

主成分分析在西瓜产量及相关性状评价中的应用

张先亮, 吴占清, 霍治邦, 程志强, 罗晓丹

(开封市农林科学研究院, 开封市生物育种重点实验室, 河南 开封 475004)

摘要:以“菊城绿之美”早熟西瓜新品种为试材, 以其它 3 个西瓜品种为同年参试品种及对照, 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状综合评判, 以期获得主成分综合评判模型, 并给出 4 个供试西瓜品种性状合理的综合得分。结果表明: 主成分分析法从数的概念上对品种做出了评判, 这是研究西瓜产量性状的一种新方法, 也可为品种的审定与推广利用提供更科学的依据; 综合评判结果显示, “菊城绿之美”在 4 个品种中最优。

关键词:西瓜; “菊城绿之美”; 高产; 早熟; 优质

中图分类号:S 651 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)01-0036-04

据联合国粮农组织统计, 西瓜(*Citrullus lanatus*) 在世界十大果品中居第 5 位。中国每年生产西瓜在 3 500 万 t 以上, 无论从栽培面积到总产量, 中国居世界第 1 位^[1]。虽然近半个世纪以来, 西瓜大概经历了 4 次品种更新换代, 选育出了一批具有生产价值的品种。但是相比玉米、小麦、棉花等主要粮食经济作物, 无论在西瓜科研投入到西瓜科研规模等各方面都略显不足。也可能由于西瓜兼具水果的特性和蔬菜的栽培方式, 西瓜的性状指标分析就显得十分复杂, 所以给西瓜在各方面的研究带来一定的困难。为了更好分析西瓜共性特征规律中的本质, 课题组引入主成分分析(Principal Components Analysis, PCA)的数理统计方法^[2-10], 在数的本质的基础上, 研究了解西瓜在产量及产量相关性状间的相关关系, 以期找到一种评价西瓜产量性状的新方法^[3-5], 也为品种的审定推广利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试早熟西瓜新品种“菊城绿之美”(审定编号: 豫审西瓜 2014002; 证书编号: 豫审证字 2014065), 生育期 97 d, 果实成熟天数 29 d。长势稳健, 分枝性中等, 易坐果。果皮青绿色有细网纹, 表面光滑, 外形美观。轻抗

枯萎病, 感病毒品种。其它 3 个品种“金蜜”、“百庆一号”、“豫星”均为“菊城绿之美”2011—2013 同年参试品种, 以“豫星”为对照。

1.2 试验方法

试验分别在开封、漯河、新乡、洛阳、驻马店、郑州、商丘、周口进行。2011—2012 年河南省进行早熟西瓜品种区域试验, 试验采用随机区组法排列, 3 次重复, 小区面积 24 m²。田间管理与当地其它栽培西瓜相同, 四周设同等作物为保护行。

2013 年进行河南省早熟西瓜品种生产试验, 试验设计采用随机法排列, 2 次重复, 试验小区面积为 66.7 m², 每小区种植 83 株。重复间留走道, 四周设同等作物为保护行, 采用二蔓或三蔓整枝。各试验地均选择前茬作物一致, 地面平整, 肥力均匀中上, 灌溉、排水便利的地块作为试验地。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 进行数据处理, 应用 SPSS 17.0 对产量性状影响因素运用 LSR 法进行方差分析, 选用 Duncan's 新复极差测验(SSR)对各指标进行多重比较, 利用产量相关性状调查数据进行主成分分析。选取 9 个指标: X_1 -西瓜成熟期、 X_2 -全生育期、 X_3 -平均单果重、 X_4 -中心糖含量、 X_5 -边糖含量、 X_6 -果皮厚度、 X_7 -坐果株率、 X_8 -枯萎病病株率、 X_9 -病毒病发病株率; ZX_1 、 ZX_2 、 ZX_3 、 ZX_4 、 ZX_5 、 ZX_6 、 ZX_7 、 ZX_8 、 ZX_9 是原始变量经过标准化处理的值。对第一、第二、第三主成分合并运算主成分综合模型的公式如下:

$$F = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} F_1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} F_2 + \frac{\lambda_3}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} F_3,$$

第一作者简介:张先亮(1979-), 男, 硕士, 助理研究员, 研究方向为西瓜分子育种。E-mail: zxliang1000@163.com.

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-26-33); 河南省重点科技攻关资助项目(122102110002); 河南省科技成果转化资助项目(132132201610005)。

收稿日期:2014-09-09

式中, F_1 、 F_2 、 F_3 分别表示综合主成分、第一主成分、第二主成分或第三主成分; λ_1 、 λ_2 、 λ_3 为第一主成分、第二主成分、第三主成分相应的特征值。

2 结果与分析

2.1 供试西瓜品种产量和产量相关性状方差分析

从表 1 可以看出,供试西瓜品种的多数性状方差分

表 1

供试西瓜品种产量和产量相关性状调查

名称	667 m ² 产量 /kg	成熟期 /d	全生育期 /d	平均单果重 /kg	中心糖含量 /%	边糖含量 /%	果皮厚度 /cm	坐果株率 /%	枯萎病病 株率/%	病毒病病 株率/%
“菊城绿之美”	3 170.38	28.67	96.67	4.27a	10.45	8.23ab	1.11b	95.95	3.68	8.28
“金蜜”	2 901.70	28.67	95.67	3.75b	10.59	8.16a	0.90a	96.59	6.74	8.03
“百庆一号”	3 039.66	29.00	97.33	4.04ab	10.48	8.26ab	1.14b	96.88	5.34	9.03
“豫星”(CK)	2 819.65	28.00	96.33	3.74b	10.80	8.70b	1.01ab	96.44	8.14	8.39

注:不同小写字母代表 0.05 水平上的差异。

2.2 主成分提取和贡献率计算

对西瓜成熟期、全生育期、平均单果重、中心糖含量、边糖含量、果皮厚度、坐果株率、枯萎病病株率、病毒病发病株率等主要产量性状影响因素进行主成分分析法方差分解与主成分提取。由表 2 可以看出,影响西瓜产量性状影响因素存在第一主成分(F_1)、第二主成分(F_2)和第三主成分(F_3)。第一主成分解释西瓜产量性状影响因素 56.418%,第二主成分解释西瓜产量性状影响因素 25.407%,第三主成分解释西瓜产量性状影响因素 18.175%,第一、第二主成分累计可以解释西瓜产量性状影响因素 81.825%。

表 2 方差分解主成分提取分析

成份	总量	初始特征值		平方载荷提取总量		
		变异百分率 /%	累积百分数 /%	总量	变异百分率 /%	累积百分数 /%
1	5.078	56.418	56.418	5.078	56.418	56.418
2	2.287	25.407	81.825	2.287	25.407	81.825
3	1.636	18.175	100.000	1.636	18.175	100.000
4	0.000	0.000	100.000			
5	0.000	0.000	100.000			
6	0.000	0.000	100.000			
7	0.000	0.000	100.000			
8	0.000	0.000	100.000			
9	0.000	0.000	100.000			

2.3 特征向量获得与主成分综合模型构建

表 3 显示成熟期、全生育期、平均单果重、中心糖含量、边糖含量、果皮厚度、坐果株率、枯萎病病株率、病毒病发病株率在 3 个主成分中均存在。第一主成分(F_1)中成熟期、全生育期、平均单果重、中心糖含量、边糖含量、果皮厚度、坐果株率、枯萎病病株率、病毒病发病株率的因子载荷分别为:0.822、0.749、0.897、-0.925、-0.623、0.805、-0.076、-0.912、-0.553,与其相对应的主成分决定系数分别为:0.365、0.332、0.398、-0.411、

析差异不显著,平均 667 m² 产量“菊城绿之美”最高,“百庆一号”次之、“金蜜”第三、“豫星”产量最低,但均未达到显著水平。成熟期、全生育期、中心糖含量也无显著差异。只有平均单果重、边糖含量、果皮厚度达到差异显著水平。坐果株率、枯萎病病株率和病毒病病株率间均差异不显著。

-0.277、0.357、-0.034、-0.405、-0.245。第二主成分(F_2)因子载荷对应于主成分决定系数 A_2 组,第三主成分(F_3)因子载荷对应于主成分决定系数 A_3 组。从主成分因子载荷结果可以看出,平均单瓜重在第一主成分上有较大的载荷,在第二、第三主成分上载荷较小。

表 3 初始因子载荷矩阵及其决定系数

项目 (无量纲)	主成分因子载荷			主成分决定系数		
	F_1	F_2	F_3	A_1	A_2	A_3
成熟期/d	0.822	-0.113	-0.558	0.365	-0.075	-0.436
全生育期/d	0.749	0.638	0.177	0.332	0.422	0.138
平均单果重/kg	0.897	-0.181	0.403	0.398	-0.120	0.315
中心糖含量/%	-0.925	0.328	0.190	-0.411	0.217	0.149
边糖含量/%	-0.623	0.577	0.528	-0.277	0.381	0.413
果皮厚度/cm	0.805	0.454	0.381	0.357	0.301	0.298
坐果株率/%	-0.076	0.608	-0.790	-0.034	0.402	-0.618
枯萎病病株率/%	-0.912	0.368	-0.183	-0.405	0.244	-0.143
病毒病病株率/%	-0.553	-0.825	0.115	-0.245	-0.546	0.090

从表 3 可以得出,3 种主成分与 9 个产量性状影响因素的线性组合关系, $F_1 = 0.365ZX_1 + 0.332ZX_2 + 0.398ZX_3 - 0.411ZX_4 - 0.277ZX_5 + 0.357ZX_6 - 0.034ZX_7 - 0.405ZX_8 - 0.245ZX_9$; $F_2 = -0.075ZX_1 + 0.422ZX_2 - 0.120ZX_3 + 0.217ZX_4 + 0.381ZX_5 + 0.301ZX_6 + 0.402ZX_7 + 0.244ZX_8 - 0.546ZX_9$; $F_3 = -0.436ZX_1 + 0.138ZX_2 + 0.315ZX_3 + 0.149ZX_4 + 0.413ZX_5 + 0.298ZX_6 - 0.618ZX_7 - 0.143ZX_8 + 0.090ZX_9$ 。

由第一主成分、第二主成分和第三主成分的线性表达式可以获得主成分综合表达式为: $F = 0.108ZX_1 + 0.320ZX_2 + 0.251ZX_3 - 0.150ZX_4 + 0.016ZX_5 + 0.332ZX_6 - 0.029ZX_7 - 0.192ZX_8 - 0.261ZX_9$ 。

计算综合得分并排序,从表 4 可以看出,“菊城绿之美”在主成分综合得分为 1.100,位居第 1 位,“百庆一号”得分 0.649,位居第 2 位。

表 4 主成分综合分值及其排序

序号	名称	F ₁	排序	F ₂	排序	F ₃	排序	F	排序
1	“菊城绿之美”	1.955	1	-0.857	4	1.184	1	1.100	1
2	“金蜜”	-0.867	3	-0.323	3	-1.508	4	-0.846	3
3	“百庆一号”	1.344	2	-0.013	2	-0.585	3	0.649	2
4	“豫星”(CK)	-2.431	4	1.192	1	0.910	2	-0.903	4

3 讨论

西瓜的性状表现十分复杂,利用一种合理量化的方法^[11]来判别性状代表的实际意义,就显得特别重要。很多研究表明,应用主成分分析方法进行综合评价是一种有效的分析方法^[2-14]。从性状本身的基础数据出发,主成分分析旨在解决这一问题,找出性状表现与的目标性状的本质关系,量化性状及相关性状影响因素之间的必然联系^[6-10],给予一种直观的可比较、计算的数的联系。该研究通过对4个供试西瓜品种的主成分分析,初步得到了西瓜产量和产量相关性状影响因素的主成分综合模型,量化了西瓜成熟期、全生育期期、平均单果重、中心糖含量、边糖含量、果皮厚度、坐果株率、枯萎病病株率、病毒病发病株率和产量性状之间的数的关系,这为进一步研究产量性状的形成奠定了基础,为评价西瓜产量性状找到了一种新方法,为品种的审定与推广利用提供了又一科学依据。该试验通过对4个品种综合评判得分发现,“菊城绿之美”最优,“百庆一号”第2位,基本上与平均667 m²产量的结果相吻合。从而证明了,无论是方法选取,还是性状的抽取,与审定所得出的结论都是一致的,从而判定此种方法对西瓜品种的评判是可行的。与方差分析相比,主成分分析更能从全局出发^[12-13],对品种进行综合评判,量化和细化了评判的标准,对于所得出的结论更具说服力和可信度。

从主成分综合的结果可以看出,“菊城绿之美”最优。但从其它主成分分项来看,在第一主成分中“菊城绿之美”最优,结果和综合主成分结果相同,但在第二主成分中对照品种“豫星”处于第1位,“百庆一号”第2位,“菊城绿之美”最后。在第三主成分中则是“菊城绿之美”第1位,“豫星”第2位,“金蜜”最后。出现此种结果可能与选取性状的种类有一定关系,枯萎病病株率、病毒病发病株率虽然对产量有重要的影响,同时也是抗病性的指标;成熟期、全生育期期可能对西瓜产量具有一定影响,同时这2个指标也是熟性的重要指标;与其类

似中心糖含量、边糖含量是产量相关指标的同时也是品质方面主要的指标,这更说明指标抽取的合理性和可量化程度是十分重要的^[11]。同时,也体现了主成分分析同时可以涵盖作物其它性状,做出综合合理评判的结果^[13-14]。

从西瓜产量主成分综合表达模型来看,西瓜产量各相关性状在产量构成中的权重不尽相同。西瓜成熟期的权重为0.108,全生育期的权重为0.320,平均单瓜重的权重为0.251,中心糖含量的权重则为-0.150,边糖含量的权重为0.016等,主成分综合表达模型充分说明了各产量相关性状在产量构成中所占的比重^[13]。从而给各性状与产量赋上了数与数概念,对于西瓜产量性状的评判更加直观明确。

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] 张玉.SPSS软件和主成分分析法在牧草营养价值评价中的应用[J].安徽农业科学,2012,40(12):7186-7188.
- [3] 张丽霞,潘兹亮,吕玉虎,等.红麻主要产量性状的相关性和主成分分析[J].广东农业科学,2012(18):29-31.
- [4] 边嘉宾,施利利,张欣,等.稻米主要品质性状的相关及主成分分析[J].中国农学通报,2012,28(24):8-12.
- [5] 谢静,吴建涛,杨俊贤,等.甘蔗品质指标的通径分析和主成分分析[J].西南农业学报,2012,25(3):771-774.
- [6] 陈晓敏,赵云昆,郭世华.谷子农艺性状的聚类分析和主成分分析[J].内蒙古农业科技,2013(2):30-32.
- [7] 吕中显,赵铭钦,刘国顺,等.主成分和聚类分析在烤烟化学品质评价中的应用[J].河南农业科学,2010,39(11):31-35.
- [8] 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.
- [9] 崔秀珍,王伟,朱建东,等.陆地棉常规种农艺性状的主成分分析及通径分析[J].江苏农业科学,2012,40(5):53-55.
- [10] 汪宝卿,张礼凤,戴海英,等.黄淮海地区夏大豆农艺性状的遗传变异、相关及主成分分析[J].大豆科学,2012,31(2):208-212.
- [11] 王沛,刘璇,毕金峰,等.基于主成分分析的中早熟苹果脆片品质评价[J].中国食品学报,2012,12(6):204-210.
- [12] 郑新疆,朱晓平,陶志柱,等.陆地棉品种主要数量性状的主成分分析[J].中国棉花,2013,40(1):12-14.
- [13] 王黎明,焦少杰,姜艳喜,等.甜高粱主要农艺性状的主成分分析[J].中国糖料,2012(2):7-8.
- [14] 刘忠祥,寇思荣,何海军,等.155份玉米自交系的类群鉴定和主成分分析[J].河南农业科学,2012,31(6):19-23.

Application of Principal Components Analysis Applied to Watermelon Yield and Related Traits Evaluation

ZHANG Xian-liang, WU Zhan-qing, HUO Zhi-bang, CHENG Zhi-qiang, LUO Xiao-dan

(Kaifeng Research Academy of Agriculture and Forestry, Key Laboratory of Agriculture Biological Breeding, Kaifeng, Henan 475004)

分蘖洋葱杂种一代鳞茎分割栽培试验

翟笑雨¹, 张紫茜¹, 宋宇华¹, 徐启江^{1,2}

(1. 东北林业大学 生命科学院, 黑龙江 哈尔滨 150040; 2. 哈尔滨艾利姆农业科技有限公司, 黑龙江 阿城 150300)

摘要:以分蘖洋葱杂交种‘珠葱1号’为试材,进行了分蘖洋葱杂种一代鳞茎分割栽培试验,以不切割处理的分蘖洋葱和阿城农家品种‘紫皮分蘖洋葱’为对照,确定鳞茎的最佳繁殖系数,旨在更加经济有效地利用分蘖洋葱杂种一代鳞茎。结果表明:种用鳞茎不分割处理,出苗率、生长势、抗病性和产量等指标表现最好,但单位面积种用鳞茎成本最高,约占单位面积产值的50%;鳞茎6等分和8等分处理繁殖系数高,但出苗率降低,生长势弱,产量过低;与不分割处理相比,鳞茎2等分和4等分处理出苗、生长、产量等指标降低不明显,而且种子成本大幅下降,单位面积产值较高。综合用种成本、鳞茎质量和产量、效益等指标,鳞茎2等分和4等分处理既降低了用种费用,又达到了增产增效目的。

关键词:分蘖洋葱;杂种一代;鳞茎分割;繁殖系数

中图分类号:S 632 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)01-0039-03

分蘖洋葱在我国主要产于东北地区,黑龙江、吉林和辽宁等地种植较多,内蒙古、湖北、四川等地也有分布。分蘖洋葱植株丛生,生长迅速,分蘖力强,单株可以形成3~9个小鳞茎,以肉质鳞片 and 鳞芽构成的鳞茎为食用器官。分蘖洋葱不仅能调剂国内季节性蔬菜市场供应,而且是出口创汇的主要蔬菜品种之一,在东南亚市场需求量较大。每年生产的大部分分蘖洋葱,通过广西等口岸出口到东南亚地区。为了降低生产成本,分蘖洋葱种植农户多选用“筛漏子”(分级时淘汰的小鳞茎)

作为种用鳞茎,如此长期“人工选择”的结果,导致种性退化,“鸡爪葱”的比率逐年增多,产量和品质下降,种植农户收入减少导致分蘖洋葱种植面积缩小,严重阻碍了分蘖洋葱产业的发展。

此外,无性繁殖不能使优良性状重组,分蘖洋葱育种不可能有所突破。课题组在选育了洋葱雄性不育系、保持系的基础上,选用可育分蘖洋葱自交系作为父本材料配制杂交组合,育成了分蘖洋葱一代杂种,并通过无性繁殖固定杂种优势。而通过无性繁殖,最大限度提高分蘖洋葱一代杂种的种用鳞茎数量,又能够降低种用鳞茎成本,成为制约分蘖洋葱一代杂种快速普及推广的关键因素。该研究进行了分蘖洋葱杂种一代鳞茎分割栽培试验,以确定最佳的繁殖系数,加快新品种推广速度,从而更加经济有效地利用分蘖洋葱杂种一代鳞茎。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为分蘖洋葱杂种一代‘珠葱1号’,由哈尔

第一作者简介:翟笑雨(1993-),女,山东日照人,硕士研究生,研究方向为植物发育生物学。E-mail:zhaixiaoyu1107@126.com

责任作者:徐启江(1969-),男,黑龙江哈尔滨人,博士,教授,现主要从事葱属作物生物技术育种及植物发育分子生物学等研究工作。E-mail:qijiangxu@126.com

基金项目:哈尔滨市科技创新人才研究专项资金资助项目(2013RFJGJ005);东北林业大学生命科学院创新训练资助项目。

收稿日期:2014-09-08

Abstract: Taking early-maturing watermelon variety ‘Jucheng Lyu Zhi Mei’ as materials, the principal component was extracted in watermelon-related traits and counted contribution rates, and the eigenvectors were obtained to build the main component of a comprehensive model by the method of principal components analysis. Then it conducted watermelon yield-related traits a comprehensive evaluation and got the main ingredient to obtain comprehensive evaluation model, so gave the four cultivars reasonable score. The results showed that the principal component analysis made the judge to varieties on the concept of a number, which was a new method of watermelon yield traits evaluation. It may also provide a scientific basis for validation to promote the use of varieties. Comprehensive evaluation results showed that, the ‘JuCheng Lyu Zhi Mei’ was the best in four varieties.

Keywords: watermelon; ‘Jucheng Lyu Zhi Mei’; high yield; early-maturing; high quality