

番茄种质资源果实外观性状与内在品质性状的通径分析

孙亚东, 梁燕, 吴江敏

(西北农林科技大学 园艺学院, 农业部西北园艺植物种质资源与遗传改良重点开放实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 为了估测番茄种质资源外观果实性状对番茄果实中番茄红素含量和可溶性固形物含量构成的相对重要性, 在对番茄种质资源数量性状相关性分析的基础上, 对 50 份国内外番茄种质资源的 10 个果实外观性状与 2 个内在品质性状进行了通径分析。结果表明: 果梗洼大小、果柄长度、果实硬度对于番茄果实番茄红素含量和可溶性固形物含量的直接效应较大, 且受其它性状的间接影响较小。

关键词: 番茄种质资源; 果实外观性状; 内在品质性状; 通径分析

中图分类号: S 641.202.4 文献标识码: A 文章编号: 1001—0009(2010)11—0009—04

番茄是种植面积和消费量最大的蔬菜作物之一, 也是我国重要的蔬菜作物之一。番茄外观品质是引起消费者购买欲望的直接因素, 特别是果柄、果梗等性状不仅影响番茄外观品质, 还是番茄耐贮运的重要因素。当今番茄品质育种日益受到重视, 但衡量番茄品质的性状指标较多, 且指标间存在着复杂的互作关系, 因此运用多元统计分析方法对番茄种质资源品质性状之间的相关信息进行归纳、综合和简化, 对于鉴别特异种质、确定核心亲本、提高遗传育种效率具有重要意义^[1-3]。该试验对来源于西班牙、德国、意大利、亚洲蔬菜中心和国内的 50 份番茄种质资源, 在果实外观性状和可溶性固形物含量与番茄红素含量等内在品质性状进行了较为全面的研究。在相关性分析的基础上, 对影响番茄果实外观的 10 个性状与可溶性固形物含量和番茄红素含量进行了通径分析, 以期对番茄种质资源的有效利用和番茄遗传育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料由西北农林科技大学园艺学院番茄育种课题组提供, 材料编号及来源见表 1。

第一作者简介: 孙亚东(1982-), 男, 山东滕州人, 在读博士, 现主要从事番茄遗传育种研究工作。E-mail: sunyadong821005@126.com.

通讯作者: 梁燕(1963-), 女, 陕西渭南人, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事番茄新品种选育与蔬菜种质资源创新研究工作。E-mail: liangyan@nwsuaf.edu.cn.

基金项目: 陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项资助项目(2008ZDKG-03, 2009ZDKG-14); 科技部农业科技成果转化基金资助项目(2009GB2G000362); 西北农林科技大学育种专项资助项目(06YZ003)。

收稿日期: 2010—03—09

表 1 材料来源及编号

Table 1		Origin and number of materials							
编号	来源	编号	来源	编号	来源	编号	来源	编号	来源
No.	Origin	No.	Origin	No.	Origin	No.	Origin	No.	Origin
1	AVRDC	11	AVRDC	21	德国 Germany	31	AVRDC	41	AVRDC
2	AVRDC	12	AVRDC	22	德国 Germany	32	AVRDC	42	AVRDC
3	AVRDC	13	AVRDC	23	法国 France	33	AVRDC	43	AVRDC
4	AVRDC	14	AVRDC	24	西班牙 Spain	34	AVRDC	44	AVRDC
5	中国 China	15	AVRDC	25	西班牙 Spain	35	AVRDC	45	AVRDC
6	中国 China	16	AVRDC	26	西班牙 Spain	36	AVRDC	46	AVRDC
7	中国 China	17	AVRDC	27	AVRDC	37	AVRDC	47	AVRDC
8	AVRDC	18	AVRDC	28	AVRDC	38	AVRDC	48	中国 China
9	AVRDC	19	AVRDC	29	AVRDC	39	AVRDC	49	中国 China
10	AVRDC	20	AVRDC	30	中国 China	40	AVRDC	50	中国 China

1.2 试验方法

试验于 2008 年 2 月 25 日播种于小拱棚育苗, 3 月 27 日开始分苗, 4 月 29 日定植于大田, 底肥施腐熟鸡粪 1 200 kg/667m², 磷酸二铵 15 kg/667m²; 小区面积为 1.3 m×5 m=6.5 m², 每小区定植 20 株, 株行距 35 cm×60 cm。采用随机区组设计, 3 次重复。

1.3 试验指标

依照《番茄种质资源描述规范和数据标准》^[3]的要求, 观测单花序果数、单果重、果梗洼大小、果实硬度、果柄长度、果肉厚、商品果横径、商品果纵径、果形指数、心室数、可溶性固形物含量、番茄红素含量等性状指标。以 3 次重复的平均值作为统计分析指标进行通径分析。

1.4 数据处理

数据处理和分析应用 DPS 数据处理分析软件 (V 7.05 版)和 Excel(2003)软件进行分析^[4]。

2 结果与分析

2.1 相关性分析

由表 2 可见,对 12 个数量性状指标进行相关性分析,番茄红素含量与单花序果数、可溶性固形物含量的相关系数分别为 0.66、0.65,均呈极显著正相关,与果形指数的相关系数为 0.59,呈显著正相关。说明上述性状对番茄红素含量的影响较大,在选择高番茄红素含量的

番茄品种时应以上述性状为首选目标性状。番茄红素含量与果梗洼大小、果柄长度、单果重相关系数分别为-0.68、-0.80、-0.77,均呈极显著负相关;与果实硬度、果肉厚、商品果纵径的相关系数分别为-0.62、-0.62、-0.55,均呈显著负相关。说明番茄红素含量是受果梗洼大小、果柄长度、单果重等因素制约的,在选育高番茄红素含量的番茄新品种时不能只注重选择与番茄红素含量成正相关的目标性状,更要注意与番茄红素含量成负相关性状的影响。

表 2 番茄果实外观性状和内在品质指标之间的相关系数

Table 2 Correlation coefficients among quantitative traits and quality indexes in tomato												
相关系数	单花序果数 Single inflorescence fruit numbers	单果重 Weight per fruit	果梗洼大小 Fruit carpodial depression size	果实硬度 Fruit firmness	果柄长度 Fruit carpodial depression size	果肉厚 Thickness of flesh	商品果横径 Transverse diameter of fruit	商品果纵径 Longitudinal diameter of fruit	果形指数 Fruit shape index	心室数 Number of locules	可溶性固形物含量 Soluble solids content	番茄红素含量 Lycopene content
单花序果数	1											
单果重	-0.68 **	1										
果梗洼大小	-0.54 *	0.85 **	1									
果实硬度	0.05	0.02	0.08	1								
果柄长度	-0.53 *	0.09	-0.03	0.65 **	1							
果肉厚	-0.4	0.67 **	0.61 *	0.19	0.12	1						
商品果横径	-0.65 **	0.95 **	0.73 **	0.07	0.12	0.67 **	1					
商品果纵径	-0.67 **	0.79 **	0.84 **	0.05	0.17	0.4	0.63 **	1				
果形指数	0.42	-0.45	-0.22	-0.33	0.27	-0.45	-0.49	-0.21	1			
心室数	-0.81 **	0.83 **	0.76 **	-0.26	0.35	0.41	0.77 **	0.84 **	-0.16	1		
可溶性固形物含量	0.46	-0.71 **	-0.38	-0.25	-0.24	-0.57 *	-0.47	-0.02	0.59 *	0.54 *	1	
番茄红素含量	0.66 **	-0.77 **	-0.68 **	-0.62 *	-0.80 **	-0.62 *	-0.49	-0.55 *	0.59 *	-0.42	0.65 **	1

注: *表示 0.05 显著水平, **表示 0.01 显著水平; Note: * Denote signification at 0.05 ** denote signification at 0.01.

2.2 番茄种质资源外观果实性状与内在品质性状的通径分析

相关性分析只是简单的估测 2 个变量之间的关系,而通径分析不仅能说明原因,而且能较准确的估测各外观果实性状对番茄红素含量和可溶性固形物含量的相对重要性。因此,有必要在相关性分析的基础之上;对番茄果实外观形态性状和内在品质性状之间的联系做进一步的通径分析。

2.2.1 番茄种质资源外观果实性状与番茄红素含量的通径分析 从表 2 可以看出,单花序果数与番茄红素含量的相关系数为 0.66 呈极显著正相关;果形指数与番茄红素含量的相关系数为 0.59,呈显著正相关;商品果纵径、果肉厚、果实硬度与番茄红素含量的相关系数分别为-0.55、-0.62、-0.62,均呈显著负相关;果柄长度、果梗洼大小、单果重与番茄红素含量的相关系数分别为-0.80、-0.68、-0.77 均呈极显著负相关;商品果横径和心室数与番茄红薯含量的相关系数为-0.49、-0.42。由表 3 可知,对番茄红素含量直接通径系数为正值的外观性状有:单果重(2.322)>商品果横径(0.520)>商品果纵径(0.389)>果肉厚(0.382);对番茄红素含量直接通径系数为负值的外观果实性状有:果梗

洼大小(-2.015)>果柄长度(-1.853)>心室数(-0.956)>果形指数(-0.778)>果实硬度(-0.363)>单花序果数(-0.073)。综上所述,相关系数和直接通径系数方向相同且为负值的性状有:果梗洼大小、果柄长度、果实硬度和心室数,其它性状的相关系数与直接通径系数方向均相反,没有相关系数和直接通径系数方向相同且为正值

的性状。

2.2.2 番茄种质资源外观果实性状与可溶性固形物含量的通径分析 由表 2 可以看出,果形指数和心室数与可溶性固形物含量的相关系数分别为:0.59、0.54,均呈显著正相关;单果重与可溶性固形物含量的相关系数为-0.71,呈极显著负相关;果肉厚与可溶性固形物含量的相关系数为-0.57,呈显著负相关;单花序果数、果梗洼大小、果实硬度、果柄长度、商品果横径、商品果纵径与可溶性固形物含量的相关系数分别为:0.46、-0.38、-0.25、-0.24、-0.47、-0.02。由表 4 可知,对可溶性固形物含量直接通径系数为正值的外观性状有:单果重(2.554)>商品果横径(0.572)>商品果纵径(0.428)>果肉厚(0.420);对可溶性固形物含量直接通径系数为负值的外观性状有:果梗洼大小(-2.217)>果柄长度(-2.038)>心室数(-1.051)>果形指数(-0.855)>

表 3 各番茄果实外观形态性状对番茄红素含量的通径系数

Table 3 Path coefficient of fruit traits to lycontent content of tomato											
性状 Traits	直接通 径系数 Direct path coefficient	果柄长度 Fruit carpopodial depression size	商品果 纵径 Longitudinal diameter of fruit	商品果横径 Transverse diameter of fruit	果形指数 Fruit shape index	果肉厚 Thickness of flesh	果梗洼大小 Fruit carpopodial depression size	心室数 Number of locules	单花序果数 Single inflorescence fruit numbers	单果重 Weight per fruit	果实硬度 Fruit firmness
果柄长度	-1.853		0.059	0.071	0.037	0.047	-0.152	-0.102	-0.015	0.411	0.102
商品果纵径	0.389	-0.280		0.327	-0.036	-0.023	-1.092	-0.236	0.031	1.743	0.026
商品果横径	0.520	-0.251	0.245		0.554	0.029	-1.468	-0.611	0.028	1.979	-0.004
果形指数	-0.778	0.087	0.018	-0.371		-0.043	1.098	0.606	-0.006	-1.145	0.043
果肉厚	0.382	-0.229	-0.023	0.039	0.087		-0.283	-0.034	-0.022	0.102	-0.017
果梗洼大小	-2.015	-0.140	0.211	0.379	0.424	0.054		-0.480	0.019	1.813	0.004
心室数	-0.956	-0.197	0.096	0.333	0.493	0.014	-1.012		0.022	1.524	0.070
单花序果数	-0.073	-0.383	-0.168	-0.199	-0.062	0.113	0.531	0.292		-0.783	0.040
单果重	2.322	-0.328	0.293	0.443	0.383	0.017	-1.574	-0.627	0.025		0.021
果实硬度	-0.363	0.519	-0.027	0.005	0.091	0.018	0.020	0.183	0.008	-0.133	

注: 剩余通径系数= 0.891793。
Note: Residual path coefficient= 0.891793.

表 4 各番茄果实外观形态性状对可溶性固形物含量的通径系数

Table 4 Path coefficient of fruit traits to soluble solids content of tomato											
性状 Traits	直接通径系数 Direct path coefficient	果柄长度 Fruit carpopodial depression size	商品果纵径 Longitudinal diameter of fruit	商品果横径 Transverse diameter of fruit	果形指数 Fruit shape index	果肉厚 Thickness of flesh	果梗洼大小 Fruit carpopodial depression size	心室数 Number of locules	单花序果数 Single inflorescence fruit numbers	单果重 Weight per fruit	果实硬度 Fruit firmness
果柄长度	-2.038		0.065	0.078	0.040	0.052	-0.167	-0.112	-0.017	0.452	0.112
商品果纵径	0.428	-0.308		0.359	-0.040	-0.025	-1.201	-0.260	0.034	1.917	0.028
商品果横径	0.572	-0.276	0.269		0.609	0.031	-1.614	-0.672	0.030	2.176	-0.004
果形指数	-0.855	0.095	0.020	-0.408		-0.047	1.208	0.666	-0.007	-1.259	0.047
果肉厚	0.420	-0.252	-0.025	0.043	0.096		-0.311	-0.037	-0.024	0.112	-0.018
果梗洼大小	-2.217	-0.154	0.232	0.417	0.466	0.059		-0.528	0.021	1.994	0.004
心室数	-1.051	-0.216	0.106	0.366	0.542	0.015	-1.113		0.024	1.676	0.076
单花序果数	-0.080	-0.421	-0.184	-0.218	-0.068	0.124	0.584	0.321		-0.861	0.044
单果重	2.554	-0.361	0.322	0.487	0.421	0.019	-1.731	-0.690	0.027		0.023
果实硬度	-0.399	0.570	-0.030	0.006	0.100	0.019	0.021	0.201	0.009	-0.146	

注: 剩余通径系数= 0.891793。
Note: Residual path coefficient= 0.891793.

果实硬度(-0.399)>单花序果数(-0.080)。

综上所述, 相关系数和直接通径系数方向相同且为负值的性状有: 果梗洼大小、果柄长度, 其它性状的相关系数与直接通径系数方向均相反, 没有相关系数和直接通径系数方向相同且为正值性状。

3 讨论

番茄种质资源各果实外观性状通过其它性状对番茄红素含量和可溶性固形物含量产生影响, 由于直接通径系数和相关系数的作用方向不一定相同, 所以这种影响的方向不确定。在相关性分析的基础上, 进一步对影响番茄果实番茄红素含量和可溶性固形物含量的各果实外观性状进行通径分析, 才能揭示出各外观果实性状对番茄红素含量和可溶性固形物含量的作用实质, 然后才可以客观的评价各外观果实性状对番茄红素含量和可溶性固形物含量的相对重要性。

单果重、商品果横径、商品果纵径、果肉厚等性状对

番茄红素含量直接通径系数为正值, 说明这些性状对番茄红素含量的正向直接效应较大; 果梗洼大小、果柄长度、心室数、果形指数、果实硬度等性状对番茄红素含量直接通径系数为负值, 说明上述性状对番茄红素含量的负向直接效应较大。直接通径系数和相关系数方向相同的果实外观性状有: 果柄长度、果梗洼大小和果实硬度, 且这些性状对番茄红素含量的直接效应为负值, 说明这些性状对于番茄果实的番茄红素含量的影响较大, 而且受其它性状的间接影响较小; 直接通径系数和相关系数方向相反的外观果实性状有: 商品果纵径、商品果横径、果形指数、果肉厚、心室数、单花序果数、单果重, 说明这些性状对于番茄果实的番茄红素含量的影响受到其它性状的间接影响比较明显。在提高番茄红素含量的育种工作中除了注意对上述性状进行选择之外, 还应注意其它性状对番茄红素含量变化的间接影响。

单果重、商品果横径、商品果纵径、果肉厚等性状对

可溶性固形物含量直接通径系数为正值,但这些性状的直接通径系数与相关系数的方向均相反,说明这些性状对可溶性固形物含量的直接影响是有限的,在对这些性状选择时应注意其它性状的间接影响作用。果梗洼大小、果柄长度、果形指数、果实硬度、单花序果数等性状对可溶性固形物含量直接通径系数为负值,除了果形指数以外,其它性状的直接通径系数与相关系数方向相同,但是单花序果数对可溶性固形物含量的直接通径系数较小,说明单花序果数对番茄果实的可溶性固形物含量的直接效应不明显,其它性状对于番茄果实的可溶性固形物含量的直接作用比较明显,可以通过对这些性状的选择来提高番茄果实的可溶性固形物含量。

当今关于番茄农艺性状的通径分析研究主要集中在产量、品质、粘稠度等方面^[5-7],对于番茄红素含量和可溶性固形物含量的研究也只是作为番茄品质性状研究的一个方面进行陈述^[8],尚未见单独对番茄可溶性固形物含量的研究报道。该试验对番茄果实外观性状与可

溶性固形物含量进行了系统的通径分析,以期选育高可溶性固形物含量的番茄优良品种提供理论参考。

参考文献

- [1] 王永飞,王鸣,王雷,等.加工番茄丰产性状和品质性状的典型相关分析[J].中国农业科学,1999,32(1):20-25.
- [2] 孙亚东,梁燕,吴江敏,等.番茄种质资源的遗传多样性和聚类分析[J].西北农业学报,2009,18(5):297-301.
- [3] 李锡香,杜永臣.番茄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [4] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其DPS数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.
- [5] 刘维侠,曹振木,党选民,等.番茄种质资源生物学性状的初步观察与评价[J].植物遗传资源学报,2008,9(1):110-114.
- [6] 张洪溢,余延年,王锐,等.番茄种质资源遗传多样性分析与RAPD应用[J].植物遗传资源学报,2003,4(2):151-156.
- [7] 李慧.番茄主要品质性状的杂种优势及其遗传效应的研究[D].扬州:扬州大学,2006.
- [8] 曲瑞芳,梁燕.番茄果实中番茄红素含量与农艺性状的相关性及通径分析[J].西北农业学报,2009,18(2):233-236.

Path Analysis on the Appearance of Tomato Fruit Characters and the Internal Fruit Quality Traits in Tomato Germplasm Resources

SUN Ya-dong, LIANG Yan, WU Jiang-min

(Key Laboratory of Horticulture Plant Germplasm and Genetic Improvement, Minister of Agriculture, College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: In order to estimating the relative importance of the appearance of tomato fruit characters in lycopene content and soluble solids content structure, path analysis on 10 appearance of tomato fruit characters and the internal fruit quality traits after the correlation analysis in tomato quantitative traits was analyzed. The results showed that the characters as the size of pedicel scar, pedicel length and fruit hardness had larger direct effects to lycopene content and soluble solids content, and others had little indirect effects to those characters.

Key words: tomato germplasm resources; appearance of tomato fruit characters; internal fruit quality traits; path analysis

农业部成立第一届全国农药残留标准审评委员会

根据《食品安全法》、《农产品质量安全法》和《农药管理条例》的有关规定,与食品安全国家标准审评委员会农药残留分委员会相衔接,农业部组建了第一届国家农药残留标准审评委员会(以下简称第一届农残标委会)。第一届农残标委会委员由相关部门推荐,经严格遴选产生,并向社会进行了公示。第一届

农残标委会下设残留化学、毒理学、分析方法3个工作组,由42名委员和7个单位委员组成,主要负责审评农药残留国家标准,审议农药残留国家标准制修订计划和长期规划,提出实施农药残留标准工作政策和技术措施的建议,对农药残留国家标准相关的重大问题提供咨询等工作。