

УДК 634.72:634.1:581.162.41

КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ ВИДОВ И ОТДАЛЕННЫХ ГИБРИДОВ В СЕМЕЙСТВЕ GROSSULARIACEAE DC

¹Гаврилова О.А., ²Тихонова О.А.¹ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова» РАН, Санкт-Петербург,

e-mail: gavrilo@binran.ru;

²ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)»,
Санкт-Петербург, e-mail: o.tikhonova@vir.nw.ru

Статья посвящена изучению качества пыльцы тетраплоидных смородинно-крыжовниковых (Jošta, Kroma, B 1323/3 и 3231) и отдаленных межвидовых гибридов (*R. hudsonianum* × *R. dikuscha*; 046 Petroc 69; 048 Petjancz 33; Длиннокистная ЦГЛ) и видов из родов *Ribes* (*R. nigrum* subsp. *europaeum*, *R. aureum*, *R. spicatum*) и *Grossularia* (*G. reclinata*, *G. divaricata*, *G. nivea*) (семейство Grossulariaceae). Материал был получен из коллекции черной смородины НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» и коллекции ботанического сада БИН РАН. Фертильность пыльцы изучали с помощью традиционного ацетокарминового метода, определение жизнеспособности проводили путем прорастивания пыльцевых зерен на искусственных питательных средах. Для выявления особенностей формирования пыльцы просматривали стадии ее развития каждые 2–4 дня от начала вегетации до фазы выдвижения кистей (образование отдельных пыльцевых зерен). Исследования проводили с помощью светового микроскопа. Почти у всех изученных образцов наблюдалось одновременно наличие разных стадий формирования пыльцевых зерен. Отмечено, что в ходе микроспорогенеза у изученных гибридов происходит образование как тетрад, так и полиад. Корреляция между фертильностью и образованием полиад слабая. Выявлено, что изучаемые образцы, за исключением триплоидного, обладают высокой фертильностью. У смородинно-крыжовниковых гибридов процент фертильных пыльцевых зерен оказался ниже в 1,2–1,4 раза, чем у их родительских форм (*R. nigrum* subsp. *europaeum*, *G. divaricata*, *G. nivea*). Не обнаружено существенных различий по уровню фертильности у образцов с разным типом апертур (проростковых пор). Показаны особенности прорастания пыльцы смородинно-крыжовниковых гибридов. Пыльца триплоидного образца Длиннокистная ЦГЛ оказалась нежизнеспособной.

Ключевые слова: *Ribes*, *Grossularia*, пыльца, фертильность, жизнеспособность, микроспорогенез

THE QUALITY OF POLLEN OF SPECIES AND REMOTE HYBRIDS IN THE FAMILY GROSSULARIACEAE DC

¹Gavrilova O.A., ²Tikhonova O.A.¹Komarov Botanical Institute RAS, St-Petersburg, e-mail: gavrilo@binran.ru;²The N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St-Petersburg,
e-mail: o.tikhonova@vir.nw.ru

The quality of the pollen of tetraploid hybrids between currant and gooseberry (Jošta, Kroma, B 1323/3 and 3231) and remote interspecific hybrids (*R. hudsonianum* × *R. dikuscha*; 046 Petroc 69; 048 Petjancz 33; Dlinnokistnaya TSGL) and species of the genera *Ribes* (*R. nigrum* subsp. *europaeum*, *R. aureum*, *R.*) and *Grossularia* (*G. reclinata*, *G. divaricata*, *G. nivea*) (family Grossulariaceae) have been studied. Material was obtained from the collection of black currant NPB «Pushkin and Pavlovsk laboratory VIR» and the collection of the Botanical Garden BIN RAS. Pollen fertility and viability was investigated using traditional methods. Pollen viability was estimated by germination of pollen grains in the artificial medium. For definition of the characteristics of pollen formation we looked through stages of pollen development each 2–4 days from the start of active vegetation period to phase of racemus extension (formation of separate pollen grains). The investigation were made with light microscope. Almost all of samples demonstrated the presence of different stages of pollen development together. It is shown that tetrads and polyades are formed in hybrids during microsporogenesis. Correlation between fertility and polyades occurrence is low. All studied samples except triploid are fertile. The percentage of pollen fertility of hybrids between currant and gooseberry was 1,2–1,4 times lower, than at their parental forms (*R. nigrum* subsp. *europaeum*, *G. divaricata*, *G. nivea*). There were no significant differences in the level of fertility in samples with different types of apertures. The features of pollen germination of tetraploid hybrids between currant and gooseberry have been demonstrated. Pollen grains of triploid «Dlinnokistnaya TSGL» proved to be inviable.

Keywords: *Ribes*, *Grossularia*, pollen, fertility, vitality, microsporogenesis

Фертильность и жизнеспособность пыльцы плодовых культур являются важными показателями, поскольку напрямую связаны с продуктивностью растений. Кроме того, эффективность селекционной работы во многом зависит от качества пыльцы.

По качеству пыльцевых зерен как одному из признаков можно производить отбор наиболее урожайных форм [11].

Известно, что подавляющее большинство современных сортов смородины и крыжовника высокосамоплодны и имеют нормально развитую пыльцу с высокой оплодотворяющей способностью [1; 2; 4; 6; 10].

Вопросы биологии пыльцы отдаленных гибридов в семействе Grossulariaceae DC изучены недостаточно полно. По сведениям Е. Кип [4] аллотетраплоиды отличаются по

фертильности в соответствии со степенью близости родительских видов. У тетраплоидов от фертильных внутрисекционных гибридов фертильность сильно снижена, но тетраплоидные формы стерильных межсекционных гибридов обычно обладают хорошей фертильностью. Исследованиями И.Э. Бученкова [1]; И.Э. Бученкова, О.С. Рышкель и др. [2] показано, что при переводе диплоидных сортов на тетраплоидный уровень фертильность снижается в среднем у черной смородины в 2,3 раза; у крыжовника – в 1,36 раза. Е.В. Ульяновской, В.В. Ковалевой и др. [9] приводятся данные о том, что пыльца триплоидных сортов прорастает либо единичными пыльцевыми трубками, либо не прорастает совсем.

Целью настоящего исследования явилась оценка качества пыльцы, а также изучение особенностей формирования пыльцевых зерен у отдаленных гибридов смородины и крыжовника и их исходных диплоидных форм.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования служили виды рода *Ribes* L.: *R. nigrum* subsp. *europaeum* Jancz., *R. aureum* Purch, *R. spicatum* E. Robson; виды рода *Grossularia* Mill: *G. reclinata* (L.) Mill., *G. divaricata* (Dougl.) Cov. et Britt., *G. nivea* Spach; аллотетраплоидные смородинно-крыжовниковые гибриды: Jošta, Kroma, В 1323/3 и 3231 и отдаленные гибриды: *R. hudsonianum*×*R. dikuscha*; 046 *Petroc* 69; 048 *Petjancz* 33.

Гибриды, включенные в исследование, имеют различное генетическое и эколого-географическое происхождение. Аллотетраплоид Jošta был создан в 1970-х гг. в институте им. Макса Планка (ФРГ). Исходными формами служили (*R. nigrum*×*G. reclinata*)×(*R. nigrum*×*G. divaricata*). Гибрид Крома был выведен в Швеции, на сельскохозяйственной станции в Альнарпе от скрещивания (*R. nigrum*×*Grossularia*)×(*R. nigrum*×*G. nivea*). В настоящее время они получили статус сортов и успешно культивируются в странах Западной Европы [7].

Смородинно-крыжовниковые гибриды В 1323/3 и 3231 были получены на Ист-Моллингской станции (Великобритания). Генетическое происхождение их не установлено.

Отдаленные межвидовые и межподвидовые гибриды *R. hudsonianum*×*R. dikuscha*; 046 *Petroc* 69 и 048 *Petjancz* 33 были созданы А.И. Рилишкисом (Литва, Каунас). Исходными формами при получении 046 *Petroc* 69 служили *R. petraeum*×*R. procumbens*; 048 *Petjancz* 33 – *R. petraeum*×*R. janczewskii*. Родительскими формами триплоида Длиннокистная ЦГЛ ($2n = 24$) являются: Кызырган (*R. altissimum*)×Восьмая Дэвисона (*R. nigrum* subsp. *europaeum*). Он был получен во Всероссийском НИИ генетики и селекции плодовых растений (ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина, бывш. ЦГЛ им. И.В. Мичурина).

Пыльцу для определения ее фертильности и жизнеспособности собирали в период массового цветения на коллекции черной смородины НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» и в коллекции ботанического сада БИН РАН.

Микроскопические исследования проводили в лаборатории палинологии БИН РАН с помощью светооптического микроскопа Микмед-6 при увеличениях 20×10 и 40×10. Фертильность пыльцевых зерен изучали с помощью традиционного ацетокарминового метода. Для определения процента фертильных и стерильных пыльцевых зерен проводили подсчет количества зерен не менее, чем в 10 полях зрения. Жизнеспособность пыльцы оценивали путем прорастивания на агаризированной среде, содержащей 1 % агар-агар, 0,01 % раствор борной кислоты и 0,5 мол/л раствор сахарозы (твердая среда) и на 15 % растворе сахарозы (жидкая среда). Жизнеспособной считали пыльцу, размер пыльцевой трубки которой превышал величину пыльцевого зерна.

Для изучения особенностей формирования пыльцы просматривали стадии ее развития путем приготовления давленных препаратов каждые 2–4 дня от начала вегетации до момента выдвижения кистей.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования, проведенные нами ранее, показали, что пыльцевые зерна смородин и крыжовников среднего размера (25–40 мкм в диаметре). Они являются весьма специфичными, обладают рядом признаков, характерных для семейства крыжовниковых в целом, и довольно четко отличаются друг от друга и от пыльцы других семейств в спорово-пыльцевых спектрах [12]. Смородинно-крыжовниковые гибриды имеют зерна с переходными апертурными типами, содержащими и борозды, и поры. Кроме того, у тетраплоидных гибридов выявлен больший разброс размеров пыльцевых зерен [3].

В исследование были включены виды с глобально расположенными порово-оросыми пыльцевыми зернами – правильными (*R. nigrum* subsp. *europaeum*, *R. aureum*) и отклоняющимися (*R. spicatum*) вариантами, и видов с меридионально расположенными бороздно-оросыми зернами – также с правильными (*G. reclinata*, *G. nivea*) и отклоняющимися (*G. divaricata*) вариантами, а также гибридов с правильными (048 *Petjancz* 33), неправильными (*R. hudsonianum*×*R. dikuscha*; 046 *Petroc* 69) глобально порово-оросыми и переходными (смородинно-крыжовниковые гибриды: Jošta, Kroma, В 1323/3 и 3231) апертурными типами.

Исследованиями Н.П. Чувашиной [8] была выявлена корреляция между фертильностью и образованием тетрад и/или полиад в ходе микроспорогенеза.

Для онтогенетического исследования были выбраны тетраплоидные смородинно-крыжовниковые гибриды Kroma и Jošta и их известные родительские виды (*R. nigrum*, *G. reclinata*, *G. divaricata*, *G. nivea*), а также

триплоид Длиннокистная ЦГЛ. Изучение особенностей формирования пыльцы этих образцов показало, что во время вегетации растений, от появления зеленого конуса и до момента выдвижения кистей происходит микроспорогенез (дифференциация спорогенной ткани, мейоз, образование и распад тетрад и/или полиад) и образование отдельных пыльцевых зерен. Стадии развития пыльцевых зерен у изученных образцов представлены в табл. 1.

Стадия тетрад у изучаемых образцов выявлена в период с 14 по 26 апреля. Раньше всех эту стадию (спустя 10–13 дней от начала вегетации), а также стадию образования отдельных пыльцевых зерен (через 17 дней от момента выдвижения зеленого конуса) проходят крыжовники, в первую очередь *G. nivea* и *G. divaricata* (табл. 1). У смородинно-крыжовниковых гибридов формирование отдельных пыльцевых зерен происходит спустя 3 недели от начала вегетации с небольшой разницей в 2 дня (табл. 1), причем у сорта Jošta на протяжении всего периода онтогенеза можно было наблюдать одновременно все его стадии вплоть до момента образования распавшихся отдельных пыльцевых зерен (22.IV). У смородин – европейского подвида *R. nigrum* и триплоида Длиннокистная ЦГЛ стадии онтогенеза пыльцы проходят позже, чем у крыжовников и смородинно-крыжовниковых гибридов.

Следует отметить, что почти у всех изученных образцов в поле зрения микроскопа можно было наблюдать одновременно наличие разных стадий формирования пыльцевых зерен (например, стадии тетрад, распадающихся тетрад и отдельных пыльцевых зерен, рис. 1, г).

В особенности в течение довольно длительного времени это было характерно для гибридов. Среди изученных нами образцов образование полиад выявлено только у гибридов. При воздействии ацетокармином обнаружено, что многие полиады окрашиваются полностью, а в некоторых тетрадах отдель-

ные формирующиеся микроспоры остаются неокрашенными. Пыльцевые зерна в этот период остаются незрелыми, их формирование продолжается до начала цветения.

В проведенное нами исследование фертильности пыльцы помимо перечисленных образцов были включены смородинно-крыжовниковые гибриды В1323/3 и 3231, отдаленные межвидовые гибриды *R. hudsonianum*×*R. dikuscha*; 046 *Petroc* 69, 048 *Petjancz* 33 и виды с правильным (*R. aureum*) и неправильным расположением апертур (*R. spicatum*). Результаты представлены в табл. 2.

Определение фертильности пыльцы, проведенное нами, показало, что доля морфологически зрелой (фертильной) пыльцы от общего количества просмотренных пыльцевых зерен составила в зависимости от образца 5,5–97,4% (табл. 2). Наиболее высокий уровень фертильности (90,3–97,4%) наблюдался главным образом у образцов с правильным расположением апертур – *G. nivea*, *R. nigrum* subsp. *europaeum*, *R. aureum*, 048 *Petjancz* 33, а также у *G. divaricata*, апертуры пыльцевых зерен которого расположены неравномерно. Достаточно высокая степень морфологически зрелой пыльцы (82,9–87,1%) была характерна для гибридов с большим количеством пыльцевых зерен, отклоняющихся от типичных с правильными апертурами – *R. hudsonianum*×*R. dikuscha* и смородинно-крыжовникового гибрида В1323/3. Остальные смородинно-крыжовниковые гибриды, наряду с *G. reclinata* характеризовались средним уровнем фертильности (65,5–76,9%). У образцов с неправильным расположением апертур (046 *Petroc* 69, *R. spicatum*) показатель фертильности был относительно невысоким (50,4–55,7% соответственно). Самый низкий уровень фертильности был свойственен триплоиду Длиннокистная ЦГЛ. Характерные состояния пыльцы в полях зрения микроскопа от высокого уровня фертильности к низкому показаны на рис. 2.

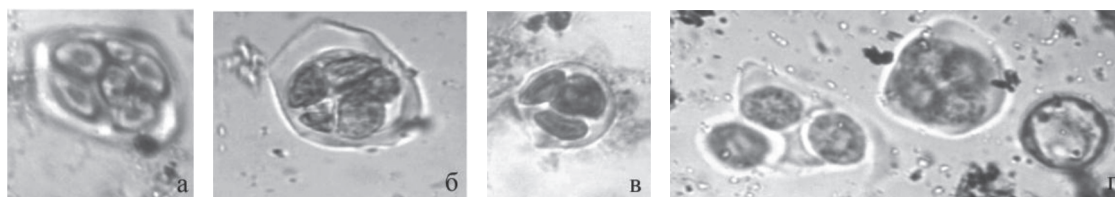


Рис. 1. Микроспорогенез у изучаемых образцов: а) полиада (Jošta), б) полиада (Kroma), в) тетрада (*G. nivea*), г) тетрада, распадающаяся тетрада и отдельное пыльцевое зерно (*R. nigrum*)×400

Таблица 1

Стадии микроспорогенеза у представителей семейства Grossulariaceae (2016 г.)

Название образца	Начало вегетации	Даты							
		07.04	11.04	14.04	16.04	18.04	20.04	22.04	26.04
<i>Grossularia nivea</i>	30.03	Сп. ткань — « —	Сп. ткань — « —	Тетрады	Тетрады и отдельные п.з.	Отдельные п.з.			
<i>G. divaricata</i>	1.04	— « —	— « —	Тяжи формирующихся тетрад и тетрады	Тяжи формирующихся тетрад, тетрады, редкие отдельные п.з.	Отдельные п.з.			
<i>G. reclinata</i>	31.03	— « —	— « —	— « —	Тяжи формирующихся тетрад, редкие тетрады	Тяжи формирующихся тетрад, редкие отдельные п.з.	Отдельные п.з.		
<i>Kroma</i>	31.03	— « —	— « —	Неоднородная спорогенная ткань, тяжи формирующихся тетрад	Тетрады, полиады	Тетрады, полиады	Отдельные п.з.		
<i>Jošta</i>	31.03	— « —	— « —	Более интенсивно окрашенные тяжи	Тяжи формирующихся тетрад, редкие тетрады и полиады	Тяжи формирующихся тетрад, редкие тетрады и полиады	Отдельные п.з., присутствуют ед. тетрады и полиады	Отдельные п.з.	
<i>Ribes nigrum</i>	5.04	— « —	— « —	Спорогенная ткань, тяжи	Спорогенная ткань, тяжи, тетрады	Тяжи формирующихся тетрад, тетрады	Тетрады и отдельные п.з.	Отдельные п.з. и тетрады	
Дл/кистная ЦГЛ	30.03	— « —	— « —	Неоднородная спорогенная ткань, тяжи формирующихся тетрад	Тяжи формирующихся тетрад	Тяжи формирующихся тетрад, отдельные мелкие п.з.	Тетрады, отдельные мелкие и крупные п.з., присутствуют тяжи	Отдельные п.з., присутствуют тетрады и тяжи	Отдельные п.з., присутствуют тетрады и тяжи

Таблица 2

Количественное содержание фертильных и стерильных пыльцевых зерен
в зрелых пыльниках видов и отдаленных гибридов семейства Grossulariaceae

Название образца	Количество просмотренных пыльцевых зерен, шт.	Фертильные п.з.		Аномальные п.з.		Особенности
		Общее количе- ство, шт.	% от общего количества	Общее количество, шт.	% от общего количества	
<i>G. divaricata</i>	195	190	97,4	5	2,6	
<i>G. nivea</i>	214	200	93,5	14	6,5	
<i>R. nigrum</i> subsp. <i>europaeum</i>	282	260	92,2	22	7,8	
048 <i>Petjancz</i> 33	591	545	92,2	46	7,8	
<i>R. aureum</i>	413	373	90,3	40	9,7	Неокрашенные – главным образом мелкие
<i>R. hudsonianum</i> × <i>R. dikuscha</i>	271	236	87,1	35	12,9	Неокрашенные – мелкие и средние
B 1323/3	382	317	82,9	65	17,1	
<i>Kroma</i>	515	396	76,9	119	23,1	Неокрашенные – мелкие и средние
<i>G. reclinata</i>	398	283	71,1	115	28,9	
<i>Jošta</i>	529	360	68,1	169	31,9	
3231	589	386	65,5	203	34,5	
<i>R. spicatum</i>	212	118	55,7	94	44,3	Неокрашенные – мелкие, сгруппированы по 3–8 зерен
046 <i>Petroc</i> 69	641	323	50,4	318	49,6	
Длиннокистная ЦГЛ	897	49	5,5	848	94,5	

В основном неокрашенными оставались мелкие зерна, иногда только мелкие (10–15 мкм в диаметре). Стерильные пыльцевые зерна под микроскопом выглядели сморщенными, деформированными, мелкими по величине (*R. aureum*); мелкими и средними (*R. hudsonianum* × *R. dikuscha*); мелкими, сгруппированными по 3–8 зерен (*R. spicatum*).

Важными характеристиками пыльцы являются длина пыльцевой трубки и скорость ее роста, поскольку обеспечивают тот или иной уровень конкурентоспособности при прорастании на рыльце пестика [5].

Исследования показали, что жизнеспособность пыльцы изученных гибридов была существенно ниже уровня фертильности и не превышала 30%. Выявлено, что прорастание пыльцы у образца 048 *Petjancz* 33 происходит уже через 4 часа, причем у проросших зерен формируются длинные пыльцевые трубки (рис. 3, а). В отличие от указанного образца пыльцевые трубки других отдаленных гибридов (*R. hudsonianum* × *R. dikuscha* и 046 *Petroc* 69) были короче. Спустя сутки наблюдалась

примерно та же картина, что и ранее (через 4 часа) – количество проросших пыльцевых зерен не увеличилось. Выявлено, что на жидкой среде прорастание пыльцевых зерен происходит более интенсивно у всех изученных образцов. Пыльца тетраплоидных смородинно-крыжовниковых гибридов прорастает одновременно из двух апертур (проростковых пор), тем самым образуя две пыльцевые трубки (рис. 3, б). У триплоида прорастающих пыльцевых зерен не обнаружено.

Заключение

Изученные образцы – виды и отдаленные гибриды, в том числе тетраплоидные, за исключением триплоидного, обладают высоким уровнем фертильности, что свидетельствует о возможности их использования в селекции. У изученных смородинно-крыжовниковых гибридов процент фертильных пыльцевых зерен ниже в 1,2–1,4 раза, чем у их родительских форм (*R. nigrum* subsp. *europaeum*, *G. divaricata*, *G. nivea*). Не выявлено существенных различий по уровню фертильности у образцов с разным типом апертур.

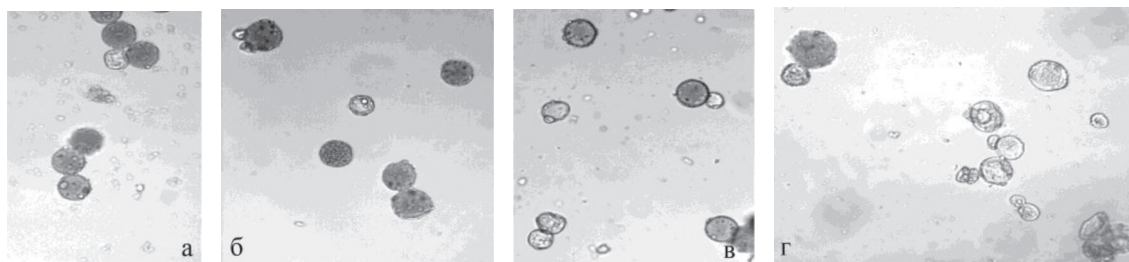


Рис. 2. Пыльцевые зерна, окрашенные ацетокармином: а) 048 Petjancz 33, б) *Ribes hudsonianum* × *R. dikuscha*, в) 046 Petros 69, г) Длиннокистная ЦГЛ, х 200

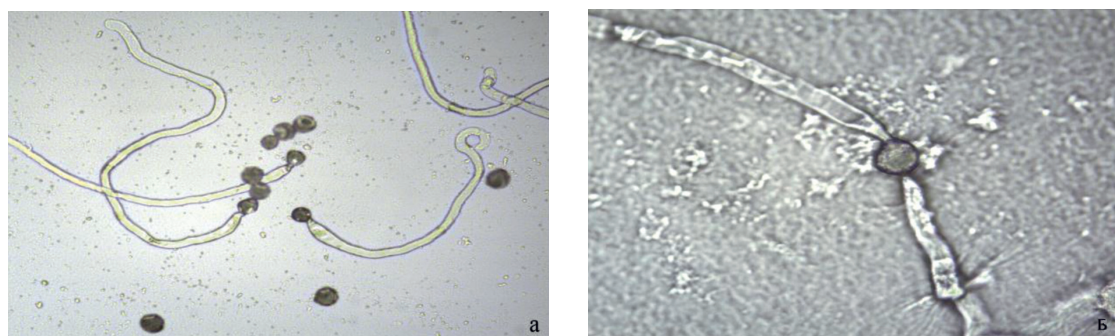


Рис. 3. Прорастание пыльцевых зерен на искусственной питательной среде: а) 048 Petjancz 33 х 200, б) Kroma, х 400

У гибридов в процессе микроспорогенеза происходит образование как тетрад, так и полиад. Корреляция между фертильностью и образованием полиад слабая.

Жизнеспособность пыльцы изученных образцов ниже уровня их фертильности.

При прорастании тетраплоидных смородинно-крыжовниковых гибридов вначале одновременно образуются две пыльцевые трубки (из двух апертур – проростковых пор), что отличает их от других изученных отдаленных гибридов, у которых сразу формируется одна пыльцевая трубка.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 15-04-06386_а.

Список литературы

1. Бученков И.Э. Создание исходного и селекционного материала смородины и крыжовника на основе отдаленной гибридизации и автополиплоидии: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Жодио, 1998. – 20 с.
2. Бученков И.Э. Анализ признаков автотетраплоидных форм *Ribes nigrum*, *Ribes rubrum*, *Grossularia reclinata* / И.Э. Бученков, О.С. Рышкель, И.В. Рышкель // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Т. 29. – Гродно, 2015. – С. 31–38.
3. Гаврилова О.А. Разнообразие форм пыльцевых зерен и их распределение у некоторых видов и гибридов крыжовни-

ковых / Гаврилова О.А., Тихонова О.А. // Тр. Карельского научного центра РАН. – Петрозаводск, 2013. – № 3. – С. 82–92.

4. Кип Е. Смородина и крыжовник // Селекция плодовых растений. – М., 1981. – С. 274–371.

5. Николаевская Т.С. Изучение пыльцы у аборигенных и интродуцированных в условиях Карелии представителей рода *Betula* L. / Николаевская Т.С., Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф., Лебедева О.Н. // Тр. Карельского научного центра РАН. – Петрозаводск, 2009. – № 4. – С. 90–95.

6. Тихонова О.А. Самоплодность сортов черной смородины. // Электронный журнал «Современное садоводство» {vniispk.ru}. – Орел, 2015. – № 1. – С. 39–53.

7. Тихонова О.А. Морфо-биологические особенности смородинно-крыжовниковых гибридов в условиях Северо-Запада России / Тихонова О.А., Гаврилова О.А., Пупкова Н.А. // Электронный журнал «Современное садоводство» {vniispk.ru}. – Орел, 2015. – № 4. – С. 42–60.

8. Чувашина Н.П. Цитогенетика и селекция отдаленных гибридов и полиплоидов смородины. – Л.: Наука, 1980. – 120 с.

9. Ульяновская Е.В. Цито-эмбриологическая оценка селекционного материала / Ульяновская Е.В., Ковалева В.В., Мохно В.С. // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар, 2012. – С. 205–219.

10. Щекочихина Е.В. Использование инбридинга в селекции смородины черной. // Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Мичуринск, 2008. – 22 с.

11. Яновка Л.Ф. Фертильность пыльцы у видов *Cerasus* и *Microcerasus* (Rosaceae) // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 6 (72). – С. 58–61.

12. Gavrilova O.A., Tikhonova O.A. Apertural pollen types in the Grossulariaceae family // Abstr. 6 th Balkan Botanical Congress: Book of abstracts – Rijeka, Croatia, 2015 – P. 25.