

УДК 577.13:582.783

СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНА С В ЯГОДАХ ВИНОГРАДА, ВОЗДЕЛЫВАЕМОГО В УСЛОВИЯХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© *И.Д. Бородулина^{1*}, М.В. Воротынцева¹, Г.А. Макарова², А.Я. Земцова², Г.Г. Соколова¹*

¹ Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, 656049 (Россия), e-mail: borodulina.irina@gmail.com

² Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Змеиногорский тракт, 49, Барнаул, 656045 (Россия)

Виноград является высокоценным продуктом питания благодаря наличию в нем целого ряда биологически активных веществ, среди которых особое место занимают витамины. Одним из важных и наиболее изученных в ягодах винограда является витамин С (аскорбиновая кислота). Содержащаяся в растительной ткани аскорбиновая кислота участвует в окислительно-восстановительном обмене, тем самым повышая сопротивляемость растительных организмов к инфекциям и низким отрицательным температурам. Исследования, направленные на определение концентрации витамина С в растительном материале, являются важными как для селекции, так и для выявления наиболее устойчивых конкурентоспособных сортов.

Цель данных исследований – изучение содержания витамина С в ягодах винограда, возделываемого в условиях юга Западной Сибири. Проведенные исследования с 12 интродуцированными сортами и отборными формами, произрастающими в коллекции НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, позволили установить зависимость накопления аскорбиновой кислоты в ягодах от погодных условий; выделить 5 генотипов с высоким содержанием витамина С. Отмечено, что сроки созревания ягод, их окраска, а также направление использования и эколого-географическое происхождение сортов и отборных форм не влияли на накопление витамина С в период 2014–2016 гг.

Ключевые слова: виноград, витамин С (аскорбиновая кислота), эколого-географическое происхождение, окраска ягод, направление использования.

Введение

В пищевом рационе человека ягоды и фрукты имеют огромное значение. Среди плодово-ягодных культур лидирующие позиции занимают яблоня (*Malus*), груша (*Pyrus*), земляника (*Fragaria*), виноград (*Vitis*) и многие другие. Фундаментальное изучение физиологической роли компонентов, входящих в состав этих растений, в большей мере выявляет их полезные свойства [1]. Виноград является высокоценным продуктом питания благодаря наличию в нем целого ряда биологически активных веществ, среди которых особое место занимают витамины [2, 3]. Их отсутствие у человека вызывает различные патологии – ожирение, сердечно-сосудистые, онкогенные и респираторные заболевания [4]. Одним из важных и наиболее изученных

в ягодах винограда является витамин С (аскорбиновая кислота) [5].

Аскорбиновая кислота (АК) – это полифункциональное соединение, которое участвует во многих биохимических процессах (синтез коллагена, катехоламина, желчных кислот), влияет на холестеринный обмен, повышает сопротивляемость организма к простудным заболеваниям, обладает свойствами антиоксидантов [1]. В организме человека витамин С не образуется, поэтому нужно постоянно его получать с продуктами пита-

Бородулина Ирина Дмитриевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии, биохимии и биотехнологии, e-mail: borodulina.irina@gmail.com

Воротынцева Мария Васильевна – магистрант, e-mail: masha.vorotintseva@yandex.ru

Макарова Галина Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, e-mail: niilisavenko1@yandex.ru

Земцова Анна Яковлевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, e-mail: anna-krysova@mail.ru

Соколова Галина Геннадьевна – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой экологии, биохимии и биотехнологии, e-mail: sokolova-gg@mail.ru

* Автор, с которым следует вести переписку.

ния. В последние годы, согласно результатам, проведенным Институтом питания РАМН, недостаток витамина С выявлен у 80–90% населения, а его дефицит достигает 50–80% [6]. По данным Всемирной организации здравоохранения, для надежной защиты человеческого организма от преждевременного старения и развития многих заболеваний необходимо в год съесть 120 кг плодов и ягод, из которых на виноград приходится 8 кг [7, 8].

В Сибири возделывают сорта столовые, технические и универсальные очень раннего (100–115 дней) и раннего (115–125 дней) сроков созревания, которые способны в условиях Алтайского края достичь технической зрелости [9, 10]. Виноград столовых сортов убирается в фазу потребительской зрелости, которая определяется по внешнему виду гроздей и вкусу ягод [11].

Большое влияние на содержание витаминов в плодово-ягодных культурах оказывают климат и условия выращивания [12, 13]. Поэтому содержание АК в виноградных ягодах, выращенных в различных климатических зонах, различно. Так, сорта винограда, возделываемые на Алтае, способны накапливать до 20 мг/100 г витамина С, что является довольно высоким показателем для этой культуры. Повышенным содержанием витамина С (2.1–19.9 мг/100 г) отличаются сорта винограда Розовый бисер, Грочанка, Жемчуг Саба, Восторг, Тамбовский белый, Алёшенькин, Московитянин и др. [14]. Эти сорта, а также новые перспективные, являются наиболее приемлемыми для ведения целенаправленной селекции при создании местных сортов и формирования ценного для нашего региона сортимента винограда.

Цель исследований – изучение содержания витамина С в ягодах винограда, возделываемого в условиях юга Западной Сибири.

Экспериментальная часть

Исследования проводились в 2014–2016 гг. в лаборатории индустриальных технологий НИИСС ФГБНУ ФАНЦА. Объектом исследований служили ягоды 10 интродуцированных сортов и 2 отборных форм винограда различного эколого-географического происхождения, направления использования и окраски (табл. 1). В качестве контроля выступал алтайский сорт Катыр. Грозди собирали в фазу физиологической зрелости. По срокам созревания интродуцированные сорта и формы, а также контроль являются очень ранними и ранними. Накопление питательных веществ в ягодах в исследуемый период завершалось с III декады августа по II декаду сентября. Содержание витамина С в ягодах винограда определяли титриметрическим методом (потенциометрическое титрование) по ГОСТ 24556–89 [15] в 3 повторностях. Статистическая обработка данных проводилась с помощью *Microsoft Office Excel 2007*. Достоверность полученных различий определяли по t-критерию Стьюдента при $p \leq 0.05$.

Обсуждение результатов

Известно, что повышенное содержание АК в растениях позволяет организму противостоять стрессам. По данным Ш.А. Абрамова [16], в Дагестане большее накопление витамина С приурочено к микрорайонам с менее теплым климатом. В Сибири, как отмечает Г.А. Макарова [12], выявлена та же закономерность.

Таблица 1. Краткая характеристика сортов и сортообразцов винограда

№	Сорт, форма	Эколого-географическое происхождение	Направление использования	Окраска ягод
1	Катыр (контроль)	Барнаул (Алтайский край)	универсальный	черная
2	Адэль	Владивосток (Приморский край)	столовый	черная
3	Амурский 35	Владивосток (Приморский край)	универсальный	черная
4	Амурский 39	Владивосток (Приморский край)	универсальный	темно-розовая
5	Вардува	Литва	универсальный	белая
6	Восторг	Новочеркасск (Ростовская область)	столовый	белая
7	Жемчуг белый	Мичуринск (Тамбовская область)	универсальный	белая
8	Зилга	Латвия	универсальный	черная
9	Июльский	Новочеркасск (Ростовская область)	столовый	черная
10	Кристалл	Кечкемет (Венгрия)	технический	белая
11	Сувенир Васьяковского	Владивосток (Приморский край)	универсальный	белая
12	Экспресс	Владивосток (Приморский край)	универсальный	черная
13	Элегия	Донецк (Украина)	универсальный	розовая

В годы проведения исследований погодные условия с мая по сентябрь были различными. Вегетационный период 2014 г. характеризовался как более теплый и достаточно увлажненный: гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову [17] составил 1.3 (табл. 2). Сумма активных температур (САТ) – 2245 °С. Количество осадков в июле (96.6 мм) и августе (65.9 мм) превысило среднееголетние значения на 20.9–32.6 мм. Такое избыточное увлажнение, а также умеренная САТ способствовали наибольшему накоплению витамина С в ягодах исследуемых образцов винограда (10.38 мг/100 г), что достоверно отличалось от 2016 г. при $p \geq 0.05$ (рис. 1). Наши данные подтверждают исследования С.В. Хардиковой, М.А. Тихоновой [18], а также О.К. Власовой с соавторами [19], которые отмечают, что условия достаточного увлажнения и относительно низкая САТ во время роста и созревания плодов винограда способствуют повышению содержания аскорбиновой кислоты.

В исследуемый период наблюдалась общая тенденция снижения содержания АК в ягодах винограда по годам на 34% (с 10.38 до 6.84 мг/100 г), что обусловлено повышением САТ и снижением увлажнения вегетационных периодов. В 2014 и 2015 гг. накопление витамина С у изучаемых сортов и форм было на уровне контрольного сорта (10.90 и 8.84 мг/100 г соответственно), а в 2016 г. превышало значение контроля (4.60 мг/100 г) на 49%. Варьирование данного признака по годам составило 25%, что указывает на значительную изменчивость.

В Сибири ягоды многих сортов винограда созревают на 10–15 дней позже, чем в местах их создания. Виноград достигает полной зрелости в конце августа и в I–II декаде сентября. Созревание сортов, подходящих для возделывания в Сибири, наступает при САТ 2002–2376° С. Большое влияние на созревание ягод оказывает влагообеспеченность. В более засушливые годы урожай винограда созревает раньше, чем при избытке осадков [9].

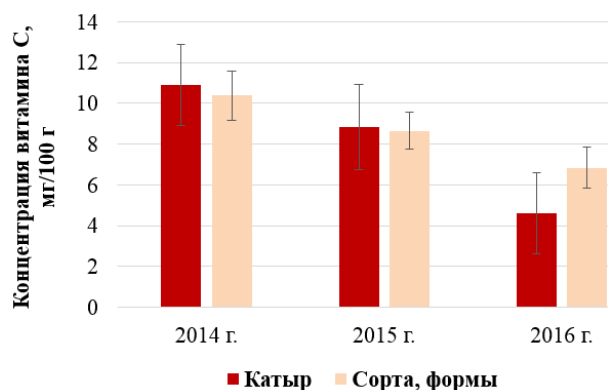
Влияние сроков созревания на химический состав плодов черешни исследовал Н.И. Абдулгалимов [20]. Им установлено, что больше всего витамина С в плодах черешни поздних сроков созревания. По нашим данным, содержание витамина С в ягодах у всех интродуцированных сортов и форм было в среднем на 7% (0.56 мг/100 г) выше контрольного сорта и не зависело от сроков их созревания (рис. 2).

Как уже отмечалось, на содержание витамина С в ягодах винограда влияют многие факторы, важнейшие из них, помимо агрометеорологических условий выращивания, – биологические особенности сорта [10, 21]. В анализируемый период все сорта и формы имели различия в накоплении витамина С. Наименьшей концентрацией аскорбиновой кислоты (на 21–26% меньше по сравнению с контрольным сортом) отличались генотипы с розовой и белой окраской плодов – Амурский 39 (6.03 мг/100 г) и Сувенир Васьевского (6.43 мг/100 г) (рис. 3). Темноокрашенные сорта Июльский (7.58 мг/100 г) и Адэль (7.66 мг/100 г) уступали контролю всего на 6–7%. Г.А. Макаровой [12] в 2009–2014 гг. у дальневосточного сорта Адэль, наоборот, отмечены довольно высокие показатели АК (16.7 мг/100 г).

Таблица 2. Метеоусловия вегетационного периода (май–сентябрь), 2014–2016 гг.

Годы	2014	2015	2016
Сумма температур > +10 °С	2245	2529	2658
Сумма осадков, мм	59	15	20
ГТК	1.3 (более теплый, достаточно увлажненный)	0.9 (жаркий, слабоувлажненный)	1.1 (жаркий, недостаточно увлажненный)

Рис. 1. Содержание витамина С в ягодах винограда в 2014–2016 гг.



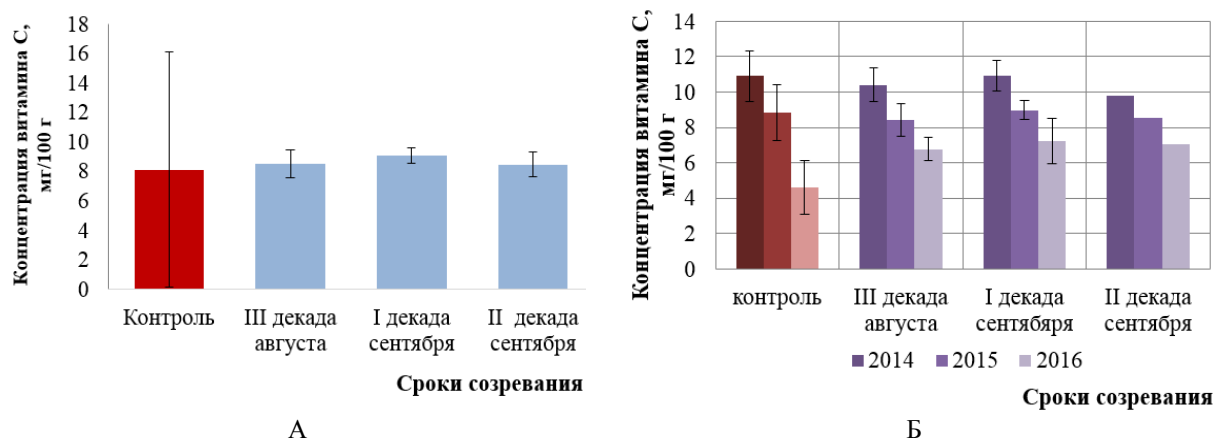


Рис. 2. Содержание витамина С в ягодах винограда в зависимости от сроков созревания, 2014–2016 гг.

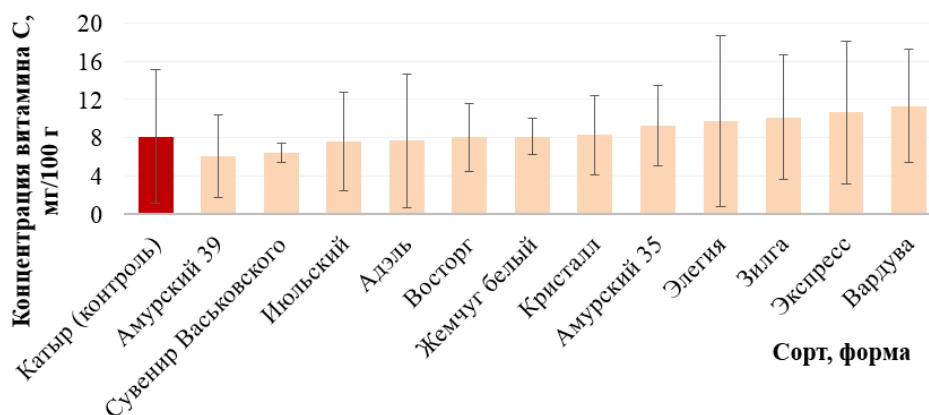


Рис. 3. Содержание витамина С в ягодах интродуцированного винограда, 2014–2016 гг.

Концентрация АК у сортов винограда с белой окраской ягод – Восторг (8.02 мг/100 г), Жемчуг белый (8.11 мг/100 г) и Кристалл (8.25 мг/100 г) – в среднем составляла 8.02–8.25 мг/100 г и значимо не отличалась от контрольного сорта. В анализируемый период содержание АК у сорта Кристалл снизилось значительно (на 13.65 мг/100 г или 62%) в отличие от данного показателя (21.9 мг/100 г) в 2009–2014 гг., установленного Г.А. Макаровой [12]. Выше уровня контроля (8.11 мг/100 г) по данному признаку находились 4 сорта и 1 форма винограда (Амурский 35 – 9.27 мг/100 г; Элегия – 9.76; Зилга – 10.13; Экспресс – 10.65; Вардува – 11.33 мг/100 г), у которых содержание АК превысило контроль на 1–3 мг/100 г. Максимальное содержание витамина С отмечено у сорта Вардува (11.33 мг/100 г), что на 40% превышало контрольное значение; минимальное – у Амурского 39 (6.03 мг/100 г). В 1996–2005 гг., согласно исследованиям Г.А. Макаровой [12], сорт Зилга содержал витамина С вдвое больше (22.5 мг/100 г). Коэффициент вариации данного показателя по всем сортам и формам был средним – 18%. Значительная изменчивость данного признака в анализируемый период наблюдалась у большинства генотипов: Вардува (21%), Июльский (28%), Зилга (31%), Экспресс (32%), Катыр (40%), Элегия (41%), Адэль (43%), Амурский 39 (28%); средняя – у трех: Восторг и Амурский 35 (по 18%), Кристалл (20%); незначительная – у двух: Сувенир Васильковского (6%) и Жемчуг белый (9%).

Ряд исследователей химического состава ягод винограда [22, 23] отмечает, что содержание аскорбиновой кислоты в ягодах технических и столовых сортов различно: 1.5–3.1 против 3.2–5.3 мг/дм³ соответственно. В наших исследованиях содержание АК в ягодах винограда различного направления использования находилось в пределах 8.25–8.96 мг/100 г (рис. 4). Значительное варьирование витамина С наблюдалось в ягодах универсальных сортов и форм винограда ($V=21\%$), незначительное – в столовых ($V=3\%$). Ягоды первых имели наибольший уровень АК, равный 8.87 мг/100 г. Их значения в среднем были на 9% (0.76 мг/100 г) выше контроля (8.11 мг/100 г). Концентрация витамина С у технического сорта Кристалл на момент созревания (I декада сентября) незначительно превышала контрольное значение, а столовые сорта, наоборот, на 4% ему уступали.

За окраску ягод, как известно, отвечают антоцианы – вещества, обладающие Р-витаминной активностью [24]. Они усиливают антиоксидантное действие АК. Чем темнее окраска ягод, тем больше антоцианов. В.В. Арасимович с соавторами [25] отмечает, что наиболее богат витаминами свежий виноград, особенно

красные сорта. Наши исследования показали, что розовые ягоды отборной формы Амурский 39 и сорта Элегия характеризовались более низким содержанием АК (в среднем 7.90 мг/100 г) по сравнению с черными ягодами контрольного сорта Катыр (рис. 5). Наибольшая концентрация витамина С, превышающая контрольный показатель на 10%, наблюдалась у темноокрашенных генотипов (8.90 мг/100 г). Промежуточное положение занимали сорта с белой окраской ягод (8.43 мг/100 г). Статистически значимых различий между группами не выявлено.

О.Г. Горохова, А.П. Чевычелов, Т.С. Коробкова [26] при изучении биохимического состава ягод черной смородины выявили значительную динамику накопления витамина С у сортов местной (Якутск) и ино-районной селекций (Омск, Барнаул). В анализируемый период содержание витамина С в плодах винограда различного эколого-географического происхождения изменялось от 7.80 (сорта ростовской селекции) до 10.73 мг/100 г (сорта прибалтийской селекции) (рис. 6). На уровне контроля находились сорта и формы дальневосточной и венгерской селекций. У донецкого сорта Элегия превышение концентрации АК относительно контроля составило 20%. Более стабильными в условиях Западной Сибири по данному признаку в исследуемые 2014–2016 гг. были сорта ростовской и прибалтийской селекций, у которых вариабельность не превышала 10%; нестабильными, со значительным коэффициентом вариации (24%) – сорта и отборные формы дальневосточной группы.

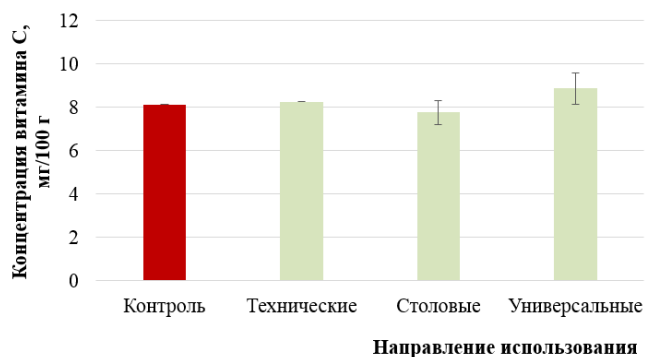


Рис. 4. Содержание витамина С в ягодах винограда различного направления использования, 2014–2016 гг.

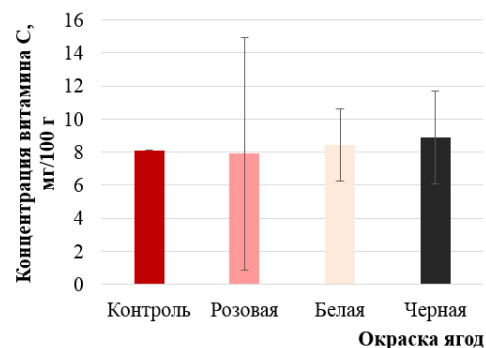
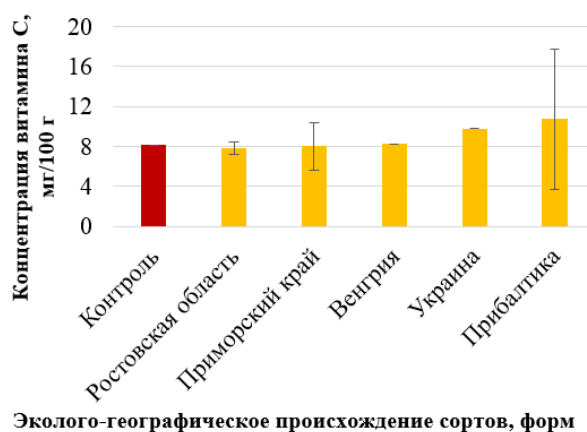


Рис. 5. Содержание витамина С в ягодах винограда в зависимости от окраски, 2014–2015 гг.

Рис. 6. Содержание витамина С в ягодах винограда различного эколого-географического происхождения, 2014–2016 гг.



Заключение

Таким образом, для интродуцированных сортов и форм винограда в условиях Алтайского края в период 2014–2016 гг. было установлено, что в более теплый и достаточно увлажненный вегетационный период 2014 г. (ГТК=1.1) происходило наибольшее накопление АК в ягодах (10.38 ± 0.85 мг/100 г). Выделено 4 интродуцированных сорта (Элегия, Зилга, Экспресс, Вардува) и отборная форма Амурский 35 с высоким содержанием витамина С (9.27–11.33 мг/100 г). Среди них более высокое содержание витамина С установлено у сорта Вардува (11.33 мг/100 г, что на 2.71 мг/100 г (24%) выше контрольного значения). Сроки созревания ягод, их окраска, направление использования и эколого-географическое происхождение сортов и отборных форм не влияли на накопление АК.

Список литературы

1. Тышкевич Г.Л. Растения и проблемы века. Кишинев, 1990. 245 с.
2. Бахмулаева З.К., Власова О.К., Магадова С.А. Антиоксидантный комплекс винограда, произрастающего в экотопках различных вертикальных поясов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. №1(9). С. 2178–2180.
3. Абрамов Ш.А. Биологически активные вещества в различных сортах винограда Дагестана // Вопросы питания. 2009. Т. 78. №4. С. 61–64.
4. Метлицкий О.З. Тенденции производства и потребления фруктов // Плодоводство и ягодоводство России. 2003. Т. 10. С. 38–48.
5. Богомолова Н.И., Макаркина М.А., Соколова С.Е. Содержание витамина С и каротиноидов в плодах облепихи в условиях Средней полосы России // Современное садоводство. 2011. №1(3). С. 33–37.
6. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Новосибирск, 2005. 548 с.
7. Гудковский В.А. Антиокислительный комплекс плодов и ягод и его роль в защите живых систем (человек, растение, плод) от окислительного стресса и заболеваний // Основные итоги и перспективы научных исследований ВНИИС им. И.В. Мичурина (1931–2001 гг.). 2001. Т. 1. С. 76–88.
8. Савельев Н.И. Мировое производство плодов и совершенствование сортимента // Состояние и перспективы развития агрономической науки: материалы Международной конференции. Персиановский, 2007. Т. 2. С. 95–98.
9. Макарова Г.А. Фенологическое развитие винограда в колонной степи Алтайского Приобья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2007. №9. С. 73–78.
10. Апарнева М.А., Севодин В.П. Технологическая оценка красных сортов винограда, культивируемых на Алтае // Техника и технология пищевых производств. 2013. №2(29). С. 107–111.
11. Апарнева М.А. Красные сорта винограда перспективные для получения столовых вин на Алтае // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2015. №12. С. 18–22.
12. Макарова Г.А. Влияние агрометеорологических условий на биохимический состав винограда в Сибири // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2015. Т. 2. С. 137–139.
13. Клинг А.П., Кумпан В.Н., Прохорова Н.А., Сухоцкая С.Г. Изучение толерантности сортов винограда к условиям перезимовки в южной лесостепи Омской области // Вестник Алтайского государственного университета. 2014. №12 (122). С. 39–43.
14. Ершова И.В. Биохимическая оценка коллекции винограда в условиях колониальной степи Алтайского края // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: материалы Международной конференции. Петропавловск, 2012. С. 338–340.
15. ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. М., 2003. 11 с.
16. Абрамова Ш.А., Бахмулаева З.К., Магомедова Е.С. Влияние условий произрастания винограда на содержание аскорбиновой кислоты и рутина // Виноделие и виноградарство. 2009. №4. С. 44–45.
17. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165–177.
18. Хардинова С.В., Тихонова М.А. Продуктивность сортов и биохимический состав винограда в условиях степной зоны Южного Урала // Вестник ОГУ. 2010. №6(112). С. 47–51.
19. Власова О.К., Бахмулаева З.К., Магадова С.А. Влияние экологических факторов на содержание витаминов и фенольных веществ в винограде Дагестана // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. №5. С. 86–90.
20. Абдулгалимов Н.И. Влияние условий выращивания на технологические свойства сортов черешни // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. №4. С. 27–29.
21. Ханикаев Д.Н. Химический состав ягод винограда разных сортов в условиях РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. №3. С. 165–169.
22. Бахмулаева З.К., Магадова С.А. Микронутриентный состав винограда, произрастающего в Дагестане // Вопросы питания. 2015. Т. 84. №2. С. 59–62.
23. Белякова Е.А., Гугучкина Т.И., Нудьга Т.А., Якуба Ю.Ф. Биологическая ценность вин из новых сортов винограда селекции СКЗНИИСиВ // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2012. №18(6). С. 138–147.
24. Родюкова О.С., Жидехина Т.В., Титова Л.В. Перспективы использования ягод смородины золотистой для производства продуктов здорового питания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК-продукты здорового питания. 2016. №5. С. 9–14.
25. Арасимович В.В., Балтага С.В., Пономарева Н.П. Биохимия винограда в онтогенезе. Кишинев, 1975. 152 с.
26. Горохова О.Г., Чевычелов А.П., Коробкова Т.С. Влияние почвенно-климатических условий на качество ягод смородины черной // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2012. №6(229). С. 52–59.

Поступила в редакцию 15 июня 2018 г.

После переработки 1 октября 2019 г.

Принята к публикации 6 октября 2019 г.

Для цитирования: Бородулина И.Д., Воротынцева М.В., Макарова Г.А., Земцова А.Я., Соколова Г.Г. Содержание витамина С в ягодах винограда, возделываемого в условиях юга Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2020. №1. С. 89–96. DOI: 10.14258/jcrpm.2020014180.

Borodulina I.D.^{1}, Vorotyntseva M.V.¹, Makarova G.A.², Zemtsova A.Ya.², Sokolova G.G.¹* CONTENT OF VITAMIN C IN BERRIES OF THE GRAPES CULTIVATED IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

¹ *Altai state university, pr. Lenina, 61, Barnaul, 656049 (Russia), e-mail: borodulina.irina@gmail.com*

² *Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Zmeinogorskii Tract, 49, Barnaul, 656045 (Russia)*

Grapes is a highly valuable food product due to the presence in it of a number of biologically active substances, among which vitamins occupy a special place. One of the most important and studied in grapes is vitamin C (ascorbic acid). The ascorbic acid contained in plant tissue participates in redox metabolism, thereby increasing the resistance of plant organisms to infections and low negative temperatures. Studies aimed at determining the concentration of vitamin C in plant material are important both for breeding and for identifying the most sustainable competitive varieties.

The purpose of these studies is to study the content of vitamin C in grapes cultivated in the South of Western Siberia. Conducted research with 12 introduced varieties and selected forms growing in the collection of the Research Institute of horticulture of Siberia M.A. Lisavenko, allowed to establish dependence of accumulation of ascorbic acid in berries on weather conditions; to allocate 5 genotypes with high content of vitamin C. It is noted that the ripening period of berries, their color, as well as the direction of use and ecological and geographical origin of varieties and selected forms did not affect the accumulation of vitamin C in the period 2014–2016.

Keywords: grapes, vitamin C (ascorbic acid), ekologo-geographical origin, coloring of berries, appointment.

References

1. Tyshkevich G.L. *Rasteniya i problemy veka*. [Plants and problems of the century]. Kishinev, 1990, 245 p. (in Russ.).
2. Bakhmulayeva Z.K., Vlasova O.K., Magadova S.A. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2012, vol. 14, no. 1(9), pp. 2178–2180. (in Russ.).
3. Abramov Sh.A. *Voprosy pitaniya*, 2009, vol. 78, no. 4, pp. 61–64. (in Russ.).
4. Metlitskiy O.Z. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*, 2003, vol. 10, pp. 38–48. (in Russ.).
5. Bogomolova N.I., Makarkina M.A., Sokolova S.Ye. *Sovremennoye sadovodstvo*, 2011, no. 1(3), pp. 33–37. (in Russ.).
6. Spirichev V.B. *Obogashcheniye pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami*. [Enrichment of foods with vitamins and minerals]. Novosibirsk, 2005, 548 p. (in Russ.).
7. Gudkovskiy V.A. *Osnovnyye itogi i perspektivy nauchnykh issledovaniy VNIIS im. I.V. Michurina (1931–2001 gg.)* [The main results and prospects of scientific research VNIIS them. I.V. Michurina (1931–2001)], 2001, vol. 1, pp. 76–88. (in Russ.).
8. Savel'yev N.I. *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya agronomicheskoy nauki. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii*. [State and prospects of development of agronomic science. Materials of the international conference]. Persianovskiy, 2007, vol. 2, pp. 95–98. (in Russ.).
9. Makarova G.A. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2007, no. 9, pp. 73–78. (in Russ.).
10. Aparneva M.A., Sevodin V.P. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2013, no. 2(29), pp. 107–111. (in Russ.).
11. Aparneva M.A. *Sel'skokhozyaystvennyye nauki i agropromyshlennyy kompleks na rubezhe vekov*, 2015, no. 12, pp. 18–22. (in Russ.).
12. Makarova G.A. *Selektsiya i sortorazvedeniye sadovykh kul'tur*, 2015, vol. 2, pp. 137–139. (in Russ.).
13. Kling A.P., Kumpan V.N., Prokhorova N.A., Sukhotskaya S.G. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 12(122), pp. 39–43. (in Russ.).
14. Yershova I.V. *Agrarnaya nauka – sel'skokhozyaystvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii, Kazakhstana i Bolgarii. Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii*. [Agricultural science – agricultural production in Siberia, Mongolia, Kazakhstan and Bulgaria. Materials of the International Conference]. Petropavlovsk, 2012, pp. 338–340. (in Russ.).
15. *GOST 24556–89. Produkty pererabotki plodov i ovoshchey. Metody opredeleniya vitamina C*. [GOST 24556–89. Products of processing fruits and vegetables. Methods for determination of vitamin C]. Moscow, 2003, 11 p. (in Russ.).
16. Abramova Sh.A., Bakhmulayeva Z.K., Magomedova Ye.S. *Vinodeliye i vinogradarstvo*, 2009, no. 4, pp. 44–45. (in Russ.).
17. Selyaninov G.T. *Trudy po sel'skokhozyaystvennoy meteorologii*, 1928, no. 20, pp. 165–177. (in Russ.).
18. Khardikova S.V., Tikhonova M.A. *Vestnik OGU*, 2010, no. 6(112), pp. 47–51. (in Russ.).
19. Vlasova O.K., Bakhmulayeva Z.K., Magadova S.A. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2015, vol. 17, no. 5, pp. 86–90. (in Russ.).
20. Abdulgalimov N.I. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, no. 4, pp. 27–29. (in Russ.).
21. Khanikayev D.N. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, vol. 54, no. 3, pp. 165–169. (in Russ.).
22. Bakhmulayeva Z.K., Magadova S.A. *Voprosy pitaniya*, 2015, vol. 84, no. 2, pp. 59–62. (in Russ.).
23. Belyakova Ye.A., Guguchkina T.I., Nud'ga T.A., Yakuba Yu.F. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*, 2012, no. 18(6), pp. 138–147. (in Russ.).

* Corresponding author.

24. Rodyukova O.S., Zhidekhina T.V., Titova L.V. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti. APK-produkty zdorovogo pitaniya*, 2016, no. 5, pp. 9–14. (in Russ.).
25. Arasimovich V.V., Baltaga S.V., Ponomareva N.P. *Biokhimiya vinograda v ontogeneze*. [Biochemistry of grapes in ontogenesis]. Kishinev, 1975. 152 с. (in Russ.).
26. Gorokhova O.G., Chevychelov A.P., Korobkova T.S. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2012, no. 6(229), pp. 52–59. (in Russ.).

Received June 15, 2018

Revised October 1, 2019

Accepted October 6, 2019

For citing: Borodulina I.D., Vorotyntseva M.V., Makarova G.A., Zemtsova A.Ya., Sokolova G.G. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2020, no. 1, pp. 89–96. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2020014180.