

茄子不同花色、果色和果肉色相关性遗传研究

张成成, 范孟媛, 成玉富, 杨旭, 陈学好

(扬州大学园艺与植物保护学院, 扬州 225000)

摘要: 以4个花色、果皮色和果肉色不同的茄子高代自交系为试验材料, 将其配制成3个杂交组合, 并进行回交、自交得到3个组合的6个世代群体, 研究茄子花色、果皮色和果肉色遗传的相关性, 旨在丰富茄子果色和果肉色遗传研究, 并为茄子新品种选育提供理论依据。结果表明: 茄子花紫色对白色为完全显性, 紫色对白色是由1对基因控制。果色紫色对白色是由2对具有重叠作用的显性基因控制, 且紫色基因具有显性上位作用。果皮紫色对绿色为显性, 紫色基因对绿色基因表达有抑制作用。果肉绿白色对白色为显性, 绿白色对白色由1对完全显性基因控制。茄子果皮颜色和果肉颜色在遗传过程中存在基因互作效应, 控制茄子果肉的绿白色基因对控制茄子果皮的白色基因有上位作用; 茄子花色和果皮色为不完全连锁遗传, 白花绿皮茄和紫花紫皮茄遗传交换值为20.5%, 紫花紫皮茄和白花白皮茄遗传交换值为34.6%; 茄子花色和果肉色在杂交遗传过程中符合独立遗传规律, 不存在连锁关系。

关键词: 茄子; 遗传; 连锁; 交换值

Genetic Study on Correlation of Flower Color, Peel Color and Flesh Color of Eggplant

ZHANG Cheng-cheng, FAN Meng-yuan, CHENG Yu-fu, YANG Xu, CHEN Xue-hao

(College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225000)

Abstract: Four eggplant inbred lines with different colors in flower, peel and flesh were used as experimental materials, which were crossed in three hybrid combinations and through backcrossing and selfing produced six generation populations, for the study of the genetic relationships among eggplant flower color, peel color and flesh color, the aim of this study was to enrich the genetic research on peel color and flesh color of eggplant, and to provide theoretical basis for the breeding of new eggplant varieties. The results indicated that the flower color was controlled by a pair of genes, with purple fully dominant to white. The peel color was controlled by two pairs of dominant genes with overlapping effect, and the purple gene had dominant epistatic effect. Peel purple was dominant to green, and the purple gene of eggplant peel color inhibited the expression of the green gene. The flesh color was controlled by a pair of genes, with green-white fully dominant to white. There was the gene interaction effect in the inheritance of eggplant peel color and flesh color. The green-white gene controlling eggplant flesh had an epistatic effect on the white gene controlling eggplant peel, the inheritance of eggplant flower color and peel color were not completely linked, the crossing-over value of white flower with green peel and purple flower with purple peel being 20.5%, and the crossing-over value of white flower with white peel and purple flower with purple peel being 34.6%, the flower color and flesh color of eggplant were in accordance with the independent genetic law in the process of hybrid inheritance, and there was no linkage relationship.

Key words: eggplant; inheritance; linkage; crossing-over value

收稿日期: 2020-09-22 修回日期: 2020-10-11 网络出版日期: 2020-10-21

URL: <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20200922004>

第一作者研究方向为茄子遗传育种, E-mail: 1443638599@qq.com

通信作者: 成玉富, 研究方向为茄果蔬菜遗传育种和蔬菜科技推广, E-mail: chyufu@qq.com

基金项目: 国家自然科学基金 (31972395)

Foundation project: The National Nature Science Foundation of China (31972395)

茄子 (*Solanum melongena* L.) 亦称落酥、昆仑瓜, 属于茄科茄属, 是我国重要的蔬菜作物之一, 中国是世界第一茄子生产及消费大国^[1], 茄子在我国蔬菜生产中占有重要地位^[2]。茄子花色是有用的指示性状, 可用于育种相关选择、纯度鉴定或作为遗传标记等。茄子果色、果肉色是茄子重要的品质性状, 不同地区消费者对果色和果肉色的喜好不同^[3]。

目前, 在茄子果色方面研究较多, 花色遗传方面也有报道^[4]; 对于茄子果肉色遗传, 花色、果色与果肉色之间的遗传关系研究未见报道。因此, 本试验选用 4 个茄子高代自交系进行杂交、回交, 以花色、果色和果肉色单个性状的遗传规律为前提, 着重于进一步揭示茄子花色、果色和果肉色之间的遗传规律, 为茄子花色、果色和果肉色的遗传研究提供理论

依据, 对茄子外观品质育种和育种亲本选配具有重大意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2018-2020 年在扬州大学试验基地进行。试验选用 4 个高代自交系的茄子材料: 18-30、18-31、18-32 和 18-34 为亲本。其中, 18-30 为紫花、白果皮、白果肉; 18-31 为白花、绿果皮、绿白色果肉; 18-32 为白花、白果皮、白果肉; 18-34 为紫花、紫果皮、绿白色果肉 (图 1)。2018 年将其配制成 3 个杂交组合 (组合 I: 18-30 × 18-34、组合 II: 18-31 × 18-34、组合 III: 18-32 × 18-34), 2019 年进行回交、自交得到 3 个组合的 6 个世代群体, 即 P_1 、 P_2 、 F_1 、 F_2 、 BC_1 ($F_1 \times P_1$) 和 BC_2 ($F_1 \times P_2$)。



图 1 亲本花色、果色和果肉色表现

Fig.1 Flower color, peel color and flesh color of the parents

1.2 试验方法

2020 年 4 月 2 日将 3 个组合的 6 个世代群体定植大棚, 双行定植, 行距 60 cm, 株距 45 cm, 田间管理同一般生产。不分离世代 P_1 、 P_2 各种植 10 株, F_1 种植 12 株, BC_1 、 BC_2 和 F_2 各种植 78 株, 并对每株茄子进行标号。各世代单株颜色均采用目测法进行。花色: 从茄子进入开花期开始记录每株花朵颜色, 各世代群体中出现紫花的归为紫花类型, 出现白花的归为白花类型。果皮颜色观察: 选取达到商品成熟的茄子果实观测, 根据双亲和 F_1 特征, 分离世代中果皮出现紫色, 无论颜色深浅都归类为紫茄类别, 凡是出现绿色都归类为绿茄类别, 纯白色果面归类为白茄类别。果肉色观察: 选取达到商品成熟的茄子果实果肉观测, 果肉为纯白色归类为白果肉茄类别, 绿白色归类为绿白色果肉茄类别, 归类结果见图 2。本试验应用孟德尔遗传原理对不同性状进行分析, 以卡平方检验^[5]测验实际观察值与理论观察值是否相符。对于不符合独立分配且之间存在连锁效应的性状, 测交法估算其交换值^[6], 通过交换值

判断 2 个性状之间的连锁强度。

$$\text{交换值} = \frac{\text{重组型配子数}}{\text{总配子数}} \times 100\%。$$

$X_c^2 = \sum [(|O-E|-0.5)^2/E]$, $df=1$; $X_c^2 = \sum [(O-E)^2/E]$, $df=2$, 其中 X_c^2 代表卡平方值, O 代表观察值, E 代表理论值。

2 结果与分析

2.1 花色、果皮色和果肉色独立遗传分析

2.1.1 花色遗传分析 组合 II 和组合 III 中, P_1 是纯合的白花株系, P_2 是纯合的紫花株系。这 2 个组合 F_1 植株花色均表现为紫色; F_2 、 BC_1 花色发生分离, 主要表现为紫色和白色 2 种花色; F_1 与紫花株系亲本的回交后代 BC_2 , 花色全部表现为紫色 (表 1)。对 2 个组合的 F_2 、 BC_1 紫色与白色的分离比例分别进行卡方测验, 分别符合 3:1、1:1 的理论比例。从上述遗传表现可以看出, 茄子花色紫色对白色为完全显性, 紫色对白色是由 1 对基因控制。



图 2 试验材料中茄子花色、果色和果肉色划分
Fig.2 Classification of eggplant flower color, peel color and flesh color in test materials

表 1 茄子杂交和测交后代花色分离的适合性检验
Table 1 Compatibility test of flower color segregation in hybrid progeny between white-flowered and purple-flowered eggplants

组合 Combination	世代 Generation	紫花株数 Amount of purple-flower	白花株数 Amount of white-flower	总株数 Total of plants	理论比 Theoretical ratio	χ^2
18-31 × 18-34	F ₂	60	18	78	3 : 1	0.07
	BC ₁	40	38	78	1 : 1	0.01
	BC ₂	78	0	78		
18-32 × 18-34	F ₂	57	21	78	3 : 1	0.07
	BC ₁	39	39	78	1 : 1	0
	BC ₂	78	0	78		

$\chi^2_{(0.05,1)}=3.84$

2.1.2 果皮色遗传分析 在组合 I 和组合 III 中, P₁ 为白色果皮, P₂ 为紫色果皮。2 个组合中 F₁ 果皮色均表现为紫色, 但紫色表现深浅度与 P₂ 有略微差异, F₂、BC₁ 都出现紫色、绿色和白色 3 种果皮色 (表 2), 其中组合 I 和组合 III 的 F₂ 和 BC₁ 茄子果皮色均出现一些过渡色如淡紫、墨紫色等, 这些都向亲本归类为紫色。对 2 个组合的 F₂ 紫色、绿色和白色的分离比例进行卡方测验, 符合 12 : 3 : 1 的理论比例; 对 BC₁ 紫色、绿色和白色的分离比例进行卡方测验, 符合 2 : 1 : 1 的理论比例; 2 个组合 F₁ 与 P₂ 的回交后代 BC₂, 果皮色均表现为紫色。说明供试材料的果皮色遗传是受核基因控制的, 果皮色紫色对白色是由 2 对具有重叠作用的显性基因控制, 且紫色基因具有显性上位作用。

在组合 II 中, P₁ 为绿色果皮, P₂ 为紫色果皮, F₁ 果皮色都为紫色; F₂、BC₁ 果皮色主要表现为紫色和绿色 2 种, 还有极少为浅绿色, 但果皮色绿色和浅绿色颜色差别细微, 因此将浅绿色果皮归类为绿色果皮进行分析; F₁ 与 P₂ 的回交后代 BC₂, 果皮色全部表现为紫色 (表 3)。对组合 II 的 F₂、BC₁ 紫色与绿色果皮的分离比例进行卡方测验, 分别符合 3 : 1、1 : 1 的理论比例。从上述遗传表现可以看出, 茄子果皮色紫色对绿色为显性。假设茄子亲本紫果色基因型为 WWYY, 白果色基因型为 wwyy, 绿果色基因型为 wwYY, 即茄子果皮的显性紫色基因 (W) 有上位性作用。当 W 基因存在时能阻碍 Y 基因的作用, 表现为紫色; 缺少 W 时, Y 基因表现其绿色作用; 当 W 和 Y 都不存在, 则表现 y 基因的白色。

表 2 白果皮茄与紫果皮茄杂交和测交后代分离的适合性检验
Table 2 Compatibility test of peel color segregation in hybrid progeny between white-peeled and purple-peeled eggplants

组合 Combination	世代 Generation	紫果皮株数 Amount of purple-peel	绿果皮株数 Amount of green-peel	白果皮株数 Amount of white- peel	总株数 Total of plants	理论比 Theoretical ratio	χ^2
18-30 × 18-34	F ₂	59	15	4	78	12 : 3 : 1	0.17
	BC ₁	39	19	20	78	2 : 1 : 1	0.06
	BC ₂	78	0	0	78		
18-32 × 18-34	F ₂	56	17	5	78	12 : 3 : 1	0.50
	BC ₁	40	20	18	78	2 : 1 : 1	0.05
	BC ₂	78	0	0	78		

$\chi^2_{(0.05,2)}=5.99$

表 3 绿果皮茄与紫果皮茄杂交后代分离的适合性检验
Table 3 Compatibility test of peel color segregation in hybrid progeny between green-peeled and purple-peeled eggplants

组合 Combination	世代 Generation	紫果皮株数 Amount of purple- peel	绿果皮株数 Amount of green- peel	总株数 Total of plants	理论比 Theoretical ratio	χ^2
18-31 × 18-34	F ₂	58	20	78	3 : 1	0.01
	BC ₁	32	46	78	1 : 1	2.16
	BC ₂	78	0	78		

$\chi^2_{(0.05,1)}=3.84$

2.1.3 果肉色遗传分析 在组合 I 和组合 III 中, P₁ 果肉为白色, P₂ 果肉为绿白色, 2 个组合中 F₁ 果肉色均表现为绿白色; 2 个组合 F₂、BC₁ 果肉色全部表现为绿白色和白色, F₁ 与 P₂ 的回交后代 BC₂, 果肉色全部表现为绿白色(表 4)。对 2 个组合的 F₂、BC₁ 绿白色与白色果肉的分离比例进行卡方测验, 分别符合 3 : 1、1 : 1 的理论比例。从上述遗传表现可以看出, 茄子果肉色绿白色对白色为显性, 茄子果肉色绿白色对白色是符合 1 对完全显性基因控制。

表 4 茄子杂交和测交后代果肉色分离的适合性检验
Table 4 Compatibility test of flesh color segregation in hybrid progeny between white-fleshed and cyan-green-fleshed eggplants

组合 Combination	世代 Generation	绿白色果肉株数 Amount of green-white-flesh	白色果肉株数 Amount of white-flesh	总株数 Total of plants	理论比 Theoretical ratio	χ^2
18-30 × 18-34	F ₂	59	19	78	3 : 1	0.01
	BC ₁	36	42	78	1 : 1	0.32
	BC ₂	78	0	78		
18-32 × 18-34	F ₂	60	18	78	3 : 1	0.07
	BC ₁	39	39	78	1 : 1	0
	BC ₂	78	0	78		

$\chi^2_{(0.05,1)}=3.84$

2.2 果皮色与果肉色相关性遗传分析

从上述茄子果皮色和果肉色遗传分析的试验得知, 组合 I 中茄子绿白肉对白肉为完全显性, 紫色果皮对白色果皮为显性, 但 F₂ 和 BC₁ 果色出现分离, 出现白色、绿色和紫色 3 种颜色。将白皮白肉的 18-30 (P₁) 和紫皮绿白肉的 18-34 (P₂) 进行杂交(表 5)。F₁ 茄子果实全部为紫皮绿白肉, F₂ 和 BC₁ 中出现紫皮绿白肉、紫皮白肉、绿皮绿白肉和白皮白

肉 4 种表现型。通过卡方测验,分离比例分别满足 9:3:3:1 和 1:1:1:1,但观察发现这 2 个世代出现的 4 种表现型中没有白皮绿白色果肉表现型,而出现绿皮绿白色果肉表现型。分析得出,茄子果皮颜色 and 果肉颜色在遗传过程中为独立遗传,不存在基因连锁,但是存在基因互作效应,即控制茄子果肉的绿白色基因对控制茄子果皮的白色基因有上位作用。

表 5 紫皮绿白肉茄与白皮白肉茄杂交后代相关性的适合性检验
Table 5 Compatibility test of correlation in hybrid progeny between purple-peeled green-white-fleshed and white-peeled white-fleshed eggplants

组合 Combination	世代 Generation	紫皮绿白肉 Purple-peel with green-white- flesh	紫皮白肉 Purple-peel with white- flesh	绿皮绿白肉 Green-peel with green-white- flesh	白皮白肉 White-peel with white- flesh	总株数 Total of plants	理论比 Theoretical ratio	χ^2
18-30 × 18-34	F ₂	44	15	15	4	78	9:3:3:1	0.03
	BC ₁	17	22	19	20	78	1:1:1:1	0.67
	BC ₂	78				78		

$\chi^2_{(0.05,3)}=7.81$

2.3 花色与果皮色相关性遗传分析

2.3.1 白花绿果皮茄与紫花紫果皮茄杂交遗传分析
从上部分茄子花色和果皮色遗传分析试验得知茄子花色紫色对白色为显性,茄子果皮色紫色对绿色为显性。组合Ⅱ中,将白花绿皮的 18-31(P₁)和紫花紫皮的 18-34(P₂)杂交(表 6),F₁、BC₂ 全部表现为紫花紫皮,F₂ 出现 4 种表现型,分别为紫花紫皮、

白花紫皮、紫花绿皮和白花绿皮,但不符合 9:3:3:1 的独立分配比例,其中亲本组合性状(紫花紫皮和白花绿皮)的实际数远大于理论数,由此可知茄子花色和果皮色为不完全连锁遗传,白花绿皮茄和紫花紫皮茄在杂交遗传过程中花色和果皮色为 1 对相引组,交换值为 20.5%。

表 6 紫花紫皮茄与白花绿皮茄杂交后代相关性调查结果
Table 6 Correlation in hybrid progeny between purple-flowered purple-peeled and white-flowered green-peeled eggplants

组合 Combination	世代 Generation	紫花紫皮 Purple-flower with purple-peel	白花绿皮 White-flower with green-peel	紫花绿皮 Purple-flower with green-peel	白花紫皮 White-flower with purple-peel	总株数 Total of plants
18-31 × 18-34	F ₂	50	10	10	8	78
	BC ₁	28	34	12	4	78
	BC ₂	78				78

2.3.2 白花白果皮茄与紫花紫果皮茄杂交遗传分析
从前部分茄子花色和果皮色遗传分析试验得知茄子紫花对白花为完全显性,由 1 对显性基因控制,茄子紫色果皮对白色果皮为显性,组合Ⅲ中分离世代 F₂ 和 BC₁ 群体中茄子果皮颜色有紫色、绿色和白色 3 种表现型。将白花白色果皮的 18-32(P₁)和紫花紫色果皮的 18-34(P₂)进行杂交,F₁ 群体全部紫花紫皮,F₂ 和 BC₁ 群体出现 6 种表现型,分别是紫花紫皮、白花紫皮、紫花绿皮、白花绿皮、紫花白皮和白花白皮,但不符合 36:12:9:3:3:1 的分离比例。从

表 7 计算得出,紫花紫皮茄和白花白皮茄在杂交遗传过程花色与果皮色遗传交换值为 34.6%。

2.4 花色与果肉色相关性遗传分析

将白花白肉的 18-32(P₁)和紫花绿白肉的 18-34(P₂)进行杂交(表 8),得到的 F₁ 全部为紫花绿白肉,F₂ 和 BC₁ 群体性状分离,出现 4 种表现型,对这 4 种表现型进行卡方测验,分别符合 9:3:3:1 和 1:1:1:1 的分离比例,说明茄子花色和果肉色在杂交遗传过程中符合独立遗传规律,不存在连锁关系。

表 7 紫花紫皮茄与白花白皮茄杂交后代相关性调查结果
Table 7 Correlation in hybrid progeny between purple-flowered purple-peeled and white-flowered white-peeled eggplants

组合 Combination	世代 Generation	紫花紫皮 Purple-flower with purple-peel	白花白皮 White-flower with white-peel	非亲本表现型 Non-parental phenotypes	总株数 Total of plants
18-32 × 18-34	F ₂	43	10	25	78
	BC ₁	28	23	27	78
	BC ₂	78			78

表 8 茄子杂交后代花色和果肉色相关性的适合性检验
Table 8 Compatibility test of correlation between flower color and flesh color in hybrid progeny of eggplants

组合 Combination	世代 Generation	紫花绿白肉 Purple-flower with green-white-flesh	紫花白肉 Purple-flower with white-flesh	白花绿白肉 White-flower with green-white-flesh	白花白肉 White-flower with white-flesh	理论比 Theoretical ratio	χ^2
18-32 × 18-34	F ₂	44	13	16	5	9 : 3 : 3 : 1	0.31
	BC ₁	21	18	18	21	1 : 1 : 1 : 1	0.46
	BC ₂	78					

$\chi^2_{(0.05,2)}=5.99$

3 讨论

目前,关于茄子果皮色的研究较多,花色遗传方面研究和果肉色相关研究较少。林桂荣等^[4]发现茄子紫花与白花由 1 对基因控制,紫花对白花完全显性,与本研究结论一致。王利英等^[7]研究发现茄子果肉颜色与果脐面积呈正相关。茄子果色遗传不同于花色遗传,果色遗传相对复杂,研究材料以及评价标准不同,研究结果也略有差异。Janick 等^[8]报道,茄子果紫色性状是由 2 对互相连锁且有不完全显性关系的基因支配的; Sambandam^[9]研究发现茄子果皮紫色对其他颜色都为显性,绿色对于白色为显性; 刘进生等^[10]进一步发现茄子果皮颜色深紫色对非紫色为不完全显性,果皮紫色性状是由 2 对互相连锁且有不完全显性关系的基因控制,这和本研究结论部分相似; 刘军等^[11]研究发现茄子果色、主茎色和花色之间彼此连锁遗传。

本研究选用材料相对齐全,包含不同花色、果色和果肉色,系统全面地进行遗传分析,研究发现茄子绿白色肉对白肉为完全显性,弥补了茄子果肉色遗传研究方面的空白。同时,根据茄子花色、果色和果肉色的遗传分析结果,着重研究三者彼此之间的遗传关系,发现茄子不同果色和花色连锁强度不同,白皮茄与花的连锁紧密度高于绿皮茄; 控制果肉色的基因和控制果色的基因之间不存在连锁,但存在基因相互作用,花色和果肉色在杂交遗传过程中不存在连锁关系。

本试验对于茄子花色、果色和果肉色遗传研究均采用传统的质量性状研究方法,丝瓜^[12]、苦瓜^[13]和甜椒^[14]的果色遗传都属于质量性状。但在实际育种中发现茄子果色出现一些中间过渡色,说明茄子果色遗传不是简单的质量性状控制,还受微效基因影响。庞文龙等^[15]通过色差仪和植物数量性状主基因 + 多基因混合遗传分析模型相结合的方法对茄子果色进行测定,这一方法也已在樱桃番茄^[16]和黄瓜嫩果^[17]等作物的果色研究中得到运用。茄子的果色研究中,许多学者还从着色机理方面研究,花青素和叶绿素是植物果实着色的两大主要色素,果实中花青素含量高低控制着果色的深浅。研究发现花青素生物合成途径涉及 3 类调控基因及 15 个结构基因^[18-21]。茄科作物主要由 MYB、bHLH 及 WDR 等转录因子协同调控花青素合成^[11]。王玲平等^[22]认为紫色茄子在发育的整个过程中,色素逐渐积累,颜色逐渐加深。周宝利等^[23]研究发现茄子果皮中的花青素稳定性与光照、酸碱度和金属离子有关。因此,在本试验茄子果色遗传中后代颜色出现深浅的变化,可能是由于特殊茄子材料杂交后基因互作并激发相关基因影响花青素的合成,且这些相关基因同时调控茄子花以及果肉等的花青素合成,但具体是由哪类基因调控和该类基因是否与花青素合成相关尚不清楚,还需要进一步做深入研究。

参考文献

[1] 刘富中,连勇,陈钰辉,张映. 长茄新品种长杂 8 号的选育. 中

- 国蔬菜, 2016(12): 53-55
Liu F Z, Lian Y, Chen Y H, Zhang Y. A new eggplant F₁ hybrid- 'Changza No.8'. China Vegetables, 2016(12): 53-55
- [2] 连勇, 刘富中, 田时炳. “十二五”我国茄子遗传育种研究进展. 中国蔬菜, 2017(2): 14-22
Lian Y, Liu F Z, Tian S B. Advances of research on genetics and breeding of eggplant during 'The Twelfth Five-year Plan' in China. China Vegetables, 2017(2): 14-22
- [3] 李鲁俊, 姚佳丽, 杨凤娟, 王秀峰, 魏珉. 茄子种质资源农艺性状测定与评价. 山东农业大学学报, 2019, 50(5): 740-746
Li L J, Yao J L, Yang F J, Wang X F, Wei M. Determination and evaluation of agronomic traits on eggplant germplasm resources. Journal of Shandong Agricultural University, 2019, 50(5): 740-746
- [4] 林桂荣, 李宝江, 魏毓棠. 茄子白花突变的遗传及其对相关性状的影响. 遗传, 2006, 28(6): 713-716
Lin G R, Li B J, Wei Y T. Inheritance of the white-flower and its influence to related characters in eggplant. Hereditas, 2006, 28(6): 713-716
- [5] 盖钧镒. 试验统计方法. 4版. 北京: 中国农业出版社, 2015: 126-127
Gai J Y. Statistical method of experiment. 4th edition. Beijing: China Agricultural Press, 2015: 126-127
- [6] 刘庆昌. 遗传学. 3版. 北京: 科学出版社, 2015: 84-85
Liu Q C. Genetics. 3rd edition. Beijing: Science Press, 2015: 84-85
- [7] 王利英, 石瑶, 刘文明, 于海龙, 黄国清. 茄子果实主要性状与果脐因素的相关和通径分析. 天津农业科学, 2008, 14(5): 11-13
Wang L Y, Shi Y, Liu W M, Yu H L, Huang G Q. Correlation and path analysis of main fruit character and hilum factors of eggplant. Tianjin Agricultural Sciences, 2008, 14(5): 11-13
- [8] Janick J, Topoleski L D. Inheritance of fruit color in eggplant (*Solanum melongena*). Proceedings of American Society for Horticultural Science, 1963(83): 547-558
- [9] Sambandam C N. Guide chart for color combinations in hybrid eggplants. Economic Botany, 1967(21): 309-311
- [10] 刘进生, Phatak S C. 茄子功能性雄性不育的遗传及其与果紫色基因连锁关系的研究. 遗传学报, 1992, 19(4): 349-354
Liu J S, Phatak S C. Inheritance of functional male sterility and its allele linkage of fruit purple color in eggplant. Acta Genetica Sinica, 1992, 19(4): 349-354
- [11] 刘军, 周晓慧, 鲍生有, 庄勇. 特殊白茄种质的果色遗传及相关性状分析. 江西农业大学学报, 2016, 38(2): 255-259
Liu J, Zhou X H, Bao S Y, Zhuang Y. Fruit color heredity and related characters of white eggplant. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2016, 38(2): 255-259
- [12] 林明宝, 胡志群, 林师森. 有棱丝瓜果色遗传研究初报. 广东农业科学, 2000(2): 16-17
Lin M B, Hu Z Q, Lin S S. Study on the heredity of fruit colour of *Luffa cylindrica* L.. Guangdong Agricultural Sciences, 2000(2): 16-17
- [13] 胡开林, 付群梅, 汪国平. 苦瓜果色遗传的初步研究. 中国蔬菜, 2002(6): 11-12
Hu K L, Fu Q M, Wang G P. Study on the heredity of fruit colour of *Momordica charantia*. China Vegetables, 2002(6): 11-12
- [14] 薛林宝, 吴雪霞, 陈建林. 甜椒果实颜色遗传研究. 园艺学报, 2005, 32(3): 513-515
Xue L B, Wu X X, Chen J L. Study on heredity of fruit colors of sweet pepper. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32(3): 513-515
- [15] 庞文龙, 刘富中, 陈钰辉, 连勇. 茄子果色性状的遗传研究. 园艺学报, 2008(7): 979-986
Pang W L, Liu F Z, Chen Y H, Lian Y. Genetic study on fruit color traits of eggplant. Acta Horticulturae Sinica, 2008(7): 979-986
- [16] 林涛, 李锦泉, 黄青峰, 陈朝文, 林金秀. 樱桃番茄果色的遗传分析. 福建农业学报, 2013, 28(10): 987-992
Lin T, Li J Q, Huang Q F, Chen C W, Lin J X. Inheritance of cherry tomato fruit color. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2013, 28(10): 987-992
- [17] 申晓青, 陈书霞, 潘玉朋, 万旭花, 陈为峰, 成思琼, 张然然, 孟焕文. 黄瓜嫩果果皮颜色的遗传研究. 农业生物技术学报, 2014, 22(1): 37-46
Shen X Q, Chen S X, Pan Y P, Wan X H, Chen W F, Cheng S Q, Zhang R R, Meng H W. Genetic research on fruit color traits of cucumber. Journal of Agricultural Biotechnology, 2014, 22(1): 37-46
- [18] 韩科厅, 赵莉, 唐杏姣, 胡可, 戴思兰. 菊花花青素苷合成关键基因表达与花色表型的关系. 园艺学报, 2012, 39(3): 516-524
Han K T, Zhao L, Tang X J, Hu K, Dai S L. The relationship between the expression of key genes in anthocyanin biosynthesis and the color of chrysanthemum. Acta Horticulturae Sinica, 2012, 39(3): 516-524
- [19] Feller A, Machemer K, Braun E L, Grotewold E. Evolutionary and comparative analysis of MYB and bHLH plant transcription factors. The Plant Journal, 2011, 66(1): 94-116
- [20] Albert N W, Lewis D H, Zhang H, Schwinn K E, Jameson P E, Davies K M. Members of an R2R3-MYB transcription factor family in *Petunia* are developmentally and environmentally regulated to control complex floral and vegetative pigmentation patterning. The Plant Journal, 2011, 65(5): 771-784
- [21] 胡可, 孟丽, 韩科厅, 孙翊, 戴思兰. 瓜叶菊花青素合成关键结构基因的分离及表达分析. 园艺学报, 2009, 36(7): 1013-1022
Hu K, Meng L, Han K T, Sun Y, Dai S L. Isolation and expression analysis of key genes involved in anthocyanin biosynthesis of *Cineraria*. Acta Horticulturae Sinica, 2009, 36(7): 1013-1022
- [22] 王玲平, 戴丹丽, 胡海娇, 包崇来, 毛伟海. 不同基因型茄子果实发育过程中色素与可溶性糖的关系. 中国蔬菜, 2010(22): 41-46
Wang L P, Dai D L, Hu H J, Bao C L, Mao W H. Relationship between contents of pigments and soluble sugars during development of eggplant fruits with different genotypes. China Vegetables, 2010(22): 41-46
- [23] 周宝利, 张琦, 叶雪凌, 陈志霞. 不同品种茄子果皮花青素含量及其稳定性. 食品科学, 2011, 32(1): 99-103
Zhou B L, Zhang Q, Ye X L, Chen Z X. Different cultivars of eggplants: a comparative study of anthocyanidin content and stability in fruit skin. Food Science, 2011, 32(1): 99-103