УДК 543.421:547.97

Н.Ю. КОЛБАС[1], D. PRVULOVIĆ[2]
[1]Беларусь, Брест, Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, n.kolbas@gmail.com
[2] Сербия, Нови Сад, Нови Садский университет

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПЛОДОВ ВИШНИ И ИХ ДИНАМИКА ПРИ ХРАНЕНИИ

Среди континентальных плодовых культур вишня (*Prunus cerasus* L.) занимает седьмое место в мире. Общая площадь земель, отведенная под культивирование вишни, составляет 188 887 тыс. га и большая ее часть сосредоточена в Европе (около 70 %), далее следуют Азия (20 %) и Северная Америка (10 %) [1]. В Беларуси до недавнего времени местная кислая вишня занимала 47 % площадей, Владимирская – 16 %, Любская – 8 %, однако площади, отводимые под вишню, расширяются и требуют новых перспективных сортов. По данным на 2019 год в Государственный реестр сортов Республики Беларусь включены 7 сортов и 1 семенной подвой вишни (*Prunus mahaleb* L). Среди них для культивирования в условиях Брестской области рекомендованы семенной подвой вишни и 4 сорта: Новодворская, Тургеневка, Жывица, Гриот белорусский. Ранее были рекомендованы такие сорта как Вянок, Уйфехертой фюртош (Újfehértói Fürtös) и Ливенская [2]. На территории Брестской области широкое применение нашел сорт сербской селекции – Облачинска. Несмотря на имеющиеся в литературе данные о биохимическом составе плодов вишни белорусской селекции, сведения об их фенольных соединениях фрагментарны.

Согласно литературным данным, основными фенольными компонентами плодов вишни являются антоцианы, фенолкарбоновые (гидроксикоричные) кислоты и флавонолы. В биохимическом составе плодов вишни сортов Balaton и Montmorency H. Wang с соавторами (1997) [3] и D.-O. Kim с соавторами (2004) [4] выявили производные цианидина, а также пеонидин 3-О-рутинозид в плодах сорта Balaton. Доминирующим антоцианом для обоих сортов является цианидин 3-*О*-глюкозил-рутинозид, выявлены и другие производные – цианидин 3-*О*-глюкозид и цианидин 3-*О*-рутинозид. Общее содержание антоцианов (по pH-дифференцированному методу) для выше указанных сортов варьирует в довольно широких пределах – от 8,7 до 67,1 мг на 100 г сырых плодов и снижается в последовательности: Kroeker > Northstar > Karneol > Balaton >> Montmorency [3; 4].

Другими изученными фенольными компонентами плодов вишни сортов Bockelmann, Successa, Kelleris-16 являются гидроксикоричные кис-

лоты, такие как кофеил-, кумароил- и феруилхинная, общее содержание которых составляет 27,1–65,1 мг на 100 г свежих плодов [5]. Содержание кверцетина в 100 г сырых плодов вишни в среднем составляет 2,92 мг [6].

Целью нашего исследования было изучить динамику содержание ФС (фенолкарбоновых кислот, флавонолов и антоцианов) в плодах вишни при их хранении в условиях заморозки.

Объектами исследования были плоды 9-ти сортов вишни белорусской селекции (Глубокская – Glb, Гриот белорусский – GB, Жывица – Gi, Конфитюр – Kn, Ласуха – Las, Любанская 2 – Lu, Милавица – Mil, Несвижская – Ns, Вянок – Vn,) и сорта Облачинска (сербская селекция). Плоды заготавливали в стадии потребительской зрелости. Часть плодов замораживали и хранили при температуре –18°С в течение 6 месяцев. Непосредственно перед анализом плоды размораживали при комнатной температуре, сепарировали и далее анализировали.

Содержание фенолкарбоновых кислот и флавонолов определяли по модифицированной методике L.R. Fukumoto и G. Mazza [7]. Изменение оптической плотности регистрировали при 280 (для фенолкарбоновых кислот) и 360 нм (для флавонолов). Содержание фенолкарбоновых кислот выражали в мг кофейной кислоты на 100 г плодов, флавонолов – в мг кверцетина на 100 г плодов.

Общее количество антоцианов определяли pH-дифференцированным методом по M.M. Giusti и R.E. Wrolstad [8] и выражали в мг цианидин 3-*О*-рутинозида на 100 г сырых плодов, учитывая коэффициент разбавления и молярную экстинкцию доминирующего антоциана (в данном исследовании 7000 $л \cdot моль^{-1} \cdot см^{-1}$).

Все опыты выполнены в трехкратной повторности.

Первоначальное содержание фенолкарбоновых кислот в 100 г плодов вишни варьировало от 46,36 до 89,08 мг кофейной кислоты и снижалось в последовательности: Ns > Lu > Las > Glb > Mil >GB >Gi > Vn > Kn > Ob (рисунок). В целом, после хранения плодов содержание фенолкарбоновых кислот составило 40,31– до 80,1 мг кофейной кислоты на 100 г.Изменение параметра после хранения было различным: для 5-ти сортов (Lu, Gi, Las, Glb и Ob) различия значений от первоначальных не были достоверными, для 2-х – повышались (Kn на 57,9 %, GB на 38,3 %), для 3-х – снижались (Ns на 23,9 %, Vn на 22,9 % и Mil на 12,4 %).

Содержание флавонолов в свежих плодах вишни потребительской спелости варьировало от 9,34 до 16,00 мг кверцетина на 100 г плодов и снижалось в последовательности: Kn > Gi ≈ Mil ≈ Lu > Las ≈ Ob > Ns > Glb Vn > GB (рисунок). Значение параметра после хранения плодов составило 8,44–22,79 мг кверцетина на 100 г. Изменение содержания флавонолов было различным: для сорта Glb достоверные отличия от первоначальных зна-

чений параметра не были достоверны, для 4-х – повышались (GB – в 2,7 раз, Kn на 50,0 %, Gi на 43,6 % и Las на 30,7 %), а для других 4-х – снижались (Mil на 42,4 %, Vn на 29,9 %, Ns на 27,5 % и Lu на 14,0 %).

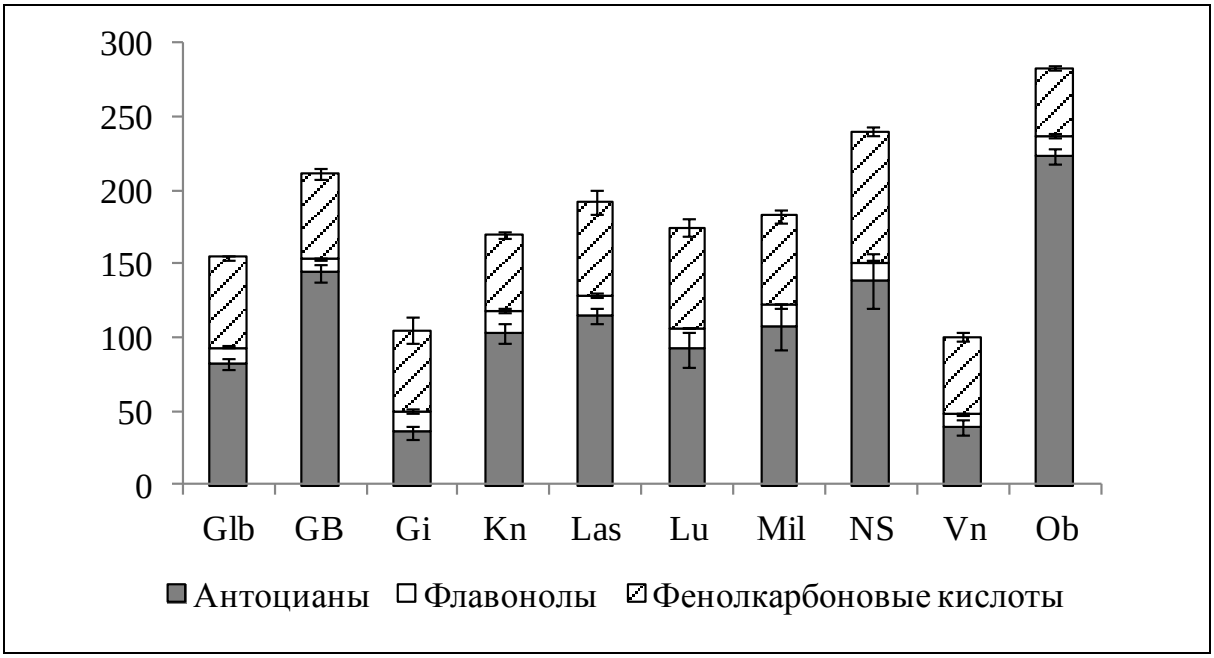

Рисунок – Содержание фенолкарбоновых кислот (в мг кофейной кислоты), флавонолов (в мг кверцетина) и антоцианов (мг цианидин 3-*O*-рутинозида) в 100 г плодов вишни: Glb – Глубокская, GB – Гриот белорусский, Gi – Жывица, Kn – Конфитюр, Las – Ласуха, Lu – Любанская 2, Mil – Милавица, Ns – Несвижская, Ob – Облачинска, Vn – Вянок

Общее количество антоцианов в 100 г свежих плодов вишни составило 35,73–223,35 и для сортов снижалось в последовательности: Ob > Gi > Ns > Las > Mil ≈ Kn > Lu > Glb > Vn > GB (рисунок). Содержание антоцианов после хранения плодов вишни варьировало от 16,88 до 136,69 мг цианидин 3-*O*-рутинозида на 100 г. Только 2 сорта вишни (Kn и Lu) характеризуются стабильностью содержания антоцианов после хранения их плодов; для остальных сортов параметр снижался (для Glb на 68,7 %, для Las на 65,0 %, для Vn на 56,3 %, для Mil на 49,8 %, для GB и Ob на 39 %, для Gi на 38,4 % и для Ns на 29,5 %). Сорта вишни условно можно разделить на группы: с низким содержанием антоцианов в их плодах (до 50 мг/100 г) – GB, Vn, со средним (от 51 до 99 мг/100 г) – Glb и Lu, и высоким (более 100 мг/100г) – Kn, Mil, Las, Ns, Gi и Ob.

Вывод. Впервые было определено содержание фенолкарбоновых кислот, флавонолов и антоцианов в плодах 9-ти сортов вишни белорусской селекции и для сорта сербской селекции, культивируемого в условиях

Брестской области. Дана классификация сортам в зависимости от содержания в них антоцианов. Сорт Ob может быть рекомендован в качестве исходной формы для получения новых сортов вишни с повышенным содержанием антоцианов, сорта Kn и Gi – с повышенным содержанием антоцианов и флавонолов, сорта Ns и Las – как исходные формы для получения новых сортов с высоким содержанием антоцианов и фенолкарбоновых кислот.

Работа выполнена в рамках белорусско-сербского научно-технического проекта Б18СРБГ-010 «Фенольные соединения и антиоксидантная активность плодов вишни и черешни сербской и белорусской селекции» (№ ГР 20180998 от 28.06.2018).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. FAOstat. Crop data. Cherries, sour. 2018 [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.fao.org/faostat – Date of access: 10.10.2019.

2. Государственный реестр сортов [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://sorttest.by/gosudarstvennyy_reyestr_2019.pdf. – Дата доступа: 10.09.2019.

3. Quantification and characterization of anthocyanins in Balaton tart cherries / H. Wang [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 1997. – Vol. 45, № 7. – P. 2556 – 2560.

4. Kim, D.-O. Jam processing effect on phenolics and antioxidant capacity in anthocyanin-rich fruits: cherry, plum, and raspberry / D.-O. Kim, O. I. Padilla-Zakour // J. Food Sci. – 2004. – Vol. 69, № 9. – P. 395–400.

5. Moeller, B. Quinic acid esters of hydroxycinnamic acids in stone and pome fruit / B. Moeller, K. Herrmann // Phytochemistry. – 1983. – Vol. 22. – P. 477–481.

6. Lugasi, A. Flavonoid aglycons in foods of plant origin. II. Fresh and dried fruits / A.Lugasi, J.Hovari. – Acta Alimentaria. – 2002. – Vol. 31, № 1. – P. 63–71.

7. Fukumoto, L. R. Assessing Antioxidant and Prooxidant Activities of Phenolic Compounds / L. R. Fukumoto, G. Mazza // J. Agric. Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 8. – P. 3597–3604.

8. 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.