

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

曲瑞芳, 梁 燕*

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 以 16 个番茄自交系为材料, 对番茄果实中番茄红素含量与 7 个农艺性状的遗传相关性研究结果表明, 番茄红素含量与节间长度、始花节位存在极显著的负相关, 与株幅、花序间叶数显著负相关; 序间叶数、节间长度对番茄红素含量的直接通径系数和遗传相关系数方向相同, 均为负值。

关键词: 番茄; 农艺性状; 番茄红素; 相关性; 通径分析

中图分类号: S641.2

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2009)02-0233-04

Correlation and Path Analysis between Lycopene Content and Agronomic Characters of Tomato

QU Ruifang and LIANG Yan*

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

Abstract: Correlation and path analysis between lycopene content and other 7 agronomic characters of tomato was carried out by using 16 self-crossed lines. The results showed that there is very significant negative correlation between node length of inflorescences, first florescence node and lycopene content; and significant negative correlation between plant width, leaves between inflorescence and lycopene content; the direction of correlation coefficients and direct path coefficients of node length of inflorescences and leaves between inflorescences to lycopene content are the same.

Key words: Tomato; Agronomic character; Lycopene content; Correlation; Path analysis

番茄红素极强的抗氧化性使其在延缓衰老和对某些癌症的预防方面具有特殊功效, 因此受到人们的普遍关注。然而人体自身不具有合成番茄红素的能力, 主要通过饮食来摄取。番茄是富含番茄红素的蔬菜作物之一, 也是人们最喜食的蔬菜作物。因此, 如何提高番茄中番茄红素的含量, 培育高番茄红素含量的品种对于保障人们对番茄红素的日常摄入量 and 提高人类健康水平具有重要意义^[1-2]。

番茄红素在番茄完熟的果实中含量最高, 在育种中, 通常要等到番茄整个生育期结束时才能进行该性状的考量和筛选, 因此, 为了提早对番茄红素含量进行筛选, 加快育种进程, 有必要开展与

番茄红素相关的早期性状的筛选。关于番茄各性状之间的相关关系已有不少的研究和报道^[2-6], 番茄品质性状与其他性状的相关关系近年来受到重视, 特别是对加工番茄的果实性状和品质性状多有研究^[3-5], 本研究将着重鲜食番茄农艺性状与番茄红素含量之间的相关性研究, 以期筛选出与番茄红素相关的易于进行早期筛选的农艺性状, 为番茄红素育种提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试 16 份纯系, 由西北农林科技大学园艺学院番茄育种课题组提供, 统一编号和性状见表 1。

收稿日期: 2008-09-10 修回日期: 2008-09-30

基金项目: 陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项——优质多抗专用蔬菜育种技术研究(2007ZDKG-05)。

作者简介: 曲瑞芳(1978—), 女, 内蒙呼和浩特人, 硕士研究生, 研究方向: 蔬菜种质资源与育种。E-mail: xujiaxin199815@yahoo.com.cn

* 通讯作者: 梁 燕。E-mail: Liangyan@nwsnaf.edu.cn

表 1 材料编码和相关性状

Table1 Material-related characteristics and unified code				
代号 Code	果实颜色 Fruit color	代号 Code	统一编号 Unified code	果实颜色 Fruit color
Q0501	红色	Q0509	TTI1402A	粉色
Q0502	红色	Q0510	TTI1403A	粉色
Q0503	红色	Q0511	TTI1406A	粉色
Q0504	红色	Q0512	TTI1408A	粉色
Q0505	红色	Q0513	TTI1409A	粉色
Q0506	红色	Q0514	TTD103A	红色
Q0507	红色	Q0515	TTD1101A	粉色
Q0508	粉色	Q0516	TTD1102B	粉色

2005 年小拱棚育苗,2 月 15 日播种,3 月 29 日分苗,4 月 20 日定植大田,每小区 15 株,随机区组排列,3 次重复。田间管理同常规。

1.2 性状记载标准与分析方法

7 个农艺性状,株高(cm)、株幅(cm)、节间长度(cm)、始花节位(节)、花序间隔叶数(片)、第一序果数(个)和每序果数(个)的记载标准按照文献[7]中的标准进行。番茄红素含量测定,当第二、三穗果实达到坚熟成熟度时取样,每小区随机取样 5 株,每株采收 1 个果实,混合打浆,丙酮—石油醚提取,用紫外分光光度计检测^[8]。数据分析参照朱军^[9]的方法进行。

2 结果与分析

2.1 相关性分析

2.1.1 番茄红素含量与农艺性状的相关性 从表 2 可以看出,番茄第一序果数以及每序果数与果实番茄红素含量之间的相关系数均大于零,遗

传相关次序为第一序果数($r=0.308$)>每序果数($r=0.159$),但相关系数均不显著。

株高、株幅、节间长度、始花节位、序间叶数与果实番茄红素含量均为负相关关系。节间长度、始花节位与番茄红素含量的相关系数达极显著水平,株幅、花序间叶数与番茄红素含量相关系数达显著水平,株高与番茄红素含量遗传相关系数不显著。各性状与番茄红素的遗传相关绝对值依次为始花节位($r=-0.610$)>节间长度($r=-0.604$)>序间叶数($r=-0.500$)>株幅($r=-0.468$)>株高($r=-0.278$)。说明选择每序坐果多、序间叶数少及株幅小的植株株型对提高番茄红素含量有利。

2.1.2 农艺性状间的相关性 研究的 7 个农艺性状之间均存在相关关系(表 2)。其中株高和节间长度、株幅与节间长度和始花节位、序间叶数和株高、株幅和节间长度及第一序果数和每序果数之间均为遗传正相关,且达到极显著水平。株高和株幅、每序间隔叶数和始花节位、节间长度和始花节位之间存在遗传正相关,达显著水平。而第一序果数和株幅之间存在显著的遗传负相关。

2.2 农艺性状与番茄红素含量的通径分析

2.2.1 株高对番茄红素含量的效应 株高对番茄红素含量的直接通径系数为正值(2.391),而与番茄红素的遗传相关系数为负值(-0.278),二者方向相反。其原因在于株高通过第一序果数的间接效应为正值,而通过每序果数、节间长度的间接效应为负值,负向间接作用大于正向的间接作用。

表 2 番茄红素含量与农艺性状间的遗传相关系数

Table 2 Correlation coefficients of agronomic traits and lycopene content of tomato

性状 Trait	株高 Plant height	株幅 Plant width	节间长度 Length between nodes	始花节位 First inflorescence node	序间叶数 Leaves between inflorescences	第一序果数 Fruit number on the first inflorescence	每序果数 Fruit number per inflorescence	番茄红素 Lycopene content
株高 Plant height	1							
株幅 Plant width	0.478*	1						
节间长度 Length between nodes	0.728**	0.754**	1					
始花节位 First inflorescence node	0.017	0.601**	0.538*	1				
序间叶数 Leaves between inflorescences	0.631**	0.880**	0.846**	0.472*	1			
第一序果数 Fruit number on the first inflorescence	0.187	-0.489*	-0.316	-0.795**	-0.249	1		
每序果数 Fruit number per inflorescence	0.149	-0.426	-0.274	-0.791**	-0.198	0.942**	1	
番茄红素 Lycopene content	-0.278	-0.468*	-0.604**	-0.610**	-0.500*	0.308	0.159	1

注 Note: *, ** 分别表示 0.05, 0.01 的差异显著水平; *, ** mean the significant difference at 0.05 and 0.01 level respectively.

表 3 农艺性状对番茄红素的通径系数
Table 3 Path coefficients of traits to lycopene content

作用因子 Factors	直接作用 Direct action	株高 Plant height	株幅 Plant width	节间长度 Length between nodes	始花节位 First inflorescence node	序间叶数 Leaves between inflorescences	第一序果数 Fruit number on the first inflorescence	每序果数 Fruit number per inflorescence
株高 Plant height	2.391		-0.015	-1.298	0.014	-0.222	0.301	-0.255
株幅 Plant width	0.031	1.143		-1.346	0.500	-0.309	-0.780	0.730
节间长度 Length between nodes	-1.784	1.739	-0.024		0.448	-0.297	-0.5079	0.470
始花节位 First inflorescence node	0.831	0.040	-0.019	-0.961		-0.166	-1.278	1.356
序间叶数 Leaves between inflorescences	-0.351	1.509	-0.028	-1.510	0.392		-0.400	0.339
第一序果数 Fruit number on the first inflorescence	1.601	0.448	0.015	0.564	-0.661	0.087		-1.613
每序果数 Fruit number per inflorescence	-1.714	0.356	0.013	0.489	-0.658	0.070	1.514	

2.2.2 株幅对番茄红素含量的效应 株幅对番茄红素含量的直接通径系数为正值(0.031),而与番茄红素的遗传相关系数为负值(-0.468),二者方向相反。株幅通过每序果数、株高、始花节位对番茄红素含量的间接效应为正值,而通过第一序果数、节间长度的间接效应为负值。株幅直接作用以及与其他性状的相关性均很小,所以通过株幅来提高番茄红素含量的性状选择效果并不明显。

2.2.3 节间长度对番茄红素含量的效应 节间长度对番茄红素含量的直接作用(通径系数)为-1.784,遗传相关系数为-0.604,二者方向是一致的,但是遗传相关系数远大于直接通径系数。这是因为通过固形物含量、株高等农艺性状对番茄红素含量的效应有较大的正值,而通过其他农艺性状的负值效应较小,间接效应的正值抵消了一部份直接效应的负值。

2.2.4 始花节位对番茄红素含量的效应 始花节位对番茄红素的直接通径系数为0.831,遗传相关系数为-0.610,与直接通径系数方向相反。始花节位通过每序果数的间接效应为正值,而通过第一序果数、节间长度的间接效应为负值。说明在通过降低始花节位提高番茄红素的性状选择过程中,要考虑第一序果数、节间长度负向间接效应,可有效达到预期目标。

2.2.5 花序间隔叶数对番茄红素含量的效应 花序间隔叶数对番茄红素含量的直接作用(通径系数)为-0.351,遗传相关系数为-0.500,二者方向一致,但直接通径系数大于遗传相关系数。

每序间隔叶数通过每序果数、株高、始花节位对番茄红素的间接效应为正值,但通过第一序果数、节间长度的间接效应为负值,负向间接效应降低了综合效应,但没有改变作用的方向。

2.2.6 第一序果数对番茄红素含量的效应 第一序果数对番茄红素含量的直接作用(通径系数)为1.601,遗传相关系数为0.308,二者方向是一致的,但是直接通径系数大于遗传相关系数。这是因为第一序果数对番茄红素含量的效应通过株高、节间长度对番茄红素的间接效应为正值,而通过每序果数的间接效应为负值。由遗传相关表(表2)可见,第一序果数与对番茄红素含量有正向效应的株高、节间长度之间不存在显著相关关系,而与对番茄红素含量有负向效应的每序果数极显著正相关。因此,通过提高第一序果数来达到提高番茄红素的育种目标时,需合理确定选择指标,避免各个性状的负面影响。

2.2.7 每序果数对番茄红素含量的效应 每序果数对番茄红素的直接通径系数为-1.714,遗传相关系数为0.159,二者方向相反。其原因在于每序果数通过其他农艺性状第一序果数、节间长度综合起来等对番茄红素含量有一个较大的正向间接作用。

第一序果数与每序果数呈显著正相关,而二者对番茄红素的影响效应方向相反。第一序果数对番茄红素含量的影响效应为正,而每序果数对番茄红素的影响效应为负。这一组性状在提高番茄红素的育种研究中需要综合考虑,合理利用。

3 结论与讨论

3.1 番茄红素含量与农艺性状之间存在遗传相关关系。始花节位和节间长度与番茄红素含量极显著负相关,序间叶数和株幅与番茄红素含量之间显著负相关。

3.2 各性状对番茄红素含量的作用方向和大小不同。直接通径系数为正值性状依次为株高>第一序果数>始花节位>株幅;直接通径系数为负值的性状依次为序间叶数>每序果数>节间长度。

3.3 各农艺性状之间的相关和交互作用综合对番茄红素含量产生影响,使得直接通径系数和遗传相关系数的作用方向不完全相同。第一序果数对番茄红素含量直接通径系数和遗传相关系数方向相同,为正向作用。序间叶数、节间长度直接通径系数和遗传相关系数方向相同,均为负值。直接通径系数和遗传相关系数方向不同的性状有株高、株幅、始花节位和每序果数。其中每序果数直接通径系数为负值,遗传相关系数为正值。而株高、株幅和始花节位则正好相反。

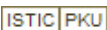
关于番茄红素含量与其他性状之间的相关关系研究,前人多集中在果实性状和品质性状方面^[2-6],而本文涉及的几个植株性状则鲜有报道。综合相关性分析和通径分析的结果,本试验认为,节间长度和序间叶数对番茄红素含量有较大的负效应值,且与番茄红素含量有显著的遗传相关性,在提高番茄红素含量的选育过程中,可以作为参

考选择性状。同时,性状间的交互作用关系是复杂的,既有相辅相成的,也有相互制约的,某一性状的加强往往伴随着一些性状作用的加强和另外一些性状的削弱。因此,提高果实番茄红素含量,需注意主要性状的选择,同时还要兼顾主要性状不被削弱。相关性状选择作为一种辅助选择手段可以提高前期选择效率,最终的选择还是要通过对完熟果实中番茄红素含量高低来决定。

参考文献:

- [1] 王 岩,周义军.番茄红素的研究进展[J].国外医学卫生分册,2000,27(4):1-1.
- [2] 李君明,徐和金,周永建.有关番茄果实中可溶性固形物和番茄红素的研究进展——文献综述[J].园艺学报,2001,28(增刊):661-668.
- [3] 关法春,李景富,许向阳,等.加工番茄粘稠度与其他农艺性状的相关与通径分析[J].中国蔬菜,2007(3):15-17.
- [4] 王华新,秦 勇,王 雷.加工番茄主要品质性状的遗传变异分析[J].北方园艺,2004(2):52-5.
- [5] 王 雷,王 鸣,石 英,等.加工番茄主要数量性状遗传相关的研究[J].西北农业学报,1998,7(1):32-37.
- [6] 郑建超.番茄主要农艺性状与产量相关及通径分析[J].吉林农业科学,1999,24(3):48-51.
- [7] 李锡香,杜永臣,等.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.
- [8] 张连富,丁霄霖.番茄红素简便测定方法的建立[J].食品与发酵工业,2002,27(3):51-55.
- [9] 朱 军.数量性状遗传分析的新方法及其在育种中的应用[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2000,26(1):16-18.

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

作者: [曲瑞芳](#), [梁燕](#), [QU Ruifang](#), [LIANG Yan](#)
作者单位: [西北农林科技大学, 园艺学院, 陕西杨凌, 712100](#)
刊名: [西北农业学报](#) 
英文刊名: [ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)
年, 卷(期): 2009, 18 (2)
被引用次数: 8次

参考文献(9条)

1. 王岩;周义军 [番茄红素的研究进展](#) 2000 (04)
2. 李君明;徐和金;周永建 [有关番茄果实中可溶性固形物和番茄红素的研究进展—文献综述](#) 2001 (zk)
3. 关法春;李景富;许向阳 [加工番茄粘稠度与其他农艺性状的相关与通径分析](#) [期刊论文]-[中国蔬菜](#) 2007 (03)
4. 王华新;秦勇;王雷 [加工番茄主要品质性状的遗传变异分析](#) [期刊论文]-[北方园艺](#) 2004 (02)
5. 王雷;王鸣;石英 [加工番茄主要数量性状遗传相关研究](#) [期刊论文]-[西北农业学报](#) 1998 (01)
6. 郑建超 [番茄主要农艺性状与产量相关及通径分析](#) [期刊论文]-[吉林农业科学](#) 1999 (03)
7. 李锡香;杜永臣 [番茄种质资源描述规范和数据标准](#) 2006
8. 张连富;丁霄霖 [番茄红素简便测定方法的建立](#) [期刊论文]-[食品与发酵工业](#) 2002 (03)
9. 朱军 [数量性状遗传分析的新方法及其在育种中的应用](#) [期刊论文]-[浙江大学学报\(农业与生命科学版\)](#) 2000 (01)

本文读者也读过(3条)

1. [曲瑞芳](#), [梁燕](#), [巩振辉](#), [杨永政](#), [QU Rui-fang](#), [LIANG Yan](#), [GONG Zhen-hui](#), [YANG Yong-zheng](#) [番茄不同品种间番茄红素含量变化规律的研究](#) [期刊论文]-[西北农业学报](#) 2006, 15 (3)
2. 严玉坤, 李景富, [YAN Yukun](#), [LI Jingfu](#) [番茄红素含量性状的遗传分析](#) [期刊论文]-[东北农业大学学报](#) 2010, 41 (1)
3. [曲瑞芳](#), [梁燕](#), [QU Rui-fang](#), [LIANG Yan](#) [番茄果实中番茄红素含量的遗传分析](#) [期刊论文]-[华北农学报](#) 2009, 24 (z1)

引证文献(8条)

1. [吴丽艳](#), [龚亚菊](#), [黎志彬](#), [鲍锐](#), [钟利](#), [梁明泰](#) [樱桃番茄种质资源果实相关性状的多元统计分析](#) [期刊论文]-[西南农业学报](#) 2012 (5)
2. [李竹莹](#), [郑晓峰](#), [吴正凯](#), [黄刚](#), [何宪江](#) [番茄不同品种露地栽培比较试验研究](#) [期刊论文]-[长江蔬菜](#) 2009 (14)
3. [李相梅](#), [许向阳](#), [张贺](#), [康立功](#), [姜景彬](#), [李景富](#) [番茄果实中番茄红素含量与主要数量性状相关性通径分析](#) [期刊论文]-[东北农业大学学报](#) 2011 (10)
4. [莫耿](#), [黄行健](#), [段雅庆](#), [潘思轶](#) [辐照对大豆分离蛋白功能特性影响](#) [期刊论文]-[食品科学](#) 2011 (1)
5. [孙亚东](#), [梁燕](#), [吴江敏](#), [张飞](#), [闫见敏](#) [番茄种质资源的遗传多样性和聚类分析](#) [期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009 (5)
6. [孙亚东](#), [梁燕](#), [吴江敏](#) [番茄种质资源果实外观性状与内在品质性状的通径分析](#) [期刊论文]-[北方园艺](#) 2010 (11)
7. [罗静](#), [田丽萍](#), [张超](#), [薛琳](#) [加工番茄果实硬度与相关性状间的分析](#) [期刊论文]-[中国农学通报](#) 2011 (28)
8. [梁梅](#), [周蓉](#), [邹滔](#), [刘小娟](#), [吴震](#) [番茄农艺性状与果实主要营养成分相关性分析](#) [期刊论文]-[西北农业学报](#) 2013 (5)

引用本文格式: [曲瑞芳](#), [梁燕](#), [QU Ruifang](#), [LIANG Yan](#) [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](#) [期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009 (2)