

Экофизиология

УДК 634.75:631.527.5:581.142

РАЗВИТИЕ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯНОК У РЕМОНТАНТНОЙ КРУПНОПЛОДНОЙ ЗЕМЛЯНИКИ (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**И.К. АПОЛИНАРЬЕВА¹, С.О. БАТУРИН², Л.Л. КУЗНЕЦОВА², В.А. ПЕТРУК¹**

У ряда отечественных и зарубежных сортов ремонтантной крупноплодной земляники (Лизонька F₁, Вечность F₁, Сариян F₁, Грандиан F₁, Лоран F₁, Чезан F₁, Флориан F₁, Фреска F₁), выращенных в открытом грунте, оценивали показатели семенной продуктивности и качества семян. Для большинства изученных сортов была отмечена высокая всхожесть семян, выделенных из ягод, созревших в августе. У каждого сорта наблюдалось варьирование осеменности ягод в течение одного сезона плодоношения. Наиболее стабильными оказались сорта Флориан F₁, Грандиан F₁, Лоран F₁. Хорошей всхожестью семян на протяжении всего периода плодоношения характеризовались сорта Грандиан F₁, Флориан F₁, Лоран F₁ и Сариян F₁.

Ключевые слова: *Fragaria* × *ananassa* Duch., земляника, ремонтантные сорта, процент семенификации, всхожесть семян, селекция.

Keywords: *Fragaria* × *ananassa* Duch., strawberry, everbearing cultivars, seed set percentage, achene germination ability, plant breeding.

Крупноплодная земляника (*Fragaria* × *ananassa* Duch., $2n = 8 \times = 56$) по занимаемым площадям относится к ведущим ягодным культурам в мире (1, 2). В настоящее время ее сортимент насчитывает около 4000 сортов, пригодных для выращивания в разных климатических зонах. По характеру плодоношения сорта делятся на две группы — с однократным и многократным (ремонтантным) типом плодоношения. Среди новых сортов доля ремонтантных составляет около 17 %, что свидетельствует об их высокой популярности и востребованности (3). У крупноплодной земляники в благоприятных условиях опыления и оплодотворения преимущественно реализуется половой способ развития семян посредством двойного оплодотворения (гамоспермия). При выращивании растений в открытом грунте сеянки могут развиваться в результате как самоопыления (автогамии), так и перекрестного опыления (ксеногамии). Т.С. Фадеева (4) относит *Fragaria* × *ananassa* к факультативным перекрестноопыляющимся растениям.

В селекционной практике растения земляники могут размножаться как семенным способом, так и вегетативно — укоренившимися розетками, которые формируются на наземных столонах. Семенное размножение обычно используется при создании новых вегетативно размножаемых сортов, в том числе ремонтантных (5). В настоящее время в селекции ремонтантной крупноплодной земляники (наряду с поддержанием сортоспецифичности благодаря вегетативному размножению) развивается новое направление — воспроизводство сорта посредством семенного размножения (6). При таком способе воспроизводства ремонтантных сортов земляники удастся избежать многих проблем вегетативного размножения (распространение инфекционных заболеваний через рассаду и затраты на борьбу с ними, ограниченность сроков реализации посадочного материала, трудности хранения и транспортировки и т.д.) (6, 7). Известно, что крупноплодная земляника при семенном воспроизведении предъявляет повышенные требования к условиям проращивания семян, которые часто имеют низкую всхожесть и растянутые сроки прорастания (8). Эти проблемы час-

точно решаются за счет применения различных способов предпосевной обработки семян для повышения их всхожести (9-11). У ремонтантных сортов, которые начинают цвести, как правило, первыми, плодоношение при выращивании в открытом грунте длится 3-4 мес. За такой длительный период непрерывного плодоношения могут складываться как благоприятные, так и неблагоприятные условия для цветения (весенние возвратные заморозки, существенные перепады дневных и ночных температур в осенние месяцы), что, несомненно, сказывается на качестве семян и их числе на ягоде.

Цель представляемой работы — выявление оптимальных сроков сбора полноценных семян для разработки технологии семенного размножения ремонтантной земляники при выращивании в открытом грунте в условиях Западной Сибири.

Методика. Ягоды с сеянками собирали в период с июля по октябрь 2009 года на коллекционном участке лаборатории экспериментальных исследований Сибирского физико-технического института аграрных проблем. В эксперименте использовали сеянки, полученные при открытом опылении ремонтантной крупноплодной земляники следующих отечественных и зарубежных сортов: Лизонька F₁, Вечность F₁, Сариан F₁, Грандиан F₁, Лоран F₁, Чезан F₁, Флориан F₁, Фреска F₁ (для удобства изложения материала символ F₁ в дальнейшем мы опускаем), предназначенных для семенного воспроизводства, а также сеянки от открытого опыления вегетативно размножаемых сортов Брайтон и Сельва.

Завязывание семян определяли как процентное отношение числа развившихся семян к общему числу семязачатков в цветке (семенификация, %). Для этого ягоды разрезали на 2-4 части, которые плотно прижимали к листу тонкого картона, высушивали при комнатной температуре и подсчитывали сеянки и семязачатки для каждой ягоды с помощью бинокулярного микроскопа Микромед МС-2 ZOOM (Россия). Среднее значение процента семенификации сорта для каждого месяца сбора ягод рассчитывали по показателям завязывания семян у 30 случайно отобранных ягод.

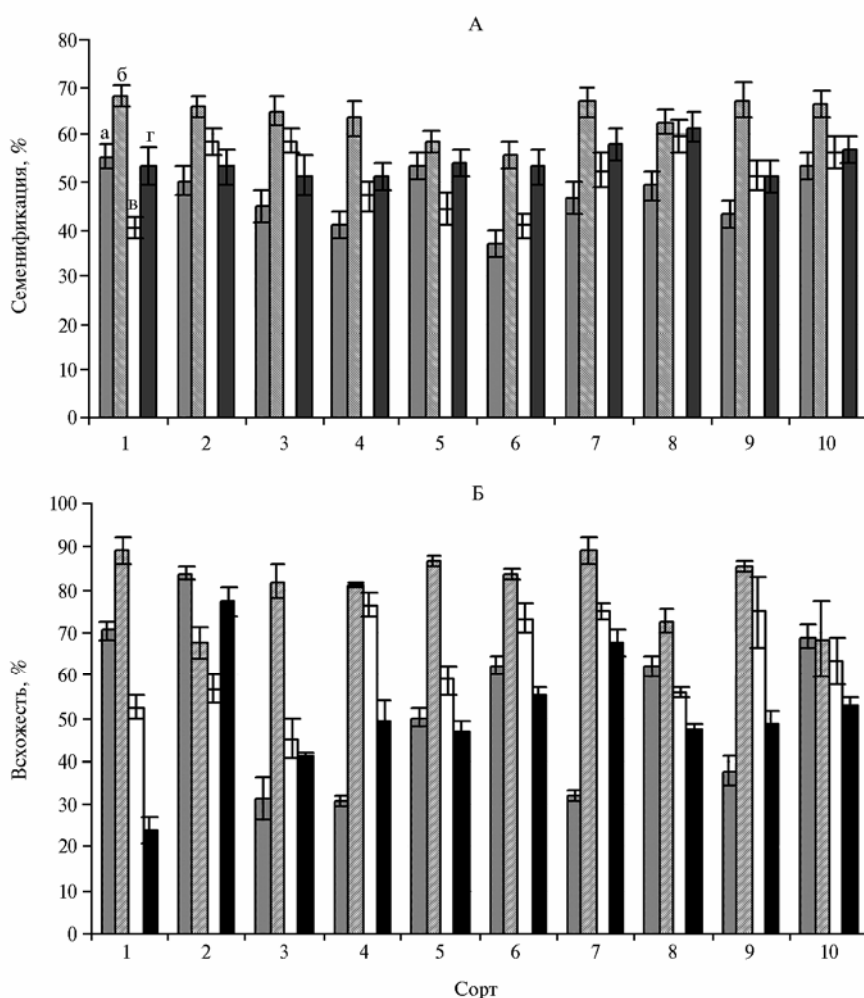
Анализ всхожести проводился на 300 сеянках от каждого сорта (100 семян в 3-кратной повторности). Сеянки проращивали при температуре 20-22 °С в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге после стратификации при температуре 2-3 °С в течение 14 сут. Сокращенный срок стратификации семян был выбран, исходя из практики семенного воспроизводства ремонтантных сортов. Всхожесть оценивали в течение 65 сут с даты посева. Энергию прорастания определяли на 15-е сут проращивания.

Статистическую обработку результатов проводили с применением стандартных методов (12).

Результаты. Несмотря на то, что с позиций классической ботаники плодом у *Fragaria* принято считать многоорешек на сочном цветоложе, или «ложную ягоду», а развившийся семязачаток в процессе двойного оплодотворения (семя) следует называть плодиком, или орешком (13, 14), для удобства мы воспользовались общепринятыми в селекции земляники терминами, понимая под плодом ягоду, под семенем — сеянку (2, 4, 9).

Оценка осемененности у сортов в разные сроки сбора ягод. Самые высокие показатели осемененности отмечались у ягод, созревших в августе (рис., А), причем преобладание завязываемости семян у ягод, собранных в августе, было статистически значимо, за исключением сортов Сариан и Лоран, у которых показатели семе-

нификации ягод, сформировавшихся в октябре (сорт Сарриан) и в сентябре—октябре (сорт Лоран), оказались близки к таковым в августе. Учитывая тот факт, что от опыления до полного созревания ягоды у ремонтантных сортов проходит 29-30 сут, следует отметить, что развившиеся семянки на плодах августовского сбора — результат цветения в июле, когда в Западной Сибири условия для опыления и оплодотворения наиболее благоприятны.



Завязывание семянок в разные месяцы плодоношения в открытом грунте (А) и всхожесть семянок, полученных при открытом опылении в разные месяцы (Б), у ремонтантных сортов земляники (*Fragaria × ananassa* Duch.): 1 — Сельва F₁, 2 — Брайтон F₁, 3 — Фреска F₁, 4 — Лизонька F₁, 5 — Вечность F₁, 6 — Сарриан F₁, 7 — Флориан F₁, 8 — Лоран F₁, 9 — Чезан F₁, 10 — Грандиан F₁; а, б, в, г — соответственно июль, август, сентябрь, октябрь (пос. Краснообск, Новосибирская обл., 2009 год).

Наименьшую долю полноценных семянок зарегистрировали у ягод, собранных в июле. При сравнении с ягодами, развившимися в августе, различия в семенификации были весьма существенными. Видимо, они обусловлены нестабильностью погодных условий в июне, когда происходит первое цветение ремонтантных сортов. Существенные перепады дневной и ночной температуры, ночные возвратные заморозки в I декаде июня, периоды кратковременного похолодания (8-12 °С) характерны для начала летней вегетации в Западной Сибири и неблагоприятно сказываются на процессах оплодотворения и развития семянок у ремонтантных сортов. Такое

влияние факторов среды на развитие семян отчетливо проявляется при анализе коэффициентов вариации (C_v , %) осеменности в разные месяцы вегетации (табл.). У большинства сортов варьирование осеменности ягод, собранных в июле, сентябре и октябре, было выше, чем у ягод августовского срока сбора (соответственно 33-35 % и 25 %). Высокую нестабильность осеменности ягод в течение вегетации проявлял сорт Сариан, наименьшую — сорт Сельва. Следует отметить, что значения C_v до 44 % характеризуют варьирование биологического признака в пределах нормы реакции. Таким образом, на формирование семян у ремонтантных сортов крупноплодной земляники при произрастании в открытом грунте влияют внешние условия, однако колебания показателя осеменности ягод соответствуют нормальным для описания биологических событий (12).

Показатели семенной продуктивности и качества семян у ремонтантных сортов земляники (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) в зависимости от срока сбора ягод при вегетации в открытом грунте (пос. Краснообск, Новосибирская обл., 2009 год)

Сорт	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Коэффициент вариации (C_v) осеменности ягод, % ($\bar{X} \pm m_x$)				
Сельва	26,6±3,44	17,5±2,25	31,4±4,05	34,3±4,43
Брайтон	36,4±4,07	20,6±2,66	26,9±3,48	34,9±5,03
Фреска	38,6±5,00	27,6±3,56	23,6±3,04	40,0±5,90
Лизонька	37,1±4,80	31,8±4,11	38,3±4,95	32,2±4,15
Вечность	29,3±3,78	19,7±2,55	40,2±5,19	28,0±3,62
Сариан	41,6±5,37	29,3±3,78	36,9±4,76	36,4±4,86
Флориан	38,7±5,00	26,2±3,38	38,3±4,94	31,5±4,07
Лоран	35,2±4,54	23,1±2,98	30,3±3,92	26,8±3,52
Чезан	35,0±4,53	29,9±3,86	34,6±4,46	35,9±4,72
Грандиан	29,5±3,81	23,9±3,09	33,5±4,33	28,7±3,71
Среднее (\bar{X})	34,8	25,0	33,4	32,9
Масса 1000 семян, г				
Сельва	0,51	0,53	0,47	0,50
Брайтон	0,51	0,54	0,50	0,49
Фреска	0,48	0,53	0,51	0,49
Лизонька	0,59	0,62	0,70	0,59
Вечность	0,63	0,60	0,67	0,67
Сариан	0,50	0,61	0,52	0,52
Флориан	0,70	0,72	0,62	0,61
Лоран	0,57	0,57	0,51	0,51
Чезан	0,46	0,49	0,51	0,49
Грандиан	0,58	0,56	0,58	0,53
Энергия прорастания семян, %				
Сельва	5,0	4,3	0,6	0,3
Брайтон	6,3	3,6	1,6	0,6
Фреска	8,6	23,0	2,6	3,6
Лизонька	6,3	17,6	8,0	0,6
Вечность	14,9	11,0	2,6	0,3
Сариан	13,3	9,3	4,6	3,0
Флориан	9,0	17,6	7,0	2,3
Лоран	2,6	4,0	0,6	0,1
Чезан	2,6	7,0	1,0	2,0
Грандиан	7,0	3,0	6,3	1,0

Различия между завязываемостью семян в сентябре и октябре у большинства сортов оказались недостоверными, более того, у сортов Сельва, Вечность, Сариан осеменность ягод, собранных в октябре, была существенно выше, чем у собранных в сентябре. Видимо, у крупноплодной земляники переключение семенного размножения при неблагоприятных условиях цветения с гамоспермии на альтернативный механизм — агамоспермию (15) способствует развитию полноценных семян. Косвенно это подтверждалось показателями массы 1000 семян (см. табл.). Так, масса 1000 семян, развившихся в различные месяцы вегетации, существенно не различается у сортов Чезан, Вечность, Брайтон, Грандиан, Сельва и Фреска. Возможно, часть семян, собранных с ягод, созревших в октябре,

имеют агамоспермное происхождение (15).

Всхожесть семян ремонтантных сортов в разные сроки сбора ягод. Практически у всех изученных сортов наибольшую всхожесть показали семечки, выделенные из ягод августовского срока сбора, что подтверждает рекомендацию Т.И. Волковой (16) использовать для селекции семена из плодов, созревших в августе. Исключение составляют сорта Брайтон и Грандиан (см. рис., Б). У первого наибольшую всхожесть проявляли семечки из ягод июльского сбора, у второго существенных различий по всхожести для семян, извлеченных из ягод июльского, августовского и сентябрьского сборов, не обнаружили. Кроме того, для сортов Брайтон и Грандиан отмечалось также существенное превышение энергии прорастания семян именно июльского сбора по сравнению с другими (см. табл.). В целом всхожесть семян из ягод, собранных в августе, составляла от 72,6 до 89,0 %. Наименьшую всхожесть имели семечки, выделенные из ягод октябрьского сбора: у сорта Сельва — 23,8; Фреска — 41,0; Вечность — 46,3; Лоран — 47,0; Чезан — 48,6 и Лизонька — 49,0 %. У сортов Лизонька, Фреска, Флориан и Чезан всхожесть семян из ягод, созревших в июле, оказалась существенно ниже (30,7-37,6 %), чем из ягод, созревших в октябре (41,0-67,3 %). Ранее нами было показано, что у крупноплодной земляники семечки с низкой всхожестью часто имеют агамоспермное происхождение (17). Возможно, и в описанном случае у этих сортов низкая всхожесть семян обусловлена их агамоспермным происхождением. В нашем эксперименте к таковым в первую очередь следует отнести сорта Вечность, Чезан, Лизонька и Фреска. Хорошей стабильностью в прорастании семян, собранных из разных по срокам созревания ягод, выделялся сорт Грандиан.

Итак, в открытом грунте в условиях Западной Сибири для большинства сортов ремонтантной крупноплодной земляники характерна высокая завязываемость и всхожесть семян, выделенных из ягод, созревших в августе. У ремонтантных сортов осемененность ягод в течение летне-осеннего сезона плодоношения может существенно варьировать. Наиболее стабильными оказались сорта Флориан, Грандиан, Лоран. Хорошей всхожестью семян на протяжении всего периода плодоношения характеризовались сорта Грандиан, Флориан, Лоран и Сарин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г о в о р о в а Г.Ф., Г о в о р о в Д.Н. Земляника: прошлое, настоящее, будущее. М., 2004.
2. З у б о в А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск, 2004.
3. F a e d i W., M o u r g u e s F., R o s a t i C. Strawberry breeding and varieties: situation and perspectives. Acta Horticulturae, 2002, 567: 51-59.
4. Ф а д е е в а Т.С. Генетика земляники. Л., 1975.
5. А р х и п о в Ю.Б. Отбор и предпосевная подготовка семян при селекции земляники. Автореф. канд. дис. Ленинград-Пушкин, 1969.
6. B e n t v e l s e n G.C.M., B o u w E., V e l d h u y z e n v a n Z a n t e n J.E. Breeding strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) from seed. Acta Horticulturae, 1997, 439(1): 149-153.
7. Б а т у р и н С.О., А п о л и н а р ь е в а И.К., К у з н е ц о в а Л.Л. Некоторые достижения в решении проблем семенной репродукции ремонтантных сортов крупноплодной земляники. Мат. Межд. науч.-метод. дистанционной конф. «Актуальные проблемы размножения садовых культур и пути их решения». Мичуринск, 2010: 32-39.
8. Б а т у р и н С.О., А п о л и н а р ь е в а И.К., П е т р у к В.А. Оценка всхожести семян и сортовой однородности семенного потомства ремонтантных коммерческих сортов крупноплодной земляники. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2010, 1: 40-45.
9. З у б о в А.А., А р х и п о в Ю.Б. Способы повышения всхожести семян земляники. Тр. ЦГЛ им. И.В. Мичурина, 1969, 10: 72-77.
10. H a m d o u n i E.M.El., L a m a r t i A., B a d o c A. In vitro germination of the achenes

- of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) cvs. «Chandler» and «Tudla». Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2001, 140: 31-42.
11. Н о н г х и а н г М.А., Г у и х о н г Y.U., W e i m i n W.U., X i u l a n C. Effects of achene in vitro culture on seed germination percentage of strawberry. Jiangsu J. Agricul. Sci., 2001, 17(2): 87-90.
 12. З а й ц е в Г.Н. Методика биометрических расчетов. М., 1973.
 13. Л е в и н а Р.Е. Морфология и экология плодов. Л., 1987.
 14. Л о т о в а Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2001.
 15. Б а т у р и н С.О. Экспериментальный апомиксис у садовой земляники (*Fragaria × ananassa* Duch.). Автореф. канд. дис. Новосибирск, 1997.
 16. В о л к о в а Т.И. Ремонтантная земляника. М., 2000.
 17. Б а т у р и н С.О., А м б р о с Е.В. Особенности прорастания семян агамоспермных потомков *Fragaria × ananassa* Duch. при различных способах семенной репродукции. С.-х. биол., 2010, 5: 87-91.

ГНУ Сибирский физико-технический институт аграрных проблем СО Россельхозакадемии,
630501 Новосибирская обл., пос. Краснообск, ГНУ СибФТИ,
а/я 468,
e-mail: ira1976@bk.ru, lagenaria@mail.ru;

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии и генетики СО РАН,
630090 г. Новосибирск, просп. Лаврентьева, 10,
e-mail: SO_baturin@mail.ru, childofsiberia@mail.ru

*Поступила в редакцию
6 декабря 2011 года*

ACHENES DEVELOPMENT AND GERMINATION IN REMONTANT CULTIVARS OF DAY-NEUTRAL STRAWBERRY (*Fragaria × ananassa* Duch.) IN WESTERN SIBERIA

I.K. Apolinar'eva¹, S.O. Baturin², L.L. Kuznetsova², V.A. Petruk¹

S u m m a r y

A number of domestic and foreign cultivars of remontant large-fruited strawberry (Lizon'ka F₁, Vechnost' F₁, Sarian F₁, Grandian F₁, Loran F₁, Chezan F₁, Florian F₁, Freska F₁), growing in open ground, were estimated on indices of seed production and quality of achenes. The majority of strawberry cultivars are noted to demonstrate high seed production and germination of achenes taken from berries of August harvest. The authors revealed that the cultivars differ in varying achenes production over one season of fruitage. The Florian F₁, Grandian F₁ and Loran F₁ cultivars were the most stabile. The Grandian F₁, Florian F₁, Loran F₁ and Sarian F₁ cultivars demonstrate the high germination of achenes during the whole fruiting period.

Вниманию читателей! Вышла в свет книга:



Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений /Отв. ред. В.К. Шумный. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2009, 427 с.

На основе теоретических обобщений, анализа результатов собственных экспериментальных исследований и данных опытов других научно-исследовательских учреждений описан селекционный процесс с методической точки зрения. Рассматриваются предмет, задачи и место селекции в системе аграрных наук, история развития и применения методов селекции у нас в стране и за рубежом. Приводятся концепции совершенствования методов селекции, их сочетания и ускорения селекционного процесса. Описаны методы создания селекционного материала и выведения высокоурожайных высококачественных пластичных сортов, в том числе для условий с жесткими гидротермическими режимами, предложена технология селекционного процесса и модели сортов яровой мягкой пшеницы и люцерны изменчивой.

Рекомендуются способы оценки, подбора и использования исходного, приемы создания селекционного материала на основе сочетания традиционных и новых методов селекции пути отбора с использованием специфических фонов. Для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов биологического и сельскохозяйственного профиля.

Информация: <http://www.sibkorma.ru>, sibkorma@ngs.ru