

И. Э. БУЧЕНКОВ, А. Г. ЧЕРНЕЦКАЯ

ПРЕОДОЛЕНИЕ НЕСОВМЕСТИМОСТИ ПРИ ОТДАЛЕННЫХ РЕЦИПРОКНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ И КРЫЖОВНИКА

(Поступила в редакцию 10.04 14)

Приводятся данные о влиянии биологически активных веществ на преодоление несовместимости при отдаленной гибридизации смородины черной и крыжовника. Эффективным способом преодоления барьера несовместимости исходных родительских форм при отдаленных скрещиваниях в семействе *Grossulariaceae Dumort.* является применение водных растворов гуми и агростимулина (0,001%), гидрогумата и эмистима (0,1%), гумата и ивина (0,01%) для промывки пестика материнского растения перед опылением.

We have presented data about the influence of biologically active substances on overcoming incompatibility during remote hybridization of black currant and gooseberry. An efficient method of overcoming the barrier of incompatibility of initial parental forms during remote crossings in the family *Grossulariaceae Dumort.* is application of water solutions of gumi and agrostimulin (0.001%), gidrogumat and emistim (0.1%), gumat and ivin (0.01%) for the washing of parental plant pistil before the pollination.

Введение

Среди ягодных кустарников, выращиваемых в Беларуси, важными культурами являются смородина (*Ribes L.*) и крыжовник (*Grossularia Mill.*). Их ягоды, богатые ценным набором витаминов, минеральных солей, ферментов играют существенную роль в рациональном питании, профилактике, успешном лечении многих заболеваний человека. В этой связи работа с этими культурами имеет особую важность.

Смородина и крыжовник имеют ряд ценных хозяйственных признаков, но не лишены определенных недостатков, мешающих их более широкому внедрению в сельскохозяйственное производство. Возможность создания на основе отдаленной гибридизации растения, объединяющего лучшие признаки смородины и крыжовника и лишённого их недостатков, открывает перспективу для значительного увеличения производства поливитаминной продукции. Развитие работ по отдаленной гибридизации имеет большое значение в решении ряда биологических проблем, т. к. позволяет путем прямых экспериментов решать вопросы видообразования, филогении, интродукции и наследственных взаимосвязей [4]. Эффективность метода отдаленных скрещиваний в практическом преобразовании природы является в настоящее время вполне доказанной работами и достижениями как отечественных, так и зарубежных ученых [11]. 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].

Целью наших исследований было изучение возможности преодоления несовместимости родительских форм при отдаленных скрещиваниях в семействе *Grossulariaceae Dumort.* на основе промывки пестика материнского растения перед опылением растворами гидрогумата, гумата, гуми (1996–1998 гг.) и эмистима, агростимулина, ивина (2009–2012 гг.). Проведен анализ всхожести полученных гибридных семян.

Анализ источников

Теоретические вопросы несовместимости занимают значительное место в исследованиях генетиков. Этой проблеме посвящена серия обзоров, выполненных еще в прошлом веке [10, 12, 14, 16, 17]. К настоящему времени разработаны различные методики преодоления нескрещиваемости при отдаленной гибридизации: смывание секрета с несовместимого рыльца, укорочение длины столбика, введение пыльцы внутрь завязи, выделение гибридных зародышей в молодом возрасте и выращивание их на искусственных питательных средах, предварительное вегетативное сближение, обработка пыльцы ионизирующим излучением, метод посредника [5–7, 13, 15]. Но наиболее эффективным методом преодоления несовместимости исходных родительских форм при отдаленных скрещиваниях является обработка пестика материнского растения перед опылением биологически активными веществами – стимуляторами роста. При работе по отдаленной гибридизации смородины и крыжовника уже изучена эффективность использования растворов нитрогумата, хлоргумата, гиббереллина, индолуксусной и нафтилуксусной кислот [1]. Однако синтезированы и выделены сотни соединений, которые еще остаются малоизученными.

Методы исследования

Исследования проводили в 1996–1998 гг. на агробиологической станции Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка на комбинациях скрещивания: *R. nigrum* × *Gr. reclinata* – Церера × (10 Д-52 × Яровой), Память Вавилова × Машека, Минай Шмырев × Белорусский

красный; *Gr. reclinata* × *R. nigrum* – (10 Д-52 × Яровой) × Церера, Белорусский красный × Кантата 50, Машека × Память Вавилова, а с 2009 по 2012 гг. на опытном поле Полесского государственного университета на комбинациях скрещивания: *R. nigrum* × *Gr. reclinata* – Кантата 50 × Белорусский красный, Память Вавилова × Белорусский сахарный, Минай Шмырев × Машека; *Gr. reclinata* × *R. nigrum* – Белорусский сахарный × Кантата 50, Машека × Церера, Яровой × Минай Шмырев. В качестве биологически активных веществ использовали следующие соединения:

Гидрогумат – регулятор роста растений гуминовой природы, выделенный из торфа. Препаративная форма – коричневый 10%-процентный водный раствор, действующим веществом которого являются натриевые соли модифицированных гуминовых кислот. Обладает стимулирующими рост, адаптогенными и протекторными свойствами, усиливает иммунитет растений к неблагоприятным факторам среды, повышает всхожесть семян и урожайность растений [3].

Гумат – является продуктом высокотехнологичной переработки низинного торфа. Содержит легко растворимые калиевые соли гуминовых и фульвокислот и комплекс хелатных микроэлементов. Препаративная форма – темно-коричневый водный концентрат. Обладает стимулирующим эффектом и фунгицидной активностью. Ускоряет рост и развитие растений, повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям, повышает урожайность и улучшает качество продукции [3].

Гуми – жидкий комплексный биопрепарат. Содержит: азот (2 %), фосфор (2 %), калий (3 %), бор (0,2 %), медь (0,003 %), марганец (0,03 %). Препаративная форма – 20 % водный концентрат коричневого цвета. Повышает защитные свойства растений, ускоряет всхожесть семян и процессы роста растений [3].

Эмистим – высокоэффективный биостимулятор роста растений широкого спектра действия, продукт биотехнологического выращивания грибов-эпифитов, выделенных из корневой системы женьшеня и облепихи. Препаративная форма – прозрачный бесцветный водно-спиртовой раствор. Содержит сбалансированный комплекс фитогормонов ауксиновой и цитокиносиновой природы, аминокислот, углеводов, жирных кислот, микроэлементов. Увеличивает энергию прорастания и полевую всхожесть семян, повышает устойчивость растений к стрессовым факторам (высоким и низким температурам, засухе, фитотоксическому действию пестицидов), повышает урожай и улучшает качество растительной продукции [9].

Агростимулин – комплекс регуляторов роста природного происхождения и синтетических аналогов фитогормонов. Препаративная форма – прозрачный бесцветный водно-спиртовой раствор. Повышает урожай, улучшает качество продукции, увеличивает устойчивость растений к стрессовым факторам [9].

Ивин – аналог природных фитогормонов, эффективный регулятор роста. Препаративная форма – прозрачный бесцветный водный раствор. Способствует снижению заболеваний растений, уменьшению поступления радионуклидов и тяжелых металлов в растения [9].

Водные растворы вышеуказанных ростовых препаратов использовали в концентрациях 0,001; 0,01; 0,1; 0,5 %. Перед опылением в носик пипетки помещали пестик кастрированного цветка материнского растения и промывали его раствором определенной концентрации. После промывки проводили опыление в соответствии со схемой скрещиваний. Пестик растений контрольного варианта промывали водой. Обработка гетероауксином проводилась с целью сравнения, как с наиболее часто используемым ростовым веществом. Повторность 3-кратная. В каждом варианте опыта опыляли от 100 до 120 цветков. Завязываемость гибридных плодов определяли в процентах к общему количеству цветков опыленных в каждом варианте. Всхожесть гибридных семян оценивали путем их проращивания после стратификации с последующим учетом проросших к общему количеству высевных. Полевые опыты и наблюдения проводили по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [8].

Основная часть

Обобщенные средние суммарные данные завязываемости плодов и всхожести гибридных семян по различным вариантам обработки представлены в таблице. В комбинациях скрещивания *Gr. reclinata* × *R. nigrum* процент завязавшихся и вызревших плодов колеблется в пределах 0,16–42,98 %, в контрольных вариантах без предобработки – 0,19 %. Максимальные показатели завязываемости плодов характерны для вариантов обработки 0,1 % растворами гидрогумата (42,98 %), 0,001 % растворами гуми (42,61 %), 0,01 % растворами гумата (41,75 %). Всхожесть семян очень низкая от 0,17 до 13,55%, в контрольных вариантах завязывались единичные ягоды. Максимальный процент всхожести семян характерен для вариантов использования 0,001 % растворов агростимулина (13,55).

Обобщенные данные завязываемости плодов и всхожести гибридных семян при отдаленных скрещиваниях смородины черной и крыжовника

Комбинация скрещивания	Вариант опыта	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	2,53±0,33
		0,01	33,62±0,72	2,34±0,12
		0,1	33,14±0,58	1,72±0,21
		0,5	32,91±0,39	0,85±0,34
	гидрогумат	0,001	32,87±0,41	9,57±0,47
		0,01	34,56±0,64	10,05±0,42
		0,1	38,65±0,57	12,31±0,51
		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
	эмистим	0,001	24,21±0,32	2,21±0,05
		0,01	28,33±0,38	8,33±0,18
		0,1	37,75±0,54	12,50±0,53
		0,5	13,82±0,18	5,75±0,16
	агростимулин	0,001	44,51±0,69	17,62±1,33
		0,01	40,75±0,65	13,50±0,63
		0,1	32,33±0,41	8,37±0,29
0,5		17,22±0,24	4,43±0,14	
ивин	0,001	18,75±0,25	4,50±0,15	
	0,01	27,33±0,35	9,83±0,31	
	0,1	20,21±0,27	5,23±0,15	
	0,5	9,66±0,16	2,33±0,07	
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
		0,5	0,0	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	6,47±0,09
		0,01	41,75±0,21	8,58±0,11
		0,1	22,42±0,14	4,25±0,07
		0,5	0,89±0,13	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
	эмистим	0,001	22,33±0,29	0,98±0,03
		0,01	24,55±0,33	4,33±0,12
		0,1	30,50±0,47	7,50±0,25
		0,5	11,75±0,19	3,75±0,11
	агростимулин	0,001	36,25±0,52	13,55±0,65
		0,01	31,33±0,49	7,25±0,24
		0,1	26,43±0,35	3,33±0,11
0,5		11,55±0,17	0,97±0,09	
ивин	0,001	19,56±0,21	0,45±0,05	
	0,01	31,42±0,42	7,75±0,22	
	0,1	22,25±0,26	2,85±0,12	
	0,5	10,12±0,15	0,25±0,03	

Заключение

Установлено, что эффективным для преодоления барьера несовместимости исходных родительских форм при отдаленных скрещиваниях в семействе *Grossulariaceae Dumort.* является применение водных растворов гуми и агростимулина (0,001 %), гидрогумата и эмистима (0,1 %), гумата и ивина (0,01 %) для промывки пестика материнского растения перед опылением. 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 на пестики материнских растений. Применение в качестве ростового вещества гетероауксина малоэффективно, так как наряду с увеличением завязываемости плодов, значительно снижается всхожесть гибридных семян.

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. Цитоэмбриология межвидовой несовместимости у растений / В. П. Банникова. – Киев, 1975. – 284 с.
3. Бученков, И. Э. Пути преодоления нескрещиваемости при отдаленной гибридизации в семействе крыжовниковых / И. Э. Бученков // Весці Акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 1998. – №1. – С. 48–50.
4. 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.
5. Дуброва, В. П. Изменение завязываемости семян при отдаленной гибридизации пшеницы в зависимости от предварительных воздействий на материнские растения / В. П. Дуброва // Ученые записки БГУ. Сер. биол. – 1975. – № 37. – С. 254.
6. Иоффе, М. Д. Культура изолированных зародышей покрытосеменных растений на искусственной среде / М. Д. Иоффе, Г. Я. Жукова // Ботанический журнал СССР. – 1965. – № 50. – С. 1157.
7. Линскенс, Г. Ф. Реакция торможения при несовместимом опылении и ее преодоление / Г. Ф. Линскенс // Физиология растений. – 1973. – № 20. – С. 192.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
9. Рекомендации по применению регуляторов роста в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / под ред. В. П. Деевой. – Минск, 2005. – 23 с.
10. Суриков, И. М. Генетика внутривидовой несовместимости мужского гаметофита и пестика у цветковых растений / И. М. Суриков. – Успехи современной генетики. – М.: Наука, 1972. – 119 с.
11. Цицин, Н. В. Проблемы отдаленной гибридизации / Н. В. Цицин // Проблемы отдаленной гибридизации: сб. науч. ст. / АН СССР, Главный ботанический сад; под ред. Н.В. Цицина. – М.: Наука, 1979. – С. 5–20.
12. Crowe, L. K. The evolution of outbreeding in plants. / L. K. Crowe // Heredity. – 1964. – № 19. – P. 435.
13. Hecht, A. Inactivation of incompatibility / A. Hecht // Amer. J. Bot. – 1966. – № 53. – P. 615.
14. Lewis, D. Comparative incompatibility in angiosperms and fungi / D. Lewis // Advances Genet. – 1954. – № 6. – P. 235.
15. Maheshwari, P. Intra-ovarian pollination in *Eschscholzia californica* Cham., *Agremone mexicana* L. and *A. ochroleuca* Sweet. / P. Maheshwari, K. Kanta // Nature. – 1961. – № 191. – P. 304.
16. Martin, F. W. The inheritance of unilateral incompatibility in *Lycopersicon hirsutum* / F. W. Martin // Genetics. – 1964. – № 8. – P. 459.
17. Pandey, K. K. Evolution of gametophyte and sporophyte systems of self-incompatibility in angiosperms / K. K. Pandey // Evolution. – 1960. – № 14. – p. 98.