

Р.В. Кулян, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур

РФ, 354002, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28

E-mail: supk-kulyan@vniisubtrop.ru

УДК 634: 631.527

DOI: 10.30850/vrsn/2020/3/47-51

## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЦИТРУСОВЫХ РАСТЕНИЙ ПО СЕЛЕКЦИОННО ЗНАЧИМЫМ ПРИЗНАКАМ

В статье проведен анализ основных коллекционных образцов цитрусовых культур, выделены формы по значимым признакам для использования имеющегося биоразнообразия в селекционной работе. В ФГБНУ ВНИИЦиСК сохранена коллекция цитрусовых (*Rutaceae*, *Aurantioideae*, *Citrus reticulata*, *C. limon*, *C. sinensis*, *C. paradise*, *C. maxima*, *C. medica*, *C. aurantium*, *C. junos*, *C. ichangensis*, *Pod Fortunella*, *Pod Poncirus*) в количестве 138 сортообразцов. Успех в создании новых форм во многом зависит от наличия разнообразных комплексных источников хозяйственно ценных признаков. В гибридизацию рекомендуется включать лучшие источники, сочетающие положительные признаки. Для мандариновой группы таковыми являются: *Izeki Wase*, *Kowano-Wase*, *Miyagawa Wase*, *Ochi Wase*, Сентябрьский, Юбилейный, Слава Вавилову, Миллениум 1, обладающие низкорослостью, раннеспелостью, скороплодностью, урожайностью и высоким качеством плодов. Источники зимостойкости и урожайности: Сочинский 23, Иверия, Уншиу Широколистный, гибрид 3252. Для лимонной группы комплексом положительных признаков характеризуются: *Lunario*, *Lisbon*, *Итальянский*, *Диоскурия*. С целью создания устойчивых к экстремальным условиям выращивания новых морозостойких полулистопадных гибридов, в качестве одного из компонентов скрещивания, рекомендуем: *P. trifoliata*, *C. × insitorum*, *C. ichangensis*, *C. × citrangequat*. Комплексные источники крупноплодности, высокого качества плодов, урожайности, фертильности пыльцы: *C. maxima*: *Natsu mikan* и сорт *C. sinensis Valensia*, которые рекомендуются в качестве отцовских форм при создании межвидовых гибридов. Из гибридных видов цитрусовых для создания новых комбинированных форм можно в качестве опылителей использовать *C. aurantiifolia*, *C. × meyeri*, *C. × microcarpa*, *C. × limonelloides*, с набором таких признаков, как раннеспелость, низкорослость, скороплодность, высокая фертильность пыльцы. Ремонтантность и высокая жизнеспособность пыльцы у сортов: *C. bergamia*, *C. medica*, *C. insitorum*, *C. aurantium*, *C. myrtifolia*, *C. × junos*.

**Ключевые слова:** цитрусовые растения, коллекция, сорта, гибридные виды, формы, признаки, селекционно-значимые признаки.

R.V. Kulyan, PhD in Agricultural sciences

Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops

RF, 354002, g. Sochi, ul. Yana Fabriciusa, 2/28

E-mail: supkkulyan@vniisubtrop.ru

## GENETIC DIVERSITY OF CITRUS PLANTS BY SELECTION-SIGNIFICANT CHARACTERISTICS

This article analyzes the main collection samples of citrus crops, identified forms according to selection characteristics for using existing biodiversity in selective work. In FGBNY VNIiSK saved collection of citrus (*Rutaceae*, *Aurantioideae*, *Citrus reticulata*, *C. limon*, *C. sinensis*, *C. paradise*, *C. maxima*, *C. medica*, *C. aurantium*, *C. junos*, *C. ichangensis*, *Genus Fortunella*, *Genus Poncirus*) in the amount of 138 hybrids. Success in creating new forms depends on the presence of a variety of economically valuable characteristics. Recommended in hybridization to include the best sources that have a combination of positive features. For the tangerine group, these are *Izeki Wase*, *Kowano-Wase*, *Miyagawa Wase*, *Ochi Wase*, September, Jubilee, Glory to Vavilova, Millennium 1, with short stature, early ripeness, early maturity, productivity and high quality of fruits. Sources of winter hardiness and productivity: Sochi 23, Iveria, Unshiu Shirokolistny, hybrid 3252. For the lemon group, a complex of positive characteristics has *Lunario*, *Lisbon*, Italian, *Dioscuria*. In order to create new frost-resistant semi-deciduous hybrids, which can be grown in extreme conditions, was used one of the components of the hybridization: *P. trifoliata*, *C. × insitorum*, *C. ichangensis*, *C. × citrangequat*. Complex sources of large-fruited, high quality fruits, productivity, pollen fertility are. *C. maxima*: *Natsu mikan* and *C. sinensis Valensia*, which is recommended as paternal forms for the creation of inter-specific hybrids. From all the hybrid type of citrus, which can be used as pollinators to create new combined forms, can be used *C. aurantiifolia*, *C. × meyeri*, *C. × microcarpa*, *C. × limonelloides*, which have such characteristics as early ripening, stunting, early maturity, and high pollen fertility. Remontancy and high vitality of pollen have *C. bergamia*, *C. medica*, *C. insitorum*, *C. restaurantium*, *C. myrtifolia*, and *C. × junos*.

**Key words:** citrus plants, collection, sorts, hybrid species, forms, characters, breeding-significant signs.

Живые растительные коллекции служат платформой изучения генофонда и вовлечения в селекционный процесс с целью создания новых и выделения наиболее ценных сортов. Систематизация генофонда способствует сохранению и повышению эффективности использования генетического разнообразия в селекции. [2, 5] Большая работа по формированию и изучению генофонда плодовых растений проводится в научных учреждениях России. [7-9]

Исследования генофонда цитрусовых дают возможность получить необходимую информацию, оценить фенотипическую и генетическую изменчивость. История формообразования большинства цитрусовых культур связана с их выращиванием в регионах с тропическим и субтропическим климатом. Основной очаг происхождения цитрусовых культур – Индийский центр (северо-восточная и частично Центральная Индия), а также Непал,

Бангладеш, Северо-Восточная Бирма. В этом регионе возникли почти все, широко распространенные в культуре, виды и формы цитрусовых: лимон, мандарин, апельсин, помпельмус, цитрон, лайм и бигардия.

Коллекция цитрусовых Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур насчитывает более 138 таксонов, культивируемых в открытом и защищенном грунте. Она представлена видами родов *Citrus* L. *Poncirus* Raf., *Fortunella* Sw., а также редкими формами и гибридами, дикими и полудикими сородичами, которые собраны в разные годы и интродуцированы из Японии, Китая, Америки, Италии, Испании, Никарагуа, Абхазии, Белоруссии. [6, 10]



На базе коллекции ученые изучают образцы и выделяют источники хозяйственно ценных признаков [3], а также проводят селекцию [4] и отрабатывают различные технологические приемы. [1]

Цель исследований – изучение генетического разнообразия цитрусовых культур и их сородичей для выделения наиболее ценных генотипов с селекционно значимыми признаками для дальнейшего использования в гибридизации.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2001 по 2019 годы на базе ФГБНУ ВНИИЦ и СК изучали 138 образцов, форм и сородичей цитрусовых культур, а также 350 форм гибридного



рабочего фонда. В работе применяли известные методические указания: «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999); «Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 г.» (Краснодар, 2013).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Состояние рода *Citrus* представлено гибридными рекомбинантами, диплоидами, анеуплоидами, ауploидами и генными мутациями.

Генетический состав коллекции цитрусовых разнообразен. На первом месте преобладают образцы мандариновой группы, на втором – лимонной, незначительную долю занимают гибридные виды, а также дикие и полудикие сородичи цитрусовых.

Многие виды цитрусовых гибридогенные, поэтому очень важно, чтобы коллекционные образцы были представлены ценными источниками, у которых один и тот же признак контролируют различные генетические системы.

Из всего разнообразия цитрусовых растений выделен ряд форм по селекционно значимым при-





*C. aurantiifolia*

знакам — скороплодность, низкорослость, зимо- и морозостойкость, раннеспелость, урожайность, качество плодов, ремонтантность, крупноплодность, пестролистность, а также выделены источники с высокой фертильностью пыльцы (см. таблицу).

Огромный резерв генов устойчивости к отрицательным низким температурам у представителей диких и полудиких сородичей цитрусовых —



*C. ichangensis*



*C. sinensis Valensia*

*C. × insitorum* (*C. Sinensis* × *P. trifoliata*), *C. × citrangequat* (*C. Sinensis* × *P. Trifoliata* × *Fortunella margarita*), *C. ichangensis*, *C. × junos juzu*.

Среди видов рода *Citrus* выявлены и эффективно используются в селекционном процессе — *C. unschuii* «Черноморский», гибрид 3252, *C. × leiocarpa* Shiva-Mikan, которые генетически устойчивы к низким зимним температурам (до минус 10°C без повреждений).

Из лимонной группы представляет интерес: *Дуоскурая*, *Одиши*, полученные путем межродовой гибридизации. Эти сортообразцы передают своему потомству повышенную устойчивость к пониженным температурам. В живом виде поддерживаются ремонтантные формы *C. × mayeri*, *C. × limonelloides* — источники ремонтантности и низкорослости.



*C. maxima Natsu mikan*

Успех в создании новых форм в первую очередь зависит от разнообразия источников хозяйственно ценных признаков. Поэтому, сбор, поддержание, изучение и использование коллекционного разнообразия цитрусовых растений — приоритетное направление исследований. Доказано, что результативность работы во многом зависит от правильного подбора исходных форм для гибридизации. Пары подбирали по наименьшему количеству отрицательных признаков у исходных сортов.

*Низкорослость, раннеспелость и урожайность.* Основная задача селекции цитрусовых во влажных субтропиках России — создание сортов с компактной кроной, что удобно для укрытия растений в зимний период, а также сбора урожая, обрезки и

Основные источники селекционно значимых признаков цитрусовых

Селекционно значимый признак	Род, вид, гибридный вид, сорт, форма, гибрид
Низкорослость (до 3,0 м)	<i>Citrus reticulata</i> Blanco var. <i>unshiu</i> Tan: Izeke Wase, Kowano-Wase, Miyagawa Wase, Ochi Wase, Ikeda, гибрид 3252, <i>C. × leiocarpa</i> Shiva-Mikan, <i>C. × microcarpa</i> , <i>C. × limonelloides</i> <i>C. limon</i> : Диоскурия, <i>C. aurantiifolia</i> Taiti, <i>C. × meyeri</i>
Раннеспелость (III декада сентября – I декада ноября)	<i>Citrus reticulata</i> Blanco var. <i>unshiu</i> Tan: Izeke Wase, Kowano-Wase, Miyagawa Wase, Ochi Wase, Ikeda, Сентябрьский, Юбилейный, Слава Вавилову, Миллениум 1 <i>C. limon</i> : Итальянский, Lunario, <i>C. × limonelloides</i> , <i>C. × microcarpa</i> , <i>C. aurantiifolia</i> , <i>C. × meyeri</i>
Скороплодность (2...3 год)	<i>Citrus reticulata</i> Blanco var. <i>unshiu</i> Tan: Izeke Wase, Kowano-Wase, Miyagawa Wase, <i>C. × leiocarpa</i> Shiva-Mikan, <i>C. limon</i> Диоскурия, <i>C. × microcarpa</i> , <i>C. × limonelloides</i> , <i>C. aurantiifolia</i> , <i>C. paradisi</i> Юбилейный
Зимостойкость (минус 6...минус 8°C)	<i>Citrus reticulata</i> Blanco var. <i>unshiu</i> : гибрид 3252, гибрид 10, Черноморский, Сочинский 23, Пионер 80, Уншиу Широколистный, Георгиевский, Иверия, <i>C. × meyeri</i> , <i>C. × clementina</i> Kikli, <i>C. maxima</i> Natsu mikan, <i>Fortunella margarita</i>
Морозостойкость (минус 10...минус 15°C)	<i>Poncirus trifoliata</i> , <i>C. ichangensis</i> , <i>C. × junos juzu</i> , <i>C. × insitorum</i> , цитранжкват ( <i>C. sinensis</i> × <i>P. trifoliata</i> ) × <i>Fortunella</i>
Урожайность (220...250 ц/га)	<i>Citrus reticulata</i> Blanco var. <i>unshiu</i> Tan: Izeke Wase, Kowano-Wase, Miyagawa Wase, Ochi Wase, Сентябрьский, Юбилейный, Слава Вавилову, Миллениум 1, Краснодарский, Сочинский 23, Иверия, Крупноплодный, Уншиу Широколистный, <i>C. limon</i> : Итальянский, Lunario, Lisbon, Genoa, Новогрузинский, Ударник, Диоскурия, <i>C. × limonelloides</i> , <i>C. × microcarpa</i> , <i>C. × meyeri</i> , <i>C. aurantiifolia</i> Foro, <i>C. sinensis</i> : Washington Navel, Valensia, Tompson Navel, <i>C. maxima</i> : Natsu mikan, Гульрипшский
Ценный биохимический состав плодов Мандарин, витамин С – 30...35 мг%	<i>C. reticulata</i> Blanco var. <i>unshiu</i> Tan: Izeke Wase, Kowano-Wase, Miyagawa Wase, Ochi Wase, Сентябрьский, Юбилейный, Слава Вавилову, Миллениум 1, Tardio, Rage, Сахарный, <i>C. × clementina</i> Caftin, <i>C. limon</i> : Итальянский, Lunario, Lisbon, Genoa, Новогрузинский, Ударник, <i>C. × limetta</i> Chontipico, <i>C. sinensis</i> Washington Navel, Valensia, Moro, Tompson Navel
Лимон, витамин С – до 60 мг%	<i>C. sinensis</i> Washington Navel, Valensia, Moro, Tompson Navel
Ремонтантность	<i>C. limon</i> : Итальянский, Диоскурия, Новозеланский, <i>C. × meyeri</i> , <i>C. × limetta</i> Chontipico, <i>C. × limonelloides</i> , <i>C. aurantiifolia</i> Foro, <i>C. × clementina</i> Kikli, <i>C. × microcarpa</i> , <i>C. bergamia</i> Melarosa, гибрид 202
Крупноплодность Мандарин (90...110 г) Лимон (100...120 г)	<i>C. reticulata</i> Bl. var. <i>unshiu</i> : Краснодарский, Сочинский 23, Пионер 80, Иверия, гибрид 3252, <i>C. maxima</i> Гульрипшский, Natsu mikan <i>C. sinensis</i> : Valensia, <i>C. × tangelo</i> , <i>C. × insitorum</i> :
Многосемянность	<i>C. reticulata</i> Bl. var. <i>unshiu</i> Сахарный, Tardio, Rage, гибрид 3252, гибрид 202, <i>C. limon</i> : Новозеланский, Юбилейный, Del brasil, Interdenato, <i>C. × tangerine</i> , <i>C. × tangelo</i> , <i>C. × microcarpa</i> , <i>C. × ponderosa</i> , <i>C. × meyeri</i> , <i>C. × ponderosa</i> , <i>C. × limonelloides</i> , <i>C. × insitorum</i> , <i>C. medica</i> , <i>C. × junos</i> , <i>C. maxima</i> : Natsu mikan, Sambokan, Гульрипшский, Метелева, <i>C. reshni</i> Клеопатра, <i>C. aurantium</i> , <i>C. × leiocarpa</i> , <i>C. myrtifolia</i> , <i>C. ichangensis</i> , <i>Fortunella margarita</i> , <i>P. trifoliata</i>
Фертильность пыльцы, 40...60%	<i>C. reshni</i> , гибрид 3252, <i>C. × clementina</i> : Caftin, Kikli, <i>C. × microcarpa</i> , <i>C. × microcarpa</i> , <i>C. × meyeri</i> , <i>C. bergamia</i> , <i>C. × limonelloides</i> , <i>C. × tangerine</i> , <i>C. aurantiifolia</i> , <i>C. limon</i> : Новозеланский, Юбилейный, из Морoko, <i>C. maxima</i> : Natsu mikan, Метелева, <i>C. sinensis</i> : Valensia, Первенец, <i>Fortunella margarita</i> , <i>C. medica</i> , <i>C. insitorum</i> , <i>C. aurantium</i> , <i>C. myrtifolia</i> , <i>C. × junos</i> , <i>C. ichangensis</i> , <i>P. trifoliata</i> .
Наличие антоцианов	<i>C. limon</i> : Новогрузинский, Безколючий, Уваровский, Новозеланский, Lisbon, Del brasil, Lunario, <i>C. aurantium</i> , <i>C. × meyeri</i> , <i>C. × clementina</i> Kikli

обработки против вредителей и болезней. Получение новых форм с ранним сроком созревания это одно из главных направлений в селекционной работе; урожайность – важный хозяйственно ценный признак будущего сорта. Выделен ряд комплексных источников со сдержанным ростом и ранним созреванием плодов, при скрещивании которых в первом поколении образуется значительное количество форм с положительными признаками. Большинство гибридов со сдержанным ростом получено от комбинаций Kowano-Wase × гибрид 3252, Miyagawa Wase × гибрид 3252, Miyagawa Wase × *C. ichangensis*, Kowano-Wase × *C. × leiocarpa*. Выделены комплексные источники лимонной группы: Lisbon, Итальянский, Диоскурия.

**Зимостойкость.** Результативные комбинации по выходу зимостойких, полулистопадных семян установлены путем скрещивания с участием *P. trifoliata*, *C. × insitorum*, *C. ichangensis*. *C. × citrangequat*. Полученные на их основе формы представляют качественно новый в генетическом отношении исходный материал для дальнейшей селекции.

Выделены источники с высокой фертильностью пыльцы – *C. maxima*: Natsu Mikan и *C. sinensis* Valensia.

Многие гибридные виды, сорта и формы не образуют семени даже при принудительном опылении, процент завязывания составляет всего лишь 0,02 %. Поэтому, селекционеры при гибридизации большее внимание уделяют другим формам.

Наличие антоциановой индукции в молодых листьях и цветках – показатель устойчивости растения к стрессовым условиям.

Таким образом, при создании новых сортов цитрусовых большую роль играют комплексные источники ценных селектируемых признаков.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Горшков, В.М. К биологическим основам обрезки мандарина Уншиу (*Citrus reticulata* Blanco var. *unshiu* Tan) / В.М. Горшков // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2015. – Т. 53. – С. 96–101.

2. Еремин, Г.В. Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур // Г.В. Еремин, А.В. Исачкина, И.В. Казаков, Е.П. Куминов, М.Н. Плеханова, Е.Н. Седов. – М.: Мир, 2004. – 422 с.
3. Кулян, Р.В. Генетическая коллекция цитрусовых – основа для выделения источников хозяйственно ценных признаков / Р.В. Кулян // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4. – С. 52–56.
4. Кулян, Р.В. Перспективы использования отдаленных скрещиваний в селекции цитрусовых / Р.В. Кулян // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 4. – С. 46–49.
5. Рындин, А.В. Генетические ресурсы садовых растений в субтропиках России и возможности их использования / А.В. Рындин, В.С. Мохно // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2012. – Т. 47. – № 2. – С. 13–22.
6. Рындин, А.В. Коллекция цитрусовых культур во влажных субтропиках России / А.В. Рындин, Р.В. Кулян // Садоводство и виноградарство. – 2016. – № 5. – С. 24–30.
7. Седов, Е.Н. Использование генофонда яблони: источники и доноры хозяйственно полезных признаков / Е.Н. Седов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19. – № 1 – С. 104–110.
8. Ульяновская, Е.В. Агробиологическая оценка сортов и элитных форм яблони в южном регионе России // Е.В. Ульяновская, К.М. Атабиев, Р.М. Засеева, Е.А. Беленко // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2019. – Т. № 1. – С. 139–142.
9. Омаров, М.Д. Сорта хурмы восточной (*Diospyros kaki* L.) и их биологические особенности / М.Д. Омаров, З.М. Омарова // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2016. – Т. 57. – С. 69–72.
10. Volk, G. Citrus genebank collections: international collaboration opportunities between the US and Russia // L. Samarina, R. Kulyan, V. Gorshkov, V. Malyarovskaya, A. Ryndin, M. Polek, R. Krueger, E. Stover // Genetic Resources and Crop Evolution. – 2018. – Т. 65. – № 2. – С. 433–447.

**LIST OF SOURCE**

1. Gorshkov, V.M. Citrus reticulata Blanco var. Unshiu Tan / V.M. Gorshkov // Subtropical and ornamental horticulture: collection. scientific tr – Sochi: VNIITsiSK, 2015. – V. 53. – P. 96–101.
2. Eremin, G.V. General and private selection and cultivation of fruit and berry crops // G.V. Eremin, A.V. Isachkina, I.V. Kazakov, E.P. Kuminov, M.N. Plekhanova, E.N. Sedov. – M.: Mir, 2004. – 422 p.
3. Kulyan, R.V. Genetic collection of citrus fruits – the basis for identifying sources of valuable characteristics / R.V. Kulyan // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. – 2015. – No. 4. – P. 52–56.
4. Kulyan, R.V. Prospects for the use of hybridization in the selection of citrus fruits / R.V. Kulyan // Vestnik of the Russian agricultural science. – 2019. – No. 4. – P. 46–49.
5. Ryndin, A.V. Genetic resources of garden plants in the subtropics of Russia and the possibilities of their use / A.V. Ryndin, V.S. Mikhno // Subtropical and ornamental horticulture: Sochi: VNIITsiSK, 2012. – V. 47. – No. 2. – P. 13–22.
6. Ryndin, A.V. A collection of citrus in the humid subtropics of Russia / A.V. Ryndin, R.V. Kulyan // Gardening and Viticulture. – 2016. – No. 5. – S. 24–30.
7. Sedov, E.N. The use genetic pool of apple tree: sources and donors of economically useful characteristics / E.N. Sedov // Vavilovsky Journal of Genetics and Breeding. – 2015. – V. 19. – No. 1. – P. 104–110.
8. Ulyanovskaya, E.V. Agrobiological value of varieties and elite forms of apple trees in the southern region of Russia // E.V. Ulyanovskaya, K.M. Atabiev, R.M. Zaseeva, E.A. Belenko // Selection and horticultural crops of garden crops. – 2019. – V. No. 1. – P. 139–142.
9. Omarov, M.D. Oriental persimmon varieties (*Diospyros kaki* L.) and their biological characteristics / M.D. Omarov, Z.M. Omarova // Subtropical and ornamental horticulture: - Sochi: VNIITsiSK, 2016. – V. 57. – P. 69–72.
10. Volk, G. Citrus genebank collections: international collaboration opportunities between the US and Russia // L. Samarina, R. Kulyan, V. Gorshkov, V. Malyarovskaya, A. Ryndin, M. Polek, R. Krueger, E. Stover // Genetic Resources and Crop Evolution. – 2018. – V. 65. – № 2. – С. 433–447.