

ПРЕОДОЛЕНИЕ НЕСОВМЕСТИМОСТИ ПРИ ОТДАЛЕННЫХ РЕЦИПРОКНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ И КРЫЖОВНИКА

И. Э. Бученков, канд. с.-х. наук, доцент;

А. Г. Чернецкая, канд. с.-х. наук, доцент

Полесский государственный университет,
г. Пинск, Беларусь, e-mail: butchenkow@mail.ru

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. Применение в качестве ростового вещества гетероауксина малоэффективно, так как наряду с увеличением завязываемости плодов значительно снижается всхожесть гибридных семян.

Ключевые слова: отдаленная гибридизация, несовместимость, смородина черная, крыжовник, Гуми, гидрогумат, гумат, Эмистим, Ивин, Агростимулин, гетероауксин.

Введение.

Развитие работ по отдаленной гибридизации имеет большое значение в реше-

нии ряда биологических проблем, позволяет путем прямых экспериментов решать вопросы видообразования, филогении, ин-

продукции и наследственных взаимосвязей [4]. Эффективность метода отдаленных скрещиваний в развитии теоретической биологии и 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 (*Ribes L.*) и крыжовника (*Grossularia Mill.*), – 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].

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, 6, 7, 13, 15].

Однако наиболее эффективным методом преодоления несовместимости исходных родительских форм при отдаленных скрещиваниях является обработка пестика материнского растения перед опылением биологически активными веществами – стимуляторами роста [1].

При работе по отдаленной гибридизации смородины и крыжовника уже изучена эффективность использования растворов нитрогумата, хлоргумата, гиббереллина, индолилуксусной и нафтилуксусной кислот [1]. Однако к настоящему времени синтезированы и выделены из растений и грибов сотни соединений, которые еще остаются малоизученными.

Методика исследований.

Нами изучена возможность преодоления несовместимости родительских форм при отдаленных скрещиваниях в семействе *Grossulariaceae Dumort.* на основе промывки пестика материнского растения перед опылением растворами гидрогумата, гума-

та и Гуми (1996-1998 гг.), Эмистима, Агrostимулина и Ивина (2009-2012 гг.). Также проведен анализ всхожести полученных гибридных семян.

Гидрогумат – регулятор роста растений гуминовой природы, выделенный из торфа. Препаративная форма – коричневый 10 % -ный водный раствор, действующим веществом которого являются натриевые соли модифицированных Гуминовых кислот. Обладает ростостимулирующими, 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 легкорастворимые 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 %-ный 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 цитокиносинной 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].

Агrostимулин – 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].

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
<i>R. nigrum</i> x <i>Gr. reclinata</i>	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
		НСП	1,24	0,89
	Гидрогумат	0,001	32,87± 0,41	9,57±0,47
		0,01	34,56± 0,64	10,05±0,42 12,31±0,51
		0,1	38,65± 0,57	3,83±0,34
		0,5	32,94±0,31	
		НСП	1,03	0,91
	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
		НСП	1,36	1,14
	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
		НСП	1,09	1,00
	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
		НСП	0,96	0,87
	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
		НСП	1,32	0,90
	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
		НСП	1,27	1,05
<i>Gr. reclinata</i> x <i>R. nigrum</i>	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
		НСП	0,58	0,71
	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
		НСП	1,62	0,94
	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
		НСП	1,67	1,12
	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
		НСП	1,04	1,33
	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
		НСП	1,25	0,89
	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
		НСП	1,43	1,07
	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
		НСП	1,10	0,85

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].

Исследования проводили в период с 1996 по 1998 г. 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 г. – 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.

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 высеванных.

Полевые опыты и наблюдения проводили по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных

культур [8]. Наименьшую существенную разницу и определение достоверности результатов проводили по F-критерию Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Результаты исследований.

Обобщенные средние суммарные данные завязываемости плодов и всхожести гибридных семян по различным вариантам обработки представлены в таблице.

Установлено, что при использовании химической предобработки скрещивания *R. nigrum* × *Gr. reclinata* удаются довольно легко по сравнению с контролем. Во всех случаях использования растворов ростовых веществ получен высокий процент завязываемости плодов (9,66...67,24 %). Всхожесть семян низкая (0,85...17,62 %). Следует отметить большой процент уродливых, щуплых, недоразвитых семян при использовании предобработки пестика гетероауксином.

В комбинациях скрещивания *Gr. reclinata* × *R. nigrum* процент завязавшихся и вызревших плодов колеблется в пределах 0,16...42,98 %. В контрольных вариантах без предобработки завязывались единичные ягоды. Всхожесть семян очень низкая – от 0,17 до 13,55 %.

Выводы. Наши исследования показали, что эффективным приемом 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. Цитозембриология межвидовой несовместимости у растений / В. П. Банникова. – Киев: Наукова думка, 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. ... канд. с.-х. наук.: 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.

UDK 631.523:634.721

OVERCOMING INCOMPATIBILITY IN REMOTE RECIPROCAL CROSSES OF BLACK CURRANTS AND GOOSEBERRIES

*I. E. Buchenkov, candidate of agricultural sciences, assistant professor;
A. G. Chernetskaya, candidate of agricultural sciences, assistant professor*

Polesky State University, Pinsk, Belarus,
e-mail: butchenkow@mail.ru

The article deals with the data on influence of biologically active substances on overcoming the incompatibility in remote hybridization of black currants and gooseberries. The effective way to overcome the barrier of incompatibility of original parental forms of remote hybridization in the family Grossulariaceae Dumort is the application of aqueous solutions of gumi and agrostimulin (0,001 %), gidrogumate and emistim (0,1 %), humate and ivin (0,01 %) to wash pestle of the parent plant before pollination. The application of indoleacetic acid as a growth substance is ineffective because alongside with an increase in fruit setting the germination of hybrid seeds reduces significantly.

Keywords: remote hybridization, incompatibility, black currants, gooseberries, gumi, gidrogumat, humate, emistim, ivin, agrostimulin, indoleacetic acid.

References:

1. Bannikova, V. P. Cytoembryology of interspecific incompatibility in plants / V. P. Bannikova. – Kiev: Naukova Dumka, 1975. – 284 p.
2. Bavtuto, G. A. The enrichment of the genetic fund and the creation of the original material of fruit crops on the basis of experimental polyploidy and mutagenesis: abstract dis.... Dr. biol. Sciences: 03.00.05 / G. A. Bavtuto, Tartu State University. – Tartu, 1980. – 49 p.
3. Buchenkov, I. E. Creating a source of breeding material currants, gooseberries on the basis of distant hybridization and autotetraploids: Author. dis. ... PhD. agricultural: 06.01.05 / I. E. Buchenkov; Bel. Research Institute farming and feed. – Zhodino, 1998. – 20 p.

4. Buchenkov, I. E. Ways of overcoming incompatibility at distant hybridization in the family of gooseberry / I. E. Buchenkov // *Vesti Academy of Sciences of Belarus. Ser. biol.* – 1998. – № 1. – P. 48-50.
5. Crowe, L. K. The evolution of outbreeding in plants / L. K. Crowe // *Heredity.* – 1964. – № 19. – P. 435.
6. Dubrova, V. P. Changing the seed set in the distant hybridization of wheat from the preliminary effects on mother plants / V. P. Dubrova // *Proceedings of the BSU. Ser. biol.* – 1975. – № 37. – P. 254.
7. Hecht, A. Inactivation of incompatibility / A. Hecht // *Amer. J. Bot.* – 1966. – № 53. – P. 615.
8. Joffe, M. D. The culture of isolated nuclei of angiosperms in the built environment / M. D. Joffe, G. Y. Zhukov // *Botanical Journal of the USSR.* – 1965. – № 50. – P. 1157.
9. Lewis, D. Comparative incompatibility in angiosperms and fungi / D. Lewis // *Advances Genet.* – 1954. – № 6. – P. 235.
10. Linskens, G. F. The reaction of inhibition in an incompatible pollination and its overcoming / G. F. Linskens // *Plant Physiology.* – 1973. – № 20. – P. 192.
11. 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.
12. Martin, F. W. The inheritance of unilateral incompatibility in *Lycopersicon hirsutum* / F. W. Martin // *Genetics.* – 1964. – № 8. – P. 459.
13. Pandey, K. K. Evolution of gametophyte and sporophyte systems of self-incompatibility in angiosperms / K. K. Pandey // *Evolution.* – 1960. – № 14. – P. 98.
14. Program and methods of studying the varieties of fruit, berry and nut crops / Under the edition of Society. Ed. E. N. Sedov, et.al. Ogoltsova. – Orel, 1999. – 608 p.
15. Recommendations for using growth regulators in the cultivation of agricultural crops / Under. Ed. V. P. Deeva. – Minsk, 2005. – 23 p.
16. Surikov, I. M. Genetics intraspecific incompatibility of male gametophyte and pistil in flowering plants / I. M. Surikov. – The successes of modern genetics. – Moscow: Nauka, 1972. – 119 p.
17. Tsitsin, N. V. Problems hybridization / N. V. Tsitsin // *Problems of hybridization: Fri. Scientific. Art. / USSR Academy of Sciences, Botanical Garden, ed. N. V. Tsitsin.* – Moscow: Nauka, 1979. – P. 5-20.