

西瓜主要数量性状的相关性和主成分分析

朱子成^{1,2}, 张子幸², 裴爽², 张兴雷², 林杉², 栾非时^{1,2}

(1. 东北农业大学 农业部东北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150030;

2. 东北农业大学 园艺园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:西瓜是世界重要的经济作物,因此,明确西瓜主要性状之间的关系具有重要意义。以25份西瓜品种为试材,进行相关性分析和主成分分析,以期得出西瓜品质性状与产量之间的关系,为育种选择方向提供参考。结果表明:第一雌花节位与近皮可溶性固形物含量呈显著负相关;单果质量与果实长度、果实宽度、果皮厚度和小区产量呈极显著正相关;果实长度与果实宽度、果形指数、果皮厚度、小区产量呈极显著正相关;果实宽度与果皮厚度、小区产量呈极显著正相关;果形指数与果皮厚度呈极显著正相关;果皮厚度与小区产量呈极显著正相关;中心可溶性固形物含量与近皮可溶性固形物含量呈极显著正相关。主成分分析结果表明,前3个主成分特征值累积贡献率达87.8420%,应从单果质量、可溶性固形物含量、果形指数对西瓜品质、产量育种进行正向选择。

关键词:西瓜;主要性状;相关性分析;主成分分析

中图分类号:S 651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)12-0035-05

西瓜(*Citrullus lanatus* Thunb.)是一种世界性的园艺作物,据联合国粮农组织统计,西瓜在世界十大果品中占第5位。中国是世界上最大的西瓜生产国,西瓜栽培面积和年产量占世界西瓜栽培面积及总产量的60%^[1-3]。种植西瓜已成为我国农民收入的主要方式之一。西瓜的农艺性状和品质性状是其主要性状,品质良好的西瓜,不仅为人们提供味觉上的满足,为农民收入也提供了保障。因此,对西瓜农艺性状和品质性状的研究是西瓜育种工作过程中的不可缺少的一环。

尚建立等^[4]研究结果表明,果实形状和果形指数、果肉颜色和果肉番茄红素含量分别为极显著正相关;果肉颜色和果实形状、果形指数分别为显著相关。江海坤等^[5]研究表明,第一雌花节位与果皮厚

度、果皮厚度与果实横径、果实纵径与果实横径呈显著正相关,果实横径与果形指数呈显著负相关。王志强等^[6]2014年以29份西瓜种质资源为试验材料,采用相关性分析和主成分分析的方法分析,结果表明果实质量与果实长度和果实宽度呈极显著正相关,果实长度与果实宽度呈极显著正相关;主成分分析表明6个数量性状综合成为3个主成分,这3个主成分特征值累积贡献率达到84.3053%。从而获得10份综合性状表现优良的西瓜种质资源。张先亮等^[7]2015年以西瓜新品种“菊城绿之美”以及其它3个西瓜品种为试材及对照,利用主成分分析的方法,对西瓜相关性状进行了主成分提取、贡献率计算和特征向量获得与主成分综合模型构建;对西瓜产量进行了相关性综合评判,获得一个主成分综合评判模型,综合评判结果显示,“菊城绿之美”在4个品种中最优。王学征等^[8]2014年采用相关性分析和主成分分析方法对供试甜瓜品系主要性状进行了比较分析,相关性分析表明,单果质量与坐瓜节位和单株结果数呈显著负相关;主成分分析结果表明,选育可溶性固形物含量高的甜瓜组合时,注意选择植株生长势强、分枝性强的品种,同时也要兼顾生育期和坐果率;选育产量高的甜瓜组合时,要注意选择坐瓜节位低、生育期长、坐果能力强的品种。

第一作者简介:朱子成(1983-),男,硕士,讲师,研究方向为西瓜分子遗传育种及品种推广。E-mail:zzc1983sc@163.com.

责任作者:栾非时(1964-),女,博士,教授,现主要从事西甜瓜分子育种等研究工作。

基金项目:农业部东北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室大学生科技创新资助项目(NEAU-HC-UNDS-201624);国家西甜瓜产业技术体系资助项目(CARS-026-02)。

收稿日期:2017-03-07

该试验通过对 25 份西瓜材料进行相关性分析和主成分分析,以期得出西瓜品质性状和产量之间的关系,为育种选择方向提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试西瓜组合由东北农业大学园艺园林学院西瓜分子遗传育种研究室提供。共 25 份,分别为 W3-7、W3-18、W3-90、W3-92、W3-95、W3-96、W3-97、W14-09、W14-16(2)、W15-27、12W030、12W029、12W007、10W009、14W003、10W011、15W001、10W026、W12002、W12001、13W001、W12003、10W015、CK-001、CK-002。

表 1 试验材料名称及来源

Table 1 Name and source of experimental materials

序号 Number	编号 Code	来源 Origin	序号 Number	编号 Code	来源 Origin
1	W3-7	齐齐哈尔	14	14W003	哈尔滨
2	W3-18	齐齐哈尔	15	10W009	哈尔滨
3	W3-90	长春	16	10W011	哈尔滨
4	W3-92	北京	17	15W001	哈尔滨
5	W3-95	河北	18	10W026	哈尔滨
6	W3-96	河北	19	W12002	哈尔滨
7	W3-97	河北	20	W12001	哈尔滨
8	W14-09	河北	21	13W001	哈尔滨
9	W14-16(2)	河北	22	W12003	哈尔滨
10	W15-27	河北	23	10W015	哈尔滨
11	12W030	哈尔滨	24	CK-001	哈尔滨
12	12W029	哈尔滨	25	CK-002	哈尔滨
13	12W007	哈尔滨			

1.2 试验方法

2016 年 6 月 2 日将 25 份供试西瓜材料种植于东北农业大学向阳实验实习基地露地,采用随机区组排列设计,进行 3 次重复,每次重复 30 株。高垄覆膜,正常田间管理。每株留 3 蔓,在主蔓 8~10 节

表 2

西瓜各性状之间的相关性分析

Table 2 Correlation analysis between different traits of watermelon

相关系数 Correlation coefficient	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
x1	—								
x2	0.251 0	—							
x3	0.334 0	0.865 0**	—						
x4	0.123 0	0.943 0**	0.722 0**	—					
x5	0.248 0	0.204 0	0.569 0**	-0.060 0	—				
x6	0.204 0	0.740 0**	0.777 0**	0.554 0**	0.535 0**	—			
x7	0.251 0	1.000 0**	0.865 0**	0.943 0**	0.204 0	0.740 0**	—		
x8	-0.353 0	-0.222 0	-0.168 0	-0.130 0	-0.071 0	-0.204 0	-0.222 0	—	
x9	-0.468 0*	-0.122 0	-0.214 0	0.023 0	-0.327 0	-0.207 0	-0.122 0	0.887 0**	—

注: * 表示相关性在 0.05 水平上差异显著; ** 表示相关性在 0.01 水平上差异显著。

Note: * indicates significant correlation at 0.05 level; ** indicates significant correlation at 0.01 level.

2.1.2 果实性状间的相关 由表 2 可知,单果质量与果实长度、果实宽度、果皮厚度和小区产量呈极显

留 1 个瓜。对 25 份西瓜材料进行农艺性状和品质性状的调查,具体包括第一雌花节位(x1)、单果质量(x2)、果实长度(x3)、果实宽度(x4)、果形指数(x5)、果皮厚度(x6)、小区产量(x7)、中心可溶性固形物含量(x8)、近皮可溶性固形物含量(x9)。

1.3 项目测定

果实长度、果实宽度、果皮厚度用直尺测量(精确到 0.1 cm);可溶性固形物含量用手持式折光仪测量(WZS 32 手持式折射仪),可直接读数;单果质量用符合国家标准电子秤进行测量。调查方法具体参照《西瓜种质资源描述规范和数据标准》^[9]。

1.4 数据分析

各性状数据统计与整理采用 Excel 2010 软件处理,相关性分析与主成分分析均采用 SPSS(v22)软件分析。

2 结果与分析

2.1 相关性分析

SKINNER 等^[10]认为,相关系数大于 0.707 或小于 -0.707 才具有生物学意义,相当于一个性状占另一个性状变异的 50%以上,可以用一个性状描述另一个性状,若知道相关性极显著的表型性状中的一个,就可以推测另一个性状的变异情况^[11-12]。

2.1.1 第一雌花节位与其它 8 个农艺性状的相关性 由表 2 可知,第一雌花节位与近皮可溶性固形物含量呈显著负相关,相关性系数为 -0.468 0,与中心可溶性固形物含量呈负相关,但不显著,与单果质量、果实长度、果实宽度、果皮厚度、小区产量呈正相关,但相关性很小。

著正相关,与果形指数呈正相关,但不显著,与中心、近皮可溶性固形物含量呈负相关,但不显著;果实长

度与果实宽度、果形指数、果皮厚度、小区产量呈极显著正相关,与中心、近皮可溶性固形物含量呈负相关,但相关性很小;果实宽度与果皮厚度、小区产量呈极显著正相关,与近皮可溶性固形物含量呈正相关,但相关性很小,与果形指数、中心可溶性固形物含量呈负相关,但相关性很小;果形指数与果皮厚度呈极显著正相关,与近皮可溶性固形物含量呈负相关,但不显著;果皮厚度与小区产量呈极显著正相关;中心可溶性固形物含量与近皮可溶性固形物含量呈极显著正相关。

2.2 主成分分析

西瓜农艺性状及品质性状数量较多,而这些性状大多由数量众多的数量性状基因所控制,且各性状之间又相互关联,使得育种工作难度增大。以多元统计为基础的主成分分析可在不损失或很少损失原有信息的前提下,将原来数目较多而且彼此相关的指标转换为新的个数较少而彼此独立或不相关的综合指标,从而简化多指标分析。并且复杂多样的农艺性状在一定程度上增加了育种者对有效性状筛选的难度,而主成分分析可以在一定程度上为育种者进行重要目标性状的选择提供必要信息^[13-14]。

由表3可知,主成分分析中,所有构成主分量的遗传信息主要集中在前3个主分量中,共占总体的87.842 0%。其中第一主成分占全部载荷量的51.121 0%,第二主成分占23.433 0%,第三主成分占13.288 0%。

表3 主成分特征值及累计贡献率

Table 3 Principal component characteristic value and cumulative contribution rate

编号 No.	特征值 Characteristics value	百分率 Percentage /%	累计百分率 Cumulative contribution rate/%
主分量1 Principal component 1	4.601 0	51.121 0	51.121 0
主分量2 Principal component 2	2.109 0	23.433 0	74.554 0
主分量3 Principal component 3	1.196 0	13.288 0	87.842 0
主分量4 Principal component 4	0.708 0	7.871 0	95.713 0
主分量5 Principal component 5	0.254 0	2.817 0	98.530 0
主分量6 Principal component 6	0.059 0	0.651 0	99.181 0
主分量7 Principal component 7	0.057 0	0.639 0	99.820 0
主分量8 Principal component 8	0.016 0	0.180 0	100.000 0

第一主成分占全部载荷量的51.121 0%,由表4可以看出,其中单果质量(0.951 0)、小区产量(0.951 0)、果实长度(0.935 0)、果皮厚度(0.838 0)、果实宽度(0.825 0)所占载荷依次减少,可溶性固形物含量所占载荷方向为负,而单果质量、小区产量与西瓜的产量有关,果实长度与果实宽度与西瓜的形状有关,说明第一主成分以西瓜产量为主,其次是西瓜形状,这与王志强等^[6]的研究结果一样。

第二主成分占总载荷量的22.433 0%,其中近皮可溶性固形物含量(0.908 0)、果实长度(0.071 0)、中心可溶性固形物含量(0.780 0)、第一雌花节位(-0.527 0)所占载荷依次减少,而可溶性固形物含量与果实的品质有关,第一雌花节位载荷为负,表明第一雌花节位越小其西瓜可溶性固形物含量越高。

第三主成分占总载荷量的13.288 0%,其中以果形指数(0.819 0)、中心可溶性固形物含量(0.429 0)、果皮宽度(-0.365 0)为主,表明第三主成分与西瓜的形状有关,而果形指数载荷为负,结果表明果形指数越小中心可溶性固形物含量越高。

由结果可分析出,上述9个性状中,对西瓜果实影响最大的是单果质量、可溶性固形物含量和果形指数。因此在育种选择过程中,想要获得高产性状的品种,应按主成分一进行正向选择,想要获得高品质性状品种应按主成分二进行正向选择。

表4 主成分中各性状贡献率

Table 4 Principal component contribution rate

构成主分量的性状 Characteristics of composing principal component	主分量 Principal component		
	1	2	3
第一雌花节位 The first female flower	0.392 0	-0.527 0	-0.020 0
单果质量 Fruit weight	0.951 0	0.250 0	-0.161 0
果实长度 Fruit length	0.935 0	0.071 0	0.230 0
果实宽度 Fruit width	0.825 0	0.405 0	-0.365 0
果形指数 Fruit shape index	0.424 0	-0.325 0	0.819 0
果皮厚度 Peel thickness	0.838 0	0.006 0	0.286 0
小区产量 Cell output	0.951 0	0.250 0	-0.161 0
中心可溶性固形物 Central soluble solid	-0.333 0	0.780 0	0.429 0
近皮可溶性固形物 Near skin soluble solid	-0.304 0	0.908 0	0.145 0

3 结论与讨论

果实长度与果实宽度、果形指数、果皮厚度、小区产量呈极显著正相关;果实宽度与果皮厚度、小区产量呈极显著正相关,与果形指数、中心可溶性固形物含量呈负相关,但相关性很小;果形指数与果皮厚度呈极显著正相关;果皮厚度与小区产量呈极显著正相关。

在对有相互关联、相互影响的多指标问题的分析中,利用主成分分析法可以将多个相关指标综合成为较少的相互独立或不相关的新指标,并保持绝大部分的信息量^[16]。通过主成分分析,把表示西瓜农艺性状和品质性状的9个性状综合为3个主分量,这3个主分量承载总载荷量的87.842 0%。在调查的西瓜9个性状中,对西瓜果实影响最大的几个性状是单果质量、果实长度、可溶性固形物含量和果形指数。

在西瓜各个性状中,产量和可溶性固形物含量是2个比较重要的性状,单果质量和小区产量是西瓜产量的直接表现。该试验结果表明,单果质量和小区产量与西瓜的果实长度、果实宽度呈极显著正相关。这与程瑶等^[16]发现结果一致。因此,要获得高产品种,可以以果实长度、果实宽度为目标,按照第一主成分进行选择。可溶性固形物含量与单果质量、果实长度、果实宽度、果形指数、果皮厚度、小区产量相关性不显著,第一雌花节位与近皮可溶性固形物含量呈显著负相关,而近皮可溶性固形物含量与中心可溶性固形物含量呈极显著正相关;所以第一雌花节位越低可溶性固形物含量越高,可以按照第二主成分进行选择。

西瓜的性状差异主要是由多种基因共同调控作用的,环境的不同对其基因的表达也有一定影响。性状之间的相互作用对某一性状的表达也有影响。

因此,一次试验不足以指导育种方向,需要进一步的试验来验证结果。

参考文献

- [1] 王鸣.我国西瓜育种的进展(上)[J].西北园艺,2003(3):6-8.
- [2] 张帆,宫国义,王倩,等.西瓜品质构成分析[J].果树学报,2006,23(2):266-269.
- [3] 高美玲,李佳益,于长宝,等.小型西瓜裂果相关性状遗传分析及相关性研究[J].北方园艺,2016(17):1-4.
- [4] 尚建立,吕品,王吉明,等.西瓜果实主要性状的遗传及相关性分析[J].华北农学报,2015,30(增刊):87-91.
- [5] 江海坤,袁希汉,章镇,等.西瓜主要农艺性状与裂果性状的相关及通径分析[J].中国蔬菜,2009(16):31-35.
- [6] 王志强,郭松,刘声锋,等.西瓜种质资源果实主要数量性状的主成分分析[J].东北农业大学学报,2014,45(3):59-64.
- [7] 张先亮,吴占清,霍治邦,等.主成分分析在西瓜产量及相关性状评价中的应用[J].北方园艺,2015(1):36-39.
- [8] 王学征,赵亮,李秋红,等.甜瓜品系主要性状相关性和主成分分析[J].东北农业大学学报,2015(10):35-41.
- [9] 马双武,刘君璞,等.西瓜种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2005:60-80.
- [10] SKINNER D Z, BAUCHAN G R, AURICHT G, et al. A method for the efficient management and utilization of large germplasm collections[J]. Crop Sci, 1998, 39: 1237-1242.
- [11] SNEDECOR G W, COCHRAN W G. Statistical methods[M]. 7th edn. Iowa State University Press, Ames, 1980.
- [12] 张龙进,李桂双,白成科,等.山茱萸种质资源数量性状评价及相关性分析[J].植物遗传资源学报,2012,13(4):655-659.
- [13] 胡建斌,马肖静,李琼.薄皮甜瓜表型性状的主成分分析[J].江西农业学报,2010(12):30-33.
- [14] 王建胜,梁亚红,侯桂玲,等.油菜育种亲本主要性状相关性主成分分析[J].中国农学通报,2015,31(27):147-152.
- [15] 林范学,程水明,李安政,等.香菇数量性状的相关性分析和主成分分析[J].菌物学报,2006,25(4):579-586.
- [16] 程瑶,刘识,朱子成,等.西瓜含糖量相关性状的QTL分析[J].中国蔬菜,2016(2):24-31.

Correlation and Principal Component Analysis of Main Quantitative Characteristics in Watermelon

ZHU Zicheng^{1,2}, ZHANG Zixing², PEI Shuang², ZHANG Xinglei², LIN Shan², LUAN Feishi^{1,2}

(1. Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops, Northeast Region, Ministry of Agriculture, Northeast Agriculture University, Harbin, Heilongjiang 150030; 2. College of Horticulture and Landscape Architecture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Watermelon is a kind of important economic crop in the world, therefore, it has an important significance to confirm relationship between main characters of watermelon. The experiments of correlation analysis and principal component analysis of 25 watermelon varieties were studied, to clear out the relationship of quality characteristics and yield. The results showed that the node of the first flower and near skin soluble solids content had significant negative correlation; fruit weight, fruit length, fruit width and pericarp thickness had a significantly

DOI:10.11937/bfyy.201712009

不同遮阴处理对老山芹幼苗生长及生理特性的影响

于锡宏^{1,2}, 王超¹, 孙冬雪¹, 刘舒娅¹, 高照亮¹, 蒋欣梅^{1,2}

(1. 东北农业大学 农业部东北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150030;

2. 林下经济资源研发与利用协同创新中心, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要:以2年生老山芹幼苗为试材,研究了不同遮阴条件(遮阴程度为30%、62%、92%)对其生长及生理特性的影响。结果表明:在不同的遮阴条件下,老山芹幼苗会表现出不同的生长状况及生理特性;62%的遮阴条件会有效促进老山芹幼苗的生长及生理特性的变化,影响植物细胞内活性氧与自由基之间的动态平衡,使叶绿素含量显著增加,老山芹保护酶系活性降低,导致细胞内质膜透性、MDA含量减少,使可溶性糖及可溶性蛋白质含量降低,游离脯氨酸含量增加;62%的遮阴条件更有利于老山芹幼苗的正常生长发育,所以老山芹幼苗在生产应用中应适当遮阴。

关键词:老山芹;遮阴;生长;生理特性**中图分类号:**S 567.23⁺9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)12-0039-04

老山芹(*Heracleum moellendorffii* Hance)属伞形科多年生草本植物,学名东北牛防风,又名山芹菜、土当归,具有特殊气味。老山芹为喜阴植物,主要分布在中国北方等地阔叶林或林缘湿度大、腐殖质高等地区。老山芹茎叶中含有丰富的维生素、膳食纤维,有抗疲劳、抗辐射等功效^[1-2]。光照在植物正常的生长代谢中有着重要作用,适宜的光照是植物能够进行良好生长发育的前提,但是过度的遮光

反而会降低植物品质,影响植物正常的生长发育过程^[3]。MCBEE等^[4]曾提出,在一定的遮阴状态下,植物叶绿素含量相对较高,而且叶绿素a/b值相对较小的情况下,植物会具有较强的耐阴性。有研究表明,遮阴情况下会使耐阴植物乌拉苔草的叶绿素b含量减少^[5]。前人对野生钩藤生长环境的调查研究表明,野生钩藤主要集中在阴坡,少数生长在半阴坡,极少数生长在阳坡,耐阴^[6]。在弱光条件下,番茄植株SOD活性显著降低,并且还表明SOD活性降低与MDA含量之间存在明显的正相关性^[7]。唐雪辉^[8]对4种野生地被植物耐荫性进行了研究,发现遮阴条件下紫萼、吉祥草、石菖蒲、吊兰可溶性蛋白质含量较全光照条件下更低。对老山芹幼苗在不同遮阴处理下的研究尚鲜见报道。该试验采用不同遮

第一作者简介:于锡宏(1965-),男,黑龙江尚志人,教授,博士生导师,现主要从事园艺设施设计建造及蔬菜栽培与生理等研究工作。E-mail:yxh100@sohu.com.

基金项目:国家重点研发计划子课题资助项目(2016YFC0500307-06)。

收稿日期:2017-02-03

positive correlation with yield; fruit length and fruit width, fruit shape index, pericarp thickness were significantly positive correlation with yield; pericarp thickness, yield had a very significantly positive correlation with fruit width; fruit shape index and pericarp thickness were significantly positive correlation with pericarp thickness; small significantly positive correlation with the yield; central soluble solids content and soluble solids content in skin showed significantly positive correlation. Principal component analysis showed that the first three principal components of the characteristic value of the cumulative contribution rate of 87.842 0%, from the single fruit weight, soluble solids content, fruit shape index of watermelon quality and yield breeding positive selection.

Keywords: watermelon; main traits; correlation analysis; principal component analysis