу. Условия хроматографического анализа устанавливали следующие: начальная температура колонки 40 °C (2 мин); нагревание колонки со скоростью 10 °C/мин до температуры 240 °C; выдержка 8 мин; температура инжектора 250 °C; температура детектора 280 °C; скорость потока газа-носителя (гелий) – 0,5 см³/мин. Количественный состав летучих компонентов рассчитывали методом внутренней нормализации площадей пиков, основанным на предположении, что отношение площади пика на хроматограмме данного вещества к сумме площадей всех пиков, умноженное на 100, дает содержание каждого из присутствующих в пробе веществ.

С применением метода ВЭЖХ был определен кислотный и углеводный составы. Для количе-

Table 1 – Component composition of apple flavor (relative content of the components, %)

Наименование ароматобразующего соединения	Сорт яблок								
	«Белана»	«Чаровница»	«Алеся»	«Красавита»	«Заславское»	«Белорусский синап»	«Память Сикоры»	«Память Коваленко»	«Сакавита»
Этилбутаноат	–	–	0,7	0,1	1,5	0,8	1,5	2,8	0,4
Бутилацетат	–	2,6	–	–	5,5	3,8	5,5	–	29,9
1-Гексанол	11,8	0,4	1,9	6,4	0,4	1,6	1,0	–	–
i-амилацетат	0,50	1,0	–	–	1,2	1,3	1,6	38,7	4,5
i-бутилбутаноат	–	–	1,0	0,3	0,2	0,2	–	–	10,0
Бутилбутаноат	0,20	0,5	3,4	5,5	0,7	2,0	0,9	3,0	–
Гексилацетат	0,07	13,6	–	–	24,3	23,8	23,3	1,3	–
Лимонен	0,09	–	–	–	–	–	–	12,1	–
i-амилбутаноат	0,07	–	0,4	0,6	0,2	0,1	0,1	–	3,1
Октанол	–	–	–	–	–	0,1	–	–	48,9
Гексилпропионат	0,46	–	0,5	0,2	0,4	0,2	0,1	1,5	0,5
Метилканоат	–	–	–	–	0,2	0	0	5,6	0,5
2-метилгексил пропионат	0,67	–	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	–
Гексилбутаноат	5,42	3,0	11,5	–	8,5	20,1	10,9	–	–
Этилоктаноат	–	–	–	26,2	0,5	–	–	28,5	0,8
Эстрагол	0,72	0,3	0,2	0,2	0,8	0,5	0,6	0,2	0,2
2-метилгексил бутаноат	4,49	0,9	11,2	4,8	3,7	1,7	3,6	0,7	0,1
Бутилгексаноат	0,16	–	0,7	0,4	0,1	0,2	0,2	2,2	0,3
Гексилгексаноат	3,19	2,4	10,4	8,8	1,8	8,1	8,6	2,3	0,7
α-фарнезен	69,7	73,7	56,8	45,1	48,4	34,2	40,1	1,2	0,2
Дендроласин	1,53	0,9	0,8	0,9	0,9	0,7	1,1	0,2	0,1

ственного определения содержания органических кислот использовался ВЭЖХ метод с УФ-детектированием на длине волны 215 нм на приборе Agilent Technology с применением колонки C18 согласно МВИ. МН 2843-2008 [13].

Содержание углеводов (сахарозы, глюкозы и фруктозы) в образцах определяли также методом ВЭЖХ на приборе Agilent Technology с рефрактометрическим детектором и колонкой «Zorbax-NH2», заполненной силикагелем с привитым аминопилсилановым слоем. Подробный алгоритм определения приведен в МВИ. МН 2842-2008 [14].

Содержание антоцианинов определяли методом ВЭЖХ с использованием диодно-матричного детектора по ГОСТ 32709-2014 [15]. Дополнительную идентификацию осуществляли по ионному составу с использованием масс-селективного детектора типа «ионная ловушка».

Фенольные вещества анализировали методом жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием при длине волны 280 нм. Для разделения компонентов применялась колонка Phenomenex Prodigy 5u ODS(3), 100 А, 250×4,6 мм с предколонкой ODS (Phenomenex, Torrance, CA). Мобильная фаза состояла из двух элюентов: А–0,05 м фосфат калия, рН 3.00 и В–70 % ацетонитрил + 30 % элюента А, скорость потока мобильной фазы была установлена 1,0 см³/мин. Для эффективного разделения использовалась градиентная программа: 100 % элюента А в течение 3 мин, далее: 6 минут (96 % А и 4 % В), 15 мин (90 % А и 10 % В), 30 минут (85 % А и 15 % В), 35 минут (80 % А и 20 % В), 50 ми-

нут (77 % А и 23 % В), 60 мин (75 % А и 25 % В), 66 мин (70 % А и 30 % В), 83 мин (20 % А и 80 % В), и 85 мин (100 % А) с дополнительным временем 15 мин установки стабильности потока. Данные регистрировались обычно около 80 мин, хроматографирование выполнялось при комнатной температуре. Объем инъектирования составил 0,02 см³. Для количественного определения использовался метод абсолютной градуировки по стандартным растворам определяемых веществ (гидрокси-метилфуральальдегида (НМФ), арбутина, галловой кислоты, хлорогенной кислоты, катехина, кофейной кислоты, эпикатехина, п-кумаровой кислоты, феруловой кислоты, рутина и флоридзина) в смеси вода/метанол 50/50.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования состава летучих компонентов яблок позволили идентифицировать и оценить относительное содержание летучих компонентов, выявить компоненты, типичные для данного вида сырья и отличительные особенности, характерные для отдельных сортов яблок. Установлено, что основную часть летучих соединений яблок составляют сложные эфиры и альдегиды. Так, аромат свежих яблок обусловлен 9 сложными эфирами (бутилгексаноат, изо-амилбутаноат, гексилгексаноат, этилбутаноат, бутилбутаноат, гексилбутаноат, гексиллацетат, изоамил-ацетат и 2-метилгексилбутаноат). Во всех сортах яблок было обнаружено высокое содержание таких эфиров как гексилгексаноат, бутилбутаноат, гексилбутаноат, гексилацетат

Table 2 – Component composition of pear flavor (relative content of the components, %)

Наименование ароматобразующего соединения	Сорт груш						
	«Память Мичурина»	«Белорусская поздняя»	«Выставочная»	«Пеппи»	«Память Яковлева»	«Память Жегалова»	«Конференция»
Гексаналь	–	36,1	61,8	52,7	1,2	1,9	–
Бутилацетат	15,3	19,2	4,3	5,7	11,2	14,6	40,3
1-Нexanol	–	–	2,2	10,3	–	0,1	–
Этилгексаноат	1,0	6,6	0,8	1,1	–	–	0,2
Гексилацетат	67,7	12,2	32,1	30,6	87,6	83,4	24,1
Этилоктаноат	0,6	–	–	–	–	–	–
Метил-2,4-декадиеноат	1,6	1,4	–	–	–	–	1,0
Этил-2,4-декадиеноат	12,3	21,4	0,4	–	–	–	1,1
Этил-2,4-декадиеноат	0,6	2,9	0,3	–	–	–	–
α-фарнезен	–	–	–	–	–	–	29,2

и 2-метилгексилбутаноат. Установлена зависимость относительного содержания этих компонентов от сорта яблок. Так, в аромате яблок сортов «Чаровница», «Заславское», «Белорусский Синап», «Память Сикоры» и «Грушевое» преобладает гексилацетат, а для яблок сортов «Алеся», «Белана», «Красавита» аромат обусловлен другими эфирами: бутилбутаноат, гексилбутаноат. Среди незфирных компонентов во всех яблоках присутствуют углеводород фарнезен (в кожице яблок), эстрагол (табл. 1).

В таблице 2 представлены результаты определения состава ароматобразующих соединений груш белорусской селекции. Ароматобразующие эфиры в

образцах свежих груш представлены гексилацетатом и бутилацетатом. В некоторых образцах присутствовали также углеводород фарнезен, альдегид гексаналь и спирт гексанол. Груши, подвергнутые дозреванию, содержали характерные только для груш эфиры ненасыщенных кислот – метил-2,4-декадиеноат и два изомера (цис-, транс-) этил-2,4-декадиеноата. Это придает грушам и продукции из них характерный грушевый аромат. Недозревшие груши такие компоненты не содержат, что представляет сложность в идентификации соковой продукции из них.

Одними из компонентов, определяющих запах садовой земляники, являются фуранеол и мезифу-

Таблица 3 – Компонентный состав аромата садовой земляники (относительное содержание компонентов, %)

Table 3 – Component composition of garden strawberry flavor (relative content of the components, %)

Наименование ароматобразующего соединения	Сорт садовой земляники						
	«Дукан»	«Кокинская»	«Красный берег»	«Зенга-Зенгана»	«Вима Занта»	«Кимберли»	«Деснянка»
Этилбутаноат	35,0	42,5	20,6	23,3	16,9	27,5	27,9
Этил-изоамилат	6,6	6,0	0,3	–	4,7	5,2	0,8
Метилгексаноат	0,6	–	2,1	0,9	3,3	1,4	1,7
Этилгексаноат	27,0	25,9	42,6	58,4	53,4	29,5	39,5
Гексилацетат	7,0	3,5	6,7	6,3	4,0	5,0	3,0
2-гексенилацетат	17,0	8,4	21,1	2,0	11,1	21,6	20,1
Мезифуран	0,94	1,43	0,31	1,4	0,54	–	–
Линалоол	0,7	0,48	1,3	1,1	0,6	2,12	2,35
Фенилметил-ацетат	–	–	0,22	0,2	–	0,33	–
Этилбензоат	0,36	–	–	0,12	–	–	–
Гексилбутаноат	–	–	0,17	0,66	–	0,20	–
Этилоктаноат	0,6	0,4	1,21	1,6	1,31	0,95	0,9
2-гидроксиметил бензоат	–	–	–	0,9	–	–	–
1-метилгексил бутаноат	–	–	–	0,92	–	–	–
Тетрацикло[3.3.1.0(2,8).0(4,6)]-нон-2-ен	–	–	–	1,7	–	–	–
Гексилгексаноат	–	–	–	0,4	–	–	–
Этилдеcanoат	–	–	0,22	–	–	–	–
Ундекан	0,44	–	0,42	–	–	0,47	0,6
Этил 3-фенил-2-пропеноат	–	–	–	0,41	–	–	–
γ-декалктон	–	–	–	–	1,28	–	–
Тетрадекан	0,5	0,33	–	–	–	–	–
Неролидол	–	0,4	0,54	0,41	–	–	0,83
Гексадекан	–	–	0,31	–	0,65	–	0,87

Таблица 4 – Содержание органических кислот и сахаров в яблоках различных сортов

Table 4 – Content of organic acids and sugars in apples of various varieties

Наименование сорта яблока	Массовая концентрация кислот, г/кг						Массовая концентрация сахаров, г/кг		
	щавеле- вой	винной	яблоч- ной	уксус- ной	лимон- ной	янтар- ной	фруктозы	глюкозы	сахарозы
«Память Сикоры»	0,17	0,043	8,00	–	0,09	0,059	51,1	14,0	14,6
«Белорусский синап»	0,17	0,033	8,98	–	0,11	0,084	52,3	7,8	14,1
«Поспех»	0,14	0,045	8,74	–	0,08	0,077	39,7	8,6	26,2
«Имант»	0,19	0,068	7,39	–	0,13	0,100	59,3	11,9	20,6
«Заславское»	0,22	0,190	10,09	–	0,14	0,082	59,3	11,1	17,9
«Чаровница»	0,21	0,067	4,25	–	0,06	0,046	54,1	10,0	20,4
«Веселина»	0,19	0,100	7,06	–	0,09	0,070	53,3	9,6	17,8
«Алеся»	0,17	0,047	7,61	–	0,12	0,094	44,7	10,3	24,5
«Память Коваленко»	0,18	0,090	7,31	–	0,06	0,041	56,5	8,7	37,1
«Белорусское малиновое»	0,22	0,079	6,96	–	0,13	0,084	62,3	13,4	23,2
«Зорка»	0,20	0,050	4,96	0,05	0,20	0,140	44,7	10,3	24,5
«Сакавита»	0,15	0,027	10,47	0,13	0,10	0,150	44,9	0	34,5
«Красавита»	0,18	0,070	7,69	2,37	0,15	0,270	57,9	4,7	45,0
«Новавита»	0,17	0,210	8,19	–	0,11	0,150	33,3	3,5	28,1
«Дыямент»	0,21	0,017	7,21	0,05	0,10	0,100	66,0	14,9	32,6
«Белана»	0,22	0,054	4,70	0,07	0,27	0,110	71,8	24,7	2,2

ран. Во всех образцах земляники садовой обнаружен линалоол, количество которого для разных сортов несколько различается: от 0,4 % (сорт «Русиш») до 4,53 % (сорт «Альфа»), который придает землянике цветочный оттенок запаха. Органолептическая оценка запаха земляники показала, что ягоды имеют запах, напоминающий запах лесной земляники (табл. 3).

Кислый вкус фруктов и ягод обусловлен содержанием органических кислот, сладкий зависит от содержания низкомолекулярных углеводов, терпкость создают танины и/или их низкомолекулярные формы – катехины и флавонолы. Среди кислот в растительном сырье наибольшее влияние на вкус оказывают три оксикарбоновые кислоты – яблочная, винная и лимонная. В процессе переработки и хранения могут появляться в продукции уксусная и молочная кислоты [16]. Сладость определяют, в основном, углеводы — обширный класс органических

соединений с сильно различающимися свойствами. Соединения этого класса составляют около 80 % сухой массы растений и около 10 % фруктово-ягодных соков. Среди углеводов решающими вкусовыми свойствами обладают моносахариды (глюкоза и фруктоза) и дисахарид – сахароза. Причем, эти соединения вносят различный вклад в создание ощущения сладости. Если принять сладость сахарозы равной 100 %, то сладость глюкозы равна 74 %, сладость фруктозы – 173 % [17].

Таким образом, учитывая содержание основных кислот и сахаров в фруктово-ягодной продукции, можно предсказывать основные вкусовые свойства такой продукции. Полученные результаты исследования фруктово-ягодного сырья по содержанию кислот и сахаров приведены в таблицах 4–6.

Результаты исследования (табл. 4) позволили установить сорта яблок белорусской селекции с высоким содержанием сахаров: «Память Коваленко», «Красавита» и «Дыямент». Данные сорта способны

Таблица 5 – Содержание органических кислот и сахаров в грушах различных сортов

Table 5 – Content of organic acids and sugars in various pear varieties

Наименование сорта груш	Массовая концентрация кислот, г/кг						Массовая концентрация сахаров, г/кг		
	щавеле- вой	винной	яблочной	уксус- ной	лимон- ной	янтар- ной	фруктозы	глюкозы	сахарозы
«Памяти Яковлева»	0,15	0,310	2,17	–	0,25	0,076	34,1	12,1	28,6
«Десертная росошанская»	0,06	–	0,32	–	0,58	0,028	47,8	9,1	24,5
«Белорусская поздняя»	0,07	0,022	0,55	–	0,43	0,037	19,63	10,79	13,14
«Пеппи»	0,19	0,110	0,99	–	0,22	0,095	38,7	12,9	13,1
«Просто Мария»	0,10	0,092	0,30	–	0,23	0,041	45,4	7,6	18,8
«Памяти Мичурина»	0,22	0,062	1,46	0,068	0,36	0,083	52,2	2,48	13,6
«Высоцкого»	0,18	0,023	0,80	0,073	0,18	0,093	41,52	3,85	12,63
«Золотоворотская»	0,20	0,220	3,12	0,064	2,82	0,069	63,59	16,6	3,78
«Память Жегалова»	0,18	0,065	2,08	0,068	0,23	1,31	44,2	3,03	7,6
«Выставочная»	0,22	0,052	0,97	0,050	0,22	0,095	73,27	11,08	3,54

Таблица 6 – Содержание органических кислот и сахаров в землянике садовой различных сортов

Table 6 – Content of organic acids and sugars in different strawberry varieties

Наименование сорта земляники садовой	Массовая концентрация кислот, г/кг					Массовая концентрация сахаров, г/кг		
	щавелевой	винной	яблочной	уксусной	лимонной	глюкозы	фруктозы	сахарозы
«Дукат»	0,20	0,05	1,70	0,11	5,46	5,02	45,16	3,12
«Альфа»	0,10	0,02	6,21	–	6,64	15,49	30,65	10,82
«Красный берег»	0,27	–	4,07	–	4,79	15,56	33,68	4,54
«Вими Занга»	0,36	0,04	2,24	0,11	6,06	15,92	32,47	9,71
«Зенга-Зенгана»	0,41	0,04	4,87	0,34	5,52	13,83	28,45	7,03
«Кокинская ранняя»	0,35	0,05	1,18	0,16	3,32	13,28	27,66	2,88

накапливать более 10 % сахаров даже в нестабильных погодных условиях умеренно-континентального климата со средней летней температурой, не превышающей 18 °С. Сорта яблок «Чаровница», «Белана» и «Зорка» обладают низкой кислотностью и могут быть рекомендованы в качестве сырья для производства соковой продукции для питания детей. Особое внимание заслуживает сорт яблок «Красавита», содержащий максимальную концентрацию янтарной кислоты 0,27 г/кг. Это в 3 раза превышает среднестатистическое содержание в белорусских яблоках.

Анализ содержания органических кислот и сахаров (табл. 5) в различных сортах груш показал, что все исследованные сорта груш отличаются не высоким содержанием сахаров (в среднем, не более 7 %) и низкой концентрацией органических кислот (в среднем, по сортам, не более 0,3 %). Это делает их благоприятным сырьем для создания продуктов для питания детей. Установлено, что в грушах сорта «Десертная росошанская» преобладающей кислотой является лимонная, в отличие от остальных исследуемых сортов, в которых преобладает яблочная кислота.

Так, среднее содержание кислот для земляники садовой составляет 9,1 г/кг, преобладающей кислотой является лимонная. Среднее содержание сахаров – 52,5 г/кг. Установлено, что белорусская клубника содержит меньше сахара, чем приведено в базах данных.

Вкус фруктов во многом определяется отношением сахара к кислоте. По содержанию кислоты сорта могут различаться в 10 и более раз. В связи с этим именно содержание кислоты в плодах в большой степени определяет сахарокислотный индекс и вкус плодов. Наибольшую гармоничность вкуса имеют, как правило, плоды при сахарокислотном индексе равном 15–25 (рис. 1, 2).

Наиболее гармоничным вкусом обладают сорта яблок – «Белана», «Дьямент», «Зорка», «Чаровница», груш – «Памяти Яковлева». Земляника садовая белорусской селекции, к сожалению, отличается низким значением сахаро-кислотного индекса, не превышающего значение 6,2.

Большое влияние на вкусовые качества фруктово-ягодной продукции играют катехины, которые являются представителями группы олигомерных и полимерных соединений – танинов придающих терпкость. Преобладающими соединениями во всех

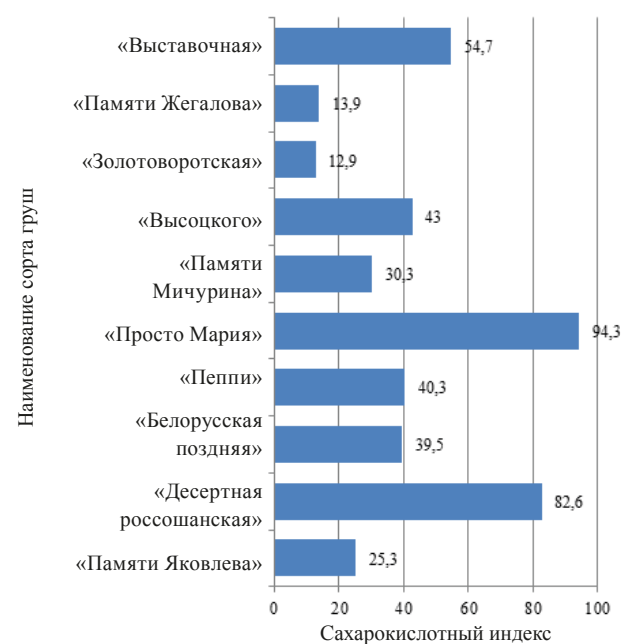
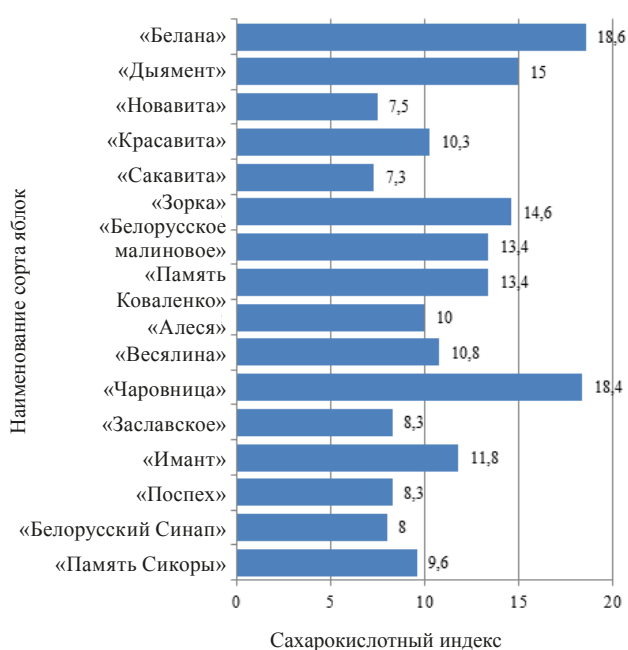


Рисунок 1 – Сахарокислотный индекс яблок и груш различных сортов

Figure 1 – Sugar acid index in various varieties of apples and pears



Рисунок 2 – Сахарокислотный индекс земляники садовой различных сортов

Figure 2 – Sugar acid index in different strawberry varieties

образцах фруктов и ягод являются катехин и эпикатехин [18–20].

Ощущение терпкости усиливается кислотностью и смягчается сладостью. Поэтому количественная оценка содержания катехинов представляет возможность оценивать такую составляющую вкуса продукции, как ее терпкость. Результаты содержания катехинов в свежих яблоках и грушах различных сортов белорусской селекции представлены в таблице 7.

В целом, катехины являются наиболее представительной группой полифенольных соединений. Преобладающими соединениями во всех образцах фруктов и ягод являются катехин и эпикатехин.

В яблоках отмечено значительное количество катехинов, примерно 2 и 6 мг/100г соответственно катехина и эпикатехина.

Катехины содержатся не только в кожице плодов, но и в мякоти, что отличает эту группу полифенольных соединений от других флаваноидов, содержащихся во внешней оболочке. Поэтому в соковой и винодельческой продукции содержание этих соединений примерно такое же, как и в экстрактах соответствующих фруктов и ягод. Эти соединения могут быть использованы как маркеры качества продукции. Высокое содержание катехинов коррелирует с содержанием танинов и соответственно с вяжущим вкусом фруктов и ягод.

Кроме кислотно-сахарного состава и количественного содержания катехинов, на органолептические свойства соковой и винодельческой продукции большое влияние оказывает содержание в ней таких классов соединений, как фенольные кислоты, флаванолы и антоцианины. Соединения этих классов в натуральных продуктах (фруктово-ягодном сырье и свежеприготовленных соках) существуют в химически связанной форме с различными сахарными остатками (моно-, ди- и полисахаридами), благодаря чему, в не переработанных продуктах, существует большое многообразие их форм (табл. 8).

Таблица 7 – Содержание катехинов в яблоках и грушах различных сортов

Table 7 – Content of catechins in various varieties of apples and pears

Наименование сорта	Содержание катехинов, мг/100г				
	Галлокатехин	Катехин	Эпикатехин	Эпигаллокатехин галлат	Эпикатехин галлат
Груши					
«Памяти Яковлева»	–	0,02	0,12	–	–
«Десертная россосанская»	0,04	0	0,01	–	–
«Белорусская поздняя»	0,04	0,01	0,01	–	–
«Пеппи»	–	0,02	0,02	0,08	–
«Просто Мария»	–	0,02	0,06	–	–
«Памяти Мичурина»	–	0,03	0,1	–	–
«Высоцкого»	–	0,02	0,02	–	–
«Золотоворотская»	0,04	0,05	0,34	–	–
«Памяти Жегалова»	–	0,05	0,5	–	–
«Выставочная»	–	0,01	0,01	–	0,06
Яблоки					
«Память Сикоры»	0,03	0,42	1,28	–	–
«Белорусский Синап»	0,04	0,32	1,75	–	–
«Поспех»	0,04	0,65	1,97	0,06	–
«Имант»	0,04	1,32	2,51	–	–
«Заславское»	0,03	1,55	2,05	–	0,05
«Чаровница»	0,04	1,24	0,85	0,08	–
«Веселина»	0,04	1,13	2,30	0,09	0,06
«Алеся»	0,03	0,88	2,15	–	0,05
«Память Коваленко»	0,04	0,77	1,72	–	–
«Белорусское малиновое»	–	1,24	2,15	–	0,06
«Зорка»	0,02	0,44	0,79	–	–
«Сакавита»	–	0,91	2,96	–	–
«Красавита»	0,04	0,62	2,56	–	–
«Новавита»	–	1,12	1,51	0,04	0,06
«Дьямент»	–	0,55	3,67	–	–
«Белана»	–	0,47	1,95	–	–

Таблица 8 – Полифенольный состав плодов яблок различных сортов

Table 8 – Polyphenolic composition of various apple varieties

Молекулярный ион в МС спектре m/z	Содержание в мг/100г				Предполагаемые соединения
	сорт Новавита	сорт Дьямент	сорт Сакавита	сорт Белана	
865	–	–	–	–	Проантоцианидин С1
577	12,4	1,14	10,13	5,34	Проантоцианидин В1
865	–	–	–	–	Проантоцианидин С2
577	37,1	7,89	31,04	20,46	Проантоцианидин В2
577	6,64	0,85	3,74	–	Проантоцианидин В3
577	3,3	0,69	4,74	–	Проантоцианидин В4
289	3,27	0,35	2,98	0,67	Катехин
325	1,22	1,2	0,6	0,6	Кофеил-глюкозид
353	18,2	5,79	15,77	12,8	5-Кофеилхинная к-та
865	–	–	–	–	Проантоцианидин С3
289	10,4	3,23	–	4,48	Эпикатехин
337	9,75	0,42	5,01	0,62	Кумароилхинная к-та
337	0,61	0,25	0,4	0,22	Кумароилхинная к-та
483	–	–	3,21	0,5	Производное галлокатехина
567	18,1	3,66	13,47	38,12	Флоретин-глюкоарабинозид
463	–	0,4	0,3	4,1	Кверцетин-3-галактозид
481, 435	5,9	1,76	3,9	15,2	Флоретин-глюкозид (аддукт с HCOOH)
463	0,53	0,04	0,09	–	Кверцетин-3-глюкозид
433	0,13	0,04	0,08	0,29	Кверцетин-3-арабинозид
433	0,25	0,04	0,18	0,49	Кверцетин-3-ксилозид
447	1,42	0,24	0,86	1,33	Кверцетин-3-рамнозид
429	1,22	–	0,04	0,7	Не идентифицировано

Анализ хроматограмм экстрактов разных сортов яблок свидетельствует о том, что имеется определенная зависимость относительных содержаний полифенольных соединений от сортовой принадлежности (табл. 8). Хлорогеновые кислоты во всех образцах составляют от 72 до 82 % от суммы всех пиков, которые придают обычно вяжущий вкус фруктам и продукции из них. Гликозиды флавонолов составляют небольшую часть. Однако соотношение разных гликозидов является примерно постоянным и может быть использовано как критерий

подлинности яблочной продукции.

Яблоки сортов «Белана» и «Новавита» отличаются от других сортов повышенным содержанием производного флоретина – предположительно флоретин-глюкоарабинозида.

В таблице 9 представлены результаты идентификации и оценки содержания основных компонентов, обнаруженных в свежих грушах. Большинство идентифицированных компонентов относятся к четырем группам соединений: флаванолам, гликозидам фенольных кислот, хлорогеновым кислотам и гли-

Таблица 9 – Компонентный состав плодов груш различных сортов

Table 9 – Component composition of various pear varieties

Молекулярный ион в МС спектре m/z	Содержание в мг/100г					Предполагаемые соединения
	«Выставочная»	«Белорусская поздняя»	«Десертная росошанская»	«Золото-во-роцкого»	«Высоцкого»	
359	0,8	0,7	0,2	–	0,3	Гликозид сиреневой кислоты
371	0,5	0,3	0,8	0,3	0,8	Гликозид п-кумаровой кислоты
577	1,5	–	–	1,2	–	Проантоцианидин В2
515	0,06	0,2	0,14	0,07	0,15	Дикофеоилхинная кислота
353	2,1	6,0	3,7	11,2	10,3	5-кофеилхинная кислота
353	0,1	0,18	0,02	0,08	0,06	4-кофеилхинная кислота
337	0,13	0,07	0,01	0,25	0,09	п-кумароилхинная кислота
337	0,11	0,12	0,13	0,1	0,2	п-кумароилхинная кислота
359	0,1	0,1	0,04	0,02	–	Гликозид сиреневой кислоты
609	0,13	0,5	0,27	0,83	0,43	Рутин
549	0,04	0,1	0,15	1,02	0,4	Ацетат кверцетина
623	0,61	0,2	0,32	0,22	0,33	Изорамнезид-рутинозида
623	0,38	0,24	0,24	0,11	–	Изорамнезид-рутинозида

Таблица 10 – Полифенольный состав ягод садовой земляники различных сортов

Table 10 – Polyphenolic composition of various strawberry varieties

Молекулярный ион в МС спектре m/z	Содержание в мг/100г						Предполагаемые соединения
	«Дукат»	«Альфа»	«Красный берег»	«Вими Занга»	«Зенга-Зенгана»	«Кокинская ранняя»	
433	22,7	17,2	19,6	20,4	19,4	15,8	Пеларгонидин-3-глюкозид
579	–	–	0,2	0,4	0,3	0,4	Пеларгонидин-3-рутинозид
495	12,6	2,3	11,6	10,4	11,5	2,1	Цианидин-3-глюкозид
	2,2	1,6	2,3	1,9	2,0	1,3	Пеонидин-глюкозид
	1,9	2,0	2,1	2,3	1,8	1,6	Мальвидин-3-арабинозид

козидам флавонолов. К флаванолам относится проантоцианин В2 и катехины.

Из фенольных кислот найдены глюкозиды силеновой и п-кумаровой кислот, последняя образует комплекс с муравьиной кислотой. Свободных фенольных кислот не обнаружено. Наиболее многочисленную группу составляют хлорогеновые кислоты, которые являются простейшими представителями полимерных соединений – лигнинов. К хлорогеновым кислотам относятся 5-кофеилхиновая кислота, 4-кофеилхиновая кислота, два изомера п-кумароилхиновой кислоты и дикофеилхиновая кислота. Из хлорогеновых кислот в наибольшем количестве содержится 5-кофеилхиновая кислота в грушах сорта «Золотовороцкая» (11,2 мг/100 г). Из флавонолов обнаружены 4 соединения, рутин, ацетат кверцетина – глюкозида и два изомера изорамнетидин-рутинозида. Количество флавонольных глюкозидов – менее 1 мг/100 г. Однако эти соединения могут использоваться как характеристические признаки грушевого сока.

В землянике садовой разных сортов были идентифицированы пеларгонидин-3-глюкозид и пеларгонидин-3-рутинозид, а также обнаружены еще пики трех производных пеларгонидина (табл. 10). Все образцы в качестве характеристического содержали пеларгонидин-3-глюкозид в наибольшем количестве.

Выводы

Таким образом, было установлено:

1. Аромат свежих плодов и ягод обусловлен сложными эфирами и альдегидами. Все исследованные сорта содержали большое количество таких эфиров как гексилгексаноат, бутилбутаноат, гексилбутаноат, гексилacetат и 2-метилгексилбутаноат. При этом в аромате яблок сортов «Чаровница», «Заславское», «Белорусский Синап», «Память Сикоры» и «Грушевое» преобладает гексилacetат, а для яблок сортов «Алеся», «Белана», «Красавита» аромат обусловлен такими эфирами как бутилбутаноат, гексилбутаноат.

В образцах свежих груш ароматобразующие эфиры были представлены в основном гексилacetатом и бутилacetатом. Груши, подвергнутые дозреванию, содержали характерные только для груш эфиры ненасыщенных кислот, придающие характерный грушевый аромат – метил-2,4-декадиеноат и два изомера (цис-, транс-) этил-2,4-декадиеноата.

Все образцы земляники садовой содержали линалоол, который придает цветочный оттенок аромата. Его количество, в зависимости от сорта, отличалось в несколько раз: от 0,4 % (сорт «Русиш») до 4,53 % (сорт «Альфа»).

2. Сорта яблок «Память Коваленко», «Красавита» и «Дьямент» отличались высоким содержанием сахаров (более 10 %). Низкая кислотность установлена в сортах яблок «Чаровница», «Белана» и «Зорка», поэтому они могут быть рекомендованы для производства соковой продукции для питания детей.

Все исследованные сорта груш отличались содержанием сахаров (около 7 %) и низкой концентрацией органических кислот (не более 0,3 %). Это делает их пригодными для создания продуктов для питания детей.

Среднее содержание кислот для земляники садовой составляло 9,1 г/кг, при этом преобладающей кислотой является лимонная. Установлено, что белорусская клубника содержит меньше сахара, чем привезено в базах данных, – 52,5 г/кг.

3. Важной характеристикой вкуса плодов и ягод является сахарокислотный индекс (отношение содержания сахаров к кислотам). Наибольшую гармоничность вкуса имеют плоды при сахарокислотном индексе равном 15–25.

Наиболее гармоничным вкусом обладали сорта яблок: «Белана», «Дьямент», «Зорка», «Чаровница» и груш – «Памяти Яковлева». Земляника садовая белорусской селекции, к сожалению, отличается низким значением сахарокислотного индекса, не превышающий 6,2.

4. На вкусовые качества фруктово-ягодной продукции большое влияние оказывают танины, придающие терпкость. При этом преобладающими соединениями во всех образцах фруктов и ягод являются катехин и эпикатехин. Ощущение терпкости усиливается кислотностью и смягчается сладостью. Поэтому количественная оценка содержания катехинов представляет возможность оценивать такую составляющую вкуса продукции, как ее терпкость.

Установлена определенная зависимость относительных содержаний полифенольных соединений от сортовой принадлежности. Хлорогеновые кислоты во всех образцах составляли от 72 до 82 % от суммы всех полифенолов, которые придавали вяжущий вкус фруктам. Отмеченное небольшое содержание гликозидов флавонолов. Однако соотношение различных гликозидов является примерно постоянным

и может быть использовано как критерий подлинности яблочной продукции.

В образцах свежих груш основные компоненты полифенолов относятся к четырем группам соединений: флаванолам, гликозидам фенольных кислот, хлорогеновым кислотам и гликозидам флавонолов. К флаванолам относится проантоцианин B₂ и катехины. Из хлорогеновых кислот в наибольшем количестве содержится 5-кофеилхинная кислота в грушах сорта «Золотовороцкая» (11,2 мг/100 г). Из флавонолов обнаружены 4 соединения: рутин (Que-rut), ацетат кверцетин – глюкозида (Que-gluAc) и два изомера изорамнезид-рутинозида (Iram-rut). Количество флавонольных глюкозидов – менее 1 мг/100 г, однако, эти соединения могут использоваться как характеристические признаки грушевого сока.

В землянике садовой разных сортов были идентифицированы пеларгонидин-3-глюкозид и пеларгонидин-3-рутинозид, цианидин-3-глюкозид, пеонидин-глюкозид, мальвидин-3-арабинозид. Все образцы садовой земляники в наибольшем количестве содержали пеларгонидин-3-глюкозид.

Получены современные данные о компонентном составе 18 сортов яблок, 12 сортов груш и 6 сортов садовой земляники белорусской селекции, которые могут служить маркером подлинности, полученной из них, продукции, позволяющим проводить идентификацию готовой продукции путем сравнения с имеющейся базой данных основных качественных показателей и компонентного состава сырья.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Список литературы

1. Росляков, Ю. Ф. Теоретические основы формирования вкусовых ощущений при употреблении пищевых продуктов / Ю. Ф. Росляков, И. М. Почицкая, В. В. Литвяк // Известия ВУЗОВ. Пищевая технология. – 2016. – Т. 352, № 4. – С. 109–115.
2. Жаркова, И. М. Исследование запаха хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, приготовленного на разных заквасках и подкислителе / И. М. Жаркова, Т. А. Кучменко, Ю. Ф. Росляков // Хлебопродукты. – 2015. – № 8. – С. 47–49.
3. Putting primary metabolism into perspective to obtain better fruits / B. Beauvoit, I. Belouah, N. Bertin [et al.] // Annals of Botany. – 2018. – Vol. 122, № 4. – P. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcy057>.
4. Sweet taste in apple: the role of sorbitol, individual sugars, organic acids and volatile compounds / E. Aprea, M. Charles, I. Endrizzi [et al.] // Journal of Hygienic Engineering and Design. – 2017. – Vol. 7. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep44950>.
5. Variation in Organic Acid, Sugar and Phenolic Compounds in Fruits of Historical Apple Cultivars / F. Celik, M. Gundogdu, S. Ercisli [et al.] // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 2018. – Vol. 46, № 2. – P. 622–629. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha4621160>.
6. Determination of Predominant Organic Acid Components in *Malus* Species: Correlation with Apple Domestication / B. Ma, Y. Yuan, M. Gao [et al.] // Metabolites. – 2018. – Vol. 8, № 4. DOI: <https://doi.org/10.3390/metabo8040074>.
7. Characteristics of organic acids in the fruit of different pear species // S. Sha, J. Li, J. Wu [et al.] // African Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 6, № 10. – P. 2403–2410.
8. Phenolic compounds profile, carbohydrates and external fruit quality of the ‘Concorde’ pear (*Pyrus communis* L.) after bagging / M. Hudina, F. Stampar, P. Orazem [et al.] // Canadian Journal of Plant Science. – 2012. – Vol. 92, № 1. – P. 67–75. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps2011-095>.
9. Hudina, M. Sugars and organic acids contents of European (*Pyrus Communis* L.) and Asian (*Pyrus Serotina* REHD.) pear cultivars / M. Hudina, F. Stampar // Acta Alimentaria. – 2000. – Vol. 29, № 3. – P. 217–230. DOI: <https://doi.org/10.1556/AAlim.29.2000.3.2>.
10. Sugars and acids of strawberry varieties / H. Kallio, M. Hakala, A.-M. Pelkkikangas [et al.] // European Food Research and Technology. – 2000. – Vol. 212, № 1. – P. 81–85. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002170000244>.
11. The flavor and nutritional characteristic of four strawberry varieties cultured in soilless system / L. Liu, M.-L. Ji, M. Chen [et al.] // Food Science and Nutrition. – 2016. – Vol. 4, № 6. – P. 858–868. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.346>.
12. Уланова, И. Г. Исследование потребительских свойств и биологической ценности плодов, ягод и продукции их переработки (на примере Центрально-Черноземной зоны РФ): автореф дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Уланова Ирина Германовна. – СПб, 2001. – 149 с.
13. МВИ. МН 2843-2008. Определение содержания органических кислот в плодовых винах и виноматериалах. – Минск : Белорусский государственный институт метрологии, 2008 – 15с.
14. МВИ. МН 2842-2008. Определение содержания фруктозы, глюкозы, сахарозы в плодовых винах и виноматериалах. – Минск : Белорусский государственный институт метрологии, 2008 – 10с.
15. ГОСТ 32709-2014. Продукция соковая. Методы определения антоцианинов. – М. : Стандартинформ, 2016. – 20 с.
16. Панасюк, А. Л. Изменение содержания органических кислот при производстве плодовых напитков и вин / А. Л. Панасюк, Е. И. Кузьмина, О. С. Егорова // Пиво и напитки. – 2014. – № 2 – С. 36–38.
17. Справочник химика. М. – Л. : Химия, 1968. – 973 с.
18. Bernatoniene, J. The Role of Catechins in Cellular Responses to Oxidative Stress / J. Bernatoniene, D. M. Kopustinskiene // Molecules. – 2018. – Vol. 23, № 4. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23040965>.

19. A Comparative Study of Phenolic Content in Apple Fruits / L. Mindaugas, D. Kviklys, P. Viskelis [et al.] // International Journal of Food Properties. – 2015. – Vol. 18, № 5. – P. 945–953. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.911311>.
20. Arts, I. C. W. Catechin Contents of Foods Commonly Consumed in the Netherlands. 1. Fruits, Vegetables, Staple Foods, and Processed Foods / I. C. W. Arts, B. van de Putte, P. C. H. Hollman // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2000. – Vol. 48, № 5. – P. 1746–1751. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf000025h>.

References

1. Roslyakov YuF, Pochitskaya IM, Litvyak VV. Theoretical bases of formation of taste sensations in the use of food. News of Institutes of higher education. Food Technology. 2016;352(4):109–115. (In Russ.).
2. Zharkova IM, Kuchmenko TA, Roslyakov YuF. Research of a smell of the bread from mix of rye and wheat flour made on different ferments and acidifiers. Bread products. 2015;(8):47–49. (In Russ.).
3. Beauvoit B, Belouah I, Bertin N, Cakpo CB, Colombié S, Dai Z, et al. Putting primary metabolism into perspective to obtain better fruits. Annals of Botany. 2018;122(4):1–21. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcy057>.
4. Aprea E, Charles M, Endrizzi I, Laura Corollaro M, Betta E, Biasioli F, et al. Sweet taste in apple: the role of sorbitol, individual sugars, organic acids and volatile compounds. Journal of Hygienic Engineering and Design. 2017;7. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep44950>.
5. Celik F, Gundogdu M, Ercisli S, Kaki B, Berk S, Ilhan G, et al. Variation in Organic Acid, Sugar and Phenolic Compounds in Fruits of Historical Apple Cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2018;46(2):622–629. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha46211160>.
6. Ma B, Yuan Y, Gao M, Li C, Ogutu C, Li M, et al. Determination of Predominant Organic Acid Components in *Malus* Species: Correlation with Apple Domestication. Metabolites. 2018;8(4). DOI: <https://doi.org/10.3390/metabo8040074>.
7. Sha S, Li J, Wu J, Zhang S. Characteristics of organic acids in the fruit of different pear species. African Journal of Agricultural Research. 2011;6(10):2403–2410.
8. Hudina M, Stampar F, Orazem P, Petkovsek MM, Veberic R. Phenolic compounds profile, carbohydrates and external fruit quality of the ‘Concorde’ pear (*Pyrus communis* L.) after bagging. Canadian Journal of Plant Science. 2012;92(1):67–75. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps2011-095>.
9. Hudina M, Stampar F. Sugars and organic acids contents of European (*Pyrus Communis* L.) and Asian (*Pyrus Serotina* REHD.) pear cultivars. Acta Alimentaria. 2000;29(3):217–230. DOI: <https://doi.org/10.1556/AALim.29.2000.3.2>.
10. Kallio H, Hakala M, Pelkkikangas A-M, Lapveteläinen A. Sugars and acids of strawberry varieties. European Food Research and Technology. 2000;212(1):81–85. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002170000244>.
11. Liu L, Ji M-L, Chen M, Sun M-Y, Fu X-L, Li L, et al. The flavor and nutritional characteristic of four strawberry varieties cultured in soilless system. Food Science and Nutrition. 2016;4(6):858–868. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.346>.
12. Ulanova IG. Issledovanie potrebitel'skikh svoystv i biologicheskoy tsennosti plodov, yagod i pro-duktsii ikh pererabotki (na primere Tsentral'no-Chernozemnoy zony RF) [Consumer properties and biological value of fruits, berries, and products of their processing (a case study of the Central Chernozom zone of the Russian Federation)]. Cand. eng. sci. diss. St. Petersburg: St. Petersburg University of Trade and Economics; 2001. 149 p.
13. MVI. MN 2843-2008. Opređenje soderzhaniya organicheskikh kislot v plodovykh vinakh i vinomaterialakh [MP 2843-2008. Determination of the content of organic acids in fruit wines and wine materials]. Minsk: Belarusian State Institute of Metrology; 2008. 15 p.
14. MVI. MN 2842-2008. Opređenje soderzhaniya fruktozy, glyukozy, sakharozy v plodovykh vinakh i vinomaterialakh [MP 2842-2008. Determination of fructose, glucose, and sucrose in fruit wines and wine materials]. Minsk: Belarusian State Institute of Metrology; 2008. 10 p.
15. State Standard 32709-2014. Juice products. Methods for determination of Anthocyanins. Moscow: Standartinform; 2016. 20 p.
16. Panasyuk AL, Kuzmina EI, Egorova OS. Change Organic Acid Content of Various Fruit Raw Material for Producing Beverages and Wines. Beer and beverages. 2014;(2):36–38. (In Russ.).
17. Spravochnik khimika [Manual in chemistry]. Moscow – Leningrad: Khimiya; 1968. 973 p. (In Russ.).
18. Bernatoniene J, Kopustinskiene DM. The Role of Catechins in Cellular Responses to Oxidative Stress. Molecules. 2018;23(4). DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23040965>.
19. Mindaugas L, Kviklys D, Viskelis P, Raudonis R, Janulis V. A Comparative Study of Phenolic Content in Apple Fruits. International Journal of Food Properties. 2015;18(5):945–953. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.911311>.
20. Arts ICW, van de Putte B, Hollman CH. Catechin Contents of Foods Commonly Consumed in the Netherlands. 1. Fruits, Vegetables, Staple Foods, and Processed Foods. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2000;48(5):1746–1751. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf000025h>.

Почицкая Ирина Михайловна

канд. сельхоз. наук, начальник республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29, тел.: +375-17-294-36-04, e-mail: pochitskaja@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5347-6676>

Росляков Юрий Федорович

д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры техники и технологии хлебопродуктов, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2, тел.: + 7 (861) 255-15-98, e-mail: lizaveta_ros@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1431-4804>

Комарова Наталья Викторовна

канд. техн. наук, заведующая лабораторией физико-химических исследований, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29, тел.: +375-17-294-12-65, e-mail: aleko-2006@tut.by

 <https://orcid.org/0000-0002-8281-7975>

Рослик Валентина Лолиевна

заведующая лабораторией хроматографических исследований, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29, тел.: +375-17-294-72-97, e-mail: valentina.roslik@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7012-9617>

Irina M. Pochitskaya

Cand.Sci.(Agr.), Head of Republican Control and Testing Complex on Quality and Food Safety, The Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, 29, Kozlov Str., Minsk, 220037, Republic of Belarus, phone: +375-17-294-36-04, e-mail: pochitskaja@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5347-6676>


Yury F. Roslyakov

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Technology and Bread Products, Kuban State Technological University, 2, Moscow Str., Krasnodar, 350072, Russia, phone: + 7 (861) 255-15-98, e-mail: lizaveta_ros@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1431-4804>

Natallia V. Komarova

Cand.Sci.(Eng.), Head of the Laboratory of Physical and Chemical Research, The Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, 29, Kozlov Str., Minsk, 220037, Republic of Belarus, phone: +375-17-294-12-65, e-mail: aleko-2006@tut.by

 <https://orcid.org/0000-0002-8281-7975>

Valentina L. Roslik

Head of the Laboratory of Chromatographic Research, The Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, 29, Kozlov Str., Minsk, 220037, Republic of Belarus, phone: +375-17-294-72-97, e-mail: valentina.roslik@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7012-9617>