

ПОЛИФЕНОЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПЛОДОВ ЧЕРЕШНИ

Е.В. ЖБАНОВА, А.В. КРУЖКОВ, Т.В. КОВАЛЕНКО

ФГБНУ ФНЦ им. И.В. Мичурина,
ул. Мичурина, 30, г. Мичуринск, 393774, Россия,
e-mail: info@fnc-mich.ru

АННОТАЦИЯ

Среди плодовых и ягодных культур черешня считается важным источником фенольных соединений. В работе представлен обзор научной литературы и результаты собственных исследований полифенольного комплекса плодов черешни, показан компонентный состав отдельных групп полифенолов, отражена их антиоксидантная роль и значение как лечебных компонентов. К наиболее часто встречающимся соединениям данной группы относятся: фенольные кислоты (неохлорогеновая кислота, хлорогеновая кислота, п-кумароилхинная кислота), антоцианы (цианидин-3-О-глюкозид, цианидин-3-О-рутинозид, пеонидин-3-О-глюкозид, пеонидин-3-О-рутинозид и пеларгонидин-3-О-рутинозид), флавонолы (рутин) и флаван-3-олы (катехин, эпикатехин). Выявлены ценные генотипы с высоким уровнем накопления данных компонентов из разных регионов России и зарубежья. В условиях Центрального Черноземья (Мичуринск) высоким содержанием полифенольных веществ характеризуются следующие сорта и формы: Ревна, Валерий Чкалов, Креолка, Аделина, 8-96 (антоцианы); 10-115, 8-112, 6-87, 8-91 (катехины); 8-108, 10-104, 6-87, 8-113 (сумма флавонолов); Родина, Аннушка, Фатеж, 9-8 (хлорогеновая кислота).

Ключевые слова: черешня, *Prunus avium* L., сорта, полифенолы, антоцианы, хлорогеновая кислота, катехин, рутин, антиоксидантные свойства, Россия.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы все большее внимание исследователей обращено на флавоноидные соединения плодов и ягод, которые определяют цвет и сенсорные свойства плодов, такие как горечь и терпкость. Одним из самых известных свойств флавоноидов в целом является их сильная антиоксидантная активность, связанная со способностью снижать риск развития дегенеративных заболеваний, вызванных окислительным стрессом, таких как рак, сердечно-сосудистые заболевания и инсульт. Такой возросший интерес к нутрицевтикам и функциональным продуктам питания привел селекционеров к инициированию подбора культур с более высоким содержанием фенольных антиоксидантов. Плоды черешни богаты этими биологически ценными компонентами [1].

Черешня (*Prunus avium* L.) – популярная и коммерчески важная десертная культура. Большая часть урожая (около 85 %) используется для свежего потребления, а также для замораживания и различных видов переработки (компот, варенье, засахаренные фрукты, соки, бренди и т. д.). Плоды черешни интересны для потребителей и всегда описываются как «уважаемые» фрукты высокого качества. Они обладают освежающим, мочегонным, антибактериальным, слабительным и детоксицирующим действиями [2]. Черешню выращивают во всех частях умеренного климата. Ежегодно в мире производится более 2 млн тонн черешни. Турция и США – крупнейшие производители черешни в мире [3–5]. В Соединенных Штатах черешню в основном выращивают в тихоокеанских северо-западных штатах – Орегон, Вашингтон и Калифорния. Сорт Bings является одним из основных сортов черешни в США и пользуется большим спросом [5]. Черешня получила широкое распространение в южных регионах России (Краснодарский край, Крым), где ее сортимент наиболее разнообразен. В настоящее время благодаря усилиям селекционеров она продвинулась далеко на север. В связи с этим особое значение приобретает создание новых и выделение из числа существующих сортов и форм генотипов черешни, обладающих ценным биохимическим составом, в частности полифенольными его составляющими.

В задачу наших исследований входило обобщение литературных данных по составляющим полифенольный комплекс плодов черешни компонентам, а также оценка генетической коллекции сортов черешни по отдельным веществам в условиях ЦЧР (Мичуринск) в сопоставлении с литературным материалом из разных регионов России и зарубежья.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

За период 2012–2016 гг. было проанализировано по биохимическому составу в общей сложности 64 сортообразца черешни, включая сорта, элитные и отборные формы генколлекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Биохимические анализы плодов проводили общепринятыми стандартизированными методами: катехины определяли фотоколориметрическим методом по окраске спиртовой вытяжки с ванилиновым реактивом (по Мурри), хлорогеновую кислоту – фотоколориметрическим методом, антоцианы – спектрофотометрическим методом, сумму флавонолов – спектрофотометрическим методом с хлоридом алюминия [6–8]. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли общепринятыми методами [9] и с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2007 и программы Statistica 6,0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основные полифенолы черешни

На основе анализа литературных источников [1–2, 4–5, 10, 12–13] нами составлена схема полифенольного профиля плодов черешни (рисунок 1).

В общей сложности в плодах черешни идентифицировано 11 фенольных соединений, в том числе гидроксикоричные кислоты (3), антоцианы (5), флаван-3-олы (2) и флавонолы (1) [4, 10].

Наиболее распространенными фенольными соединениями данной культуры являются антоцианы [10–13]. Черешня отличается большим полиморфизмом окраски плодов, которая является идентификационным признаком сорта. Степень окраски плодов находится в зависимости от содержания антоцианов. Светлоокрашенные сорта практически не содержат антоциановых пигментов [14]. Выявлен ряд генов, контролирующих окраску плода: «А» – темная окраска (Бахор), «Аа» – светлая окраска (Дюшес желтый, Дрогана желтая); оттенки плодов «В» – темный, «Вb» – светлый (Дюшес розовый), «FF» – окрашенный сок плодов (Черноглазка) [15]. Антоцианы черешни представлены 3-О-глюкозидом и 3-О-рутинозидом цианидина, пеонидин 3-О-рутинозидом и глюкозидом, а также пеларгонидин 3-О-рутинозидом. Что касается отдельных антоцианов, установлено, что цианидин 3-О-рутинозид доминирует в плодах черешни, на него приходится наибольшая доля от их общего содержания (до 90–92 %). Цианидин 3-О-глюкозид – второй по распространенности из антоцианов черешни [4, 11–13, 16–19]. Антоцианы вносят больший вклад в антиоксидантную активность плодов (~90 %), чем флавонолы, флаван-3-олы и фенольные кислоты (~10 %) [16]. Черешня богата фенольными кислотами. Основную их часть составляют кофейная кислота, производные гидроксикоричной кислоты (неохлорогеновая кислота) и производные п-кумаровой кислоты (3-п-кумароилхинная кислота). Флавонолы и флаван-3-олы, также обнаруженные в плодах черешни, включают катехин, эпикатехин, кверцетин 3-глюкозид, кверцетин 3-рутинозид и кемпферол 3-рутинозид [12–13, 16, 20–21].

Антоцианы представляют собой одну из основных групп водорастворимых пигментов, принадлежащих к классу флавоноидов, которые являются вторичными продуктами метаболизма. К настоящему времени в природе обнаружено около 1000 антоцианов различного строения [22]. Интерес к антоцианам значительно возрос в последние годы, в связи с выявлением их пользы для здоровья и возможностей использования в качестве химиотерапевтических средств [24]. На основании проведенных многочисленных клинических исследований, высказываются предположения, что антоцианы обладают противовоспалительным и противораковым действиями, предотвращают сердечно-сосудистые заболевания, могут контролировать ожирение и уменьшать действие диабета. Все эти свойства ассоциируются с их антиоксидантной емкостью [23].

Хлорогеновая кислота ($C_6H_8O_9$) – сложный эфир кофейной (3,4-диоксикоричной) кислоты и одного из стереоизомеров хинной кислоты, широко распространена в природе. Она обладает сильными антиоксидантными, антивирусными, антибактериальными и антигрибковыми свойствами, проявляет гипогликемическое, гипохолестеринемическое, противораковое и гепатопрот-

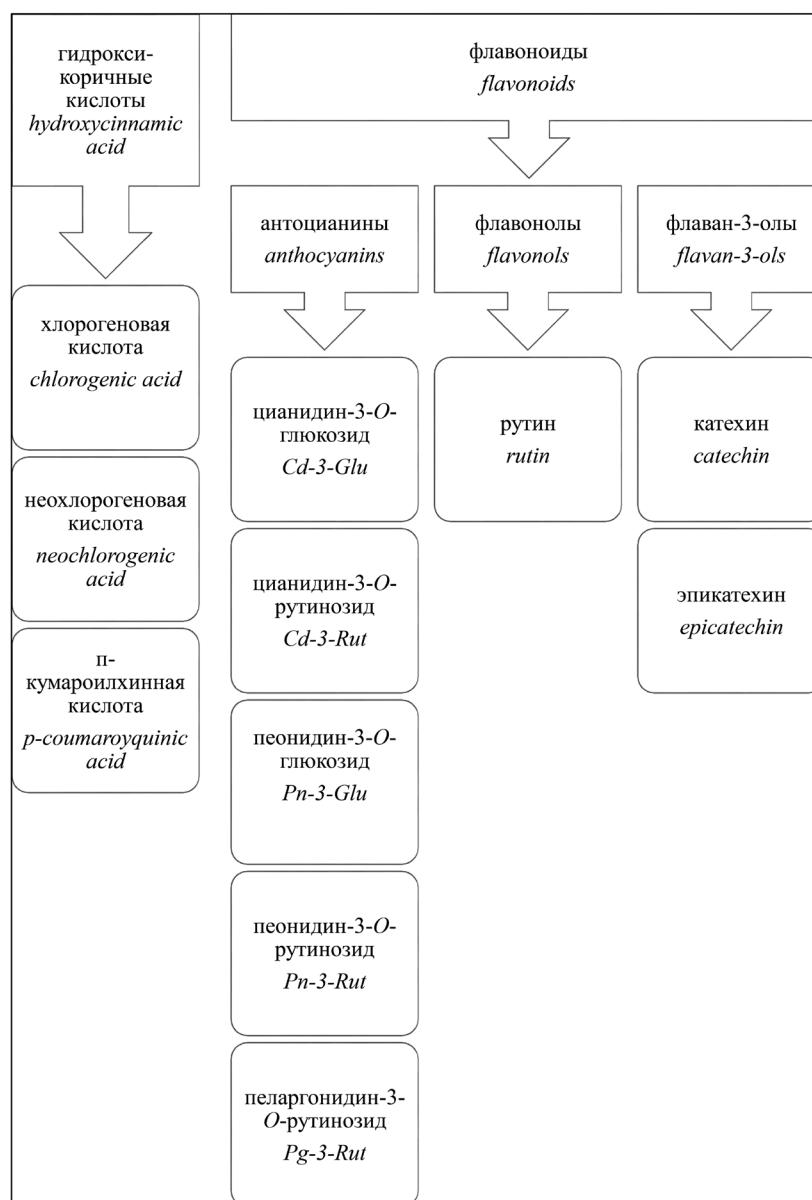


Рисунок 1 – Полифенольный профиль плодов черешни.

текторное действия. Установлены ее пребиотические свойства [25]. Хлорогеновая кислота и ее производные оказывают более сильный антиоксидантный эффект, чем аскорбиновая кислота, кофейная кислота и токоферол (витамин Е). Она может эффективно удалять гидроксильный и супероксид анион радикалы, подавлять липопротеины низкой плотности окисления [26].

Рутин ($C_{27}H_{30}O_{16}$) – кверцетин-3-рутинозид – органическое соединение из группы флавоноидов. Молекула рутина образована флавонолом кверцетином и дисахаридом рутинозой. Обладает витаминной активностью – укрепляет стенки капилляров, регулирует их проницаемость, усиливает действие аскорбиновой кислоты.

Катехины – наиболее восстановленные флавоноиды, не образуют гликозидов. Катехины содержат в своей молекуле два асимметричных атома углерода, поэтому каждый из катехинов может быть представлен четырьмя изомерами (D-катехин, L-катехин, D-эпикатехин, L-эпикатехин). Обладают высокой Р-витаминной активностью, укрепляют капилляры и нормализуют проницаемость стенок сосудов [27].

**Оценка сортов и форм черешни из разных регионов
по накоплению полифенолов в плодах**

По сообщениям Т.Г. Причко с соавторами [14, 28], в условиях юга России (Краснодарский край) содержание Р-активных веществ (катехинов) в плодах черешни значительно колеблется в зависимости от сортовых особенностей и находится в пределах 40,0–86,7 мг/100 г. Максимальное их количество отмечено у сортов Краснодарская ранняя, Каштанка, Кавказская улучшенная, Валерий Чкалов, Бархатная, Мак, Алая, Анонс, Контрастная, Дрогана желтая, Янтарная, Гедельфингенская, Мелитопольская черная (свыше 60 мг/100 г). Сорта с интенсивной окраской, как кожицы плодов, так и мякоти имеют максимальное количество антоцианов: Мелитопольская черная, Рубиновая Кубани, Деметра, Кавказская улучшенная, Каштанка, Бархатная, Контрастная, Мак, Утро Кубани (свыше 200 мг/100 г).

В Крыму содержание фенольных веществ в плодах у разных сортов также было самым различным. Количество антоцианов колебалось от 198 до 748 мг/100 г. По этому показателю выделились сорта Зарница, Колхозная, Знатная, Карадаг, Мелитопольская черная, 23/8, 21/78, 12/40. Лейкоантоцианы отмечены в пределах от 96 до 224 мг/100 г. Высокое содержание их было в плодах сортов Карадаг, Мелитопольская черная, 15/22, 21/78 [29].

В условиях Орловской области фенольных соединений (витамина Р) в плодах черешни также содержится немного: $55,0 \pm 5,5$ мг/100 г – катехины, $44,9 \pm 4,7$ мг/100 г – лейкоантоцианы, $25,4 \pm 4,0$ мг/100 г – антоцианы и $125,3 \pm 10,8$ мг/100 г – суммарное количество, что значительно ниже, чем у других косточковых культур. Среди изученных сортов выше среднего значения (более 60,0 мг/100 г) катехинов в плодах накапливали: Заря Востока, Норд, Сеянец Чернышевского, Подарок Орлу, Орловская розовая, Muskatная, Валерий Чкалов, Троснянская, Орловская фея, Заслоновская, Брянская розовая. По накоплению лейкоантоцианов (более 50,0 мг/100 г) лучшими являются: Брянская розовая, Радица, Компактная, Троснянская, Заря Востока, Орловская розовая, Орловская фея, Валерий Чкалов, Черешня из Донецка, Фатеж. По содержанию антоцианов наблюдается очень большое сортовое различие ($V = 83,7\%$), значительно большее, чем по катехинам и лейкоантоцианам – 52,5 и 55,8 % соответственно. Это связано с различной окраской плодов черешни – от бледно-желтой и бледно-розовой у сортов Заслоновская, Поэзия, Орловская янтарная до темно-красной – у сортов Орловская фея, Сеянец Чернышевского, Троснянская [30].

В Сербии в плодах ряда отборных генотипов черешни были исследованы следующие показатели: суммарное содержание полифенолов, дубильные вещества, флавоноиды (в том числе антоцианы) и антиоксидантная емкость. Общее содержание полифенолов находилось в диапазоне от 4,12 до 8,34 мг/г эквивалентов галловой кислоты на сухой вес плодов. Содержание танинов колебалось от 0,19 до 1,95 мг/г эквивалентов галловой кислоты сухого веса плодов. Общее накопление флавоноидов в плодах находилось в диапазоне 0,42–1,56 мг/г эквивалентов рутина на сухой вес плодов. Суммарное накопление антоцианов у различных генотипов находилось в диапазоне 0,35–0,69 мг/г эквивалентов цианидин 3-глюкозида (C_3G) на сухой вес плодов. Наиболее высокое их содержание отмечено у сортов Burlat, Hedelfinger и Katalin [1]. Было показано, что генотип влияет на степень суммарного накопления флавоноидов в плодах черешни. Сортами с высоким содержанием флавоноидов являются: Majeva gana, Aida и Alex с 1,50, 1,54 и 1,56 мг/г эквивалентов рутина на сухой вес плодов соответственно. Сортom с низкой общей суммой флавоноидов является Kavics (0,42 мг/г эквивалентов рутина на сухой вес плодов). Самое низкое суммарное содержание полифенольных соединений отмечено у сорта Kavics. Значения антиоксидантной активности по методу DPPH (1,1-дифенил-2-пикрилгидразил) варьировали в широком диапазоне 3,72–61,12 %. Самая высокая антиоксидантная активность наблюдалась у сорта Majeva gana с последующим снижением у сортов Aida, Sunburst и Hedelfinger. Были обнаружены очень слабые, но статистически значимые корреляции между антиоксидантной способностью и общим содержанием полифенолов и общим содержанием флавоноидов ($r^2 = 0,39$ и $r^2 = 0,12$ соответственно).

Хотя плоды черешни являются значительным источником различных фенольных соединений, их антиоксидантная активность не связана только с общим накоплением полифенолов, флавоноидов или антоцианов. В исследовании D. Prvulović [1] не наблюдалось статистически значимой корреляции между антиоксидантной активностью и общим содержанием антоцианов ($R^2 = 0,01$). Другие авторы также обнаружили, что антоцианы не являются единственными важными полифенолами, влияющими на антиоксидантную активность плодов [31–32].

По данным канадских исследователей, суммарное накопление антоцианов у сортов и гибридных форм черешни варьировало от 82 до 297 мг/100 г мякоти плодов у темноокрашенных форм, и от 2 до 41 мг/100 г – у светлоокрашенных форм. Неохлорогеновой кислоты содержалось от 24 до 128 мг/100 г и п-кумароилхинной кислоты – от 23 до 131 мг/100 г мякоти плодов соответственно. Накопление суммы фенольных веществ составило 1500 мг на 1 кг свежего веса [33].

В Болгарии содержание суммы фенольных веществ в плодах черешни составило 78,8 мг/100 г эквивалентов галловой кислоты, суммы флавоноидов – 19,6 мг/100 г эквивалентов катехина [34].

Турецкими исследователями сообщается, что общее содержание фенольных веществ колебалось от 443 до 879 мг эквивалентов галловой кислоты на кг свежих плодов [13]. Установлено, что антиоксидантная активность и фенольный профиль черешни зависят от генотипа [11, 13], степени зрелости, климатических условий и хранения [20–21]. Суммарное содержание фенольных веществ варьировало от 88,72 (Van) до 239,54 (Noir de Guben). Высокое общее содержание гидроксикоричных кислот и их производных обнаружено у сорта Larian (93,22 мг/100 г) и низкое у сорта Ване (27,23 мг/100 г). Среди гидроксикоричных кислот доминировала неохлорогеновая кислота. Высокий уровень неохлорогеновой кислоты обнаружен у сорта Larian (57,89 мг/100 г), с последующим Noir de Guben (40,85 мг/100 г), 0-900 Ziraat (23,69 мг/100 г) и Van (17,31 мг/100 г). Гонсалвес *и др.* [11] также сообщили, что неохлорогеновая кислота была основной гидроксикоричной кислотой, с варьированием от 22 до 190 мг/100 г и составляющей от 19 % до 71 % фенольных соединений черешни [11]. Кумароилхинная кислота была второй доминирующей гидроксикоричной кислотой, с варьированием от 4,15 мг/100 г у сорта Van до 26,60 мг/100 г у сорта Larian. Хлорогеновая кислота была наименее распространенной гидроксикоричной кислотой с варьированием в пределах от 4,33 мг/100 г (0-900 Ziraat) до 8,73 мг/100 г у сорта Larian. Всего количество антоцианов составляло 142,64; 128,51; 72,19 и 47,10 мг/100 г у сортов Noir de Guben, 0-900 Ziraat, Larian и Van соответственно. Что касается отдельных антоцианов, было отмечено, что преобладал цианидин 3-рутинозид, на его долю приходится 90–92 % общего их содержания. Количество цианидин 3-рутинозида колебалось от 43,57 до 128,85 мг/100 г у сортов Van и Noir de Guben соответственно. Цианидин 3-глюкозид был вторым наиболее распространенным антоцианом (от 3,2 % до 7,4 % общего количества антоцианов), с последующим пеонидин 3-рутинозид (от 1,53 % до 2,50 %), пеларгонидин 3-рутинозид (от 0,40 % до 1,00 %) и пеонидин 3-глюкозид (от 0,10 % до 1,30 %) у исследованных сортов. Самый высокий уровень эпикатехина был обнаружен у сорта Larian (14,84 мг/100 г), затем Noir de Guben (10,43 мг/100 г), 0-900 Ziraat (9,95 мг/100 г) и Van (6,33 мг/100 г) [4].

Оценка генколлекции черешни по содержанию полифенольных веществ в плодах

Проведенные нами исследования генколлекции черешни в условиях ЦЧР по накоплению в плодах веществ полифенольного комплекса показали следующие результаты (таблица).

В плодах темноокрашенных сортов и отборных форм содержание антоцианов достигало максимального уровня 257,4 мг/100 г. Наибольшую ценность по данному признаку представляют формы: Ревна (154,0 мг/100 г), Родина (129,9 мг/100 г), Валерий Чкалов (83,6 мг/100 г; максимально – до 136,4 мг/100 г), 8-96 (136,4 мг/100 г; максимально – до 202,4 мг/100 г), 8-86 (107,8 мг/100 г; максимально – до 180,4 мг/100 г) (рисунок 2). Важно отметить отборную форму 8-96, характеризующуюся одновременно высоким содержанием витаминов С и Р (катехины, антоцианы). У светлоокрашенных сортов и форм (Фатеж, Поэзия, Орловская розовая, 10-104, 8-87, 8-92, 9-13)

содержание антоцианов составляло 3,7–35,2 мг/100 г. Накопление хлорогеновой кислоты в плодах черешни варьировало от 16 (8-114) до 120 мг/100 г (8-97) при среднем значении 61 мг/100 г. По данному показателю выделены сорта Орловская розовая, Ранняя розовая, Родина, Фатеж, отборная форма 9-8. Содержание Р-активных катехинов в годы исследований, при среднем значении 76 мг/100 г, варьировало от 16 до 252 мг/100 г. Наиболее высокое их накопление отмечено у элитных форм 10-115, 8-112, 6-87, 8-91. Содержание суммы флавонолов в плодах черешни составило в среднем 63,9 мг/100 г с варьированием от 14,4 до 138,9 мг/100 г. Высокое содержание суммы флавонолов (выше 100 мг/100 г) выявлено у форм 10-104, 8-108, 6-87, 7-87, 8-113.

Таблица – Пределы изменчивости накопления некоторых полифенолов в плодах черешни

Показатель	Среднее (x)	Стандартная ошибка $S_{(x)}$	Интервалы варьирования			Сорта и отборные формы с наилучшими показателями
			min.	max.	разность (Δ)	
Катехины, мг/100 г	76	7,0	16	252	236	10-115, 8-112, 6-87, 8-91
Антоцианы, мг/100 г	74,3	9,3	3,7	257,4	253,7	Ревна, Родина, Валерий Чкалов, 8-96, 8-86, 9-118, Креолка, Аделина
Сумма флавонолов, мг/100 г	63,9	6,3	14,4	138,9	124,5	8-108, 10-104, 6-87, 8-113
Хлорогеновая к-та, мг/100 г	61	3,5	16	120	104	Родина, Аннушка, Фатеж, 9-8

Хлорогеновой кислоты в плодах черешни накапливалось в пределах 20–108 мг/100 г при среднем значении 63 мг/100 г. По этому признаку выделялись формы: 10-115, 10-116, 8-103, 8-91, 8-94, Орловская розовая.

ВЫВОДЫ

1. Обобщение литературных данных по исследованию полифенольного комплекса плодов черешни показало, что эта культура является существенным источником фенольных соединений и в целом природных антиоксидантов. Результаты собственных исследований позволили оценить разнообразные генотипы черешни по их накоплению, определить интервалы варьирования, средние уровни содержания отдельных биохимических показателей полифенольного профиля. В условиях Центрального Черноземья (Мичуринск) высоким содержанием полифенольных веществ характеризуются следующие сорта и формы: Ревна, Валерий Чкалов, Креолка, Аделина, 8-96 (антоцианы); 10-115, 8-112, 6-87, 8-91 (катехины); 8-108, 10-104, 6-87, 8-113 (сумма флавонолов); Родина, Аннушка, Фатеж, 9-8 (хлорогеновая кислота).

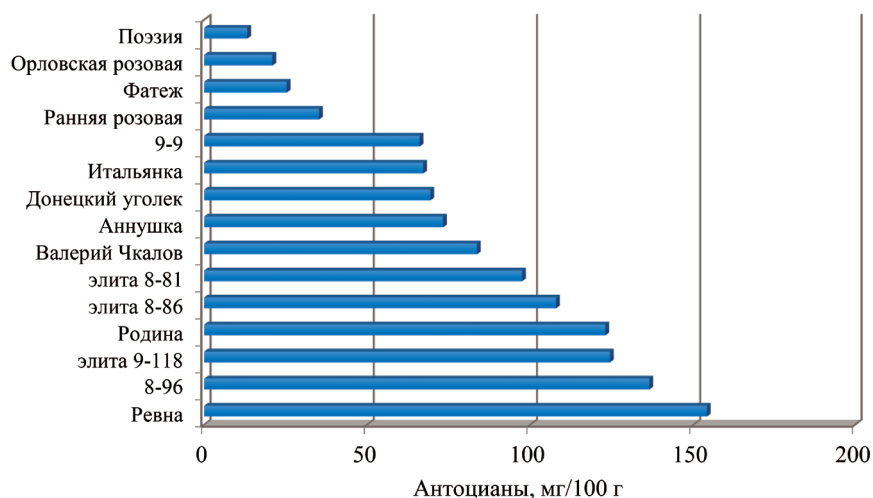


Рисунок 2 – Характеристика ряда сортов и форм черешни по накоплению антоцианов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Antioxidant Properties of Sweet Cherries (*Prunus avium* L.) – Role of Phenolic Compounds / D. Prvulović [et al.] // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2011. – Vol. 5. – P. 11–25.
2. Pomological properties of sweet cherry cultivars on Gisela 5 rootstock in the region of Sarajevo / M. Stojanovic [et al.] // Third International Scientific Symposium 'Agrosym Jahorina, 2012', 2012. – P. 183–187.
3. FAO, 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Retrieved on 10-08-2012.
4. Kelebek, H. Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Turkey / H. Kelebek, S. Selli // International Journal of Food Science and Technology. – 2011. – Vol. 46 (12). – P. 2530–2537.
5. Chaovanalikit, A. Cherry Phytochemicals / A. Chaovanalikit // Doctor of Philosophy dissertation. – Oregon State University, 2003. – 187 p.
6. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]; под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. РАСХН Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
8. Леонченко, В.Г. Динамика цианидинов в коре однолетних ветвей яблони в связи с морозостойкостью / В.Г. Леонченко, Н.П. Ханина // Бюл. науч. информ. Центр. генет. лаб. – 1985. – Вып. 42. – С. 15–19.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Lim, T.K. Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants: Volume 4, Fruits. Springer Science + Business Media B.V., 2012. – 1022 p.
11. Goncalves, B. Effect of ripeness and postharvest storage on the phenolic profiles of cherries (*Prunus avium* L.). / B. Goncalves, A.K. Landbo, D. Knudsen // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2004. – Vol. 52. – P. 523–530.
12. Mozetič, B. Anthocyanins and hydroxycinnamic acids of Lambert Compact cherries (*Prunus avium* L.) after cold storage and 1-methylcyclopropene treatment / B. Mozetič, M. Simčič, P. Trebše // Food Chemistry. – 2006. – Vol. 97. – P. 302–309.
13. Usenik, V. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) / V. Usenik, J. Fabčič, F. Štampar // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 107. – P. 185–192.
14. Причко, Т.Г. Витаминный и полифенольный состав плодов черешни новых сортов и родительских форм / Т.Г. Причко, Л.Д. Чалая, Е.М. Алехина // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 2 (14). – С. 177–181.
15. Создание новых сортов и доноров ценных признаков на основе идентифицированных генов плодовых растений / Под ред. Н.И. Савельева. – Мичуринск: Изд-во ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина, 2002. – 144 с.
16. Phenolic compound composition and antioxidant activity of fruits of *Rubus* and *Prunus* species from Croatia / L. Jakobek [et al.] // International Journal of Food Science and Technology. – 2009. – Vol. 44. – P. 860–868.
17. Cherries and health: A review / L.M. McCune [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2011. – Vol. 51. – P. 1–12.
18. Identification of bioactive response in traditional cherries from Portugal / A.T. Serra [et al.] // Food chemistry. – 2011. – 125. – P. 318–325.
19. Main quality attributes and antioxidants in Hungarian sour cherries: identification of genotypes with enhanced functional properties / N. Papp [et al.] // International Journal of Food Science and Technology. – 2010. – Vol. 45. – P. 395–402.
20. Özlem Tokus,og̃lu, Clifford Hall III. Fruit and Cereal Bioactives: Sources, Chemistry, and Applications. CRC Press, 2013. – 473 p.
21. Storage affects the phenolic profiles and antioxidant activities of cherries (*Prunus avium* L.) on human low-density lipoproteins / B. Goncalves [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2004b. – Vol. 84 (9). – P. 1013–1020.
22. Чулков, А.Н. Равновесная сорбция антоцианов на бентонитовых глинах и на обращенных фазах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 02.00.11 / А.Н. Чулков. – Белгород, 2013. – 18 с.
23. He, J. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties / J. He, M. Giusti // Annual review of food science and technology. – 2010. – Vol. 1. – P. 163–187.
24. Blando, F. Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) anthocyanins as ingredients for functional foods / F. Blando, C. Gerardi, I. Nicoletti // J. Biomed. Biotechnol. – 2004. – Vol. 5. – P. 253–258.
25. Левицкий, А.П. Хлорогеновая кислота: биохимия и физиология / А.П. Левицкий, Е.К. Вертикова, И.А. Селиванская // Микробиология и биотехнология. – 2010. – № 21. – С. 6–20.
26. Овчинникова, С.Я. Определение хлорогеновой кислоты методом планарной хроматографии / С.Я. Овчинникова, Т.Д. Мезенова, Т.В. Орловская // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – Вып. № 6.
27. Биохимия растений / Л.А. Красильникова [и др.]. – Ростов н/Д.: Феникс; Харьков: Торсинг, 2004. – 224 с.
28. Причко, Т.Г. Товарные и биохимические показатели качества плодов сортов черешни / Т.Г. Причко, Е.М. Алехина // Плодоводство и виноградарство юга России. – 2012. – № 14. – С. 33–41.
29. Лукичева, Л.А. Генофондовая коллекция черешни Никитского ботанического сада / Л.А. Лукичева // Тр. Никитского ботанического сада. – 2010. – Т. 132. – С. 115–129.

30. Биологически активные вещества плодов косточковых культур / М.А. Макаркина [и др.] // Научно-методический электронный журнал «Концепт», 2014. – Т. 20. – С. 451–455.
31. Faniadis, D. Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.) / D. Faniadis, P.D. Drogoudi, M. Vasilakakis // *Scientia Horticulturae*. – 2010. – Vol. 125. – P. 301–304.
32. Antioxidant properties of sour cherries (*Prunus cerasus* L.): Role of colorless phytochemicals from the methanolic extract or ripe fruits / S. Piccolella [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2008. – Vol. 56. – P. 1928–1935.
33. Gao, L. Characterization, quantitation, and distribution of anthocyanins and colorless phenolics in sweet cherries / L. Gao, G. Mazza // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1995. – Vol. 43. – P. 343–346.
34. Marinova, D. Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables / D. Marinova, F. Ribarova, M. Atanassova // *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. – 2005. – Vol. 3. – P. 255–260.

POLYPHENOL COMPLEX OF CHERRIES FRUITS

YE.V. ZHBANOVA, A.V. KRUSHKOV, T.V. KOVALENKO

Summary

Among fruit and berry crops cherry is considered to be an important source of phenolic compounds. The review of scientific literature and the results of own researches of the polyphenolic complex of cherry fruit are presented, the composition of certain groups of polyphenols is shown, their antioxidant role and importance as medical components are reflected. The most common compounds of this group are phenolic acids (neochlorogenic acid, chlorogenic acid, p-coumaroylquinic acid, anthocyanidins (cyanidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-O-rutinoside, peonidin-3-O-glucoside, peonidine-3-O-rutinoside and pelargonidine-3-O-rutinoside), flavonols (rutin) and flavan-3-ols (catechin, epicatechin). Valuable genotypes with a high level of accumulation of these components from different regions of Russia and abroad have been identified. In the conditions of the Central Black Soil Region (Michurinsk), the following varieties and forms are characterized by a high content of polyphenolic substances such as 'Revna', 'Valery Chkalov', 'Creolka', 'Adelina', 8–96 (anthocyanins); 10–115, 8–112, 6–87, 8–91 (catechins); 8–108, 10–104, 6–87, 8–113 (sum of flavonols); 'Rodina', 'Annushka', 'Fatezh', 9–8 (chlorogenic acid).

Keywords: sweet cherry, *Prunus avium* L., varieties, polyphenols, anthocyanins, chlorogenic acid, catechin, rutin, antioxidant properties, Russia.

Дата поступления статьи в редакцию 12.04.2017