

邹敏,王永清,杨洋,等. 茄子果实植物学性状与品质性状相关分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(13):171-174.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.13.042

茄子果实植物学性状与品质性状相关分析

邹敏¹,王永清¹,杨洋¹,王之劲¹,陶涛²,田时炳¹

(1. 重庆市农业科学院,重庆 401329; 2. 中国农业大学植物保护学院,北京 210095)

摘要:为田间快速鉴别高花青素含量的茄子种质筛选耐贮藏茄子资源,以白色、绿色、紫红、黑紫、紫绿共 14 份茄子材料为研究对象,对果实植物学性状和品质性状进行调查、测定及相关性分析。结果表明,花青素含量在供试材料间变异系数最高,为 98.25%,该性状与果色和果萼下色呈显著正相关,与果萼色呈极显著正相关,以果面黑紫、萼片紫色且萼下紫红的茄子花青素含量最高;贮藏时间与粗纤维含量呈极显著正相关,与可溶性糖含量呈显著负相关,可溶性糖含量与粗纤维含量呈显著负相关,说明粗纤维含量高的茄子更耐贮藏。

关键词:茄子;植物学性状;营养品质;花青素;贮藏;相关分析

中图分类号: S641.103 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)13-0171-04

果实色泽是茄子外观品质的重要组成部分。花青素是决定茄子果色的主要色素之一,也是具有重要生理作用与生物价值的生理活性物质,可以有效地帮助植物更好地适应环境压力(如低温、干旱、UV 辐射、病原体侵袭等)^[1],同时具有抗氧化^[2]、降脂^[3-4]、抗癌^[5-6]、消炎^[7]等特殊生理功能,作为对健康十分有益的保健品而被人们高度关注。高花青素含量茄子同时兼具营养与美观,是茄子育种的重要方向,筛选高花青素含量茄子材料,对新品种选育和种质资源利用具有重要价值。掌握田间快速鉴别高花青素含量茄子的方法,将为种质筛选提供有利条件。

贮藏保鲜是确保茄子鲜食营养品质的重要手段,在可查阅文献中,1-甲基环丙烯(1-MCP)^[8-9]、壳聚糖^[9]、乙烯利^[8]、硝普钠(SNP)^[10]、2,4-表油菜素内酯(EBR)^[11]等对茄子贮藏的影响多有研究,但茄子耐贮藏性与植物学性状或品质性状的相关性研究未见报道。筛选耐贮藏茄子种质、培育耐贮藏茄子品种,可有效延长茄子贮藏保鲜期,减少化学试剂的应用,有利于保持茄子商品果实的安全。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试茄子材料选择白色、绿色、紫红、黑紫、紫绿共 14 份(图 1),全是笔者所在课题组人员从国内外搜集并多年纯化的育种材料。所有材料于 2017 年 2 月 20 日播种,4 月 14 日定植于重庆市农业科学院南川分院蔬菜基地。

收稿日期:2018-03-28

基金项目:国家重点研发计划(编号:2016YFD0100204-33);国家现代农业产业技术体系茄子品种改良岗位项目(编号:CARS-23-A12);重庆市社会事业与民生保障科技创新专项(编号:cstc2015shms-ztx8008)。

作者简介:邹敏(1988—),女,重庆璧山人,硕士,农艺师,主要从事茄子育种研究。E-mail:451303499@qq.com。

通信作者:田时炳,研究员,主要从事茄子育种研究。E-mail:tiansbing@aliyun.com。

1.2 调查与测定

1.2.1 植物学性状调查 在对茄商品果成熟期,参照文献[12]调查每份材料果实的植物学性状(表 1)。

1.2.2 贮藏时间测定 在对茄商品果成熟期,每份材料取 20~30 个商品果实置于 $T(\text{温度}) = (10 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、 $RH(\text{空气相对湿度}) = 90\% \sim 95\%$ 环境中储藏,当储藏的茄子好果率降至 50% 时记录样品已贮藏的时间,重复 3 次。

1.2.3 花青素含量的测定 采用 pH 示差法,参考邵文婷等的技术方法^[13-14]:用削皮刀刮取鲜茄子皮约 1 g,按照 1 g:20 mL 加入 2% 盐酸-乙醇溶液,常温浸提 2 h,取出后于 4°C 、8 000 r/min 离心 10 min,收集上清液,重复浸提 3 次,合并上清液,定容至 100 mL;将花青素提取液分别用 pH 值 1.0、4.5 的缓冲溶液稀释 10 倍,稳定 90 min 后以 2% 盐酸-乙醇溶液作为空白对照,分别在 525、700 nm 处测定吸光度 D ,3 次重复。

花青素的总含量 TA 计算公式:

$$TA(\text{mg/g}) = \frac{\Delta D \times F \times M}{\varepsilon \times m}$$

式中: $\Delta D = [D_{525 \text{ nm}(\text{pH}1.0)} - D_{700 \text{ nm}(\text{pH}1.0)}] - [D_{525 \text{ nm}(\text{pH}4.5)} - D_{700 \text{ nm}(\text{pH}4.5)}]$; M 为矢车菊素-3-葡萄糖苷的相对分子质量,大小为 449.2; F 为稀释倍数,大小为 1 000; m 为样品质量, g; ε 为摩尔吸收率,大小为 26 900。

1.2.4 其他品质指标(水分含量、粗纤维含量、可溶性糖含量、粗蛋白含量、维生素 C 含量、硬度)的测定 由农业农村部农产品质量安全监督检验测试中心(重庆)测定。

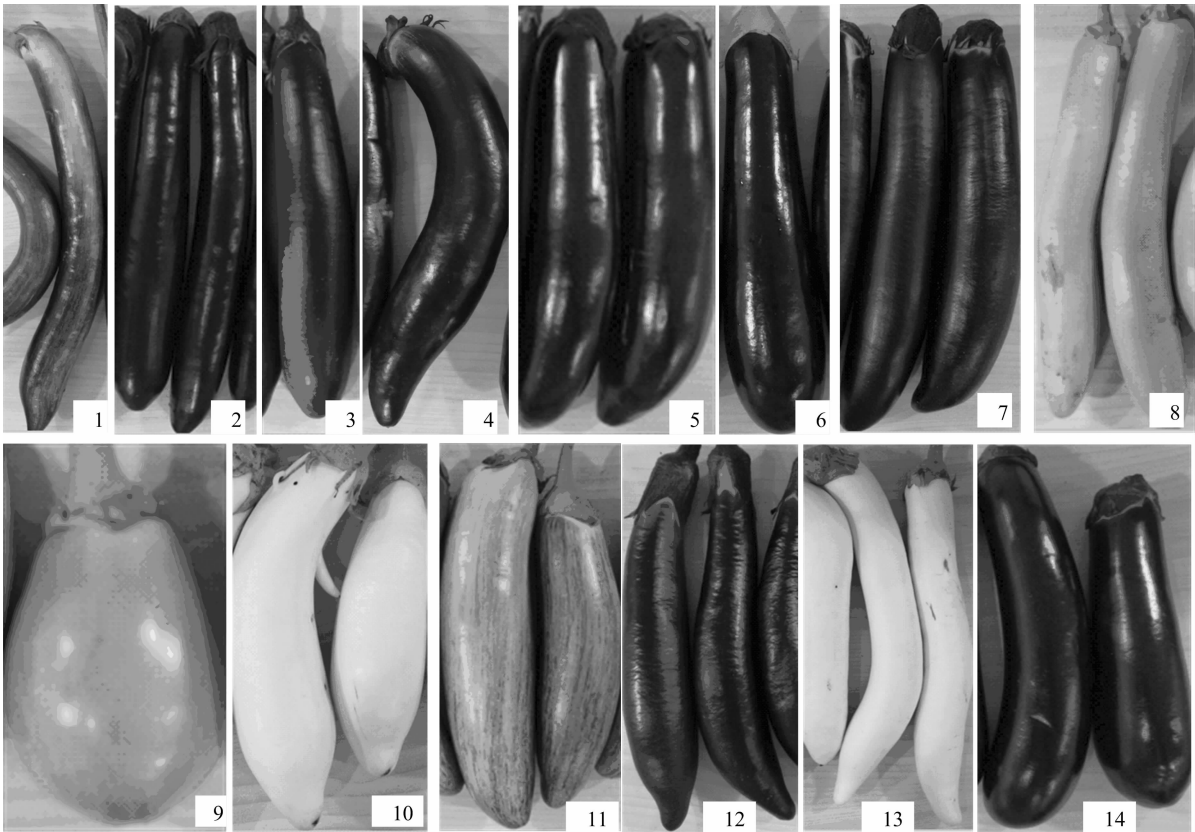
1.3 统计分析

应用 Excel 2007 和 DPS 16.05 软件进行数据处理和分析。对果形、果色、果顶形状、果萼色、果肉色、果萼下色参照文献[12]采用标准化赋值,赋值方法详见表 2。

2 结果与分析

2.1 不同茄子果实品质性状分析

由表 3 可知,所测定 8 个性状的变异系数大小为花青素含量 > 硬度 > 贮藏时间 > 粗蛋白含量 > 维生素 C 含量 > 粗



1—13T2-9-1-1; 2—K167-1-2-3-2-1-1; 3—586-1-1; 4—194-1-2; 5—GF8-2-1-1-1; 6—NC7; 7—110-2; 8—16NFQ9; 9—16NQ18-1; 10—445-2; 11—115; 12—98#; 13—白龙; 14—896-1-1

图1 参试茄子材料果实

表 1 参试茄子果实植物学性状

材料编号	单果质量 (g)	果纵径 (cm)	果横径 (cm)	心室数 (个)	果形	果色	果顶形状	果萼色	果萼下色	果肉色
13T2-9-1-1	144.00	32.0	4.0	4	长羊角	紫绿	凹	绿紫	绿	绿
K167-1-2-3-2-1-1	176.00	32.0	4.3	6	长条	黑紫	凸	紫	紫	绿白
586-1-1	325.00	30.0	6.0	6	短羊角	紫红	凹	绿紫	白	白
194-1-2	220.00	30.5	4.5	4	长条	黑紫	凸	紫	绿	绿
GF8-2-1-1-1	252.00	26.5	5.5	4	长筒	黑紫	凹	紫	紫	绿白
NC7	296.00	25.8	5.6	3	长筒	黑紫	凹	绿	紫	绿白
110-2	235.00	28.5	5.5	5	长筒	黑紫	凸	紫	绿	黄白
16NFQ9	230.00	27.0	5.0	5	长羊角	绿	凸	绿	绿	绿
16NQ18-1	335.00	14.5	10.5	6	高圆	绿	平	绿	绿	绿白
445-2	192.00	20.0	6.0	5	长卵	白	平	绿	白	白
115	236.00	23.0	6.5	5	长筒	紫绿	凹	绿紫	绿	绿白
98#	200.00	29.0	5.5	4	长筒	紫红	凹	紫	白	白
白龙	280.00	31.0	5.5	3	长筒	白	凸	绿	白	白
896-1-1	205.00	25.0	5.3	5	长筒	黑紫	平	紫	绿	绿

纤维含量 > 可溶性糖含量 > 含水量。其中,变异系数最高的花青素含量变化范围为 0.01 ~ 5.93 mg/g, 变异系数为 98.25%, 说明花青素含量在供试材料间变异丰富; 其次为硬度和贮藏时间, 其变异系数分别为 34.04% 和 33.18%, 针对变异系数高的性状, 通过良种选配和优化栽培技术等方式可使该性状得以改良; 粗蛋白含量、维生素 C 含量、粗纤维含量、可溶性糖含量、含水量的变异系数较低, 在 1.15% ~ 19.38% 之间, 针对变异系数较小的性状, 通过育种手段实现

改良的难度较大。

从图 2 可以看出, 花青素含量在供试材料间差异明显, 白茄和绿茄(白龙、16NQ18-1、16NFQ9、445-2)果皮花青素含量极低(不高于 0.05 mg/g), 其次是紫绿条纹相间的竹丝茄(115 和 13T2-9-1-1), 紫红茄和紫黑茄花青素含量较高, 但以紫萼、萼下紫红的紫黑茄(K167-1-2-3-2-1-1 和 GF8-2-1-1-1)花青素含量最高(高于 5.0 mg/g)。

表2 茄子植物学性状标准化赋值

性状	赋值
果形	扁圆=1,圆球=2,高圆=3,卵圆=4,长卵=5,短筒=6,长筒=7,长条=8,线形=9,短羊角=10,长羊角=11
果色	白=1,白绿=2,绿=3,橘红=4,浅紫=5,鲜紫=6,紫红=7,黑紫=8,紫绿=9
果顶形状	凹=1,平=2,凸=3
果萼色	绿=1,绿紫=2,紫=3
果肉色	白=1,黄白=2,绿白=3,绿=4
果萼下色	白=1,绿=2,紫=3

表3 茄子果实品质性状及其变异系数分析

材料	含水量 (%)	粗纤维含量 (%)	可溶性糖含量 (%)	粗蛋白含量 (g/kg)	维生素含量 (mg/kg)	硬度 (N/cm ²)	花青素含量 (mg/g)	贮藏时间 (d)
13T2-9-1-1	93.60	1.10	2.38	11.1	54.3	15.40	1.17	22
K167-1-2-3-2-1-1	93.00	0.90	2.49	11.2	36.6	16.90	5.20	14
586-1-1	94.30	0.90	2.40	7.7	41.2	11.10	1.67	22
194-1-2	93.70	0.90	2.44	8.1	35.5	17.10	1.74	12
GF8-2-1-1-1	94.30	0.70	2.44	7.9	29.1	18.62	5.93	13
NC7	94.50	1.00	2.15	6.9	32.8	29.50	1.85	22
110-2	93.80	1.00	2.28	8.1	38.8	12.90	3.07	20
16NFQ9	94.00	1.00	2.17	8.2	32.2	22.80	0.03	26
16NQ18-1	93.80	0.80	2.75	6.8	38.1	31.20	0.02	8
445-2	94.20	0.90	2.42	7.2	28.6	13.10	0.05	28
115	93.80	1.10	2.22	8.7	31.9	13.30	0.45	31
98#	93.90	1.00	2.31	5.6	37.2	14.80	2.89	21
白龙	90.90	1.10	2.47	9.5	39.9	22.10	0.01	28
896-1-1	91.40	1.00	2.27	8.9	31.1	14.90	3.61	18
最小值	90.90	0.70	2.15	5.6	28.6	11.10	0.01	8
最大值	94.50	1.10	2.75	11.2	54.3	31.20	5.93	31
平均值	93.51	0.96	2.37	8.2	36.2	18.12	1.98	20
极差	3.60	0.40	0.60	5.6	25.7	20.10	5.92	23
标准差	1.07	0.12	0.16	1.6	6.6	6.17	1.94	6.76
变异系数 (%)	1.15	12.10	6.56	19.38	18.09	34.04	98.25	33.18

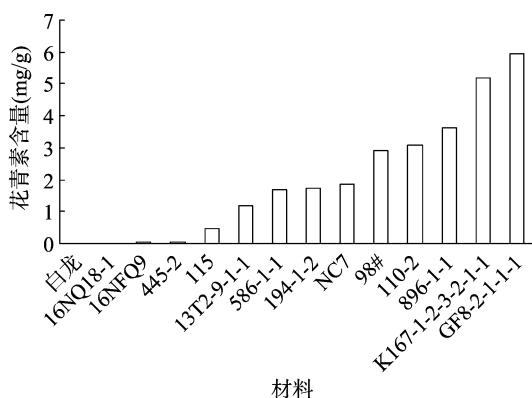


图2 参试茄子材料的花青素含量

目标时,应注重绿萼茄子的选育,以果肉疏松为育种目标时,应注重紫萼茄子的选育;花青素含量与果色($r=0.595$)和果萼下色($r=0.560$)呈显著正相关,与果萼色呈极显著正相关($r=0.799$),表明以高花青素含量为育种目标时,应该注重果面黑紫、萼片紫色、萼下紫红色茄子的选育。在品质性状之间,可溶性糖含量与粗纤维含量呈显著负相关($r=-0.545$),贮藏时间与粗纤维含量呈极显著正相关($r=0.710$),与可溶性糖含量呈显著负相关($r=-0.600$),表明以耐贮藏茄子为

2.2 不同茄子果实植物学性状与品质性状的相关性分析

茄子果实植物学性状与品质性状的相关性分析详见表4。在植物学性状之间,果横径与单果质量呈极显著正相关($r=0.678$),与果纵径呈极显著负相关($r=-0.850$);果形与果纵径呈极显著正相关($r=0.748$),与果横径呈极显著负相关($r=-0.723$),说明果形的判断同时受果纵横径的影响;果萼色与果色呈极显著正相关($r=0.710$),果肉色与果萼下色呈极显著正相关($r=0.681$),这表明果色与果萼色、果萼下色与果肉色关系密切。在植物学性状与品质性状之间,硬度与果萼色呈显著负相关($r=-0.566$),表明以果肉紧实为育种

育种目标时,应注重筛选粗纤维含量高的茄子。

3 结论与讨论

试验结果表明,花青素含量在供试材料间变异系数最高,且与果色呈显著正相关,这与张开畅等的研究结果^[15-17]一致。同时,本研究进一步得出花青素含量与果萼下色呈显著正相关,与果萼色呈极显著正相关,将高花青素含量茄子的表观指标细化为果面黑紫、萼片紫色、萼下紫红,为田间快速鉴别提供了理论依据。供试材料 K167-1-2-3-2-1-1 和 GF8-2-1-1-1-1 可作为高花青素含量改良的育种材料。

本试验分析了茄子耐储藏性与品质指标的相关性,贮藏时间与粗纤维含量呈极显著正相关,与可溶性糖含量呈显著负相关。因此,在生产实践中可以通过测量特定指标快速判断耐储性,在以耐贮藏茄子为育种目标时,应注重粗纤维含量高、可溶性糖含量低的茄子的选育,供试材料 115 可作为耐贮性改良的育种材料。由于本试验研究的材料有限,以上结果有待进一步验证。

参考文献:

- [1] 张彦杰. 紫白菜与紫茄花色苷生物合成及光调控的分子机理研究[D]. 重庆:重庆大学,2015.

表 4 不同茄子果实植物学性状与品质性状的相关性分析

性状	相关系数								
	单果质量	果纵径	果横径	心室数	果形	果色	果顶形状	果萼色	果萼下色
单果质量	1.000								
果纵径	-0.388	1.000							
果横径	0.678 **	-0.850 **	1.000						
心室数	0.077	-0.327	0.374	1.000					
果形	-0.337	0.748 **	-0.723 **	-0.089	1.000				
果色	-0.272	0.393	-0.382	-0.015	0.332	1.000			
果顶形状	-0.113	0.160	-0.142	0.137	-0.020	-0.394	1.000		
果萼色	-0.427	0.447	-0.418	0.113	0.137	0.710 **	0.007	1.000	
果萼下色	-0.067	0.023	-0.130	-0.037	0.025	0.515	-0.008	0.238	1.000
果肉色	-0.066	-0.142	-0.037	0.099	0.077	0.318	0.253	0.181	0.681 **
含水量	0.121	-0.221	0.141	0.169	0.060	0.217	-0.430	-0.064	0.198
粗纤维含量	-0.304	0.343	-0.350	-0.339	0.373	0.062	0.041	-0.186	-0.312
可溶性糖含量	0.247	-0.293	0.531	0.335	-0.486	-0.346	0.173	-0.054	-0.101
粗蛋白含量	-0.481	0.495	-0.482	0.104	0.463	0.194	0.333	0.110	0.219
维生素 C 含量	-0.153	0.450	-0.155	-0.051	0.430	0.187	-0.093	0.006	-0.196
硬度	0.515	-0.401	0.489	-0.239	-0.337	-0.336	0.098	-0.566 *	0.376
花青素含量	-0.254	0.359	-0.365	0.052	0.051	0.595 *	-0.084	0.799 **	0.560 *
贮藏时间	-0.147	0.111	-0.259	-0.251	0.285	-0.247	-0.132	-0.427	-0.462

性状	相关系数								
	果肉色	含水量	粗纤维含量	可溶性糖含量	粗蛋白含量	维生素 C 含量	硬度	花青素含量	贮藏时间
果肉色	1.000								
水分含量	-0.019	1.000							
粗纤维含量	-0.172	-0.392	1.000						
可溶性糖含量	-0.164	-0.130	-0.545 *	1.000					
粗蛋白含量	0.146	-0.486	0.408	0.042	1.000				
维生素 C 含量	-0.348	-0.103	0.386	0.223	0.482	1.000			
硬度	0.335	0.013	-0.182	0.238	-0.211	-0.090	1.000		
花青素含量	0.196	0.002	-0.444	-0.020	0.073	-0.174	-0.246	1.000	
贮藏时间	-0.407	-0.089	0.710 **	-0.600 *	0.100	-0.038	-0.317	-0.504	1.000

注：*、** 表示差异显著 ($P<0.05$)、极显著 ($P<0.01$)。

[2] Amorini A M, Fazzina G, Lazzarino G, et al. Activity and mechanism of the antioxidant properties of cyanidin - 3 - O - beta - glucopyranoside[J]. Free Radical Research, 2001, 35 (6) : 953 - 966.

[3] Tsuda T, Horio F, Uchida K, et al. Dietary cyanidin 3 - O - β - D - glucoside - rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice [J]. Journal of Nutrition, 2003, 133 (7) : 2125 - 2130.

[4] Kwon S H, Ahn I S, Kim S O, et al. Anti - obesity and hypolipidemic effects of black soybean anthocyanins[J]. Journal of Medicinal Food, 2007, 10(3) : 552 - 556.

[5] Zhao C, Giusti M M, Malik M, et al. Effects of commercial anthocyanin - rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(20) : 6122 - 6128.

[6] Jing P, Bomser J A, Schwartz S J, et al. Structure - function relationships of anthocyanins from various anthocyanin - rich extracts on the inhibition of colon cancer cell growth[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(20) : 9391 - 9398.

[7] Seeram N P, Momin R A, Nair M G, et al. Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries [J]. Phytomedicine, 2001, 8(5) : 362 - 369.

[8] 范林林, 高丽朴, 左进华, 等. 1 - MCP 和乙烯利处理对茄子贮藏品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(9) : 195 - 199, 218.

[9] 兰维杰, 李心丹, 刘晓燕, 等. 1 - MCP、壳聚糖和臭氧在鲜切果蔬保鲜技术中的研究进展[J]. 基因组学与应用生物学, 2017(12) : 5309 - 5314.

[10] 范林林, 高丽朴, 左进华, 等. 外源硝普钠处理对茄子贮藏过程中品质的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(22) : 222 - 226.

[11] 高 慧, 张宏军, 康丽娜, 等. 24 - 表油菜素内酯对茄子果实贮藏品质及抗氧化活性的影响[J]. 西北植物学报, 2014, 34(8) : 1614 - 1619.

[12] 李锡香, 朱德蔚. 茄子种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.

[13] 邵文婷. 茄子花青素合成相关基因 SmMYB 的克隆与功能研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2013.

[14] 张艳侠, 徐 超, 张立华. pH 示差法测定茄子皮中花青苷条件的优化[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(7) : 338 - 340.

[15] 张开畅, 王 涛, 陈艺群, 等. 不同颜色茄子果实的若干营养成分分析[J]. 亚热带农业研究, 2016, 12(1) : 45 - 49.

[16] 冯英娜, 刘卫东, 朱士农, 等. 茄子农艺性状和品质性状的相关性及主成分分析[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(1) : 166 - 168.

[17] 王 倩, 刘卫东, 朱士农, 等. 茄子营养品质与主要农艺性状的灰色关联分析[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12) : 184 - 187.