Биохимический состав и антиоксидантная активность плодов винограда в условиях г. Брест

Колбас Н. Ю.

Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, Брест, Республика Беларусь, n.kolbas@gmail.com

Резюме. В статье дана краткая история интродукции винограда в Республике Беларуь и проанализированы перспективы его культивирования в условиях г. Бреста. Представлены данные о содержании пектинов (гидро — и протопектина), сахаров (в том числе редуцирующих), фенольных соединений, антоцианов в плодах винограда четырех сортообразцов и сорта Минский розовый. Аантиоксидантная активность винограда оценена с помощью методов ABTS и FRAP.

Summary. Kolbas N. Y. A short history of the introduction of grapes in the Republic of Belarus is presented in this article. Prospects for the cultivation of grapes in the conditions of Brest are discussed. Data on the content of pectins (hydro — and protopectin), sugars (including reducing sugars), phenolic compounds, anthocyanins in the fruit of four grape varieties and Minskiy Rozoviy variety are presented. The antioxidant activity of grapes in this study is determined using ABTS and FRAP methods.

Введение

Виноград (*Vitis* L.) — одно из древнейших окультуренных человеком растений. В настоящее время общая площадь виноградников в мире составляет более 10 млн. га. Расположены они, главным образом, в странах южной и западной Европы (Испания, Франция, Италия, Греция, Болгария, Германия), Азии (Турция, Иран, Грузия, Армения), Африки (Алжир, ЮАР), Америки (США, Аргентина, Чили). История интродукции винограда в Беларуси тесно связана с его интродукции в соседней Польше. Стихийное появление винограда на наших землях отмечено в XIII-XIV веках благодаря интенсивному развитию торговли. Научное сортоизучение винограда в Беларуси началось с 1935 г. в Центральном ботаническом саду АН БССР [1] и продолжается до сих пор. 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. (восточно-азиатская группа), *V. labrusca* L., *V. riparia* Michx., *V. rotundifolia* Michx., *V. rupestris* Scheele., а также их гибриды. Последние составляют американскую группу видов, их особенно широко применяют в селекции холодостойких сортов и используют в качестве подвоя.

В настоящее время сотрудниками НИИ Плодоводства Беларуси создана ампелографическая коллекция, включающая около 300 сортообразцов, из них 22 сорта рекомендованы к возделыванию на территории РБ и 12 уже внесены в государственный реестр [1]. 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 РБ, — умеренно континентальный, сопровождается мягкой зимой и умеренно тёплым летом. Средняя температура января составляет –2,6°С, июля +19,3°С, среднегодовая — +8,2°С, среднемесячная температура самого теплого месяца (июля) — +19,3°С. Протяженность теплого периода в г. Бресте насчитывает 258–260 дней, а безмороз-

ного — 155–175 дней. Минимальная сумма активных температур, необходимая для нормального прохождения физиологических процессов и получения качественного урожая винограда, должна составлять 2200°С. Этот показатель для г. Бреста — 2400–2600°С, что позволяет большинству растений винограда не только нормально вегетировать, но и зимовать без укрытия.

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) [1]. По этому показателю территория г. Бреста соответствует такому региону как Токай (Венгрия, 1770 часов). Кроме того, климатические ресурсы виноградарства оценивают по величине гелиотермического индекса Брана. При этом, чем выше данный показатель, тем выше качество виноградной продукции. Так на территории Франции средние величины индекса изменяются от 3,0 на севере до 6,7 на юге страны. При значении индекса менее 2,6 культивирование винограда считается нецелесообразным [2]. Согласно литературным данным величина гелиотермического индекса юга Беларуси (в том числе и г. Бреста) составляет 4,5.

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). Вегетационный период в условиях г. Бреста длится 214 суток и, согласно с интродукционным районированием, данная территория относится к V^a району, самому теплому и продолжительному в РБ. Плоды винограда, являются природным источником нутриентов и биологически активных веществ, одними из которых являются фенольные соединения (ФС). Экстрагируемые ФС содержатся в следующем соотношении: 10% в мякоти ягоды, 60–70% — в семенах, 28–35% — в кожице. 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 — гидроксибензойными и гидроксикоричными кислотами, проантоцианидинами, антоцианами и флавонолами [2].

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. [3]. Необходимо отметить, что биохимический состав плодов винограда предопределен не только видом и сортом, но и зависит от климатических условий выращивания [2].

Целью данного исследования было изучить биохимический состав (содержание сахаров, в том числе редуцирующих, пектиновых веществ, ФС) и оценить антиоксидантную активность (АОА) плодов винограда, выращиваемого в условиях г. Бреста.

Материалы и методы

Объектами исследования были зрелые плоды винограда сорта Минский розовый и четырех сортообразцов *Vitis*: 2 из них антоциансодержащие (далее обозначены V-1 и V-2) и 2 — безантоциановые, так называемые белые (V-3 и V-4). Растения произрастают более 30 лет на территории отдела «Агробиология» Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина (г. Брест). Сортообразцы характеризуются хорошей степенью вызреваемости лозы, высокой урожайностью, устойчивостью к болезням и вредителям, повышенной зимостойкостью и являются перспективными сортами смешанного использования. Отметим, что почва и водный режим стационара благоприятны для плантационного выращивания винограда.

Общее содержание растворимых сахаров определяли рефрактометрически с поправкой на температуру по ГОСТу [4] и выражали в г сахарозы в пересчете на 100 г сырых плодов. Индекс спелости рассчитывали как отношение общего содержания растворимых сахаров к титруемой кислотности. *Титруемую кислотность* рассчитывали в г винной кислоты на 100 г сырых плодов и определяли титрованием 0,1 н NaOH. Содержание редуцирующих сахаров определяли по реакции Фелинга [5].

Методика выделения и анализа пектиновых веществ была общепринятая [5]. Количество гидропектина и протопектина определяли Cu-пектатным методом и выражали в пересчете на % пектата кальция.

Общее содержание ФС определяли спектрофотометрически с реактивом Folin-Ciocalteu [6], содержание антоцианов — pH-дифференциальным методом [7] и рассчитывали в мг мальвидин-3-О-глюкозида на 100 г плодов. АОА плодов была оценена с помощью двух методов: ABTS (от 2,2'-азинобис[3-этил-2,3-дигидро-6-бензотиазол-сульфокислота]) и FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) [8].

Все определения для каждого образца проводили в трехкратной повторности.

Результаты и их обсуждение

В плодах *Vitis*, как и в других сочных плодах, по мере созревания происходит накопление растворимых сахаров с одновременным снижением количества свободных органических кислот [2]. Индекс спелости, варьирует от 13,6 (Минский розовый) до 28,3 (сортообразец V-4), что позволяет утверждать о высокой степени зрелости. Эти же образцы характеризуются наибольшим содержанием растворимых сахаров. Необходимо отметить, что сортообразцы V-2 и V-1 (оба антоциансодержащие) имеют наименьшее содержание редуцирующих сахаров, которое в целом варьирует от 11,02 до 19,1 г инвертного сахара/100 г сырых плодов. Для остальных сортообразцов значения параметра различаются незначительно.

Данные о биохимическом составе плодов винограда представлены в табл. 1.

Таблица 1

Биохимический состав плодов *Vitis*

Параметр	Сорт/сортообразец				
	Антоциансодержащие			Белые	
	Минский розовый	V-1	V-2	V-3	V-4
N, шт	43	86	167	110	102
V сока, мл	64	34	59	45	59
РС	19,1±0,2	11,02±0,2	13,1±0,2	18,5±0,4	17,9±0,3
ОСРС, °Брикс	22,0±0,3	15,2±0,7	15,5±0,6	21,2±0,19	22,07±0,24
ТК	1,62±0,03	0,89±0,01	1,01±0,09	1,15±0,3	0,78±0,13
ИС	13,6	17,1	15,3	18,3	28,3
Гидропектин, %	1,10±0,01	1,30±0,2	1,40±0,04	1,27±0,02	0,67±0,10
Протопектин, %	0,61±0,03	0,69±0,02	0,38±0,01	0,36±0,06	0,45±0,04
Сумма пектиновых веществ	1,71±0,11	1,99±0,22	1,79±0,04	1,62±0,04	1,12±0,14
К	1,80	1,87	3,68	3,56	1,48
ФС	313,30±11,9	399,37±20,1	291,42±10,62	182,88±5,14	251,43±3,57
Антоцианы	0,83±0,04	4,04±0,45	0,86±0,07	–	–

Примечание: V-1, V-2, V-3, V-4 сортообразцы; N — количество ягод в 100 граммах; ТК — титруемая кислотность, в пересчете на г винной кислоты на 100 г сырых плодов; ОСРС — общее содержание растворимых сахаров, ИС — индекс спелости; РС — содержание редуцирующих сахаров в г инв. сахара на 100 г сырых плодов; К — соотношение гидропектина к протопектину; ФС — содержание фенольных соединений в мг галловой кислоты на 100 г сырых плодов; концентрация антоцианов дана в мг мальвидин-глюкозида на 100 г сырых плодов

Содержание пектиновых веществ в плодах изученного винограда различается незначительно и составляет 1,12–1,99%. Доля растворимого пектина составила 0,67–1,4%, а протопектина — 0,36–0,69%. Наименьшее содержание общих пектинов — 1,12±0,14%, в том числе растворимых — 0,67±0,1% выявлено для сортообразца V-4. По мере созревания плодов доля гидропектина в общей сумме пектиновых веществ повышается. Изученные образцы V-1 и V-4 характеризуются сбалансированным соотношением гидропектин/протопектин — 1,9 и 1,5, соответственно.

Благодаря низкому содержанию метокси-групп (не более 3,3–6,2%), виноградный пектин легко адсорбирует токсины, тяжелые металлы, радиоактивные вещества и способствует ускоренному выведению их из организма. Кроме того, пектины являются вспомогательным средством многих лекарственных форм и, тем самым, могут усиливать терапевтический эффект или снижать побочное негативное действие. Объём производства пектина в мире составляет приблизительно 28–30 тыс. т в год..

Наибольшее количество антоцианов содержится в плодах сортообразца V-1, что можно объяснить их наличием не только в кожице, но и мякоти, в отличие от V-2 и Минского розового.

Таблица 2

Антиоксидантная активность плодов *Vitis*

Сорт/сортообразец		метод ABTS ммоль ТЭ/100 г	метод FRAP ммоль Fe^{2+}/ 100 г
Антоциансодержащие	Минский розовый	0,670 **a**±0,012	1,299 **a**±0,111
	V-1	0,112 **b**±0,011	0,305 **b,c**±0,047
	V-2	0,260 **c**±0,028	0,392 **b**±0,058
Безантоциановые	V-3	0,085 **d**±0,004	0,272 **c**±0,027
	V-4	0,296 **c**±0,030	0,350 **b,c**±0,021

Примечание: V-1, V-2, V-3, V-4 сортообразцы; ТЭ — тролокс-эквивалент; a, b, c, d, — статистические различия в пределах метода при $p<0,05$

АОА плодов винограда, оцененная методом ABTS, колеблется от 0,085 до 0,670 ммоль ТЭ на 100 г (табл. 2) и снижается в последовательности: Минский розовый > V-4 ≈ V-2 > V-1 > V-3. АОА по методу FRAP варьирует от 0,272 до 1,299 ммоль Fe^{2+} на100 г и снижается в ряду: Минский розовый > V-2 ≈ V-4 > V-1 > V-3. В рамках данного исследования не установлена достоверная разница между АОА антоциановых и безантоциановых сортов *Vitis*. При этом, отмечена положительная корреляционная связь между содержанием ФС в плодах и проявляемой ими АОА.

Заключение

Впервые изучена АОА плодов четырех сортообразцов *Vitis* и сорта Минский розовый. Полученные нами результаты позволяют рекомендовать изученные сортообразцы для культивирования в условиях г. Бреста, для использования в качестве источников антиоксидантов (в первую очередь ФС) и легкодоступных пектинов.

Список литературы

1. Козловская З. А. [и др.]. Интродукция винограда и перспективы его выращивания в Беларуси. Веснік Палес. дзярж. універ., 2009, № 1, С. 37–43.
2. Ribŕereau-Gayon P. [et al.] Handbook of enology. 2006, Vol. 2 The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments, p. 444.
3. Fraga C. G. Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology.Hoboken, New Jersey: Wiley, 2010, p 594
4. Соки фруктовые и овощные. СТБ ГОСТ Р 51433–2007. Введен 29.12.2007, 12 с.
5. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М. : Агропромиздат, 1985, с. 255.
6. Waterhouse A. L. Determination of Total Phenolics. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 2002, I1.1.1–I1.1.8.
7. Giusti M. M. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 2001, F1.2.1–F1.2.13.
8. Prior R. L. [et al.]. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. J. Agric. Food Chem, 2005, Vol. 53, № 10, P. 4290–4302.