

番茄果实呼吸强度的数量遗传分析

王 辉, 李文丽, 王 富

(青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109)

摘 要:以 2 个果实呼吸强度显著不同的番茄品系为试材,通过 P_1 、 P_2 、 F_1 、 F_2 、 B_1 和 B_2 六世代分析方法,研究了番茄果实呼吸强度的遗传规律。结果表明:番茄果实呼吸强度遗传符合 2 对加性-显性-上位主基因遗传模型(B_1B_2),主基因效应在 B_1 、 B_2 和 F_2 3 个世代的遗传率分别为 58.63%、61.04%、64.87%。

关键词:番茄;呼吸强度;主基因+多基因遗传

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)23-0024-03

植物性状区分为质量性状和数量性状^[1]。随着生物统计学的发展,20 世纪 70 年代创立了一套新的统计

第一作者简介:王辉(1981-),男,山东郓城人,博士,讲师,现主要从事蔬菜遗传育种与分子生物学等研究工作。

责任作者:王富(1966-),男,黑龙江明水人,博士,教授,现主要从事蔬菜遗传育种及生物技术等研究工作。E-mail: wangfuabcd@163.com.

基金项目:山东省良种工程农业生物资源创新利用研究资助项目(PTBR2013);青岛市民生计划资助项目(13-1-3-3-nsh);山东省现代农业产业技术体系资助项目。

收稿日期:2014-08-27

分析方法-混合分布模型分析法^[2]。此法很快被应用到数量遗传学中用来分析各种复杂的遗传模型,统计学中的混合分布分析方法与数量遗传学的多基因学说相结合,产生了主基因+多基因混合遗传理论^[3],在这一理论基础上,利用 P_1 、 P_2 、 F_1 、 F_2 、 B_1 和 B_2 多世代联合分析法对生物性状的遗传规律进行了研究,并建立了一系列的遗传模型^[4]。番茄为典型的呼吸跃变型果实,番茄成熟果实呼吸强度大小可间接反应番茄的耐贮性,呼吸强度的大小对番茄品质起着重要作用,而对番茄成熟果实呼吸强度遗传模型的研究目前尚鲜见报道。该试验采用多世代联合分析法对番茄成熟果实呼吸强度遗传规

[14] 沈德绪.果树育种学[M].北京:中国农业出版社,1992.

[15] 张连翔,刘学增.逻辑斯蒂曲线上两个重要特征点的分析及其应用[J].河北林学院学报,1992,7(2):154-158.

[16] 薄颖生,翟梅枝,毛富春,等.“西林 3 号”核桃果实生长规律 Logistic

模型研究[J].北方园艺,2012(4):25-27.

[17] 薄颖生,翟梅枝,毛富春,等.两个品种核桃果实生长模型及生理落果规律研究[J].北方园艺,2013(2):33-35.

Study on Growth Trend of ‘Chandler’ Walnut

BO Ying-sheng¹, ZHAI Mei-zhi¹, LI Xin²

(1. Forestry College, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Syngenta (China) Investment Company, Shanghai 200120)

Abstract: Taking 6-year-old ‘Chandler’ walnut that cultivated from walnut experiment and demonstration stations of Northwest Agriculture and Forestry University as materials, with ‘Xiangling’ walnut that cultivated at same period as control, through phenological observation and measurement of fruit growth dynamic, growth trend of two kinds of walnut were analyzed, to provide reference to cultivation management to ‘Chandler’ walnut. The results showed that, three diameters growth trend of two walnuts had a high correlation with Logistic model, and the statistic test of regression equation reached a significant level; two walnuts diameter growth rate had four synchronized peaks, but the first and fourth diameter growth peaks of ‘Chandler’ walnut were 7 days later than ‘Xiangling’ walnut; in the walnut fast growing period, two walnuts shape index showed a decreasing process, but the decreasing speed of ‘Chandler’ walnut was faster than ‘Xiangling’ walnut.

Keywords: ‘Chandler’; ‘Xiangling’; walnut; fruit growth model; growth rate; shape change

律进行了研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料: P_1 为成熟突变体 *rin* 纯合材料; P_2 为正常成熟番茄高代自交系; F_1 为杂种一代(P_1 为母本); 2010 年 10 月将 F_1 自交和与其亲本回交分别获得 F_2 、 BCP_1 (B_1)、 BCP_2 (B_2)。

1.2 试验方法

将各试验材料于 2011 年 2 月 18 日育苗, 4 月 22 日定植于青岛农业大学园艺试验站的大棚内, 其中 P_1 、 F_1 、 P_2 各定植 20 株, B_1 、 B_2 和 F_2 分别定植 120、120、200 株。株行距 35 cm×70 cm, 平畦地膜覆盖, 田间管理按常规操作。花期挂牌, 每植株挂 3~4 个且集中在第 2~3 花序, 于花后 50 d 采样, 单株单果测定呼吸强度。

1.3 项目测定

按照所设定的采样时间进行采样分析, 每份样品采 3 个果, 用 LI-840 二氧化碳分析仪测定二氧化碳的释放量。观察不同材料成熟过程中其呼吸强度的不同变化。

2 结果与分析

2.1 六世代番茄果实呼吸强度的次数分布

由表 1 可以看出, 六世代番茄果实呼吸强度的次数分布以 P_1 为呼吸强度较低的亲本, P_2 为呼吸强度较高

的亲本, F_1 平均表型与 P_2 亲本较为接近, B_1 和 B_2 表现为偏态分布, F_2 代表为 2 个峰态, 可能是 2 个或多个分布的混合。

表 1 番茄 $P_1 \times P_2$ 各世代果实呼吸强度大小的次数分布

Table 1 Frequency distribution of respiration intensity size of each generation of tomato $P_1 \times P_2$ $mg \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$

群体	组中值 Class mid-value																\bar{x}	s^2
Group	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
P_1	1	1	3	7	5	3											15.71	2.31
F_1					1	2	1	3	4	4	1	2					20.65	1.61
P_2									2	3	8	6	2	1			24.39	5.76
B_1	5	7	13	16	21	15	11	13	6	5	3	2	1	1			16.94	9.95
B_2				2	3	3	7	10	14	14	21	17	13	9	4		21.33	13.15
F_2	5	8	13	20	14	11	10	12	15	17	27	20	12	14	6		18.91	13.30

2.2 遗传模型的选择

以 6 个世代群体呼吸强度个体测定值为基础, 利用主基因-多基因混合遗传模型的多世代联合分析方法, 分别算得 5 类 24 种遗传模型的极大似然函数值和 ACI 值。由表 2 可以看出, 遗传模型 B_{1_1} 和 E_{1_3} 的极大似然函数值较大, ACI 值较小, 为最佳备选模型。备选模型进行适合性检验结果表明(表 3), B_{1_1} 模型达到显著差异的统计量仅为 3 个, 而 E_{1_3} 模型多达 15 个, 因此, 认为 B_{1_1} 模型为最适模型。

表 2 不同模型的极大似然函数值和 ACI 值

Table 2 Max-likelihood-value and ACI value of different models

模型	极大似然函数值	ACI 值	ACI 值排序	模型	极大似然函数值	ACI 值	ACI 值排序
Model	Max-likelihood-value	ACI value	Order of ACI	Model	Max-likelihood-value	ACI value	Order of ACI
A ₁	-1 308.16	2 624.33	8	D ₀	-1 302.12	2 628.25	10
A ₂	-1 311.22	2 628.43	11	D ₁	-1 302.35	2 622.71	6
A ₃	-1 330.34	2 666.68	21	D ₂	-1 302.35	2 620.71	3
A ₄	-1 353.85	2 713.70	24	D ₃	-1 302.37	2 620.74	4
B _{1_1}	-1 291.36	2 602.72	1	D ₄	-1 302.41	2 620.83	5
B _{1_2}	-1 317.58	2 647.16	17	E _{1_0}	-1 302.01	2 640.03	14
B _{1_3}	-1 324.08	2 656.16	19	E _{1_1}	-1 308.33	2 646.66	16
B _{1_4}	-1 322.72	2 651.44	18	E _{1_2}	-1 304.71	2 631.43	13
B _{1_5}	-1 331.75	2 671.51	23	E _{1_3}	-1 301.25	2 620.50	2
B _{1_6}	-1 331.67	2 669.34	22	E _{1_4}	-1 307.45	2 630.90	12
C ₀	-1 302.16	2 624.32	7	E _{1_5}	-1 304.80	2 627.60	9
C ₁	-1 325.21	2 664.43	20	E _{1_6}	-1 313.09	2 642.19	15

表 3 部分模型的适合性检验(括号内为概率值)

Table 3 Compatibility test of part model (inside parentheses was probability value)

模型	群体	统计量 Statistics				
Model	Group	U_1^2	U_2^2	U_3^2	nW^2	D_n
B_{1_1}	P_1	0.198(0.6563)	0.001(0.9813)	2.657(0.1031)	0.1218(>0.05)	0.1736(>0.05)
	F_1	1.818(0.1776)	1.094(0.2956)	1.077(0.2994)	0.2296(>0.05)	0.2440(>0.05)
	P_2	0.826(0.3634)	0.002(0.9610)	11.051**	0.4539(>0.05)	0.3012(>0.05)
	B_1	2.669(0.1023)	3.464(0.0627)	1.248(0.2640)	0.2822(>0.05)	0.0931(>0.05)
	B_2	0.409(0.5226)	0.594(0.4410)	0.367(0.5446)	0.0839(>0.05)	0.0561(>0.05)
	F_2	4.627*	3.308(0.0689)	1.114(0.2911)	0.5440*	0.0997(>0.05)
E_{1_3}	P_1	0.133(0.7158)	0.002(0.9677)	1.558(0.2119)	0.0870(>0.05)	0.1501(>0.05)
	F_1	5.623*	7.863**	4.130*	0.6299*	0.3271*
	P_2	10.094**	7.726**	1.407(0.2355)	1.2936*	0.4588*
	B_1	1.029(0.3104)	1.005(0.3162)	0.007(0.9357)	0.1322(>0.05)	0.0748(>0.05)
	B_2	3.976*	2.675(0.1019)	1.394(0.2377)	0.4701*	0.1155(>0.05)
	F_2	17.900**	13.953**	2.087(0.1486)	2.1005*	0.1805*

注: * 表示 5% 显著水平, ** 表示 1% 显著水平。

Note: * show significant at 5% level, ** show significant at 1% level.

2.3 遗传参数的估计

表4表明,番茄成熟果呼吸强度的遗传符合2对加性-显性-上位主基因遗传模型,第1对主基因加性效应: d_a 为-4.50,第2对主基因加性效应: d_b 为0.163;第1对主基因的显性效应值为-2.27,显性度 h_a/d_a 为0.50,呈部分显性;第2对主基因的显性效应值为-3.08,显性度 h_b/d_b 为-18.92,呈负向超显性;2对主基因间的dd互作(即*i*)、dh互作(即 j_{ab} 和 j_{ba})、hh互作(即*l*)效应均很明显,且*i*、 j_{ab} 、*l*互作效应为正向效应, j_{ba} 互作效应为负向效应;环境对呼吸强度有较大影响,其方差占总方差的35.13%~41.37%。主基因效应在 B_1 、 B_2 和 F_2 3个世代的遗传率分别为58.63%、61.04%和64.87%。

表4 遗传参数估计

Table 4 Genetic parameter estimation

一阶参数 First-order parameter	估计值 Estimated value	二阶参数 Second-order parameter	估计值 Estimated value		
			B_1	B_2	F_2
m	19.47	σ_p^2	11.29	11.99	13.30
d_a	-4.50	σ_{mg}^2	6.62	7.32	8.63
d_b	0.163	σ^2	4.67	4.67	4.67
h_a	-2.27	h_{mg}^2 (%)	58.63	61.04	64.87
h_b	-3.08				
h_a/d_a	0.50				
h_b/d_b	-18.92				
<i>i</i>	0.58				
j_{ab}	3.73				
j_{ba}	-1.37				
<i>l</i>	6.53				

注: d_a 为主基因a的加性效应, d_b 为主基因b的加性效应; h_a 为主基因a的显性效应, h_b 为主基因b的显性效应; h/d 为显性度;*i*为主基因a和主基因b的加性-加性效应, j_{ab} 为加性(a)-显性(b)效应, j_{ba} 为加性(b)-显性(a)效应,*l*为主基因a和主基因b的显性-显性效应; σ_p^2 为群体表型方差, σ_{mg}^2 为主基因方差, σ^2 为环境方差, h_{mg}^2 为主基因遗传率。

Note: d_a was additive effect of main gene a, d_b was additive effect of main gene b; h_a was dominant effect of main gene a, h_b was dominant effect of main gene b; h/d was dominance;*i* was additive-additive effect of main gene a and main gene b; j_{ab} (a)-dominant (b) effect, j_{ba} was additive(b)-dominant(a) effect,*l* was dominant-dominant effect of main gene a and main gene b; σ_p^2 was group phenotype variance, σ_{mg}^2 was main gene variance, σ^2 was environment variance, h_{mg}^2 was heritability of main gene.

3 讨论

李建吾等^[5]对苗期黄瓜呼吸强度的研究表明,苗期黄瓜夜间呼吸强度广义遗传力较低,仅为49.77%,狭义

遗传力为20.59%,说明夜间呼吸强度受环境的影响较大,直接选择效果不大。对樱桃番茄果实呼吸强度遗传研究认为其广义遗传力为67.91%,遗传变异系数为25.41%^[6]。

该试验对6个世代番茄成熟果实呼吸强度进行了单株测定,并进行了遗传分析,所得结论为:番茄成熟果呼吸强度的遗传符合2对加性-显性-上位主基因遗传模型,第1对主基因加性效应、显性效应均很明显,第2对主基因以显性效应为主,显性度为-18.92,呈负向超显性。2对主基因间的dd互作、dh互作、hh互作效应均很明显。环境对呼吸强度有较大影响,其方差占总方差的35.13%~41.37%。主基因效应在 B_1 、 B_2 和 F_2 3个世代的遗传率分别为58.63%、61.04%、64.87%。

数量性状主基因+多基因多世代联合分析方法是建立在混合分布理论基础上的,它将分离群体分布看作为多个主基因型受多基因和环境修饰所形成的多个正态分布的混合分布,将成分分布方差剖分为环境方差组分和多基因方差组分两部分。从该试验的结果来看,利用此方法可鉴别数量性状的最适遗传模型,估算相应主微基因效应值、方差及有关遗传参数,所得遗传信息量比用经典数量遗传学方法研究的多。因此,利用该方法可以分析多种数量性状的遗传,从而更好地指导育种实践。

参考文献

- [1] 孔繁玲. 植物数量遗传学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006: 1-2.
- [2] 莫惠栋. 质量数量性的遗传分析(II)世代平均和遗传方差[J]. 作物学报, 1993, 19(3): 193-200.
- [3] 王建康, 盖钧镒. 混合模型的理论及其应用[J]. 生物数学学报, 1995, 10(4): 87-92.
- [4] 盖钧镒, 章元明, 王建康. 植物数量性状遗传体系[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 35-45.
- [5] 李建吾, 安红伟, 余纪柱, 等. 弱光下黄瓜苗期两个光合性状与夜间呼吸强度的遗传分析[J]. 华北农学报, 2005, 20(5): 38-41.
- [6] 张琪. 樱桃番茄品种资源评价和影响樱桃番茄耐贮性因素的初探[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2006.

Quantitative Genetic Analysis of Respiratory Intensity in Tomato Fruit

WANG Hui, LI Wen-li, WANG Fu

(College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: Taking two tomato cultivars significantly different in respiratory intensity as materials, the inheritance pattern of respiratory intensity in tomato fruit through P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , B_1 , B_2 six generation analysis were studied. The results showed that the respiratory intensity was controlled by two pairs of additive-dominance-epistasis major genes(B_{1_1}), and the major genes heritability in B_1 , B_2 and F_2 were 58.63%, 61.04%, 64.87%.

Keywords: tomato (*Solanum lycopersicum*); respiration intensity; major gene and polygene mixed inheritance