

Генетические ресурсы цитрусовых культур в России, Украине и Беларуси: хранение и использование

Р.В. Кулян¹, Л.С. Самарина¹✉, Р.С. Рахмангулов¹, И.В. Кикавский², А.И. Алехна³

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур, Сочи, Россия

² Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

³ Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

Коллекции *ex situ* генетических ресурсов цитрусовых культур составляют основу будущих селекционных программ, направленных на получение новых высокопродуктивных сортов. В основных цитрусопроизводящих странах в последние десятилетия происходит резкое снижение продуктивности многолетних цитрусовых насаждений. Риск сокращения генетических ресурсов сильно возрос из-за свирепствующих там заболеваний и распространения их на соседние насаждения. Поэтому сохранение биоразнообразия цитрусовых культур в нетипичных регионах их произрастания приобретает все большую актуальность. Цель данной работы – сравнить генетическое разнообразие цитрусовых культур в базовых коллекциях трех государств (России, Украины и Беларуси), выявить направления и перспективы использования имеющихся геноресурсов, а также основные проблемы их сохранения. Проведенный сравнительный анализ позволит наметить стратегию дальнейших исследований по цитрусовым культурам в нетипичных регионах выращивания. Коллекция цитрусовых на базе Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур насчитывает 132 генотипа, коллекция Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси – 100 генотипов, коллекция Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко Национальной академии наук Украины – около 60 генотипов. В статье приведен перечень видового и сортового разнообразия в коллекциях. Основные проблемы успешного сохранения и использования геноресурсов цитрусовых – недостаточное применение современных инструментов характеристики гермоплазмы, отсутствие единой web-базы данных геноресурсов и единого мнения по поводу видовой принадлежности некоторых таксонов. Кроме того, остро стоит необходимость фитосанитарного контроля в коллекциях и разработки современных тест-систем для быстрой диагностики заболеваний. Важной задачей является пополнение разнообразия, в первую очередь видового, путем обмена материалом с другими зарубежными коллекциями. Все это открывает горизонты для дальнейшей исследовательской работы по созданию депонированных коллекций геноресурсов цитрусовых.

Ключевые слова: *Citrus*; *Poncirus*; *Fortunella*; генетические ресурсы; биоразнообразие; генобанк; гермоплазма.

КАК ЦИТИРОВАТЬ ЭТУ СТАТЬЮ:

Кулян Р.В., Самарина Л.С., Рахмангулов Р.С., Кикавский И.В., Алехна А.И. Генетические ресурсы цитрусовых культур в России, Украине и Беларуси: хранение и использование. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(5):506-514. DOI 10.18699/VJ17.21-0

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Kulyan R.V., Samarina L.S., Rakhmangulov R.S., Kikavskii I.V., Alehna A.I. Citrus genetic resources in Russia, Ukraine, Belarus: conservation and management. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017;21(5):506-514. DOI 10.18699/VJ17.21-0 (in Russian)

Received 23.08.2016
Accepted for publication 18.12.2016
Online 14.04.2017
© AUTHORS, 2017

✉ e-mail: q1111w2006@yandex.ru

Citrus genetic resources in Russia, Ukraine, Belarus: conservation and management

R.V. Kulyan¹, L.S. Samarina¹✉, R.S. Rakhmangulov¹, I.V. Kikavskii², A.I. Alehna³

¹ Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Sochi, Russia

² N.N. Grishko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

³ Central Botanical Garden of National Academy of Sciences Belarus, Minsk, Belarus Republic

Citrus genetic resources including modern and old cultivars, breeding forms and wild genotypes form the basis of the global citrus industry, that is why the preservation of the biodiversity and the creation of duplicate collections all over the world is an important task. In recent decades, there has been a sharp decline in the productivity of citrus commercial plantations in the main citrus-producing countries. The risk of an abrupt reduction in genetic diversity greatly increased because of the accumulated diseases raging there and the spread of these diseases in the neighboring citrus groves. Therefore, the preservation of biodiversity in atypical citrus regions is becoming increasingly important. The aim of this study was to compare the genetic diversity of citrus crops in the basic collections of the three countries (Russia, Ukraine and Belarus), to determine the direction and prospects for the use of available genetic resources, as well as to reveal the main problems of germplasm preservation. The comparative analysis will determine the strategy for further studies on the citrus crops in atypical areas of cultivation. The collection of citrus based in the Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops contains 132 accessions, the collection of the Belarus Botanical Garden contains 100 accessions, the collection of the Grishko National Botanical Garden contains about 60 accessions. The list of species and cultivars of three collections is presented in the article. The main problems of the successful conservation and use of citrus genetic resources are insufficient use of modern tools of germplasm characterization, the absence of a unified web-database containing all available biodiversity, the lack of consensus regarding the taxonomic position of certain genotypes. Additionally, there is a need for disease control in collections, it is necessary to develop advanced test systems for rapid diagnosis of diseases. One more important task is the extension of species diversity through the exchange of material with other foreign collections.

Key words: *Citrus*; *Poncirus*; *Fortunella*; genetic resources; biodiversity; genebank; germplasm.

Генетические ресурсы рода *Citrus*, включая современные и устаревшие сорта, селекционные формы и дикие генотипы, формируют основу развития мировой индустрии цитрусовых культур, поэтому сохранение максимально возможного биоразнообразия и создание дублирующих коллекций по всему миру является важной задачей.

В России цитрусовые культуры определяются как генетические ресурсы, представляющие потенциальную ценность для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства, поэтому их сохранение осуществляется на федеральном уровне на базе коллекции Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур (ВНИИЦиСК). Коллекции института расположены на Черноморском побережье Краснодарского края Российской Федерации – в самой северной в мире зоне выращивания цитрусовых культур в открытом грунте (Рындин, 2016). Это уникальный пограничный регион не только для совершенствования агротехнических приемов, но и для выведения новых сортов, устойчивых к низким температурам.

Украина и Беларусь – также нетипичные регионы произрастания цитрусовых культур. Коллекция цитрусовых содержится в условиях оранжереи с зимним обогревом. Во всех трех странах цитрусовые растения очень популярны в комнатном цветоводстве. С каждым годом интерес к цитрусовым культурам растет как у сельхозпроизводителей, ландшафтных дизайнеров, так и у любителей-цитрусоводов. Поэтому сохранение и пополнение геноресурсов цитрусовых культур в указанных регионах является актуальной задачей. Содержание коллекций цитрусовых в тепличных условиях будет способствовать более надежному сохранению биоразнообразия этих растений.

Коллекции цитрусовых *ex situ* имеются во многих странах, но зачастую они состоят из промышленных видов и сортов. Такие генобанки часто содержат многие формы и сорта одного и того же вида, поэтому видовое генетическое разнообразие в них меньше, чем может казаться из количества образцов (*Citrus genetics...*, 2007). К тому же во многих цитрусопроизводящих странах в последние десятилетия происходит резкое снижение продуктивности многолетних цитрусовых насаждений. Возрастает риск потери генетического разнообразия из-за распространения серьезных болезней и вредителей с промышленных насаждений на коллекционные (Belasque et al., 2010; Dibley, 2015).

К примеру, в 1970-х гг. было еще мало известно о заболевании Huanglongbing (HLB), но в последние 20 лет во многих странах оно привело цитрусовую отрасль к кризису (Belasque et al., 2010; Dibley, 2015; Payne, 2015). Средства для полного устранения его не найдено до сих пор, несмотря на то что только в одном штате Флорида США ежегодно выделяется более 20 млн долларов на исследования, посвященные борьбе с HLB. Существующие меры сдерживания распространения возбудителя повышают себестоимость производства плодов в два раза (Belasque et al., 2010). Симптомы становятся явными только через два-три года, за этот период с помощью прививочного ножа можно бесконтрольно разнести возбудителя по

питомнику и по коллекции. Кроме серьезной проблемы с HLB, существенный ущерб наносят такие болезни, как Citrus Tristeza virus, Citrus canker и др. Все это усиливает актуальность создания и пополнения коллекций видов цитрусовых в странах, не являющихся крупномасштабными производителями этих плодов.

В центрах естественного произрастания цитрусовых культур вследствие сокращения лесов, урбанизации и развития инфраструктуры, увеличения площадей под монокультурами, пожаров и развития туризма происходит резкое сокращение природного генетического разнообразия (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, India, 1994–1997). Это усиливает необходимость создания и пополнения коллекций *ex situ*, усиления сотрудничества между организациями, содержащими коллекции, в разных странах для обмена опытом и коллекционными образцами, а также разработки совместных программ и стратегий управления генетическими ресурсами (Roose et al., 2016; Volk et al., 2016b).

Целью данной работы были анализ генетического разнообразия цитрусовых культур в базовых коллекциях трех государств (России, Украины и Беларуси) и определение направления и перспектив использования имеющихся геноресурсов, а также основных проблем их сохранения. Проведенный сравнительный анализ позволит разработать стратегию дальнейших исследований по цитрусовым культурам в нетипичных регионах выращивания.

Генетические ресурсы цитрусовых культур в России

Интродукция цитрусовых культур в зоне Черноморского побережья Кавказа началась в 1902 г., тогда были приняты селекционные исследования на базе Сухумской опытной станции и Института горного садоводства (ныне ВНИИЦиСК). В ходе этой работы коллекция пополнялась, выводились новые сорта, адаптированные к местным условиям выращивания (Горшков, 2004; Кулян, 2014, 2015b; Рындин и др., 2014). Были заложены производственные насаждения мандарина и других видов цитрусовых, рентабельность которых подтверждена многолетним опытом (Горшков и др., 2013).

В настоящее время российская коллекция цитрусовых культур на базе ВНИИЦиСК представлена генетическим и эколого-географическим разнообразием видов и сортов, интродуцированных из Японии, Америки, Италии, Испании, Никарагуа, Грузии, Абхазии. В коллекцию входят дикие, полудикие виды и сорта местной селекции, устойчивые к биотическим и абиотическим факторам среды в этой зоне выращивания. В общей сложности коллекция ВНИИЦиСК насчитывает 132 сортообразца (таблица).

Генетические ресурсы цитрусовых культур на базе ВНИИЦиСК сохраняются в полевой коллекции, в защищенном грунте, а также ведется разработка приемов *in vitro* сохранения. Как в полевых коллекциях, так и в промышленных насаждениях основным подвоем является *Poncirus trifoliata*, устойчивый к низким отрицательным температурам, а в защищенном грунте цитрусовые выращиваются на зеленом подвое *Citrus aurantium* L. Растения сохраняются по три-пять и более образцов каждого генотипа. Для защиты от низких температур с 1967 г.

Genotypes of citrus accessions from three collections

No.	Taxon	Variety	Origin	Central Botanical Garden, NAS Belarus	Grishko National Botanical Garden, Ukraine	Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops
1	<i>Citrus aurantiifolia</i> var. <i>latifolia</i> Yu. Tanaka	'Tahiti' (Persian lime)	India	-	-	+
2	<i>Citrus aurantiifolia</i> Sw.	'La Valette'	Malta	-	+	-
3	<i>Citrus aurantium</i> L.	Bitter orange	India	-	-	+
4	<i>Citrus aurantium</i> L. var. <i>salicifolia</i>	Unknown	USA	+	-	+
5	<i>Citrus aurantium</i> L.	'Consolei' ('Corniculata')	Spain	-	+	-
6	<i>Citrus australasica</i>	Unknown	Australia	+	-	-
7	<i>Citrus</i> × <i>myrtifolia</i> (Ker Gawl.) Raf.	Unknown	India	-	+	-
8	<i>Citrus</i> × <i>myrtifolia</i> (Ker Gawl.) Raf.	'Chinotto'	Italy	-	+	+
9	<i>Citrus bergamia</i> Risso	'Bergamot'	Italy	+	-	+
10	<i>Citrus bergamia</i> Risso var. <i>melarosa</i>	Melarosa	Italy	+	-	+
11	<i>Citrus ichangensis</i> Sw.	Ichangensis	China	-	-	+
12	<i>Citrus</i> × <i>clementina</i> Tan.	Clementina	USA	-	+	+
13	<i>Citrus</i> × <i>clementina</i> Tan.	'Kicli'	USA	+	-	+
14	<i>Citrus</i> × <i>clementina</i> Tan.	'Caftin'	USA	+	-	+
15	<i>Citrus juko</i> Tan.	'Juko juzu'	Japan	+	-	+
16	<i>Citrus juko</i> Tan.	'Nadezhda'	Soviet Union	-	-	+
17	<i>Citrus juko</i> Tan.	Juko tangerine	Iran	-	-	+
18	<i>Citrus leiocarpa</i> Tan.	'Shiva – Mikan'	Japan	+	-	+
19	<i>Citrus limettioides</i> Tan.	'Sweet Lime'	India	+	+	+
20	<i>Citrus limetta</i> Risso	Limetta	Italy	+	-	+
21	<i>Citrus</i> × <i>ponderosa</i>	Ponderosa	USA	+	+	+
22	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Del Brasile'	Brazil	+	-	+
23	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Canaliculata'	Italy	+	-	-
24	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Del Coronel'	Italy	-	-	+
25	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Eureka'	USA	+	-	+
26	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Ever Bearing'	USA	+	-	-
27	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Femminello'	Italy	-	+	-
28	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Carrubaro'	Italy	-	+	-
29	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Frost Eureka'	USA	-	+	+
30	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Frutto Picollo'	Italy	-	+	-
31	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Genoa'	USA	+	+	+
32	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Interdenato'	Italy	+	-	+
33	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Lisbon'	USA	+	+	+
34	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Lunario'	Italy	-	+	-
35	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Melos'	Italy	-	+	-
36	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Monachello'	Italy	+	-	-
37	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Perretone'	Italy	+	-	-
38	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Santa Teresa'	Italy	+	-	+
39	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Sone Guinea'	Italy	+	-	+
40	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Speciale'	Italy	+	-	-
41	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Toskano'	Italy	-	-	+
42	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Villa Franka'	USA	+	-	+
43	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Abkhazskiy'	Soviet Union	+	-	-
44	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Gagrinskiy'	Soviet Union	-	-	+
45	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Gizenko'	Soviet Union	+	-	+
46	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Gonio'	Soviet Union	+	-	+

Continuation of table

No.	Taxon	Variety	Origin	Central Botanical Garden, NAS Belarus	Grishko National Botanical Garden, Ukraine	Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops
47	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Dioskuria'	Soviet Union	+	-	+
48	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Morocco'	Iran	-	-	+
49	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Italian'	Italy	-	-	+
50	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Kabo'	Soviet Union	-	+	-
51	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Kievskiy'	Ukraine	+	-	-
52	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Krupnoplodnyy'	Soviet Union	+	-	+
53	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Kuznera'	Soviet Union	+	+	+
54	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Kurskiy'	Russia	-	+	-
55	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Maikopskiy'	Russia	+	-	+
56	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Mir'	Russia	+	-	+
57	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Moskovskiy'	Russia	-	-	+
58	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Novoafonskiy'	Soviet Union	+	+	+
59	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'New Zealand'	USA	-	-	+
60	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Odishi'	Soviet Union	+	-	+
61	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Pavlovskiy'	Russia	+	+	+
62	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Skierniewicka'	Poland	+	-	-
63	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Mediterráneo'	Italy	+	-	-
64	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Sukhumskiy'	Soviet Union	+	-	-
65	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Tashkentskiy'	Soviet Union	-	+	-
66	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Turetskiy'	Italy	-	-	+
67	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Uvarova'	Soviet Union	+	-	+
68	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Udarnik'	Soviet Union	+	+	+
69	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Ukrainskiy'	Ukraine	-	+	-
70	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Festival'nyy'	Soviet Union	-	+	-
71	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	'Yubileinyy'	Soviet Union	+	+	+
72	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	'Mato Buntan'	Japan	+	-	+
73	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	'Buntan'	Japan	-	-	+
74	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	'Hayat'	Turkey	+	-	-
75	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	'Kao Yao'	Japan	-	+	-
76	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	'Natsu Mikan'	Japan	-	-	+
77	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	'Natsudaikai'	Japan	-	-	+
78	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	'Sambokan'	Japan	+	-	+
79	<i>Citrus maxima</i> var. <i>pyriformis</i> (Hassk) Karaya	'Pyriformis'	Japan	-	+	-
80	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	'Gul'ripshskiy'	Soviet Union	+	-	+
81	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	'Meteleva'	Soviet Union	-	-	+
82	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Pear-shaped pomelo	Japan	+	+	+
83	<i>Citrus medica</i> L.	Medica	India, China	-	+	+
84	<i>Citrus medica</i> L.	'Variegata'	India, China	+	+	-
85	<i>Citrus medica</i> L. var. <i>pyriformis</i> (Hassk) Karaya	Pyriformis	Japan	-	+	-
86	<i>Citrus medica</i> L.	Etrog	Mediterranean	+	+	-
87	<i>Citrus medica</i> var. <i>sarcodactylis</i> Sw.	'Buddha's hand'	India, China	+	+	+
88	<i>Citrus x meyeri</i> Tan.	Meyer lemon	China	+	+	+
89	<i>Citrus microcarpa</i> Bung.	Microcarpa	India	+	-	+
90	<i>Citrus microcarpa</i> Bung.	Microcarpa variegata	Italy	+	+	+
91	<i>Citrus microcarpa</i> Bung.	'Tiger'	USA	-	+	-

Continuation of table

No.	Taxon	Variety	Origin	Central Botanical Garden, NAS Belarus	Grishko National Botanical Garden, Ukraine	Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops
92	<i>Citrus</i> × (<i>Fingerlime</i> × <i>microcarpa</i>)	Fingerlime	Australia	–	–	+
93	<i>Citrus</i> × (<i>Fingerlime</i> × <i>microcarpa</i>)	Fastrimedon	USA	+	–	–
94	<i>Citrus paradisi</i> Macf.	'Duncan'	USA	+	+	+
95	<i>Citrus paradisi</i> Macf.	'Marsh Seedless'	USA	–	+	+
96	<i>Citrus paradisi</i> Macf.	'Seedless'	USA	–	–	+
97	<i>Citrus paradisi</i> Macf.	'Siamensis'	Italy	–	+	–
98	<i>Citrus paradisi</i> Macf.	'Pernambuco'	USA	+	–	–
99	<i>Citrus paradisi</i> Macf.	'Oyu'	USA	–	–	+
100	<i>Citrus paradisi</i> Macf.	'Yubileinyy'	Soviet Union	+	–	+
101	<i>Citrus reshni</i> Tan.	'Cleopatra'	USA	+	–	+
102	<i>Citrus reticulata</i> Blan.	'Tardio'	Italy	–	–	+
103	<i>Citrus reticulata</i> Blan.	'Rage'	Italy	–	–	+
104	<i>Citrus reticulata</i> Blan.	'Honey'	USA	+	–	–
105	<i>Citrus reticulata</i> Blan.	'Liao Hung'	Japan	–	+	–
106	<i>Citrus reticulata</i> Blan.	'Rubin'	USA	–	+	–
107	<i>Citrus reticulata</i> Blan.	'Cami'	USA	–	+	–
108	<i>Citrus reticulata</i> Blan.	'Fortune'	USA	–	+	–
109	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Washington Navel'	USA	+	+	+
110	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Hamlin'	USA	–	+	+
111	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Lempos'	Italy	–	+	–
112	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Moro'	Italy	–	–	+
113	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Moro Nucelare'	Italy	–	+	–
114	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Moscate'	Italy	–	+	–
115	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Salustiana'	Spain	+	–	+
116	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Sanguinello'	Spain	+	–	–
117	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Tarocco'	Italy	+	+	–
118	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Tarocco Tapi'	Italy	+	+	–
119	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Tompson Navel'	USA	+	–	+
120	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Vainiglia'	USA	–	+	–
121	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Valensia'	Eastern Asia	+	–	+
122	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Verna'	Spain	–	+	–
123	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Afonskiy'	Soviet Union	–	–	+
124	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Grushevidnyy Korolek'	Soviet Union	+	–	–
125	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Pamyati Michurina'	Soviet Union	–	–	+
126	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Pervenets'	Soviet Union	–	–	+
127	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	'Sukhumskiy'	Soviet Union	–	–	+
128	<i>Citrus tangerina</i> Tan.	'Tangerina'	Morocco	–	–	+
129	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Ikeda'	Japan	–	–	+
130	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Izeki Wase'	Japan	–	–	+
131	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Kowano Wase'	Japan	+	+	+
132	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Miyagawa Wase'	Japan	+	+	+
133	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Silverhill'	New Zealand	–	+	–
134	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Anaseuli'	Soviet Union	+	–	–
135	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Georgievskiy'	Soviet Union	+	–	+
136	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	Hybrid 10	Russia	–	–	+
137	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	Hybrid 3252	Russia	–	–	+

End of table

No.	Taxon	Variety	Origin	Central Botanical Garden, NAS Belarus	Grishko National Botanical Garden, Ukraine	Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops
138	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Iveriya'	Soviet Union	+	-	+
139	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Kelasurskiy'	Soviet Union	-	-	+
140	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	Clone 22	Soviet Union	-	-	+
141	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	Clone 33	Soviet Union	-	-	+
142	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Kodorskiy'	Soviet Union	-	-	+
143	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Krasnodarskiy'	Soviet Union	+	-	+
144	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Krupnoplodnyy'	Soviet Union	-	-	+
145	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'S 1'	Russia	+	-	+
146	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Ocho Wase'	Japan	-	-	+
147	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Pioner 80'	Soviet Union	+	+	+
148	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Saadreo'	Soviet Union	+	-	-
149	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Sakharnyy'	Soviet Union	+	-	+
150	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Sentyabr'skiy'	Soviet Union	+	+	+
151	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Se-Chen'	Japan	-	+	-
152	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Slava Vavilovu'	Soviet Union	+	-	+
153	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Sochinskiy 23'	Soviet Union	+	-	+
154	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Chernomorskiy'	Soviet Union	+	-	+
155	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Shirokolistnyy'	Soviet Union	-	-	+
156	<i>Citrus unshiu</i> Marcow.	'Yubileinyy'	Soviet Union	+	-	+
Interspecies hybrids and closely related species						
157	<i>Citrus × limonelloides</i>	Limonelloides	Asia	+	-	+
158	<i>Fortunella margarita</i> (Lour.) Sw.	Zhemchuznyy	Russia	+	+	+
159	<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.	Unknown	Asia	+	-	+
160	(<i>C. sinensis</i> × <i>P. trifoliata</i>) × <i>Fortunella</i>	Tsitranzhkvat	Asia	-	-	+
161	<i>Aegle marmelos</i> (L.) Corr.	Unknown	Asia	+	-	-
162	<i>C. limon</i> × <i>Fortunella</i>	Limonella	Unknown	-	-	+
163	<i>C. medica</i> L. × <i>C. maxima</i>	Unknown	Asia	+	-	-
164	<i>C. sinensis</i> × <i>Fortunella japonica</i>	Unknown	Unknown	+	-	-
165	<i>Citrus × insitorum</i> Mabb.	Tsitranzh	Unknown	-	-	+
166	<i>Feronia limonia</i>	Unknown	Unknown	+	-	-
167	<i>Fortunella crassifolia</i> Sw.	Thick-leaved	Unknown	-	+	+
168	<i>Fortunella japonica</i> (Thunb.) Sw.	Round	Japan	+	+	+
169	<i>Fortunella</i> sp. × <i>C. unshiu</i>	Hybrid 78	Russia	-	-	+
170	<i>Murraya koenigii</i> (L.) Spreng.	Unknown	Asia	+	-	-
171	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.	Unknown	Asia	+	-	-

цитрусовые культуры выращиваются в регионе с применением комбинированных укрытий в зимний период (Горшков, Капустин, 1988).

Генетические ресурсы цитрусовых культур на Украине (НБС им. Н.Н. Гришко)

Коллекцию цитрусовых растений в Национальном ботаническом саду стали комплектовать в 1950-х гг. по инициативе главного основателя сада действительного члена АН УССР Н.Н. Гришко. Основой коллекции послужили растения, полученные из Батуми, – лимоны сортов 'Genoa', 'Lisbon', 'Ударник', 'Villa-Franka'; ман-

дарин *Citrus unshiu* Marc.; апельсин 'Washington Navel'. Одновременно с этими генотипами была получена партия растений из Сочинской опытной станции субтропических культур (ныне ВНИИЦиСК), где их выращивали в форме кадочной культуры на протяжении пяти-восьми лет. Некоторые из них и теперь успешно произрастают в лимонарии и оранжерейно-экспозиционном комплексе НБС. Н.М. Вильчинским, первым куратором коллекции, в короткие сроки был разработан комплекс агротехнических мероприятий, что позволило получать высокоценные плоды цитрусовых в нетипичных регионах произрастания (Вильчинский, Бедрикивська, 1960).

В 1964 и 1972 гг. из Сухумской опытной станции субтропических культур ВИР получены сорта лимона *Citrus limon* (L.) Burm. 'Юбилейный', 'Кабо', 'Павловский', 'Новогрузинский', 'Кузнера' (Черевченко и др., 1988). В 1988 г. коллекция пополнилась лимоном *Citrus × meyer* (лимон Мейера) из Батуми, а в 2009 г. – цитроном *Citrus medica* L. 'Рука Будды' (*C. medica* L. var. *sarcodactylis* (Hooten) Swingle), пестролистным цитроном *Citrus medica* L. var. *variegata* и пестролистным каламандином (*Citrofortunella microcarpa* (Bunge) Wijnands). При содействии сотрудников Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН коллекция была пополнена 12 сортами апельсина и мандарина. Фонд цитрусовых активно пополняется за счет обмена с цитrusоводами-любителями и в настоящее время представлен разновозрастными растениями 60 сортов, которые относятся к 3 родам, 11 видам.

Генетические ресурсы цитрусовых культур в Беларуси (ЦБС НАН Беларуси)

Еще в конце 1930-х гг. в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси удалось собрать коллекцию цитрусовых свыше 50 видов и сортов. Началом коллекции послужил сорт лимона 'Павловский', полученный из Богородского плодоягоднического совхоза. В 1978 г. из Батуми были привезены лимон сорта 'Новоафонский', мандарин *Citrus × unshiu* Marc. и апельсин 'Washington Navel'.

В 1991 и 1996 гг. из Института горного садоводства (ныне ВНИИЦиСК) г. Сочи получены сорта *C. limon* (L.) Burm.: *C. × meyer*, *C. verrucosa*, 'Новогрузинский', 'Кантонский', 'Villa-Franka', 'Eureka', 'Lisbon', 'Мир'. В 1995 г. коллекция цитрусовых пополнилась *C. limon* (L.) Burm. сортом 'Скерневицкий' и *C. medica* var. *sarcodactylis* Sw. ('Рука Будды'), а в 2001 г. – японским пестролистным каламандином *C. microcarpa* Bunge var. *variegata*, полученным из Ботанического института Российской академии наук им. В.Л. Комарова (Санкт-Петербург).

Большую помощь в становлении коллекции Минского лимонария оказали известные ученые-агрономы В.В. Воронцов и А.П. Токарев из сочинского Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур.

Масштабная реконструкция ЦБС началась со строительства новой оранжереи-лимонария в 2003 г. В настоящее время на базе лимонария создан сад субтропических плодовых культур, который является уникальной коллекцией, единственной в Республике Беларусь. Коллекция активно пополняется за счет обмена с ведущими в этой области научными учреждениями других стран, и теперь в ней представлено более 100 сортов и видов. В 2017 г. Центральный ботанический сад НАН Беларуси будет отмечать свое 85-летие.

Направления исследований в коллекциях

В России использование геноресурсов цитрусовых связано, в первую очередь, с селекционными программами, направленными на получение сортов с высокой урожайностью, раннеспелостью, низкорослостью, устойчивостью к экстремальным факторам среды (Рындин, Кулян, 2013а, б). Новые выделенные формы проходят первичное и государственное испытание на хозяйственно ценные

признаки, параллельно изучается биохимический состав плодов по показателям качества (Абильфазова, Кулян, 2015). Ведется постоянная работа с коллекцией цитрусовых по выделению источников хозяйственно ценных признаков и привлечению их в селекционный процесс (Кулян, 2014б, 2015б).

На базе ВНИИЦиСК в результате многолетних исследований и наблюдений разработана технология выращивания цитрусовых в открытом грунте. Обобщен опыт цитrusоводов и усовершенствованы элементы технологии выращивания цитрусовых культур в защищенном грунте (Рындин и др., 2016). Для получения высоких урожаев разработаны рекомендации по применению микроэлементов путем внесения внекорневых подкормок (Притула, Абильфазова, 2013). Постоянно проводится мониторинг вредителей и болезней, а также изучаются новые препараты по защите растений от вредителей и болезней (Игнатова, Карпун, 2013). Разрабатываются молекулярно-генетические маркеры для определения филогенетических связей между образцами в коллекциях, паспортизации генотипов и поиска генов хозяйственно ценных признаков. Ведется работа по *in vitro* сохранению и размножению ценных сортов и видов (Коломиец и др., 2014, 2015; Коломиец, Самарина, 2016).

В настоящее время осуществляется поиск направлений совместной работы с зарубежными институтами, которые занимаются сохранением геноресурсов цитрусовых культур, селекцией и молекулярно-генетическими исследованиями (США, Индия). Зарубежным селекционерам интересны российские холодостойкие продуктивные сорта для выращивания в более холодных зонах, где реже встречаются возбудители серьезных заболеваний цитрусовых (G. Volk, R. Krueger, E. Stover – личная переписка). Интерес для российской стороны состоит в пополнении коллекции видовыми образцами цитрусовых, имеющих хозяйственно ценные признаки, такие как «карликовость» и «холодостойкость».

На Украине основным направлением исследования цитрусовых в НБС является изучение структурной морфологии, репродуктивной способности цитрусовых. В целях получения большого количества посадочного материала совершенствуются методики вегетативного размножения. Ведется работа по определению оптимальных сроков, методов и подбору стимуляторов роста для решения проблем быстрого получения качественного посадочного материала разных видов цитрусовых. Параллельно проводятся исследования по оптимизации приемов прививки. Изучается влияние дикорастущих подвоев цитрусовых на интенсивность роста и развития их окультуренных форм, выясняются параметры оптимальных условий для их возделывания в защищенном грунте умеренной зоны Украины (Кикавский, 2012, 2013; Кикавский, 2016).

В Минском ботаническом саду на базе лимонария проводятся исследования по интродукции и акклиматизации; разрабатываются технологии и рекомендации по способам выращивания субтропических культур в условиях Беларуси; совершенствуются приемы размножения (черенкование, прививки, окулировки); проводятся испытания грунтов, удобрений и средств защиты; организованы экскурсии, выставки, занятия со школьниками и студентами,

съезды любителей-растениеводов из Клуба белорусских цитрусоводов (Гетко и др., 2014; Григорцевич и др., 2015).

Проблемы сохранения и перспективы использования геноресурсов

Основными проблемами успешного сохранения и использования геноресурсов цитрусовых являются недостаточное применение современных инструментов характеристики гермоплазмы (Volk, 2015; Liu et al., 2016; Yunsheng et al., 2016), отсутствие единой web-базы данных геноресурсов (Sanabam et al., 2012), споры по поводу видовой принадлежности некоторых таксонов (Roose et al., 2016; Volk et al., 2016a). Кроме того, остро стоит необходимость фитосанитарного контроля в коллекциях и разработки современных тест-систем для быстрой диагностики заболеваний (НАО et al., 2016). Важной задачей является пополнение разнообразия в коллекциях цитрусовых, в первую очередь, видového, путем обмена материалом с другими зарубежными коллекциями (см. таблицу).

Таким образом, в статье показано генетическое разнообразие цитрусовых культур в трех базовых коллекциях – России, Украины и Беларуси. Отмечено, что каждая коллекция содержит интересные генотипы, отсутствующие в других коллекциях. Наибольшее генетическое разнообразие имеется в коллекции ФГБНУ ВНИИЦиСК и в коллекции ЦБС НАН Беларуси. Коллекция НБС им. Н.Н. Гришко Украины содержит примерно в два раза меньше генотипов цитрусовых, чем в первых двух коллекциях. Большая часть генотипов трех коллекций идентичны, что и логично, так как они получены из коллекции Черноморского побережья Кавказа, однако необходимо проведение паспортизации этих сортов с привлечением молекулярных маркеров для подтверждения их генетической идентичности в трех коллекциях.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Список литературы

Abil'fazova Yu.S., Kulyan R.V. Brief biochemical characterization of mandarin hybrids. *Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo = Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2015;54:62-67. (in Russian)

Belasque J.Jr., Bassanezi R.B., Yamamoto P.T., Ayres A.J., Tachibana A., Violante A.R., Tank A.Jr., Giorgi F.Di., Tersi F.E.A., Menezes G.M., Dragone J., Jank R.H.Jr., Bové J.M. Lessons from huanglongbing management in São Paulo State. Brazil. *J. Plant Pathol.* 2010;92(2):285-302.

Cherevchenko T.M., Prihod'ko S.N., Mayko T.K. Tropicheskie i subtropicheskie rasteniya zakrytogo grunta: spravochnik [Tropical and subtropical plants in greenhouse conditions]. Kiev, Naukova dumka, 1988;176-232. (in Russian)

Citrus Genetics, Breeding and Biotechnology. Ed. I.A. Khan. Wallingford: CAB International, 2007;370.

Dibley S. Plant health Australia. Exercise yellow dragon: exercise report. Plant Health Australia. Canberra. ACT. 2015;1-16.

Getko N.V., Alekhna A.A., Suboch V.P., Pochitskaya I.M., Titok V.V. The composition of volatiles in hybrids and cultivars of *Citrus limon* (L.) Burm.f. grown in a greenhouse. *Vestnik Natsional'noi akademii nauk Belarusi*. Minsk: Belarusskaya Nauka. 2014;2:5-10. (in Russian)

Gorshkov V.M. Historical aspects and specific features of Citrus production in subtropical Russia in 1903–2003. *Subtropicheskoye i*

dekorativnoye sadovodstvo = Subtropical and Ornamental Horticulture. 2004;39(2):388-403. (in Russian)

Gorshkov V.M., Fogel' V.A., Kulyan R.V. Katalog tsitrusovykh kul'tur [Citrus crop catalog]. Ed. by A.V. Ryndin. Sochi, 2013;91. (in Russian)

Gorshkov V.M., Kapustin V.P., Kucherov O.F. Primenenie polimernykh karkasov dlya zashchity tsitrusovykh ot morozha [Application of polymer scaffolds for protecting citrus orchards from winter frost]. Moscow: Agropromizdat. 1988;14. (in Russian)

Grigortsevich L.N., Surma M.A., Alekhna A.I., Telesh A.D. Agrotechnical measures of citrus propagation in greenhouse conditions. *Trudy BG TU. Lesnoe Hozyaistvo = Proceedings of the Belarusian State Technological University: Forestry*. 2015;1:223-226. (in Russian)

Hao G., Stover E., Gupta G. Overexpression of a modified plant thionin enhances disease resistance to citrus canker and huanglongbing (HLB). *Frontiers Plant Sci.* 2016;7:1078. DOI 10.3389/fpls.2016.01078.

Ignatova Ye.A., Karpun N.N. Coccid species on citrus crops in subtropics of Krasnodar region. *Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo = Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2013;48:209-220. (in Russian)

Kikavskiy I.V. Citrus plants in the National Botanical Garden of Ukraine. *Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo = Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2012;47:68-73. (in Russian)

Kikavskiy I.V. Citrus L. plants in the National Botanical Garden of Ukraine. Rol' botanicheskikh sadov v sokhraneni raznoobraziya rasteniy: Mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu Batumskogo botanicheskogo sada, 8–10 maya. Batumi [The role of botanical gardens in plant biodiversity conservation. Proceedings of the International Scientific Conference in behalf of the centenary of the Batumi botanical garden. 8–10 May]. Batumi, 2013;156-158. (in Russian)

Kikavskiy I.V. Seasonal growth habits of Citrus L. varieties. Suchasni tendencii' zberzhennja, vidovlennja ta zbagachennja fitoriznomanittja botanichnyh sadiv i dendroparkiv: material mizhnar. nauk. konf. prysvjach. 70-richchju dendrologichnogo parku "Oleksandrija", jak naukovoi' ustanovy NAN Ukraïny, 23–25 travnja [Proceedings of the International conference in behalf of the 70th anniversary of the dendrological garden "Oleksandrija", Ukraine, May 23–25, 2016];178-180. (in Ukrainian)

Kolomiets T.M., Malyarovskaya V.I., Gvasaliya M.V., Samarina L.S., Sokolov R.N. Micropropagation in vitro of subtropical, ornamental and endemic species of Western Caucasus: original and optimized protocols. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2014;3:49-58. (in Russian)

Kolomiets T.M., Samarina L.S. Protocol of long-term in vitro storage of commercial citrus species. *Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo = Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2016;56:169-184. (in Russian)

Kolomiets T.M., Samarina L.S., Gubaz S.L. Propagation and conservation of Citrus limon by in vitro micrografting. *Problemy razvitiya APK regiona = Regional Problems of AIC Development*. 2015;4(24):28-31. (in Russian)

Kulyan R.V. Crossing ability of citrus species for interspecific and interspecific hybridization. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2014;1:36-41. (in Russian)

Kulyan R.V. The role of mutational variability in Citrus reticulata Blanco var. Unshiu Tan. *Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo = Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2015a;53:85-90. (in Russian)

Kulyan R.V. Germplasm collection of citrus – a basis and source of useful agronomic traits. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of the Michurinsk State Agrarian University*. 2015b;4:52-56. (in Russian)

Liu X., Tang L., Wu H., Xi W., Yu J., Zhou Z. Development of DArT markers and evaluation of phylogenetic relationship of key Citrus species. *Gen. Resour. Crop. Evol.* 2016;63:1307.

Payne J. Connecting with Cuba Citrus Industry. 2015;4-5.

- Pritula Z.V., Abil'fazova Yu.S. Guidelines on foliar micronutrient application to mature plants of Miagava-Vase dwarf mandarin varieties. *Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo = Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2013;48:280-288. (in Russian)
- Roose M.L., Gmitter F.G.Jr., Lee R., Hummer K., Machado M., Ashmore S., Deng X., Ancillo G., Vives M.C., Volk G.M., Kahn T.L., Luro F. Development of a global conservation strategy for citrus genetic resources. *Acta Horticulturae*. 2015;1065:75-84.
- Ryndin A.V. Achievements of the Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops in 2015. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and Small Fruit Culture in Russia*. 2016;44:57-68. (in Russian)
- Ryndin A.V., Belous O.G., Malyarovskaya V.I., Pritula Z.V., Abil'fazova Ju.S., Kozhevnikova A.M. Physiological and biochemical methods for studying adaptation mechanisms in subtropical fruit crops and ornamental species in Russian subtropical regions. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2014;3:40-48. (in Russian)
- Ryndin A.V., Gorshkov V.M., Kulyan R.V., Karpun N.N., Ignatova Ye.A., Sabekiya D.A. *Lyubitel'skoe tsitrusovodstvo [Amateur Citrus Growing]*, Sochi, 2016. (in Russian)
- Ryndin A.V., Kulyan R.V. Genetic potential of modern citrus assortment on the Black Sea coast of Russia. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk = Proceedings of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2013a;6:41-45. (in Russian)
- Ryndin A.V., Kulyan R.V. The potential to increase frost hardiness of citrus in humid subtropical regions of Russia. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and Small Fruit Culture in Russia*. 2013b;37(2):204-207. (in Russian)
- Sanabam R., Somkuwar B.G., Thingnam G., Moirangthem S., Jyoti P.H., Huidrom S. CIBMAN: Database exploring citrus biodiversity of manipur. *Bioinformation*. 2012;8(17):838-840.
- Vil'chinskiy M.M., Bedrikiv'ska N.P. Kolleksiya tsitrusovykh rasteniy botanicheskogo sada AN URSS i biokhimicheskaya kharakteristika plodov limona [Citrus collection of the Botanical garden of the Academy of Sciences of the Ukrainian Soviet Socialist Republic and biochemical characterization of lemon fruits]. *Aklimatizatsiya Roslin [Plant Acclimatization. Proceedings of the Botanical Garden]*. 1960;7:137-142 (in Ukrainian)
- Volk G.M. Widespread applications of citrus cryopreservation. *Citrograph*. 2015;6(2):42-44.
- Volk G.M., Bonnart R.M., Shepherd A.N., Yin Z., Lee R.F., Polek M., Krueger R. Citrus cryopreservation: viability of diverse taxa and histological observations. *Plant Cell Tiss. Organ. Cult*. 2016a. DOI 10.1007/s11240-016-1112-4.
- Volk G.M., Lee R.F., Krueger R. The value of citrus genebanking. *Citrograph*. 2016b;7(4):42-44.
- Vorontsov V.V., Lavriyuchuk I.I., Zagaynyy S.A., Gorshkov V.M., Lozhnitsyn I.P., Goletiani T.G., Ksenofontova D.V. *Methodic Guidelines for dwarf mandarin growing technology in subtropics of Krasnodar kray*. Sochi, 1979. (in Russian)
- Yunsheng W., Zhou L., Yu X., Stover E., Luo F., Duan Y. Transcriptome profiling of huanglongbing (HLB) tolerant and susceptible citrus plants reveals the role of basal resistance in HLB tolerance. *Front. Plant Sci*. 2016;7:933. DOI 10.3389/fpls.2016.00933.