

УДК 631.527.53:575.2

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОДНОРОДНОГО СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА У РЕМОНТАНТНОЙ КРУПНОПЛОДНОЙ ЗЕМЛЯНИКИ (*FRAGARIA* × *ANANASSA* DUCH.)

© 2014 г. С.О. Батури<sup>1</sup>, И.К. Аполинар<sup>2</sup>, А.А. Кузьмина<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия, e-mail: SO\_baturin@mail.ru;
- <sup>2</sup> Государственное научное учреждение Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Россельхозакадемии, Новосибирск, Россия;
- <sup>3</sup> Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции Россельхозакадемии, Новосибирск, Россия

Поступила в редакцию 25 августа 2014 г. Принята к публикации 17 сентября 2014 г.

Высокий уровень пloidности *Fragaria* × *ananassa* Duch. ( $2n = 8x = 56$ ) и, как следствие, полисомическое наследование многих признаков, в том числе и репродуктивных, существенно затрудняют достижение однородности в семенном потомстве, необходимое для создания сортов, размножающихся семенами. В статье обосновывается эффективность использования линейных скрещиваний для достижения однородности семенного потомства ремонтантной крупноплодной земляники. Данные изучения трех потомств ( $F_1$ ) от линейных скрещиваний ремонтантной крупноплодной земляники свидетельствуют об однородности в потомствах по основным биоморфологическим признакам. Срок вступления в плодоношение сеянцев происходит спустя 4–5 месяцев после посева семян, что позволяет в условиях Западной Сибири собирать урожай в августе–сентябре и частично в октябре.

**Ключевые слова:** крупноплодная земляника, *Fragaria ananassa*, селекция, однократное плодоношение, ремонтантность, тип плодоношения.

### ВВЕДЕНИЕ

Земляника крупноплодная (*Fragaria* × *ananassa* Duch.,  $2n = 8x = 56$ ) по занимаемым площадям одна из ведущих ягодных культур в мире (Hummer *et al.*, 2011). За 300 лет селекции этого вида было создано около 4 000 сортов, адаптированных для различных условий выращивания. Ягоды<sup>1</sup> крупноплодной земляники ценятся за их уникальный вкус, диетические и лечебные качества. По характеру плодоношения

созданные сорта распределены на две группы: с однократным и многократным (ремонтантным) типом плодоношения.

Ремонтантные сорта интересны тем, что они по урожайности превышают однократно плодоносящие сорта в 2–3 раза, а плоды можно собирать уже в первый год вегетации вплоть до установления снежного покрова. Однако агротехнический уход за ними сложнее, чем за обычными сортами с однократным типом плодоношения (Волкова, 2000).

Для земляники крупноплодной многократно показано, что признак «тип плодоношения» генетически контролируется, причем однократное плодоношение контролируется рецессивным аллелем, а ремонтантное – доминантным (Powers, 1954; Darrow, 1966; Ahmadi *et al.*, 1990).

<sup>1</sup> С позиций классической ботаники плодом у *Fragaria* принято считать многоорешек на сочном цветоложе или «ложная ягода», а развившийся в процессе двойного оплодотворения семязачаток (семя) следует называть плодиком или орешком (Левина, 1987). В дальнейшем для удобства воспользуемся терминами, общепринятыми в генетике и селекции земляники, понимая под плодом ягоду, под семенем – семянку (Волкова, 2000).

В зависимости от генотипической структуры ремонтантного сорта в его семенном потомстве доля ремонтантных сеянцев может варьировать (Батурин и др., 1995). При семенном размножении сортов крупноплодной земляники в потомстве наблюдается выраженная генетическая изменчивость по биоморфологическим признакам, обусловленная полиплоидностью вида (8x) (Morrow, Darrow, 1952; Дука, 1959). Такая изменчивость существенно затрудняет поддержание сортовой однородности потомства при семенном размножении. В связи с этим ремонтантные сорта так же, как и сорта с однократным типом плодоношения, репродуцируют вегетативным способом, благодаря наземным столонам (усам) с укореняющимися розетками. Тем не менее в настоящее время зарубежными селекционерами предпринимаются активные усилия по выведению сортов ремонтантной земляники, которые при семенном воспроизводстве в потомстве проявляли бы однородность по основным биоморфологическим признакам (Bentvelsen *et al.*, 1997). При этом используется межлинейная гибридизация и отбор проводится на семьи, где сеянцы быстро вступают в плодоношение, т. е. на 5–6-й месяц после посева семян. Примером селекции в этом направлении можно считать сорт Свитхарт (США). По заявлению авторов этого сорта, семенное потомство на 90 % однородно по основным признакам продуктивности (US Patent 5585540, 1996). В Европе голландской компанией ABZ Seeds созданы ремонтантные сорта Tarpan F1, Лоран F1, Элан F1, Сариан F1, Merlan F1, Грандиан F1, Tristan F1 и др. (Bentvelsen, Bouw, 2006), которые продаются в виде семян, в том числе и в России.

Отечественный сортимент ремонтантной крупноплодной земляники, размножаемой сеянками, представлен лишь сортом Московский деликатес F1, зарегистрированным в Государственном реестре. Тем не менее российские семеноводческие компании в последнее время увеличивают сортимент размножаемой семенами ремонтантной крупноплодной земляники, не проводя регистрацию сорта в Государственном реестре. Целью настоящей работы является оценка однородности семенного потомства при гибридизации ремонтантных линий крупноплодной земляники.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили сеянцы семей № 119 (20 шт.), № 120 (92 шт.) и № 121 (67 шт.). Их происхождение следующее: семья № 119 – [11/66-2 × 11/137-8]; семья № 120 – [30-1 × 11/137-8]; семья № 121 – [11/79-1 × 11/137-8]. Исходные образцы № 11/66-2, № 11/79-1 и № 30-1 представляют собой ремонтантные линии, полученные при участии нейтральнодневных ремонтантных сортов Elin и Rebecka шведского происхождения, а линия № 11/137-8 – при участии ремонтантного нейтральнодневного сорта Аромас калифорнийского происхождения. Скрещивания были проведены в июне, а сеянки собраны в июле 2012 г. Для скрещиваний цветки кастрировали пинцетом, соцветия с кастрированными цветками помещали в изолятор из прозрачного упаковочного целлофана, при этом вокруг основания цветоноса прокладывалась вата для предотвращения попадания насекомых (возможных переносчиков пыльцы). У основания изолятор перевязывали тонким шпагатом с этикеткой. Завязываемость семян на ягоде оценивали путем расчета коэффициента семенификации (процента семенификации), который определяли как отношение числа развившихся семян к общему числу семязачатков в цветке, выраженное в процентах (Вайнагий, 1973).

Для этого ягоды разрезали на 2–4 части, которые плотно прижимали к листу тонкого картона, высушивали при комнатной температуре и затем проводили подсчеты семян и семязачатков для каждой ягоды с помощью бинокулярного микроскопа Микромед МС-2 ZOOM. Расчет среднего значения процента семенификации сорта для каждого месяца сбора ягод осуществляли по данным завязывания семян у 30 случайно отобранных ягод. Анализ всхожести проводился на 300 сеянках от каждого сорта (100 семян в трехкратной повторности) (ГОСТ 13056.6-97, 1998). Сеянки проращивались в начале февраля при положительной температуре 20–22 °С в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге после стратификации при температуре от +2 до –3 °С в течение 14 дней. Всхожесть оценивали в течение 65 дней с момента посева. Оценку всхожести гибридных семян проводили в сравнении со

всхожестью семян коммерческого сорта Loran F1 селекции компании «ABZ Seeds» (Голландия). Данный сорт был выбран в качестве стандарта исходя из наилучших посевных качеств семян (Батурин и др., 2010). В июле сеянцы в возрасте 5 мес. переносились в открытый грунт. Сеянцы выращивались на стандартном агрофоне без дополнительного полива и внесения удобрений на опытных участках биополигона СибФТИ и Новосибирской зональной плодово-ягодной станции. Для оценки на однородность полученных потомств использовали морфометрические признаки, рекомендованные для описания растений земляники (Методика ..., 2008). Статистическую обработку результатов проводили с применением стандартных методов (Зайцев, 1973). Для оценки изменчивости анализируемых морфологических признаков был использован коэффициент вариации  $V$ . При этом варьирование считали слабым, если  $V$  не превосходил 10 %, средним, когда коэффициент вариации составлял 11–25 % и значительным при значении коэффициента вариации выше 25 %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Достижение однородности семенного потомства у ремонтантной крупноплодной земляники необходимо для реализации технологии семенной репродукции ремонтантных сортов. В связи с этим приобретают значимость все особенности сорта, связанные с технологией семенного размножения, но самые основные из них – это всхожесть семян, коэффициент семенификации, период вступления сеянцев в плодоношение, проявление ремонтантности, урожайность и вкусовые качества ягод. Так, сравнение всхожести семян, полученных в направленных скрещиваниях, показало, что всхожесть в гибридных семьях была существенно выше, чем у стандарта – коммерческого сорта Loran F<sub>1</sub> (62,5 %) (рис. 1). Так, всхожесть семян семьи № 121 составила 99,6 %. Согласно указаниям ГОСТа 12420-81 (1988), для посевных качеств семян приняты следующие показатели их всхожести: 1-й класс – 75 %, 2-й класс – 60 %, 3-й класс – 40 %. Таким образом, посевные качества семян гибридных комбинаций соответствуют 1-му классу.

Показатель «срок вступления в плодоношение с момента посева семян» является опре-

деляющим для семенной репродукции ремонтантной крупноплодной земляники в Западной Сибири в связи с ограниченностью периода действия положительных температур воздуха (4–5 месяцев). В нашем эксперименте растения семей № 119 и № 121 вступали в плодоношение через 4 месяца, семьи № 120 – через 5 месяцев с момента посева семян, что позволяет получать урожай в августе–сентябре и частично в октябре. Плодоношение начиналось во II–III декадах августа. Оценка вкусовых качеств ягод составила для семьи № 119 – 4,0 балла; № 120 – 4,5 балла, № 121 – 4,2 балла, а для растений сорта Loran F1 – 3,8 балла. Средний вес ягод первого порядка составил для сеянцев семьи № 119 – 19,1 г, № 120 – 20,8 г, для сеянцев семьи № 121 – 23,9 г. У растений сорта Loran F1 средний вес ягод первого порядка составил 20,0 г.

Завязываемость семян, или коэффициент семенификации, указывает на степень полноценности развития ягод. Чем больше показатель завязываемости семян, тем более правильной формы ягоды на растении, поскольку развитие полноценной семянки сопряжено с развитием определенной площади поверхности ягоды. Низкие показатели семенификации свидетельствуют об уродливой форме ягод. В нашем эксперименте по анализу семенификации ягод мы использовали растения семьи № 120 и сравнили с растениями сорта Loran F1 (рис. 2). Во все месяцы плодоношения, с июля по сентябрь, завязываемость семян у растений семьи № 120 была достоверно выше, чем у стандарта. Причем варьирование среди сеянцев семьи № 120 по этому показателю было низким ( $V = 8,8$  %, август) или средним

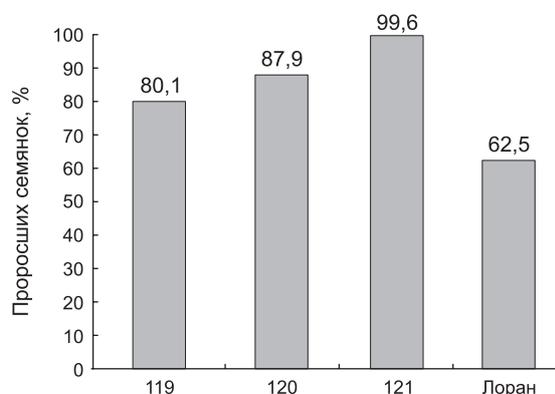


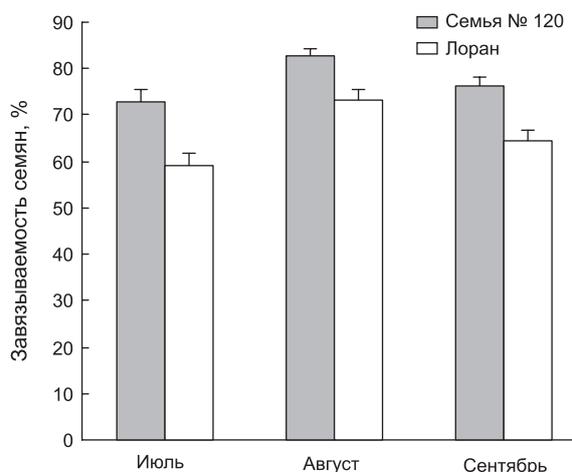
Рис. 1. Всхожесть семян ремонтантной крупноплодной земляники при межлинейных скрещиваниях.

( $V = 19,9\%$ , июль и  $13,9\%$ , сентябрь), в то время как у растений сорта Logan F1 лишь в августе и сентябре оно было средним ( $V = 17,4\%$  и  $V = 19,0\%$ ) соответственно, а в июле – близко к высокому ( $V = 25,6\%$ ) (рис. 3). Эти данные свидетельствуют о том, что растения семьи № 120 формируют более выполненные плоды, в отличие от растений сорта Logan F1.

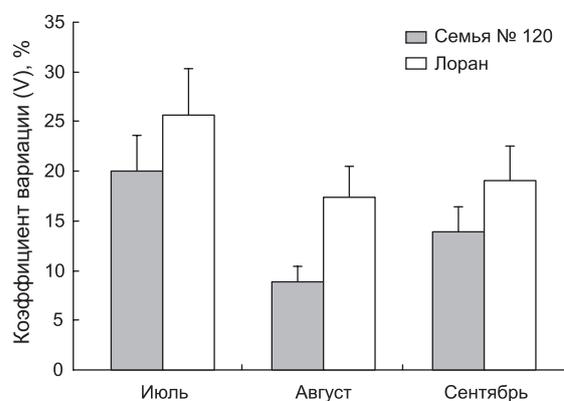
Несомненным критерием пригодности использования технологии семенной репродукции ремонтантных сортов является наличие в семенном потомстве однородности по проявлению ремонтантного плодоношения. Для крупноплодной земляники – октоплоида – получение однородного по проявлению ремонтантности семенного потомства весьма затруднительно по причине гетерозиготности ремонтантных растений (Батурин и др., 1995) и влияния среды на проявление ремонтантности (Ahmadi *et al.*, 1990; Battey *et al.*, 1998). Успех возможен при создании стабильных ремонтантных линий и использовании их в гибридизации (Bentvelsen *et al.*, 1997; Bentvelsen, Bouw, 2006; Аполинарьева и др., 2013). В нашем эксперименте такие линии были созданы и использованы при гибридизации. Все растения в потомствах от таких скрещиваний (семьи 119, 120 и 121) проявляли ремонтантное плодоношение. Цветение наступало спустя 18–20 недель после посева семян и было непрерывным, в то время как у сорта Logan F1 растения зацветали через 21 неделю после посева семян. Причем по типу цветения все полученные сеянцы отно-

сятся к нейтральнодневным. Нейтральнодневные растения обладают способностью формировать соцветия независимо от продолжительности светового дня. Соцветия у этих растений закладываются почти одновременно с образованием розеток на усах.

В целом по морфометрическим признакам, таким как количество цветоносов, количество цветков и ягод на цветоносе, высота растения, количество листьев на растении, диаметр куста, потенциальная урожайность и другим, принятым методикой проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность для земляники (Методика ..., 2008), растения семей № 119, 120 и в том числе № 121 проявляют значительную однородность. Незначительные отклонения касались количественных признаков, чутко реагирующих на условия произрастания: средняя масса ягод, длина цветоноса, фактический урожай и др. (Hytönen, 2009). Следует отметить, что растения каждой семьи имели отличительные фенотипические характеристики. Так, в семье № 119 у сеянцев преобладал тип куста: «стелющийся габитус», плотность облиственности – «рыхлая», преобладающая форма ягод – «почковидная» и крупные плотные листья, а у сеянцев семьи № 120 – полушаровидный габитус, средняя плотность куста, удлинненно-конические ягоды и темно-зеленые плотные листья. Все три семьи по силе роста относятся к «сильнорослым». Исходные родительские формы этих семей – линии № 11/79-1, № 30-1



**Рис. 2.** Завязывание семян (%) у ремонтантных сеянцев земляники в разные сроки плодоношения в открытом грунте.



**Рис. 3.** Степень изменчивости завязываемости семян у ремонтантных сеянцев земляники в разные сроки плодоношения.

и № 11/137-8 следует считать перспективными для дальнейшей селекционно-генетической работы по совершенствованию комбинационной эффективности скрещиваний.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате использования линейных скрещиваний получены простые линейные гибриды ремонтантной крупноплодной земляники, представленные растениями семей № 119, № 120 и № 121. В этих семьях растения имеют сокращенный период вступления в плодоношение, 4–5 месяцев, при условии высева семян в начале февраля и непрерывный характер плодоношения. По результатам изучения гибридного потомства выделяются семьи № 120 и № 121, которые удовлетворяют принципам семенного воспроизводства сортовой ремонтантной крупноплодной земляники. Растения этих семей стабильно плодоносят, их ягоды обладают хорошим вкусом и могут использоваться как в свежем виде, так и для переработки и заморозки. Посадив розетку земляники такого нейтральнодневного сорта, спустя два месяца можно уже получить урожай. В плодоношение нейтральнодневные растения вступают на 10–12 дней раньше обычных однократноцветущих за вегетацию сортов. Они могут плодоносить весь вегетационный период с апреля по ноябрь при условии их выращивания в весеннее и осеннее время в закрытом грунте. Помимо высокой урожайности нейтральнодневные растения очень декоративны и могут выращиваться в шпалерной культуре. Сам подход – использование линейных скрещиваний для создания однородных потомств – следует считать перспективным для создания сортов ремонтантной крупноплодной земляники, сохраняющих сортоспецифичность при семенном размножении.

Работа выполнена по бюджетному проекту № VI.53.1.3.

### ЛИТЕРАТУРА

- Аполинарьева И.К., Батурин С.О., Петрук В.А. Фенологические наблюдения в семенных потомствах ремонтантной крупноплодной земляники (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2013. № 3. С. 59–65.
- Батурин С.О., Аполинарьева И.К., Петрук В.А. Оценка всхожести семян и сортовой однородности семенного потомства ремонтантных коммерческих сортов крупноплодной земляники // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2010. № 1. Р. 40–45.
- Батурин С.О., Сухарева Н.Б., Малецкий С.И. Использование апомиксиса для изучения наследования ремонтантности у земляники крупноплодной (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) // Генетика. 1995. Т. 31. № 10. С. 1418–1424.
- Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журнал. 1973. Т. 59. № 6. С. 826–831.
- Волкова Т.И. Ремонтантная земляника. М.: Наука, 2000. 142 с.
- ГОСТ 12420-81. Семена многолетних цветочных культур. Посевные качества. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 1988. 12 с.
- ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. 27 с.
- Дука С.Х. Биология и селекция садовой крупноплодной земляники (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) // Науч. тр. Украинского НИИ садоводства. Киев: Гос. изд-во с.-х. лит-ры УССР, 1959. 119 с.
- Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. М.: Наука, 1973. 256 с.
- Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. Л., 1987. 160 с.
- Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Земляника *Fragaria* L. М., 2008. 16 с.
- Ahmadi H., Bringham R.S., Voth V. Modes of inheritance of photoperiodism in *Fragaria* // J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1990. V. 115. P. 146–152.
- Batley N., Le Meire P., Tehranifar A., Cecik C., Taylor S., Shives K., Hadley P., Greenland A., Darby J., Wilkinson M. Genetic and environmental control of flowering in strawberry // Genetic and environmental manipulation of horticultural crops / Ed. G.D. Cockshull, K.E. Seymour, G.B. Thomas B. CAB International. Wallingford. UK. 1998. P. 111–131.
- Bentvelsen G.C.M., Bouw E. Breeding ornamental strawberries // Acta Hort. (ISHS). 2006. V. 708. P. 455–457.
- Bentvelsen G.C.M., Bouw E., Veldhuyzen van Zanten J.E. Breeding strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) from seed // Acta Hort. (ISHS). 1997. V. 1. No. 439. P. 149–153.
- Darrow G.M. Everbearing strawberries // The Strawberry, History, Breeding and Physiology / Ed. Holt, Rinehart, Winston. N.Y., 1966. P. 165–174.
- Hummer K.E., Bassil N., Njuguna W. *Fragaria* // Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Temperate Fruits / Ed. C. Kole. Berlin: Springer, 2011. P. 17–44.
- Hytönen T. Regulation of strawberry growth and development. Academic dissertation. Helsinki Univ. Print, Helsinki. 2009. 62 p.
- Morrow E.B., Darrow G.M. Effect of limited inbreeding in strawberry // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1952. V. 59. P. 269–276.
- Powers L. Inheritance of period of blooming in progenies of Strawberries // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1954. V. 64. P. 293–298.
- US Patent 5585540. *Fragaria* plants and seeds. 1996. [http://www.patentstorm.us/inventors-patents/Willem\\_Sterk/2122660/1.html](http://www.patentstorm.us/inventors-patents/Willem_Sterk/2122660/1.html)

Аполинарьева И.К., Батурин С.О., Петрук В.А. Фенологические наблюдения в семенных потомствах ремонтантной крупноплодной земляники (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2013. № 3. С. 59–65.

Батурин С.О., Аполинарьева И.К., Петрук В.А. Оценка

**PROSPECTS OF OBTAINING UNIFORM SEED PROGENY  
OF EVERBEARING GARDEN STRAWBERRY  
(*FRAGARIA* × *ANANASSA* Duch.)**

**S.O. Baturin<sup>1</sup>, I.K. Apolinarieva<sup>2</sup>, A.A. Kuzmina<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia,  
e-mail: baturin@bionet.nsc.ru; SO\_baturin@mail.ru;

<sup>2</sup> Siberian Physical-Technical Research Institute of Agrarian Problems,  
Russian Academy of Agricultural Sciences, Novosibirsk, Russia;

<sup>3</sup> Siberian Research Institute of Plant Industry and Breeding,  
Krasnoobsk, Novosibirsk oblast, Russia

**Summary**

It is difficult to reach seed uniformity in *Fragaria* × *ananassa* Duch. ( $2n = 8x = 56$ ) because of the high ploidy level of this species and polysomic inheritance of characters, including reproductive ones, and, correspondingly, to raise varieties propagating by seeds. The present work demonstrates efficiency of line crossings for achieving uniformity within everbearing strawberry seed progeny. Examination of three progeny lines resulting from line crossings of everbearing garden strawberry testified uniformity of major biomorphological traits. The seedlings were capable to produce yield four to five months after germination, which allows harvesting berries in West Siberia in August, September, and, partially, in October.

**Key words:** garden strawberry, *Fragaria ananassa*, breeding, seasonal flowering, everbearing, flowering duration, seed reproduction.