

ОЦЕНКА НАСЛЕДУЕМОСТИ РЯДА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЗЕМЛЯНИКИ (*Fragaria* × *ananassa* Duch.)

Лапшин В.И., канд. биол. наук, Яковенко В.В., канд. с.-х. наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)

Реферат. Представлены результаты оценки донорского потенциала 6 сортов земляники по числу ягод, средней массе ягоды, плотности мякоти ягоды согласно значениям коэффициента наследуемости в узком смысле h^2 . Выделены сорта с наиболее высокой перспективой генетических доноров по изученным признакам.

Ключевые слова: земляника, сорта, признаки, наследуемость, доноры

Summary. The results of the donor potential evaluating of 6 strawberry varieties by the number of berries, average fruit weight, firmness of berry pulp according to the values of the heritability coefficient in the narrow sense h^2 are presented. The varieties with the highest prospect of genetic donors on the studied traits are selected.

Key words: strawberry, varieties, traits, heritability, donors

Введение. Селекцией земляники занимаются в 40 странах мира [1]. Наиболее значимыми селекционными программами являются: программы университетов Калифорнии и Флориды; программы крупных международных компаний – Planasa, CIV, Driscoll, Eurosemillas; европейские программы CREA-Ferli, IFARA, INRA-CIREF, NIAB-EMR [2]. Многие из этих программ сочетают традиционную селекцию с передовыми биотехнологическими методами. Исследования по генетике, молекулярной биологии, физиологии, биохимии являются составной частью этих программ. Прикладным направлением селекционных программ является выведение новых сортов. Получение селекционно ценных форм с заданным комплексом признаков было и остается по сей день важнейшей задачей практической селекции.

Требования к продуктивности, качеству ягод и устойчивости к болезням сортов земляники постоянно возрастают. Новые сорта должны иметь: высокий урожай, устойчивость или толерантность к болезням, крупные ягоды правильной формы и ярко-красной окраски, высокую плотность мякоти ягод и хороший вкус, лёгкий сбор урожая, длительный период сбора урожая, хорошую адаптацию к условиям и системам выращивания. Достижение запланированных целей и задач в селекции культуры возможно лишь в том случае, если у специалистов имеется хорошее знание генетической основы реализации отдельных хозяйственно ценных признаков.

К настоящему времени, по данным многочисленных исследований, установлено что реализация признаков продуктивности и качества ягод земляники зависит от наследственных характеристик родительских форм и условий среды, в которых происходит рост и развитие гибридного потомства [3-11]. Вместе с тем, увеличивающееся генетическое разнообразие сортов земляники, различные климатические условия и системы выращивания определяют необходимость проведения дальнейших исследований в области изучения наследования хозяйственно ценных признаков.

Одним из известных и широко распространенных генетико-статистических показателей вклада генотипа в реализацию количественных признаков является коэффициент наследуемости в узком смысле (h^2), оценивающий долю аддитивных эффектов генов в изменчи-

ности признака [12-13]. Он считается достаточно надёжным показателем, позволяющим судить о возможных донорских качествах родительских форм, участвующих в гибридизации. Высокие его значения свидетельствуют о донорском потенциале родителей и эффективности отбора лучших форм по фенотипу в гибридных семьях с их участием. Низкие значения коэффициента h^2 указывают на преобладание в изучаемых семьях неаддитивных межгенных взаимодействий, а также на возможность сильного модифицирующего влияния условий среды на реализацию признака в отдельных комбинациях скрещиваний [14].

По мнению М.В. Каньшиной, h^2 определяет взаимосвязь признака у родителей и потомков в конкретных условиях выращивания [15]. Чем выше аддитивная вариация в популяции, тем выше корреляция по данному признаку в системе «родители-потомки».

Цель нашей работы – оценка вкладов аддитивной генетической вариации в изменчивость ряда признаков структуры урожайности и качества ягод земляники и выявление на её основе сортов-доноров изученных признаков.

Объекты и методы исследований. Материалом для исследования являлись данные по хозяйственно ценным признакам 6 сортов и 8 гибридных семей земляники, собранные в период 2017-2018 гг. Для селекционно-генетического анализа использовались средние значения числа ягод (шт/куст), средней массы ягод (г) и плотности мякоти ягод (г). Работа выполнялась по общепринятым в РФ методикам [16-17] и Программе Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2013 года [18]. Вычисление коэффициента h^2 строилось на основе стандартной статистической процедуры разложения общей дисперсии изменчивости на отдельные варианты при сравнении числовых рядов учтенных признаков у родительских сортов и их гибридного потомства [12].

Обсуждение результатов. Изучаемые сорта земляники в гибридных комбинациях выступали в качестве как материнской, так и отцовской форм. По числу ягод для сорта Белруби было проанализировано 3 гибридных отбора, для Мармолады – 5, для Эльсанта – 1 и для Моллинг Пандоры – 3. Значения коэффициентов наследуемости в узком смысле h^2 по числу ягод (шт/куст) у изученных сортов приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов наследуемости h^2 у изученных сортов земляники по числу ягод

Сорт	Гибридная семья	h^2
Белруби	Белруби × F ₁ С-141	0,62
	Белруби × Ирма	0,55
	Сельва × Белруби	0,39
Мармолада	Моллинг Пандора × Мармолада	0,62 ; 0,19; 0,46
	Сельва × Мармолада	0,29; 0,31
Эльсанта	Сельва × Эльсанта	0,33
Моллинг Пандора	Моллинг Пандора × Мармолада	0,15; 0,30; 0,44

Примечание: жирным шрифтом выделены значения h^2 , превышающие 0,50 и указывающие на преобладание аддитивного эффекта генов в наследовании признаков.

Согласно представленным результатам, у большинства сортов земляники, изученных по числу ягод, в наследовании данного признака преобладают неаддитивные эффекты генетических взаимодействий, при которых коэффициент наследуемости в узком смысле h^2 не превышает 0,46.

Для сорта Белруби отмечается возможность донорского потенциала по этому признаку, обусловленного аддитивными эффектами генов, в гибридных комбинациях с участием которого значения коэффициента h^2 превысили 0,50.

Высокое значение h^2 (0,62) у сорта Мармолада в семье Моллинг Пандора × Мармолада свидетельствует о возможности наличия качеств генетического донора у этого сорта в отдельных комбинациях скрещиваний.

Иллюстрация донорских качеств сорта Белруби приводится в таблице 2. Данные этой таблицы показывают, что при использовании сорта Белруби в качестве материнской формы, а F_1 С-141 и Ирмы – в качестве отцовских в потомстве выщепляются генотипы с большим числом ягод на куст, чем среднее между родителями. Тем самым подтверждается хорошие донорские качества Белруби по этому признаку.

Таблица 2 – Донорские качества сорта Белруби по числу ягод

Число ягод у родителей, шт/куст	Среднее между родителями	Отборы F_1	
		число ягод, шт/куст	селекционный номер
Белруби × F_1 С-141 46 44	45	55	6-9-12
Белруби × Ирма 46 40	43	45	8-31-12
Сельва × Белруби 44 46	45	31	1-1-08

По средней массе ягод было изучено 3 сорта, выступавших в качестве материнской и отцовской форм. Для сорта Мармолада было проанализировано 5 отборов, для Моллинг Пандора – 3, для Примеллы – 3. Результаты анализа эффектов генетических взаимодействий по коэффициенту наследуемости h^2 для средней массы ягод сортов земляники представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения коэффициентов наследуемости h^2 у изученных сортов земляники по средней массе ягод

Сорт	Гибридная семья	h^2
Мармолада	Моллинг Пандора × Мармолада	0,79; 0,52; 0,63
	Примелла × Мармолада	0,51
	Сельва × Мармолада	0,75
Моллинг Пандора	Моллинг Пандора × Мармолада	0,53; 0,33; 0,34
Примелла	Веснянка × Примелла	0,93; 0,67
	Примелла × Мармолада	0,55

По средней массе ягод высокая вероятность преобладания аддитивных генетических взаимодействий, обуславливающих качество доноров по данному признаку, отмечена для сортов земляники Мармолада (значения h^2 в изученных гибридных комбинациях составили 0,51-0,79) и Примелла (h^2 – 0,55-0,93).

Для сорта Моллинг Пандора значения коэффициентов наследуемости 0,33 и 0,34 в двух гибридных отборах комбинации скрещивания Моллинг Пандора × Мармолада свидетельствуют о преобладании неаддитивных генетических взаимодействий в наследовании средней массы ягод у данного сорта.

Качество генетических доноров сортов Мармолада и Примелла подтверждаются данными таблицы 4. Согласно этим данным, использование в селекции на крупноплодность сортов Мармолада и Примелла позволяет получать гибридные формы земляники с высоким значением средней массы ягод, что указывает на донорский потенциал этих сортов.

Изучение наследования признака плотности мякоти ягод проводилось по данным значений этого признака у трех сортов земляники – Мармолада (4 гибридных отбора), Моллинг Пандора (2 отбора) и Сельва (4 отбора). Наиболее отчетливый аддитивный эф-

фekt по плотности мякоти ягод с коэффициентом наследуемости h^2 0,51-0,59 в трёх из 4 гибридных отборов отмечен для сорта Мармолада, способного нести донорский потенциал по данному признаку (табл. 5).

Таблица 4 – Донорские качества сортов Мармолада и Примелла по средней массе ягод

Средняя масса ягод у родителей, г	Среднее между родителями	Отборы F ₁	
		средняя масса ягод, г	селекционный номер
Моллинг Пандора × Мармолада 10,8 15,6	13,2	14,2	5-5-08
Моллинг Пандора × Мармолада 10,8 15,6	13,2	18,2	6-6-12
Моллинг Пандора × Мармолада 10,8 15,6	13,2	13,9	2-14-08
Примелла × Мармолада 14,6 15,6	15,1	16,7	5-2-06
Сельва × Мармолада 8,0 15,6	11,8	12,2	1-6-08
Веснянка × Примелла 7,8 24,2	16,0	19,8	6-3-06
Веснянка × Примелла 7,8 24,2	16,0	17,7	6-1-06
Примелла × Мармолада 24,2 15,6	19,9	20,7	5-2-06

Таблица 5 – Значения коэффициентов наследуемости h^2 у изученных сортов земляники по плотности мякоти ягод

Сорт	Гибридная семья	h^2
Мармолада	Моллинг Пандора × Мармолада	0,59; 0,51
	Сельва × Мармолада	0,57; 0,40
Моллинг Пандора	Моллинг Пандора × Мармолада	0,52; 0,18
Сельва	Сельва × Мармолада	0,39; 0,18
	Сельва × Белруби	0,56
	Сельва × Эльсанта	0,18

Для сорта Сельва отмечается преобладание неаддитивных генетических взаимодействий, указывающих на эффективность отбора в отдельных комбинациях скрещиваний с участием земляники Сельва. Качества генетического донора сорта Мармолада подтверждаются данными таблицы 6.

Таблица 6 – Донорские качества сорта Мармолада по плотности мякоти ягод

Плотность мякоти ягод у родителей, г	Среднее между родителями	Отборы F ₁	
		плотность мякоти ягод, г	селекционный номер
Моллинг Пандора × Мармолада 210 310	260	270	5-5-08
Моллинг Пандора × Мармолада 210 310	260	340	2-14-08
Сельва × Мармолада 280 310	300	370	1-6-08
Сельва × Мармолада 280 310	300	280	1-1-08

Выводы. Согласно проведённым исследованиям наследование признака крупноплодности определяется, в основном, аддитивными эффектами генов. В наследовании числа ягод преобладают неаддитивные эффекты генетических взаимодействий. По плотности мякоти ягод наблюдается примерно равноценный вклад аддитивных и неаддитивных генетических взаимодействий в реализацию признака. Донорские качества по изученным признакам выявлены для следующих сортов земляники: по числу год – для сорта Белруби, по средней массе ягод – Мармолада и Примелла, по плотности мякоти ягод – сорт Мармолада.

Литература

1. Faedi, W. Situazione e prospettive della ricerca genetica sulla fragola nel mondo / W. Faedi, F. Mourgues, C. Rosati // Frutticoltura. – 2000. – 12. – 12-20.
2. Mezzetti, B. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world / B. Mezzetti, F. Giampieri, Y. Zhang, C. Zhong // Journal of Berry Research. – 2018. – 8. – P. 205-221.
3. Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск: ГНУ ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина. 2004. 196 с.
4. Shaw, D.V. Genetic variation for quality traits in an advanced-cycle breeding population of strawberries / D.V. Shaw, R.S. Bringhurst, V. Voth // J. Amer. Soc. Hort. Sci. - 1987. - 112. - P. 699-702.
5. Watkins, R. Components of genetic variance in the cultivated strawberry / R. Watkins R., L.P.S. Spangelo // Genetics. – 1968. – 59(1). – P. 93-103.
6. Hansche, P.E. Estimates of genetic and environmental parameters in the strawberry / P.E. Hansche, R.S. Bringhurst, V. Voth // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1968. – 92. – P. 338-345.
7. Gawroński, J. Evaluation of the genetic control, heritability and correlations of some quantitative characters in strawberry / J. Gawroński // Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus. – 2011. – 10(1). – P. 71-76.
8. Hasing, T. Estimation of genetic parameters and gains for color traits of strawberry / T. Hasing, L.F. Osorio, V.M. Whitaker // Euphytica. – 2012. – 186. – 303-311.
9. Masny, A. Breeding value of selected dessert strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cultivars for ripening time, fruit yield and quality / A. Masny, K. Pruski, E. Żurawicz, W. Mądry // Euphytica. – 2016. – 207(2). – P. 225-243.
10. Whitaker, V.M. Estimation of Genetic Parameters for 12 Fruit and Vegetative Traits in the University of Florida Strawberry Breeding Population / V.M. Whitaker, L.F. Osorio, T. Hasing // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 2012. – 137(5). – P. 316-324.
11. Яковенко В.В., Лапшин В.И. Оценка донорского потенциала ряда сортов земляники по средней массе ягоды // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2019. № 55 (1). С. 12-22. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/01/02.pdf>.
12. Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. Минск: Вышэйшая школа, 1978. 448 с.
13. Фальконер, Д.С. Введение в генетику количественных признаков. М.: Агропромиздат, 1985. 486 с.
14. Федин М.А., Силис Д.Я., Смирязев А.В. Статистические методы генетического анализа. М.: Колос, 1980. 207 с.
15. Каньшина, М.В. Генетические ресурсы и инновационные методы в селекции сортов смородины чёрной // Современные тенденции устойчивого развития ягодоводства России (смородина, крыжовник): сб. науч. трудов, посвященный 110-летию со дня рожд. д-ра с.-х. наук, заслуж. деятеля науки РФ К.Д. Сергеевой / ФНЦ им. И.В. Мичурина. Воронеж: Кварта, 2018. Т. 1. С. 98-119.
16. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: ВНИИСПК, 1995. 503 с.
17. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: ВНИИСПК, 1999. 606 с.
18. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с.