

# 不同来源大豆品种耐低磷能力的评价<sup>\*</sup>

年 海 郭志华<sup>\*\*</sup> 余让才 卢永根 黄 鹤

(华南农业大学农学系 广州 510642)

## 摘 要

本试验采用适应高磷肥沃土壤的东北大豆品种,适应浙江低丘红壤的耐低磷品种浙春 2 以及原产我国华南低磷土壤的广东当地品种为材料,对不同来源品种的耐低磷能力进行了评价。试验在缺磷红壤中进行,施磷分别为 0、2.5 和 5g/盆,每盆 2.5kg 土。

试验结果表明,不同地理来源的品种对低磷土耐性明显不同。东北品种明显不耐低磷,而浙春 2 和一些广东品种对低磷或中等磷水平土壤适应性较好。广州中粒春豆地上和地下干物重在不同处理均最高,而且随磷施用量增加而增高。浙春 2 梅州春豆和南雄黄豆在 2.5g 磷水平时,根干重就达最高值,而地上干重也达 5g 水平的 90% 以上,说明这些品种较耐低磷。株高、地上和地下干物重在低磷水平下相关都达极显著水平,说明这几个性状都可作为鉴定大豆品种耐低磷的指标。在低磷情况下大豆叶质重增重。高耐低磷和中等耐性的品种都是在 2.5g 磷水平时光合速率最高,这与不耐低磷品种是不同的。耐低磷能力与叶温、叶室温度以及蒸腾速率无关。

关键词 大豆;低磷土;耐性

磷在植物生命活动中有着重要的生理功能。磷是细胞核和原生质的组成部分,其在植物碳水化合物移动和代谢中也起重要作用。然而一些土壤中的磷有效性低,所以筛选及培育对磷利用效率高的作物品种,在农业生产上有很大的实际意义。

国内外有关大豆耐低磷方面的研究很少,因此,对大豆耐低磷特性及其品种间的差异知之甚少。本试验采用在东北肥沃土壤种植的耐高肥品种黑农 37 吉林 27 和辽豆 9,在浙江低丘红壤中种植的品种浙春 2 号,以及一些在广东旱地缺磷土壤种植的品种为材料,以期对不同来源品种的耐低磷能力进行比较评价。

<sup>\*</sup> 此研究是中国博士后及广东博士后科研基金资助课题的一部分。

<sup>\*\*</sup> 郭志华, 华师大地理系。

收稿日期 1997-10-10 This paper was received on Oct. 10, 1997.

## 材料与方法

供试土壤为酸性缺磷土,土壤 pH 值为 4.8,速效磷  $8\text{mg/L}$ 。土壤每盆施石灰  $7\text{g}$ ,每盆装土  $2.5\text{kg}$ 。磷三个处理分别为每盆施过磷酸钙  $0\text{g}$ ,  $2.5\text{g}$ , 和  $5\text{g}$ 。另外,施尿素和  $\text{KCl}$  各  $2\text{g/盆}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 0.85\text{g/盆}$ 。同时以液体肥方式施入  $\text{H}_3\text{BO}_3 \cdot 0.085\text{g/盆}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdot 0.025\text{g/盆}$ ,  $\text{NH}_4\text{MgO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \cdot 0.0025\text{g/盆}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \cdot 0.065\text{g/盆}$ 。

参试品种共 10 个,分别来自黑龙江省(黑农 37),吉林省(吉林 27),辽宁省(辽豆 10),浙江省(浙春 2),另 6 个品种,分别来自广州(广州中粒春豆),阳春(阳春小粒春豆),化州(化州春豆),梅州兴宁(梅州春豆),南雄(南雄黄豆)和佳海(佳海双色豆)。大豆直播入盆中。东北品种在低磷处理( $0\text{g/盆}$ ),出苗后出现病害,后从高磷处理处移苗一次,最后定苗 4 株/盆。东北品种与浙春 2 花期接近,为出苗后 25–28 天,广东品种开花期为 32 天左右,出苗后 35 天收获,测定了株高、地上植株干物重、地下部分干物重及叶质量。同时在收获前测定了光合速率,叶片及叶室温度、蒸腾速率及胞间  $\text{CO}_2$  浓度,仪器为美国产的 CID-301 便携式  $\text{CO}_2$  分析仪。

## 结果与分析

### 1 大豆耐低磷能力的品种差异

种子出苗时东北品种在低磷处理出现了“白霉病”,这可能与低磷有关。有研究发现作物由于营养不良可能会诱发一些病害。有关磷对植物抗病性的影响报道很多,认为磷能提高作物对真菌病害的抵抗。在施用磷肥的情况下,大麦霉菌感染率减轻<sup>[3,4]</sup>。本试验结果表明,大豆耐低磷能力可能由于病害的原因在幼苗期就表现出来,但此现象待进一步验证。

出苗后 15 天,大豆不同处理株高无显著差异,只是东北品种在 0 处理略低于  $5\text{g}$  处理(表 1)。三个处理的平均数分别为  $11.4\text{cm}$ ,  $11.6\text{cm}$  和  $11.6\text{cm}$ ,无差异,这说明大豆的苗期由于需磷较少,耐低磷的差异因而无法表现出来。从外观上看,大豆在出苗后 20 天各处理开始出现差异,这可以很容易从不同处理的株高上观察到。出苗后 27 天平均株高明显出现随施磷量增加而增高的趋势,但不同品种反应也不同,东北品种在低磷( $0\text{g}$ )和  $2.5\text{g}$  水平株高明显低于  $5\text{g}$  水平,而南方品种在  $2.5\text{g}$  水平的株高与  $5\text{g}$  水平的株高较接近,如浙春 2 梅州春豆都高于  $5\text{g}$  水平的株高。在 35 天收获时,浙春 2 在 0 和  $2.5\text{g}$  处理株高分别达到  $5\text{g}$  水平的 93.5% 和 95.8%,说明其耐低磷能力较强。其它来自广东的品种相对株高也明显高于北方品种,除广州中粒春豆在  $0\text{g}$  水平相对株高为 76.6% 外,其它品种的相对株高都达 82% 以上。这说明从株高上可以看出浙江及广东品种从整体上明显比东北的三个品种更耐低磷。广州中粒春豆在三个磷水平都表现株高最高,说明其对磷肥不但反应较敏感而且在低磷条件下也有很好的生产力。

大豆进入生殖生长时,虽然耐低磷能力可在株高上表现出来,但对不同施磷水平的植株地上和地下干物重分析,可以更准确地对大豆耐低磷能力进行评价。北方品种的绝对根

干重和相对根干重都明显低于南方品种。这和株高反应是一致的。地上干重虽没有地下干重表现的明显,但基本上有同样趋势,只是辽豆 10相对高一些。浙春 2 梅州春豆及南雄黄豆在 2.5g 水平时根干重已超过或达到 5g 水平的根干重,因此根干重达 100%,地上植株干重也都达 90% 以上,说明这几个品种较耐低磷。阳春小粒和佳海双色豆在 2.5g 的地上干重相对 5g 水平也较高,分别为 95.9%和 94.2%,说明这两个品种虽然在低磷水平的相对地上干重略低,但在中等磷水平就可基本满足其生理需要。而黑农 37和吉林 27在 2.5g 水平与 0 g 水平接近,这说明从地上干重看,这两个品种需要高磷水平才能满足其发育要求,因而在 2.5g 水平也表现严重缺磷。

表 1 不同磷水平大豆品种的株高

Table 1 Plant height of soybean cultivars at various P levels

品种 Cultivar	15天株高 (cm)			27天株高 (cm)			35天株高 (cm)		
	Plant height of 15 days			Plant height of 27 days			Plant height of 35 days		
	P水平 P levels			P水平 P levels			P水平 P levels		
	0 g	2.5 g	5 g	0 g	2.5 g	5 g	0 g	2.5 g	5 g
黑农 37 HeiNong 37	10.6d	10.8e	11.0e	13.8h	17.6f	21.5g	16.6(67.5)g	19.8(80.5)l	26.6h
吉林 27 JiLin 27	11.3cd	11.0e	11.8cd	17.2f	18.6e	22.6f	22.0(70.1)e	23.6(75.2)g	31.4de
辽豆 10 LiaoDou 10	9.4e	9.8f	10.6e	15.7g	18.4e	20.8h	19.9(66.6)f	22.0(76.9)h	28.6g
浙春 2 Zhe spring 2	11.7c	11.0e	11.5d	19.8c	22.4c	21.0gh	27.5(93.5)c	28.2(95.8)f	29.4f
广州中粒春毛豆 G Z spring	12.0bc	12.5b	12.0c	22.3b	28.5a	29.8a	29.6(76.6)a	36.3(94.0)a	38.6a
阳春小粒春豆 Yangchun spring	11.4c	12.0c	11.8cd	19.0d	22.5c	22.8ef	28.0(83.8)b	30.2(90.4)d	33.4c
化州春豆 HuaZhou spring	10.8d	11.4d	11.0e	18.3e	21.6d	23.4e	25.8(83.8)d	29.4(95.5)e	30.8e
梅州春豆 Mei Zhou spring	13.0a	13.3a	13.4a	24.0a	28.5a	28.0b	28.5(82.4)ab	33.5(96.8)c	34.6b
南雄黄豆 N X yellow seed	11.2cd	11.5d	10.8e	19.7c	22.4c	25.6c	27.3(86.1)c	28.8(90.9)ef	31.7d
佳海双色豆 J H double colour seed	12.3b	12.0b	12.5b	20.3c	23.8b	24.7d	29.1(83.1)a	34.3(98.0)b	35.0b
平均 ( $\bar{X}$ )	11.4	11.6	11.6	19.0	22.4	24.0	25.4	28.6	32.0

注: 括号内数字表示相对于 5g /pot 处理株高的百分率  
Figure in parentheses in the percentage of plant height to that of 5g /pot.

在 0 g 水平大豆平均叶质重最重,而在 5g 水平叶质重明显较轻,这说明在缺磷情况下叶质重有变重的趋势,耐性品种多有这种反应。但佳海双色豆、吉林 27和黑农 37是在 2.5g 时达最重。叶质重在缺磷时变重主要是和大豆在缺磷时叶变厚有关,在缺磷时大豆表现为叶小且厚度增加。在正常肥力水平叶质重的较重品种往往光合效率较高<sup>[1-2]</sup>,但大豆在缺磷时由于叶子较小,总光合面积减少,以及由于缺磷引起的氮代谢问题(叶子深绿),单位面积的光合速率会明显降低。

表 3 株高与地上及地下干重的相关 (0g /pot P)

Table 3 Correlations between shoot dry weight and root dry weight

项目 Item		地上干重 Shoot dry weight	地下干重 Root dry weight
15天株高	Plant height of 15 days	0.48	0.57
27天株高	Plant height of 27 days	0.78	0.73
35天株高	Plant height of 35 days	0.85	0.79

表 4 地上与地下干重在不同 P 水平的相关

Table 4 Correlations between shoot dry weight and root dry weight at various P levels

P水平	P level	相关系数	Correlation
0		0.89	
2.5		0.82	
5		0.91	

本试验也表明,在 5g 磷水平多数品种地上干重差异不明显(表 2),如浙春 2 与吉林 27,阳春小粒春豆、梅州春豆和南雄黄豆都无显著差异。而在 0 g 水平浙春 2 的地上干物重明显高于这些品种,这明显体现出品种耐低磷能力的差异是存在的

相关分析表明,不同磷水平下大豆的地

表 5 不同耐低磷品种在不同磷水平下的光合特性

Tbale 5 Photosynthesis traits of varieties with different low – P tolerance varieties at various P levels

品种	Cultivar	对低磷反应类型	光合速率 Photosynthesis rate			
		Reaction type	高 P High P	中 P Middle P	低 P Low P	
黑农 37	Hei Nong 37	S	35.4	33.2	31.0	
吉林 27	Ji Lin 27	S	34.0	29.4	28.3	
梅州春豆	Mei spring	MR	26.4	29.5	25.2	
浙春 2号	Zhe spring 2	R	33.9	34.9	33.3	
广州中粒春豆	G Z spring	S	31.7	31.9	31.8	
平均 $\bar{X}$			32.3	31.8	29.9	

品种	Cultivar	叶温及叶室温 Leaf and internal leaf temperature			蒸腾速率 Transpiration rate		
		高 P	中 P	低 P	高 P	中 P	低 P
		High P	Middle P	Low P	High P	Middle P	Low P
黑农 37	Hei Nong 37	30.7(29.6)	30.8(29.3)	30.7(29.3)	5.6	5.1	5.8
吉林 27	Ji Lin 27	30.5(28.8)	30.3(28.6)	30.5(28.7)	5.7	5.7	6.1
梅州春豆	Mei spring	30.8(29.1)	31.0(29.2)	30.6(28.7)	6.0	6.0	5.6
浙春 2号	Zhe spring 2	30.8(29.9)	30.4(29.7)	30.5(29.6)	6.4	6.2	6.2
广州中粒春豆	G Z spring	30.6(29.1)	30.4(28.0)	30.3(29.4)	6.7	6.5	6.4
平均 $\bar{X}$		30.7	30.6	30.6	6.1	5.9	6.0

注: S对低磷敏感; MR中耐低磷品种; R耐低磷品种。 括号内数字为叶室温度。

S sensitive to low P; MR medium tolerance; R tolerant.

高 P代表施磷 5g /pot; 中 P代表施磷 2.5g /pot; 低 P代表施磷 0g /pot

Hgh P 5g /pot; Medium P 2.5 /pot; Low P 0g /pot.

上和地下干物重都极显著相关。在低磷情况下, 15天、 27天和 35天株高间的相关都达极显著水平。在低磷情况下,株高与干物重(地上和地下)都呈正相关,只有 15天的株高与干

物重间的相关未达显著水平。这说明地上和地下干物重以及 27天以上的株高都可作为评价大豆耐低磷能力的指标。叶质重虽然与地上和地下干物重呈正相关,但都未达到显著水平。由于株高较显而易见,因此,是进行目测筛选的可靠指标,而且生育时间越长,结果也越准确(相关越高)。

## 2 大豆在不同磷水平下的光合特性

在大豆生长 34天时测定了大豆不同耐性品种的光合速率、叶片温度、叶室温度、蒸腾速率。结果表明耐性品种浙春 2号在中等磷水平光合速率最高,而在低磷水平下光合速率也较高,基本与高磷水平相近。而不耐低磷品种吉林 27和黑农 37都在高磷水平下光合速率最高,低磷水平时最低,而且不同处理差异明显。对磷反应较敏感且在低磷水平时生物量最高的广州中粒春豆在三个磷水平上光合速度基本接近。对磷中等耐性的梅州春豆在中等磷水平时光合速度最高,而在低磷水平时最低。耐低磷性强和中等的品种都是在中等磷水平(2.5g)的光合速率达最高值,这一点和不耐低磷的品种是不同的(表 5)。

从叶温和叶室温度看,耐低磷与之没有规律性关系,蒸腾速率也与耐低磷没有关系。

## 讨 论

本试验采用的评价标准是生物量(地上和地下干重),这也是营养试验在盆栽情况下常用的标准。但品种往往对磷的反应是在生殖生长期更为强烈,虽然在广州大豆 30天左右就可进入生殖生长,对低磷的反应已经有所表现,但还不能判断品种最终的耐低磷能力。而在其它长日照地区,30天左右很难体现出品种本身对低磷耐性的差异。另外,生物量与产量并不一定呈正相关。而且影响大豆生物量的因素很多,如结荚习性、分枝能力、光周期反应等。

由于在广州光周期很短(日照短),大豆的短光照特性很容易满足,似乎受以上原因影响相对较小。但如果想根据大豆产量评价大豆的耐低磷能力,掌握品种的光温反应又显得很重要。因为有些品种虽然营养生长很旺盛,但在短光、高温条件下会出现花而不实和不鼓荚现象,因此很难评价最终产量。

总之,对大豆的耐低磷能力评价受许多因素影响,只有在同一生态类型品种中进行比较才有意义。而评价一个品种的耐低磷能力主要应以在不同磷水平下的相对生物重量为标准,因为只有选择那些在低磷水平上减产较少,而相对于其它品种又具有较高产量的品种才有意义,这样的品种才是对低磷土适应性好的品种。如果要筛选在当地种植的品种,则应以田间筛选为主,结合品种的产量表现对大豆耐低磷性进行评价才更有实用价值。

虽然不同地理来源的品种对低磷土反应各不相同,但采用不同的磷水平处理可能得到不同的结果,例如在 2.5g 水平下南雄黄豆的相对地上干物重高达 97.8%,而在 0 g 水平下其相对地上干物重只有 73.9%,这与高耐品种浙春 2(相对地上干重 81.3%)存在明显差异,因此,如果多设几个磷水平,品种之间的耐性差别会表现得更充分。

大豆对肥料相对地缺乏敏感性,有人认为这种缺乏反应的原因是因为大豆长期种在我国贫瘠的土壤上,由于自然选择已经淘汰了对肥料有反应的类型<sup>[4]</sup>。我国南方旱地基本上都缺磷,不但全磷含量低,供磷能力小,而且由于酸性土壤对磷的强烈固定作用有效磷更低。大豆在南方缺磷土上有悠久的栽培历史,品种资源丰富,因此,是筛选耐低磷品种的

理想地点,而在我国北方东北地区,土壤较肥沃,有效磷和全磷含量相对较高,大豆品种经几十年选育,已经逐渐适应高施肥水平的栽培,表现出较高的耐肥能力。

## 参 考 文 献

- [1] 王连铮, 王金陵等, 1992, 大豆遗传育种学, 北京, 科学出版社, 268- 313
- [2] 余建章, 荐立, 1983, 大豆高光效特性的遗传与高光效育种, 中美大豆科学讨论会论文集, 173- 178
- [3] 史端和, 1989, 植物营养原理, 江苏科学技术出版社, 295
- [4] V ose, P. B., S. G. Blixt, 1984, Crop breeding, a Contemporary basis. Pergamon Press Ltd. 97- 164

## EVALUATIONS FOR LOW- P TOLERANCE OF SOYBEAN CULTIVARS FROM DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGINS

Nian Hai Guo Zhihua Yu Yangchai Lu Yonggen Huang He

(Agronomy Drpartment of South China Agricultural University, Guangzhou 510642)

### Abstract

Three cultivars adapted to fertile soils of Northeast China, one cultivar adapted to lowland acid red soil and six local varieties grown in low- P soils of South China were used to evaluate differences in tolerance of low- P soil. The experiment was conducted in acid red soil and P levels were 0, 2.5 and 5g (as  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ · $\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$ ) each 2.5kg soil pot, respectively.

The result indicated that significant varietal differences were observed under low- P stress, and the cultivars obtained from Northeast China were not tolerant to low- P soil, but cultivars, such as Zhe Spring 2 and some of cultivars from South China, were more adapted to low- P or medium low- P soils. Under differing stress, both dry weight of root and shoot for "G Z Spring" were significantly highest and its dry weights of root and shoot increased as the increase of P supply. At 2.5g P level, the cultivars, Meizhou Spring, Nan X and Zhe Spring 2, reached the highest root dry weight and above 90% of the highest shoot dry weight, respectively. This indicated their higher tolerance to low- P soils. The correlations between plant height, root dry weight and shoot dry weight were positive and significant under low- P stress, indicating that all of these characters can be used satisfactorily as traits for the identification of difference of soybean in tolerance to low- P soil. Leaf dry weight per unit leaf area were higher at low- P level. Photosynthesis rates of reached the highest value for each low- P, tolerance and middle tolerant varieties at 2.5g P level, which was different from that of intolerant cultivars. Low- P tolerance in cultivars were not related with the temperatures of leaf and internal leaf and transpiration rate.

**Key words:** Soybean; Low- P soil; Tolerance