

УДК 634.54:631.526.32:631.527.5:581.162.3  
<https://doi.org/10.47612/0134-9759-2022-34-157-162>

## ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ И ГАМЕТИЧЕСКАЯ СТЕРИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ФУНДУКА

М. Н. БОРИСЕНКО, В. В. ВАСЕХА, К. А. ЧЕРНООКАЯ, Н. В. ЛУГОВЦОВА

РУП «Институт плодоводства»,  
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,  
e-mail: witalij\_waseha@tut.by

### АННОТАЦИЯ

В данной статье представлены исследования по качеству пыльцы образцов фундука. Объектами исследования являлись 2 сорта и 2 гибрида белорусской селекции, а также 3 сорта российской селекции коллекции РУП «Институт плодоводства». В рамках данного исследования приведены результаты реципрокных скрещиваний, а также оценена жизнеспособность и гаметическая стерильность данных образцов.

По результатам проведенных исследований установлено, что для фундука сорта Лал хорошими опылителями являются сорта Яшма, Екатерина и Тамбовский ранний; для сорта Яшма хороший уровень опыления обеспечивают сорт Тамбовский ранний и отбор 15-11/37; для перспективного гибрида 15-11/37 (Тамбовский ранний св. оп.) оптимальным вариантом опыления является использование сорта Екатерина.

*Ключевые слова:* фундук, сорт, опылитель, жизнеспособность, фертильность.

### ВВЕДЕНИЕ

Среди орехоплодных культур особую ценность имеет фундук. Орехи фундука обладают высокой питательной ценностью. В настоящее время фундуком называют все сортовые лещины (сорта и культурные формы межвидового происхождения), а также их плоды, хотя первоначально это название применяли исключительно к лещине крупной (*Corylus maxima* L.) – ломбардскому ореху [1].

Попытки ввести в культуру отборные формы лещины обыкновенной, повсеместно произрастающей на территории Беларуси, были проведены неоднократно на протяжении XX века. Основными причинами неудач оказалась низкая хозяйственная ценность плодов, нерегулярность плодоношения – высокие урожаи лещины в лесах Беларуси наблюдаются только один раз в 9–10 лет, что и было показано исследованиями П. Д. Червякова [2]. Интродукция сортов фундука западноевропейской селекции не привела к желаемому успеху из-за их низкой зимостойкости. Селекционная работа по созданию белорусских сортов фундука была начата в 40-е гг. XX столетия Э. П. Сюбаровой, было получено 2 генеративных поколения полуфундука – гибридные растения от свободного опыления лещины обыкновенной и сортов фундука. Позднее этот гибридный фонд был оценен П. И. Хрипачом [3, 4]. Появление российских зимостойких сортов с высококачественными плодами, регулярно плодоносящих, созданных А. С. Яблоковым и его последователями (Р. Ф. Кудашевой, С. Г. Ваничевой и др.) на основе межвидовых и географически отдаленных скрещиваний лещины обыкновенной с южными формами фундука, а также с дальневосточной лещиной разнолистной, способствовало дальнейшей селекции в Беларуси. Потепление климата в последние десятилетия позволяет выращивать и отдельные европейские сорта, такие как Barcelona, Ludowik celer, Nowy Olbrzym и др. [5]. В 2014–2021 гг. успешно занималась созданием гибридного фонда фундука Козловская Зоя Аркадьевна. На основании ее исследований на данный момент в Государственном реестре сортов Беларуси находятся 5 сортов фундука: Косфорд, Барселонский, Каталонский (европейской селекции) – включены в реестр в 2019 г., Лал и Яшма (собственной селекции) – включены в 2021 г.

Практическое значение при разведении фундука имеют его биологические особенности: опыление и оплодотворение, определяющие потенциальную урожайность сортов фундука. В этом направлении важнейшими составляющими являются определение сроков цветения, диохамия, перекрестная опыляемость и самоплодность. Успешное цветение фундука зависит от

погодных условий зимы и периода цветения. Цветет фундук рано, до распускания листьев, когда температура воздуха днем достигает +10...+12 °С. Выпадающие осадки во время цветения отрицательно влияют на ход цветения и опыления. В период цветения возникает и угроза гибели мужских соцветий от заморозков в пределах от –3 °С до –10 °С. Женские цветки в целом более зимостойки в связи с тем, что их формирование происходит в течение двух вегетационных периодов на одно- и двухлетних ветвях. Мужские цветки формируются в течение одного вегетационного периода на однолетнем приросте и уже в октябре – ноябре хорошо сформированными и готовыми к цветению уходят в зимовку в открытых почках – сережках.

Фундук – однодомное, раздельнополое и ветроопыляемое растение, которому свойственна диогогамия, т. е. неодновременное цветение мужских и женских цветков в пределах одного куста, что обусловлено неодновременным созреванием пестиков и тычинок. Для него характерны 2 способа опыления – перекрестное и самоопыление. Перекрестное опыление осуществляется с помощью ветра (анемофилия). У отдельных сортов фундука перекрестное опыление в различной степени сочетается с самоопылением, играющим резервную роль.

Перенесенная ветром пыльца попадает на рыльца женских цветков, происходит опыление, непосредственно оплодотворение происходит только через 2–3 недели после опыления. Характерной особенностью сортов фундука является то, что завязи у них после цветения начинают развиваться только спустя 1,5–2 месяца, т. е. плоды начинают формироваться не в апреле, а в июне. В итоге от момента опыления до созревания ядра проходит 4,5–5 месяцев [1].

Важнейшим критерием при выборе опылителя является качество пыльцы. В качестве ее определяющих параметров следует принять жизнеспособность и гаметическую стерильность пыльцы, определяемые в лабораторных условиях.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являлись сорта фундука белорусской селекции: Лал, Яшма; российской селекции: Тамбовский ранний, Екатерина, Московский рубин; гибриды собственной селекции: 14-01/21 и 15-11/37, полученные от свободного опыления сорта Тамбовский ранний. опыты проводили в саду 2017 г. посадки, схема размещения 4 × 2 м.

Изучая жизнеспособность пыльцы, ее проращивали на искусственной среде во влажной камере. Для анализа брали среднюю пробу пыльцы из цветков сорта. Сбор пыльцы осуществляли за 1–2 дня до распускания цветков на деревьях: выбирали нормально развитые близкие к раскрытию, максимально рыхлые сережки. Из сережек в лабораторных условиях выделяли пыльники в бумажные коробки с последующим подсушиванием их в сухой комнате или, при необходимости, в термостате при температуре 22–26 °С. После растрескивания пыльников пыльцу пересыпали в стеклянные баночки и закрывали ватно-марлевой или ватной пробкой.

В качестве влажных камер использовали чашки Петри с увлажненной фильтровальной бумагой. Искусственную среду, состоящую из водного раствора сахарозы в концентрации 25 %, наносили на верхнюю крышку чашки Петри в виде капель. На эту среду равномерно высевали пыльцу, затем верхнюю крышку быстро переворачивали и закрывали чашку Петри. Камеры переносили в термостат с температурой 20–25 °С. Через сутки пыльцу просматривали под микроскопом. Подсчитывали прорастающие пыльцевые трубки в 5–10 полях зрения. Процент жизнеспособности пыльцы устанавливали по числу проросших зерен. Проросшими считали зерна с длиной трубки не меньше диаметра пыльцевых зерен.

Оценку степени гаметической стерильности пыльцы проводили путем окрашивания ацетокарминовым методом в лабораторных условиях по методике З. П. Паушевой [6]. Препараты изучали на микроскопе Olympus CX41 при 200-кратном увеличении.

Для этого фиксировали пыльники в фиксаторе Карнуа (3 части спирта и 1 часть ледяной уксусной кислоты). Материал промывали и хранили в 80%-ном спиртовом растворе. Из спирта пыльник переносили на предметное стекло, раздавливали и наносили каплю индигокармина. Препарат накрывали покровным стеклом и подогревали на спиртовке. Пыльцу просматривали под микроскопом и подсчитывали окрашенные зерна.

Качество пыльцы определяли по следующей шкале:  
 высокая степень фертильности – от 70 % окрашенных зерен и выше;  
 средняя – 50–70 % окрашенных зерен;  
 удовлетворительная – 30–50 % окрашенных зерен;  
 низкая степень фертильности – до 30 % окрашенных зерен.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами были проведены исследования жизнеспособности и фертильности пыльцы образцов фундука в 2020–2021 гг.

В 2020 г. зимний период характеризовался повышенным температурным режимом. Самая низкая температура воздуха (–3,1 °С) была 18 января, самая высокая (6,5 °С) – 3 января. В феврале отклонение от нормы по температурному режиму еще увеличилось – до 6,0 °С и составило 1,6 °С. Самая низкая температура воздуха (–7,2 °С) была 8 февраля, самая высокая (10,1 °С) – 17 февраля. Начало цветения мужских и женских соцветий 20–25 февраля, пыльцу собирали 26 февраля (рис. 1).



Рис. 1. Пыление мужских сережек

В результате оценки жизнеспособности пыльцы (процент пыльцевых зёрен, прорастающих на искусственной питательной среде) установлена различная степень прорастания. Как видно из табл. 1 жизнеспособность пыльцы была ниже фертильности. Если на степень фертильности пыльцы больше влияют генотип сорта и количество нарушений при микроспорогенезе, то на жизнеспособность пыльцы – в основном внешние факторы среды, особенно температура и влажность воздуха. Самый высокий процент проросших пыльцевых зёрен отмечен у белорусских сортов Лал и Яшма (40 и 51 % соответственно), а также у российских сортов Тамбовский ранний и Московский рубин (45 и 40 % соответственно). Средняя жизнеспособность отмечена у российского сорта Екатерина (30 %), а также у гибридов 14-01/21 и 15-11/37 (35 и 30 % соответственно) (табл. 1).

Таблица 1. Оценка качества пыльцы (жизнеспособность и фертильность) сортов и гибридов фундука

Образец	Жизнеспособность пыльцы, %		Фертильность пыльцы, %	
	2020	2021	2020	2021
Екатерина	30	35	95	93
Лал	40	41	72	93
Яшма	51	54	91	95
Тамбовский ранний	45	49	94	92
Московский рубин	40	45	83	81
14-01/21	35	33	51	95
15-11/37	30	25	46	95

Высокий процент фертильности (у фертильных пыльцевых зёрен зернистая цитоплазма и спермии густо окрашены) был отмечен у сортов Екатерина, Лал, Яшма, Тамбовский ранний, Московский рубин (95, 72, 91, 94 и 83 % соответственно), у гибридов 14-01/21 и 15-11/37 – средний процент фертильной пыльцы (51 и 46 % соответственно) (рис. 2).

В 2021 г., начиная со второй декады января, установилась зимняя погода с преобладанием пониженного температурного режима. Среднесуточная температура воздуха варьировала в пределах –14...–19 °С, что на 9–15 °С ниже климатической нормы. Обильные осадки позволили сформировать снежный покров высотой 25–29 см уже к середине месяца. Очень холодная погода с понижением минимальной температуры ниже –20 °С зафиксирована на протяжении 15–19 января, со значением минимальной температуры на поверхности почвы –28,7 °С – 17 января.



Рис. 2. Фертильные пыльцевые зёрна сорта фундука Яшма

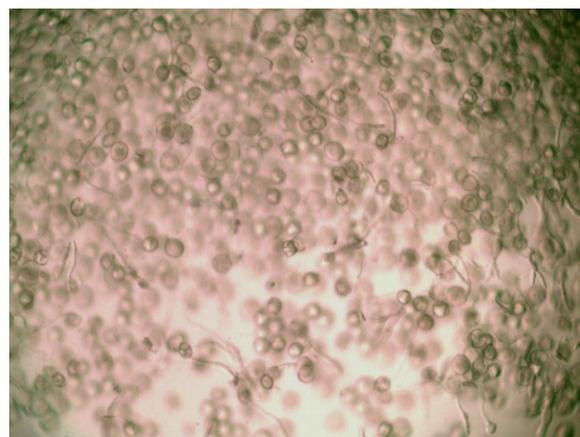


Рис. 3. Прорастание пыльцевых зёрен в сахарном растворе сорта фундука Лал

В связи со сложившимися погодными условиями зимне-весеннего периода цветение мужских и женских соцветий сортов и гибридов фундука началось позже на 3–4 недели по сравнению с предыдущим годом. Начало цветения мужских и женских соцветий отмечено 20–26 марта, пыльца была собрана 29 марта. В результате оценки жизнеспособности пыльцы установлена следующая степень прорастания: самый высокий процент отмечен у белорусских сортов Лал и Яшма (41 и 54 % соответственно), у российских сортов Тамбовский ранний и Московский рубин (49 и 45 % соответственно). Средняя жизнеспособность пыльцы отмечена у сорта Екатерина (35 %), а также у гибридов 14-01/21 и 15-11/37 (33 и 25 % соответственно) (см. табл. 1, рис. 3).

Высокий процент фертильности был отмечен у сортов Екатерина, Лал, Яшма, Тамбовский ранний, Московский рубин (93, 93, 95, 92 и 81 % соответственно), а также у гибридов 14-01-21 и 15-11-37 (95 %).

Таким образом, разные сложившиеся погодные условия зимне-весенних периодов в 2020–2021 гг. не оказали существенного влияния на разницу в результатах оценки жизнеспособности пыльцы исследуемых образцов фундука. В 2020 г. жизнеспособность пыльцы образцов фундука варьировала от 30 до 51 %, в 2021 г. – 25–54 %. Фертильность пыльцы резко отличалась от года исследований у следующих образцов: у сорта Лал в 2020 г. фертильность пыльцы составила 72 %, в 2021 г. – 93 %; у гибрида 14-01/21 в 2020 г. – 51 %, в 2021 г. – 95 %; у гибрида 15-11/37 в 2020 г. – 46 %, в 2021 г. – 95 %.

Таблица 2. Результативность подбора опылителей для сортов фундука

Комбинация скрещивания	Количество опылённых цветков, шт.	Количество образовавшейся завязи, шт.	Завязываемость, %	Завязываемость, % к контролю
Лал × Екатерина	26	6	23	64
Лал × Тамбовский ранний	23	6	26	72
Лал × Московский рубин	23	3	13	36
Лал × Яшма	30	10	33	92
Лал св. оп. (к.)	11	4	36	–
Яшма × Екатерина	73	11	15	48
Яшма × Тамбовский ранний	54	15	27	87
Яшма × Московский рубин	24	1	4	13
Яшма × Лал	148	27	18	58
Яшма × 15-11/37	75	21	28	90
Яшма св. оп. (к.)	68	21	31	–
15-11/37 × Екатерина	82	17	20	54
15-11/37 × Лал	31	2	6	16
15-11/37 × 14-1/21	29	5	17	46
15-11/37 св. оп. (к.)	8	3	37	–

В 2021 г. по результатам 2-летних исследований гаметической стерильности пыльцы изучаемых образцов фундука были проведены опыты по выявлению лучших сортов-опылителей для районированных сортов фундука белорусской селекции – Лал, Яшма и отборного гибрида 15-11/37 (Тамбовский ранний св. оп.). Опыление изолированных цветков фундука проводилось 31 марта. В целенаправленных комбинациях скрещиваний в качестве материнских форм были включены: Лал, Яшма, 15-11/37 (Тамбовский ранний св. оп.); в качестве отцовских использовались генотипы с высоким уровнем фертильности пыльцы – Екатерина, Тамбовский ранний, Московский рубин, Яшма, Лал, 14-1/21, 15-11/37 (Тамбовский ранний св. оп.). Объем скрещиваний в данном опыте составил 612 цветков по 12 комбинациям (см. табл. 2).

При оценке результативности перекрестного опыления у сорта Лал выявлена существенная разница в завязываемости орехов. Так, в комбинации Лал × Яшма получено 33 % полезной завязи, опыление сортами Екатерина и Тамбовский ранний обеспечило хорошую результативность на уровне 23–26 %. Близкий к данному показателю уровень завязываемости соплодий отмечен и в комбинации Яшма × Тамбовский ранний – 27 %, несмотря на тесную генетическую связь обоих сортов, поскольку Яшма – это F1 Тамбовский ранний. Это может косвенно свидетельствовать о склонности обоих сортов к самоплодности в довольно значительной степени, что требует более детального рассмотрения в дальнейших исследованиях. В данном контексте хорошая результативность при опылении отбором 15-11/37 (Тамбовский ранний св. оп.) тоже говорит в пользу этой версии. В то же время при искусственном опылении перспективного гибрида 15-11/37 самый результативный вариант с образованием 20 % полезной завязи отмечен в комбинации 15-11/37 × Екатерина, что позволяет рассматривать сорт Екатерина как допустимый опылитель.

## ВЫВОДЫ

Сложившиеся погодные условия зимне-весенних периодов в 2020–2021 гг. не оказали существенных влияний на результаты оценки жизнеспособности пыльцы исследуемых образцов фундука. В 2020 г. жизнеспособность пыльцы образцов фундука варьировала от 30 до 51 %, в 2021 г. – 25–54 %.

Фертильность пыльцы зависела от года исследований у следующих образцов: у сорта Лал в 2020 г. фертильность пыльцы составила 72 %, в 2021 г. – 93 %; у гибрида 14-01/21 в 2020 г. – 51 %, в 2021 г. – 95 %; у гибрида 15-11/37 в 2020 г. – 46 %, в 2021 г. – 95 %.

Исходя из полученных данных, для сорта фундука Лал можно рекомендовать в качестве опылителей сорта Яшма, Екатерина и Тамбовский ранний; для сорта Яшма процент образования полезной завязи, приближающийся к уровню свободного опыления, обеспечивают сорт Тамбовский ранний и отбор 15-11/37; для гибрида 15-11/37 оптимальным вариантом опыления является использование сорта Екатерина.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Козловская, З. А. Лещина. Дикие виды и фундук / З. А. Козловская, Н. В. Луговцова // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 30. – С. 289–303.
2. Червяков, П. Д. Особенности цветения и плодоношения лещины в лесах БССР / П. Д. Червяков // Бюл. науч.-техн. информ. Белорус. НИИ лесного хозяйства. – 1958. – № 3. – С. 11–12.
3. Хрипач, П. И. Биологические особенности и отбор перспективных форм орешника для селекции и разведения в условиях Белоруссии : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / П. И. Хрипач. – п. Самохваловичи, Минская обл., 1977. – 206 л.
4. Волович, П. И. Распространение и разнообразие культурных форм лещины в Беларуси / П. И. Волович, П. И. Хрипач // Теплолюбивые культуры (виноград, орех грецкий, абрикос, персик и др.) в северных районах садоводства : материалы Междунар. науч. совещ., Пинск, 3–5 сент. 1998 г. / Белорус. науч.-исслед. ин-т плодоводства ; гл. ред. В. А. Самусь. – Самохваловичи, 1998. – С. 43–45.
5. Козловская, З. А. Фундук – новая культура в Беларуси / З. А. Козловская // Наше сел. хозяйство. – 2018. – № 21. – С. 119–124.
6. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева – М. : Колос, 1988. – 170 с.

**VIABILITY AND GAMETIC STERILITY OF HAZELNUT VARIETIES**

M. N. BORISENKO, V. V. VASEKHA, K. A. CHERNOOKAYA, N. V. LUGOVTSOVA

**Summary**

This article presents the results of the research on the quality of hazelnut pollen samples. The objects of the study were two varieties and two hybrids of the Belarusian selection, as well as three varieties of the Russian selection of the collection of RUE "Institute of Fruit Growing". The results of reciprocal crossings are presented within the framework of this study, and also the viability and gametic sterility of these samples are assessed.

The research results have shown that the Yashma, Ekaterina and Tambovsky early varieties are good pollinators for the Lal hazelnut variety. As for the Jasper variety, a good level of pollination is provided by the Tambovsky early variety and selection 15-11/37; for the promising hybrid 15-11/37 (Tambov early *open pollinated.*), the best option for pollination is the use of the Ekaterina variety.

*Keywords:* hazelnut, variety, pollinator, viability, fertility.

*Поступила в редакцию 11.04.2022*