

厚皮甜瓜主要农艺性状的变异性及其与产量和品质构成关系分析

李晓慧,赵卫星,常高正,梁慎,康利允,高宁宁,徐小利*

(河南省农业科学院园艺研究所,河南郑州450002)

摘要:以29个厚皮甜瓜品种为试验材料,进行了甜瓜主要农艺性状指标变异性分析及甜瓜产量和品质构成分析。结果表明:平均单瓜质量、叶面积指数、纵径、中心可溶性固形物含量等4个农艺性状变异系数较大,分别为22.75%、19.74%、15.99%、13.21%;主成分分析提取了5个主成分,累计贡献率88.09%,可以利用其对厚皮甜瓜品种进行综合评价;利用逐步回归方法分别建立了厚皮甜瓜产量构成、品质构成回归模拟方程,其中产量模拟方程为: $Y_1 = -2.6554 + 0.0636X_3 + 0.00856X_4 + 0.0696X_5 + 0.1785X_6 (R = 0.9534)$, X_3 为叶面积指数, X_4 为果实发育天数, X_5 为果实纵径, X_6 为果实横径),回归方程拟合度高,可以较好地预测厚皮甜瓜品种的产量。

关键词:甜瓜;农艺性状;变异性;产量构成因子;品质构成因子

中图分类号:S652 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-3268(2016)12-0116-05

Relationship Analysis of the Main Agronomic Traits Variability in Musk Melon and Its Production and Quality

LI Xiaohui, ZHAO Weixing, CHANG Gaozheng, LIANG Shen,

KANG Liyun, GAO Ningning, XU Xiaoli*

(Institute of Horticulture, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Twenty nine musk melon cultivars were used as the experimental materials and we analyzed the variability of main agronomic characters and their yield and quality composition. The results indicated that agronomic traits variable coefficients of average fruit weight, leaf area index, vertical diameter and soluble solid content were bigger, which were 22.75%, 19.74%, 15.99%, 13.21%. We extracted 5 principal components, the contribution rate of which was up to 88.09%, and they could be used for comprehensive evaluation of musk melon. Stepwise regression method was used to build the simulation equations of the yield and quality of musk melon, and the yield simulation equation was $Y_1 = -2.6554 + 0.0636X_3 + 0.00856X_4 + 0.0696X_5 + 0.1785X_6 (R = 0.9534)$, X_3 was leaf area index, X_4 was fruit growth period, X_5 was fruit vertical diameter, and X_6 was fruit equatorial diameter). The fit of regression equation was high, which could predict the yield of musk melon.

Key words: melon; agronomic character; variability; yield factors; quality factors

甜瓜(*Cucumis melon* L.)又名香瓜,属于葫芦科黄瓜属1年生蔓生草本植物,主要分为薄皮甜瓜和

厚皮甜瓜两大类^[1]。厚皮甜瓜原产内陆干旱荒漠地带,在我国主要集中在西北地区,自20世纪80年

收稿日期:2016-06-20

基金项目:国家西甜瓜产业技术体系建设项目(CARS-26);河南省农业科学院自主创新项目(2016ZC23);河南省农业科学院
科研发展专项(20157804)

作者简介:李晓慧(1980-),女,河南郑州人,助理研究员,硕士,主要从事西瓜甜瓜育种及栽培生理研究。

E-mail:lixiaohui80@126.com

*通讯作者:徐小利(1963-),男,河南汝南人,研究员,硕士,主要从事西瓜甜瓜育种工作。E-mail:xuxiaoli63@126.com

网络出版时间:2016-11-25 14:24:33

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/41.1092.S.20161125.1424.010.html>

代“东移栽”成功后,在上海、山东、河南、河北等省(市)栽培面积逐年增加,生产以早春大棚栽培为主^[2-3],近几年厚皮甜瓜的种植逐步向多样化、规模化、标准化生产发展,在各地形成多个具有地方特色的厚皮甜瓜种植基地,厚皮甜瓜已成为农民增收、种植结构调整的主要经济作物之一。因此,开展厚皮甜瓜农艺性状的变异特征及其与产量和品质构成关系的研究,对合理评价、挖掘利用现有品种及种质资源的优异农艺性状,以及提高厚皮甜瓜产量、品质有重要意义。

作物产量及品质形成与农艺性状有密切关系,主成分分析及回归分析方法是农作物种质资源综合评价的重要方法,在花生、玉米、棉花等主要农作物

育种研究中应用广泛^[4-6],目前,关于甜瓜主要农艺性状与其产量、品质构成关系的研究鲜有报道。鉴于此,对 29 个厚皮甜瓜品种主要农艺性状进行了变异性分析和主成分分析,并对其与产量和品质构成的关系进行研究,旨在明确影响甜瓜产量和品质的主要农艺性状,为甜瓜品种改良及高效栽培措施的创建提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料为 29 个厚皮甜瓜品种,均为全国各地的主栽品种(表 1)。

表 1 供试甜瓜品种

编号	品种	类型	来源	编号	品种	类型	来源
1	明月	光皮	新疆农业科学院哈密瓜研究中心	16	雪峰蜜 5 号	光皮	湖南瓜类研究所
2	K1237	网纹	新疆农业科学院哈密瓜研究中心	17	早甜	光皮	安徽农业科学院园艺研究所
3	新雪里红	网纹	新疆农业科学院哈密瓜研究中心	18	早甜 5 号	光皮	安徽农业科学院园艺研究所
4	K1386	网纹	新疆农业科学院哈密瓜研究中心	19	改良玉菇	光皮	国家蔬菜工程技术研究中心
5	黄皮 9818	网纹	新疆农业科学院哈密瓜研究中心	20	甬蜜 58	光皮	宁波市农业科学院蔬菜研究所
6	风味四号	网纹	新疆农业科学院哈密瓜研究中心	21	甬甜 105	光皮	宁波市农业科学院蔬菜研究所
7	风味五号	光皮	新疆农业科学院哈密瓜研究中心	22	甬甜 5 号	网纹	宁波市农业科学院蔬菜研究所
8	IVF117	光皮	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	23	甬甜 7 号	网纹	宁波市农业科学院蔬菜研究所
9	IVF168	光皮	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	24	zw6	网纹	中国农业科学院郑州果树研究所
10	IVF198	光皮	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	25	zw11	网纹	中国农业科学院郑州果树研究所
11	IVF303	网纹	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	26	zw20	网纹	中国农业科学院郑州果树研究所
12	IVF332	网纹	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	27	zw28	光皮	中国农业科学院郑州果树研究所
13	IVF380	网纹	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	28	ZY20	网纹	河南省农业科学院园艺研究所
14	IVF777	光皮	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	29	RX08	光皮	河南省农业科学院园艺研究所
15	翠蜜四号	网纹	湖南瓜类研究所				

注:ZY20 为甜瓜组合 WY75-116 × LH17-1, RX08 为甜瓜组合 TC620-8-56 × TA11-1。

1.2 方法

试验在河南省农业科学院试验基地塑料大棚内进行。土壤质地为黏土,肥力中等偏下,每公顷施干鸡粪 22 500 kg,撒可富硫酸钾型复合肥 750 kg、磷酸二铵 600 kg。于 2015 年 3 月 12 日育苗,4 月 13 日定植,行距 1.1 m,株距 0.35 m,每个品种 15 株,设 3 次重复,随机区组排列,吊蔓栽培,单蔓整枝,以 13~15 节位坐果,人工辅助授粉,每株留单瓜,植株 25~30 片叶打顶,施肥、灌溉、病虫害防治等栽培措施均按常规管理方式进行。

开花期调查植株株高、叶片叶绿素含量、叶面积指数等农艺性状;采收期调查果实纵径、横径、肉厚、平均单瓜质量等性状;记录果实发育天数;果实密度根据单瓜质量和体积($V = \frac{4}{3}\pi ab^2$, a 为果实纵半径, b 为果实横半径)进行推算;叶面积按照称质量法测定;中心可溶性固形物含量用 LB32T 型手持测糖仪

测定,叶绿素含量用 SPAD-52 型叶绿素测定仪测定。

1.3 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据汇总、计算,利用 DPS 7.05 软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种厚皮甜瓜主要农艺性状分析

29 个厚皮甜瓜品种主要分为光皮、网纹两大类,分别占 48.28%、51.72% (表 2),涵盖了目前市场上主要栽培类型。从果肉颜色来看,以红肉类型为主,占 58.62%,白肉次之,占 34.48%,绿肉最少,仅有 2 个品种为绿肉,占 6.90%;果型指数以小于 1.2 为主,占 41.38%,其次是大于 1.4,占 31.03%;从果实发育天数来看,以坐果后发育 40~50 d 为主,占 58.62%。

2.2 不同品种厚皮甜瓜农艺性状的变异性分析

对 29 个品种厚皮甜瓜的主要农艺性状指标 X₁~

表 2 不同品种厚皮甜瓜的果实性状统计

项目	果实外观特征		果肉颜色			果型指数			果实发育天数/d		
	光皮	网纹	白	红	绿	<1.2	1.2~1.4	>1.4	<40	40~50	>50
数量/个	14	15	10	17	2	12	8	9	4	17	8
所占比例/%	48.28	51.72	34.48	58.62	6.90	41.38	27.59	31.03	13.79	58.62	27.59

X_8 、 Y_1 、 Y_2 进行了变异性分析(表 3)。结果表明,各农艺性状存在不同程度的变异,不同农艺性状变异数为 7.33% ~ 22.75%,平均变异数为 13.41%,各农艺性状的变异数从大到小依次为:平均单瓜质量 > 叶面积指数 > 纵径 > 中心可溶性固形物含量 > 果实发育天数 > 肉厚 > 株高 > 叶绿素含量 > 果实密度 > 横径。变异数最大的性状指标是

平均单瓜质量,变异数为 22.75%,表明各品种在平均单瓜质量这一农艺性状上的变异最为丰富,可以通过杂交育种、改善栽培技术和栽培条件等措施来提高;变异数较小的为果实的横径和果实密度,分别为 7.33%、7.48%,说明不同甜瓜品种之间果实横径、果实密度相对一致,改良或提高的空间较小。

表 3 供试厚皮甜瓜品种农艺性状的变异性分析

性状	最大值	最小值	平均值	极差	标准差	变异数/%
株高(X_1)/cm	213.67	141.00	179.16	72.670	20.712	11.56
叶绿素含量(X_2)	75.32	43.94	53.00	31.380	5.817	10.97
叶面积指数(X_3)	2.97	1.15	2.01	1.820	0.398	19.74
果实发育天数(X_4)/d	56.00	37.00	47.34	19.000	6.090	12.86
纵径(X_5)/cm	23.30	13.13	17.32	10.170	2.770	15.99
横径(X_6)/cm	14.94	10.82	13.52	4.120	0.991	7.33
肉厚(X_7)/cm	4.79	2.62	3.91	2.170	0.476	12.17
果实密度(X_8)/(g/cm ³)	1.04	0.75	0.90	0.291	0.067	7.48
平均单瓜质量(Y_1)/kg	2.36	0.76	1.50	1.600	0.341	22.75
中心可溶性固形物含量(Y_2)/%	18.00	11.96	15.20	6.040	2.008	13.21
平均变异数/%						13.41

2.3 厚皮甜瓜主要农艺性状主成分分析

对 29 个品种厚皮甜瓜的 9 个农艺性状进行了主成分分析,计算得到了不同主成分的特征值、贡献率、累计贡献率和不同农艺性状的特征向量(表 4、表 5)。从表 4 可以看出,以第 1 主成分的特征值最大,为 3.466 8,贡献率为 38.52%,累计贡献率 38.52%,由此可知第 1 主成分包含了供试甜瓜品种的主要信息,其他主成分特征值与贡献率依次减小,其特征值依次为 1.510 5、1.283 8、0.897 4、0.769 4、0.502 3、0.364 4、0.158 9、0.046 4,贡献率分别为 16.78%、14.26%、9.97%、8.55%、5.58%、4.05%、1.77%、0.52%。按照 85% 的贡献率来看,可以提取前 5 个主成分进行品种农艺性状分析,前 5 个主成分累计贡献率 88.09%,代表了供试厚皮甜瓜品种的大部分性状信息。

由表 5 可知,第 1 主成分中特征向量较大的为中心可溶性固形物含量、果实纵径、果实横径、叶面积指数,可以解释为不同品种厚皮甜瓜果实品质性状的直接影响因素,其特征向量大小分别为:0.492 4 > 0.398 3 > 0.392 3 > 0.312 8,由各农艺性状特征向量可知,厚皮甜瓜中心可溶性固形物含量与果实纵径、横径、叶面积指数、肉厚、株高、果实发

表 4 厚皮甜瓜农艺性状主成分的特征值与贡献率

序号	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	3.466 8	38.52	38.52
2	1.510 5	16.78	55.30
3	1.283 8	14.26	69.57
4	0.897 4	9.97	79.54
5	0.769 4	5.58	88.09
6	0.502 3	4.05	93.67
7	0.364 4	1.77	99.48
8	0.158 9	0.52	100

表 5 不同主成分各农艺性状的特征向量

性状	主成分				
	1	2	3	4	5
X_1	0.203 0	0.042 4	-0.380 9	0.774 7	-0.385 8
X_2	-0.292 6	-0.019 6	0.391 9	0.497 2	0.439 4
X_3	0.312 8	0.085 7	0.536 0	-0.202 0	0.073 3
X_4	0.225 4	0.474 0	0.291 4	0.091 2	-0.210 2
X_5	0.398 3	-0.209 4	-0.158 8	0.177 2	0.587 4
X_6	0.392 3	0.385 9	0.323 4	-0.157 4	-0.091 9
X_7	0.309 5	0.464 3	0.380 9	0.181 0	-0.209 6
Y_1	-0.271 6	0.501 9	-0.201 1	0.120 4	0.287 6
Y_2	0.492 4	0.026 2	0.117 5	-0.002 6	0.358 2

育天数呈正相关,与果实平均单瓜质量、叶片叶绿素

含量呈负相关;第 2 主成分特征向量较大的为果实平均单瓜质量、果实发育天数、肉厚,主要解释厚皮甜瓜产量构成的影响因素,说明厚皮甜瓜平均单瓜质量受果实发育天数影响较大;第 3、4、5 主成分特征向量较大的分别为叶面积指数、株高、果实纵径,可以解释为植株生长指标的影响因素。

2.4 厚皮甜瓜产量、品质构成多元逐步回归分析

分别以平均单瓜质量(Y_1)、中心可溶性固形物含量(Y_2)为因变量,利用逐步回归分析方法分别建立产量、品质构成最优回归模型。

以 $X_1 \sim X_7$ 为自变量,平均单瓜质量(Y_1)为因变量,以复相关系数最大的原则,进行多元逐步回归分析,所得回归方程为: $Y_1 = -2.6554 + 0.0636X_3 + 0.0086X_4 + 0.0696X_5 + 0.1785X_6$ ($R = 0.9534$, $F = 59.9775$),说明回归方程拟合度高,对不同品种平均单瓜质量有较好的预测性,可以利用叶面积指数、纵径、横径、果实发育天数等 4 个农艺性状指标进行厚皮甜瓜产量预测。

以 $X_1 \sim X_8$ 为自变量,中心可溶性固形物含量(Y_2)为因变量,进行多元逐步回归分析,所得回归方程为: $Y_2 = 19.7303 - 0.5704X_3 + 0.2039X_4 + 6.9748X_8$ ($R = 0.6206$, $F = 5.5775$),说明甜瓜中心可溶性固形物含量主要受叶面积指数、果实发育天数、果实密度等 3 个性状指标影响。

3 结论与讨论

变异系数可以衡量数据中各性状指标变异程度,不少学者利用其考察品种、资源的遗传变异性,通常变异系数大,遗传力低,容易受到各种条件的影响;反之,变异系数小,遗传力高,被明显改良或改善的空间较小^[7-9]。本试验变异性分析结果表明,平均单瓜质量、叶面积指数、纵径、中心可溶性固形物含量等 4 个农艺性状变异系数较大,其中平均单瓜质量变异系数最大,为 22.75%,说明平均单瓜质量除了受品种、种质自身遗传因素影响外,还可以通过改善种植条件、管理措施进行提高进而增产、增收,另外,育种者在品种选育、品种改良方面也应充分考虑此类性状的变异特性;试验中不同品种果实横径、果实密度变异较小,变异系数分别为 7.33%、7.48%,说明甜瓜果实的横径、果实密度 2 个性状指标遗传力高,可以直接通过表现型进行选择。

主成分分析采用降维的处理方法,将数目较多且彼此相关的指标简化为指标较少的评价体系,在西瓜、黄瓜、甜高粱等多种作物上均有应用研究^[10-11]。本试验对供试品种的主要农艺性状进行

了主成分分析,以第 1 主成分贡献率最大,为 38.52%,在育种与栽培管理中应重点关注第 1 主成分中各农艺性状对甜瓜品种综合评价的影响;按照 85% 的贡献率提取了 5 个主成分,累计贡献率 88.09%,代表了不同品种厚皮甜瓜的主要信息,能够作为厚皮甜瓜品种的评价指标。另外,变异性分析和主成分分析结果表明,平均单瓜质量这一指标变异性大同时又与株高、叶面积指数、果实发育天数、果实横径、果实肉厚等性状指标呈正相关,说明在育种、栽培过程中要获得高产需关注品种自身遗传特性同时又要重视栽培管理措施。

作物主要农艺性状是决定其产量和品质的重要因子,但其构成因作物种类的不同而有明显差异^[12-13]。本试验利用多元逐步回归法建立了厚皮甜瓜平均单瓜质量、中心可溶性固形物含量与主要农艺性状的回归方程,结果显示,叶面积指数、纵径、横径、果实发育天数等 4 个农艺性状指标是决定平均单瓜质量的重要因子,甜瓜中心可溶性固形物构成主要受叶面积指数、果实发育天数、果实密度等 3 个性状指标影响,因此,以上农艺性状指标可作为甜瓜优质高产育种、栽培的主要选择性状,其中纵径、横径、果实密度受品种自身遗传特性影响较大,叶面积指数和果实发育天数与栽培管理措施有很大关系,从甜瓜栽培的角度而言,可通过增加植株叶面积、保证果实正常发育时间等措施提高单瓜质量及品质,这与吴建义^[14]、董伟等^[15]研究结果基本一致;同时逐步回归分析结果证明甜瓜中心可溶性固形物的构成受果实密度影响,间接解释了甜瓜成熟期不宜灌溉的原因,当果实吸收过多水分可能改变果实内部结构组成从而导致品质下降。

参考文献:

- [1] 林德佩. 中国栽培甜瓜植物的起源、分类及进化[J]. 中国瓜菜, 2010, 23(4): 34-36.
- [2] 马跃. 我国甜瓜设施栽培生产的现状与发展[J]. 中国西瓜甜瓜, 2001(2): 38-40.
- [3] 中国蔬菜编辑部. 2014 年全国各地蔬菜、西瓜、甜瓜、草莓、马铃薯播种面积和产量[J]. 中国蔬菜, 2016(1): 17.
- [4] 董文召, 张新友, 汤丰收, 等. 河南省育成花生品种的产量、品质、抗性及农艺性状分析[J]. 中国农学通报, 2012, 51(23): 158-165.
- [5] 孙峰成, 冯勇, 于卓, 等. 12 个玉米群体的主要农艺性状与产量、品质的灰色关联度分析[J]. 华北农学报, 2012, 27(1): 102-105.

(下转第 131 页)

- [9] 张宇. 影响植物体细胞胚诱导的因素 [J]. 现代化农业, 2015, 27(2): 23-24.
- [10] 何业华, 罗吉, 吴会桃, 等. 菠萝叶基愈伤组织诱导体细胞胚 [J]. 果树学报, 2007, 24(1): 59-63.
- [11] Maria L V, Pablo K, Hebe Y R, et al. In vitro plant regeneration of *Arachis correntina* (Leguminosae) through somatic embryogenesis and organogenesis [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2006, 86(1): 111-115.
- [12] 杨金玲, 桂耀林, 郭仲琛. 白杆体细胞胚悬浮培养的动力学研究 [J]. 生物工程学报, 2000, 16(2): 219-220.
- [13] 孙筱筠, 张宗申. 东北矮紫杉体细胞胚的诱导 [J]. 大连工业大学学报, 2010, 29(4): 264-267.
- [14] 张宗申, 王子茜. 培养基成分和培养条件对黄芪愈伤组织中黄芪皂苷积累的影响 [J]. 大连工业大学学报, 2009, 28(3): 174-177.
- [15] 陈永胜, 邵志敏, 李国瑞, 等. 蕺麻花药愈伤组织诱导及防褐化研究 [J]. 江苏农业科学, 2014, 42(3): 39-40.
- [16] 郭晓丽, 白丽荣, 时丽冉. 不同植物生长调节剂配比对旱稻愈伤组织诱导率的影响 [J]. 河南农业科学, 2011, 40(8): 81-83.
- [17] 戴力, 聂明建, 刘少茹. 美国 SL-9 甘薯茎尖脱毒组织培养的最适植物生长调节剂浓度配比初探 [J]. 湖南农业科学, 2014(16): 1-4, 8.
- [18] 吴玉东, 冯敏英, 陆慧, 等. 非洲山毛豆幼茎愈伤组织培养及其鱼藤酮含量检测 [J]. 天然产物研究与开发, 2011, 23(5): 889-893.
- [19] 张庆费. 环境修复先锋树种构树 [J]. 园林, 2010, 11(9): 67.
- [20] 孙永玉, 李昆, 罗长维, 等. 不同处理措施对构树种子萌发的影响 [J]. 种子, 2007, 26(2): 22-25.

(上接第 119 页)

- [6] 顾相蕊, 姚曲峋, 赵世春, 等. 长江流域杂交棉主要农艺性状与产量和品质的关系 [J]. 湖北农业科学, 2012, 27(1): 5297-5300.
- [7] 米国全, 程志芳, 赵肖斌, 等. 华北地区保护地番茄主栽品种果实性状调查研究 [J]. 河南农业科学, 2013, 42(9): 91-94.
- [8] 周亚峰, 许彦宾, 王盼乔. 河南省主栽甜瓜品种苗期表型性状变异分析 [J]. 北方园艺, 2016(5): 17-21.
- [9] 赵茜, 吴建忠, 徐丽珍. 粽用南瓜种质资源形态多样性分析 [J]. 黑龙江农业科学, 2012(4): 13-17.
- [10] 钟金仙, 罗英. 黄瓜品种主要农艺性状相关与主成分分析 [J]. 中国农学通报, 2012, 28(4): 131-134.
- [11] 冯国郡, 叶凯, 涂振东, 等. 甜高粱主要农艺性状相关性和主成分分析 [J]. 新疆农业科学, 2010, 47(8): 1552-1557.
- [12] 谢恒星, 蔡焕杰, 张振华, 等. 基于主成分分析法的温室甜瓜生长方程研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(6): 134-138.
- [13] 贺江舟, 龚明福, 范君华, 等. 逐步回归及通径分析在主成分分析中的应用 [J]. 新疆农业科学, 2010, 47(3): 431-437.
- [14] 吴建义. 厚皮甜瓜果实含糖量和单瓜质量与其植物学性状的直线相关分析 [J]. 中国西瓜甜瓜, 1994(4): 28.
- [15] 董伟, 李永梅, 邢治彰, 等. 厚皮甜瓜果内糖度分布规律及其预测模型研究 [J]. 热带作物学报, 2014, 35(8): 1506-1509.