

рарная наука Евро-Северо-Востока / Федер. аграр. науч. центр Северо-Востока им. Н. В. Рудниченко. – Киров, 2018; Т. 64, N 3. – С. 22-27.

2. Тимошенко, В. Г. Озимое тритикале: селекция, семеноводство, технология возделывания / В. Г. Тимошенко; М-во сел. хоз-ва и продовольствия РБ, Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГАУ, 2012. – 178 с.

3. Тимошенко, В. Г. Сравнительная характеристика основных элементов продуктивности образцов озимого тритикале по общей и специфической комбинационной способности / В. Г. Тимошенко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно, 2011; Т. 3. – С. 243-250.

4. Факторы и условия развития семеноводства сельскохозяйственных растений в Российской Федерации / А. Н. Березкин [и др.]. – Москва: ФГОУ ФПО РГАУ – МСХА, 2006. – 300 с.

5. Никитенко, Г. Ф. Биологические основы семеноводства зерновых культур (некоторые вопросы теории и практики) / Г. Ф. Никитенко. – Москва, Колос. – 1968. – 232 с.

6. Розвадовский, А. М. Совершенствование первичного и элитного семеноводства гороха / А. М. Розвадовский // Селекция и семеноводство, 1990; Т. 1. – С. 44-45.

УДК 634.1.055.631.52

ПОДБОР СОРТОВ-ОПЫЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ МОНОСОРТНЫХ ТОВАРНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

**О. А. Якимович, Т. А. Гашенко, С. А. Ярмолич, М. Н. Борисенко,
И. Г. Полубяtko, Ю. Г. Кондратенoк, Г. М. Марудо**

РУП «Институт плодoводства»

аг. Самохвалoвичи, Республика Беларусь (Республика Беларусь,

223013, Минская обл., Минский р-н, аг. Самохвалoвичи,

ул. Ковалева, 2, e-mail: pear.belsad@gmail.com)

Ключевые слова: пыльца, сорт, опылитель, яблоня, груша, слива, вишня, Беларусь.

Аннотация. Сортимент плодовых культур постоянно расширяется. В современном плодoводстве широко применяется закладка садовых кварталов одним коммерческим сортом, что дает ряд преимуществ. В связи с этим усилия ученых направлены на выявление взаимоопыляемых сортов, поиск лучших сортов-опылителей, у которых совпадают сортовая агротехника, сроки цветения и созревания. В статье приведены результаты исследований РУП «Институт плодoводства» по определению универсальных сортов-опылителей для наиболее востребованных в Беларуси сортов плодовых культур (яблони, груши, сливы домашней, вишни) в промышленных моносортных насаждениях. Изучали продолжительность фазы цветения объектов исследования, жизнеспособность и фертильность пыльцы, эффективность гибридизации (процент полезной завязи по отношению к свободному опылению). Выделены 6 сортов-опылителей плодовых культур, характеризующихся совпадением сроков цветения и хорошим качеством пыльцы, способствующей получению не менее 60 % завязавшихся плодов по отношению к свободному опылению.

SELECTION OF POLLINATOR CULTIVARS FOR INDUSTRIAL SINGLE-CULTIVAR COMMERCIAL FRUIT CROPS PLANTS

V. A. Yakimovich, T. A. Gashenko, S. A. Yarmolich, M. N. Borisenko, I. G. Polubyatko, G. M. Marudo

RUE «Institute of Fruit Growing»

ag. Samokhvalovichi, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223013, Minsk region, Minsk district, ag. Samokhvalovichi, Kovaleva str., 2, e-mail: pear.belsad@gmail.com)

Key words: pollen, pollinator, cultivar, apple, pear, plum, sour cherry, Belarus.

Summary. The range of fruit crops is constantly expanding. In modern fruit growing, planting garden blocks with one commercial cultivar is widely used, which provides a number of advantages. In this regard, the efforts of scientists are aimed at identifying mutually pollinating cultivars, searching for the best pollinating cultivars that have the same varietal agricultural technology, flowering time, and ripening time. The article presents the results of research to determine universal pollinator cultivars for the most popular cultivars of fruit crops in Belarus (apple trees, pears, domestic plums, cherries) in industrial single-varietal plantings. The research was carried out at the Republican Unitary Enterprise «Institute of Fruit Growing». The duration of the flowering phase of the study objects, the viability and degree of gametic sterility of pollen, and the efficiency of hybridization (the percentage of useful ovary relative to free pollination) were studied. Six pollinating varieties of fruit crops have been identified, characterized by high winter hardiness, disease resistance, coincident flowering dates and good pollen quality, which contributes to the production of at least 60 % of fruit set relative to free pollination.

(Поступила в редакцию 17.06.2024 г.)

Введение. Моносортные насаждения плодовых культур широко распространены в мире. В современном плодоводстве Италии, Нидерландов, Франции, Польши, Турции и других странах отмечается тенденция закладки садовых кварталов одним коммерческим сортом. Такие сады имеют ряд преимуществ: низкая вероятность периодичности плодоношения, упрощенный уход (защита от болезней и вредителей, внесение удобрений), одновременное созревание и уборка плодов, высокая товарность, большой объем продукции в короткие сроки, разработанные системы хранения и транспортировки плодов.

Однако существует одна проблема моносортных насаждений – низкая урожайность, обусловленная самобесплодностью подавляющего большинства плодовых культур. Они не завязывают плодов не только при опылении пыльцой собственного цветка и дерева, но и пыльцой с другого дерева своего сорта [1]. Самобесплодность может быть обусловлена генетически (гены самонесовместимости, препятствующие

прорастанию пыльцы при совпадении аллельного состава у родительских сортов), нарушениями в прохождении процессов развития пыльцы, зародыша), физиологическими (рыльце пестика созревает раньше пыльника, что исключает возможность самоопыления). Усилия ученых направлены на поиск взаимоопыляемых сортов и выявление лучших сортов-опылителей, у которых совпадают сроки цветения и созревания, сортовая агротехника. Российские ученые предложили кребы (гибриды между дикими видами и культурными сортами) яблони как универсальные опылители для промышленных садов, запатентовав способ создания яблоневого моносортного насаждения [2]. Французские исследователи пошли по пути поиска лучших опылителей для груши среди диких видов – *Pyrus amygdaliformis*, *P. longipes*, *P. nivalis*, *P. salicifolia*, *P. betulaefolia*, and *P. syriaca*, выделив клон P337-41 от *P. betulaefolia* как опылитель для основных промышленных сортов Вильямс, Конференция (Conférence) и Деканка дю Комис [3]. Биологически обоснованный выбор опылителя обеспечивает высокий процент завязывания и хорошее развитие плодов, позволяет повысить товарность, урожайность и, как следствие, рентабельность возделывания сорта. Подбор оптимальных опылителей позволяет повысить урожайность в среднем на 10-15 % [4].

Сортимент плодовых культур для промышленного и любительского садоводства Беларуси постоянно расширяется как за счет отечественных, так и интродуцированных сортов. За последние 10 лет Государственный реестр сортов пополнен новыми сортами яблони (Аксамит, Арнабель (Arnabel)); груши (Бере Александр Люка (Beurré Alexandre Lucas), Завая, Талгарская красавица); сливы домашней (Волат), вишни (Уйфехерттой фюртош (Újfehértói Fürtös)) [5], получен новый сорт груши – Калядная [4], для которых отсутствует информация о взаимоопыляемости и сортах-опылителях. На данный момент для промышленного возделывания районированы 20 сортов сливы домашней. Из них для изучения и поиска опылителя были выбраны 6 сортов различного срока созревания, отличающиеся высокой урожайностью и качеством плодов, пригодные для употребления в свежем виде и изготовления ценных продуктов переработки. Районированные сорта вишни Вянок, Гриот белорусский, Жывица, Новодворская, Ровесница, Уйфехерттой фюртош (Újfehértói Fürtös) наиболее востребованы у производителей плодовой продукции, но нет четкой информации о лучших сортах-опылителях для них.

В связи с вышеизложенным представляется актуальным определение взаимоопыляемости и выявление лучших опылителей для сортов яблони, груши, сливы и вишни, которые выращиваются в товарных

насаждениях Беларуси в настоящее время и будут востребованы в ближайшем будущем.

Цель работы – изучить и выделить сорта-опылители для моносортовых насаждений плодовых культур.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в коллекционных садах отдела селекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства». Объектами исследований являлись наиболее распространенные в промышленных насаждениях сорта яблони: Айдаред (Idared), Аксаміт, Алеся, Арнабель, Белорусское сладкое, Весяліна, Джонаголд (Jonagold), Сябрына, Шампион (Šampion); груши: Бере Александр Люка, Белорусская поздняя, Завея, Спакуса, Калядная, Конференция, Просто Мария, Талгарская красавица; сливы домашней: Венгерка белорусская, Венера, Волат, Кромань, Смолинка, Стенли (Stanley); вишни: Гриот белорусский, Жывица, Вянок, Ровесница, Новодворская, Уйфехертой фюртош.

Исследования проведены согласно «Генетическим основам и методике селекции плодовых культур и винограда» (Минск, 2019) [6]. В ходе поиска сортов-опылителей изучались продолжительности фазы цветения, жизнеспособность и фертильность пыльцы, процент полезной завязи по отношению к свободному опылению, что определяло эффективность гибридизации. Жизнеспособность пыльцы определяли прорастиванием ее в 15 % (для пыльцы яблони), 20 % (груши), 25 % (сливы домашней и вишни) водном растворе сахарозы и подсчетом количества проросших пыльцевых зерен через 24 часа. Оценку фертильности пыльцы проводили ацетокарминовым (груши, яблони, вишни) и индигокарминовым (слива домашняя) методами.

При оценке сортов-опылителей лучшими опылителями считались те сорта, которые обеспечили процент завязавшихся плодов выше контроля (свободное опыление), равный или близкий к нему. Сорта, обеспечивающие завязывание плодов ниже, чем лучшие опылители, но не менее чем 60-80 % по отношению к контролю, выделяли в группу допустимых опылителей. Сорта с процентом завязывания плодов ниже 60 % по отношению к контролю следует рассматривать как плохие опылители [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Многолетнее изучение цветения сортов яблони показало разницу в сроках начала данной фенофазы. Несмотря на то что сорта разделились на ранозцветающие (Алеся, Весяліна и Белорусское сладкое), среднего срока цветения (Айдаред, Аксаміт, Сябрына и Шампион) и поздноцветающие сорта (Арнабель и Джонаголд), они имели общий период цветения от 2 до 5 дней, что дает возможность для взаимоопыления.

Проведенный анализ фертильности пыльцы яблони показал, что высокой степенью данного показателя (91-95 %) характеризуются сорта Алеся, Арнабель, Айдаред, Белорусское сладкое, Чемпион; средней (57-63 %) – Джонаголд и Сябрына.

Изучаемые образцы яблони имели от 5 до 75 % жизнеспособной пыльцы. Максимальной жизнеспособностью пыльцы и энергией роста пыльцевых трубок отличались сорта Белорусское сладкое (75 %) и Чемпион (71 %). Низкой способностью к прорастанию характеризовались сорта Сябрына (5 % проросших пыльцевых зерен), Джонаголд (6 %) и Всеяліна (9 %). Остальные образцы имели промежуточные значения данного показателя. Возможной причиной низкой жизнеспособности пыльцы и высокого процента стерильных зерен у части сортов может являться аномально холодная погода в начале вегетации яблони, в период выдвигения и обособления бутонов – начала цветения, которая привела к нарушению формирования мужского гаметофита.

Для поиска универсальных сортов-опылителей яблони проведена гибридизация по 63 комбинациям скрещивания в количестве 9928 цветков. В результате проведенного опыления были выделены сорта-опылители: для сорта Всеяліна: лучшие – Сябрына (91 % завязавшихся плодов), Белана (84 %); допустимые – Айдаред (72 %); для сорта Алеся: лучшие – Айдаред, Чемпион, Арнабель (по 111 %), Аксаміт (100 %), Белорусское сладкое (122 %); для сорта Чемпион: лучшие – Белорусское сладкое (115 %); допустимые – Алеся (70 %), Айдаред (65 %), Аксаміт (60 %); для сорта Айдаред: лучшие – Алеся (182 %); допустимые – Чемпион, Арнабель, Сябрына, Белана (по 77 %); для сорта Аксаміт: лучшие – Всеяліна (281 %), Алеся (245 %), Айдаред (209 %), Чемпион (227 %), Джонаголд и Арнабель (182 %), Белорусское сладкое (155 %), Сябрына (118 %), Белана (245 %); для сорта Джонаголд: лучшие – Алеся (389 %), Айдаред (256 %), Чемпион (333 %), Белорусское сладкое (178 %), Сябрына (133 %), Белана (222 %); для сорта Арнабель: допустимые – Айдаред (65 %) и Чемпион (74 %).

Таким образом, сорт Айдаред способен эффективно опылить 6 сортов, Чемпион – 5, сорта Алеся, Белорусское сладкое, Сябрына, Белана – 4, сорт Арнабель – 3, Аксаміт – 2, Всеяліна и Джонаголд – по 1 сорту (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты определения сортов-опылителей для районированных сортов яблони

Сорт-опылитель	Опыляемый сорт						
	Весяліна	Алеся	Шампіон	Айдаред	Аксаміт	Джонаголд	Арнабель
Весяліна					xx		
Алеся			x	xx	xx	xx	
Шампіон		xx		x	xx	xx	x
Айдаред	x	xx	x		xx	xx	x
Аксаміт		xx	x				
Джонаголд					xx		
Арнабель		xx		x	xx		
Белорусское сладкое		xx	xx		xx	xx	
Сябрына	xx			x	xx	xx	
Белана	xx			x	xx	xx	

Примечание – x – допустимый опылитель; xx – хороший опылитель

Изученные сорта груши были разделены на очень раноцветущие (Завея, Бере Люка), раноцветущие (Белорусская поздняя, Просто Мария), среднецветущие (Конференция, Спакуса, Калядная) и поздноцветущие (Талгарская красавица). Период цветения у всех сортов оставил 6-12 дней.

Наиболее жизнеспособная пыльца отмечена у сортов Конференция, Просто Мария и Спакуса (21-27 %), наименее жизнеспособная – у сорта Завея (4 %). Жизнеспособность пыльцы была ниже фертильности. Причина этого расхождения – большая нестабильность активности ферментов, отвечающих за обмен веществ в период формирования и роста пыльцевых трубок. Если на степень фертильности пыльцы больше влияют генотип сорта и количество нарушений при макроспорогенезе, то на жизнеспособность пыльцы – в основном внешние факторы среды, особенно температура и влажность воздуха. Высоким уровнем фертильности и средним уровнем жизнеспособности пыльцы характеризовались сорта груши Конференция, Просто Мария и Спакуса.

Для поиска лучшего опылителя каждый сорт груши был опылен друг с другом. Всего было опылено 16 711 цветков по 56 комбинациям скрещиваний. Результат анализа процента завязавшихся плодов показал отсутствие сорта, который бы опылил все 7 изученных объектов, т. е. был универсальным опылителем для всех сортов (таблица 2).

Тем не менее сорт Белорусская поздняя проявил себя как хороший опылитель для сортов Завея, Спакуса и Талгарская красавица и допустимый для Бере Люка, Конференция и Калядная. Просто Мария

является хорошим опылителем для сортов Спакуса, Талгарская красавица, Конференция и Калядная, допустимым – Бере Люка. Сорт Конференция для сортов Завейя и Калядная проявил себя как хороший опылитель, а для Белорусской поздней, Просто Марии и Талгарской красавицы – допустимый. Сорт Калядная является хорошим опылителем для сортов Завейя (88), Спакуса (116), Талгарская красавица (119 %); допустимым для сортов Белорусская поздняя (60 %), Бере Александр Люка (73 %).

Таким образом, по результатам проведенных исследований были выделены 2 сорта груши – Белорусская поздняя и Просто Мария, которые можно использовать в качестве опылителей в моносортных посадках наиболее распространенных сортов груши.

Таблица 2 – Результаты определения сортов-опылителей для сортов груши

Сорт-опылитель	Опыляемый сорт							
	Белорусская поздняя	Бере Люка	Завейя	Просто Мария	Спакуса	Талгарская красавица	Конференция	Калядная
Белорусская поздняя		x	xx		xx	xx	x	x
Бере Люка					xx		xx	xx
Завейя	x				xx			xx
Просто Мария		x			xx	xx	xx	xx
Спакуса							xx	xx
Талгарская красавица	xx		xx		xx			x
Конференция	x		xx	x		x		xx
Калядная	x	x	xx		xx	xx		

Примечание – x – допустимый опылитель; xx – хороший опылитель

Сорта сливы домашней разделились на среднецветущие (Волат, Кромань, Венера, Смолинка) и поздноцветущие (Венгерка белорусская и Стенли). Независимо от сроков начала цветения все изученные сорта сливы имели период совместного цветения в 4 дня, что позволяет предварительно считать, что они могут опылять друг друга. Высокий процент фертильности пыльцы был отмечен у сортов Волат, Венгерка белорусская, Венера, Смолинка и Стенли (от 75 до 90 %). Высокий процент жизнеспособных пыльцевых зерен отмечен у сортов Волат, Венгерка белорусская, Венера, Смолинка и Стенли (70-80 %).

Реципрокные скрещивания проведены по 27 комбинациям, опылено 4305 цветков. По результатам оценки завязываемости был выделен 1 сорт-опылитель, который характеризовался высоким качеством

пыльцы и обеспечил процент завязавшихся плодов близко к контролю (свободному опылению) или выше его – Волат для сортов: Венера (101 %), Венгерка белорусская, Смолинка (135 %), Стенли (74 %) и Кромань (141 %).

Изучаемые сорта вишни разделены на 3 группы: с ранним, средним и поздним сроками цветения. Совмещение периодов цветения отмечено у раноцветущих – Жывица, Новодворская и цветущих в средние сроки сортов – Вянок, Уйфехертой фюртош, Ровесница. Сорта групп раннего и среднего сроков цветения имеют между собой совмещение 3 дня, что свидетельствует о возможности потенциально быть взаимными опылителями. Данные сорта использовали в качестве родительских форм при составлении схем и проведении гибридизации с целью подбора сортов-опылителей для моносортных насаждений вишни. Сорт вишни Гриот белорусский с поздним сроком цветения не может служить опылителем для сортов с ранним и средним сроками цветения (Жывица, Новодворская, Вянок, Уйфехертой фюртош и Ровесница) из-за несовпадения сроков цветения. Аналогично, сорта вишни групп раннего и среднего сроков цветения не подходят в качестве опылителя для сорта Гриот белорусский.

При проведении опыта по определению фертильности пыльцы вишни установлен высокий потенциал оплодотворяющей способности у исследуемых сортов, для реализации которого необходимы благоприятные условия. Высокая степень фертильности пыльцы отмечена у сортов Вянок (80 %), Уйфехертой фюртош (85 %), Новодворская (86 %), Ровесница (94 %); средняя – сорта Жывица (65 % окрашенных зерен).

Сорт Гриот белорусский не использовался в гибридизации, т. к. ранее установлено несовпадение сроков цветения с изучаемыми генотипами.

На основании исследований текущего года выделен сорт вишни Вянок, который можно рекомендовать как универсальный сорт-опылитель для моносортных насаждений сортов Жывица, Новодворская, Ровесница и Уйфехертой фюртош. Данный сорт в изучаемых комбинациях обеспечивает 82-104 % завязавшихся плодов по отношению к контролю, что, согласно методике, позволяет отнести его к группе лучших опылителей.

Для сорта вишни Гриот белорусский ранее определены рекомендованные сорта-опылители Тургеневка и Ровесница [1].

Заключение. По результатам проведенных исследований выделены 6 сортов-опылителей плодовых культур, характеризующихся совпадением сроков цветения и хорошим качеством пыльцы, способствующей получению не менее 60 % завязавшихся плодов по отношению к свободному опылению (контролю):

- для яблони – сорт-опылитель Айдаред, который способствовал высокой завязываемости у сортов: Алеся, Аксаміт, Джонаголд, Весяліна, Шампион и Арнабель (65-256 %); Шампион – Алеся, Арнабель, Айдаред, Аксаміт и Джонаголд (74-333 %);

- груши – сорт Белорусская поздняя для моносортных посадок сортов Завея, Спакуса, Талгарская красавица, Бере Александр Люка, Конференция и Калядная (60-230 %); Просто Мария – Бере Александр Люка, Спакуса, Талгарская красавица, Конференция и Калядная (79-142 %);

- сливы домашней – Волат для сортов: Венера, Венгерка белорусская, Смолинка, Стенли и Кромань (74-141 %);

- вишни – сорт Вянок как универсальный опылитель для моносортных насаждений сортов Жывица, Новодворская, Ровесница и Уйфехертой фюртош (82-104 %).

Выделенные сорта-опылители можно рекомендовать для закладки моносортных садов районированных сортов плодовых культур, что обеспечит повышение их урожайности на 10-15 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Исследование биологических особенностей опыления и оплодотворения новых сортов плодовых культур и выделение для них лучших сортов-опылителей» подпрограммы «Селекция сельскохозяйственных культур» ГПНИ «Инновационные технологии в АПК», 2011 – 2015 годы: отчет о НИР (заключ.) / РУП «Ин-т плодводства»; рук. З.А. Козловская. – Мн., 2015. – 97 с. – № ГР 20140566.
2. Дубравина, И. В. Перспективы использования сортов крбев в качестве полинаторов для создания моносортных насаждений яблони / И. В. Дубравина, И. С. Чепинога // Политематический сетевой научный журнал Кубанского государственного аграрного университета), (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2012. IDA [article ID]: 0781204006 No4 (78), 2012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/06.pdf>.
3. Le Lezec, M. A selection from *Pyrus betulaefolia* as a new pollinator for the main *Pyrus communis* cultivars / M. Le Lezec, A. Belouin, M. H. Simard // *Acta Horticulturae*. – 2005. – N 671: IX International Pear Symposium. – P. 253-255.
4. «Создать гибриды плодовых культур с комплексной устойчивостью к болезням и высоким качеством плодов и передать позднеспелый сорт груши, выделить сорта-опылители для моносортных товарных насаждений» 2.71 подпрограмма «Агропромкомплекс – инновационное развитие» ГПНИ ««Инновационные агропромышленные и производственные технологии» на 2021-2025 годы: отчет о НИР (заключ.) / РУП «Ин-т плодводства»; рук. О.А. Якимович. – Мн., 2024. – 112 с. – Рег. № НИОК(Т)Р 20213702.
5. Сорта плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда, включенные в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений и находящиеся на испытании в Государственной инспекции по испытанию и охране сортов растений / РУП «Институт плодводства». – Самохваловичи, 2024. – 32 с.
6. Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда / З. А. Козловская [и др.]; под общ. ред. З. А. Козловской; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодводства. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 249 с.