

# 玉米苗期磷效率的相关和通径分析<sup>①</sup>

陈俊意, 徐 莉

重庆医药高等专科学校, 重庆 400030

**摘要:** 以 33 个玉米自交系为试验材料, 对其 6 个相对生物性状和苗期磷效率进行了相关和通径分析. 结果表明: 玉米苗期磷效率与相对主根长、相对地下部干质量、相对须根数、相对地上部干质量、相对株高和相对叶龄均达到极显著相关水平. 相对地下部干质量对苗期磷效率的正向直接作用最大, 通径系数为 141.917 7; 相对株高对苗期磷效率的负向直接作用最大, 通径系数为 -142.973. 其它性状的直接作用大小依次为相对叶龄(1.651 4)、相对须根数(0.120 8)、相对地上部干质量(0.110 9)和相对主根长(-0.056 7).

**关键词:** 玉米; 苗期磷效率; 相关分析; 通径分析

**中图分类号:** S513

**文献标识码:** A

土壤有效磷供应不足, 导致大田栽培条件下玉米植株缺磷, 利用现有的玉米遗传种质资源, 挖掘玉米苗期磷效率的潜力, 选育高苗期磷效率玉米自交系, 并在育种实践中加以应用, 可提高玉米对土壤磷素的利用效率. 玉米苗期磷效率是一个受多基因控制的数量性状<sup>[1]</sup>, 同时又受其他数量性状相互影响<sup>[1-9]</sup>, 从而对高苗期磷效率玉米新品种的选育工作造成不确定性. 本实验通过对影响玉米苗期磷效率主要生物因素(相对株高、相对地上部干质量、相对主根长、相对须根数、相对地下部干质量和相对叶龄)的遗传相关和通径分析, 以明晰各数量性状之间的相关性及对苗期磷效率的增益大小, 为玉米苗期磷效率育种提供理论依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验利用常用的玉米(*Zea mays* L.) 4 大骨干自交系和西南地方种质自交系共 33 个不同品种, 即 5003、7922、32、48-2、M017、77、3H-2、自 330、黄早四、黄 C、丹 340、郑 22、贞 367、8535、5311、502196、木 6、52106、7146、E28、B8 金、488、286、7331、3189、7327、9195、178、082、S37、掖 107、095、交 51. 所有品种由西南大学玉米研究所提供.

### 1.2 试验方法

试验于 2007 年 3-4 月在重庆西南大学进行, 田块为砂壤土, 土壤营养成分由西南大学资源环境学院土壤与生命元素分析室测定. 供试土壤营养成分: pH 6.6, 有机质 8.14 g/kg, 全磷(P)0.243 g/kg, 全钾(K)11.74 g/kg, 碱解氮(N)15.3 mg/kg, 速效磷(P)2.6 mg/kg, 速效钾(K)20.0 mg/kg.

田间试验采取随机区组设计, 3 次重复. 3 月 20 日播种, 每个自交系每个磷水平种 5 窝, 行距 1 m, 窝距 0.33 m, 播种前选取均匀饱满的种子, 种子用适量的种衣剂包裹, 每窝播种 5 粒, 出苗后留 2 株, 小区田块周围种 2 行(或窝)的保护行(或窝), 施 N 肥 120 kg/hm<sup>2</sup>, K 肥 50 kg/hm<sup>2</sup> 作底肥, 肥源为尿素和氯化

① 收稿日期: 2008-04-23

基金项目: 重庆市重大科技专项水稻玉米良种创新工程资助项目(CSTC2007AB1045).

作者简介: 陈俊意(1973-), 男, 重庆开县人, 博士, 主要从事作物遗传育种研究.

钾. 高磷水平的土壤施 20% 的过磷酸钙 110 kg/hm<sup>2</sup> 作底肥, 低磷水平的土壤不施磷肥, 常规管理. 出苗后培育 25 d 采收, 采收前 2 h 测量株高和记录叶龄. 采收材料时, 完整地挖取具有全部根系的植株, 洗净. 根系、地上部剪断分开, 测量主根长, 记录须根数, 105 °C 杀青 30 min, 80 °C 恒温烘干, 测定根系、地上部干质量. 粉碎后按钒钼黄法测定磷含量<sup>[10]</sup>.

本试验各项生物指标的相对值——相对主根长(X1)、相对地下部干质量(X2)、相对须根数(X3)、相对地上部干质量(X4)、相对株高(X5)和相对叶龄(X6), 用低磷与高磷的相应生物指标的比值表示. 苗期磷效率(Y)用低磷与高磷的植株全株的磷积累量相对值表示<sup>[3-4]</sup>. 数据处理采用 DPS7.05 软件.

## 2 结果与分析

### 2.1 相关性分析

表 1 玉米苗期磷效率与相对生物性状的相关系数

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X2	0.491 3**					
X3	0.948 6**	0.560 7**				
X4	0.497 5**	0.412 1*	0.567 8**			
X5	0.491 2**	0.999 9**	0.560 6**	0.412 1*		
X6	0.730 9**	0.879 9**	0.833 4**	0.458 9**	0.879 8**	
Y	0.807 2**	0.483 2**	0.919 **	0.476 **	0.483 1**	0.836 9**

注: “\*”和“\*\*”分别表示 5% 和 1% 显著水平.

表 1 结果显示, 玉米苗期磷效率与相对主根长、相对地下部干质量、相对须根数、相对地上部干质量、相对株高和相对叶龄均达到极显著相关水平, 说明玉米植株相对主根长、相对地下部干质量、相对须根数、相对地上部干质量、相对株高和相对叶龄共同协调生长, 植株才有较高的苗期磷效率. 同时发现相对主根长、相对地下部干质量、相对须根数、相对地上部干质量、相对株高和相对叶龄两两之间也达到显著或者极显著相关水平.

### 2.2 通径分析

不同性状对玉米苗期磷效率的直接通径系数大小可以反映出其对苗期磷效率的相对重要性. 相对生物性状与苗期磷效率的通径分析结果见表 2.

表 2 玉米苗期磷效率与相对生物性状的通径系数

性状	直接	间 接					
		1→Y	2→Y	3→Y	4→Y	5→Y	6→Y
X1, 1	-0.056 7		69.722 1	0.114 5	0.055 2	-70.235	1.207 1
X2, 2	141.917 7	-0.027 8		0.067 7	0.045 7	-142.973	1.453
X3, 3	0.120 8	-0.053 8	79.567 3		0.063	-80.154 7	1.376 3
X4, 4	0.110 9	-0.028 2	58.482 7	0.068 6		-58.915 8	0.757 8
X5, 5	-142.973	-0.027 8	141.917 7	0.067 7	0.045 7		1.453
X6, 6	1.651 4	-0.041 4	124.866 4	0.100 6	0.050 9	-125.791	

#### 2.2.1 相对地下部干质量对苗期磷效率的直接效应

相对地下部干质量对苗期磷效率的直接通径系数为 141.917 7, 对苗期磷效率的直接贡献居各相对生物性状之首. 通过相对株高对苗期磷效率有较大的负向间接效应, 从而掩盖了相对地下部干质量对苗期磷效率的直接贡献; 通过相对主根长对苗期磷效率有负向间接效应; 通过相对叶龄、相对须根数和相对地上部干质量对苗期磷效率有正向间接效应. 因此, 相对地下部干质量可作为一个高苗期磷效率指示性状, 在一定的范围内选择相对地下部干质量较高的类型, 容易选育出较高的苗期磷效率玉米新品种.

#### 2.2.2 相对叶龄对苗期磷效率的直接效应

相对叶龄对苗期磷效率的直接通径系数为 1.651 4, 对苗期磷效率的正向直接贡献居相对地下部干质量之后. 通过相对地下部干质量对苗期磷效率有较大的正向间接效应; 通过相对须根数和相对地上部干质

量对苗期磷效率有正向间接效应;通过相对株高对苗期磷效率有较大负向间接效应,从而掩盖了相对叶龄对苗期磷效率的直接贡献;通过相对主根长对苗期磷效率有负向间接效应.由此可见,选择适当的相对叶龄可以提高玉米品种的苗期磷效率.

### 2.2.3 相对须根数对苗期磷效率的直接效应

相对须根数对苗期磷效率的直接通径系数为 0.120 8,通过相对地下部干质量对苗期磷效率有较大正向间接效应;通过相对叶龄和相对地上部干质量对苗期磷效率有正向间接效应;通过相对株高对苗期磷效率有较大负向间接效应,掩盖了相对须根数对苗期磷效率的直接贡献;通过相对主根长对苗期磷效率有负向间接效应.可以选择适当的相对须根数,提高玉米品种苗期磷效率.

### 2.2.4 相对地上部干质量对苗期磷效率的直接效应

相对地上部干质量对苗期磷效率的直接通径系数为 0.110 9,通过相对地下部干质量对苗期磷效率有较大正向间接效应;通过相对叶龄和相对须根数对苗期磷效率有正向间接效应;通过相对株高对苗期磷效率有较大负向间接效应,掩盖了相对地上部干质量对苗期磷效率的直接贡献;通过相对主根长对苗期磷效率有负向间接效应.可以选择适当的相对地上部干质量,提高玉米品种苗期磷效率.

### 2.2.5 相对株高对苗期磷效率的直接效应

相对株高对苗期磷效率的直接通径系数为-142.973,与其他相对生物性状相关系数均(极)显著.通过相对地下部干质量对苗期磷效率有较大的正向间接作用;通过相对须根数、相对地上部干质量和相对叶龄对苗期磷效率有正向间接效应;通过主根长对苗期磷效率的间接效应为负值.因此,在玉米苗期磷效率育种过程中,过分强调相对株高的选育,不利于品种苗期磷效率提高.

### 2.2.6 相对主根长对苗期磷效率的直接效应

相对主根长对苗期磷效率的直接通径系数为-0.056 7,与其他相对生物性状相关系数均(极)显著.通过相对地下部干质量对苗期磷效率有较大的正向间接作用;通过相对须根数、相对地上部干质量和相对叶龄对苗期磷效率有正向间接效应;通过相对株高对苗期磷效率的间接效应为较大负值.建议在玉米苗期磷效率育种过程中应在适当的范围内选择良好的相对主根长的品种.

## 3 讨 论

本研究通过通径分析,揭示了玉米苗期磷效率各相关因素之间的相互作用及它们对苗期磷效率作用的大小.结果表明:各因素与苗期磷效率的关联强度不完全相同.相对地下部干质量是苗期磷效率的直接作用因素,这与根系的养分吸收有关.除此之外,本研究结果提示相对主根长直接作用为负值.一般研究认为,根系主根长是养分吸收一个确定的独立作用因素,但其与苗期磷效率的关系并不明确.本研究中通径分析结果是相对株高对苗期磷效率的作用为负值.一般来说,株高对养分吸收无影响,但株高可使苗期磷效率降低.本研究结果也提示,相对株高是苗期磷效率的直接负向因素.本研究的通径分析是在 33 个玉米自交系基础上进行的,其结果有一定局限性,要阐明各作用因素之间的关系及其对苗期磷效率的直接和间接作用,还需基于玉米杂交种的通径分析.

### 参考文献:

- [1] Zhu J, Lynch J P. The Contribution of Lateral Rooting to Phosphorus Acquisition Efficiency in Maize (*Zea mays* L.) seedlings [J]. *Funct Plant Biol*, 2004, 31: 949-958.
- [2] 王荣萍,王 艳,黄建国.低磷胁迫对不同基因型玉米产量性状的影响 [J].西南农业大学学报(自然科学版),2004,26(6):35-39.
- [3] 周肇君,王校常,吴文彬.根系分泌物对几种难溶磷活化作用的研究 [J].西南农业大学学报(自然科学版),2001,23(5):33-37.
- [4] 陈俊意,蔡一林,徐德林,等.不同玉米基因型苗期磷效率和相对生物指标的差异及其回归模型 [J].植物营养与肥料学报,2007,13(6):1068-1076.
- [5] 王国强,陈 娅,蔡一林,等.9个玉米自交系主要数量性状的配合力分析 [J].西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(6):900-903.

- [6] 王国强, 蔡一林, 王久光, 等. 10 个玉米自交系株型性状的配合力分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2005, 27(3): 89—93.
- [7] 杨瑞吉, 牛俊义. 磷胁迫对油菜根系分泌物的影响 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2006, 28(6): 895—899.
- [8] 李昌满. 杂交茎瘤芥干物质积累和氮磷钾吸收特性研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2006, 28(4): 598—600.
- [9] 王久光, 蔡一林, 孙海艳. 西南主要玉米地方种质自交系的 RAPD 标记聚类分析 [J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2004, 26(5): 35—39.
- [10] 张志良. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1990: 36—39.

## Correlation and Path Analysis of Relative Biologic Characters and Phosphorus Efficiency in Seedling of Maize

CHEN Jun-yi, XU Li

*Chongqing Medical and Phamaceutical College, Chongqing 400030, China*

**Abstract:** The correlation and path analysis of 6 relative biologic characters and phosphorus efficiency in seedling of maize inbred (lines) were studied. The results showed that the phosphorus efficiency had significant positive correlations with relative root length, relative root weight, relative fibrous root number, relative above ground weight of plant, relative plant height and relative leaf age. And relative root weight had the most positive influence on the phosphorus efficiency with the direct path coefficient 141.917 7, relative plant height had the most negative influence on the phosphorus efficiency with the direct path coefficient -142.973. The influence order of other characters was relative leaf age (1.651 4), relative fibrous root number (0.120 8), relative above ground weight of plant (0.110 9), and relative root length (-0.056 7).

**Key words:** maize; phosphorus efficiency; correlation analysis; path analysis

责任编辑 夏娟