

РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.4:581.33:582.78(477.75)

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-67-72

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЁРЕН СОРТОВ
ЗИЗИФУСА (*ZIZYPHUS JUJUBA* MILL.) СЕЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО
БОТАНИЧЕСКОГО САДА****Евгения Сергеевна Панюшкина, Сергей Юрьевич Хохлов,
Владимир Анатольевич Мельников**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита
298648 Россия, Республика Крым, Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: aynehz.25@inbox.ru

В настоящей статье приведены результаты изучения пыльцы трёх сортов зизифуса (*Zizyphus jujuba* Mill.) Конфетный, Коктебель и Ялита, произрастающих в генофондовой коллекции Никитского ботанического сада. Исследования проводились в течение 2019-2020 гг. Контролем служил сорт зизифуса Конфетный, включенный в реестр охраняемых селекционных достижений РФ. Изучены морфологические характеристики пыльцы. Размер пыльцевых зёрен в зависимости от сорта изменялся в пределах 7-24 мкм. Выявлено, что очертание пыльцевых зерен в экваториальной проекции округлое у сортов зизифуса Коктебель и Конфетный и продолговато-округлое у сорта Ялита. Форма зёрен – сфероидальная (Конфетный, Коктебель) и эллипсоидальная (Ялита). По характеру апертур пыльцевые зёрна зизифуса меридиально-3-бороздно-апертурные. Зрелые пыльцевые зёрна одиночные, очень мелкие. Для получения более полного представления о свойствах пыльцы была определена ее способность к прорастанию на искусственной питательной среде в двух вариантах: в водном растворе сахарозы концентрацией 15 и 20% и в растворе сахарозы концентрацией 15 и 20% с добавлением стимулятора роста пыльцевых трубок – борной кислоты. Пыльца на искусственной питательной среде в обоих вариантах не прорастает. Количество аномальной пыльцы сравнительно высоко у всех анализируемых сортов: Конфетный и Ялита 54,2-60,5%, Коктебель - 65,7%, что позволяет заключить, что данные генотипы нецелесообразно использовать в качестве исходной отцовской формы в селекционном процессе.

Ключевые слова: пыльцевое зерно; экзина; апертюра; зизифус

Введение

Субтропические плодовые культуры имеют ряд биологических особенностей, определяющих специфику агротехнических приемов их возделывания, что стало основой для выделения отдельной отрасли сельскохозяйственного производства РФ – субтропическое плодоводство (Хохлов и др., 2018). Природные условия Крыма весьма благоприятны для произрастания многих плодовых субтропических культур, в том числе и для зизифуса. Зизифус или унаби (*Zizyphus jujuba* Mill.) – перспективная культура для выращивания не только в Крыму, но и в ряде областей южного региона России. В Никитский ботанический сад культура была завезена в 1953 г. из Китая (Yezhov *et al.*, 2005; Смыков и др., 2018). Произрастает в районах с субтропическим и тропическим климатом, на самых разнообразных почвах. Промышленное возделывание культуры возможно практически во всех районах Крыма (Плутатарь и др., 2017).

Зизифус является энтомофильной культурой, которая привлекает пчёл, ос, мух и других мелких насекомых, переносящих пыльцу с цветка на цветок, сильным приятным запахом и нектаром. В условиях Южного берега Крыма начало процесса бутонизации у растений зизифуса приходится на конец апреля - начало мая, цветение – на июнь-июль.

В самом начале своего развития, цветковая почка имеет вид небольшого бугорка, который становится более заметным через два-три дня, а через пять дней на удлинившейся цветоножке развиваются одно-два разветвления с бутонами. На плодonoсном побеге бутоны раскрывают постепенно: от основания к вершине, аналогично закладке соцветий (рис. 1). Массовое цветение наступает на десятый-одиннадцатый день от начала наступления фазы (Литвинова, Синько, 2012). Следует отметить, что зизифусу присущ особый механизм цветения и опыления, выражающийся в наличии двух типов обоеполюх цветков с различной ритмичкой суточного цветения (Шевченко, 2009).



Рис. 1 Побег с цветками

Fig. 1 Shoot with flowers

Создание высокоурожайных сортов, адаптированных к условиям конкретной почвенно-климатической зоны возделывания, является важнейшей задачей селекции любой сельскохозяйственной культуры. Длительность данного процесса, в основном, обусловлена отсутствием простых и надёжных методов отбора и оценки создаваемых генотипов на различных этапах. Перспективные сорта и формы, являющиеся источниками ценных хозяйственно-биологических признаков, используют в качестве родительских пар. Поэтому, знание особенностей морфологического строения пыльцевых зёрен, процессов опыления и оплодотворения зизифуса поможет сделать правильный выбор в решении этого сложного вопроса.

Цель работы: выявить особенности морфологического строения и жизнеспособности пыльцы некоторых сортов зизифуса селекции Никитского ботанического сада.

Объекты и методы исследования

Исследование проводили в 2019-2020 гг. в коллекционных насаждениях Никитского ботанического сада в почвенно-климатических условиях Южного берега Крыма. Объект проводимых исследований - три высокоурожайных сорта зизифуса, селекции НБС-ННЦ (Конфетный, Коктебель, Ялита), отличающиеся между собой сроками созревания плодов.

Морфологию пыльцы изучали с помощью микроскопа Микмед-5 (ЛОМО) в лаборатории южных плодовых и орехоплодных культур ФГБУН «НБС-ННЦ» РАН.

Измерение длины большей оси и ранжирование пыльцевых зёрен на группы выполнено по методике Г. Эртсмана (1956). Форму пыльцевых зерен описывали по стандартной классификации, основанной на отношении длины полярной оси к длине экваториального диаметра зерна (P/E) (Эртсман, 1956; Hesse *et al.*, 2009).

Способность к прорастанию и образованию пыльцевых трубок пыльцевых зёрен на искусственной питательной среде изучали по методу Д.А. Транковского (Паушева, 1980; Голубинский, 1974). Пыльцу проращивали в двух вариантах: первый - искусственная питательная среда (15-ти и 20% водный раствор сахарозы); второй - 15-ти и 20% водный раствор сахарозы с добавлением борной кислоты (0,001%) в качестве стимулятора роста пыльцевых трубок.

Посевы пыльцы на влажном фильтре в чашках Петри помещали на 24 часа в камеру при температуре +25 °С.

Результаты и обсуждение

Морфологически нормальное пыльцевое зерно зизифуса трехпоровое, имеет пирамидообразную форму, диаметр 14-16 мкм; экзина гладкая; интина тонкая, ровная, несколько утолщена у вершин пирамиды, где находятся поры. Прорастание пыльцевого зерна в пыльцевую трубку происходит через одну из пор (Романова и др., 1985).

Определяющее значение в диагностике пыльцевых зерен имеет скульптура поверхности экзины в сочетании с формой и размерами (Батыгина, Васильева, 1999). Визуальный анализ микрофотографий пыльцы показал, что пыльцевые зерна изучаемых сортов одиночные, радиально-симметричные, мелкие по размеру, трехапертурные, апертуры расположены симметрично (в трех плоскостях симметрии). Полярная ось (P) во всех образцах больше экваториального диаметра (E). Средние размеры P и E различаются (табл.1).

Таблица 1

Морфологические характеристики пыльцевых зерен зизифуса

Table 1

Morphological characteristics of pollen grains of ziziphus

Сорт Cultivar	Величина Size			Форма Shape
	Полярная ось P, мкм Polar axis P, μm	Экваториальная ось E, мкм Equatorial axis E, μm	P/E	
Конфетный Konfetny	12,19-23,5	11,02-22,98	1,05	Сфероидальная, округлая Spheroidal, round
Коктебель Koktebel	12,19-22,32	11,47-17,65	1,07	Сфероидальная, округлая Spheroidal, round
Ялита Yalita	9,9-22,66	7,37-19,72	1,18	Эллипсоидальная, продолговато-округлая Ellipsoidal, oblong-rounded

Полученные данные свидетельствуют о том, что очертание пыльцевых зёрен сортов Коктебель и Конфетный в экваториальной проекции округлое, а у сорта Ялита – продолговато-округлое. Форма зерен – сфероидальная у сортов Конфетный и Коктебель, эллипсоидальная у сорта Ялита. По характеру апертур пыльцевые зерна изучаемых сортов меридионально-3-бороздно-апертурные. Поры округлые.

Размер пыльцевых зёрен изменялся в зависимости от сорта. Значения полярной оси и экваториального диаметра пыльцевых зёрен варьировали от 9,9 мкм до 22,66 мкм и от 7,37 мкм до 22,98 мкм соответственно (табл. 1). В общей массе морфологически

нормальных пыльцевых зёрен было выделено незначительное количество с ярко выраженными отклонениями в размерах: мелкие и крупные (сорт Ялита). Мелкие пыльцевые зёрна диаметром менее 7 мкм недоразвитые, одноклеточные. В анализируемых образцах всех сортов обнаружены аномальные пыльцевые зёрна, имеющие вид плотных сгустков цитоплазмы. Такая пыльца, как правило, нежизнеспособна.

Изучаемые сорта зизифуса имеют большое количество аномально развитой пыльцы, которое существенно варьирует в зависимости от особенностей анализируемых генотипов: 54,2-60,5% у сортов Конфетный и Ялита, 65,7% - сорт Коктебель (табл. 2).

Деформация пыльцевых зерен зизифуса, %

Таблица 2

Table 2

Deformation of ziziphus pollen grains, %

Сорт Cultivar	Количество пыльцевых зерен, шт. Number of pollen grains, PCs	Нормальные пыльцевые зерна, % Normal pollen grains, %	Аномальные пыльцевые зёрна, % Abnormal pollen grains, %
Конфетный Konfetny	100	45,8	54,2
Коктебель Koktebel	100	34,3	65,7
Ялита Yalita	100	39,5	60,5

Изучение гетерогенности анализируемых образцов пыльцы сортов зизифуса показало, что ни в одном из вариантов опыта при проращивании посевов на водных 15-ти и 20 % растворах сахарозы с добавлением и без добавления борной кислоты (0,001 %) у морфологически нормальных пыльцевых зёрен не выявлена способность к прорастанию и образованию пыльцевых трубок.

Пыльца изученных генотипов характеризуется значительным количеством аномальных пыльцевых зёрен, что при прочих оптимальных условиях развития растений определяет степень мужской стерильности сортов зизифуса.

Выводы

На основании результатов проведённых исследований морфологических особенностей и гетерогенности пыльцы сортов зизифуса определено:

Пыльцевые зёрна изученных генотипов зизифуса в зависимости от сорта относятся к категории мелкие и очень мелкие (диаметр от 7 до 24 мкм).

Диапазон варьирования размера пыльцевых зёрен по экваториальному диаметру у сортов Ялита, Коктебель и Конфетный лежит в пределах от 7,37 до 22,98 мкм, а по полярной оси от 9,9 до 23,5 мкм, соответственно.

Пыльцевые зёрна изучаемых сортов одиночные, радиально-симметричные, трехапертурные, апертуры расположены симметрично.

Морфологически нормальные пыльцевые зёрна анализируемых генотипов во всех вариантах опыта не проявили способность к прорастанию и образованию пыльцевых трубок.

Большое количество аномально развитых и дефектных пыльцевых зёрен определяет степень мужской стерильности изученных сортов, что ограничивает их использование в качестве отцовской формы в селекционном процессе. Однако, учитывая наличие довольно большого количества морфологически нормальных

пыльцевых зерен и высокую урожайность сорта Конфетный (более 45%), его можно считать перспективным для дальнейшей селекционной работы.

Литература / References

Батыгина Т.Б., Васильева В.Е. Размножение растений. СПб.: Санкт-Петерб. ун-та, 1999. 102с.

[*Batygina T.B., Vasilyeva V.E.*, The Reproduction of plants. SPb.: St. Petersburg UN-TA, 1999. 102 p.]

Голубинский И.Е. Биология прорастания пыльцы. Киев: Наук. думка, 1974. 368 с.

[*Golubinsky I.E.* Biology of pollen germination. Kiev: Nauk. Dumka, 1974. 368 p.]

Литвинова Т.В., Синько Л.Т. Зизифус // Субтропические плодовые и орехоплодные культуры. Симферополь: «Ариал», 2012. С. 38 - 71

[*Litvinova T.V., Sinko L.T.* Zizyphus. In: Subtropical fruit and nut crops. Simferopol: «Arial», 2012. P. 38-71]

Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. Москва: «Колос», 1980. 304 с.

[*Pausheva Z.P.* Practicum on plant Cytology. Moscow: "Kolos", 1980. 304 p.]

Плугатарь Ю.В., Смыков А.В., Опанасенко Н.Е., Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В., Митрофанова И.В., Шоферистов Е.П., Горина В.М., Комар-Темная Л.Д., Хохлов С.Ю., Чернобай И.Г., Лукичева Л.А., Федорова О.С., Баскакова В.Л., Литченко Н.А., Шишкина Е.Л., Литвинова Т.В., Балыкина Е.Б. К созданию промышленных садов плодовых культур Крыма. Симферополь: ИТ "АРИАЛ", 2018. 212 с.

[*Plugatar Yu.V., Smykov A.V., Opanasenko N.E., Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V., Mitrofanova I.V., Shoferistov E.P., Gorina V. M., Komar-Temnaya L.D., Khokhlov S.Yu., Chernobay I.G., Lukicheva L.A., Fedorova O.S., Baskakova V.L., Litchenko N.A., Shishkina E. L., Litvinova T.V., Balykina E.B.* To the creation of industrial orchards of fruit crops of the Crimea. Simferopol: LLC Printing House "Arial", 2017. 212 p.]

Романова Г.С., Синько Л.Т., Литвинова Т.В. Характеристика пыльцы различных сортов зизифуса // Бюл. ГНБС. 1985. Вып. 58. С.54-60

[*Romanova G.S., Sinko L.T., Litvinova T.V.* Characteristics of pollen of various varieties of zizyphus. *Bull. BNSS.* 1985.58: 54-60]

Смыков А.В., Комар-Темная Л.Д., Горина В.М., Хохлов С.Ю. и др. Каталог признаков коллекций плодовых культур Никитского ботанического сада. Симферополь: «АРИАЛ», 2018. 68 с.

[*Smykov A., Komar-Tyomnaya L.D., Gorina V. M., Khokhlov S.Yu. et. al.* Catalog of feature collections of fruit crops of the Nikita Botanical Gardens. Simferopol: "ARIAL", 2018. 68 p.]

Смыков А.В., Комар-Темная Л.Д., Горина В.М., Хохлов С.Ю. и др. Атлас сортов плодовых культур коллекции Никитского ботанического сада. Симферополь: «АРИАЛ», 2018. 400 с.

[*Smykov A., Komar-Tyomnaya L.D., Gorina V.M., Khokhlov S.Yu. et. al.* Atlas of fruit crops of the Nikita Botanical Gardens collection. Simferopol: "ARIAL", 2018. 400 p.]

Хохлов С.Ю., Панюшкина Е.С., Мельников В.А. Оценка показателей качества плодов зизифуса // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2018. № 128. С. 133-136. DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.17

[*Khokhlov S.Yu., Panyushkina E.S., Melnikov V.A.* Evaluation of qualitative indicators for zizyphus fruits. *Bull. of the State Nikita Botanical Gardens.* 2018. 128: 133-136. DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.17]

Шевченко С.В. Репродуктивная биология декоративных и субтропических плодовых растений Крыма. Киев: Аграрная наука, 2009. 336 с.

[Shevchenko S.V. Reproductive biology of ornamental and subtropical fruit plants of the Crimea. Kiev: Agrarian science, 2009. 336 p.]

Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений (введение в палинологию). Москва: Изд-во иностр. лит., 1956. 486 с.

[Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy (introduction to palynology). Moscow: Izd-vo Inostr. lit., 1956. 486 p.]

Hesse M., Halbritter H., Weber M., Buchner R., Frosch-Radivo A., Ulrich S., Zetter R. Pollen terminology. Wien: Springer-Verlag, 2009. 266 p. DOI: 10.1007/978-3-211-79894-2 DOI: 10.1007/978-3-211-79894-2

Yezhov V.N., Khokhlov S.Y., Smykov A.V., Smykov V.K. et al. Genetic resources of temperate and subtropical fruit and nut species at the Nikita Botanical Gardens // Hortscience. 2005. Vol. 40. P. 5-9. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.1.5>

Статья поступила в редакцию 01.11.2020

Panyushkina E.S., Khokhlov S.Yu., Melnikov V.A. Morphological characteristics of pollen grains of zizyphus (*Zizyphus jujuba* Mill.) cultivars bred in the Nikita Botanical Gardens // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 67-72.

This article presents the studying results of the pollen of three zizyphus cultivars (*Zizyphus jujuba* Mill.) Konfetny, Koktebel and Yalita, growing in the gene collection of the Nikita Botanical Gardens. The studies were carried out during 2019-2020. The control was zizyphus cultivar Konfetny, included in the register of protected breeding achievements of the Russian Federation. The morphological characteristics of pollen were studied. The size of pollen grains, depending on the cultivar, varied within 7-24 μm . It was revealed that the form of pollen grains in the equatorial projection is rounded for zizyphus cultivars Koktebel and Konfetny and oblong-rounded for the cultivar Yalita. The shape of the grains is spheroidal (Konfetny, Koktebel) and ellipsoidal (Yalita). By the nature of the apertures, the pollen grains of zizyphus are meridional-3-furrow-aperture. Ripe pollen grains are single, very small. To obtain a more complete understanding of the properties of pollen, its ability to germinate on an artificial nutrient medium was determined in two versions: in an aqueous solution of sucrose with a concentration of 15 and 20% and in a solution of sucrose with a concentration of 15 and 20 % with the addition of a stimulator of pollen tube growth - boric acid. Pollen on artificial nutrient medium does not germinate in both variants. The amount of abnormal pollen is relatively high in all analyzed varieties: Konfetny and Yalita 54,2-60,5%, Koktebel – 65,7%. It is inappropriate to use these genotypes as initial parental forms in the breeding process.

Key words: pollen grain; exin; apertura; zizyphus