

番茄正反交组合 F₁ 代性状的比较

徐加新,梁 燕

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 **【目的】** 探明番茄正反交组合间的差异。**【方法】** 采用随机排列,对 38 个番茄正反交杂交组合 F₁ 早熟性状和产量性状进行田间比较试验,并用 DPSv7.05 统计软件的配对 *t* 检验对试验数据进行统计分析。**【结果】** 番茄正、反交组合间首花节位、开花至果实成熟时间的双尾检验概率值分别为 0.716,0.907,每序花数、每序果数、单果重和产量的双尾检验概率值分别为 0.390,0.087,0.942,0.090。**【结论】** 番茄首花节位、开花到果实成熟时间等早熟性状,以及每序花数、每序果数、单果重和产量等产量性状的正反交组合之间均无显著差异,细胞质效应不明显。

【关键词】 番茄;正反交组合;早熟性状;产量性状;配对 *t* 检验

【中图分类号】 S641.203.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-9387(2008)04-0099-05

Comparison of characters between obverse and inverse crosses of tomato

XU Jia-xin, LIANG Yan

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** The aim was to study the differences between obverse and inverse crosses of tomato. **【Method】** The field comparison test of earliness characters and yield characters of 38 obverse and inverse crosses of tomato was conducted by random arrangement, and the experimental data was statistically analyzed by Paired-Samples *t* test of DPSv7.05. **【Result】** P-value of the first flower node and days from flowering to fruit maturity were 0.716 and 0.907 respectively, P-value of flower number per inflorescence, fruit number per inflorescence, single fruit weight, total yield were 0.390, 0.087, 0.942 and 0.090 respectively. **【Conclusion】** There were no significant differences between the couple crosses of earliness character including the first flower node, days from flowering to fruit maturity, and yield component traits including flower number per inflorescence, fruit number per inflorescence, single fruit weight and total yield, and the effects of cytoplasm on these characters were not significant.

Key words: tomato; obverse and inverse crosses; earliness character; yield character; Paired-Samples *t* test

番茄是目前种植面积和消费量最大的蔬菜作物之一^[1],其杂种优势明显,杂种较标准品种增产 20%~30%以上,而且整齐度高,抗逆性强^[2-3]。目前,我国番茄生产已经全部实现了杂优化^[4]。在作物杂种优势利用的实践中,如果某些性状正反交之间不存在显著差异,则在制种时可以采用父母本相互授粉杂交生产 F₁ 代种子,以节约成本、简化程序、

提高种子产量^[5-6];而对于具有正、反交效应的性状,必须严格按照组合配制过程中的父母本顺序进行杂交种子生产^[7]。因此,研究番茄性状在正反交组合之间的遗传差异,对于番茄杂交育种和杂交种子生产具有重要的现实意义。近年来,有关番茄正、反交组合 F₁ 代种子发芽率、发芽势、千粒重等的差异性研究^[8],以及与封顶类型番茄正、反交组合在植物学

* [收稿日期] 2007-04-23

[基金项目] 国家“863”高技术研究与发展计划项目“番茄新品种选育及繁殖技术研究”

[作者简介] 徐加新(1984—),男,山东汶上人,在读硕士,主要从事番茄育种研究。E-mail: xujiaxin199815@yahoo.com.cn

[通讯作者] 梁 燕(1963—),女,陕西渭南人,教授,博士,博士生导师,主要从事番茄育种与蔬菜种质资源研究。
E-mail: liangyan@nwsuaf.edu.cn

性状、生物学性状、前期产量、单果重、抗病性、可溶性固形物含量之间的比较研究^[9]已取得了较大进展,但对于番茄正、反交组合之间早熟性和产量构成性状的差异性研究还未见报道。本试验对番茄正、反交组合的早熟性状和产量构成性状进行了比较研究,以期为番茄优势组合的选配及应用提供理论依据和实践指导。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验所用 38 个番茄正、反交杂交组合由 16 个番茄优良自交系配制而成。

1.2 试验设计

试验在西北农林科技大学园艺学院蔬菜试验场进行。小区面积 3 m²,行距 50 cm,株距 30 cm,随机

排列,3 次重复。2006-02-25 播种育苗,04-30 定植,试验田为中性土壤,肥力中等。田间管理同大田。

1.3 数据采集与处理

每个小区随机抽取 5 株,观察记录首花节位、每序花数、每序果数、开花到果实成熟时间等性状,于果实采收期每小区随机抽取 10 个完全成熟的果实,称其单果重。按小区记录实收产量。

用 Excel、DPSv7.05 等统计软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 番茄正反交 F₁ 代早熟性状的比较

本试验在前人研究的基础上^[10-12],选取番茄开花至果实成熟时间和首花节位作为影响早熟性的重要指标,试验结果见表 1。

表 1 38 个番茄正反交组合间早熟性状的比较

亲本 Parent	杂交方式 Pattern of crossing	开花至果实成熟时间/d Day from flowering to fruit maturity	首花节位 First flower node
TTI1105B-1,TTI112B-1	正交 Obverse cross	53	4.5
	反交 Inverse cross	55	4.5
TTI1105B-1,TTI114A-1	正交 Obverse cross	56	4.5
	反交 Inverse cross	53	5
TTI1105B-1,TTI117A-1	正交 Obverse cross	52	4
	反交 Inverse cross	54	4.5
TTI1105B-1,TTD103A-1	正交 Obverse cross	55	4
	反交 Inverse cross	55	5.5
TTI1105B-1,津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	53	4.5
	反交 Inverse cross	55	4.5
TTI1108-1,TTI1407A-3	正交 Obverse cross	54	4.5
	反交 Inverse cross	54	5
TTI1108-1,TTD116B-1	正交 Obverse cross	54	6
	反交 Inverse cross	52	5
TTI1108-1,津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	54	5
	反交 Inverse cross	55	5
TTI1117A-1,TTD126B-1	正交 Obverse cross	55	5
	反交 Inverse cross	54	5.5
TTI1117A-1,津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	56	4
	反交 Inverse cross	53	4
TTI1402A-1,TTD126B-3	正交 Obverse cross	55	4.5
	反交 Inverse cross	56	4
TTI1402A-1,津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	54	5
	反交 Inverse cross	53	6
TTI1403A-1,津粉 65-2 Jinfen 65-2	正交 Obverse cross	54	6
	反交 Inverse cross	55	6
TTI1403A-1,TTD126B-3	正交 Obverse cross	55	5.5
	反交 Inverse cross	52	6
TTI1407A-1,TTD103A-1	正交 Obverse cross	53	5
	反交 Inverse cross	56	5
TTI1407A-1,TTD106B-1	正交 Obverse cross	56	4
	反交 Inverse cross	55	4
TTI1407A-1,津粉 65-2 Jinfen 65-2	正交 Obverse cross	52	5
	反交 Inverse cross	54	4
TTD116B-1,津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	53	6
	反交 Inverse cross	55	6
TTD202A-1,津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	54	4.5
	反交 Inverse cross	53	4

将表 1 中各组合正、反交早熟性状 3 次重复的数据求和后平均,用 DPSv7. 05 统计软件的配对 *t* 检验对试验数据进行统计分析^[13-14], 结果见表 2。从表 2 可以看出,番茄正、反交组合开花至果实成熟时间的均值分别为 54. 105,54. 158 d,正交较反交稍

低,但双尾检验的概率值为 0. 907,差异不显著。番茄正反交组合首花节位的均值较反交低,概率值为 0. 716,差异同样不显著。由此可知,在番茄早熟性状的 2 个主要衡量指标中,正、反交间的差异均未达到显著水平,说明番茄早熟性状的细胞质效应不显著。

表 2 番茄早熟性状正反交组间的配对 *t* 检验

Table 2 Paired-Samples <i>t</i> test on earliness characters of tomato between obverse cross and inverse cross						
早熟性状 Earliness character	正交均值 Obverse cross mean	反交均值 Inverse cross mean	正反交差值 Deviation	标准差 Standard deviation	均值标准误 Standard error of arithmetic mean	显著性 <i>P</i> 值 Remarkable <i>P</i>
开花至果实成熟时间/d Days from flowering to fruit maturity	54. 105	54. 158	−0. 053	1. 928	0. 442	0. 907
首花节位 First flower node	4. 816	4. 921	−0. 105	0. 621	0. 143	0. 716

2. 2 番茄正反交 F₁ 代产量性状的比较

高产是番茄重要的育种目标之一。番茄的产量取决于单位面积的株数和该密度下单株平均产量,单株产量又受花序数、每序花数、每序果数和平均单

果重等因子的影响^[15-17]。本试验在正、反交组合种植密度一致的条件下,以每序花数、每序果数、单果重和单位面积产量作为正、反交比较的主要产量性状,结果见表 3。

表 3 38 个番茄正反交组合间产量性状的比较

Table 3 Comparison of yield characters between 38 obverse and inverse crosses of tomato					
亲本 Parent	杂交方式 Pattern of crossing	每序花数 Flower number per inflorescence	每序果数 Fruit number per inflorescence	单果重/g Single fruit weight	产量(kg · hm ^{−2}) Total yield
TTII105B-1,TTII112B-1	正交 Obverse cross	10	6. 5	117	74 265
	反交 Inverse cross	5	3	55	71 655
TTII105B-1,TTII114A-1	正交 Obverse cross	5. 5	4. 5	110	85 740
	反交 Inverse cross	5	3. 5	115	74 580
TTII105B-1,TTII117A-1	正交 Obverse cross	5	4	106	98 820
	反交 Inverse cross	7	4	88	86 925
TTII105B-1,TTD103A-1	正交 Obverse cross	5	3. 5	99	96 360
	反交 Inverse cross	6. 5	4	121	79 575
TTII105B-1, 津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	5. 5	4	142	89 430
	反交 Inverse cross	6	3. 5	300	75 045
TTII108-1,TTII407A-3	正交 Obverse cross	5	4	154	112 215
	反交 Inverse cross	7	4	150	81 045
TTII108-1,TTD116B-1	正交 Obverse cross	6	4. 5	131	78 195
	反交 Inverse cross	8	4. 5	113	79 350
TTII108-1, 津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	10	5	177	109 830
	反交 Inverse cross	6	3. 5	164	130 065
TTII117A-1,TTD126B-1	正交 Obverse cross	5. 5	3	148	89 730
	反交 Inverse cross	4. 5	2	171	89 655
TTII117A-1, 津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	5. 5	3. 5	197	108 060
	反交 Inverse cross	5	3. 5	192	68 190
TTII402A-1×TTD126B-3	正交 Obverse cross	4. 5	3	167	78 345
	反交 Inverse cross	6. 5	3. 5	150	79 575
TTII402A-1, 津粉 65-1 Jinfen 65-1	正交 Obverse cross	6	3. 5	166	71 580
	反交 Inverse cross	6. 5	3	116	61 110
TTII403A-1, 津粉 65-2 Jifen 65-2	正交 Obverse cross	7	4. 5	114	86 970
	反交 Inverse cross	7	4. 5	114	86 970
TTII403A-1,TTD126B-3	正交 Obverse cross	7. 5	4	150	84 810
	反交 Inverse cross	6. 5	4	190	69 420
TTII407A-1,TTD103A-1	正交 Obverse cross	5	2	100	94 350
	反交 Inverse cross	4	2. 5	149	89 730
TTII407A-1,TTD106B-1	正交 Obverse cross	6. 5	3. 5	67	90 510

续表 3 Continued of table 3

亲本 Parent	杂交方式 Pattern of crossing	每序花数 Flower number per inflorescence	每序果数 Fruit number per inflorescence	单果重/g Single fruit weight	产量(kg·hm ⁻²) Total yield
TTII407A-1, 津粉 65-2 Jinfen 65-2	反交 Inverse cross	6.5	3.5	67	90 510
	正交 Obverse cross	6.5	3.5	116	77 115
TTDI116B-1, 津粉 65-1 Jinfen 65-1	反交 Inverse cross	5	3	170	68 490
	正交 Obverse cross	8.5	4	164	67 110
TTD202A-1, 津粉 65-1 Jinfen 65-1	反交 Inverse cross	4.5	3	110	79 110
	正交 Obverse cross	5	3	173	57 255
	反交 Inverse cross	5	3.5	80	74 505

对表 3 中各组合产量构成性状中每序花数、每序果数、单果重以及单位面积产量 3 个重复的数据求和后平均,经统计分析结果见表 4。由表 4 可以看出,番茄正、反交组合每序花数的均值分别为 6.289和5.868,正交较反交高 0.421,双尾检验概率值为0.390,正反交之间差异不显著。每序果数正交较反交高 0.395,经双尾检验的概率值为 0.087,两者之间差异不显著。番茄正交组合单果重的均值为

136.736 g,反交均值为 137.631 g,正交较反交低 0.895 g,经双尾检验正反交差异未达到显著水平。番茄正交组合产量均值为 86 878.421 kg/hm²,反交产量均值为 80 816.052 kg/hm²,正交较反交高 6 062.368 kg/hm²,其双尾检验的概率值为 0.090,差异仍未达到显著水平。表明番茄产量构成性状的细胞质效应不明显。

表 4 番茄产量性状正反交组合间的配对 *t* 检验

Table 4 Paired-Samples *t* test on yield characters of tomato between obverse cross and inverse cross

产量性状 Yield character	正交均值 Obverse cross mean	反交均值 Inverse cross mean	正反交差值 Deviation	标准差 Standard deviation	均值标准误 Standard error of arithmetic mean	显著性 <i>P</i> 值 Remarkable <i>P</i>
每序花数 Flower number per inflorescence	6.289	5.868	0.421	2.083	0.478	0.390
每序果数 Fruit number per inflorescence	3.868	3.473	0.395	0.951	0.218	0.087
单果重/g Single fruit weight	136.736	137.631	−0.895	53.727	12.326	0.942
产量/(kg·hm ⁻²) Total yield	86 878.421	80 816.052	6 062.368	14 758.205	3 385.764	0.090

3 讨 论

前人对番茄早熟性的构成性状研究较多。研究提出,出苗至开花和开花至果实成熟的时间是番茄早熟性的重要指标^[10-11]。杨荣昌等^[12]对 43 份国内外番茄栽培品种进行了遗传相关性分析,结果表明,番茄早熟性指数与开花至成熟时间、平均单果重、始花期、始花节位均具有较高的遗传相关性,对番茄的早熟性影响较大。

根据前人的研究结果,本试验以开花至果实成熟时间和首花节位 2 个主要性状,对番茄正反交 F₁ 代早熟性的差异进行了研究,结果表明,这 2 个性状正反交差异均不显著,说明番茄正、反交组合的早熟性无显著差异,番茄早熟性状的遗传表现为非细胞质遗传。

在产量构成性状中,每序花数、每序果数、单位面积产量的正交值均大于反交值,单果重的正交值

低于反交值,番茄正反交 F₁ 代间均无显著差异,表明番茄产量构成性状的细胞质效应也不明显。

关于正、反交组合性状的差异性研究,在番茄、棉花、玉米和大豆上均有报道。李君明等^[8]对番茄 F₁ 代种子发芽率、发芽势、千粒重等正、反交组合之间差异性的研究表明,正、反交效应极显著。邵景成等^[9]通过试验和生产验证认为,番茄同封顶类型亲本正交和反交,其 F₁ 代植物学特征、生物学特征基本相同,反交组合前期产量、单果重、可溶性固形物含量、抗病性等与正交组合的相对性状无显著差异。这与本研究关于番茄产量构成性状正、反交间无显著性差异的结果相符。王仁祥等^[5]对棉花正反交组合 F₁ 代性状的比较研究表明,棉花纤维品质正、反交组合间无差异,产量、抗虫性正反交组合间差异显著,棉花纤维品质性状遗传为非细胞质遗传,产量、抗虫性遗传表现出细胞质效应。石清琢等^[6]对玉米单交种正反交 F₁ 代产量及主要农艺性状的研究表

明,玉米单交种正、反交 F_1 代在产量、主要农艺性状(株高、穗位、茎粗等)上差异不显著,在特定条件下正、反交可以相互替代。付玉清等^[7]利用5个大豆亲本配置了20个正、反交组合,研究脂肪酸组分含量的正、反交效应,结果表明正反交组合油酸、亚油酸、亚麻酸含量全体平均值间无显著差异,无正、反交效应。

根据本试验对番茄正反交早熟性和产量性状的比较研究结果,在番茄 F_1 代种子生产中,若只涉及早熟性、产量性状,就可以同时进行正、反杂交,以提高种子产量和土地利用率,同时可以避免在制种过程中,由于父母本花期不遇或比例不协调而引起种子产量降低等问题的发生。

[参考文献]

- [1] FAO. Production, Yearbook [J]. Food & Agric Organization, Rome Italy, 1993(47): 123-130.
- [2] 李正德. 茄果类蔬菜杂交制种技术[M]. 北京: 农业出版社, 1988.
Li Z D. The cross seed producing technology of eggplant vegetables [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1988. (in Chinese)
- [3] 周长久. 现代蔬菜育种学[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1996.
Zhou C J. Original vegetable breeding [M]. Beijing: Scitific and Technical Documents Publishing House, 1996. (in Chinese)
- [4] 赵广荣, 宋远佺, 邵景成, 等. 雄性不育基因工程及番茄杂种优势利用 [J]. 甘肃农业科技, 2000(2): 32-33.
Zhao G R, Song Y N, Shao J C, et al. Gene engineering of male sterility and heterosis utilization of tomato [J]. Gansu Agricultural Science and Technology, 2000(2): 32-33. (in Chinese)
- [5] 王仁祥, 周仲华, 陈金湘, 等. 棉花正反交组合 F_1 代性状的比较研究 [J]. 棉花学报, 2006, 18(1): 32-36.
Wang R X, Zhou Z H, Chen J X, et al. Comparison of characters between obverse cross and inverse cross of insect-resistance hybrid cotton of F_1 population [J]. Cotton Science, 2006, 18(1): 32-36. (in Chinese)
- [6] 石清琢, 王延波, 李 哲. 玉米单交种正反交 F_1 代产量及主要农艺性状差异初探 [J]. 杂粮作物, 1999, 19(6): 37-38.
Shi Q Z, Wang Y B, Li Z, et al. Difference of yield and main agronomic characters between obverse and inverse character cross of corn F_1 population [J]. Rain Fed Crops, 1999, 19(6): 37-38. (in Chinese)
- [7] 付玉清, 杨庆凯. 大豆脂肪酸组分含量的正反交效应和配合力分析 [J]. 大豆科学, 1994, 13(1): 9-14.

- Fu Y Q, Yang Q K. Analysis of reciprocal cross effect and combining ability of fatty acid compositions of soybean [J]. Soybean Science, 1994, 13(1): 9-14. (in Chinese)
- [8] 李君明, 周永健, 徐和金, 等. 不同基因型番茄种子发芽率及发芽势初步研究 [J]. 北方园艺, 2002(2): 34-35.
Li J M, Zhou Y J, Xu H J, et al. Study on germination percentage and germinability of different genotype tomato seed [J]. Northern Horticulture, 2002(2): 34-35. (in Chinese)
 - [9] 邵景成, 杨勇岗. 同封顶类型番茄杂交及其正反交效应初探 [J]. 园艺学进展, 2007(2): 772.
Shao J C, Yang Y G. Study on cross of same habit of growth tomato and obverse and inverse effect [J]. Advances in Ornamental Horticulture, 2007(2): 772. (in Chinese)
 - [10] Kemble J M. Inheritance of shortened fruit maturation in the cherry tomato 871213-1 and its relation to fruit size and other characters of earliness [J]. Horticultural Science, 1992 (4): 646-650.
 - [11] 王海廷, 王 鸣, 李长年. 番茄育种[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988: 142.
Wang H Y, Wang M, Li C N. Breeding of tomato [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1988: 142. (in Chinese)
 - [12] 杨荣昌, 徐鹤林. 番茄早熟性状及遗传相关分析[J]. 江苏农业科学, 1992(2): 48-50.
Yang R C, Xu H L. Analasis on index of earliness characters and genetic correlation [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 1992(2): 48-50. (in Chinese)
 - [13] Ajit C. Tamhane Dorothy D. Dunlop. 统计和数据分析 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
Ajit C. Tamhane Dorothy D. Dunlop. statistics and data analysis [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006. (in Chinese)
 - [14] 盖钧益. 试验统计方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 83-88.
Gai J Y. Test statistics methods [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2000: 83-88. (in Chinese)
 - [15] Naveen G, Devinder S, Cheema, et al. Genetics of yield, quality and shelf life characteristics in tomato under normal and late plantinconditions [J]. Euphytica, 2007, 14: 2330-2336.
 - [16] 曹家树. 园艺植物育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 13.
Cao J S. Horticultural plant breeding [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2002: 13. (in Chinese)
 - [17] 沈阳农业大学. 蔬菜育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1979: 32.
Shenyang Agricultural University. Science of vegetable breeding [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1979: 32. (in Chinese)