

葛长军,徐丽荣,闫良.西瓜产量相关性状的多元回归分析[J].江苏农业科学,2016,44(2):224-225,265.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.02.064

# 西瓜产量相关性状的多元回归分析

葛长军,徐丽荣,闫良

(湖北省黄冈市农业科学院,湖北黄冈 438000)

**摘要:**对 10 个西瓜品种的 8 个性状进行调查,利用主成分分析主要载荷因子,构建与产量的多元回归分析方程,找出与西瓜产量相关的性状。经主成分分析挑选出果实发育时间、坐果节位、单果质量 3 个主要因子与西瓜产量关系密切,并证明与西瓜产量呈线性关系,可进行多元回归分析,建立西瓜产量关系的数学表达式。其中,果实发育时间( $x_2$ )、坐果节位( $x_3$ )、单果质量( $x_5$ )是西瓜产量的 3 个主要影响性状,其数学表达式为  $y = 0.964 + 0.420x_2 - 0.013x_3 + 14.498x_5$ 。

**关键词:**西瓜;农艺性状;产量;主成分分析;多元回归方程;果实发育时间;坐果节位;单果质量;育种效率

**中图分类号:**S651.03 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)02-0224-02

西瓜起源于非洲,栽培历史悠久,地域广泛,分布在热带、亚热带、温带地区。西瓜含有多种营养成分,有较高的营养价值和经济价值。西瓜在中国也有较大的种植面积,长江中下游地区是西瓜栽培的一个重要地区<sup>[1]</sup>。西瓜的产量性状是一个重要的育种目标,但产量是由多种农艺性状因素构成的数量性状,而农艺性状之间又有一定的相关性,导致分析产量相关因素水平时有一定难度。有人对我国西瓜栽培技术及现状进行了分析研究<sup>[2]</sup>,并对西瓜的品质及感官作了很多有关的试验研究<sup>[3-6]</sup>,国内外专家应用不同分子标记方法分析西瓜产量与品质等其他性状之间的关系<sup>[7-10]</sup>。育种学家也越来越重视对西瓜的研究<sup>[11]</sup>。目前,关于西瓜性状之间相互关系的研究并不多<sup>[12-13]</sup>,关于西瓜主要影响性状因素与产量的数学关系模型的研究尚未见报道。因此,本研究根据对西瓜多个农艺性状运用主成分分析提取主要影响产量性状的因子,利用多元回归分析探明影响西瓜产量和性状之间的数学相互关系,以期对评价西瓜资源提供理论参考,并为西瓜育种提供一定的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试品种为荆杂 30、弘丰 8 号、瑞丰、中科 6 号、鸿利黑超人 3 号、美玉王、澳美 8 号、小富、圣鹰、鄂西瓜 13 等 10 个品种。试验在湖北省黄冈市梅家墩试验基地进行,于 2014 年 4 月 2 日播种,小拱棚内营养钵育苗,5 月 2 日定植。

### 1.2 试验方法

试验采取随机区组设计,3 次重复,小区长 7.4 m、宽 3 m,小区面积 22.2 m<sup>2</sup>。小区定植株距 0.37 m,行距 3 m,每小区定植 20 株,田间统一管理。在每个品种第一重复的小区

内连续选取 10 株作为性状调查考种对象,考种结果作为分析数据。主要调查性状有全生育期( $x_1$ )、果实发育时间( $x_2$ )、坐果节位( $x_3$ )、坐果率( $x_4$ )、单果质量( $x_5$ )、果形指数( $x_6$ )、果皮厚度( $x_7$ )、产量( $x_8$ )等 8 个。

### 1.3 统计分析

试验数据采用 SPSS 13.0 软件<sup>[14]</sup>进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 数据分析检验

为尽可能合理地解释存在于原始变量之间的相关性,并且简化变量的维数和结构,采用主成分分析法。通过巴特利特球度检验和 KMO 检验,其中 KMO 值为 0.745,根据 Kaiser 给出的 KMO 度量标准可知,原有变量可以进行主成分分析。通过巴特利特球度检验,统计量的观测值为 745.951(自由度为 28),相伴概率为 0,小于显著水平 0.05,即相关矩阵不是单位矩阵,代表群体的相关矩阵间有共同因素存在,可用于作主成分分析。

### 2.2 主成分分析结果

如表 1 所示,通过总方差分析提取的特征值是大于 1 的变量,第 1 组数据项第 1 个因子的特征根值为 4.792,能够解释原有 8 个变量总方差的 59.906%,在所有因子中处于最重要的位置,累积方差贡献率为 59.906%;第 2 个因子的特征根值为 1.257,解释原有 8 个变量总方差 15.710%,累积方差贡献率为 75.616%。2 个因子共解释原有变量总方差的 75.616%,使原有变量的信息丢失较少,说明较好地解释了 8 个原变量。总体上而言,选用 2 个因子能较好地反映原有的 8 个变量,因子分析效果较理想。

### 2.3 公共因子分析

由图 1 所示,根据因子序号和对应特征值描点,用直线相连,即为碎石图。比较陡的直线说明直线端点对应因子的特征值差值较大,比较缓的直线则对应较小的特征值差值。前面 2 个公共因子的直线坡度较大,特征值变化非常明显,到 3 个因子后,特征值小于 1,直线趋于平稳,特征值变化也趋于平稳。说明提取 2 个公共因子可以对原变量的信息描述有显

收稿日期:2015-01-05

基金项目:湖北省农业科技创新中心资助项目(编号:200762000103)。

作者简介:葛长军(1982—),男,湖北黄冈人,硕士,农艺师,主要从事蔬菜遗传育种研究。E-mail:gchangjun@163.com。

表 1 总方差分析结果

成分	因子分析初始解			提取因子未进行旋转			提取因子并进行旋转		
	特征根值	方差贡献率 (%)	累计方差贡献率 (%)	特征根值	方差贡献率 (%)	累计方差贡献率 (%)	特征根值	方差贡献率 (%)	累计方差贡献率 (%)
1	4.792	59.906	59.906	4.792	59.906	59.906	4.556	56.954	56.954
2	1.257	15.710	75.616	1.257	15.710	75.616	1.493	18.661	75.616
3	0.961	12.008	87.623	—	—	—	—	—	—
4	0.356	4.454	92.077	—	—	—	—	—	—
5	0.259	3.234	95.311	—	—	—	—	—	—
6	0.251	3.143	98.454	—	—	—	—	—	—
7	0.090	1.127	99.581	—	—	—	—	—	—
8	0.034	0.419	100.000	—	—	—	—	—	—

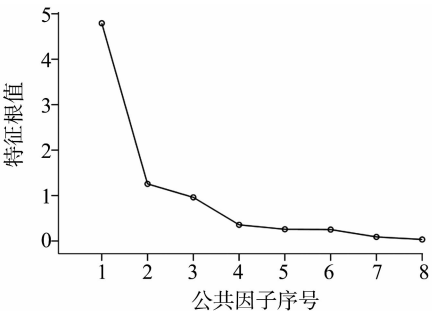


图1 公共因子碎石图

著作作用。

由表 2 可知,为了更好地解释因子,通过因子载荷矩阵旋转后进行分析,第一主成分主要反映产量因子,即果实发育时间、产量和单果质量,其中载荷最大的果实发育时间( $x_2$ )数值为 0.936;第二主成分主要反映果实因子,即果皮厚度和坐果节位。第一主成分主要分析产量相关的性状,第二主成分则分析了影响果实的主要性状因素,在进行多元回归方程建立时,为了充分降维,主要对第一、第二主成分的果实发育时间、产量、单果质量和坐果节位等主要性状进行分析。

表 2 旋转后因子载荷矩阵

成分	载荷值	
	第一主成分	第二主成分
全生育期	0.868	0.308
果实发育时间	0.936	0.013
坐果节位	0.322	0.604
坐果率	-0.787	-0.313
单果质量	0.883	0.340
果形指数	-0.768	0.512
果皮厚度	0.060	0.709
产量	0.911	0.234

注:提取方法为主成分分析法;旋转方法为平均正交旋转法。

2.4 多元回归方程的建立

通过数据拟合结果,所考察的自变量(坐果节位、果实发育时间、单果质量)和因变量之间的相关系数为 0.946,拟合线性回归的确定系数为 0.894,经调整后的确定系数为 0.891,标准差的估计值为 3.406 17。说明所建模型与数据的拟合程度较好。

表 3 表明,回归方程显著性检验结果回归平方和为 9 398.061,残差平方和为 1 113.789,总平方和为 10 511.850,对应

的  $F$  统计量的值为 270.013,相伴概率  $P < 0.001$ ,说明坐果节位、果实发育时间、单果质量 3 个自变量与因变量(产量)之间存在线性关系,所建立的回归方程有效。

表 3 回归方程方差分析结果

变异来源	平方和	自由度	平均值的平方	$F$ 值	相伴概率
回归平方和	9 398.061	3	3 132.687	270.013	0.000
残差平方和	1 113.789	96	11.602	—	—
总平方和	10 511.850	99	—	—	—

由表 4 可知,因变量  $y$  对 3 个自变量  $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_5$  的回归的非标准化回归系数分别为 0.420、-0.013、14.498;对应的显著性检验的  $t$  值分别为 1.561、-0.094、13.906,单果质量( $x_5$ )对因变量(产量  $y$ )有显著影响。因此,回归分析得到的多元回归方程为: $y = 0.964 + 0.420x_2 - 0.013x_3 + 14.498x_5$ ,相关系数为 0.946。

表 4 回归系数及显著性检验表

变量	非标准化系数		$b$ 的改进 标准化系数	$t$ 值	显著性 系数
	回归相关 系数	标准 差			
常数	0.964	7.939	—	0.121	0.904
果实发育时间( $x_2$ )	0.420	0.269	0.089	1.561	0.122
单果质量( $x_5$ )	14.498	1.043	0.875	13.906	0.000
坐果节位( $x_3$ )	-0.013	0.141	-0.004	-0.094	0.925

3 结论与讨论

西瓜的产量受综合性状因素的影响,本研究结果表明主成分因子中载荷较大的是果实发育时间、产量和单果质量和坐果节位,这与仇志军等的分析结果<sup>[15]</sup>一致。本试验在产量因子分析中得出果实发育时间和单果质量是影响西瓜产量的主要因素,在果实因子分析中得出坐果节位是影响西瓜产量的重要因素,把影响产量的性状降到 3 个,说明通过主成分的降维效果是较好的,用更少的性状因素明确性状与产量间的关系。

在多元线性回归分析中,如果众多解释变量之间存在较强的相关性,即存在高度的多重共线性,那么会给回归方程的参数估计带来麻烦,最简单和最直接的解决方案是削减变量的数量,主成分分析以最少的信息丢失为前提,将众多的原有变量综合成较少几个指标,有效地降低变量维数。运用多元回归分析时应针对不同环境作具体分析,这与不同生态区环境

中几乎没有。虽然母鸡肌肉比公鸡嫩,但差异不显著。

本试验对矮小型溧阳鸡杂交后代的屠宰性能、常规肉品质进行研究发现,矮小型溧阳鸡杂交后代具有优质高产的特性,综合各方面分析,其具有良好的市场开发前景。

#### 参考文献:

- [1] 中国家禽品种志编写组. 中国家禽品种志[M]. 上海:上海科学技术出版社,1988.
- [2] 万建洪,张 军,池智贤,等. 溧阳鸡体尺测量及屠宰性能测定[J]. 畜牧与兽医,2011,43(5):41-43.
- [3] NY/T 823—2004 家禽生产性能名词术语和度量统计方法[S].
- [4] 贾汝敏,姚晶宁,黄毓青,等. 海大香鸡不同品系屠宰性能与肉质性状的比较[C]//家禽研究最新进展——第十一次全国禽学术讨论会论文集. 北京:中国畜牧兽医学会,2003:158-160.
- [5] 张 红,龚道清,张 军,等. 溧阳鸡产肉性能及肌肉品质的测定[J]. 扬州大学学报,2005,26(1):30-32,36.
- [6] 万建洪,张 军,池智贤,等. 溧阳鸡体尺测量及屠宰性能测定[J]. 畜牧与兽医,2011,43(5):41-43.
- [7] 徐廷生,雷雪芹,樊天龙. 鸡肉肉质特性的研究进展[J]. 洛阳农专学报,1997,17(4):41-44.
- [8] Andersen H J. What is pork quality? [C]. Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition. Proceedings of the Joint Session of the EAAP Commissions on Pig Production, Animal Genetics

(上接第 225 页)

有一定的关系,不同地点、环境和品种都可能造成影响产量的主要性状改变,具体原因有待进一步研究。

本研究表明,所选取的 8 个西瓜性状数据可进行主成分分析。2 个主成分因子能够解释原有变量总方差的 75.616%,较好地解释了原有 8 个性状变量,主成分分析效果较理想。本研究选用 2 个因子中载荷较大的果实发育时间、坐果节位和单果质量等农艺性状,与产量关系建立有效的数学模拟方程。在西瓜育种过程中,须要注意性状之间复杂的遗传关系,可采取相应措施,选育适宜当地的优良品种,通过对果实发育时间、坐果节位和单果质量等性状定向选择提高育种效率,这为将来的育种研究提供了一个参考和方向。

#### 参考文献:

- [1] 张法惺. 西瓜种质资源遗传多样性的分析[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2010:8-9.
- [2] 王 鸣,侯 沛. 西瓜的起源、历史、分类及育种成就[J]. 当代蔬菜,2006(3):18-19.
- [3] 赵 巍. 机器视觉在西瓜无损检测与分级中的应用[D]. 武汉:华中农业大学,2013:2-9.
- [4] 杜少平,马忠明,薛 亮. 密度、氮肥互作对旱沙田西瓜产量、品质及氮肥利用率的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(1):150-157.

- and Animal Nutrition. Zurich, Switzerland, 25 August 1999, 2000: 15-26.
- [9] Otto G, Roehle R, Looft H, et al. Drip loss of case-ready meat and of premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs[J]. Meat Science, 2006, 72(4):680-687.
- [10] Huff-Lonergan E, Lonergan S M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes[J]. Meat Science, 2005, 71(1):194-204.
- [11] Schäfer A, Rosenvold K, Purslow P P, et al. Physiological and structural events post mortem of importance for drip loss in pork[J]. Meat Science, 2002, 61(4):355-366.
- [12] 周光宏,徐幸莲. 肉品学[M]. 北京:中国农业科技出版社,1999:237-247.
- [13] 孔保华,刁新平. 钙激活酶与肌肉嫩化的研究[J]. 食品科技, 2002(9):12-15.
- [14] 黄 明,刘冠勇,罗 欣. 影响肉嫩度因素的探讨[J]. 肉类工业,2000,7(11):26-28.
- [15] 陈代文,张克英,胡祖禹. 猪肉品质特征的形成原理[J]. 四川农业大学学报,2002,20(1):60-66.
- [16] 李同树,刘凤民,尹逊河,等. 鸡肉嫩度评定方法及其指标间的相关分析[J]. 畜牧兽医学报,2004,35(2):171-177.

- [5] 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.
- [6] 蔡树美,诸海燕,余廷园,等. 西瓜产量与养分含量的灰色关联度和通径分析[J]. 土壤,2014,46(4):651-655.
- [7] 张爱萍,王晓武,张岳莉,等. 西瓜种质资源遗传多样性的 SRAP 分析[J]. 中国农学通报,2008,24(4):115-120.
- [8] 郭 军. 西瓜种质资源的遗传亲缘关系与品种的分子鉴定研究[D]. 杭州:浙江大学,2001:19-25.
- [9] Hashizume T, Shimamoto I, Hirai M. Construction of a linkage map and QTL analysis of horticultural traits for watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai] using RAPD, RFLP and ISSR markers[J]. TAG, 2003, 106(5):779-785.
- [10] 段会军,马峙英,张彩英,等. 西瓜品种间亲缘关系的 AFLP 分析[J]. 河北农业大学学报,2007,30(1):27-30.
- [11] 莫言玲,张 显,张 勇,等. 西瓜分子育种研究进展[J]. 北方园艺,2012(8):194-199.
- [12] 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.
- [13] 李绍稳,朱立武,宣 洋,等. 红色籽用西瓜果实与种子经济性状相关与回归分析[J]. 安徽农业大学学报,2002(1):64-67.
- [14] 陈平雁. 统计软件应用教程[M]. 北京:人民卫生出版社,2005:233-244.
- [15] 仇志军,郑素秋. 西瓜数量性状的遗传研究[J]. 湖南农学院学报,1992(S4):762-769.