

УДК 582:581(082)  
ББК 28.59я43  
И73

**Редакционная коллегия:**

д.б.н., чл.-корр. НАН Беларуси *В. В. Титок* (ответственный редактор),  
к.б.н. *П. Н. Белый*; к.б.н. *И. М. Гаранович*; д.б.н. *Н. В. Гетко*;  
к.б.н. *Л. А. Головченко*; *С. М. Кузьменкова*; д.б.н. *Е. Н. Кутас*;  
к.б.н. *Н. М. Лунина*; к.б.н. *О. В. Чижик*; к.б.н. *А. П. Яковлев*

**Рецензенты:**

доктор биологических наук, Ботанический институт  
имени В. Л. Комарова Российской академии наук *К. Г. Ткаченко*;  
кандидат биологических наук, Институт экспериментальной  
ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси  
*А. В. Пугачевский*

**Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры** : материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (Минск, 28 июня – 1 июля 2022 г.). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В.В. Титок [и др.] – Минск : Белтаможсервис, 2022. – 526 с.

ISBN 978-985-7004-74-4

В сборнике представлены материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Часть 1: секция 1 «Теоретические основы и практические результаты интродукции растений» и секция 2 «Экология, физиология и биохимия интродуцированных растений».

УДК 582:581(082)  
ББК 28.59я43

ISBN 978-985-7004-74-4 (ч. 1)  
ISBN 978-985-7004-72-0

© ГНУ «Центральный ботанический сад  
Национальной академии наук Беларуси», 2022  
© Оформление. РУП «Белтаможсервис», 2022

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ RUTACEAE ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ЗИМНЕГО САДА БРГУ ИМЕНИ А. С. ПУШКИНА И ИХ РОЛИ В ПРОФИЛАКТИКЕ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ SARS-COV-2

**Колбас Н. Ю.<sup>1,2</sup>, Колбас А. П.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь; n.kolbas@gmail.com

<sup>2</sup>ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси», Брест, Беларусь

<sup>3</sup>УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», Брест, Беларусь

**Резюме.** В статье представлены таксономические данные о коллекции *Rutaceae* Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина. Приведен обзор о составе фенольных соединений плодов *Citrus*, их роли в профилактике вирусной инфекции SARS-CoV-2. Общее содержание фенольных соединений в плодах *Citrus* варьирует от 29,5 до 107,47 мг галловой кислоты на 100 г.

## CONTENT EVALUATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE FRUITS OF RUTACEAE FROM THE COLLECTION OF THE WINTER GARDEN OF BRSU AND THEIR ROLE IN THE PREVENTION OF SARS-COV-2 VIRAL INFECTION

**Kolbas N. Y., Kolbas A. P.**

**Summary.** The article presents taxonomic data of *Rutaceae* collection in the Ecology Center of the BrSU named after A. S. Pushkin. A review of the composition of phenolic compounds in *Citrus* fruits, their role in the prevention of SARS-CoV-2 viral infection was presented. Total phenolic content in *Citrus* fruits ranged from 29.5 to 107.47 mg of gallic acid per 100 g FW.

Семейство Рутовые (*Rutaceae* Juss.) включает более 160 родов, представители которых широко распространены в тропических и субтропических регионах. На территории Республики Беларусь из представителей *Rutaceae* в обычных условиях произрастает только один вид – Бархат амурский (*Phellodendron amurense* Rupr.), остальные виды культивируют в условиях закрытого грунта.

Коллекция *Rutaceae* Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина создавалась со времени открытия экспозиции Зимнего сада в 2010 г. и на данный момент насчитывает около 30 растений, относящихся к 5 родам, 10 видам, 1 межвидовому гибриду и 8 сортам. Род Цитрус (*Citrus* L.) представлен 7 видами: Апельсин сладкий (*C. sinensis* (L.) Osbek.), Грейпфрут (*C. paradisi* Macfad.), Лайм сладкий (*C. limetto* L.), Лимон (*C. limon* (L.) Burm), Мандарин (*C. reticulata* Blanco var. Unshiu (Mare.) Hu), Помело (*C. grandis* (L.) Osbek.) и Цитрон (*C. medica* L.). *C. limon* в коллекции насчитывает 6 сортов: Eureka, Eureka Variegata, Meyers, Pavlovsky, Ponderosa и Юбилейный, *C. sinensis* – 2 сорта: Tarroco и Washington Navel. Род Ферония (*Feronia*) представлен одним видом – Ферония лимонная (*F. limonia* (L.) Swingle), род Муррая (*Myrraya* J. Koenig ex L.) – Муррая метельчатая (*M. paniculata* L.), род Понцирус (*Poncirus*) – Понцирус трехлисточковый (*P. trifoliata* (L.) Raf.), род Кумкват (*Fortunella*) – Кумкват Нагами (*F. margarita* (Lour.) Swingle). Межвидовым гибридом в коллекции является каламондин (*Citrus reticulata* × *Fortunella margarita*).

Большинство растений выращено из посадочного материала, полученного из коллекций Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Основная часть представлена в экспозиции «Субтропики», а также на балконах второго этажа. Практически все растения цветут и плодоносят.

Опыт выращивания цитрусовых культур в оранжерейных условиях ЦБС НАН Беларуси показал, что при соблюдении теплового, светового, водного режимов и комплекса агротехнических мероприятий можно обеспечить успешное культивирование и получение экологически чистой продукции [1].

Плоды представителей *Citrus* богаты углеводами (1,9–9,5 мг/100 г) и органическими кислотами (1,3–5,6 мг/100 г), содержат белки, минеральные вещества (в первую очередь соединения К,

Mg, а также Fe), витамины С (30–53 мг/100 г), В<sub>1</sub> (0,03–0,09 мг/100 г), В<sub>2</sub> (0,02–0,08 мг/100 г), РР (в среднем 0,2 мг/100 г), каротиноиды, а также фенольные соединения [2–5].

В нашем исследовании содержание фенольных соединений в плодах семи видов *Citrus*, оцененное методом Фолина, варьировало от 29,5 до 107,47 мг галловой кислоты на 100 г и снижалось в последовательности: *C. sinensis* > *C. reticulata* > *C. medica* > *C. limetto* > *C. paradisi* > *C. limon* > *C. grandis*.

Фенольные соединения плодов *Citrus* представлены гидроксibenзойными (галловая, протокатехиновая и ванильная) и гидроксикоричными (кофейная, феруловая, р-кумаровая и синапиновая) кислотами, лигнанами (ларициресинол, секоизоларициресинол, пиноризинол и др.) [3] и флавоноидами (обобщенные литературные данные представлены в таблице 1). Доминирующими флавоноидами в биохимическом составе плодов *Citrus* являются гесперетин и нарингенин.

Таблица 1. Флавоноиды плодов *Citrus*

Вещество	Содержание							
	<i>C. paradisi</i>		<i>C. limon</i>		<i>C. limetto</i>		<i>C. sinensis</i>	
	плод мг/100 г	сок мг/ 100 мл	плод мг/100 г	сок мг/ 100 мл	плод мг/100 г	сок мг/ 100 мл	плод мг/100 г	сок мг/ 100 мл
Флаваноны								
Эриодиктиол	–	–	17,6	–	–	–	–	–
Эриоцитрин	–	0,16	–	13,8	–	5,45	–	0,36
Гесперидин	1,5	0,9	17,1	20,5	43	1,8	33,6	28,6–43,6
Нарингенин	53	37,7	0,55	–	3,4	–	11,22	–
Флавоны								
Лютеолин	–	–	1,27	–	–	–		
Флавонолы								
Кемпферол	0,27	–	–	–	–	–	0,1	–
Кверцетин	0,33	0,63	0,37	–	0,4	–	–	–

Примечание: «–» – данные не найдены

Свежий сок *C. limon* и гибрида *C. paradisi* × *C. grandis* кроме флавоноидов, представленных в таблице 1, содержит производные флаванонов нарингенина: нарингин 4<sup>2</sup>-О-глюкозид, нарингин 6<sup>2</sup>-малонат, нарирутин, нарирутин 4<sup>2</sup>-О-глюкозид; эриодиктиола – неоэриоцитрин, гесперидина – неогесперидин и изосакуранетина – понцитрин, флавонов лютеолина и диосметина [2].

Именно фенольные соединения являются профилактическими и лекарственными средствами ряда заболеваний человека (различные формы рака, болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, глаукома, сахарный диабет и др.), которые, в том числе, развиваются после перенесенной инфекции Ковид-19 (тромбозы, нарушение сердечного ритма, катаракта). Большинство фенольных соединений, в том числе гесперидин и нарингенин, обладают капилляроукрепляющим действием и способностью подавлять агрегацию тромбоцитов [4]. Методом молекулярного докинга установлено, что гесперидин и нарингенин являются эффективными лигандами аминокислотных радикалов активных центров вирусных белков SARS-CoV-2, в первую очередь протеаз M<sup>pro</sup> и 3CL<sup>pro</sup>, что препятствует репликации вируса в пораженной клетке, а также спайкового S-белка и трансмембранной сериновой протеазы (TMPRSS2), что затрудняет его проникновение в клетку [4; 5].

Широкое, разноплановое действие фенольных соединений проявляется не только в профилактике отдельных заболеваний, но и в повышении стрессоустойчивости организма, предотвращении преждевременного старения, что, главным образом, связано с их антиоксидантной способностью.

Кроме того, при вирусной инфекции окислительный стресс в сочетании с усилением экспрессии цитокинов приводит к чрезмерному противовоспалительному ответу.

Отметим, что нарингенин и гесперидин являются мощными антиоксидантами по отношению именно к активным формам кислорода [6].

Таким образом, благодаря содержанию фенольных соединений, плоды Citrus, в том числе выращенные в условиях оранжереи, являются источниками таких антиоксидантов и противовоспалительных веществ как нарингенин и гесперидин, разобщающих цикл между синтезом цитокинов и окислительным стрессом.

### Список литературы

1. Алехна А. И., Макаренко С. Н. История и перспективы развития цитрусоводства в Беларуси. Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира, матер. Междунар. научной конф., Минск: Медисонт, 2017, Ч. 1., С. 11–16.
2. Galaverna G., Dall'Asta C. Production Processes of Orange Juice and Effects on Antioxidant Components. Processing and Impact on Antioxidants in Beverages, 2014, P. 203–214.
3. Gorinstein S. [et al.] Characterization of antioxidant compounds in Jaffa sweeties and white grapefruits. Food Chemistry, 2004, Vol. 84, P. 503–510.
4. Agrawal, P.K., Agrawal C., Blunden G. Pharmacological Significance of Hesperidin and Hesperetin, Two Citrus Flavonoids, as Promising Antiviral Compounds for Prophylaxis Against and Combating COVID-19. Natural Product Communications, 2021, 10,
5. Bellavite P., Donzelli A. Hesperidin and SARS-CoV-2: new light on the healthy function of citrus fruits. Antioxidants, 2020, 9, p. 742.
6. J. Tabart [et al.] Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. Food Chem., 2009, Vol. 113, P. 1226–1233.