

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

Научно-методический журнал
Издается с января 2003 г.
Периодичность издания – 4 раза в год

2015 № 3

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь журнал включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным, техническим (сельскохозяйственное машиностроение) и экономическим (агропромышленный комплекс) наукам

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

Б. М. Шундалов. Экономическая эффективность производства рапса	5
И. И. Леньков. Структурные сдвиги – механизм эффективной адаптации страны в системе мирохозяйственных связей.....	9
К. А. Зинкович. Моделирование развития агротуристической кластерной структуры	13
А. А. Тимаев, А. А. Гончарова. Оценка инновационного потенциала на предприятиях пищевой промышленности Могилевской области	16
Н. Г. Шульский. Органическое производство продукции (сырья) и роль государственных органов в его организации	23
Б. М. Шундалов. Сахарная свекла в восточных регионах Беларуси	28
И. И. Лобан, С. Н. Шепелевич. Сателлитный счет по туризму: история развития и внедрение в Республике Беларусь	32
А. Мицкевич, Б. Мицкевич, Р. Юржак. Процесс расширения Европейского союза за счет принятия новых членов.....	39

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

П. А. Саскевич. Хозяйственная и экономическая эффективность десикации посевов подсолнечника, возделываемого в условиях северо-восточной части Беларуси	45
Д. В. Лужинский, Н. Ф. Надточаев, М. А. Мелешкевич, Д. Г. Пискун. Эффективность материальных вложений в производство зерна кукурузы.....	48
В. В. Скорина, О. Н. Бобкова. Селекционная оценка сортов салата	51
С. А. Иванов, В. З. Богдан, Т. М. Богдан, М. А. Литарная. Результаты оценки коллекционного материала льна-долгунца на продуктивность и качество	55
Я. С. Цымбал. Продуктивность различных видов многолетних трав в зависимости от удобрений	59
М. А. Кущук. Химический состав люцерно-злаковых травостоев в зависимости от системы удобрения и режимов использования	63
В. А. Левшунов, С. В. Лелес. Сортовые особенности пробудимости боковых почек яблони	66
М. Н. Ягло, В. А. Лях. Разнообразие окрасок семян у льна масличного и особенности их наследования	70
М. Ю. Шпак, Т. В. Никонович. Особенности развития растений-регенерантов земляники садовой (<i>Fragaria</i> × <i>Ananassa Duch.</i>) в культуре <i>in vitro</i> при различном освещении.....	73
Э. А. Петрович. Воспроизводство плодородия почв – основа сохранения и увеличения продуктивности земледелия	79
Е. А. Змиевская, Д. К. Егоров. Восстановительная способность и пыльцевая продуктивность линий-восстановителей фертильности ржи озимой.....	85
Н. В. Клебанович. Макро- и микроморфологические признаки дерново-подзолистых супесчаных окультуренных почв	90

А. В. Черенков, А. И. Желязков, А. Н. Козельский. Влияние предпосевной обработки семян на зерновую продуктивность сортов пшеницы озимой при выращивании после различных предшественников	94
И. Э. Бученков, И. В. Рышкель, О. С. Рышкель. Комплексное использование межродовой отдаленной ибридизации и полиплоидии в селекции смородины черной (<i>Ribes Nigrum L.</i>) и крыжовника (<i>Grossularia Reclinata Mill.</i>)	99
Л. М. Пузик, В. А. Бондаренко. Физические и теплофизические свойства капусты брюссельской	107
П. Н. Солонечный, Н. И. Васько, М. Р. Козаченко, А. Г. Наумов, О. Е. Важенина, О. В. Солонечная. GGE Biplot анализ результатов экологического сортоиспытания	110
М. О. Моисеева, Т. В. Никонович, М. М. Добродькин, А. В. Кильчевский. Изучение адаптивной способности и экологической стабильности перспективных гибридов перца сладкого	115
А. В. Кильчевский, А. М. Добродькин, И. Г. Пугачева, М. М. Добродькин. Проявление эффекта гетерозиса у томата по хозяйственно ценным признакам в пленочных теплицах	118
Г. Я. Биловус, И. С. Волощук. Влияние агроэкологических факторов на развитие болезней пшеницы озимой в условиях Западной Лесостепи Украины	122
Т. Н. Камедько, Р. М. Пугачев. Селекция земляники садовой на устойчивость к вертициллезному увяданию	126
А. И. Мыхлык, Н. А. Дуктова. Оценка фотосинтетической деятельности сортов овса посевного в зависимости от уровня азотного питания	130

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

В. А. Свитин. Эколого-экономические закономерности управления земельными ресурсами	138
Г. Г. Халимов, А. Г. Халимов, Б. Э. Хайридинов, Ж. Д. Садыков. Радиационный режим пластиковых бутылок как элементов водяного аккумулятора тепла в гелиотеплицах	144
В. И. Кумачев, А. Н. Медведников. Измерение уровня грунтовых вод для прогрессивных мелиоративных систем на полях	147
В. В. Васильев, О. А. Шавлинский. Оптимизация использования ресурсов при эксплуатации мелиоративных систем	151
М. А. Галстян. Проблемы управления водными ресурсами в решении снижения природных и экологических рисков	159
А. А. Мансуров, Ж. Д. Садыков, Г. Г. Халимов, Б. Ч. Холлиев, Н. С. Холмирзаев, К. К. Рахимова. Теплообмен при движении воздуха в подземном вентиляционном тракте	162
Ж. Д. Садыков, А. К. Ташатов, В. Д. Ким, Т. А. Файзиев, Т. З. Зияев, А. А. Мансуров. О температурной стратификации воздуха в солнечных сушильных установках	165

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

В. И. Василевский, В. А. Ким, А. Н. Каргашевич, А. Ф. Скадорва, В. И. Тимофеева. Устойчивость торможения тракторного поезда	169
В. В. Гусаров, С. В. Курзенков. Результаты экспериментальных исследований процесса обмолота бильным молотильным аппаратом с дифференцированным подбарабаньем	175
В. В. Гусаров, А. В. Ключков, С. В. Курзенков. Параметры зон воздействия молотильно-сепарирующего устройства на обмолачиваемую массу	182
М. Б. Гарба, А. С. Добышев, А. А. Шупилов. Передовые технологии применения коровьего навоза как источника энергии в Нигерии	188

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Н. С. Шатравко. Формирование коммуникативной компетентности преподавателя в процессе педагогической переподготовки	192
---	-----

ИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА

О. С. Носкова. Современные подходы к де бюрократизации государственного аппарата: опыт Грузии ..	197
---	-----

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова. Александр Арсеньевич Каликинский (к 100-летию со дня рождения)	202
Е. П. Колеснева. Памяти ученого и педагога	203
Сведения об авторах	204

И. Э. БУЧЕНКОВ, И. В. РЫШКЕЛЬ, О. С. РЫШКЕЛЬ
КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЖРОДОВОЙ ОТДАЛЕННОЙ
ГИБРИДИЗАЦИИ И ПОЛИПЛОИДИИ В СЕЛЕКЦИИ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ
(RIBES NIGRUM L.) И КРЫЖОВНИКА (GROSSULARIA RECLINATA MILL.)

(Поступила в редакцию 08.06.2015)

Проведены межродовые реципрокные скрещивания *Ribes nigrum* × *Grossularia reclinata*. Изучены морфологические и биологические особенности полученных гибридов. Выделены и переведены на полиплоидный уровень перспективные формы. Отдаленные межродовые скрещивания смородины черной и крыжовника более успешны, когда материнским растением является смородина черная. Амфигаплоиды *R. nigrum* × *Gr. reclinata* и *Gr. reclinata* × *R. nigrum* отличаются от исходных родительских форм стерильностью, характером роста, окраской побегов, плотностью прилегания почечных чешуй, формой почек, размерами листьев, соцветий, цветков в цветочных кистях.

We have conducted inter-generic reciprocal crossings of *Ribes nigrum* × *Grossularia reclinata*. We have examined morphological and biological features of the obtained hybrids. We have selected promising forms and transferred them to the polyploid level. Remote inter-generic crosses of black currants and gooseberries are more successful when the mother plant is a black currant. An efficient method of overcoming non-crossing of initial parental varieties of black currants and gooseberries in the remote hybridization is to wash the pistil of the mother plant before pollination by solutions of gumi, gidrogumat and humat in concentrations of 0.001, 0.1 and 0.01 %, respectively.

Введение

Ни один из селекционных методов не позволяет так широко обогащать генофонд культурных растений, как отдаленная гибридизация. В природных условиях различные виды растений формируются длительное время. Метод отдаленной гибридизации позволяет получать новые формы растений с различной наследственностью в относительно короткие сроки [3, 6, 8].

Ценность отдаленной гибридизации в создании мирового сортимента ягодных культур хорошо видна на примере семейства *Grossulariaceae* Dumort. Отдаленная гибридизация позволила вовлечь ценные геноносители родов *Ribes* L. и *Grossularia* Mill. В селекционный процесс и создать сорта с уникальными свойствами [4, 7, 9].

Анализ источников

Эффективность метода отдаленных скрещиваний в развитии теоретической биологии (проблемы видообразования, филогении, наследственных взаимосвязей) и практическом преобразовании природы (получение новых форм культурных растений) доказана работами отечественных и зарубежных ученых. Наиболее перспективен синтез видов по типу уже существующих, но с иным геномным составом, что связано с дальнейшим совершенствованием методов переноса чужеродных генов, рекомбинации и генетического конструирования геномов для получения нового поколения сортов с высокой экологической адаптацией к регионам возделывания [8, 10].

Интерес к отдаленным скрещиваниям в селекции смородины и крыжовника с целью преодоления некоторых недостатков присущих этим культурам возник еще в конце XIX века. Первые попытки отдаленной гибридизации смородины черной и крыжовника были сделаны Е. Culveruell (1883), S. Mackfarlan (1885), S. Wilson (1895), F. Nilsson (1900). В первой половине XX века отдаленные межродовые гибриды получили Е. Koche (1902), А. Berger (1924), Р. Lorenz (1929), Е. Markham (1936), S. Anderson (1943), А. Vaarama (1948), М. Smidt (1952) [1].

В России с 1936 г. В ЦГЛ им. И.В. Мичурина была начата работа по межродовому скрещиванию смородины черной с крыжовником [1]. Первое нормально плодовитое гибридное растение между смородиной черной (сорт Неаполитанская) и крыжовником (смесь пыльцы сортов Зеленый бутылочный, Аликант, Индустрия) получил С.Х. Дука (1934) в Украинском институте плодоводства [5].

В Беларуси первые бесплодные и частично плодовитые гибриды между смородиной черной и крыжовником были получены в 40-х гг. А. Г. Волузневым, а с 1965 г., наряду с основными селекционными методами, при получении сортимента смородины черной и крыжовника началась разработка метода отдаленной гибридизации в семействе *Grossulariaceae* Dumort. В конкретных эколого-

климатических условиях [1]. Одним из первых смородинно-крыжовниковых гибридов, нашедших хозяйственное применение, была йошта. Она выгодно сочетает в себе ценные признаки родительских форм: бесшипность побегов, сильнорослость, гроздевидное плодоношение, крупноплодность. Гибрид устойчив к ряду болезней и вредителям, что делает его особенно ценным при производстве экологически чистой продукции [13].

Одна из причин, сдерживающих широкое использование отдаленной гибридизации в селекции смородины и крыжовника, – нескрещиваемость исходных родительских форм. Нескрещиваемость может проявляться с момента попадания пыльцы на рыльце пестика, когда задерживается и подавляется рост пыльцевых трубок, или при нарушениях отдельных этапов развития зародыша и эндосперма, что вызывает гибель, либо формирование неполноценного гибридного семени [2, 12].

Одним из методов преодоления несовместимости исходных родительских форм при отдаленных скрещиваниях является обработка пестика материнского растения перед опылением стимуляторами роста. Биологически активные вещества способствуют развитию гибридных плодов и полноценных семян, которые в обычных условиях не образуются [1].

При работе по отдаленной гибридизации смородины и крыжовника уже изучена эффективность использования растворов нитрогумата, хлоргумата, гиббереллина, индолилуксусной и нафтилуксусной кислот. Однако к настоящему времени синтезированы и выделены биологическим путем сотни веществ, которые все еще остаются малоизученными.

Методы исследования

Исследования проводили в отделе селекции ягодных культур белнии плодоводства (с 1992 по 1998 гг.), на агробиологической станции БГПУ им. М. Танка (с 1999 по 2008 гг.) И опытном поле полесгугу (с 2009 по 2013 гг.).

В качестве родительских форм использовали сорта смородины черной – Кантата 50, Минай Шмырев, Церера, Купалинка, Катюша, Память Вавилова; крыжовника – Белорусский красный, Яровой, Машека, (10Д-52 × Яровой). Отдаленные межродовые реципрокные скрещивания *R. Nigrum* × *Gr. Reclinata* были направлены на получение бесшипных и слабошиповатых с высоким содержанием витаминов форм крыжовника и крупноплодных форм смородины черной.

Задачи исследований включали: получение межродовых гибридов смородины черной и крыжовника на основе белорусских сортов; оценка морфологических, биологических и хозяйственных признаков полученных гибридов; выделение перспективных форм для дальнейшего использования.

Полевые опыты и наблюдения проводили по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [11].

Для преодоления несовместимости исходных родительских сортов при отдаленных скрещиваниях использовали метод промывки пестика материнского растения перед опылением растворами гидрогумата, гумата, гуми и гетероауксина. Качество гибридных семян оценивали путем их проращивания после стратификации с последующим учетом проросших к общему количеству высевных. Исследования проводили на комбинациях скрещивания: *R. Nigrum* × *Gr. Reclinata* – Церера × (10 Д-52) × Яровой, Память Вавилова × Машека; *Gr. Reclinata* × *R. Nigrum* – (10 Д-52 × Яровой) × Церера, (10 Д-52 × Яровой) × Кантата 50.

В качестве метода преодоления стерильности отдаленных гибридов использовали аллополиплоидию. При этом верхушечные почки стерильных амфигаплоидов в стадии набухания обрабатывали 1 % раствором колхицина в воде методом наложения желатиновых капсул при экспозиции 36 часов. После обработки почки промывали водой и проводили стимуляцию 0,001 % раствором гетероауксина.

Первоначальный отбор тетраплоидных форм проводили по морфологическим признакам (размеры листьев, характер роста побегов). Измененные побеги отчеренковывали и укореняли в условиях искусственного тумана. На следующий год отбор амфидиплоидов проводили по результатам цитологического анализа – подсчета числа хромосом в ядрах соматических клеток [14].

Результаты исследований и их обсуждение. Всего в 58 комбинациях скрещиваний опылено 9249 цветков, высеяно 1559 гибридных семян, из которых выращено 146 растений (табл. 1). Исследования показали, что межродовые скрещивания удаются редко (завязываются единичные плоды). Наиболее высокие показатели образования завязи в вариантах скрещивания *R. Nigrum* × *Gr. Reclinata* (от 16,2 до 18,3 %), ниже – при опылении крыжовника пыльцой смородины черной (от 0,3 до 9,8 %).

Таблица 1. Результаты межродовой гибридизации смородины и крыжовника

№ п/п	Комбинация скрещивания	Опылено цветков, шт.	Завязываемость плодов, %	Собрано плодов, %	Высеяно семян, шт.	Всхожесть семян, %	Выращено сеянцев, шт.
1	2	3	4	5	6	7	8
R. nigrum × Gr. reclinata							
1	Церера × (10Д-52 × Яровой)	175	16,2-18,3* 17,3**	6,6-7,5 7,1	47	19,7-38,1 28,9	3
2	Церера × Белорусский красный	182	16,4-18,0 17,2	2,8-3,7 3,3	29	3,8-16,1 10,0	2
3	Церера × Яровой	147	16,7-17,2 16,9	1,0-6,2 3,6	21	4,2-19,0 11,6	1
4	Церера × Машека	182	1,6-18,1 17,3	0,7-5,7 3,2	28	5,7-17,7 11,7	2
5	Кантата 50 × (10Д-52 × Яровой)	164	16,2-17,8 17,0	0,6-7,8 4,2	34	2,8-16,8 9,8	3
6	Кантата 50 х Белорусский красный	166	17,0-18,2 17,6	1,1-4,2 2,7	19	5,5-15,2 10,4	1
7	Кантата 50 × Яровой	172	16,3-17,9 17,1	3,2-7,2 5,2	38	17,1-34,2 25,7	7
8	Кантата 50 × Машека	179	16,8-17,6 17,2	4,7-7,6 6,1	45	19,6 - 35,7 27,7	12
9	Минай Шмырев × (10Д-52 × Яровой)	161	17,0-17,2 17,1	2,5-6,2 4,4	32	14,2-27,1 20,7	5
10	Минай Шмырев × Белорусский красный	177	16,9-18,0 17,5	0,9-5,1 3,0	28	11,8-18,7 15,3	3
11	Минай Шмырев × Яровой	184	16,7-17,1 16,9	1,9-6,8 4,4	39	17,1-28,2 22,7	7
12	Минай Шмырев × Машека	169	16,4-17,5 17,0	6,8-7,3 7,1	57	25,2-38,0 31,6	5
13	Купалинка × (10Д-52 × Яровой)	155	16,2-18,1 17,2	1,8-5,4 3,6	27	6,4-18,9 12,7	3
14	Купалинка × Белорусский красный	158	16,4-17,5 17,0	2,5-7,5 5,0	34	12,5-37,2 24,9	4
15	Купалинка × Яровой	160	16,7-17,8 17,3	6,0-7,8 6,9	46	18,4-38,1 28,3	3
16	Купалинка × Машека	161	16,5-18,2 17,4	1,7-6,2 3,9	27	7,9-20,7 14,3	2
17	Катюша х (10 Д -52 × Яровой)	172	16,9-18,0 17,5	4,7-6,9 5,8	45	16,1-36,9 26,5	3
18	Катюша × Белорусский красный	178	17,1-17,9 17,5	0,9-4,1 2,5	22	8,5-16,6 12,6	2
19	Катюша × Яровой	174	16,8-17,6 17,2	5,2-7,2 6,2	44	10,3-22,4 16,4	1
20	Катюша × Машека	176	17,4-17,7 17,6	6,1-7,4 6,8	54	15,0-25,2 20,1	4
21	Память Вавилова × 10 Д -52 × Яровой	181	16,2-18,3 17,3	4,6-6,8 5,7	46	6,2-19,9 13,1	6
22	Память Вавилова × Белорусский красный	168	17,2-18,0 17,6	5,5-6,9 6,2	51	11,4-21,0 16,7	1
23	Память Вавилова × Яровой	172	16,5-17,7 17,1	3,8-5,5 4,7	34	8,9-17,3 13,1	3
24	Память Вавилова × Машека	174	17,0-17,4 17,2	4,7-6,0 5,4	42	9,1-19,6 14,4	5
25	Церера × смесь пыльцы крыжовника	181	16,2-16,9 16,6	1,7-4,8 5,4	27	14,3-20,4 17,4	3
26	Кантана 50 × смесь пыльцы крыжовника	179	16,9-17,3 17,1	3,2-5,6 4,4	32	6,2-12,5 9,3	2
27	Минай Шмырев × смесь пыльцы крыжовника	167	16,4-17,8 17,1	2,1-4,7 3,4	27	7,8-19,8 13,8	1
28	Купалинка × смесь пыльцы крыжовника	161	16,6-17,0 16,8	0,9-7,1 4,0	31	17,5-20,1 18,8	3
29	Катюша × смесь пыльцы крыжовника	180	16,9-17,6 17,3	3,4-6,4 4,9	39	21,6-31,1 26,4	1
30	Память Вавилов × смесь пыльцы крыжовника	176	16,3-18,1 17,2	6,4-7,8 7,1	35	28,2-30,0 29,1	4

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Gr. reclinata x R. nigrum							
31	(10 Д -52 × Яровой) × Церера	154	03,-9,1 4,7	13,9-21,2 17,6	15	7,1-9,8 8,5	1
32	(10 Д -52 × Яровой) × Кантата 50	148	0,5-7,2 3,9	14,5-18,7 16,6	14	2,2-5,7 3,9	3
33	(10 Д -52 × Яровой) × Минай Шмырев	131	04,-6,1 3,3	12,8-15,1 13,9	12	4,3-6,3 5,3	1
34	(10 Д -52 × Яровой) × Купалинка	140	0,9-7,8 4,4	16,3-20,0 13,9	14	4,8-7,1 5,9	1
35	(10 Д -52 × Яровой) × Катюша	159	8,0-8,2 4,5	17,0-21,2 14,5	19	6,5-10,2 8,3	2
36	(10 Д -52 × Яровой) × Память Вавилова	137	1,1-5,4 3,2	14,1-15,0 14,5	17	5,4-8,5 6,9	3
37	Белорусский красный × Церера	157	1,5-7,0 4,3	18,7-24,3 21,5	21	3,1-5,9 4,5	4
38	Белорусский красный × Кантата 50	145	2,1-4,2 3,2	13,1-16,4 14,8	11	4,0-6,1 5,1	1
39	Белорусский красный × Минай Шмырев	139	3,3-8,4 5,9	17,2-25,2 21,2	22	6,6-9,0 7,8	1
40	Белорусский красный × Купалинка	156	0,9-5,4 3,1	14,6-17,5 16,0	12	7,0-9,9 8,5	1
41	Белорусский красный × Катюша	143	1,8-6,6 4,2	16,8-19,4 18,1	15	5,7-7,2 6,4	1
42	Белорусский красный × Память Вавилова	152	2,0-7,3 4,7	19,1-20,9 20,0	18	9,0-11,4 10,2	1
43	Яровой × Церера	134	2,3-8,5 5,4	19,7-23,2 21,5	23	4,9-6,4 5,7	2
44	Яровой × Кантата 50	151	1,7-6,0 3,9	16,1-19,8 17,9	17	6,1-10,9 8,5	1
45	Яровой × Минай Шмырев	160	3,2-4,7 4,0	18,6-20,7 19,6	20	8,7-12,7 10,7	2
46	Яровой × Купалинка	129	1,4-3,4 2,4	13,2-16,5 14,9	13	5,0-11,0 8,0	1
47	Яровой × Катюша	161	3,7-8,7 6,2	19,5-24,9 22,2	33	9,2-12,9 11,2	3
48	Яровой × Память Вавилова	157	3,5-9,8 6,7	18,9-25,1 22,0	31	7,8-11,8 9,8	2
49	Машека × Церера	147	0,3-6,6 3,4	12,8-14,2 13,5	12	2,2-8,4 5,3	1
50	Машека × Кантата 50	161	0,8-6,2 3,5	14,1-16,3 15,2	14	3,5-11,9 7,7	2
51	Машека × Минай Шмырев	152	1,2-7,3 4,3	15,0-19,7 17,4	19	4,9-10,0 7,5	2
52	Машека Х Купалинка	165	1,7-8,5 5,1	16,5-21,3 18,9	11	4,0-12,7 8,4	1
53	Машека × КАТЮША	129	0,9-4,8 2,8	13,0-15,1 14,1	10	2,2-11,9 7,0	1
54	Машека × Память Вавилова	136	07-5,1 2,9	12,9-16,4 14,6	13	5,8-10,0 7,9	1
55	(10 Д-52 × Яровой) × смесь пыльцы R. Nigrum	148	6,2-9,0 7,6	15,7-25,2 20,4	21	6,3-11,7 9,0	2
56	Белорусский Красный × смесь пыльцы R. Nigrum	154	4,8-7,4 6,1	19,1-24,9 22,0	20	7,6-12,5 10,1	1
57	Яровой × смесь пыльцы R. Nigrum	133	5,6-8,7 7,2	20,8-25,1 23,1	18	2,1-11,8 6,9	1
58	Машека × смесь пыльцы R. nigrum	140	1,4-7,9 4,7	17,3-20,8 19,0	14	2,3-12,9 7,6	1

Примечание: *колебания показателей по годам; **средние данные.

Анализ сформированных гибридных плодов и семян gr. Reclinata × r. Nigrum показал, что масса плодов изменяется в пределах 3,5–4,5 г, форма округло-овальная, диаметр более 20 мм, окраска – темно-бордовая. Количество семян на ягоду варьирует от 6 до 19. Всхожесть гибридных семян низкая (12,8–25,2 %). Прорастают они не дружно. В вариантах скрещиваний r. Nigrum × gr. Reclinata образуются округлые, черного цвета плоды, весом до 1,7 г. Количество семян на один плод варьирует от 8 до 34. Всхожесть семян низкая – от 0,6 до 7,8 %.

Изучение влияния ростовых веществ на преодоление нескрещиваемости родительских форм показало, что скрещивания г. *Nigrum* × гр. *Reclinata* удаются довольно легко при использовании химической предобработки. Во всех случаях использования гидрогумата, гумата, гуми и гетероауксина получен высокий процент завязываемости плодов (32,8 – 67,2 %). Всхожесть семян низкая (0,8 – 12,6 %). Следует отметить большой процент уродливых, щуплых, недоразвитых семян при использовании предобработки пестика гетероауксином. В комбинациях скрещивания гр. *Reclinata* × г. *Nigrum* процент вызревших плодов колеблется в пределах 0,4 – 42,9 %. В контрольных вариантах без предобработки завязывались единичные ягоды. Всхожесть семян очень низкая – от 0,3 до 9,8 % (табл. 2).

Таблица 2. Завязываемость плодов и всхожесть гибридных семян при скрещиваниях смородины и крыжовника с использованием ростовых веществ

Комбинация скрещивания	Вариант воздействия	Концентрация раствора, %	Завязываемость плодов, %*	Всхожесть семян, %*
R. nigrum x Gr. reclinata	контроль	–	8,28±0,54	0,31±0,01
	гетероауксин	0,001	34,01±0,67 33,62±0,72	2,53±0,33
		0,01		2,34±0,12
		0,1		1,72±0,21
		0,5		0,85±0,3 4
	гидрогумат	0,001	32,87± 0,41	9,57±0,47
		0,01	34,56± 0,64	12,31±0,51
		0,1	38,65± 0,57	10,05±0,42
		0,5	32,94±0,31	3,83±0,34
	гумат	0,001	33,73± 0,62	10,31±0,61
		0,01	52,82± 0,79	12,51±0,74
		0,1	41,91± 0,67	11,22± 0,51
		0,5	33,07±0,38	2,74 ±0,22
	гуми	0,001	67,24±0,61	12,61±0,64
		0,01	54,42±0,70	7,78±0,48
0,1		47,51±0,64	5,13±0,33	
0,5		35,89±0,43	0,97± 0,11	
Gr. reclinata x R. nigrum	контроль	-	0,19±0,01	0,28±0,01
	гетероауксин	0,001	0,27±0,02	0,19±0,02
		0,01	0,18±0,03	0,17±0,02
		0,1	0,16±0,01	0
		0,5	0	0
	гидрогумат	0,001	0,39±0,02	1,24± 0,03
		0,01	10,61±0,11	5,52±0,07
		0,1	42,98±0,29	9,81±0,09
		0,5	2,54 ±0,07	0,79± 0,04
	гумат	0,001	28,66±0,14 41,75±0,21	6,47±0,09
		0,01		8,58±0,11
		0,1		4,25±0,07
		0,5		0,59±0,02
	гуми	0,001	42,61±0,25	9,28±0,77
		0,01	27,04±0,16	7,14±0,05
0,1		3,77±0,09	2,85±0,02	
0,5		0,49±0,01	0,39±0,01	

Примечание: *представлены значения $X \pm sx$.

Таким образом, для преодоления нескрещиваемости исходных родительских сортов смородины черной и крыжовника эффективным является применение метода промывки пестика материнского растения перед опылением растворами гуми, гидрогумата и гумата в концентрациях 0,001, 0,1 и 0,01 % соответственно. Указанные концентрации растворов являются оптимальными, так как при их использовании наблюдаются максимальные показатели завязываемости ягод и всхожести гибридных семян. Использование ростовых веществ в более высоких концентрациях снижает показатели гибридизации, что может быть связано с угнетающим действием испытуемых растворов. Применение в качестве ростового вещества гетероауксина малоэффективно, так как наряду с увеличением завязываемости плодов, значительно снижается всхожесть гибридных семян.

Использование метода преодоления нескрещиваемости и разнообразие вовлекаемых в скрещивания сортов в многолетних экспериментах способствовали получению фонда межвидовых гибридов первого поколения с промежуточным характером проявления большинства признаков. Среди полученных гибридных растений по комплексу хозяйственно ценных признаков выделены 11 перспективных форм: R. nigrum × Gr. reclinata – Церера × Машека, Память Вавилова × Машека, Церера × (10 Д-52 × Яровой), Катюша × (10 Д-52 × Яровой), Купалинка × Белорусский красный, Купалинка × (10 Д-52 × Яровой); Gr. reclinata × R. nigrum – Машека × Минай Шмырев, (10 Д-52 × Яровой) × Купалинка, (10 Д-52 × Яровой)

× Память Вавилова, (10 Д-52 × Яровой) × Церера, Белорусский красный × Кантата 50. Анализ морфо-анатомических особенностей отобранных гибридов показал, что объединение геномов различных видов приводит к возникновению морфологических особенностей несвойственных исходным формам. Это характерно для строения вегетативных и генеративных органов (табл. 3).

Таблица 3. Морфо-анатомические и биологические особенности смородины черной, крыжовника и их гибридов от реципрокных скрещиваний

Признак	<i>R. nigrum</i>	<i>Gr. reclinata</i>	<i>R. nigrum</i> × <i>Gr. reclinata</i>	<i>Gr. reclinata</i> × <i>R. nigrum</i>
куст	высокий	среднерослый	гетерозисный	гетерозисный
побег окраска поверхность	темно-коричневая гладкая	темно-буро-серая шелушащаяся	буровато-коричневая сильно шелушащаяся	буро-серая слабо шелушащаяся
почки форма окраска положение ко-во в пазухе листа	заостренная светло- коричневая сильно отклонены 1	овально-заостренная темно- коричневая отклонены 1	удлиненно-коническая буро- коричневая сильно отклонены 1–2	удлиненно-заостренная зеленовато- коричневая отклонены 1
лист длина, см ширина, см форма окраска край эфирные железки	6,42±0,34 6,78±0,56 5-лопастная светло-зеленый мелкозубчатый есть	3,96±0,18 4,52±0,12 3–5-лопастная темно-зеленый крупнородчатый отсутствуют	4,26±0,32 4,38±0,22 3–5-лопастная темно-зеленый крупнозубчатый отсутствуют	5,64±0,71 5,12±0,08 3–5-лопастная темно-зеленый двойкозубчатый отсутствуют
черешок длина, см	4,51±0,16	1,95±0,21	2,27±0,38	2,67±0,41
цветочная кисть длина, см количество цветков, шт.	5,34±0,38 8,45±0,11	1,80±0,78 1-2	3,97±0,87 9,40±0,11	3,81±0,48 1-5
цветок длина, мм диаметр, мм	7,54±0,12 8,0310,27	9,38±0,16 4,32±0,18	7,22±0,51 9,21±0,72	8,32±0,37 12,40±0,11
завязь	средняя	крупная	крупная	крупная
ягода форма масса, г окраска	округлая 1,2 черная	овальная 3,7 желто-зеленая	округлая 1,6 черная	овальная 2,2 черная

Отличительной особенностью гибридов являются новообразования, возникновение которых можно объяснить перегруппировкой отдельных хромосом и их частей. Многие признаки являются ценными для селекции. Это высокая зимостойкость, увеличение количества цветков в кистях, отсутствие шипов. Всем гибридным формам характерно наличие гетерозиса, который проявляется у межродовых гибридов в развитии мощных растений, крупных листьев, образовании длинных побегов замещения, меньшей требовательности к условиям выращивания.

Сравнивая реципрокные гибриды, можно отметить наличие у них общих признаков характерных только гибридам такого типа. Сюда необходимо отнести строение куста, соцветий, форму листьев и цветков. Гибриды *R. nigrum* × *Gr. reclinata* – от смородины черной унаследовали наличие цветка при основании кисти, белые кончики по краям зубчиков листа, отсутствие шипов; от крыжовника – отсутствие ароматических железок, узкий гипантий, крупную ребристую завязь. К новообразованиям следует отнести своеобразную форму куста, горизонтальное положение цветочных кистей. Растения стерильны. Гибриды *Gr. reclinata* × *R. nigrum* – от смородины черной унаследовали частичное опушение оси цветочной кисти, матовую поверхность листовых пластинок, гладкую завязь; от крыжовника – цилиндрическую форму гипантия, опушение на столбике пестика. Среди новообразований следует отметить резко направленные вверх, а затем поникающие цветочные кисти. Растения стерильны.

Несмотря на наличие у отобранных форм хозяйственно ценных признаков, устойчивая стерильность не позволяет использовать их непосредственно в практических целях. Причины стерильности отдаленных гибридов в семействе *Grossulariaceae* Dumort. изучались многими селекционерами [1, 9, 14]. Согласно их данным, мейоз у отдаленных гибридов и соответствующих исходных форм проходит различно. Мейотическое деление клеток исходных форм (различные сорта смородины черной и крыжовника) в высокой степени нормально. Нарушения, отмеченные в отдельных мейоцитах, незначительны. В процессе мейоза у гибридных форм наблюдается отсутствие конъюгации между несколькими парами хромосом, что обусловлено генетическими отличиями и частичной гомологией между хромосомами различных видов.

В качестве метода преодоления стерильности отдаленных гибридов использовали аллополиплоидию. По всем комбинациям скрещиваний обработано 106 почек. Первоначальный отбор тетраплоидных форм проводили по морфологическим признакам: побеги с укороченными междоузлиями и крупными, темно-зелеными, кожистыми, с неровной поверхностью листьями. На следующий год отбор амфидиплоидов проводили по результатам цитологического анализа – подсчета числа хромосом в ядрах соматических клеток. В результате были отобраны амфидиплоидные формы, объединяющие в своем геноме два полных набора хромосом от каждой из родительских форм (табл. 4).

Таблица 4. **Обобщенные результаты полиплоидизации стерильных амфигаплоидов смородины и крыжовника**

Амфигаплоид	Обработано почек, шт.	Отобрано побегов тетраплоидного типа на основе морфологического анализа		Укоренилось побегов		Отобрано амфидиплоидов на основе цитологического анализа	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
<i>R. nigrum</i> × <i>Gr. reclinata</i>	67	36	57,73	23	34,33	18	26,87
<i>Gr. reclinata</i> × <i>R. nigrum</i>	39	28	71,79	21	53,85	9	23,08

Анализ морфо-анатомических и биологических особенностей амфидиплоидов позволил выделить признаки, которые отличают их от соответствующих амфигаплоидов (табл. 5).

Таблица 5. **Сравнительный анализ амфигаплоидов и амфидиплоидов *R. nigrum* × *Gr. reclinata*, *Gr. reclinata* × *R. Nigrum***

Признак	<i>R nigrum</i> × <i>Gr. reclinata</i>		<i>Gr. reclinata</i> × <i>R nigrum</i>	
	амфигаплоид 2n = 16	амфидиплоид 2n = 32	амфигаплоид 2n = 16	амфидиплоид 2n = 32
куст	гетерозисный раскидистый	гетерозисный раскидистый	гетерозисный раскидистый	гетерозисный раскидистый
побег окраска поверхность	буровато-коричневая сильно шелушащаяся, без шипов	коричневая слабо шелушащаяся, без шипов	буро-серая слабо шелушащаяся, с редкими шипами	серая почти гладкая с редкими шипами
почки форма окраска прилегание чешуй	удлинненно-коническая буро-коричневая рыхлое	округло-коническая бурая плотное	удлинненно-заостренная зеленовато-коричневая рыхлое	удлинненная тупая серая плотное
лист длина, см ширина, см форма окраска край основание эфирные железки	4,26±0,32 4,38±0,22 3–5-лопастная темно-зеленая крупнозубчатый деформированное отсутствуют	6,03±0,71 6,27±0,92 3–5-лопастная темно-зеленая городчатозубчатый усеченное отсутствуют	5,64±0,71 5,12±0,08 3–5 лопастная темно-зеленая двоякозубчатый деформированное отсутствуют	7,64±0,34 7,03±0,27 3–5-лопастная темно-зеленая городчатый усеченное отсутствуют
черешок длина, см	2,27±0,38	3,71±0,22	2,67±0,41	4,02±0,59
соцветие тип длина, см положение	3–8-цветковая кисть, реже кисте-зонтик 3,97±0,87 почти горизонтальное	6–8-цветковая кисть 5,17±0,24 слегка изогнутое вверх	1–5-цветковая кисть 3,81±0,46 направлены вверх	3–6-цветковая кисть 6,37±0,62 распростертое
цветок длина, мм диаметр, мм	7,22±0,51 9,21±0,72	9,36±0,21 12,49±0,17	8,32±0,37 12,40±0,11	10,67±0,25 13,81±0,19
нормально сформированных пыльцевых зерен, %	0	68,51–71,74	0	59,63–70,22
ягоды средний вес, г форма окраска время созревания	– – – –	1,4 овальная, суженная черная конец августа	– – – –	2,4 овальная, сплюснутая темно-бордовая середина августа
количество семян, шт/плод	–	7–10	–	11–16
завязываемость плодов при свободном опылении, %	–	48,61–53,42	–	39,83–47,58

Амфидиплоиды *R. nigrum* × *Gr. reclinata* – кусты гетерозисные, без шипов, отличаются от амфигаплоидов по характеру поверхности и окраске побегов, плотностью прилегания почечных чешуй, размерами листьев и цветочных кистей. Растения образуют поздно созревающие ягоды массой до 1,4 г, промежуточного типа с ароматной мякотью и матовой кожицей почти черного цвета. Ягоды в кистях по 6–8. Количество семян на один плод до 10 шт. Завязываемость плодов при свободном опылении

до 53,42 %. Содержание нормально сформированных пыльцевых зерен 68,51–71,74 % в отличие от полностью стерильной пыльцы амфигаплоидов.

Амфидиплоиды *Gr. reclinata* × *R. nigrum* – кусты гетерозисные с редкими шипами в узлах побегов, отличаются от амфигаплоидов по характеру поверхности и окраске побегов, форме почек, степени прилегания почечных чешуи, размерам листьев, соцветий, цветков. Большинство цветков образуют крупные до 2,4 г ягоды. Ягоды овальные, слегка сплюснутые на полюсах, расположены по 3–6 на общей длинной оси. Содержание семян в ягодах 11–16 шт. Кожица плодов толстая, мякоть – ароматная. Ягоды созревают в середине августа. Завязываемость плодов при свободном опылении от 39,83 до 47,58 %. Содержание нормально сформированных пыльцевых зерен до 70,22 %.

Заключение

1. Отдаленные межродовые скрещивания смородины черной и крыжовника более успешны, когда материнским растением является смородина черная.

2. Амфигаплоиды *R. nigrum* × *Gr. reclinata* и *Gr. reclinata* × *R. nigrum* отличаются от исходных родительских форм стерильностью, характером роста, окраской побегов, плотностью прилегания почечных чешуй, формой почек, размерами листьев, соцветий, цветков в цветочных кистях.

3. Эффективным методом преодоления нескрещиваемости исходных родительских сортов смородины черной и крыжовника при отдаленной гибридизации является промывка пестика материнского растения перед опылением растворами гуми, гидрогумата и гумата в концентрациях 0,001, 0,1 и 0,01 % соответственно.

4. Преодоление стерильности амфигаплоидов *R. nigrum* × *Gr. reclinata* и *Gr. reclinata* × *R. nigrum* возможно при их переводе на тетраплоидный уровень путем обработки верхушечных почек в стадии начала распускания наложением желатиновых капсул с 1% водным раствором колхицина в течение 36 часов.

5. Амфидиплоиды *R. nigrum* × *Gr. reclinata* и *Gr. reclinata* × *R. nigrum* отличаются от стерильных амфигаплоидов нормальной плодовитостью, а также ценными для селекции новообразованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бавтуто, Г. А. Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной полиплоидии и мутагенеза: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05 / Г. А. Бавтуто; Тартуский гос. ун-т. – Тарту, 1980. – 49 с.

2. Банникова, В. П. Цитозембриология межвидовой несовместимости у растений / В. П. Банникова. – Киев: Наукова думка, 1975. – 284 с.

3. Бученков, И. Э. Создание исходного селекционного материала смородины и крыжовника на основе отдаленной гибридизации и автополиплоидии: автореф. дис. ... к. с.-х. н.: 06.01.05 / И. Э. Бученков; БелНИИ земледелия и кормов – Жодино, 1998. – 20 с.

4. Бученков, И. Э. Создание исходного селекционного материала плодово-ягодных культур (смородина черная и красная, крыжовник, микровишня войлочная, черешня, айва обыкновенная) / И. Э. Бученков. – Минск, 2013. – 203 с.

5. Дука, С. Х. Новая форма ягодного растения / С. Х. Дука. – Яровизация. – 1940. – № 3. – С. 119–122.

6. Еремин, Г. В. Повышение эффективности использования отдаленной гибридизации в селекции плодовых и ягодных культур / Г. В. Еремин // Отдаленная гибридизация и полиплоидия в селекции плодовых и ягодных культур: тез. докл. на секции садоводства РАСХН. – Орел, 1993. – С. 3–5.

7. Кузьмин, А. Я. Отдаленная гибридизация в семействе крыжовниковых / А. Я. Кузьмин, Н. И. Чувашина // Отдаленная гибридизация растений и животных. – М., 1960. – С. 113–126.

8. Курсаков, Г. А. Отдаленная гибридизация и перспективы ее использования в селекции плодовых растений / Г. А. Курсаков // Отдаленная гибридизация и полиплоидия в селекции плодовых и ягодных культур: тезисы докл. на секции садоводства РАСХН. – Орел, 1993. – С. 33.

9. Мелехина, А. А. Межвидовые скрещивания смородины / А. А. Мелехина. – Рига: Зинатне, 1974. – 118 с.

10. Огольцова, Т. П. Улучшение селекционных признаков черной смородины методом отдаленной гибридизации / Т. П. Огольцова, С. Д. Князев // Садоводство и виноградарство. – 1995. – № 1. – С. 19–21.

11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел, 1999. – 608 с.

12. Суриков, И. М. Генетика внутривидовой несовместимости мужского гаметофита и пестика у цветковых растений / И. М. Суриков. – Успехи современной генетики. – М.: Наука, 1972. – 119 с.

13. Фогель, И. Ю. Биологические особенности, продуктивность и размножение йошты в условиях Закарпатья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / И. Ю. Фогель; БелНИИ плодоводства. – Самохваловичи, 1993. – 26 с.

14. Чувашина, Н. П. Цитогенетика и селекция отдаленных гибридов и полиплоидов смородины / Н. П. Чувашина. – Л.: Наука, 1980. – 121 с.