

УДК 634.75:631.524.01

СИСТЕМА ГЕНЕТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НЕЙТРАЛЬНО-ДНЕВНОГО ТИПА ПЛОДОНОШЕНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

THE SYSTEM OF GENETIC CONTROL THE NEUTRAL-DAILY TYPE OF GARDEN STRAWBERRY FRUITING

В. И. ЛАПШИН, кандидат биологических наук, научный сотрудник

В. В. ЯКОВЕНКО, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник

ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»

V. I. LAPSHIN, candidate of biological sciences, scientist

V. V. YAKOVENKO, candidate of agricultural sciences, the head scientist

FGBNU «North-Caucasian regional research institute of horticulture and viticulture»

Представлены результаты генетического анализа семи сортов земляники садовой — Белруби, Тоскана F₁, Елизавета II, Е-220 F₁, Онда, Сельва, Сан Андреа по признаку нейтрально-дневного типа плодоношения на основе изучения расщепления в гибридном потомстве. Сорта Белруби и Онда относятся к однократно плодоносящим. Остальные пять — к нейтрально-дневным. Работу проводили на экспериментальной базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства» (ФГБНУ СКЗНИИСИВ, г. Краснодар). Изучали наследование нейтрально-дневного типа плодоношения земляники согласно анализу частот расщеплений в гибридных семьях с использованием метода хи-квадрат. Выявили систему генетического контроля признака, включающую три гена, которые взаимодействуют по типу двойного доминантного эпистаза. Сочетание в одном генотипе двух доминантных аллелей А и В определяет нейтрально-дневной тип плодоношения сорта. С учетом описания генотипов три изученных сорта земляники нейтрально-дневного типа плодоношения — Тоскана F₁, Сан Андреа и Е-220 F₁, несущие доминантный аллель А в гомозиготном состоянии, могут выступать в качестве генетических доноров изученного признака Сельва и Елизавета II, гетерозиготные по генам А и В, — в качестве генетических источников нейтрально-дневного типа плодоношения. Доминантный аллель С у однократно плодоносящих сортов Белруби и Онда выступает в качестве ингибитора обоих аллелей А и В.

Ключевые слова: земляника, сорта, комбинации скрещивания, генетический анализ, эпистаз, нейтрально-дневной тип плодоношения.

The results of genetic analysis by 7 varieties of strawberry — Belrubi, Toscana F₁, Elizabeth II, E-220 F₁, Honda, Selva, San Andreas on the trait of neutral-day type of ripening that based on a study of splitting in the hybrid offspring are presented. Varieties Belrubi and Honda are once-fruit-bearing, the others 5 — neutral-day. The work was conducted at the experimental station of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North-Caucasian regional research institute of horticulture and viticulture» (FSBSI NCRRIHV, Krasnodar, Russia). The study of inheritance by neutral-day type of fruiting strawberries according to the analysis of the frequency splitting in hybrid families was performed using the chi-square method. Revealed the genetic control system feature, which includes 3 genes that interact by type of dual dominant epistasis. An association in one genotype 2 dominant alleles A and B determines the neutral-day type of ripening by variety. In accordance with description of genotypes, 3 studied strawberry varieties by neutral-day type of ripening as Toscana F₁, San Andreas and E-220 F₁, carrying a dominant allele A in the homozygous state, may act as genetic donors by studied trait, Selva and Elizabeth II, heterozygous for the genes A and B, — as a genetic sources of neutral-day type of ripening. The dominant allele C at once fruiting varieties Belrubi and Onda acts as an inhibitor of both alleles A and B.

Key words: strawberry, varieties, combinations of crossing, genetic analysis, epistasis, neutral-day type of ripening.

Введение. Одно из приоритетных направлений в области селекции земляники — выведение новых сортов, характеризующихся продлением плодоношения и потребления свежих ягод. Работы по изучению наследования нейтрально-дневного

типа плодоношения земляники, проводимые еще с первой половины прошлого столетия [1—3], активно ведутся и сейчас как в направлении описания структурных компонентов генома земляники, детерминирующих различные типы плодоношения, так и изучения физиологии взаимодействия генотипов изучаемых сортов культуры с факторами среды выращивания [4].

Ряд работ, проведенных в разные годы [5—6], указывает на контроль нечувствительности растений земляники к длине светового дня одним доминантным геном, но в настоящее время установлено, что способность земляники к нейтрально-дневному типу плодоношения является сложным полигенным признаком [7—8].

Изучение генетического контроля нейтрально-дневному типу плодоношения в комбинациях скрещиваний с участием сортов земляники различных сроков созревания определяет актуальность проводимой в СКЗНИИСиВ работы по отбору сеянцев, обладающих указанным типом плодоношения.

Цель нашей работы — дать селекционно-генетическую оценку межсортовых комбинаций скрещивания земляники по нейтрально-дневному типу плодоношения, выявить закономерности его наследования и определить селекционную ценность родительских сортов для дальнейшего использования в селекции.

В изучении наследственного контроля нейтрально-дневному типу плодоношения мы ранее получили результаты, согласно которым генетические системы нечувствительности земляники к длине фотопериода могут детерминироваться как двумя, так и тремя генами, характеризующимися эпистатическими взаимодействиями [9—10]. Основной задачей наших текущих исследований была проверка достоверности выявленных систем генетического контроля на новом гибридном материале земляники садовой, полученном в ряде комбинаций скрещиваний.

Методика. Материалом для исследований послужили 7 гибридных семей земляники (Белруби × Тоскана F₁, Белруби × Елизавета II, Белруби × Е-220 F₁, Онда × Сельва, Онда × Тоскана F₁, Онда × Сан Андреа, Онда × Елизавета II) по признаку нейтрально-дневному типу плодоношения. Родительскими сортами, отличающимися этим типом плодоношения, являлись Тоскана F₁, Елизавета II, Е-220 F₁ и Сан Андреа. В каждой комбинации в летне-осенний период провели индивидуальный учет сеянцев для выявления расщепления гибридных популяций земляники по изучаемому признаку на нейтрально-дневные и однократно плодоносящие растения.

Изучали наследование нейтрально-дневному типу плодоношения земляники, согласно анализу частот расщеплений в гибридных семьях с использованием метода хи-квадрат χ^2_{05} [11].

Результаты. В семьях с участием Онды при сравнении эмпирических распределений по нейтрально-дневному типу плодоношения подтвердились достоверные различия между гибридными комбинациями (суммарное значение χ^2 по всем семьям составило 9,09 при $\chi^2_{\text{ст.}}$ 7,8), что обусловило необходимость объединения семей в две группы по классам расщепления, предусматривающим математические модели 7:1 и 3:1.

В первый класс расщепления (7:1) вошли гибридные комбинации Онда × Елизавета II, Белруби × Елизавета II и Онда × Сельва, во второй (3:1) — Белруби × Тоскана F₁, Онда × Тоскана F₁, Онда × Сан Андреа, Белруби × Е-220 F₁. Для обоих классов подтвердилась ноль-гипотеза об отсутствии достоверных различий по нейтрально-дневному типу плодоношения между гибридными комбинациями, вошедшими в класс: для первого класса суммарное значение χ^2 по трем семьям составило 0,19 при стандартном $\chi^2_{\text{ст.}}$ 6, для второго — по четырем вошедшим семьям соответствующие значения χ^2 составили 3,66 и 7,8.

Результаты проверки соответствия частот математическим моделям расщепления в двух полученных классах представлены в таблице 1.

1. Генетический анализ расщепления в гибридных семьях земляники по признаку нейтрально-дневному типу плодоношения

n_i	n_t	$n_i - n_t$	χ^2
<i>Математическая модель 7:1</i>			
75	70	5	0,36
5	10	—5	2,50
Суммарное значение χ^2			2,86
Стандартное χ^2_{05} (f=1)			3,84
<i>Математическая модель 3:1</i>			
126	119,3	6,7	0,38
33	39,7	—6,7	1,13
Суммарное значение χ^2			1,51
Стандартное χ^2_{05} (f=1)			3,84
<i>Примечание.</i> n_i — эмпирическое распределение; n_t — теоретическое распределение; f — число степеней свободы.			

2. Генотипы родительских сортов земляники по признаку нейтрально-дневному типу плодоношения

Сорт	Генотип
<i>Нейтрально-дневные сорта</i>	
Сельва	AaBbcc
Елизавета II	AaBbcc
Тоскана F ₁	AABbcc
Сан Андреа	AABbcc
Е-220	AABbcc
<i>Сорта короткого дня</i>	
Онда	aabbCc
Белруби	aabbCc

Эмпирические значения χ^2 2,86 и 1,51 (табл. 1), соответствующие математическим моделям 7:1 для гибридных комбинаций Онда × Елизавета II, Белруби × Елизавета II, Онда × Сельва и 3:1 — для комбинаций Белруби × Тоскана F_1 , Онда × Тоскана F_1 , Онда × Сан Андреа, Белруби × Е-220 F_1 , указывают на генетический контроль признака нейтрально-дневного типа плодоношения земляники, обусловленный эффектом 3 генов, взаимодействующих по типу двойного доминантного эпистаза.

Генотипы родительских сортов земляники, соответствующие выявленной тригенной модели генетического контроля, приводятся в таблице 2.

Сочетание в одном генотипе нейтрально-дневных сортов (табл. 2) доминантных аллелей А и В детерминирует проявление признака ремонтантности, доминантный аллель С у однократно плодоносящих сортов выступает в качестве ингибитора обоих аллелей А и В.

Выщепляющиеся нейтрально-дневные сеянцы в комбинациях с участием Сельвы, Елизаветы II, Тосканы F_1 , Сан Андреа и Е-220 могут нести генотип АаВbсс.

Выводы. Таким образом, в результате проведенного генетического анализа нейтрально-дневного типа плодоношения земляники садовой получила подтверждение модель генетического контроля данного признака, определяемого 3 генами, взаимодействующими по типу двойного доминантного эпистаза. С учетом выявленных генотипов сорта Тоскана F_1 , Сан Андреа и Е-220 F_1 , несущие аллель А в гомозиготном состоянии, могут выступать в качестве генетических доноров изученного признака; сорта Сельва и Елизавета II, гетерозиготные по генам А и В, — в качестве генетических

источников нейтрально-дневного типа плодоношения.

● ЛИТЕРАТУРА

1. Darrow, G.M. Strawberry Improvement / G.M. Darrow // In Better plants and animals 2: USDA yearbook of Agriculture, 1937. — P. 496—533.
2. Clark, J.H. Inheritance of so-called everbearing tendency in strawberry / J.H. Clark // Proceedings of the American Society of Horticultural Science, 1937. — № 35. — P. 67—70.
3. Powers, L. Inheritance of period of blooming in progenies of strawberries / L. Powers // Proceedings of the American Society of Horticultural Science, 1954. — № 64. — P. 293—298.
4. Mookerjee, S. Genetics of remontancy in octoploid strawberry (*Fragaria × ananassa*) / S. Mookerjee // Michigan State University, 2012. — A Dissertation in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor Of Philosophy. — Plant Breeding, Genetics, and Biotechnology-Horticulture. — 203 pp.
5. Попова И. В. Исходные формы поздноцветущих сортов земляники / И. В. Попова, Ю. М. Миняева // Плодоводство и ягодоводство России, 2005. — Т. XIII. — С. 36—6.
6. Shaw, D.W. Heterogeneity of Segregation Ratios from Selfed Progenies Demonstrate Polygenic Inheritance for Day Neutrality in Strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) / D.W. Shaw // J. Amer. Soc. Hort. Sci., 2003. — 128(4). — P. 504—507.
7. Weebadde, C.K. Using a linkage mapping approach to identify QTL for day-neutrality in the octoploid strawberry / C.K. Weebadde, D. Wang, C.E. Finn, K.S. Lewers, J.J. Luby, J. Bushakra, T.M. Sjulín, J.F. Hancock // Plant Breeding, Berlin, 2008. — № 127. — P. 94—101.
8. Koskela, E. Genetic and Environmental Control of Flowering in Wild and Cultivated Strawberries / E. Koskela // Department of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki, 2016. — Academic Dissertation. — 54 pp.
9. Лапшин В. И. Изучение наследования нейтрально-дневного типа плодоношения в гибридных комбинациях земляники садовой / В. И. Лапшин, В. В. Яковенко // Плодоводство и ягодоводство России. — М.: ВСТИСП, 2012. — Т. 35. — С. 182—186.
10. Лапшин В. И. Генетический контроль нейтрально-дневного типа плодоношения сортов и гибридных комбинаций земляники садовой / В. И. Лапшин, В. В. Яковенко // Вестник РАСХН, 2014. — № 5. — С. 15—17.
11. Тихомирова М. М. Генетический анализ / М. М. Тихомирова. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. — 280 с.

e-mail: lavai@list.ru, yakovenko_valent@mail.ru