

**Н.Ю. КОЛБАС<sup>1</sup>, В.А. ТРОЯНЧУК<sup>1</sup>, D. PRVULOVIĆ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Беларусь, Брест, Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, n.kolbas@gmail.com

<sup>2</sup>Сербия, Нови Сад, Нови Садский университет

## **СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТОЦИАНОВ ПЛОДОВ ЧЕРЕШНИ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ**

Среди многочисленных соединений класса флавоноидов антоцианы окрашены более интенсивно, так как поглощают свет с наибольшей длиной волны. Максимумы поглощения антоцианов в видимой части спектра лежат от 496 нм для производных пеларгонидина до 557 нм для производных мальвидина [1]. В целом, окраска антоцианов определяется строением их агликона, рН средой, комплексообразованием с ионами металлов и адсорбцией на полисахаридах [2]. Таким образом, состав и содержание антоцианов определяет органолептические качества растительной продукции.

Целью исследования являлось определение содержания антоцианов в плодах черешни спектрофотометрическим методом.

В качестве объектов исследования были отобраны плоды 6 сортов (Витязь – Vi, Гронковая – Gr, Мария – Mr, Минчанка – Mn, Народная – Nr, Сябаровская – S) и 2 гибридов (L и G2 (15-126)) черешни белорусской селекции, а также так называемой черешни Местной (MB), культивируемой на территории г. Бреста. Плоды заготавливали в стадии потребительской зрелости и из порций массой 100 г получали сок, который далее анализировали.

Спектрофотометрический рН-дифференцированный анализ антоцианов проводили по методике M.M. Giusti и R.E. Wrolstad (2001) [1]. Для анализа использовали 0,025 М хлоридный (рН=1,0) и 0,4 М ацетатный (рН=4,5) буферные растворы. Сканирование оптической плотности сока в каждом из буферных растворов проводили при длине волны от 380 до 760 нм с шагом в 1 нм на спектрофотометре Proscan MC 122 (ООО «Проскан специальные инструменты», РБ). В качестве раствора сравнения использовали соответствующие буферы. Отмечали максимумы поглощения растворов антоцианов черешневого сока в видимой части спектра. Общее содержание антоцианов рассчитывали согласно рекомендациям [1] и выражали в мг цианидин 3-О-рутинозида на 100 г сырых плодов ( $\text{мг}(\text{Цн-рут}) \cdot 100^{-1} \text{ г}^{-1}$ ), учитывая коэффициент разбавления и молярную экстинкцию доминирующего антоциана (в данном исследовании  $7000 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ ).

Для спектрофотометрической характеристики окраски полученный сок центрифугировали в течение 10 мин при скорости 12 000 оборотов в мин. Желтый цвет в окраске сока определяли по абсорбции при  $\lambda=420$  нм, красный – при  $\lambda=520$  нм, пурпурный – при  $\lambda=620$  нм и при длине оптического пути в 1 см. Для каждого цвета рассчитывали % от общей цветовой интенсивности, бурый индекс (тон) – как отношение  $A_{420}/A_{520}$  и фиолетовый индекс – как отношение  $A_{620}/A_{520}$  [3].

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

На рисунке 1 представлены результаты спектрального сканирования антоцианов плодов трех сортов черешни в хлоридном (рН=1,0) и ацетатном (рН=4,5) буферных растворах.

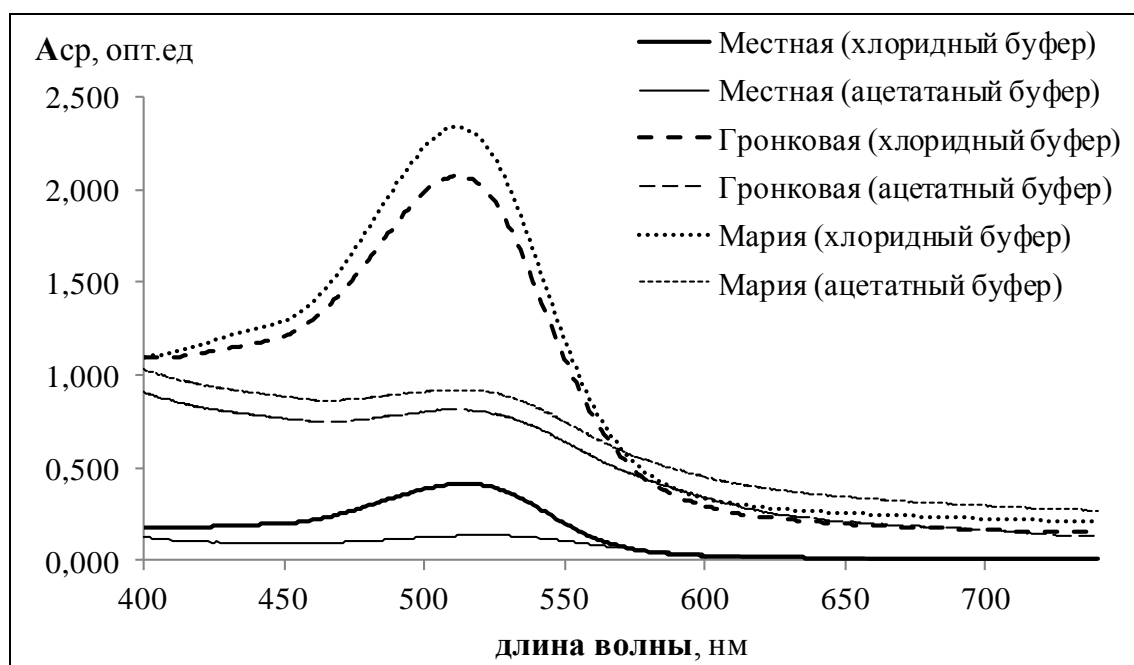


Рисунок 1 – Спектр антоцианов черешни

Спектрофотометрические максимумы поглощения в видимой части спектра (таблица 1) приходятся на 510 нм для сортов Мг, S и Nr, что согласно данным [1] соответствует цианидин 3-*O*-рутинозиду, 514 нм – для МВ (не идентифицирован), 511 нм – для Gr (производное цианидина), 509 нм – для гибрида G2 (цианидин 3-*O*-глюкозид), 504 нм – для Мп (пеларгонидин 3-*O*-рутинозил-5-*O*-(6''-*p*-кумароил)-глюкозид), 497 нм – для Vi (пеларгонидин 3-*O*-софорозил-5-*O*-глюкозид) и 496 нм – для гибрида L (ацил-производное пеларгонидин 3-*O*-софорозил-5-*O*-глюкозида). Отметим, что для подтверждения полученных данных о доминирующем анто-

циане, а также для идентификации всего антоцианового спектра, необходим более чувствительный аналитический метод (например, широко используемая высокоэффективная жидкостная хроматография).

Таблица 1 – Спектрофотометрический максимум антоцианов и параметры окраски сока плодов черешни

Сорт	$\lambda_{\text{макс. нм}}$	Объем сока, мл/ г плодов	Параметры окраски				
			Ж, %	К, %	П, %	Тон	ФИ
MB	514	0,52 ± 0,05	34,51 ± 2,21	62,15 ± 2,76	3,34 ± 0,59	0,56 ± 0,06	0,05 ± 0,01
Gr	511	0,47 ± 0,02	49,48 ± 1,72	42,15 ± 1,58	8,37 ± 0,17	1,18 ± 0,08	0,2 ± 0,01
Mr	510	0,52 ± 0,03	49,24 ± 0,69	43,85 ± 0,55	6,91 ± 0,43	1,12 ± 0,03	0,16 ± 0,01
Mn	504	0,49 ± 0,02	43,94 ± 0,92	33,94 ± 0,45	22,12 ± 0,5	1,30 ± 0,04	0,65 ± 0,01
Nr	510	0,45 ± 0,05	51,06 ± 1,46	40,45 ± 1,23	8,49 ± 0,23	1,26 ± 0,07	0,21 ± 0,001
S	510	0,5 ± 0,03	46,52 ± 1,29	44,5 ± 0,66	8,98 ± 1,03	1,05 ± 0,04	0,2 ± 0,02
Vi	497	0,43 ± 0,02	67,82 ± 2,06	26,31 ± 1,11	5,87 ± 0,98	2,58 ± 0,18	0,22 ± 0,03
G2	509	0,47 ± 0,01	44,47 ± 0,3	48,24 ± 0,54	7,29 ± 0,84	0,92 ± 0,004	0,15 ± 0,02
L	496	0,45 ± 0,01	61,22 ± 3,06	31,38 ± 1,9	7,4 ± 1,18	1,96 ± 0,21	0,23 ± 0,02

Примечание: MB – Местная (г. Брест), Vi – Витязь, Mn – Минчанка, Nr – Народная, S – Сюзаровская, Gr – Гронковая, Mr – Мария, L – гибрид, G2 – гибрид 15-126; Ж – желтый цвет в общей окраске, К – красный, П – пурпурный, ФИ – фиолетовый индекс.

Согласно литературным данным [4 – 6] доминирующим антоцианом для сортов черешни является цианидин 3-*O*-рутинозид (среднее содержание 143,7 мг/100 г; сорта Bing, Lambert, Sam, Stella, Summit, Sylvia, Van, Petrovka, Sciazza, Ferrovia), кроме того в биохимическом составе выявлены цианидин 3-*O*-глюкозид, пеонидин 3-*O*-рутинозид и минорные – пеларгонидин 3-*O*-рутинозид и пеонидин 3-*O*-глюкозид.

Общее содержание антоцианов в плодах изученных сортов и гибридов черешни варьировало от 1,53 до 83,38 мг Цн-рут/100 г. Полученные нами данные в целом согласуются с имеющимися в литературе [4 – 7]. Сорта и гибриды черешни белорусской селекции условно можно разделить на группы с высоким содержанием антоцианов в их плодах (более 70 мг/100 г): Mr и G2, со средним (от 20 до 69 мг/100 г): S и Gr, с низким (до 19 мг/100 г): гибрид L, сорта Vi, Mn, MB и Nr. Отметим, что из 9 проанализированных сортов и гибридов только 1 не относятся к типичным мо-

реллям (гриотам) – гибрид L (мякоть светлорозовая), а 2 – являются сортами типа бигарро (Vi и Mn).

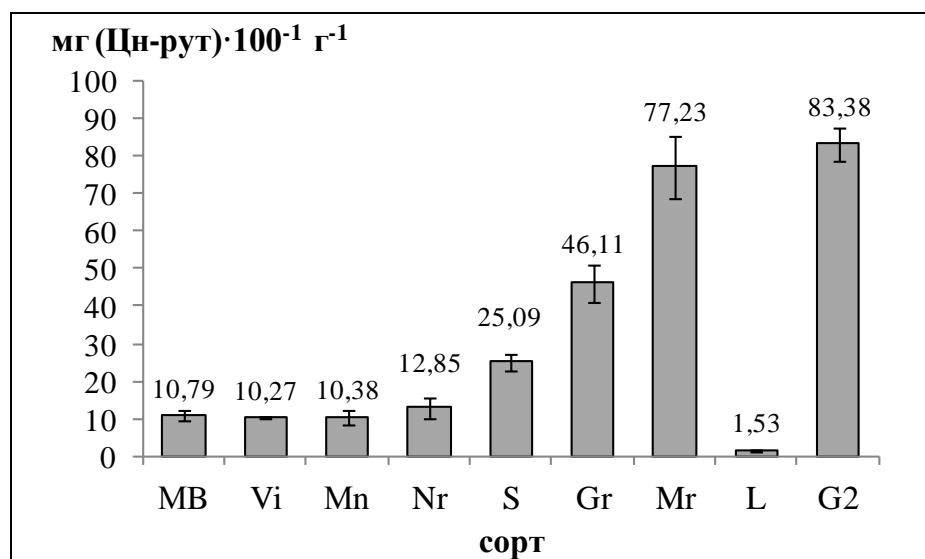


Рисунок 2 – Общее содержание антоцианов плодов черешни:  
 MB – местная (г.Брест), Vi – Витязь, Mn – Минчанка, Nr – Народная, S – Сюзбаровская,  
 Gr – Гронковая, Mr – Мария, L – гибрид, G2 – гибрид 15-126.

В чистом виде антоцианы имеют окраску от оранжевой (пеларгонидин), красно-оранжевой (цианидин, пеонидин) до пурпурной (мальвидин, петунидин) и красно-синей (дельфинидин). Эта окраска меняется в зависимости от гликозильного и ацильного компонентов, а также рН среды. Именно антоцианы определяют окраску плодам и продукции на их основе. Сок изученных плодов имеет рН от 3,3 до 3,9. В таблице 1 представлены спектрофотометрические параметры окраски сока плодов изученных сортов и гибридов черешни. Доля желтого цвета в окраске варьировала от 34,51 до 67,82%, красного – от 26,31 до 62,15%, пурпурного – от 3,34 до 22,12%. Доминирующим цветом в окраске сока 1 сорта (MB) и 1 гибрида (G2) является красный, 6 (Gr, Mr, Mn, Nr, Vi, L) – желтый, для сорта S – доля красного и желтого цветов практически совпадают. В тоже время, несмотря на то, что доминирующим цветом для сока плодов сорта Mn является желтый, для него характерен наибольший процент пурпурного цвета. Тон (бурый индекс) сока варьировал от 0,56 до 2,58 в последовательности MB<G2<S<Mr<Gr<Nr<Mn<L<Vi, фиолетовый индекс – от 0,05 до 0,65 в последовательности MB<G2<Mr<Gr=S<Nr<Vi<L<Mn.

Таким образом, спектрофотометрические методы анализа могут быть использованы для характеристики антоцианов плодов черешни, а также для идентификации и сертификации подлинности продукции на их основе. Сорта и гибриды черешни белорусской селекции могут быть разделены на

группы в соответствии с содержанием антоцианов в их плодах. Сорт черешни Мария может быть использован в качестве исходной формы для создания новых сортов черешни с высоким содержанием антоцианов.

Работа выполнена в рамках проекта «Фенольные соединения и антиоксидантная активность плодов вишни и черешни сербской и белорусской селекции» (2018-2019), № ГР 20180998 от 28.06.2018.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Giusti, M. M. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy / M. M. Giusti, R. E. Wrolstad // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2001. – F1.2.1–F1.2.13.
2. Колбас, Н. Ю. Механизмы копигментации антоцианов / Н. Ю. Колбас // Вучонья запіскі Брэсцкага ўніверсітэта. – Естэственна-уч. сер., Вып. 10. – Ч. 2. – 2014. – С. 30–38.
3. Zozio, S. Evaluation of anthocyanin stability during storage of a coloured drink made from extracts of the Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth.), açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and black carrot (*Daucus carota* L.) / S. Zozio, D. Pallet, M. Dornier. – Fruits. – Vol. 66, №. 3. – P. 203-2015.
4. Gao, L. Characterization, quantitation, and distribution of anthocyanins and colorless phenolics in sweet cherries / L. Gao, G. Mazza // J. Agr. and Food Chem. – 1995. – Vol. 43. – P. 343–346.
5. Changes of anthocyanins and hydroxycinnamic acids affecting the skin colour during maturation of sweet cherries (*Prunus avium* L.) / B. Mozetic [et al.] // LWT – Food Sci. and Technology. – 2004. – Vol. 37. – P. 123–128.
6. Physicochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage / M. Esti [et al.] // Food Chemistry. – 2002. – Vol. 76. – P. 399–405.
7. Cultivar effect on the sweet cherry antioxidant and some chemical attributes / J. Skrzyński [et al.] // Folia Hort. – 2016. Vol. 28, Is. 1. – P. 95–102.