

Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

Менделеевские чтения – 2019

Сборник материалов
Республиканской научно-практической конференции
по химии и химическому образованию

Брест, 22 февраля 2019 года

Под общей редакцией **Н. Ю. Колбас**

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2019

УДК 37+54+57+61+66+371+372+373+378+502+524+538+539+541+542+
543+544+546+574+577+581+631+634+636+661+666+667+691
ББК 24.1+24.2+24.4+24.5
М 50

*Рекомендовано редакционно-издательским советом Учреждения образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»*

Редакционная коллегия:

кандидат технических наук, доцент **Э. А. Тур**
кандидат биологических наук, доцент **Н. Ю. Колбас**
кандидат технических наук, доцент **Н. С. Ступень**

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент **С. В. Басов**
кандидат биологических наук, доцент **Н. М. Матусевич**

М 50 Менделеевские чтения – 2019 : сб. материалов Респ. науч.-
практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 22 февр.
2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Э. А. Тур,
Н. Ю. Колбас, Н. С. Ступень ; под общ. ред. Н. Ю. Колбас. – Брест :
БрГУ, 2019. – 275 с.
ISBN 978-985-555-982-6.

В материалах сборника освещаются актуальные проблемы химии и экологи-
гии, а также отражен опыт преподавания соответствующих дисциплин в высших
и средних учебных заведениях.

Материалы могут быть использованы научными работниками, аспиран-
тами, магистрантами, преподавателями и студентами высших учебных заведе-
ний, учителями химии и другими специалистами системы образования.

УДК 37+54+57+61+66+371+372+373+378+502+524+538+539+541+542+
543+544+546+574+577+581+631+634+636+661+666+667+691
ББК 24.1+24.2+24.4+24.5

В. А. ТРОЯНЧУК, Н. Ю. КОЛБАС

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**ДИНАМИКА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЛОДОВ
ЧЕРЕШНИ ПРИ ИХ ХРАНЕНИИ**

Биохимический состав растений характеризуется сложностью и многокомпонентностью. Среди биологически активных веществ растений особое место занимают фенольные соединения (ФС), антистрессовые, антиканцерогенные, антимуtagenные и профилактические свойства которых в последние десятилетия активно изучаются [1]. В настоящее время идентифицировано более 8000 ФС растений, установлена положительная корреляционная зависимость между общим количеством этих соединений в растении и проявляемой ими антиоксидантной активностью. В своей работе J.A. Vinson с соавторами [2] указывают, что вклад фенольных соединений в общую антиоксидантную активность для фруктов и ягод более значителен, чем для овощей.

Считается, что плоды черешни (*Prunus avium* L.) по вкусовым качествам значительно превосходят другие косточковые культуры. При анализе фенольных компонентов плодов черешни необходимо учитывать, что их сорта делятся на морелли (или гриоты) – с темноокрашенным соком (высокое содержание антоцианов) и аморели – с неокрашенным соком, а также выделяют сорта бигарро с плотной мякотью. Основными фенольными компонентами плодов черешни являются антоцианы (16,92–475 мг/100 г), фенолкарбоновые кислоты (30,2–169,85 мг/100 г) [3; 4] и флаван-3-олы (катехины; 11,5–99 мг/100 г) [5; 6].

Доминирующим антоцианом для сортов черешни является цианидин 3-*O*-рутинозид (среднее содержание 143,7 мг/100 г сырых плодов для сортов Bing, Lambert, Sam, Stella, Summit, Sylvia, Van, Petrovka, Sciazza, Ferrovia), кроме того, в биохимическом составе выявлены цианидин 3-*O*-глюкозид (18,78 мг/100 г), пеонидин 3-*O*-рутинозид (7,42 мг/100 г) и минорные – пеларгонидин 3-*O*-рутинозид и пеонидин 3-*O*-глюкозид [3; 4].

Среди фенолкарбоновых кислот в биохимическом составе плодов сортов черешни *Souvenir de Charme*, *Maibigartreau*, *Grosse Schwarze* и *Knopfel* выявлены гидроксикоричные кислоты (неохлорогеновая > кумароилхинная > хлорогеновая > фероилхинная) [3; 4].

R-активными катехинами плодов черешни являются (-)-эпикатехин (среднее содержание 7,78 мг/100 г), (+)-катехин (1,5 мг/100 г), (-)-эпикатехин 3-*O*-галлат (0,09 мг/100 г) и (-)-эпигаллокатехин (0,05 мг/100 г), а также процианидиндимеры В и С (общее содержание 5,65 мг/100 г) [5; 6].

По данным на 2018 г., в Государственный реестр сортов Республики Беларусь включены 9 сортов черешни, среди них 7 – Ипать, Гронковая, Гасцинец, Сюбаровская, Витязь, Медуница, Наслаждение – рекомендованы для культивирования в условиях Брестской области [7]. Создаются новые высокопродуктивные сорта, такие как Милавица, Народная, Мария, а также гибриды. Несмотря на имеющиеся в литературе данные о биохимическом составе плодов черешни белорусской селекции, сведения об их ФС фрагментарны.

Целью нашего исследования было изучить динамику содержания ФС (фенолкарбоновых кислот, флавонолов и антоцианов) в плодах черешни белорусской селекции при их хранении в условиях заморозки.

Объектами исследования были плоды 9 сортов (Витязь – Vt, Гасцинец – GS, Гронковая – Gr, Мария – Mr, Медуница – Mdn, Минчанка – Mn, Наслаждение – N, Народная – Nr, Сюбаровская – S) и трех гибридов (L, G1 (11-31) и G2 (15-126)) черешни белорусской селекции, а также так называемой черешни местной (MB), культивируемой в городе Бресте.

Плоды заготавливали в стадии потребительской зрелости и из порций массой 100 г получали сок, который далее анализировали. Часть плодов замораживали и хранили при температуре -18°C в течение 5 месяцев. Непосредственно перед анализом плоды размораживали при комнатной температуре, сепарировали, получали сок, который далее анализировали.

Содержание фенолкарбоновых кислот и флавонолов определяли по модифицированной методике L. R. Fukumoto и G. Mazza [8]. Изменение оптической плотности смеси, содержащей 0,25 мл сока, 0,25 мл 0,1 %-го этанольного раствора HCl и 4,5 мл 2 %-го HCl, регистрировали при 280 нм (для фенолкарбоновых кислот) и 360 нм (для флавонолов). Содержание фенолкарбоновых кислот выражали в миллиграммах кофейной кислоты на 100 г плодов (мг КфК/100 г), флавонолов – в миллиграммах кверцетина на 100 г плодов (мг Кв/100 г), учитывая линейные зависимости оптической плотности от концентрации стандартов.

Общее количество антоцианов (ОКА) определяли рН-дифференцированным методом по М. М. Giusti и R. E. Wrolstad [9] и выражали в миллиграммах цианидин 3-*O*-рутинозида на 100 г сырых плодов

(мг (Цн-рут)/100 г), учитывая коэффициент разбавления и молярную экстинкцию доминирующего антоциана (в данном исследовании $7000 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$).

Все опыты выполнены в трехкратной повторности.

Заморозка плодов облегчает извлечение многих биологически активных веществ, так как кристаллы льда разрушают клетки и облегчают выделение из них сока. В нашем исследовании выход сока плодов после разморозки составил 41,5–59,3 % и для пяти объектов (Gr, S, Vi, Mdn и G2) повысился в среднем на 12,8 %, для гибрида L – на 31,7 %.

Содержание фенолкарбоновых кислот в свежих плодах черешни составило 18,24–47,27 мг КфК/100 г, а после хранения – 14,94–70,73 мг КфК/100 г и снижалось в следующей последовательности: S > Mn > MB > G2 ≈ Mdn > Nr > Gr > L > Mr > Vi > GS > N > G1 (рисунок А). Изменение параметра в процессе хранения было различным: для трех объектов (MB, Gr и G2) различия значений от первоначальных не были достоверными, для семи – повышались (Mn на 77,6 %, Nr на 61,4 %, S на 55,6 %, N на 34 %, Mdn и GS на 26,4 %, L на 24,9 %), для трех – снижались (G1 – на 46,8 %, Mr на 22,5 % и Vi на 20,7 %).

Первоначально содержание флавонолов варьировало от 5,81 до 15,57, после хранения – от 6,36 до 34,74 мг Кв/100 г плодов черешни и снижалось в последовательности: S > Mdn > Nr ≈ L ≈ Gr > MB ≈ G2 > Mn > Vi > GS > Mr ≈ N > G1 (рисунок Б). Для большинства сортов и гибридов значение параметра в процессе хранения повышалось: для шести объектов – Mn, Mdn, Nr, S, MB и L – в 3,4–2,2 раза, для пяти – Gr, N, Vi, GS и G2 – на 90,4 %, 63,14 %, 39,5 %, 39,2 % и 37,8 % соответственно. Для сорта Mr отличия значений параметра от первоначальных не были достоверными, а для гибрида G1 – снижались на 54,6 %.

Из 13 сортов и гибридов изученной черешни 9 являются красноплодными (антоциансодержащие), и их ОКА варьировало от 1,53 до 83,38 мг Цн-рут/100 г. Сорта и гибриды черешни белорусской селекции условно можно разделить на группы: с низким содержанием антоцианов в их плодах (до 19 мг/100 г) – гибрид L, сорта Vi, Mn, Nr, со средним (от 20 до 69 мг/100 г) – S, Gr и высоким (более 70 мг/100 г) – Mr и G2.

Содержание антоцианов после хранения варьировало от 0,96 до 15,95 мг Цн-рут/100 г плодов и снижалось в следующей последовательности: G2 ($15,95 \pm 4,08$) > MB ($14,38 \pm 1,42$) > S ($4,04 \pm 0,94$) > Nr ($2,86 \pm 0,81$) ≈ Vi ($2,81 \pm 0,61$) > Mn ($1,93 \pm 0,52$) > Gr ($1,47 \pm 0,53$) ≈ Mr ($1,45 \pm 0,22$) > L ($0,96 \pm 0,42$). Отметим, что среди всех изученных ФС плодов черешни в процессе хранения наиболее деградировали антоцианы: для гибрида L – на 37,3 %, для Vi, Nr, G2 и Mn в 3,6, 4,5, 5,2 и 5,4 раза соответственно. Наиболее деградировали антоцианы сортов Gr и Mr – в 31,3 и 53,2 раза соответственно. Стабильными были антоцианы плодов черешни MB.

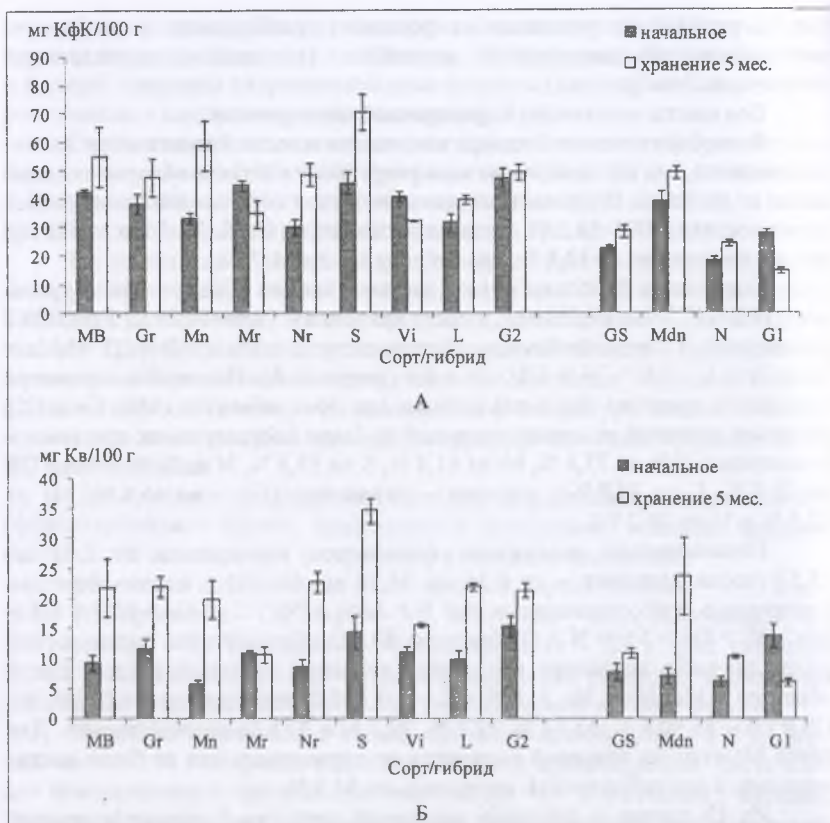


Рисунок – Динамика содержания фенолкарбоновых кислот (А) и флавонолов (Б) в плодах черешни при их хранении в условиях заморозки:

MB – местная черешня, Gr – Гронковая, Mn – Минчанка, Nr – Народная, S – Сюбаровская, Mr – Мария, Vi – Витязь, G2 – гибрид 15-126, L – гибрид, GS – Гасцинец, Mdn – Медуница, N – Наслаждение, G1 – гибрид 11-31; КФК – кофейная кислота, Кв – кверцетин

Таким образом, изменение содержания фенолкарбоновых кислот и флавонолов плодов изученных сортов и гибридов было различным. К концу хранения наибольшее содержание этих биологически активных веществ отмечено в плодах сорта S, наименьшее – гибрида G1. Полученные нами результаты могут быть использованы в селекции черешни. Так сорта S, Mr и гибрид G2 являются перспективными исходными формами для создания

новых сортов и гибридов с повышенным содержанием антоцианов, относительно устойчивых при хранении плодов в условиях заморозки.

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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fraga, C. G. Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology / C. G. Fraga. – Hoboken, New Jersey : Wiley, 2010. – 594 p.
2. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Fruits / J. A. Vinson [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2001. – Vol. 49, № 11. – P. 5315–5321.
3. Gao, L. Characterization, quantitation, and distribution of anthocyanins and color-less phenolics in sweet cherries / L. Gao, G. Mazza // J. Agricult. and Food Chem. – 1995. – Vol. 43. – P. 343–346.
4. 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.
5. Arts, I. C. W. Catechin Contents of Foods Commonly Consumed in The Netherlands. 1. Fruits, Vegetables, Staple Foods, and Processed Foods / I. C. W. Arts, B. van de Putte, P. C. H. Hollman // J. Agric. and Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 5. – P. 1746–1751.
6. Pascual-Teresa de, S. Quantitative analysis of flavan-3-ols in Spanish foodstuffs and beverages / S. de Pascual-Teresa, C. Santos-Buelga, J. C. Rivas-Gonzalo // J. Agric. and Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 11. – P. 5331–5337.
7. Государственный реестр сортов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sorttest.by/d/306784/d/gosudarstvennyu_reyestr_2018.pdf. – Дата доступа: 10.02.2018.
8. 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.
9. 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.