

Алёна Владимировна Василевская¹, Наталья Юрьевна Колбас²

¹преподаватель-стажер каф. биологических и химических технологий

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

²канд. биол. наук, доц., доц. каф. биологических и химических технологий

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина,

ст. науч. сотрудник Полесского аграрно-экологического института

Национальной академии наук Беларуси

Aliona Vasileuskaya¹, Natallia Kolbas²

¹Trainee Teacher of the Department of Biological and Chemical Technologies

of Brest State A. S. Pushkin University

²Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of Biological and Chemical Technologies

of Brest State A. S. Pushkin University,

Senior Researcher of Polesie Agrarian Ecological Institute

of National Academy of Sciences of Belarus

e-mail: ¹alyonakhovrekova@gmail.com; ²n.kolbas@gmail.com

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПЕЛОСТИ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ПЛОДОВ VITIS L., КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В Г. БРЕСТЕ

Представлены результаты двухлетних исследований содержания растворимых сахаров, титруемой кислотности, индекса спелости, содержания фенольных соединений и антиоксидантной активности сока плодов *Vitis* семи сортов (Альфа, Минский розовый, Сен Пепин, Валерия, Дарья, Рудик и Сенатор Бурдака), культивируемых в условиях г. Бреста. Индекс спелости плодов составил 15,03 – 23,76 относительных единиц и был наибольшим у столового сорта Валерия. Содержание фенольных соединений составило 448,36 – 942,92 мг галловой кислоты на литр сока, антиоксидантной активности (метод ABTS) – 27,1 – 59,9 ммоль тролокс-эквивалент на литр сока. Наибольшие значения были у сортов Сен Пепин и Рудик. Даны рекомендации по практическому использованию полученных результатов.

Ключевые слова: *Vitis*, антиоксидантная активность, сахарокислотный индекс, сорта, фенольные соединения.

Biochemical Parameters of Ripeness and Antioxidant Activity of Vitis L. Fruits Cultivated in Brest

The article presents the results of two-year studies of the content of soluble sugars, titrated acidity, ripeness index, content of phenolic compounds (PS) and antioxidant activity (AOA) of the juice of *Vitis* fruits of seven varieties: Alpha, Minskiy rozovyy, Saint Pepin, Valeria, Daria, Rudik and Senator Burdaka cultivated in Brest. The fruit maturity index was 15,03 – 23,76 relative units and was the highest in the Valeria table variety. The PS content was 448,36 – 942,92 mg of gallic acid per liter of juice, AOA (ABTS method) – 27,1 – 59,9 mmol of trolox equivalent per liter of juice. The highest values were for Saint Pepin and Rudic varieties. Recommendations on the practical use of the obtained results are given.

Key words: *Vitis*, antioxidant activity, maturity index, phenolic compounds, varieties.

Введение

Виноград (*Vitis* L.) – одно из древнейших окультуренных человеком растений. В настоящее время общая площадь виноградников в мире составляет более 10 млн га. Они расположены главным образом в странах южной и западной Европы (Испания, Франция, Италия, Греция, Болгария, Германия, Грузия, Армения), Азии (Турция, Иран), Африки (Алжир, ЮАР), Америки (США, Аргентина, Чили).

Научное сортоизучение винограда в Беларуси началось с 1935 г. в Центральном ботаническом саду Академии наук БССР и продолжается до сих пор. В настоящее время сотрудниками РУП «Институт плодоводства» создана ампелографическая коллек-

ция, включающая более 490 сортообразцов [1; 2]; из них 17 сортов внесены в Государственный реестр [3]. Все сорта винограда, включенные в Реестр, рекомендованы для выращивания в Брестской области, что обусловлено в первую очередь климатическими особенностями региона.

Климат г. Бреста, как и всей Республики Беларусь, – умеренно континентальный, сопровождается мягкой зимой и умеренно теплым летом. Средняя температура января составляет $-2,6^{\circ}\text{C}$, июля – $+19,3^{\circ}\text{C}$, среднегодовая – $+8,2^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура самого теплого месяца (июля) – $+19,3^{\circ}\text{C}$. Протяженность теплого периода в г. Бресте насчитывает 258–260 дней, а безморозного – 155–175 дней. Минимальная сумма активных температур, необходимая для нормального прохождения физиологических процессов и получения качественного урожая винограда, должна составлять 2200°C . Этот показатель для г. Бреста составляет $2400\text{--}2600^{\circ}\text{C}$, что позволяет большинству растений винограда не только нормально вегетировать, но и зимовать без укрытия [2].

Среднее годовое количество солнечных часов для г. Бреста составляет 1822, что достаточно для полного созревания ягод сортов винограда с коротким периодом вегетации (необходимый минимум – 1300). По этому показателю территория г. Бреста соответствует такому региону, как Токай (Венгрия, 1770 ч). Кроме того, климатические ресурсы виноградарства оценивают по величине гелиотермического индекса Брана: чем выше этот показатель, тем выше качество виноградной продукции. Так, на территории Франции средние величины индекса изменяются от 3 на севере до 6,7 на юге. При значении индекса менее 2,6 культивирование винограда считается нецелесообразным [4]. Согласно литературным данным, величина гелиотермического индекса юга Беларуси (в т. ч. и г. Бреста) составляет 4,5 [2].

По сроку созревания сорта винограда делятся на семь групп: сверхранние (от распускания почек до полной зрелости ягод проходит до 105 суток), очень ранние (106–115), ранние (116–125), раннесредние (126–130), средние (131–135), среднепоздние (136–140) и очень поздние (более 141 суток) [2; 4]. Вегетационный период в условиях г. Бреста длится в среднем 214 суток. С учетом климата и садопригодности территория Республики Беларусь разделена на три плодовых зоны; территория г. Бреста входит в южную западную зону [2].

В зависимости от дальнейшего использования винограда различают столовые, технические и универсальные сорта. Исходными видами для создания сортов являются не только *V. vinifera* L. (европейская группа), но и *V. amurensi* Rupr. (восточноазиатская группа), *V. labrusca* L., *V. riparia* Michx., *V. rotundifolia* Michx., *V. rupestris* Scheele. (американская группа), а также их гибриды. Американскую группу широко применяют в селекции холодостойких сортов винограда и используют в качестве подвоя [4].

Плоды винограда являются природным источником нутриентов и биологически активных веществ, одними из которых есть фенольные соединения (ФС). Экстрагируемые ФС содержатся в следующем соотношении: 10 % – в мезокарпии ягоды, 28–35 % – в экзокарпии, 60–70 % – в семенах. Содержание и состав ФС в винограде красных сортов отличается от их содержания в белых сортах. Так, ФС белого винограда представлены преимущественно эфирами кумаровой кислоты, катехинами и проантоцианидинами, а красных сортов – гидроксibenзойными и гидроксикоричными кислотами, проантоцианидинами, антоцианами и флавонолами [4; 5].

Разнообразие биологически активных веществ в биохимическом составе плодов обусловило широкое применение винограда и продуктов его переработки в медицине и фармакологии для лечения и профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы, атеросклероза, болезни Альцгеймера, различных типов рака, глаукомы и др. [5].

Необходимо отметить, что биохимический состав плодов винограда не только определен видом и сортом, но и зависит от климатических условий выращивания.

Цель исследования – оценка биохимических параметров спелости (сахарокислотный индекс и содержание ФС) плодов *Vitis*, выращенных в условиях г. Бреста, и определение антиоксидантной активности (АОА) их сока.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны семь сортов винограда: два технических (винных) (Альфа (*V. Labrusca* × *V. riparia*, включен в Государственный реестр [3]) и Сен Пепин (межвидовой гибрид, 37,5 % *V. vinifera* + 18,8 % *V. labrusca* + 26,6 % *V. rupestris* + 6,3 % *V. berlandieri* + 6,3 % *V. riparia* + 4,7 % *V. lincecumii*), один универсальный – Минский розовый (Металлический × смесь пыльцы гибридов, включен в Государственный реестр), четыре столовых – Валерия (Деметра × Ливия), Дарья (Кеша × Дружба), Рудик (Талисман × К-81) и Сенатор Бурдака (Талисман × Аркадия). Исследуемые сорта можно разделить на антоцианосодержащие (Валерия, Рудик, Альфа и Минский розовый), а также безантоциановые, или белые (Дарья, Сенатор Бурдака и Сен Пепин). Выбранные сорта винограда характеризуются хорошей вызреваемостью лозы в условиях г. Бреста, повышенной устойчивостью к грибным болезням (милдью, оидиуму), а также морозоустойчивостью [6].

Сбор плодов винограда осуществлялся в 2022 и 2023 гг. по достижении ими потребительской зрелости. В день сбора каждую гроздь взвешивали, определяли количество ягод, после сепарировали и получали виноградный сок, который далее анализировали. Пробоподготовку каждого из сортов проводили в трехкратной повторности. Определение общего содержания растворимых сахаров (ОСРС) проводили рефрактометрическим методом согласно [7] с применением рефрактометра (ИРФ-454Б, РФ) и выражали в Брикс с учетом температурных поправок. Титруемую кислотность (ТК) определяли согласно [8] под контролем рН-метра (СТ-6021А, Китай); результаты выражали в граммах винной кислоты на литр сока (г ВК/л). Сахарокислотный индекс рассчитывали как отношение показателей ОСРС к ТК [9]. Общее содержание ФС определяли методом микроанализа, разработанного на основе классического метода Folin – Ciocalteu [10] с использованием спектрофотометра Proscan MC 122 (СООО «Проскан специальные инструменты», Республика Беларусь) при длине волны 765 нм. Общее количество ФС выражали в мг ГК в пересчете на один л сока (мг ГК/л).

АОА оценивали методом ABTS [11], который основан на блокировке антиоксидантами долгоживущего окрашенного катион-радикала 2,2'-азинобис(3-этил-2,3-дигидро-6-бензотиазолин)-сульфо кислоты. В качестве стандарта АОА использовали тролокс (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота) – водорастворимый аналог витамина Е. АОА исследуемых образцов выражали в миллимоль тролокс-эквивалента (ТЭ) на литр сока (ммоль ТЭ/л).

Все опыты выполнены в трехкратной повторности. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение

Значение сахарокислотного индекса находится в прямой зависимости от ОСРС и обратной от ТК. Анализ результатов показал, что значение ТК для исследуемых сортов варьировал от 0,61 до 1,07 г ВК/л (2022 г.) и от 0,7 до 1,06 г ВК/л (2023 г.) (таблица). ОСРС варьирует от 10,35 до 21,9 Брикс (2022 г.) и от 11,2 до 22,5 Брикс (2023 г.).

Для таких сортов, как Валерия, Рудик, Сенатор Бурдака и Сен Пепин, в 2023 г. отмечается снижение значения ТК в сравнении с полученными значениями в 2022 г. (в среднем на 5,4 %). Значение данного параметра для сорта Альфа в 2023 г. возрастает

на 13,8 % в сравнении с 2022 г., и также незначительный рост (на 2,5 %) отмечен для винограда сорта Дарья.

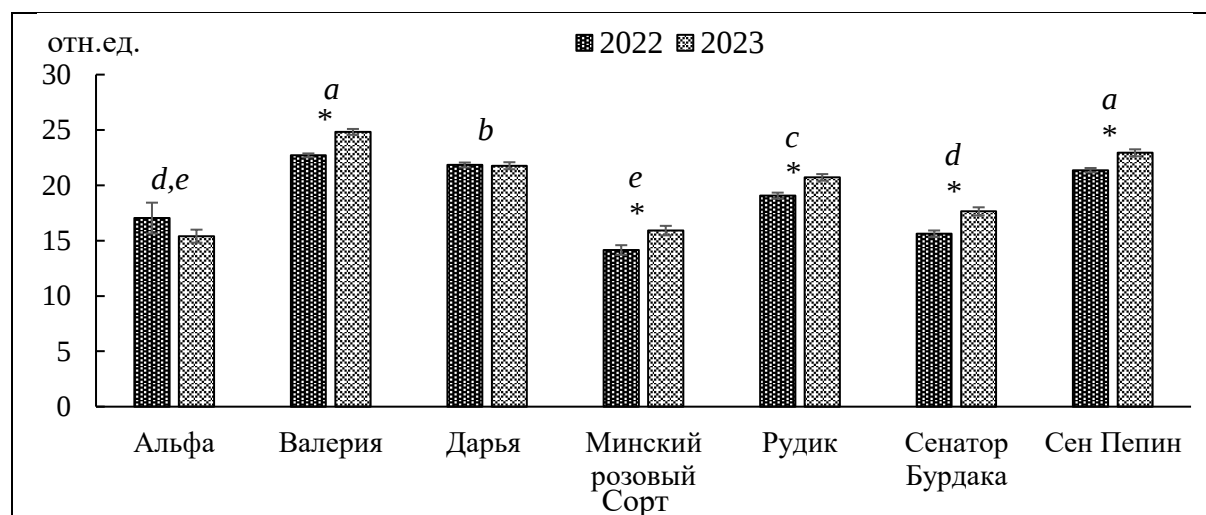
У сорта Минский розовый достоверного изменения значения ТК в годы исследования не выявлено. Для всех исследуемых сортов отмечается естественный рост ОСРС в 2023 г. по сравнению с значениями параметра в 2022 г.: для сорта Альфа показатель увеличился на 8,24 %, сорта Валерия – 4,2 %, сорта Дарья – 2,13 %, сорта Минский розовый – 5,53 %, сорта Рудик – 4,3 %, сорта Сенатор Бурдака – 4,5 %, сорта Сен Пепин – 2,7 %.

Таблица – Изменение титруемой кислотности (ТК) и общего содержания растворимых сахаров (ОСРС) для исследуемых сортов винограда по годам

Сорт	ТК, г ВК/л		ОСРС, Брикс	
	2022	2023	2022	2023
Альфа	0,61 ± 0,051	0,708 ± 0,009*	10,35 ± 0,09	11,2 ± 0,27*
Валерия	0,74 ± 0,007	0,705 ± 0,005*	16,8 ± 0,17	17,5 ± 0,23*
Дарья	0,86 ± 0,006	0,882 ± 0,007*	18,8 ± 0,18	19,2 ± 0,2*
Минский розовый	1,07 ± 0,035	1,06 ± 0,037	16,3 ± 0,12	17,17 ± 0,25*
Рудик	0,729 ± 0,006	0,7 ± 0,007*	13,9 ± 0,1	14,5 ± 0,16*
Сенатор Бурдака	0,845 ± 0,003	0,782 ± 0,009*	13,2 ± 0,13	13,8 ± 0,19*
Сен Пепин	1,025 ± 0,002	0,981 ± 0,005*	21,9 ± 0,16	22,5 ± 0,18*

Примечание – * – Различия достоверны по годам в пределах сорта (t-критерий, при уровне значимости $p < 0,05$).

Полученные результаты изменения показателя ТК и ОСРС предположительно связаны с ростом среднемесячной температуры в 2023 г. по сравнению с температурными показателями 2022 г.: для сентября 2023 г. (для климатического региона г. Бреста – это самый важный месяц для накопления сахаров ягодами винограда) отмечается рост среднемесячной температуры на 37,3 % по сравнению с 2022 г. Положительная динамика в снижении показателей ТК и увеличении ОСРС находит свое отражение в естественном росте значений сахарокислотного индекса (рисунок 1).



Примечание – Отн. ед. – относительные единицы; * – различия достоверны по годам в пределах сорта (t-критерий, при уровне значимости $p < 0,05$); a, b, c, d, e – статистические различия между сортами (средние по годам, Tukey-тест, при $p < 0,05$).

Рисунок 1 – Изменение сахарокислотного индекса исследуемых сортов Vitis по годам

Таким образом, с учетом средних значений данного параметра за два года исследований сорта можно ранжировать следующим образом: Валерия (23,76) > Сен Пеппин (22,15) > Дарья (21,8) > Рудик (19,89) > Сенатор Бурдака (16,63) $\approx$ Альфа (16,22) > Минский розовый (15,03). Статистически достоверные изменения сахарокислотного индекса отмечены для следующих сортов: Сен Пеппин (в 2023 г. отмечен рост параметра на 6,85 % в сравнении с показателем 2022 г.), Валерия (на 9,3 %), Рудик (на 8,56 %), Минский розовый (на 12,4 %), Сенатор Бурдака (на 12,9 %). Для сортов Альфа и Дарья достоверные различия значений параметра не характерны, что связано с незначительным повышением ТК и ОСРС.

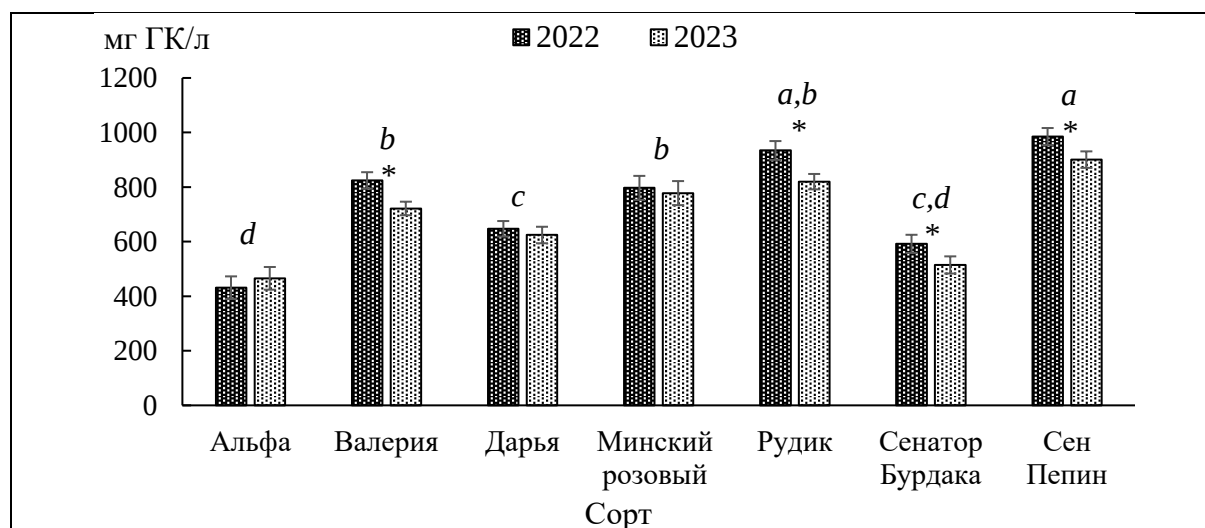
Для сочных плодов пищевого назначения отмечается снижение содержания ФС в процессе их созревания, что было показано на примере пяти сортов *V. vinifera*: Merlot, Cabernet Sauvignon, Sauvignon Blanc, Semillon [12] и Kishmish Chornyi [13].

В то же время регистрация фенольной спелости является важным показателем произведенного впоследствии вина и другой первичной продукции [13; 14].

В плодах винограда исследуемых сортов содержание ФС по годам варьировало незначительно и составило в мг ГК/л 431,16–985,14 в 2022 г. и 465,6–900,71 в 2023 г. (рисунок 2). С учетом средних значений данного параметра за два года исследований сорта можно ранжировать следующим образом: Сен Пеппин (942,92) > Рудик (877,05) > Минский розовый (787,52) > Валерия (773,06) > Дарья (635,78) > Сенатор Бурдака (553,31) > Альфа (448,36).

Различие по годам было достоверно для четырех изученных сортов (рисунок 2). В 2023 г. отмечено снижение содержания ФС в соке плодов сорта Сенатор Бурдака на 15 %, Валерия – на 13,3 %, Рудик – на 12,2 % и Сен Пеппин – на 8,6 %.

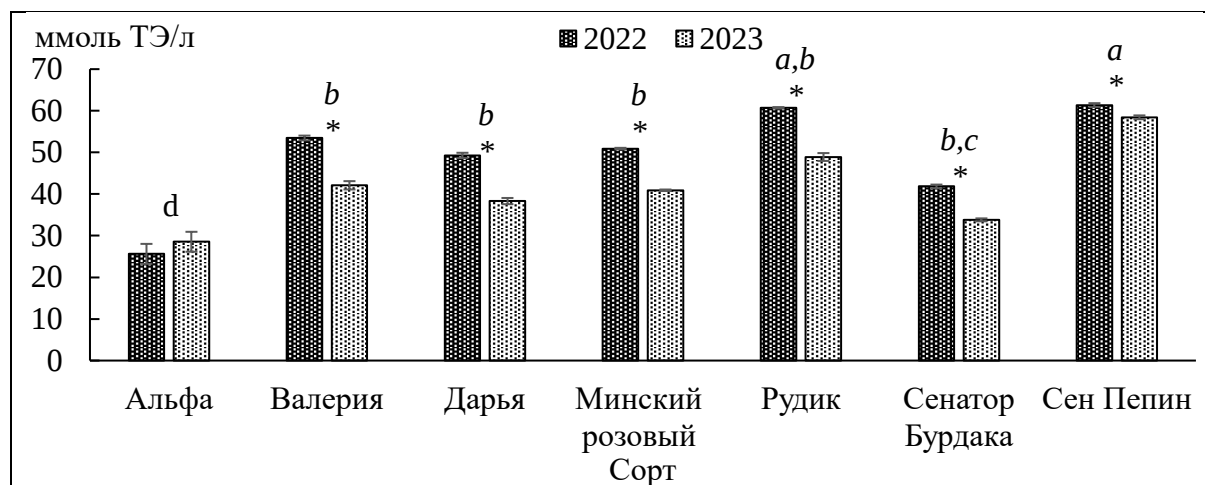
Известно, что синтез ФС в растениях связан с обменом углеводов (через шикиматный и ацетатно-малонатный пути) [15]. Нами установлена отрицательная корреляционная зависимость между ОСРС и содержанием ФС для трех сортов: Валерия ($R^2 = 0,669$, линейное распределение), Рудик ($R^2 = 0,628$, линейное) и Сенатор Бурдака ($R^2 = 0,660$, полиномиальное). Это указывает на то, что накопленные сахара далее не расходуются в шикиматном пути синтеза ФС [16].



Примечание – ГК – галловая кислота; * – различия достоверны по годам в пределах сорта (t-критерий, при уровне значимости $p < 0,05$); a, b, c, d – статистические различия между сортами (средние по годам, Tukey-тест, при $p < 0,05$).

Рисунок 2 – Содержание фенольных соединений в соке плодов *Vitis*, культивируемых в условиях г. Бреста

В 2022 г. значения АОА, оцененной методом *ABTS*, для исследуемых сортов варьировали от 25,64 до 61,36 ммоль ТЭ/л, а в 2023 г. – от 28,54 до 58,43 ммоль ТЭ/л (рисунок 3) и снижались в последовательности: Сен Пеппин (в среднем за два года значение параметра было 59,9 ммоль ТЭ/л) > Рудик (54,8) > Валерия (47,78) > Минский розовый (45,91) > Дарья (43,79) > Сенатор Бурдака (37,82) > Альфа (27,1).



Примечание – ТЭ – тролокс-эквивалент; * – различия достоверны по годам в пределах сорта (t-критерий, при уровне значимости $p < 0,05$); a, b, c, d – статистические различия между сортами (средние по годам, Tukey-тест, при $p < 0,05$).

Рисунок 3 – Антиоксидантная активность сока плодов *Vitis*, культивируемых в условиях г. Бреста [17; 18], АОА плодов винограда, а также продукции на их основе [19–21]

Полученные нами данные согласуются с литературными [19–21]. Винный сорт Альфа характеризуется минимальными значениями АОА, различия по годам у него не были статистически достоверными. Остальные изученные сорта продемонстрировали снижение этого параметра в 2023 г.: универсальный сорт Минский розовый на 24,4 %; столовые сорта: Дарья – на 28,7 %, Сенатор Бурдака – на 24,3 %, Рудик – на 24,2 %, Валерия – на 21,3 %; винный сорт Сен Пеппин показал снижение параметра на 4,77 %.

Для трех изученных столовых сортов винограда четко прослеживается прямая корреляционная зависимость между АОА и содержанием ФС: Валерия ($R^2 = 0,635$, линейное распределение), Рудик ($R^2 = 0,821$, линейное), Сенатор Бурдака ($R^2 = 0,871$ линейное). Невысокая корреляционная связь между параметрами характерна и для винного сорта Сен Пеппин ($R^2 = 0,586$, линейное распределение). Для сортов Альфа, Минский розовый и Дарья корреляционная связь между АОА сока и содержанием в них ФС не установлена.

Заклучение

При культивировании сортов *Vitis* в условиях г. Бреста индекс спелости плодов составил в среднем за два года исследований 15,03–23,76 относительных единиц и был наибольшим у столового сорта Валерия, а наименьшим у универсального сорта Минский розовый.

Содержание растворимых сахаров варьировало в среднем от 10,35 до 22,5 Брикс, титруемая кислотность – от 0,61 до 1,025 г ВК/л сока.

Среднее содержание ФС составило 448,36–942,92 мг ГК/л. Максимальные и минимальные значения были характерны для винных сортов Сен Пепин и Альфа, которые являются межвидовыми гибридами, причем у первого в генотипе наибольшая доля принадлежит *V. vinifera*, а у второго – *V. labrusca*, при отсутствии *V. vinifera*. Отметим, что виноград сорта Альфа используется в качестве сырья в производственном процессе Пинского винодельческого завода, а также широко культивируется населением Беларуси. Среди столовых сортов наибольшим содержанием ФС характеризуется антоциан-содержащий сорт Рудик. Установлена прямая корреляционная зависимость между содержанием ФС и АОА виноградного сока столовых сортов Валерия, Рудик и Сенатор Бурдака, а также для винного сорта Сен Пепин. АОА сока в среднем за два года исследований составила 27,1–59,9 ммоль ТЭ/л.

С учетом полученных нами результатов можно рекомендовать изученные столовые сорта Валерия, Дарья, Рудик, Сенатор Бурдака, винный сорт Сен Пепин к включению в Государственный реестр и использованию в Брестской области. Сорта Сен Пепин и Рудик могут быть рекомендованы в качестве исходных форм для создания новых сортов винограда с повышенным содержанием ФС и АОА сока их плодов технического и столового назначения соответственно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Леонович, И. С. История развития виноградарства и виноделия / И. С. Леонович, В. Н. Устинов // Плодоводство. – 2015. – Т. 27. – С. 421–436.
2. Генофонд плодовых и ягодных растений Беларуси: атлас сортов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда / З. А. Козловская [и др.]. – Мн. : Бел. навука, 2020 – 541 с.
3. Характеристика сортов, включенных в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений с 2024 года. – URL: <http://sorttest.by/description/opisanie2024.pdf> (дата обращения: 10.01.2025).
4. Handbook of enology [Traité d'oenologie. English] / P. Ribéreau-Gayon [et al.]. – West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2006. – Vol. 2 : The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. – 444 p.
5. Grape and Grape-Based Product Polyphenols: A Systematic Review of Health Properties, Bioavailability, and Gut Microbiota Interactions / P. Rodriguez-Lopez [et al.] // Horticulturae. – 2022. – Vol. 8, nr 7. – P. 583–608.
6. Виноград. Информация о сортах винограда. – URL: <https://vinograd.info/sorta/sorta-vinograda/> (дата обращения: 01.02.2025).
7. Соки фруктовые и овощные. Метод определения растворимых сухих веществ рефрактометром : СТБ ГОСТ Р 51433/ПР ; введ. 01.07.08. – Мн. : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 2008. – 12 с.
8. Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности : СТБ ГОСТ Р 51434-2006 ; введ. 01.06.07. – Мн. : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 2007. – 12 с.
9. Kader, A. A. Fruit maturity, ripening, and quality relationships / A. A. Kader // Int. Symp. on Effect of Pre- and Post Harvest Factors on Storage of Fruit ; ed. L. Michalczyk. – Acta Hort. – 1999. – Nr 485. – P. 203–208.
10. Waterhouse, A. L. Determination of Total Phenolics / A. L. Waterhouse // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2002. – I1.1.1 – I1.1.8.
11. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay / R. Re [et al.] // Free Radical Biology and Medicine. – 1999. – Vol. 26, Nr 9/10. – P. 1231–1237.
12. Antioxidant activity and phenolic composition in grape berries (*Vitis vinifera* L.) at different stages of maturation / N. Kolbas [et al.] // Symposium Viticulture and Oenologie «Wine Active Compounds», 24–26 March 2011, Beaune, France. – Bourgogne, 2011. – P. 307–308.
13. Doshi, P. Phenolic composition and antioxidant activity in grapevine parts and berries (*Vitis vinifera* L.) cv. Kishmish Chornyi (Sharad Seedless) during maturation / P. Doshi, P. Adsule, K. Banerjee // Intern. J. Food Sci. Technology. – 2006. – Vol. 41, suppl. 1. – P. 1–9.

14. Handbook of enology [Traité d'oenologie. English] / P. Ribéreau-Gayon [et al.] – West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2006. – Vol. 2 : The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. – 444 p.
15. Колбас, Н. Ю. Антоциановый комплекс и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей семейства Розоцветные (Rosaceae Juss.) : моногр. / Н. Ю. Колбас ; науч. ред. В. Н. Решетников ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2019. – 173 с.
16. Dewick, P. M. Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach / P. M. Dewick. – 3-d ed. – Chichester : Wiley, 2009. – 539 p.
17. Shahidi, F. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects : a review / F. Shahidi, P. Ambigaipalan // Journal of Functional Foods. – 2015. – Vol. 18. – P. 820–897.
18. Взаимосвязь содержания фенольных соединений и антиоксидантной активности растительных экстрактов / О. В. Карнаухова [и др.] // Химия растительного сырья. – 2019. – № 3. – С. 45–56.
19. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil : Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects / I. M. Toaldo [et al.] // Food Chemistry. – 2015. – Vol. 173. – P. 527–535.
20. Cosme, F. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Grape Juices : A Chemical and Sensory View / F. Cosme, T. Pinto, A. Vilela // Beverages. – 2018. – Vol. 4, is. 22. – P. 1–14.
21. Polyphenolic Profile and Antioxidant Activity of Whole Grape Juices from *Vitis labrusca* and Brazilian Hybrid Grapes in Two Training Systems / F. J. Domingues Neto [et al.] // Antioxidants. – 2024. – Vol. 13, ID artcl 1132. – P. 1–17.

REFERENCES

1. Leonovich, I. S. Istoriya razvitiya vinogradarstva i vinodeliya / I. S. Leonovich, V. N. Ustinov // Plodovodstvo. – 2015. – Т. 27. – С. 421–436.
2. Genofond plodovykh i yagodnykh rastenii Belarusi: atlas sortov plodovykh, yagodnykh, orekhoplodnykh kul'tur i vinograda / Z. A. Kozlovskaya [i dr.]. – Mn. : Bel. navuka, 2020 – 541 s.
3. Kharakteristika sortov, vklyuchennykh v gosudarstvennyi reestr sortov sel'skokhozyaistvennykh rastenii s 2024 goda. – URL: <http://sorttest.by/description/opisanie2024.pdf> (data obrashcheniya: 10.01.2025).
4. Handbook of enology [Traité d'oenologie. English] / P. Ribéreau-Gayon [et al.]. – West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2006. – Vol. 2 : The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. – 444 p.
5. Grape and Grape-Based Product Polyphenols: A Systematic Review of Health Properties, Bioavailability, and Gut Microbiota Interactions / P. Rodriguez-Lopez [et al.] // Horticulturae. – 2022. – Vol. 8, nr 7. – P. 583–608.
6. Vinograd. Informatsiya o sortakh vinograda. – URL: <https://vinograd.info/sorta/sorta-vinograda/> (data obrashcheniya: 01.02.2025).
7. Soki fruktovye i ovoshchnye. Metod opredeleniya rastvorimyykh sukhikh veshchestv refraktometrom : STB GOST R 51433/PR ; vved. 01.07.08. – Mn. : Gos. kom. po standartizatsii Resp. Belarus', 2008. – 12 s.
8. Soki fruktovye i ovoshchnye. Metod opredeleniya titruemoi kislotnosti : STB GOST R 51434-2006 ; vved. 01.06.07. – Mn. : Gos. kom. po standartizatsii Resp. Belarus', 2007. – 12 s.
9. Kader, A. A. Fruit maturity, ripening, and quality relationships / A. A. Kader // Int. Symp. on Effect of Pre- and Post Harvest Factors on Storage of Fruit ; ed. L. Michalcuk. – Acta Hort. – 1999. – Nr 485. – P. 203–208.
10. Waterhouse, A. L. Determination of Total Phenolics / A. L. Waterhouse // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2002. – II.1.1 – II.1.8.
11. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay / R. Re [et al.] // Free Radical Biology and Medicine. – 1999. – Vol. 26, Nr 9/10. – P. 1231–1237.
12. Antioxidant activity and phenolic composition in grape berries (*Vitis vinifera* L.) at different stages of maturation / N. Kolbas [et al.] // Symposium Viticulture end Œnologie «Wine Active Componaunds», 24–26 March 2011, Beaune, France. – Bourgne, 2011. – P. 307–308.

13. Doshi, P. Phenolic composition and antioxidant activity in grapevine parts and berries (*Vitis vinifera* L.) cv. Kishmish Chornyi (Sharad Seedless) during maturation / P. Doshi, P. Adsule, K. Banerjee // Intern. J. Food Sci. Technology. – 2006. – Vol. 41, suppl. 1. – P. 1–9.
14. Handbook of enology [Traité d'oenologie. English] / P. Ribéreau-Gayon [et al.] – West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2006. – Vol. 2 : The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. – 444 p.
15. Kolbas, N. Yu. Antotsianovyi kompleks i antioksidantnaya aktivnost' plodov nekotorykh predstavitelei semeistva Rozotsvetnye (Rosaceae Juss.) : monogr. / N. Yu. Kolbas ; nauch. red. V. N. Reshetnikov ; Brest. gos. un-t im. A. S. Pushkina. – Brest : BrGU, 2019. – 173 s.
16. Dewick, P. M. Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach / P. M. Dewick. – 3-d ed. – Chichester : Wiley, 2009. – 539 p.
17. Shahidi, F. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects : a review / F. Shahidi, P. Ambigaipalan // Journal of Functional Foods. – 2015. – Vol. 18. – P. 820–897.
18. Vzaimosvyaz' sodержaniya fenol'nykh soedinenii i antioksidantnoi aktivnosti rastitel'nykh ekstraktov / O. V. Karnaukhova [i dr.] // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2019. – № 3. – S. 45–56.
19. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil : Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects / I. M. Toaldo [et al.] // Food Chemistry. – 2015. – Vol. 173. – P. 527–535.
20. Cosme, F. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Grape Juices : A Chemical and Sensory View / F. Cosme, T. Pinto, A. Vilela // Beverages. – 2018. – Vol. 4, is. 22. – P. 1–14.
21. Polyphenolic Profile and Antioxidant Activity of Whole Grape Juices from *Vitis labrusca* and Brazilian Hybrid Grapes in Two Training Systems / F. J. Domingues Neto [et al.] // Antioxidants. – 2024. – Vol. 13, ID articl 1132. – P. 1–17.

Рукапіс наступіў у рэдакцыю 31.03.2025