

ISSN 0558-1125

УДК 634.11:631.524.86:632.4

В.В. ВАСЕХА, З.А. КОЗЛОВСКАЯ

РУП «Институт плодководства» (ИП) пос. Самохваловичи, Минская область, Беларусь

СОЗДАНИЕ ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЯБЛОНИ (*MALUS DOMESTICA* BORKH) С КОМПЛЕКСНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ПАРШЕ И ФИЛЛОСТИКТЕ**V.V. VASEKHA, Z.A. KOZLOVSKAYA**

Institute for Fruit Growing, Samokhvalovichi, Minsk district Belarus

CREATION OF APPLE (*MALUS DOMESTICA* BORKH/) HYBRID POPULATIONS WITH MULTIRESTANCE TO SCAB AND PHYLLOSTICTA

*Приводятся результаты оценки донорских способностей географически и генетически дифференцированных исходных форм яблони в селекции на комплексную устойчивость к парше (*Venturia inaequalis*) и филлостикте (*Phyllosticta mali*). Выявлены наиболее результативные комбинации скрещивания, обеспечивающие выход гибридных форм устойчивых к болезням, не ниже 50% в годы их эпифитотийного развития. На основании проведенного гибридологического и статистического анализа выделены новые доноры комплекса селективируемых признаков, производные *M. xfloribunda* – Имант, Priscilla, 86-55/53 (Белорусское малиновое Ч ВМ41497); *M. xmicromalus* – 82-115/76 (Белорусское малиновое Ч SR0523); *M. xdomestica* –78-15/245 (Prairie Spy Ч Орловская гирлянда + Белорусское малиновое).*

*Наводяться результати оцінки донорських здібностей географічно та генетично диференційованих вихідних форм яблуні при селекції на комплексну стійкість до парші (*Venturia inaequalis*) та філлостикти (*Phyllosticta mali*). Виявлено найбільш результативні комбінації схрещування, що забезпечують вихід стійких до патогенів гібридних форм не нижче 50% у роки епіфітотійного розвитку захворювань. На підставі проведеного гібридологічного і статистичного аналізу виділено нові донори комплексу селектованих ознак, похідні *M. xfloribunda*–78-15/245 Імант, Priscilla, 86-55/53 (Білоруське малинове Ч ВМ41497); *M. xmicromalus* – 82-115/76 (Білоруське малинове Ч SR0523); *M. xdomestica* –78-15/245 (Prairie Spy Ч Орловська гірлянда + Білоруське малинове).*

*The paper presents the results of the evaluation of donor's ability of the apple geo- and genediversity apple sources in the for breeding for multiresistance to scab (*Venturia inaequalis*) and phyllosticta (*Phyllosticta mali*). The most effective cross combinations were indicated (not less than 50% resistant hybrids in epiphitotic years). According to the hybridologic and statistic analysis new donors of multiresistance to diseases were revealed from the generation *M. xfloribunda* – 'Imant',*

'Priscilla', 86-55/53 ('Belorusskoye malinovoye' Ч ВМ41497); *M. xmicromalus* – 82-115/76 ('Belorusskoye malinovoye' Ч SR0523); *M. xdomestica* – 78-15/245 ('Prairie Spy' Ч 'Orlovskaya girlyanda' + 'Belorusskoye malinovoye').

Яблоня занимает первое место среди плодовых пород в странах умеренной зоны, что во многом обусловлено высокими потребительскими и технологическими качествами её плодов, стабильной урожайностью и экологической пластичностью. В Республике Беларусь по состоянию на 2009 г. в структуре плодовых насаждений на долю яблони приходится 66,5% площадей садов населения, фермерских хозяйств и сельскохозяйственных предприятий [6]. Одним из наиболее важных факторов, существенно снижающих потенциальную урожайность этой культуры, является действие биотических стрессоров, прежде всего фитопатогенов. В условиях Беларуси самыми распространенными и вредоносными типами болезней являются пятнистости – парша и филлостикта (возбудители – соответственно *Venturia inaequalis* (Coock.) Wint и *Phyllosticta mali* Prill. et Del.). Вследствие динамично изменяющихся метеорологических условий и расширяющегося популяционного разнообразия возбудителей основных заболеваний яблони все большую актуальность приобретает проблема сохранения экологической стабильности сортов в стрессовых условиях – эпифитотиях развития болезней [1, 2, 5].

Выделение высокоустойчивых и устойчивых сортов к комплексу заболеваний и их внедрение в промышленное садоводство является безопасным методом защиты данной культуры и высоко эффективным способом получения продукции с улучшенными экологическими характеристиками, что впоследствии будет способствовать уменьшению техногенной нагрузки на садовый биоценоз [3, 4]. Однако успешная целенаправленная работа не возможна без изучения амплитуды варьирования и степени константности селекционируемых признаков в гибридном потомстве и выделения на основе проведенного анализа новых источников и доноров, что позволит повысить эффективность селекционного процесса и подходить к подбору компонентов для скрещиваний на более высоком теоретическом уровне.

Методика исследований. Изучение донорских способностей географически и генетически дифференцированных исходных форм при селекции на комплексную устойчивость яблони к парше и филлостикте проводилось в селекционных садах РУП «Институт пловодства» 2007-2008 гг. посадки на протяжении 2008-2011 гг. Обработки фунгицидами против болезней не производились. Содержание междурядий – естественное залужение, схема посадки 4 Ч 2 м. Объектом исследований служил гибридный фонд яблони (351 корнесобственный сеянец), созданный с привлечением родительских форм, производных *M. xfloribunda* (источники гена *Rvi6*) – Имант, Priscilla, Topaz, 86-55/53 (Белорусское малиновое Ч ВМ41497), 86-39/105 (ВМ41497 Ч Антей), 16/22 (Prima Ч 85-15/88); *M. xmicromalus* (источник гена *Rvi5*) – 82-115/76 (Белорусское малиновое Ч SR0523); *M. xdomestica* – Љampion, Pinova,

78-15/245 (Prairie Spy Ч Орловская гирлянда + Белорусское малиновое). Глазомерный учет устойчивости к обоим болезням выполняли согласно «Программе и методике селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» по шестибальной шкале, где 0 баллов – поражение листьев отсутствует, 5 баллов – поражено в сильной степени свыше 50% листьев [7].

Результаты исследований и обсуждение. Определение достоверности между групповыми средними проводили посредством множественного сравнения образцов с использованием метода наименьшей существенной разницы по Фишеру, реализованного в программе статистического анализа Statistica 6.0 [8].

Метеорологические условия 2008-2011 гг. характеризовались разнообразием и в целом были благоприятными для развития гибридных сеянцев. В течение периода выполнения исследований погодные условия были благоприятными для развития фитопатогена *V. inaequalis*, обусловившие четыре последовательные эпифитотии данного заболевания в 2008, 2009, 2010 и 2011 гг. – позволяющие дать объективную оценку устойчивости изучаемого гибридного фонда к парше в полевых условиях. При жаркой погоде во второй-третьей декадах мая и июня 2010 и 2011 г. отмечено максимальное развитие филлостикты, что дало возможность оценить восприимчивость анализируемых сеянцев к возбудителю заболевания *P. mali*.

На протяжении всего периода исследований ежегодно отмечалась эпифитотии развития парши. На основе результатов проведенного дисперсионного анализа были выявлены статистически достоверные различия по устойчивости изучаемого гибридного фонда к заболеванию на протяжении 2008-2011 гг. (рис.1).

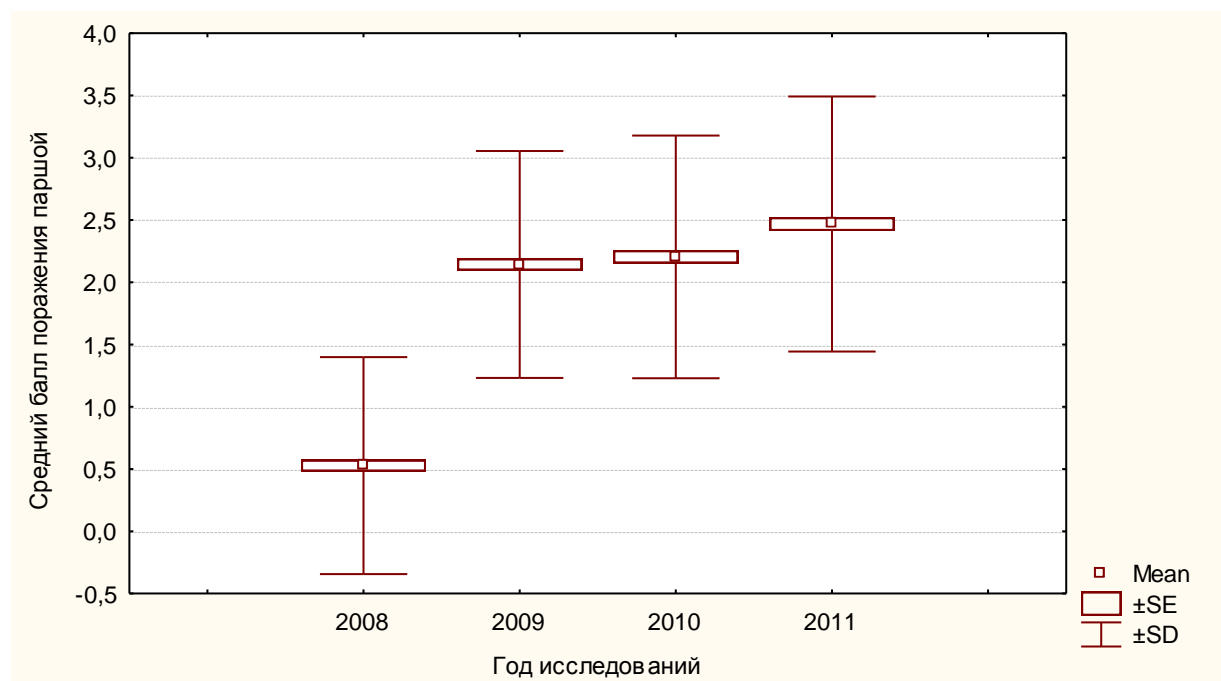


Рис.1 Поражение гибридных сеянцев яблони паршой в полевых условиях

Установлены значимые различия по устойчивости гибридного фонда к парше в полевых условиях в год максимального ее развития (2011) (средняя степень поражения 2,5 балла) по сравнению с предыдущими годами исследований (2008 – 0,5, 2009 – 2,1, 2010 – 2,2 балла). Несмотря на ежегодные эпифитотии парши, в 2011 г. существенное влияние на характер развития патогена оказал ряд факторов. Относительно теплая и мягкая зима 2010-2011 гг. обеспечила сохранность инфекционного запаса патогена на высоком уровне, ранняя весна без заморозков в сочетании с достаточным количеством влаги способствовала массовому первичному заражению, а теплая погода в летний период с частым выпадением осадков в июле-августе привела к дальнейшему прогрессирующему развитию возбудителя *V. inaequalis*.

При анализе распределения изучаемого потомства в конкретных гибридных семьях по группам устойчивости к парше максимальное количество восприимчивых к *V. inaequalis* семян во всех комбинациях скрещиваний отмечено в 2011 г. их доля варьировала от 5 до 24%. Только в семье 78-15/245 Ч Priscilla восприимчивых семян в там не выявлено (табл. 1).

1. Распределение гибридного потомства яблони по наследованию признака устойчивости к парше, 2008-2011 гг.

Комбинация скрещиваний	Количество растений, шт.	Год учетов	Количество семян со степенью поражения на естественном инфекционном фоне в баллах – %			
			0-1	2	3	4-5
78-15/245 Ч Priscilla	23	2008	69	13	13	5
		2009	30	30	27	13
		2010	26	30,5	43	0,5
		2011	35	35	30	0
Priscilla Ч 82-115/76	96	2008	83	6	8	3
		2009	30	39	18	13
		2010	24	41	22	13
		2011	16	42	22	20
16/22 Ч Topaz	56	2008	96	2	2	0
		2009	13	55	30	2
		2010	27	43	25	5
		2011	16	36	32	16
86-55/53 Ч Имант	59	2008	96	4	0	0
		2009	34	36	22	8

		2010	28	44	23	5
		2011	25	36	34	5
86-39/105 Ч Льampion	28	2008	90	7	3	0
		2009	11	57	20	12
		2010	18	39	28	15
		2011	3	36	46	15
Pinova Ч 86-39/105	89	2008	87	7	6	0
		2009	11	65	19	5
		2010	7	51	37	5
		2011	8	29	39	24

В течение периода исследований для всех гибридных потомств было характерно уменьшение доли высокоустойчивых форм. При этом на данный показатель не оказывали влияния ни характер устойчивости к парше родительских форм (моногенная или полигенная устойчивость), ни наличие моногенов устойчивости у одного или двух компонентов скрещивания. Так, в случае привлечения сортообразцов с различной степенью полигенной устойчивости в гибридизацию с исходными формами – носителями гена *Rvi6* количество растений без признаков или с единичными признаками поражения уменьшилось в среднем на 34-87%, что, прежде всего, свидетельствует о значительном влиянии на стабильность во времени устойчивости к парше генетической вариации, находящейся под полигенным контролем. На основании этого можно сделать вывод о различной селекционной ценности исходных форм яблони с полигенной устойчивостью – самое значительное уменьшение выхода высокоустойчивых генотипов было в потомстве от скрещиваний с относительно устойчивыми к заболеванию сортами Pinova и Льampion, что объясняется их генетической связью с восприимчивым к большинству рас сортом Golden Delicious.

При включении в гибридизацию родительских компонентов с разными моногенами резистентности к парше (*Rvi5* и *Rvi6*) с целью создания генотипов с дигенной устойчивостью к *V. inaequalis* так же отмечено значительное снижение количества высокоустойчивых генотипов. Однако суммарная доля высокоустойчивых и устойчивых сеянцев даже в год максимального развития болезни была не ниже 50%. Так, в семье Priscilla Ч 82-115/76 отмечено наименьшее количество (22%) среднепоражаемых растений с развитием парши 25%. Гибридное потомство, полученное от скрещиваний по типу «ген *Rvi6* Ч ген *Rvi6*», характеризовалось довольно стабильной устойчивостью к патогену *V. inaequalis* в течение 2008-2011 гг. Общее количество устойчивых сеянцев изменялось в пределах 52-61%.

Таким образом, на основании проведенного гибридологического анализа выявлены наиболее результативные комбинации скрещивания, потомство которых характеризовалось высоким уровнем устойчивости к парше. В семьях 16/22 Ч Topaz, Priscilla Ч 82-115/76, 86-55/53 Ч Имант, 78-15/245 Ч Priscilla доля семян со степенью поражения патогеном *V. inaequalis* не более 2 баллов в зависимости от гибридной популяции варьировала в пределах от 52 до 56,5%.

При сравнительном статистическом анализе ежегодного поражения данного гибридного фонда филлостиктой обнаружено значимое влияние фактора «год» (рис. 2).

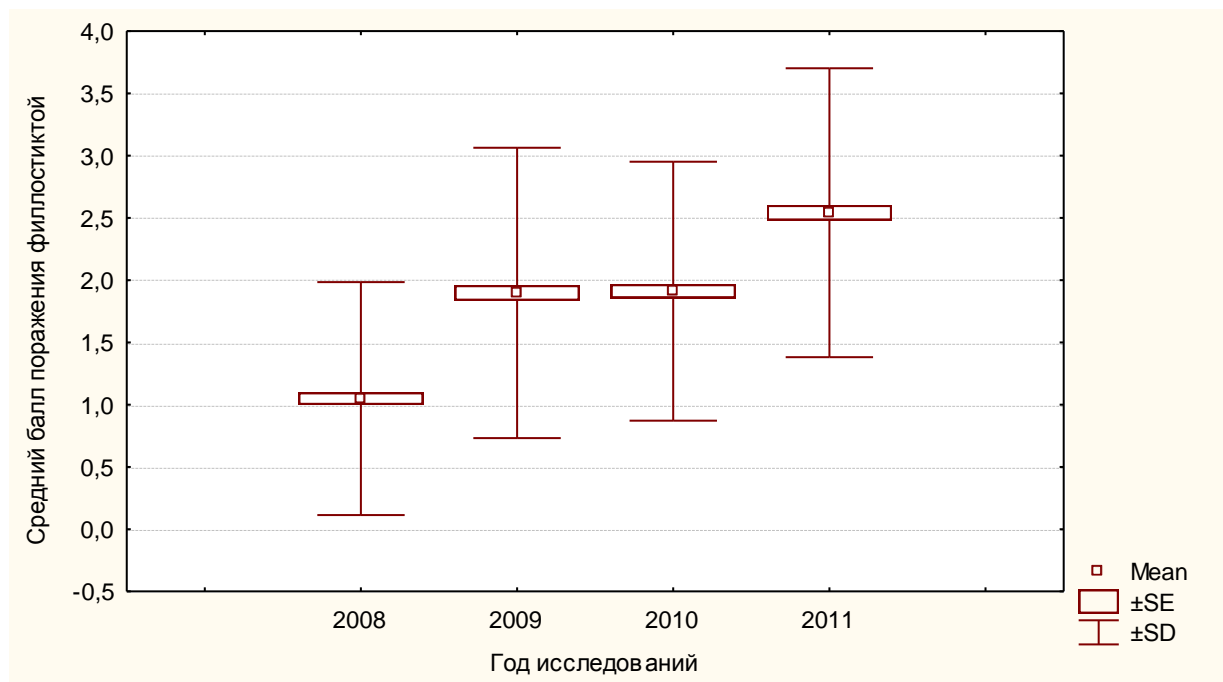


Рис. 2 Поражение гибридных семян яблони филлостиктой в полевых условиях

Установлено, что развитие патогена *P. mali* в 2011 г. (средний балл поражения 2,5) было существенно выше, чем в предыдущие годы исследований – средняя степень поражения заболеванием не превышала 1,0-1,9 балла. Максимальное развитие филлостикты в 2011 г. объясняется, прежде всего, биологическими особенностями её возбудителя. В условиях Беларуси критическим периодом являются вторая-третья декады мая-первая декада июня, когда для оптимального развития патогена необходимо обязательное наличие капельножидкой влаги и повышенной температуры (среднесуточная – не менее 10°C) [5]. Наиболее подходящие метеорологические условия за учетный период проведения исследований сложились именно в 2011 г., что и способствовало сильному поражению яблони филлостиктой.

Несмотря на изучение целого ряда сортов и отборных форм исследуемой культуры на этапе первичного сортоиспытания, в том числе и по признаку устойчивости к филлостикте, данных как о наследовании устойчивости к заболеванию, так и выделении новых доноров этого важного признака крайне мало.

При проведении гибридологического анализа было установлено расщепление изучаемого потомства каждой комбинации скрещивания на всевозможные группы по восприимчивости к патогену *P. mali* – поражения всех листьев до полного отсутствия его признаков. Такой характер наследования селективируемого признака согласуется с предположением о том, что он находится под полигенным контролем (таб. 2).

2. Распределение гибридного потомства яблони по наследованию признака устойчивости к филлостикте, 2008-2011 гг.

Комбинация скрещивания	Количество растений, шт.	Год учетов	Количество сеянцев со степенью поражения на естественном инфекционном фоне в баллах – %			
			0-1	2	3	4-5
78-15/245 Ч Priscilla	23	2008	66	17	17	0
		2009	52	46	0,5	1,5
		2010	84,5	13	1	1,5
		2011	18	47	17	18
Priscilla Ч 82-115/76	96	2008	68	16	11	5
		2009	55	20	11	14
		2010	53	28	12	7
		2011	45	30	16	9
16/22 Ч Topaz	56	2008	84	12	4	0
		2009	27	44	20	9
		2010	30	43	21	6
		2011	17	21	36	26
86-55/53 Ч Имант	59	2008	87	10	3	0
		2009	39	29	20	12
		2010	49	25	24	2
		2011	22	32	36	10
86-39/105 Ч Ъampion	28	2008	79	11	7	3
		2009	36	33	14	17
		2010	21	39	29	11
		2011	0	35	30	35
Pinova Ч 86-39/105	89	2008	75	15	9	1
		2009	44	29	20	7
		2010	23	40	25	12

		2011	7	18	26	49
--	--	------	---	----	----	----

Наличие восприимчивых к патогену сеянцев отмечено во всех гибридных семьях, в абсолютном большинстве случаев их максимальное количество приходится именно на 2011 г. – от 9 до 45%. Необходимо отметить, что как и в случае с паршой, четко прослеживается ежегодное снижение доли сеянцев без признаков поражения филлостиктой. В рамках данного тренда максимальное снижение количества высокоустойчивых генотипов выявлено среди потомства комбинации 86-39/105 Ч Лямпрюн: от 79% в 2008 г. до 0 в 2011. Наибольшее число среднепоражаемых растений (поражение – 3 балла) также было обнаружено именно в 2011 году – их доля колебалась от 17% в гибридных популяции 78-15/245 Ч Priscilla до 36 в семьях 16/22 Ч Тораз и 86-55/53 Ч Имант.

Необходимо отметить, что в течение многолетнего периода наблюдений в коллекционных насаждениях РУП «Институт плодоводства» у сортообразцов, включенных в гибридизацию, поражение заболеванием не превышало 1,5 баллов [3, 9].

Несмотря на полигенный характер устойчивости у всех изучаемых компонентов скрещиваний к патогену *P. mali* результативность их использования оказалась различной. Критерием оценки селекционной эффективности являлся суммарный выход сеянцев, у которых филлостиктой поражено до 10% листьев. Самым низким (25-38%) данный показатель оказался в трех гибридных семьях: Pinova Ч 86-39/105, 86-39/105 Ч Лямпрюн, 16/22 Ч Тораз. Однако на основе проведенного анализа удалось выделить высоко результативные комбинации скрещивания, в которых более 50% сеянцев проявили стабильную во времени полевую устойчивость к заболеванию в течение всего периода исследований. В год максимального развития заболевания суммарная доля генотипов, высокоустойчивых и устойчивых к возбудителю *P. mali*, в гибридных популяциях составила: 86-55/53 Ч Имант – 54%, 78-15/245 Ч Priscilla – 65%, Priscilla Ч 82-115/76 – 75%.

При анализе изучаемого гибридного фонда, на комплексную устойчивость к исследуемым болезням учитывали распределение гибридного потомства по всем группам устойчивости в течение 2008-2011 гг. Наиболее лимитирующими оказались условия 2011 года, в котором отмечено максимальное развитие обоих заболеваний. В таблице 3 приводятся данные о совместном наследовании двух признаков: устойчивость к парше и филлостикте, которая стабильно проявлялась на высоком уровне (сеянцы с поражением не более 10% листьев) в условиях эпифитотий данных заболеваний. Исходя из среднего балла поражения паршой потомства, на основе проведенного дисперсионного анализа выделены наиболее результативные комбинации скрещиваний 78-15/245 Ч Priscilla, 86-55/53 Ч Имант,

16/22 Ч Тораз, которые по данному показателю статистически значимо отличались от других вариантов (таб. 3)

3. Комплексная устойчивость гибридных сеянцев яблони к парше и филлостикте в год максимального развития заболеваний, 2011 г.

Комбинация скрещивания	Средний балл поражения потомства		Количество сеянцев с комплексной устойчивостью к обоим заболеваниям, %
	паршой *	филлостиктой	
78-15/245 Ч Priscilla	1,8 <i>a</i>	2,5 <i>bc</i>	48
86-55/53 Ч Имант	2,1 <i>ab</i>	2,3 <i>b</i>	47
16/22 Ч Тораз	2,4 <i>bc</i>	2,7 <i>bc</i>	34
Priscilla Ч 82-115/76	2,5 <i>c</i>	1,8 <i>a</i>	47
86-39/105 Ч Ъampion	2,6 <i>cd</i>	3,0 <i>cd</i>	25
Pinova Ч 86-39/105	2,8 <i>d</i>	3,2 <i>d</i>	15

*Примечание. Различие между средними у вариантов с одинаковыми буквенными обозначениями статистически не достоверны при $p < 0,05$.

По аналогичной схеме была проведена статистическая обработка данных по среднему баллу поражения анализируемых сеянцев филлостиктой в год максимального развития заболевания. Выявлены существенные отличия гибридного потомства семьи Priscilla Ч 82-115/76 (средний балл поражения 1,8) от других вариантов. Необходимо указать на хорошую результативность комбинаций скрещивания отнесенных в гомогенную группу «*b*»: 86-55/53 Ч Имант, 78-15/245 Ч Priscilla, 16/22 Ч Тораз, в которых средняя степень поражения патогеном *P. mali* находилась в пределах 2,3-2,7 балла.

Селекционная эффективность анализируемых исходных форм оказалась различной. Не в каждом варианте высокий уровень устойчивости к одному из заболеваний обеспечивал аналогичный выход генотипов, резистентных к другому патогену. Наиболее результативными оказались гибридные комбинации 86-55/53 Ч Имант, Priscilla Ч 82-115/76 и 78-15/245 Ч Priscilla, в которых 47-48% потомков унаследовали на высоком уровне стабильную во времени комплексную устойчивость к возбудителям *V. inaequalis* и *P. mali*.

Выводы. Основываясь на гибридологическом и статистическом анализе результатов оценки эффективности привлечения в гибридизацию исходных форм различного генетического происхождения на устойчивость к парше и филлостикте яблони были выделены новые доноры

комплекса селективируемых признаков – производные *M.×floribunda* – Имант, Priscilla, 86-55/53 (Белорусское малиновое Ч ВМ41497); *M.×micromalus* – 82-115/76 (Белорусское малиновое Ч SR0523); *M.×domestica* – 78-15/245 (Prairie Spy Ч Орловская гирлянда + Белорусское малиновое).

Список использованной литературы

1. Васеха, В.В. Реализация генетического потенциала рода *Malus* Mill. в создании сортов яблони интенсивного типа: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / В.В. Васеха. – Самохваловичи, 2011. – 20 с.
2. Гашенко, Т.А. Исходный материал яблони для создания высокопродуктивных сортов, сочетающих устойчивость к парше и высокое качество плодов: Дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Гашенко Татьяна Александровна. – Самохваловичи, 2011. – 130 с.
3. Козловская, З.А. Научные основы селекции яблони для интенсивных садов Беларуси: Дисс. ... доктора с.-х. наук: 06.01.05 / Козловская Зоя Аркадьевна. – Горки, 2006. – 312 с.
4. Комардина, В.С. Биоэкологические особенности и контроль развития гриба *Venturia inaequalis* Coocke Winter в яблоневых садах интенсивного типа: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / В.С. Комардина. – Прилуки, 2008. – 23 с.
5. Кунцевич, Л.В. Пятнистости яблони в условиях БССР и разработка способов борьбы с ними: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 094 / Л.В. Кунцевич. – Минск, 1969. – 26 с.
6. Плодоводство Республики Беларусь. Стат. сб. – Минск, 2010. – 327 с.
7. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИСПК; под ред. Е.Н. Седова. – Орел: ВНИСПК, 1995. – 502 с.
8. Халафян, А.А. STATISTICA 6. Статист. анализ данных / А.А. Халафян. – Москва: ООО «Бином-Пресс», 2010. – 528 с.
9. Ярмолич, С.А. Биологические особенности и хозяйственная ценность новых интродуцированных сортов и перспективных гибридов яблони Белорусской селекции: Дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Ярмолич Сергей Андреевич. – Самохваловичи, 2009. – 196 с.

Одержано редколегією 29.03.12