

## СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ЯБЛОНИ В БЕЛАРУСИ

**З. А. Козловская**

Институт плодководства НАН Беларуси, аг. Самохваловичи, Минского района,  
Беларусь, e-mail: [zoya-kozlovskaya@tut.by](mailto:zoya-kozlovskaya@tut.by)

### Резюме

На основе национальной коллекции яблони, включающей 1273 сортообразца, создан генетически разнообразный исходный материал с привлечением потомков диких мелкоплодных видов яблони (*Sorbomalus*, *Baccatae* и *Prunifolia*), являющихся источниками и донорами иммунитета к парше и мучнистой росе. Сформирована новая рабочая признаковая коллекция источников и доноров устойчивости к грибным болезням. С помощью молекулярных маркеров выявлены крупноплодные доноры – носители 2–3 олигогенов устойчивости к парше в одном геноме, мелкоплодные доноры – носители 1–3 олигогенов устойчивости к мучнистой росе. Созданы новые сорта яблони позднего срока созревания ‘Белана’, ‘Дыямент’, ‘Зорка’, ‘Красавіта’, ‘Нававіта’, ‘Сакавіта’, высокоустойчивые к парше и с высоким качеством плодов.

Ключевые слова: яблоня, коллекция, межвидовые гибриды, гены, устойчивость к парше и мучнистой росе, сорт.

## COMPOSITION AND UTILIZATION OF THE APPLE-TREE COLLECTION IN BELARUS

**Z. A. Kazlouskaya**

Institute for Fruit Growing, NAS of Belarus, Samokhvalovitchy, Minsk reg., Belarus, e-mail: [zoya-kozlovskaya@tut.by](mailto:zoya-kozlovskaya@tut.by)

### Summary

The national collection of apple-tree varieties consisting of 1,273 accessions was used to develop genetically diverse source material developed involving progenies of wild small-fruit apple species (*Sorbomalus*, *Baccatae* and *Prunifolia*) – sources and donors of immunity to scab and powdery mildew. A new trait-specific working collection of fungal disease resistance sources and donors has been established. Using molecular markers made it possible to identify large-fruit donors with 2–3 oligogenes of apple scab resistance in the same genome, and small-fruit donors with 1–3 oligogenes of powdery mildew resistance. New late-ripening apple-tree cultivars Belana, Diyament, Zorka, Krasavita, Navavita and Sakavita with high scab resistance and high fruit quality have been developed.

Keywords: apple, collection, interspecific hybrids, genes, scab and powdery mildew resistance, cultivar.

### Введение

Важное место в решении задач современного сельского хозяйства, связанных с интенсификацией плодководства, занимает создание и широкое

использование сортов и гибридов нового поколения. Возрастающие требования к современным сортам в отношении их устойчивости к стрессовым факторам определяют все большую адаптивную и экологическую направленность селекции. Основой успешной селекции следует считать рациональное использование генетического разнообразия растений. В мире в настоящее время активно ведется работа по селекции яблони в 57 государственных и частных коммерческих организациях. Согласно анализу селекционных программ приоритетом является получение сортов, устойчивых к парше [возбудитель – *Venturia inaequalis* (Coock.) Wint.] и мучнистой росе (возбудитель – *Podosphaera leucotricha* Salm.). Актуально создание сортов, устойчивых к этим заболеваниям и в Беларуси.

Ежегодно генетический фонд ведущих селекционных учреждений пополняется высокопродуктивными и устойчивыми к биотическим факторам среды новыми образцами. Огромный интерес представляет изучение в условиях Республики Беларусь адаптивно-экологического потенциала интродуцированных сортов и использование лучших из них в качестве источников геноплазмы важнейших селектируемых признаков в работе по созданию белорусских сортов новой генерации. Только при условии мобилизации генетических ресурсов и формирования активных рабочих, целевых признаков и генетических коллекций возможно создание нового ценного элитного материала для обеспечения продовольственной безопасности страны. Мониторинг имеющихся коллекций, экспедиционное обследование садов страны, а также активное проведение биоисследовательской деятельности по сбору староместных уникальных сортов и форм в местах их естественного произрастания, выявление высокопродуктивных с высоким качеством плодов образцов, проявивших на протяжении нескольких десятилетий высоко адаптивные свойства, позволяет использовать генетический потенциал данных форм в селекционной работе и отдельные из них рекомендовать производству.

В РУП «Институт плодоводства» на протяжении всей истории селекции яблони программа гибридизации включает два основных направления: создание товарных сортов и создание нового исходного материала с использованием диких видов. Для создания товарных сортов использовали исходные формы различного географического и генетического происхождения: американские, российские, западноевропейские сорта, кроме того, широко использовали старые местные сорта, такие как ‘Антоновка’, ‘Бабушкино’, ‘Боровинка’ и другие, которые обладают полигенной устойчивостью к комплексу заболеваний и хорошим вкусом плодов. Для создания современных белорусских сортов в качестве источников высокого качества плодов были использованы элитные гибриды – потомки сорта ‘Лавфам’ и устойчивые к парше носители гена *Rvi6* сорт ‘Либерти’, шведский отбор ВМ 41497 и другие. В настоящее время новые белорусские сорта ‘Сябрына’, ‘Память Коваленко’, ‘Дарунак’, ‘Поспех’, ‘Надзейны’, ‘Имант’, ‘Весялина’ уже широко распространены в промышленных садах в Беларуси и обладают хорошим сочетанием наиболее экономически важных признаков: высокая урожайность,

устойчивость к парше, крупноплодность, вкус, привлекательный внешний вид (Козловская, 2011; 2013).

Коллекция диких видов – это важнейший источник ценных форм яблони и, прежде всего, для селекции на устойчивость к наиболее губительным патогенам и вредителям, а также для получения скороплодных генотипов. Изучение экологического и адаптивного потенциала межвидовых гибридных форм и выделение лучших из них позволяет увеличить генетическое разнообразие плодовых культур и создать качественно новый гибридный фонд. Дикie виды яблони несут в себе мощный потенциал устойчивости к болезням, образовавшийся в результате сопряженной эволюции растения и паразита в природных условиях. В ряде случаев дикие виды – единственный источник устойчивости к тем или иным болезням (Вавилов, 1986). Привлечение диких видов яблони, устойчивых к парше и другим заболеваниям, является перспективным способом привнесения генов устойчивости в культурные сорта. Кроме того, ряд диких видов яблони отличается зимостойкостью и высоким уровнем биологически активных веществ, их использование открывает широкие возможности в получении новых форм и сортов с ценными свойствами (Козловская, 2003). Успешным примером использования видовой яблони в селекции на устойчивость к болезням является клон 821 *M. × floribunda* Sieb. – донор иммунитета к парше (ген *Rvi6*), на основе которого создано большинство современных иммунных сортов яблони.

В современных условиях развития науки только кооперация и согласованное взаимодействие научных потенциалов различных селекционных учреждений при условии активного использования современных наработок и методов позволяет провести быструю оценку новых комплексных источников ценных признаков и выделить из нового гибридного фонда элитные отборы за максимально короткий период времени.

С 2006 г. начата работа по ДНК-паспортизации коллекционных сортов яблони благодаря сотрудничеству с лабораторией молекулярных исследований Института генетики и цитологии НАН Беларуси: разработана система идентификации генов устойчивости и ДНК-паспортизации генотипов яблони (Urbanovich, 2009, Урбанович, 2013). Разработаны ДНК-паспорта 112 образцов (сортов, видов и межвидовых гибридов) яблони для создаваемой компьютерной базы данных.

Исходя из вышесказанного, целью настоящей работы была оценка существующей коллекции яблони и создание новой рабочей признаковой коллекции генотипов, устойчивых к парше и мучнистой росе на основе анализа результативности гибридизации в предыдущий 20-летний период.

## Материалы и методы

**Материалы.** В настоящее время коллекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства» признаны Национальным достоянием Беларуси. Национальная коллекция яблони насчитывает 1273 образца: 546 сортов яблони

домашней – *Malus domestica* Borkh., формы диких видов: 7 – *M. baccata* (L.) Borkh., 5 – *M. coronaria* (L.) Mill., 1 – *M. ioensis* (Wood.) Britt., 1 – *M. kansuensis* (Batal.) C. K. Schneid., 1 – *M. mandshurica* (Maxim.) Kom., 1 – *M. mandshurica* subsp. *sachalinensis* (Kom.) Likh., 36 – *M. sieboldii* (Regel) Rehd., 1 – *M. sieversii* f. *niedzwetzkyana* (Dieck.) Langenf., 1 – *M. sikkimensis* (Wenzig) Koehne, 1 – *M. sylvestris* (L.) Mill., а также отборы, полученные с участием гибридных видов: 55 – *M.×atrosanguinea* (Spath) C. K. Schneid., 1 – *M.×cerasifera* Spach, 286 – *M.×floribunda*, 2 – *M.×micromalus* Makino, 1 – *M.×platycarpa* Rehd., 7 – *M.×prunifolia* (Willd.) Borkh., 5 – *M.×purpurea* (Barbier) Rehd., 1 – *M.×robusta* (Carr.) Rehd., 2 – *M.×sargentii* (Rehd.) Langenf., 1 – *M.×scheideckeri* Spath, 1 – *M.×spectabilis* (Ait.) Borkh., 7 – *M.×zumi* Rehd. и 303 межвидовых гибрида. Наиболее многочисленной группой в коллекции представлена яблоня домашняя, к которой относятся сорта: местные, среднерусские, прибалтийские, уральские, западноевропейские, южные и американские. Разнообразие данной группы сортов очень велико, что обусловлено участием в их создании многих видов яблони.

При формировании признаковой коллекции учитывали генетическое происхождение образцов, их принадлежность к определенным видам и группировали в соответствии с системой В. Г. Лангенфельда (1991).

**Климатические условия.** Климат Беларуси определяется умеренными широтами и отсутствием орографических препятствий. Важным фактором является плоский рельеф и большая удаленность от Атлантического океана. Климат характеризуется как умеренно-континентальный. Вегетационный период длится с середины апреля до октября. Общая продолжительность периода с температурой выше +5°C составляет 180–208 дней. Максимальная сумма положительных температур выше +5°C составляет 2918 С, в среднем – 2517 С в течение последнего десятилетия. Годовая сумма осадков колеблется от 512 до 864 мм, в среднем составляет 500–600 мм, но в вегетационный период сумма осадков варьируется от 247 до 614 мм за суммарный период 41–88 дней. В июне средняя температура составляет 18,3–19,0 С.

В последние 20 лет центральная часть Беларуси характеризуется неустойчивой зимней погодой, отмечаются частые колебания температур. Понижение температуры до –15...–20°C в течение 10–15 дней сменяется оттепелями 0,3–6°C продолжительностью 13–22 дней. Раз в десять лет температура воздуха в ноябре опускается до –24,3°C. Морозы около –29...–32°C происходят раз в пять лет длительностью 15–28 дней в январе – феврале. Ежегодно морозный период в марте с температурой –7...–13°C составляет от четырех до восьми дней, один раз в пять лет наблюдается понижение температуры до –21...–25°C на протяжении морозного периода 10–13 дней. Временами отрицательная температура опускается до –34...–37°C на поверхности почвы, как например в феврале 2010 и 2012 годов.

**Методы.** Оценка хозяйственно полезных признаков, включая степень устойчивости коллекционных образцов к болезням, определялась в полевых



условиях и на искусственном инфекционном фоне согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых ягодных и орехоплодных культур» (1999).

Для проведения молекулярных исследований была сформирована рабочая коллекция из 130 генотипов различного генетического и эколого-географического происхождения, включающая сорта и гибриды белорусской селекции. Лабораторией молекулярных исследований Института генетики и цитологии НАН Беларуси разработана система идентификации и ДНК-паспортизации генотипов яблони (Урбанович и др., 2011а). Идентификацию генов устойчивости к парше *Rvi2 (Vh2)*, *Rvi4 (Vh4)*, *Rvi5 (Vm)*, *Rvi6(Vf)*, *Rvi11(Vbj)*, *Rvi15(Vr2)*, *Rvi17(Val)* в геноме яблони проводили в соответствии с методическими рекомендациями с помощью молекулярных маркеров, выявляемых в результате ПЦР (Урбанович и др., 2011б). Гены устойчивости к мучнистой росе яблони в геноме видов, сортов и межвидовых гибридов яблони определяли согласно методике (Урбанович и др., 2011в).

### Результаты и обсуждение

Особое значение имеет оценка исходного материала и подбор родительских пар для скрещиваний. С целью выявления наиболее результативных исходных форм проведено тщательное изучение потенциала устойчивости к наиболее экономически значимым болезням: парше и мучнистой росе яблони. При этом учитывали потенциал продуктивности, регулярность плодоношения, степень устойчивости к неблагоприятным зимним условиям. С целью предотвращения генетической эрозии и превентивной селекции в признаковые коллекции включали представителей разных видов. Мониторинг проводили на основе многолетних наблюдений. Особое внимание было уделено мелкоплодным яблоням – sec. *Sorbomalus* Zabel и ser. *Baccatae* Rehd., так как дикие виды являются важным источником ценных геномов яблони и, в первую очередь, для селекции на устойчивость к наиболее вредоносным патогенам и вредителям, а также для получения скороплодных генотипов. Изучение эколого-адаптивных возможностей межвидовых гибридных форм и выделение лучших из них увеличивает генетическое разнообразие яблони, прежде всего, способствует расширению базы для создания нового поколения сортов в будущем. Подбор устойчивых к болезням сортов и их внедрение в промышленное садоводство – это наиболее безопасный метод защиты плодовых культур и эффективный способ получения продуктов с улучшенными экологическими характеристиками, что будет способствовать снижению антропогенной нагрузки на садовый биоценоз.

В рабочую признаковую коллекцию источников и доноров устойчивости к парше и мучнистой росе включены белорусские гибриды и некоторые зарубежные формы и сорта, происхождение которых связано с дикорастущими видами sec. *Sorbomalus*: *M. sieboldii*, *M.×zumi*, *M.×sargentii* и ser. *Baccatae*: *M. baccata*, *M.×cerasifera*, *M. mandshurica*, *M. mandshurica* subsp. *sachalinensis*, которые обладают высокой полевой устойчивостью в течение многих лет (табл. 1).

Отсутствием поражения паршой и мучнистой росой характеризуются отборные формы: 9/8 *M. mandshurica* subsp. *sachalinensis*, 9/36 *M. mandshurica*, 25/175 F<sub>2</sub> *M. sieboldii*, К-1-1/43 и К-1-5/94 *M. ×sargentii*. Высокой устойчивостью к парше и мучнистой росе характеризуются ‘Red silver’ и белорусский отбор 2000-41/85 из Gr. *×Prunifolia*.

**Таблица 1. Характеристика рабочей признаковой коллекции яблони на устойчивость к болезням**

| Генотип                                       | Генетическое происхождение                                        | Максимальное повреждение болезнями (0–5) |                 | Масса плода, г |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|----------------|
|                                               |                                                                   | паршой                                   | мучнистой росой |                |
| <i>1</i>                                      | <i>2</i>                                                          | <i>3</i>                                 | <i>4</i>        | <i>5</i>       |
| <b>Sectio <i>Sorbomalus</i> Zabel</b>         |                                                                   |                                          |                 |                |
| 25/175                                        | 9/27 × Spartan – F <sub>2</sub> <i>M. sieboldii</i>               | 0                                        | 0               | 20             |
| 99-4/56                                       | 19/2 × Чулановка – F <sub>2</sub> <i>M. sieboldii</i>             | 0                                        | 1               | 25             |
| 2000-46/61                                    | 21/175 × Empire – F <sub>3</sub> <i>M. sieboldii</i>              | 0                                        | 1               | 65             |
| Н 1255                                        | F <sub>3</sub> <i>M. ×zumi</i>                                    | 0                                        | 2               | 35             |
| 2000-46/17                                    | Н 1255 × Empire – F <sub>4</sub> <i>M. ×zumi</i>                  | 0                                        | 2               | 45             |
| К-1-1/43                                      | <i>M. ×sargentii</i>                                              | 0                                        | 0               | 8              |
| К-1-5/94                                      | <i>M. ×sargentii</i> × Ренет Симиренко                            | 0                                        | 0               | 15             |
| <b>Series <i>Baccatae</i> Rehd.</b>           |                                                                   |                                          |                 |                |
| 9/8                                           | <i>M. mandshurica</i> subsp. <i>sachalinensis</i>                 | 0,5                                      | 0               | 8              |
| 9/36                                          | <i>M. mandshurica</i><br><i>M. baccata</i> × <i>M. haliana</i>    | 0                                        | 0               | 10             |
| Dolgo                                         | F <sub>3</sub> <i>M. baccata</i>                                  | 2                                        | 0               | 20             |
| К-1-II-9/1                                    | <i>M. baccata</i>                                                 | 1                                        | 1               | 5              |
| К-1-1/6                                       | <i>M. ×cerasifera</i>                                             | 2                                        | 1               | 8              |
| <b>Gr. <i>×Prunifolia</i> (Juz.) Langenf.</b> |                                                                   |                                          |                 |                |
| Аламата                                       | hybrid                                                            | 2                                        | 0,5             | 90             |
| Нора                                          | hybrid                                                            | 2                                        | 0               | 15             |
| Red silver                                    | hybrid                                                            | 1                                        | 0               | 16             |
| 2000-41/85                                    | (Milena × 85-15/115) о.п.<br>F <sub>4</sub> <i>M. ×prunifolia</i> | 0,5                                      | 1               | 135            |
| <b>Gr. cult. <i>Domesticae</i> Langenf.</b>   |                                                                   |                                          |                 |                |
| 55/76                                         | Чаравница св.оп.                                                  | 1                                        | 1               | 90             |
| 78-14/245                                     | Cola св.оп.                                                       | 0                                        | 0               | 65             |
| 84-39/58                                      | SR0523 св.оп.                                                     | 0                                        | 0,5             | 135            |
| 94-18/37                                      | 72-9/160 × Liberty<br>F <sub>5</sub> <i>M. ×floribunda</i>        | 0,5                                      | 0,5             | 160            |
| 94-23/24                                      | (68-10/60 × Undiene) × Алеся                                      | 0,5                                      | 0,5             | 150            |
| 97-5/39                                       | Елена × Красное раннее                                            | 0,5                                      | 0,5             | 120            |

| окончание таблицы                           |                                                                      |     |     |     |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| 1                                           | 2                                                                    | 3   | 4   | 5   |
| Антоновка                                   | старый народный сорт                                                 | 2   | 1   | 170 |
| Белорусский синап                           | Антоновка × Пепин литовский                                          | 0,5 | 0,5 | 145 |
| Веньяминовское                              | 814 св.оп. – F <sub>4</sub> M.× <i>floribunda</i>                    | 0,5 | 1   | 130 |
| <b>Gr. cult. <i>Domesticae</i> Langenf.</b> |                                                                      |     |     |     |
| Белорусское сладкое                         | BM41497 × KBM F <sub>2</sub><br>F <sub>6</sub> M.× <i>floribunda</i> | 1   | 1   | 170 |
| Дарунак                                     | Антей × BM41497<br>F <sub>6</sub> M.× <i>floribunda</i>              | 1   | 0,5 | 175 |
| Дьямент                                     | Otava o.p.                                                           | 0,5 | 11  | 170 |
| Имант                                       | Антей × Liberty                                                      | 0,5 | 1   | 170 |
| Коробовка крупноплодная                     | Коробовка св.оп.                                                     | 0,5 | 1   | 110 |
| Красавіта                                   | 72-11/47 × Sampion                                                   | 0,5 | 1   | 160 |
| Нававіта                                    | 78-15/242 × 86-54/125,135<br>F <sub>7</sub> M.× <i>floribunda</i>    | 1   | 1   | 160 |
| Орловское полесье                           | 814 св.оп.<br>F <sub>4</sub> M.× <i>floribunda</i>                   | 0,5 | 1   | 140 |
| Память Сябаровой                            | Серуэл (Серинка × Wealthy) ×<br>Белорусский синап                    | 0,5 | 1   | 165 |
| Поспех                                      | 72-41/94 × Антей + BM41497 F <sub>6</sub><br>M.× <i>floribunda</i>   | 1   | 0,5 | 135 |
| Redfree                                     | PRI1018-101 – F <sub>5</sub> M.× <i>floribunda</i>                   | 1   | 1   | 165 |
| Сакавіта                                    | 78-15/242 × 86-54/125,135<br>F <sub>7</sub> M.× <i>floribunda</i>    | 1   | 0,5 | 190 |
| Старт                                       | 814 × McIntosh (4x)<br>F <sub>4</sub> M.× <i>floribunda</i>          | 0,5 | 1   | 140 |
| Тораз                                       | Ванда × Рубин<br>F <sub>6</sub> M.× <i>floribunda</i>                | 2   | 0,5 | 125 |
| К:1430                                      | BM41497 × Сеянец Антоновки                                           | 1   | 0,5 | 155 |
| Чулановка                                   | старый народный сорт                                                 | 0   | 0   | 90  |

Отсутствие признаков поражения паршой в эпифитотийные годы и незначительные повреждения милдью в 1 балл наблюдали у гибридов 99-4/56, 2000-46/61 – потомков второго и третьего поколения *M. sieboldii*, а у потомков третьего и четвертого поколений *M.×zumi* – H1255, 2000-46/17 – максимальное поражение мучнистой росой наблюдалось в 2 балла. В то же время сорта ‘Нора’ и ‘Dolgo’ являются устойчивыми к мучнистой росе, но поражаются паршой на 2 балла, что позволяет их включить в группу толерантных.

В результате молекулярного анализа при использовании известных маркеров выявлено наличие генов устойчивости к мучнистой росе – *Pl1*, *Pl2*, *Pl-w*. Так, маркером OPAE20<sub>450</sub> идентифицирован ген *Pl1* в сортах ‘Alamata’, ‘Dolgo’, ‘Чулановка’ и отборах К-1-II-9/1 *M. baccata*, К-1/6-1 *M.×cerasifera*. При использовании маркера EM M02 выявлен ген *Pl-w* в гибридах второго поколения *M. sieboldii* – 25/170, 25/175, 25/177, потомках *M.×zumi* – H1255, 2000-46/17, а также ‘Нора’ и ‘Red silver’. Геномы гибридных форм К-1-1/43 и К-1-5/94 *M.×sargentii* включают все три гена *Pl1*, *Pl2*, *Pl-w* (Урбанович, 2013).

Установлено, что сорта 'Alamata', 'Dolgo' 'Нора', 'Red silver' принадлежат гибриднему виду *M.×prunifolia* по ряду морфологических признаков и по результату идентификации ПЦР-анализом (Урбанович, 2009). В результате гибридизации отборов мелкоплодных яблонь с крупноплодными сортами мы получили гибриды с плодами, вес которых достигал 45–90 г (табл. 1).

Не выявлен ни один из тестируемых маркеров известных олигогенов устойчивости к парше у резистентных мелкоплодных яблонь, принадлежащих к sec. *Sorbomalus*, ser. *Baccatae* и Gr.×*Prunifolia*, за исключением сорта 'Dolgo' – *Rvi2* и *Rvi4*. Это указывает на наличие в них иных неизвестных олигогенов или их устойчивость определяется полигенами. Это задача для будущих исследований.

Представленные генотипы sec. *Sorbomalus* отличаются стабильной устойчивостью к парше, что свидетельствует об их большой ценности как источников для превентивной селекции яблони.

Анализ генотипов Gr. cult. *Domesticae* показал высокую полевую устойчивость к парше и мучнистой росе сортов и гибридов, полученных с участием потомков *M.×floribunda*, *M.×prunifolia*, *M. orientalis* (Uglitz.) Juz., *M.×atrosanguinea* и старых местных сортов 'Антоновка', 'Чулановка', 'Боровинка', 'Папировка' и др. (табл. 1).

Технология молекулярных маркеров была применена для идентификации генов устойчивости к парше в сортах данной группы. Выявлены генотипы, включающие по **два гена** устойчивости к парше:

*Rvi2* и *Rvi6* – сорта 'Белорусское сладкое', 'Дарунак', 'Имант', 'Поспех', шведские отборы К:1343, К:1430,

*Rvi2* и *Rvi17* – сорта 'Белорусский синап', 'Чаравница', 'Красавіта', 'Память Сябаровой', отбор 55/76.

Установлены носители **трех генов**:

*Rvi2*, *Rvi6* и *Rvi4* – 'Веньяминовское', 'Орловское полесье', 'Старт', 'Redfree';

носители генов *Rvi2*, *Rvi6* и *Rvi17* – белорусские сорта 'Нававіта', 'Сакавіта';

*Rvi2*, *Rvi4* и *Rvi5* – гибриды белорусской селекции 84-39/58, 84-50/9;

*Rvi2*, *Rvi4* и *Rvi17* – белорусский сорт 'Коробовка крупноплодная'.

Выявлены генотипы, обладающие **моногеном**:

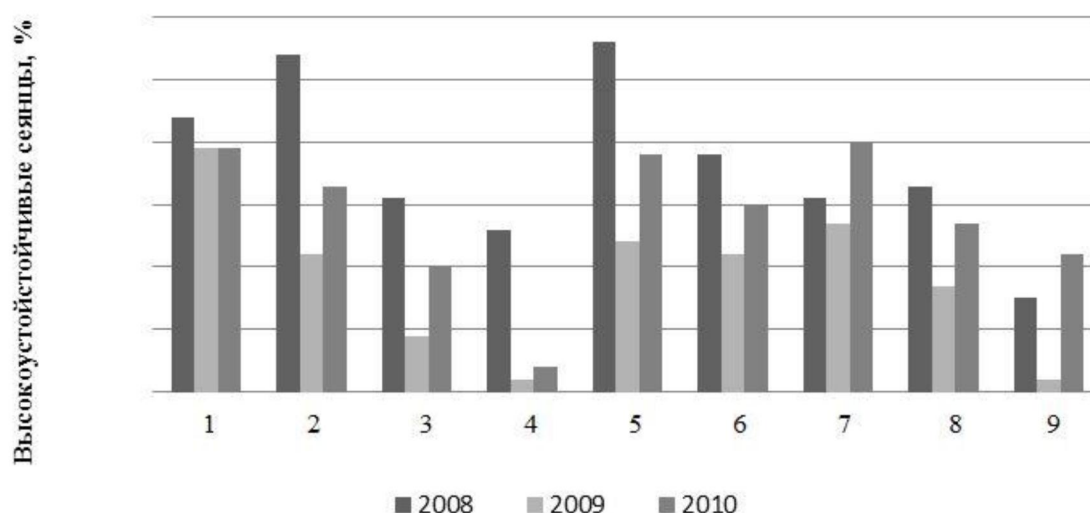
*Rvi6* – 'Дыямент', 'Тораз', которые характеризуются высоким качеством плодов;

*Rvi4* – отбор 78-14/245.

Все представленные генотипы характеризуются стабильной полевой устойчивостью к филлостикте и мучнистой росе. Однако генов устойчивости к мучнистой росе среди них не выявлено за исключением сорта 'Чулановка'. Несомненным достоинством сортов белорусской селекции является высокая адаптивность к холодовым стрессам зимнего периода, что подтверждается данными многолетних исследований.



**Анализ результативности скрещиваний.** Созданный гибридный фонд на основе доноров и источников устойчивости к парше, разных по генетическому происхождению, был исследован на предмет результативности по 9 группам комбинаций скрещиваний. Гибридные популяции *M. domestica* × *M. × zumi*, *M. domestica* × (*M. × prunifolia* × *M. × floribunda*), *M. sieboldii* × *M. domestica*, *M. domestica* × *M. domestica*, *M. coronaria* × *M. domestica*, *M. domestica* × (*M. × floribunda* × *M. × atrosanguinea*), *M. × zumi* × *M. domestica*, *M. domestica* × *M. × floribunda*, *M. × atrosanguinea* × *M. domestica* изначально на первом году жизни подвергались тесту на искусственном инфекционном фоне возбудителя *Venturia inaequalis*, впоследствии ежегодно оценивали поражение паршой в полевых условиях. В последнее 10-летие наблюдается эпифитотийное развитие парши практически ежегодно. Особо жесткий естественный фон развития парши отмечен в 2009 году, когда в июне выпало осадков 226% от нормы (23 дня с осадками), в июле – 151% от нормы (17 дней с осадками). В таких условиях усилилось поражение ранее иммунных сортов яблони – носителей гена *Rvi6*, зафиксировано появление новых вирулентных рас парши. Оценка гибридного фонда плодоносящих растений в течение 2008–2010 годов показала разный выход высокоустойчивых гибридов в зависимости от генетического происхождения, а также по годам. Стабильной устойчивостью на этом фоне выделяются гибридные популяции, полученные от скрещиваний толерантных крупноплодных сортов яблони домашней с потомками *M. × zumi*, а также *M. domestica* × (*M. × prunifolia* × *M. × floribunda*), *M. coronaria* × *M. domestica*. В 2009 году резко снизилась степень устойчивости гибридов, полученных от межсортовых скрещиваний яблони домашней и отборов *M. × atrosanguinea* × *M. domestica* (рисунок).



### Выход высокоустойчивых к парше гибридов в зависимости от генетического происхождения

Гибридные популяции: 1 – *M. domestica* × *M. × zumi*, 2 – *M. domestica* × (*M. × prunifolia* × *M. × floribunda*), 3 – *M. sieboldii* × *M. domestica*, 4 – *M. domestica* × *M. domestica*, 5 – *M. coronaria* × *M. domestica*, 6 – *M. domestica* × (*M. × floribunda* × *M. × atrosanguinea*), 7 – *M. × zumi* × *M. domestica*, 8 – *M. domestica* × *M. × floribunda*, 9 – *M. × atrosanguinea* × *M. domestica*

Из данного фонда выделены межвидовые гибриды третьего поколения *M. sieboldii*: 95-17/34, 95-17/35, 95-17/37 (25/71 *M. sieboldii* × ‘Вербнае’), 95-18/2 и 95-19/6 (25/177 *M. sieboldii* × ‘Вербнае’), 95-22/42 (*M. sieboldii* × 1924), 97-4/56, 97-4/60, 97-4/53 (25/184 *M. sieboldii* × ‘Чулановка’), 2000-46/17 – *M. × zumi*. Наряду с устойчивостью к болезням, они обладают зимостойкостью, сдержанным ростом, коротким ювенильным периодом и ежегодным обильным плодоношением, что особо важно для создания нового исходного материала, обладающего прочным иммунитетом к болезням, главным образом, к парше и пятнистостям грибной природы.

Наибольшую результативность использования в гибридизации яблони крупноплодных источников и доноров – носителей гена *Rvi6* – потомков *M. × floribunda*, показали белорусские потомки шведского отбора BM41497 (табл. 2). Более двух десятков лет он успешно используется в гибридизации как источник скороплодности и олигогенной устойчивости к парше (Kazlouskaya et al., 2013). С его участием получены сорта ‘Белорусское сладкое’, ‘Дарунак’, ‘Надзейны’, ‘Поспех’ и новые – ‘Сакавіта’, ‘Нававіта’, скороплодность которых подтверждена результатами исследований в садах РУП «Институт плодоводства». Хороший результат получен и при использовании сортов ‘Либерти’ и ‘Отава’, с участием которых созданы сорта ‘Зорка’ и ‘Дыямент’ (табл. 2).

**Таблица 2. Результаты использования в гибридизации яблони источников устойчивости к парше с геном *Rvi6* за 1994–2000 гг.**

| Генотип                     | Количество скрещиваний | Количество изучаемых отборов в саду | Количество перспективных отборов | Количество сортов |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| <b>F<sub>1</sub>BM41497</b> | 18                     | 641                                 | 40                               | <b>3</b>          |
| Freedom                     | 1                      | 43                                  | 1                                | 0                 |
| Jonafree                    | 2                      | 79                                  | 2                                | 0                 |
| Имрус                       | 1                      | 12                                  | 1                                | 0                 |
| <b>Liberty</b>              | 6                      | 260                                 | 13                               | <b>1</b>          |
| <b>Otava</b>                | 3                      | 26                                  | 7                                | <b>1</b>          |
| Prima                       | 2                      | 83                                  | 4                                | 0                 |
| Priscilla                   | 1                      | 7                                   | 1                                | 0                 |
| Relinda                     | 1                      | 4                                   | 1                                | 0                 |
| Reglindis                   | 1                      | 3                                   | 1                                | 0                 |
| Remo                        | 1                      | 20                                  | 1                                | 0                 |
| Redkroft                    | 3                      | 28                                  | 5                                | 0                 |
| Sawa*                       | 3                      | 30                                  | 5                                | 0                 |
| Всего                       | 43                     | 1236                                | 82                               | 5                 |

Использование других сортов-носителей гена *Rvi6* не привело к ожидаемому успеху и, прежде всего, из-за отсутствия перспективных отборов, сочетающих высокую устойчивость к болезням, высокую зимостойкость и

качество плодов. Хотя высокая устойчивость к парше (на уровне реакции сверхчувствительности) прослеживалась у подавляющего большинства выделенных отборов. Так, в результате исследований для селекции новых сортов яблони выделен ряд гибридов – источников высокой скороплодности и продуктивности, которые подтвердили высокую устойчивость к парше на протяжении всего периода изучения: 94-23/24, 95-26/1, 95-23/43, 95-23/44, 96-32/11.

В последние пять лет переданы на государственное испытание Республики Беларусь сорта позднего срока созревания ‘Белана’, ‘Дыямент’, ‘Зорка’, ‘Красавіта’, ‘Нававіта’, ‘Сакавіта’, отличающиеся высококачественными плодами, высокой урожайностью, устойчивостью к болезням, продолжительным сроком хранения. Характеристика данных сортов приведена в таблице 3. Особо привлекательным внешним видом характеризуются ‘Дыямент’, ‘Белана’, ‘Зорка’ и ‘Красавіта’, а наивысшей дегустационной оценкой плодов – ‘Дыямент’ и ‘Зорка’.

**Таблица 3. Характеристика новых сортов яблони**

| Сорт      | Внешний вид, балл | Вкус, балл | Масса, г | *Индекс формы | Окраска основная/покровная      | Продолжительность хранения, дни |
|-----------|-------------------|------------|----------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Сакавіта  | 4,5               | 4,4        | 190      | 0,82          | зелено-желтая/коричнево-красная | 180                             |
| Нававіта  | 4,5               | 4,4        | 160      | 0,76          | Светло-зеленая/пурпурно-красная | 150                             |
| Красавіта | 4,7               | 4,6        | 160      | 0,82          | желтая/розово-красная           | 170                             |
| Белана    | 4,7               | 4,5        | 180      | 0,77          | желтая/красная                  | 180                             |
| Дыямент   | 4,9               | 4,8        | 170      | 0,75          | желтая/розово-красная           | 130                             |
| Зорка     | 4,7               | 4,8        | 175      | 0,92          | зеленая/пурпурно-красная        | 150                             |

\* Индекс формы: 0,90 => – овально-коническая; 0,80-0,89 – округлая; 0,80 < плоская, плоско-округлая

### **Заключение**

Мировой опыт и достижения селекции в настоящее время позволяют создавать сорта, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков. Объединение в одном генотипе нескольких генов позволяет получать новые гибридные формы с комплексом хозяйственно-ценных свойств. Развитие данного направления стало возможным благодаря появлению молекулярных маркеров идентификации генов, позволяющих достаточно быстро и надежно отбирать генотипы с заданными признаками.

На основе национальной коллекции яблони, включающей 1273 сортообразца, сформирована новая рабочая признаковая коллекция источников и доноров устойчивости к грибным болезням. С помощью молекулярных маркеров выявлены крупноплодные доноры – носители 2–3 олигогенов устойчивости к парше в одном геноме, мелкоплодные доноры – носители 1–3 олигогенов устойчивости к мучнистой росе.

Создан генетически разнообразный исходный материал с привлечением потомков диких видов яблони из sec. *Sorbomalus*, ser. *Baccatae* и Gr.  $\times$ *Prunifolia*, являющихся источниками доноров иммунитета к парше и мучнистой росе, а также новые сорта, высокоустойчивые к парше, позднего срока созревания: ‘Белана’, ‘Дыямент’, ‘Зорка’, ‘Красавіта’, ‘Нававіта’, ‘Сакавіта’, которые отличаются высококачественными плодами, высокой урожайностью, устойчивостью к болезням, продолжительным сроком хранения. Это подтверждает избранную стратегию работы по сбору и использованию генетических ресурсов яблони в Беларуси.

## Литература

- Вавилов Н. И. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям. М., 1986. 520 с.
- Козловская З. А. Совершенствование сортимента яблони в Беларуси. Минск, 2003. 168 с.
- Козловская З. А. Селекция яблони для интенсивных садов Беларуси. Lambert Academic Publishing. 2011. 390 с.
- Лангенфельд В. Г. Яблоня: Морфологическая эволюция, филогения, география, систематика. Рига, 1991. 234 с.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1999. 608 с.
- Урбанович О. Ю. Молекулярные методы идентификации и генотипирования яблони и груши. Минск, 2013. 209 с.
- Урбанович О. Ю., Козловская З. А., Картель Н. А. Методические рекомендации по идентификации и паспортизации сортов яблони и груши на основе ДНК-маркеров. Минск, 2011а. 31 с.
- Урбанович О. Ю., Козловская З. А., Картель Н. А. Методические рекомендации по идентификации на основе ДНК-маркеров генов устойчивости к парше яблони. Минск, 2011б. 32 с.
- Урбанович О. Ю., Козловская З. А., Картель Н. А. Методические рекомендации по идентификации на основе ДНК-маркеров генов устойчивости к мучнистой росе яблони. Минск, 2011в. 27 с.
- Kazlouskaya Z., Hashenka T. et al. Breeding of new apple cultivars in Belarus // Proceedings of The Latvian Academy of sciences: Sections B: Natural, exact and applied sciences. 2013. V. 67. № 2. P. 94–100.
- Urbanovich O. Y., Kazlouskaya Z. A. Identification of apple tree cultivars growing in Belarus using SSR-markers // Acta Hort. (ISHS). 2009. V. 839. P. 79–486.