

## 复播花生产量相关性状的成分及通径分析

宁东贤, 赵玉坤, 闫翠萍, 杨秀丽, 肖俊红 (山西省农业科学院小麦研究所, 山西临汾 041000)

**摘要** [目的]研究花生产量相关性状统计数据的内在关联性。[方法]以山西省南部复播区 10 个花生品种为研究对象, 通过主成分、相关和通径分析方法, 阐明花生各农艺性状与产量的关联差异。[结果]6 个农艺性状统计数据在 3 种分析方法中表现出相似的变化趋势; 花生单株果数对产量的影响最大, 其次分别为百果重、生育期、结果分枝和总分枝数, 主茎高与产量呈负相关。[结论]在区域花生育种实践中, 应注重对单株果数性状的选择, 同时也要兼顾其他性状的筛选。

**关键词** 花生; 产量; 主成分; 通径分析

中图分类号 S565.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)30-0016-02

## Principal Component and Path Analysis in Correlated Traits with Yield of Stubble-field Peanut

NING Dong-xian, ZHAO Yu-kun, YAN Cui-ping et al (Institute of Wheat Research, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Linfen, Shanxi 041000)

**Abstract** [Objective] In order to explore the inner associated rules of correlated traits with yield statistical data in peanut. [Method] Ten breeds were surveyed in southern Shanxi, which was for comparing correlation variance in agronomic traits and yield through principal component, correlation and path analysis methods. [Result] The result showed there were similar change tendency in six agronomic traits' statistical data with three analysis methods. Single plant fruits most significantly affected peanut yield, then came 100-pod weight, growth duration, branching fruits and branching amount. Main stem height showed negative correlation with peanut yield. [Conclusion] In regional peanut breeding, we should not only pay attention to the choice of fruit number per plant, but also take into account every agronomic trait and choose coordinated multiple characteristics.

**Key words** Peanut; Yield; Principal component; Path analysis

花生是我国重要的油料和经济作物<sup>[1-2]</sup>, 其产量性状由地下果实部分构成, 这对花生生长后期田间育种鉴定工作提出了新要求<sup>[3-5]</sup>。如何通过花生地上部分农艺性状的有效筛选来反映地下果实的实际产量, 是花生育种工作者们首先要解决的难题<sup>[6-9]</sup>。借助生物学统计分析手段, 确定作物各性状与产量的相关程度, 进行性状综合评价, 是作物育种研究的一个热点<sup>[10-13]</sup>。笔者通过田间调查山西省南部复播区花生 6 个数量性状和产量的相关数据, 利用主成分和通径分析方法研究花生各性状间的关联差异, 为花生新品种选育及高产栽培提供理论参考和科学依据。

## 1 材料与与方法

**1.1 材料** 试验于 2015 年 6 月在山西省农业科学院小麦研究所韩村试验基地进行。参试的 10 个花生品种分别为晋花 4 号、临花 9 号、粮花 11 号、花小宝 7 号、中花 4 号、花育 36、邢花 7 号、白沙 9606、山农 22、海花 8 号。

**1.2 方法** 试验采用随机区组设计, 3 次重复, 共 30 个小区, 播种密度为 18 万穴/hm<sup>2</sup>, 每穴 2 粒种子。每小区长 6.67 m, 宽 2.00 m, 播种 6 行, 行距 33.33 cm, 穴距 16.70 cm, 生育期内田间管理统一进行。花生生育期内调查性状有: 生育期  $x_1$  (d)、主茎高  $x_2$  (cm)、总分枝数  $x_3$ 、结果分枝  $x_4$ 、单株果数  $x_5$ 、百果重  $x_6$  (g)、产量  $y$  (kg) 共 7 个, 具体调查方法参照花生区域试验记载标准进行。

**1.3 数据分析** 主成分分析参见文献[13]的方法, 将花生各性状数据标准差标准化后, 按方差累积贡献率  $\geq 85\%$  确定主成分数。通径分析参见文献[14]的方法, 计算通径系数并

进行分析。

数据采用 Excel2003 和 SPSS16.0 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 花生产量相关性状的成分特征值及载荷矩阵** 在 SPSS 软件中运行 Factor 分析, 选择主成分选项, 可得花生各性状数据提取主成分的特征值(表 1)及载荷矩阵(表 2)。由表 1 可知, 当提取 3 个主成分代表所有性状时, 其方差累积贡献率已达 86.694%, 符合方差累积贡献率  $\geq 85\%$  的提取要求, 因此共提取 3 个主成分, 完成后续性状因子载荷值分析。由表 2 可知, 在第 1 主成分上有较大载荷值的性状分量分别为: 产量、单株果数、生育期和结果分枝 4 个, 在第 2 主成分上有较大载荷值的性状分量分别为: 总分枝数和结果分枝 2 个, 在第 3 主成分上有较大载荷值的性状分量分别为: 百果重和单株果数 2 个。产量性状位于第 1 主成分内, 说明单株果数、生育期和结果分枝这 3 个性状与花生产量有较大的相关性, 在花生育种中要注重这些性状的筛选利用。

表 1 主成分方差提取分析结果

Table 1 Principal component variance analysis

主成分 Principal component	原始特征值 Original eigenvalues		
	特征值 Eigenvalue	方差贡献率 Variance contribution rate//%	累积贡献率 Cumulative contribution rate//%
1	3.244	46.350	46.350
2	1.653	23.619	69.969
3	1.171	16.724	86.694
4	0.670	9.571	96.264
5	0.124	1.776	98.040
6	0.081	1.153	99.193
7	0.057	0.807	100

**基金项目** 山西省农业科学院育种工程项目(16YZGC051)。  
**作者简介** 宁东贤(1973-), 男, 山西稷山人, 助理研究员, 从事花生选育育种及栽培研究。

**收稿日期** 2016-08-31

表 2 主成分载荷矩阵

Table 2 Principal component load matrix

性状 Traits	主成分 Principal component		
	1	2	3
$x_1$	0.388	-0.429	-0.369
$x_2$	-0.429	-0.331	0.145
$x_3$	-0.287	0.626	0.219
$x_4$	0.384	0.496	-0.128
$x_5$	0.436	0.022	0.329
$x_6$	0.022	-0.261	0.755
$y$	0.495	0.019	0.317

**2.2 花生农艺性状及产量的相关分析** 花生各性状间的相关分析结果表明,与产量( $y$ )关联系数大小顺序是: $x_5$ (单株果数)、 $x_4$ (结果分枝)、 $x_1$ (生育期)、 $x_6$ (百果重),属正相关,而 $x_2$ (主茎高)和 $x_3$ (总分枝数)与产量属负相关(表3),在花生田间育种环节要对这些农艺性状有区别地选择利用。

**2.3 花生农艺性状及产量的通径分析** 由表4可知,与产量( $y$ )相关的农艺性状中,各性状分量的相关系数和直接通径系数表现相似的趋势。 $x_5$ (单株果数)对产量关联性最大,相关系数和直接通径系数数值分别为0.877和0.715,为所有性

状最高值,其他性状的系数表现存在一定差异。在与产量( $y$ )的间接通径系数中, $x_4$ (结果分枝)通过 $x_5$ (单株果数)对产量( $y$ )的间接作用最大, $x_5$ (单株果数)对产量( $y$ )的直接通径系数为0.715,间接通径系数合计为-0.009,为最小值,说明花生单株果数对产量直接作用最大,在育种实践中应充分考虑性状间的差异,重点突出,兼顾选择。

表 3 花生农艺性状及产量的相关分析结果

Table 3 Correlation analysis in agronomic traits and yield of peanut

性状 Traits	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$y$	—	0.448	-0.576	-0.346	0.535	0.877	0.210
$x_1$	0.448	—	-0.402	-0.876	0.216	0.328	-0.046
$x_2$	-0.576	-0.402	—	0.106	-0.839	-0.389	0.075
$x_3$	-0.346	-0.876	0.106	—	0.105	-0.287	-0.111
$x_4$	0.535	0.216	-0.839	0.105	—	0.434	-0.206
$x_5$	0.877	0.328	-0.389	-0.287	0.434	—	0.098
$x_6$	0.210	-0.046	0.075	-0.111	-0.206	0.098	—

表 4 花生农艺性状及产量的通径分析结果

Table 4 Path analysis in agronomic traits and yield of peanut

性状 Traits	与 $y$ 相关系数 Correlation index with $y$	直接通径系数 Direct path coefficient	间接通径系数 Indirect path coefficient						合计 Total
			$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	
$x_1$	0.448	0.145	—	-0.088	-0.022	0.009	0.235	-0.008	0.126
$x_2$	-0.576	-0.219	-0.058	—	0.003	-0.036	-0.278	0.013	-0.357
$x_3$	-0.346	0.025	-0.127	0.023	—	0.005	-0.205	-0.019	-0.324
$x_4$	0.535	0.043	0.031	-0.184	0.003	—	0.310	-0.036	0.125
$x_5$	0.877	0.715	0.048	-0.085	-0.007	0.019	—	0.017	-0.009
$x_6$	0.210	0.174	-0.007	0.016	-0.003	-0.009	0.070	—	0.068

### 3 讨论与结论

花生的产量直接由地下荚果数来反映,而花生地下果实部分的筛选一直是花生育种工作的难题。借助有效的数据统计分析手段,阐明花生地上部分农艺性状与产量的关联度大小,筛选出与产量直接相关的农艺性状,在育种实践中区别利用,就可以简化花生高产育种流程,提高育种效率。路红卫等<sup>[7]</sup>对麦套花生经济性性状与产量进行了相关分析,认为单株结果数、百果重、百仁重、饱果率与单株生产力呈极显著正相关,而主茎高、侧枝长与单株生产力呈显著负相关,最终得出的育种目标是选择单株饱果数多、百仁重高的大粒型花生品种。王允等<sup>[5]</sup>对花生新品系农艺性状和产量进行了相关、灰色关联度分析,认为结果枝数、出仁率、单株果重、总分枝数是影响花生产量的主导因素,应以其为主攻目标,有效选择花生后代。

在该研究中,通过对山西省南部复播区花生生产量相关性状因子的数据统计分析,认为花生6个农艺性状与产量的关联度大小在3种分析方法(主成分、相关、通径分析)中,表现出相似的趋势,性状 $x_5$ (单株果数)对产量的影响最大。在区域花生育种实践中,应注重对单株果数性状的选择,即在花生授粉后期调查有效下针数,同时也要加大对花生总分枝

数、结果分枝及百果重的筛选,兼顾生育期的选择,因花生主茎高与产量负相关,故要选择株高适中的花生品系。花生各农艺性状间存在交互影响作用,针对某一性状的有效选择往往引起其余性状的改变,应对各性状综合考虑,协调兼顾,才能高效、科学地指导花生育种实践。

### 参考文献

- [1] 严政,韩锁义,董文召,等. 中国主要花生品种品质性状关联分析[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(6):1064-1071.
- [2] 汤松,禹山林,廖伯寿,等. 我国花生生产现状、存在问题及发展对策[J]. 花生学报,2010,39(3):35-38.
- [3] 陈明娜,迟晓元,潘丽娟,等. 中国花生育种的发展历程与展望[J]. 中国农学通报,2014,30(9):1-6.
- [4] 董文召,张新友,黄冰艳,等. 河南、山东育成花生品种的亲本遗传贡献及相关育种策略探讨[J]. 河南农业科学,2014,43(12):40-45.
- [5] 王允,张幸果,李贺敏,等. 花生主要农艺性状和产量性状的相关性与灰色关联度分析[J]. 河南农业大学学报,2014,48(6):680-683.
- [6] 范小玉,陈雷,李可,等. 河南省珍珠豆型花生主要农艺性状与单株生产力的相关及通径分析[J]. 安徽农业科学,2014,42(5):1306-1307.
- [7] 路红卫,杜红,闫凌云,等. 麦套花生经济性性状与产量遗传相关分析及通径分析[J]. 河南农业科学,2006(12):38-40.
- [8] 华福平,李晓亮,张毅. 河南省夏播花生主要数量性状与产量的相关和通径分析[J]. 中国种业,2010(4):42-44.
- [9] 宁东贤,闫翠萍,杨秀丽,等. 不同花生品种农艺性状及产量的灰关联评价研究[J]. 农学学报,2015(4):16-19.

小麦播种机,并对小麦行距配置做适当调整,便于后茬棉花直播操作,如对于3耧腿组的小麦播种机(即播种机的耧腿以每3条耧腿为1组,平均行距约为20 cm,第1行小麦与第4行小麦的间距约为60 cm),适当缩小组内耧腿间距为17~18 cm,而组间耧腿间距增加为24~26 cm。小麦播种后,第1行小麦与第4行小麦的间距仍然是60 cm,但第3行与第4行的间距为24~26 cm。麦收后将棉花直播到第3行麦茬与第4行麦茬间,则棉花行距为60 cm等行距。适当调整后,使得在不降低小麦播种密度的情况下,既便于棉花播种操作,又减少麦茬对棉花的影响。同理,对于4耧腿组的小麦播种机(即播种机的耧腿以每4条耧腿为1组,平均行距为17~18 cm,第1行小麦与第5行小麦的间距约为70 cm),适当缩小组内耧腿间距为15~16 cm,而组间耧腿间距增加为24~26 cm。麦收后将棉花直播到第4行麦茬与第5行麦茬间,则棉花行距为70 cm等行距。在不降低小麦播种密度的情况下,既便于棉花播种操作,又减少麦茬对棉花的影响。

## 5 肥水管理

**5.1 施肥** 重施基肥,以有机肥和复合肥为主。中等肥力田块,基肥用量为纯 N 120~150 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120~150 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 90~120 kg/hm<sup>2</sup>。

追肥2次,追肥以尿素为主。麦苗返青期结合灌水及时施肥,追施尿素150 kg/hm<sup>2</sup>,拔节末期至孕穗期依据苗情追施尿素75~150 kg/hm<sup>2</sup>。根据小麦苗情,缺肥时增加追肥用量,必要时可增加追施磷钾肥。

**5.2 灌水** 冬季土壤上冻前冬灌1次;春季返青时及时灌溉,促进麦苗早发,增加春季分蘖和成穗;拔节孕穗期和黄熟期根据土壤墒情及时灌溉。根据土壤墒情与小麦苗情,每次灌水量为450~750 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。

## 6 病虫害防治

**6.1 病害防治** 锈病和白粉病可以在孕穗到抽穗期用65%代森锌可湿性粉剂800倍液、或15%三唑酮可湿性粉剂400~500倍液喷雾防治;也可用50%多菌灵可湿性粉剂500倍液、或50%甲基托布津可湿性粉剂800倍液或25%粉锈宁可湿性粉剂1500~2000倍液喷雾防治。赤霉病在扬

花期用25%戊唑醇和12.5%烯唑醇1200倍液对麦穗部均匀喷雾,也可结合小麦“一喷三防”同时进行。

**6.2 虫害防治** 黄淮地区小麦主要害虫是小麦蚜虫,个别年份会有黏虫发生,防治时期一般在抽穗到灌浆期,可用10%吡虫啉可湿性粉剂500倍液、20%百虫净乳油800~1000倍液或25%快杀灵乳油600~800倍液喷雾防治;对于虫情严重的田块,可用40%中毒氧乐果乳油300倍液喷雾,或再加80%敌敌畏乳油600倍液喷雾防治。

**6.3 杂草防治** 麦田杂草主要有野燕麦、节节麦等禾本科杂草和芥菜等阔叶杂草。禾本科杂草可以使用3%世玛乳油1000~1200倍液或6.9%骠马乳剂500~600倍液喷雾防治;阔叶杂草可以使用75%苯黄隆干悬剂2000~2500倍液或20%使它隆乳油600~800倍液喷雾防治。

## 7 收获

小麦成熟后及时收获,留茬15 cm以下,选择带有秸秆粉碎功能的联合收割机,以免较长的麦秸留在地里影响棉花播种质量。

## 8 棉花接茬播种

小麦收获后,不翻耕整地,在麦茬地抢时间直播棉花,每隔3行或4行麦茬播种1行棉花,使用棉花播种机或改装的玉米播种机直播,底肥随机播一起施入;小块地也可以用独腿耧播种或人工点播,播种后再条施或点施底肥,播种深度为1.5~2.0 cm,在播种当天或次日需要浇灌“盖头水”,确保“一播全苗”<sup>[6]</sup>。

## 参考文献

- [1] 王国平,毛树春,韩迎春,等. 中国麦棉两熟种植制度的研究[J]. 中国农学通报,2012,28(6):14-18.
- [2] 张志勇,王素芳,王清连,等. 豫北植棉区麦后直播短季棉高产高效简化栽培技术[J]. 中国棉花,2013,40(5):38-39.
- [3] 冯常辉,孟艳艳,张胜昔,等. 麦后直播棉生育特征及其在湖北省的适宜播种时期研究[J]. 中国棉花,2015,42(2):27-29.
- [4] 屠长征. 晚播小麦生长发育特点及其配套栽培技术[J]. 作物杂志,2011(2):123-124.
- [5] 张文彬,储可敏,王士华. 晚播小麦高产栽培技术[J]. 现代农业科技,2016(3):46-47.
- [6] 张思平,阎俊,马慧娟,等. 黄淮地区麦后直播棉花高产轻简栽培技术规程[J]. 中国棉花,2016,43(5):43-45.
- [10] 吕建珍,马建萍,独俊娥,等. 春播谷子品种(系)生态适应性鉴定及主成分分析[J]. 作物杂志,2015(6):44-47.
- [11] 张忠信,汤丰收,张新友,等. 河南省夏播花生主要农艺性状与单株生产力的遗传相关及通径分析[J]. 安徽农业科学,2010,38(30):16817-16819.
- [12] 元振,赵广才,常旭虹,等. 小麦产量与农艺性状的相关分析和通径分析[J]. 作物杂志,2016(3):45-50.
- [13] 赵玉坤,高根来,田玮玮,等. 基于PCA方法的夏玉米穗部性状综合评价[J]. 农学学报,2015(3):20-25.
- [14] 杜家菊,陈志伟. 使用SPSS线性回归实现通径分析的方法[J]. 生物学通报,2010,45(2):4-6.

(上接第17页)