

Р.В. Кулян, кандидат сельскохозяйственных наук
 М.Д. Омаров, доктор сельскохозяйственных наук
 З.М. Омарова, кандидат сельскохозяйственных наук
 Н.С. Киселева, кандидат биологических наук
 ФИЦ «Субтропический научный центр Российской академии наук»
 РФ, 354002, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28
 E-mail: supk-kulyan@vniisubtrop.ru

УДК 634.452 (631.52)

DOI: 10.30850/vrsn/2022/3/13-16, EDN: bdupgc

ЗАВЯЗЫВАНИЕ ГИБРИДНЫХ СЕМЯН ХУРМЫ ВОСТОЧНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАЧЕСТВА ПЫЛЬЦЫ ОТЦОВСКИХ ФОРМ

Исследовали коллекцию *Diospyros kaki Thunb*: 26 сортов зарубежной и отечественной селекции; 2 диких вида – хурма кавказская (*Diospyros lotus L.*) и виргинская (*Diospyros virginiana L.*). Для создания гибридных форм найдены носители хозяйственно ценных признаков (урожайность, качество плодов, устойчивость к экстремальным факторам среды). В качестве материнских форм выделены сорта – Djiro, Hiakume, Hachia, Seedles и МВГ Омарова, отцовских – Zenji-Maru, Geili, Fuyu. Для создания зимостойких видов в селекционный процесс включена *D. virginiana* как носитель признака зимостойкости (минус 25...минус 27°C), высокого содержания сахаров (25 %) и витамина С (116 мг/%). Изучены показатели морфологического качества пыльцы отцовских форм: Zenji-Maru, Geili, Fuyu. При проращивании пыльцы на искусственной питательной среде (in vitro), процент прорастания варьирует в диапазоне 69,35–88,5 %, самые высокие показатели у *D. virginiana* (88,5 %), сортов Zenji-Maru, Fuyu и Geili (69,35–76,31 %). Наилучшее качество пыльцы – у сорта Fuyu. Процент завязываемости плодов от целенаправленных скрещиваний – 12,5–34,5. Наибольшее количество гибридных семян образовано в комбинациях – Djiro × Fuyu, Hiakume × Fuyu и МВГ Омарова × Fuyu, наименьшее – Seedles и Hachia (партенотропический тип завязывания плодов). Всего получено 808 гибридных семян, процент всхожести в среднем – 53,7. Гибридное потомство состоит из большого разнообразия сеянцев, отличающихся в раннем возрасте по силе роста, ветвлению, облиственности, величине листовой пластинки. По морфологическим признакам 148 форм представляют интерес для дальнейшей селекции. Формы, образованные при непосредственном участии *D. virginiana* – ценный материал для выделения зимостойких образцов.

Ключевые слова: хурма восточная, селекция, пыльца, жизнеспособность, фертильность, плоды, семена.

R.V. Kulyan, PhD in Agricultural Sciences
 M.D. Omarov, Grand PhD in Agricultural Sciences
 Z.M. Omarova, PhD in Agricultural Sciences
 N.S. Kiseleva, PhD in Biological Sciences
 FRC «Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences»
 RF, 354002, g. Sochi, ul. Yana Fabritsiusa, 2/28
 E-mail: supk-kulyan@vniisubtrop.ru

FORMATION OF HYBRID SEEDS OF ASIAN PERSIMMON DEPENDING ON QUALITY OF FATHER FORMS POLLEN

The objects of research are the *Diospyros kaki Thunb* collection, which includes 26 varieties of foreign and domestic selection and two wild species (Caucasian persimmon (*Diospyros lotus L.*) and virgin persimmon (*Diospyros virginiana L.*)). To create hybrid forms, carriers of economically valuable traits, such as yield, fruit quality, and resistance to extreme environmental factors, were selected from the collection. The following cultivars were selected as maternal forms: Djiro, Hiakume, Hachia, Seedles and MVG Omarova, as paternal forms: Zenji-Maru, Geili, Fuyu. Also, in order to create winter-hardy forms, *D. virginiana* is included in the breeding process as a carrier of winter hardiness (-25...-27°C), high sugar content of 25 % and vitamin C (116 mg/%). The indicators of morphological quality of pollen of paternal forms were studied: Zenji-Maru, Geili, Fuyu. When germinating pollen on an artificial nutrient medium (in vitro), a variation in the percentage of germination in the range of 69.35–88.5 % was noted, the highest rates were in *D. virginiana* (88.5 %), in varieties Zenji-Maru, Fuyu and Geili from 69.35 % to 76.31 %. The high quality of pollen is noted in the variety Fuyu. From targeted crosses, the percentage of fruit set ranged from 12.5 to 34.5. In combinations Djiro × Fuyu, Hiakume × Fuyu and MVG Omarova × Fuyu, the largest number of hybrid seeds was obtained, and a significant percentage of promising hybrids was also identified. The smallest number of seeds was obtained in cross-breeding combinations involving Seedles and Hachia varieties, this is due to the fact that these varieties set fruits parthenocarpically. A total of 808 hybrid seeds were obtained, the average germination rate was 53.7. Hybrid progeny is represented by a wide variety of seedlings, which differ at an early age in terms of growth strength, branching, foliage, and leaf blade size. Based on morphological features, 148 forms of interest for further selection have been identified. Forms obtained with the direct participation of *D. virginiana* are valuable material for the selection of winter-hardy forms.

Keywords: oriental persimmon, selection, pollen, viability, fertility, fruits, seeds.

Род *Diospyros L.* (семейство Ebenaceae Vent.) насчитывает около 200 видов, произрастающих в основном в тропических областях. Съедобные плоды

только у двух видов хурмы – восточной (*Diospyros kaki L.*) из Азии, где сосредоточено 90 % мирового производства, и виргинской (*Diospyros virginiana L.*)

* Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ФИЦ СЦ РАН № 0492-2021-0009/ Article was prepared as part of the State Order of Federal Research Center of Subtropical Research Center of RAS № 0492-2021-0009 implementation.

из Северной Америки. [8] У последнего плоды мелкие, но более сладкие, чем у *D. Kaki*. [4, 6, 13] Плоды хурмы используют для производства кондитерских изделий, мармелада, пастилы, сухофруктов, сока, уксуса и в лечебных целях. [9-11]

Существует более 1000 сортов хурмы, отличающихся терпкостью. Вяжущие сорта – наиболее распространенные и богаты дубильными веществами, невяжущие – содержат меньше танинов и предпочитаемы потребителями. [7, 12]

Одна из важных задач в селекции хурмы – выведение сортов с высоким качеством плодов, а также повышенной морозостойкостью для расширения ареала ее возделывания с продвижением в более северные районы. Особый интерес в повышении морозостойкости представляет отдаленная межвидовая гибридизация между восточной и виргинской хурмой, произрастающими в разных климатических зонах. [4]

Перед учеными стоит задача создания новых сортов хурмы восточной, отвечающих требованиям современного садоводства. [3] Чтобы отобрать родительские формы для гибридизации, необходимо оценить пыльцу по качественному и количественному составу пыльцевых зерен. Эффективность селекции зависит от качества пыльцы отцовских форм, на которое влияют биотические и абиотические факторы. [1]

Цель работы – изучить особенности репродуктивной биологии виргинской и восточной хурмы в условиях влажных субтропиков России.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в лаборатории селекции ФИЦ СЦ РАН. Объект – сорта хурмы восточной и виргинской. Исходные формы отбирали согласно методическим указаниям ВИР «Изучение коллекции субтропических плодовых культур», а также «Программы Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года». [2, 5] Пыльцу для скрещивания заготавливали по общепринятой мето-

дике. Перед опылением изучали жизнеспособность пыльцы, прорастивая ее на 1 % агар-агаре с 20 % сахарозой по Транковскому; фертильность узнавали ацетокарминовым методом. Количество проросшей пыльцы устанавливали с помощью микроскопа Биоллам Л-211 (окуляр – 10, объектив – 10). Достоверность различий между сортами находили, используя дисперсионный и регрессионный анализы. Вариабельность определяли в программах Statistica 10 и Statgraphics 16.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ФИЦ СЦ РАН селекционную работу проводят традиционным методом, с привлечением ранее выделенных источников, обладающих ценными признаками (сила роста кроны, высокое качество плодов, устойчивость к изменяющимся климатическим условиям).

Были выбраны материнские формы – *Djiro*, *Hiakume*, *Hachia* и *МВГ Омарова*, отцовские – *Zenji-Maru*, *Geili*, *Fuyu* и *D. Virginiana* L. (табл. 1).

Большинство сортов, обладающих важными хозяйственно ценными признаками, не имеют жизнеспособной пыльцы, поэтому использовать их в гибридизации можно только в качестве материнской исходной формы. Сорта с жизнеспособной пыльцой – *Zenji-Maru*, *Geili* и полигамный *Fuyu* (образование женских и мужских цветков с фертильной пыльцой).

Жизнеспособность пыльцы варьирует в зависимости от сорта и климатических условий года.

Пыльцевые зерна хурмы одиночные, сферические, округлые или удлинено-округлые, слегка блестящие, цвет зерен светлый, желтовато-серый. Иногда встречаются аномальные зерна – белые, угловатые, крупные или мелкие, что снижает процент прорастания пыльцы, а значит завязывания плодов, семян.

Все формы, участвующие в опылении, образуют жизнеспособную пыльцу. Однородные, выровненные пыльцевые зерна отмечены у большинства генотипов (табл. 2).

Таблица 1.

Качественная характеристика материнских и отцовских форм хурмы восточной

Сорт, вид	Признак товарного качества плодов	Толерантность к холоду	Растение: сила роста, форма кроны	Срок созревания	Масса плода, г	Урожай, кг	Сумма сахаров, %	Сухие вещества, %	Витамин С, мг/%
Материнские формы									
<i>Djiro</i>	Нетерпкие	+	Сильнорослый, раскидистая	Поздний	150...250	65...90	14,8	18,7	33,1
<i>Hachia</i>	Терпкие	–	Сильнорослый, пирамидальная	Ранний	160...400	80...104	14,6	20,5	10,0
<i>Hiakume</i>	Варьирующие	+	Среднерослый, раскидистая	Средний	175...350	100...130	17,0	19,6	15,5
<i>Seedles</i>	Терпкие	–	Среднерослый, компактная	Ранний	160...210	60...80	18,7	20,0	11,5
<i>МВГ Омарова</i>		+		Поздний	60...80	40...35	25,6	16,1	10,3
Отцовские формы									
<i>Zenji-Maru</i>	Варьирующие	–	Слаборослый		80...150	30...40	14,9	16,9	13,5
<i>Fuyu</i>	Нетерпкие	–	Среднерослый	Ранний	150...200	60...70	17,9	19,8	17,8
<i>Geili</i>	Варьирующие	–	Сильнорослый		50...70	до 70	17,0	17,6	18,1
<i>Diospiros virginiana</i> L.	Терпкие	+			20...40	до 25	25,0	29,3	116

Таблица 2.

Показатели морфологического качества пыльцы генотипов *Diospyros*

Сорт, вид	Жизнеспособность		Фертильность		Диаметр пыльцевого зерна, мкм			V, %
	%				M±m	min...max	R	
	M±m	V	M±m	V				
<i>Zenji-Maru</i>	69,35±5,4	0,74	79,0±0,23	1,38	34,8±0,63	34,6...37,1	2,5	1,63
<i>Fuyu</i>	73,25±3,2	2,09	83,0±0,35	1,88	37,3±0,81	36,9...38,0	1,1	0,98
<i>Geili</i>	76,31±2,8	0,76	92,0±0,42	0,44	36,2±0,79	36,0...37,4	1,4	1,56
<i>Diospiros virginiana</i> L.	88,50±1,4	0,36	95,0±0,30	1,75	36,4±0,80	36,2...37,0	0,8	1,24
НСР ₀₅	0,03	—	0,46	—	0,07	—	—	—

Примечание. M±m – среднее арифметическое+стандартная ошибка, V – коэффициент вариации, min...max – диапазон значений, R – размах варьирования. НСР₀₅ – статистически достоверно на 95%-м уровне, Fф>Fст.

Средний диаметр пыльцевого зерна – 36,2±0,3 мкм при варьировании значений от 34,6 до 36,9 мкм и интервала вариабельности 0,8...2,5 мкм. Наименьшие размеры пыльцы у сорта *Zenji-Maru* (34,8 ± 0,63 мкм). При проращивании пыльцы на искусственной питательной среде *in vitro* процент прорастания – 69,35...88,50, самый высокий у *D. virginiana* (88,50 %), *Zenji-Maru*, *Fuyu* и *Geili* – 69,35...76,31 %.

Сортам свойственна высокая фертильность – 79,0±0,23 (*Zenji-Maru*) ...95,0±0,30 (*D. virginiana*).

По всем образцам изменчивость вариационного ряда (V) характеристик качества пыльцы незначительна, жизнеспособности – 0,36 (*D. virginiana*) ...2,09 % (*Fuyu*), фертильности – 0,44 (*Geili*)...1,88 % (*Fuyu*). Наибольшая изменчивость у *Fuyu*.

Размах варьирования (R) диаметра пыльцевого зерна по изучаемым сортам от 0,8 (*D. virginiana*) до 2,5 мкм (*Zenji-Maru*). Чем сильнее изменчивость, тем больше размах вариации. У сорта *Zenji-Maru* при максимальном R диаметра (2,5 мкм), коэффициент вариации (V) составил 1,63 %, подобная морфологическая неоднородность пыльцы свидетельствует о нарушениях в микроспорогенезе, следствие которых – плохое завязывание семян. Минимальные показатели (V – 0,98 % и R – 1,1 мкм) у сорта *Fuyu* подтверждают стабильно хорошее качество его пыльцы как опылителя.

В результате скрещиваний получены семена и большое разнообразие гибридов. В каждой комбинации опылено по 200 цветков (табл. 3).

От целенаправленных скрещиваний процент завязываемости плодов составил 12,5...34,5, наибольший отмечен в комбинациях, где в качестве материнской формы использовали сорт *Djiro*, наименьший – от межвидовых скрещиваний с *D. virginiana*. Наибольшее количество гибридных семян получено от комбинаций скрещивания с участием в качестве опылителя сорта *Fuyu*, наименьшее – от межвидовых скрещиваний с *D. virginiana*, а также в комбинациях с сортами *Seedles* и *Hachia*. Это связано с тем, что они завязывают плоды партенокарпически.

Полной зрелости семена достигают в начале созревания плодов. При соблюдении всех правил технологии проращивания семян процент всхожести – 44,9...71,1. Высокий показатель отмечен в вариантах: *Djiro* × *Fuyu*, *Hiakume* × *Fuyu* и *Hachia* × *Fuyu*. Высушивание семян и низкие температуры при посеве приводят к снижению их всхожести.

В результате межсортовых и межвидовых скрещиваний выращено 434 сеянца, из них по морфологическим признакам выделено 148, представляющих интерес для дальнейшей селекции. Определены комбинации скрещивания – *MBF Омаров* × *Fuyu*, *Hiakume* × *Fuyu*, *Hiakume* × *Zenji-Maru*, *Djiro* × *Fuyu*, из

Таблица 3.

Результаты скрещивания *Diospyros*

Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Завязываемость плодов, %	Количество, шт.			Всхожесть, %	Количество выделенных сеянцев, шт./%
		собранных плодов	полученных семян	сеянцев		
<i>Djiro</i> × <i>Geili</i>	34,5	69	78	35	44,9	10/31,2
<i>Djiro</i> × <i>Zenji-Maru</i>	23,5	47	68	32	47,1	8/25,0
<i>Djiro</i> × <i>Fuyu</i>	34,0	68	102	64	62,7	21/32,8
<i>Seedles</i> × <i>Fuyu</i>	21,0	42	31	14	45,2	4/28,5
<i>Seedles</i> × <i>Zenji-Maru</i>	18,5	37	26	12	46,2	3/25,0
<i>Hiakume</i> × <i>Zenji-Maru</i>	20,5	41	78	41	52,6	18/43,9
<i>Hiakume</i> × <i>Fuyu</i>	27,0	54	146	91	62,3	36/39,5
<i>Hachia</i> × <i>Fuyu</i>	33,0	66	45	32	71,1	12/37,5
<i>Hachia</i> × <i>Zenji-Maru</i>	24,0	48	21	10	47,6	3/30,0
<i>Hachia</i> × <i>Geili</i>	26,0	52	49	24	48,9	8/33,3
<i>MBF Омарова</i> × <i>Zenji-Maru</i>	23,0	46	32	15	46,9	4/26,6
<i>MBF Омарова</i> × <i>Fuyu</i>	25,0	50	84	40	59,5	12/30,0
<i>Djiro</i> × <i>D. virginiana</i>	13,5	27	23	12	52,2	5/41,6
<i>Hiakume</i> × <i>D. virginiana</i>	12,5	25	25	12	48,0	4/33,3
ВСЕГО	24,0	672	808	434	53,7	148/33,3

которых выделены перспективные гибриды. Важнейший критерий отбора сеянцев в первые годы развития – сдержанный рост и ветвление, хорошая облиственность, плотная, крупная листовая пластинка. Наибольшее количество слаборослых генотипов выявлено в комбинациях *Djira* × *Fuyu*, *Djira* × *Zenji-Maru*, *Seedles* × *Fuyu*. Активный рост отмечен у сеянцев от комбинаций с участием сортов *Hachia* и *Hiakume*.

Растения с *D. virginiana* наследуют признак дикой формы – тонкие побеги и опушенность нижней стороны листовой пластинки. Все полученные гибриды от отдаленных скрещиваний – ценный материал для выделения зимостойких форм.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Кулян, Р.В. Характеристика пыльцевых зерен коллекционных форм цитрусовых / Р.В. Кулян, Н.С. Киселева // Новые технологии. – 2016. – № 3. – С. 110–118.
- Методические указания ВИР. Изучение коллекции субтропических плодовых культур. – Ленинград, 1989. – 142 с.
- Омаров, М.Д. Генофонд хурмы восточной и перспективы его селекционного использования / М.Д. Омаров, Р.В. Кулян, З.М. Омарова // Теоретические и прикладные проблемы Агропромышленного комплекса. – 2019. – № 3 (41). – С. 34–37. – DOI: 10.32935/2221-7312-2019-41-3-34-37.
- Омаров, М.Д. Биологические особенности хурмы виргинской (*Diospyros virginiana* L.) / М.Д. Омаров, З.М. Омарова // Новые технологии. – 2020. – № 5. – С. 80–86. – DOI: 10.47370/2072-0920-2020-16-5-80-86.
- Программа Северокавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 г. Краснодар. – ГНУ СКЗНИИСив, 2013. – 202 с.
- Briand, C.H. The common persimmon (*Diospyros virginiana* L.): the history of an underutilized fruit tree (16–19th centuries) / C.H. Briand // *Huntia*. – 2005. – V. 12 (1), 71–89.
- Chang, Y.L. Phenolic compositions and antioxidant properties of leaves of eight persimmon varieties harvested in different periods / Y.L. Chang, J.T. Lin, H.L. Lin et al. // *Food Chem.* – 2019. – V. 289, 74–83. – DOI.org/10.1186/s12906-019-2659-5.
- FAO <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (по состоянию на 10 ноября 2020 г.).
- Han, L. Effects of immature persimmon (*Diospyros kaki* linn. f.) juice on the pasting, textural, sensory and color properties of rice noodles / L. Han, S. Qi, Z. Lu, L. Li // *J. Texture Stud.* – 2012. – V. 43. – P. 187–194. – DOI:10.1111/J.1745-4603.2011.00328.X.
- Heng, Y. Optimization of Browning Condition of Fermented Mopan Persimmon by Response Surface Methodology / Y. Heng, Z. Ping, L. Yu-hui et al. // *Science and Technology of Food Industry.* – 2019. – V. 40 (22). – P. 187–191. – DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2019.22.033.
- Novillo, P. Nutritional Composition of Ten Persimmon Cultivars in the “Ready-to-Eat Crisp” Stage / P. Novillo, C. Besada, L. Tian et al. // *Effect of Deastringency Treatment.* – 2015. – V. 6 (14). – P. 1296–1306. – DOI: 10.4236/fns.2015.6141355.
- Plaza, L. Influence of Ripening and Astringency on Carotenoid Content of High-Pressure Treated Persimmon Fruit (*Diospyros kaki* L.) / L. Plaza, C. Colina, B. de Ancos et al. // *Food Chemistry.* – 2012. – V. 130. – P. 591–597. – DOI.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.080.
- Pomper, K.W. Ploidy Level in American Persimmon (*Diospyros virginiana*) Cultivars / K.W. Pomper, J.D. Lowe, S.B. Crabtree et al. // *Horticultural Science.* – 2019. – V. 55: 1.1. – DOI.org/10.21273/HORTSCI14274-19.

LIST OF SOURCES

- Kulyan, R.V. Harakteristika pyl'cevnyh zeren kollekcionnyh form citrusovyh / R.V. Kulyan, N.S. Kiseleva // *Novye tekhnologii.* – 2016. – № 3. – S. 110–118.
- Metodicheskie ukazaniya VIR. Izuchenie kolekcii subtropicheskikh plodovyh kul'tur. – Leningrad, 1989. – 142 s.
- Omarov, M.D. Genofond hurmy vostochnoj i perspektivy ego selekcionnogo ispol'zovaniya / M.D. Omarov, R.V. Kulyan, Z.M. Omarova // *Teoreticheskie i prikladnye problemy Agropromyshlennogo kompleksa.* – 2019. – № 3 (41). – S. 34–37. – DOI: 10.32935/2221-7312-2019-41-3-34-37.
- Omarov, M.D. Biologicheskie osobennosti hurmy virginskoj (*Diospyros virginiana* L.) / M.D. Omarov, Z.M. Omarova // *Novye tekhnologii.* – 2020. – № 5. – S. 80–86. – DOI: 10.47370/2072-0920-2020-16-5-80-86.
- Programma Severokavkazskogo centra po selekcii plodovyh, yagodnyh, cvetochno-dekorativnyh kul'tur i vinograda na period do 2030 g. Krasnodar. – GNU SKZNIISiv, 2013. – 202 s.
- Briand, C.H. The common persimmon (*Diospyros virginiana* L.): the history of an underutilized fruit tree (16–19th centuries) / S.N. Briand // *Huntia.* – 2005. – V. 12 (1), 71–89.
- Chang, Y.L. Phenolic compositions and antioxidant properties of leaves of eight persimmon varieties harvested in different periods / Y.L. Chang, J.T. Lin, H.L. Lin et al. // *Food Chem.* – 2019. – V. 289, 74–83. – DOI.org/10.1186/s12906-019-2659-5.
- FAO <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (po sostoyaniyu na 10 noyabrya 2020 g.).
- Han, L. Effects of immature persimmon (*Diospyros kaki* linn. f.) juice on the pasting, textural, sensory and color properties of rice noodles / L. Han, S. Qi, Z. Lu, L. Li // *J. Texture Stud.* – 2012. – V. 43. – P. 187–194. – DOI:10.1111/J.1745-4603.2011.00328.X.
- Heng, Y. Optimization of Browning Condition of Fermented Mopan Persimmon by Response Surface Methodology / Y. Heng, Z. Ping, L. Yu-hui et al. // *Science and Technology of Food Industry.* – 2019. – V. 40 (22). – P. 187–191. – DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2019.22.033.
- Novillo, P. Nutritional Composition of Ten Persimmon Cultivars in the “Ready-to-Eat Crisp” Stage / P. Novillo, C. Besada, L. Tian et al. // *Effect of Deastringency Treatment.* – 2015. – V. 6 (14). – P. 1296–1306. – DOI:10.4236/fns.2015.6141355.
- Plaza, L. Influence of Ripening and Astringency on Carotenoid Content of High-Pressure Treated Persimmon Fruit (*Diospyros kaki* L.) / L. Plaza, C. Colina, B. de Ancos et al. // *Food Chemistry.* – 2012. – V. 130. – P. 591–597. – DOI.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.080.
- Pomper, K.W. Ploidy Level in American Persimmon (*Diospyros virginiana*) Cultivars / K.W. Pomper, J.D. Lowe, S.B. Crabtree et al. // *Horticultural Science.* – 2019. – V. 55: 1.1. – DOI.org/10.21273/HORTSCI14274-19.