

华南酸性红壤中菜豆种质耐低磷特性的评价^{*}

廖 红 严小龙

(华南农业大学植物营养遗传研究室, 广州, 510642)

摘要 以来源于两个不同基因库(安第斯基因库和中美洲基因库)的菜豆种质为材料,利用盆栽试验比较它们在华南地区酸性红壤上对低有效磷的适应性.结果表明,供试菜豆种质在耐低磷特性方面有基因型差异.利用聚类分析对所得结果进行磷效率分类,发现MA和AN两个基因库均存在耐低磷能力和营养生长潜力的基因型,并且具有营养生长潜力的基因型一般不具有耐低磷性状.为此,必须鉴别出各种耐低磷基因型中与耐低磷有关的形态和生理生化指标,并分别找出与这些指标密切相关的基因,最后通过基因重组的方法培育理想的菜豆基因型.

关键词 菜豆;基因型;低磷效率;聚类分析

中图分类号 S324;S154.3

我国有红壤系列土壤 2 亿多 hm^2 (李庆逵, 1985),广泛分布于长江以南的大部分地区(朱祖祥, 1983),集中分布在华南热带、亚热带地区.红壤地区一般气温较高、雨量充沛,有着巨大的农业生产潜力.然而大部分红壤地区,尤其是旱、坡地的酸性红壤,都比较瘦瘠,土壤理化性状差,养分含量低,一般作物难以正常生长(卢仁骏等, 1992).

菜豆(*Phaseolus vulgaris* L.)是一种能较好地适应酸性红壤的豆科作物代表,其经济价值较高,富含蛋白质和维生素,既可作为粮食利用(粒用品种),又可当蔬菜食用(食荚品种).但在酸性红壤上发展菜豆受很多因素限制,土壤缺磷是其中之一.如果利用遗传育种的途径引种或选育一些适宜生长于这类土壤的菜豆品种,再结合改土施肥,在有效地提高这种土壤中菜豆产量的同时,克服过量施用化肥所造成的环境污染等问题,对经济、持久地利用酸性红壤具有重大的意义.据报道,菜豆对缺磷土壤的适应性表现出明显的基因型差异(Yan et al, 1995a, 1995b).

据研究,菜豆主要起源于两个独立的基因库,即安第斯基因库(AN)和中美洲基因库(MA)(Gepts, 1988).在进化上,这两个基因库是相互独立的,各自的基因型在隔离的自然环境中演化成为独特的生态类型.已有的研究表明,来自AN基因库的基因型由于地处人烟稀少地区,驯化和栽培都是零星的,未能进行系统的农艺性状选择,一般产量潜力较低(Gepts et al, 1991).而来自中美洲基因库的基因型长期种植在人口稠密地区,驯化和选择的强度较大,产量潜力较大,但个别基因型对土壤胁迫的忍耐程度较差(Beebe, 1991).本研究通过比较来自两种不同基因库的菜豆种质材料对华南地区酸性缺磷红壤的营养生长反应,通过对供试菜豆种质的耐低磷特性进行评价,为引种优良种质资源和进一步培育优良品种提供理论依据.

1997—07—23 收稿 廖 红,女,28岁,硕士,现为华南农业大学博士研究生

^{*}国家自然科学基金(39570429)、广东省科委基金(930422)资助项目

1 材料与方法

1.1 试验材料

本研究是在华南农业大学植物营养遗传室进行的. 实验所用的菜豆材料来自哥伦比亚国际热带农业中心(CIAT). CIAT 迄今搜集有 26 500 多个菜豆材料. 并通过”核心收集”的方法选取了 364 个有代表性的普通菜豆材料作田间初选(Beebe, 1991). 在此基础上从中选出 24 个材料, 分别代表不同的来源(中美基因库和安第斯基因库, 分别以 MA 和 AN 表示)、不同生长习性(丛生型, 半蔓生型, 蔓生型, 分别以 I、II、III表示). 所有供试材料中, 除 G19833、G19842、G5273 等 3 个基因型来自 AN 基因库外, 其余皆来自 MA 基因库; 此外, BAT881 和 G21212 两种基因型生长习性为 I 型, G19504、G12859 和 G3593 等 3 种基因型为 II型, 其它基因型均为 II 型.

1.2 土壤

供试土壤于 1995 年 11 月取自华南农业大学植物营养研究基地为典型的花岗岩发育的酸性赤红壤. 采样深度为 0~20 cm, 土样自然风干后过 5 mm 筛. 供试土壤的主要理化性质见表 1.

表 1 供试土壤的基本理化性质

质地	pH	有机质	全磷	全氮	速效磷 ¹⁾	速效氮 ¹⁾	速效钾 ¹⁾
		g·kg ⁻¹			mg·kg ⁻¹		
砂壤	5.23	17.7	0.28	0.73	21.2	80.1	69.2

1) 速效磷: 0.025 mol/L HCl- 0.03 mol/L NH₄F 浸提, 钼锑抗比色法测定; 速效氮: 碱解扩散法测定; 速效钾: 1 mol/LNH₄OAC 浸提, 火焰光度法测定

1.3 方法

对上述 24 种基因型的菜豆材料进行土壤盆栽试验. 每个基因型都做施磷(P₁, 施过磷酸钙 7.0 g/盆)和不施磷(P₀)两个磷水平处理, 3 次重复, 完全随机设计. 试验用 30 cm×20 cm 瓦盆, 每盆装土 5 kg (风干质量)与 1 kg 干净的粗砂(4 mm> 粒径> 2 mm)混匀后, 再与磷肥及其它肥料混匀. 各处理除磷肥用量不同外, 其它肥料用量一致(尿素、硫酸钾、硫酸镁、硫酸锌、硫酸铜及硼酸每盆用量分别为 3.0、4.0、2.0、0.04、0.02 及 0.04 g). 播种 50 d 后取样, 测定植株营养生长量和磷吸取量. 植株磷测定用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮, 钒钼黄比色法(南京农业大学, 1986).

1.4 数据处理

本研究所有的数据均用 SAS 软件包进行方差分析和多重比较. 本研究分别利用与菜豆磷效率密切相关的 9 个绝对指标(不施磷处理的菜豆地上部、根部以及整株材料的鲜质量、干质量、吸磷量)及其相对指标[(不施磷处理的结果/施磷处理的结果]×100)进行聚类分析(陈子星, 1997).

2 结果分析

2.1 不同菜豆基因型在不同磷处理下的营养生长

2.1.1 植株生长 缺磷严重影响菜豆生长. 不同基因型对缺磷的反应有所不同(图 1, 2). 无论从地上部和根部生长来看, 都表现出明显的基因型差异. 不施磷处理中, 来自 MA 基因库

的 BAT1224、G3593、G19143B 和来自 AN 基因库的 G19833，其地上部生物量均具有明显的优势；而来自 AN 基因库的 G19833，其根部生物量显著高于其它基因型，其次则为 BAT1224。在施磷条件下，除个别基因型外，各种基因型地上部生物量差异不显著；而根部生物量则表现为：除来自 MA 基因库的 BAT271、G4000 和 BAT881 三种基因型显著优于其它基因型外，其余基因型间没有显著差异。

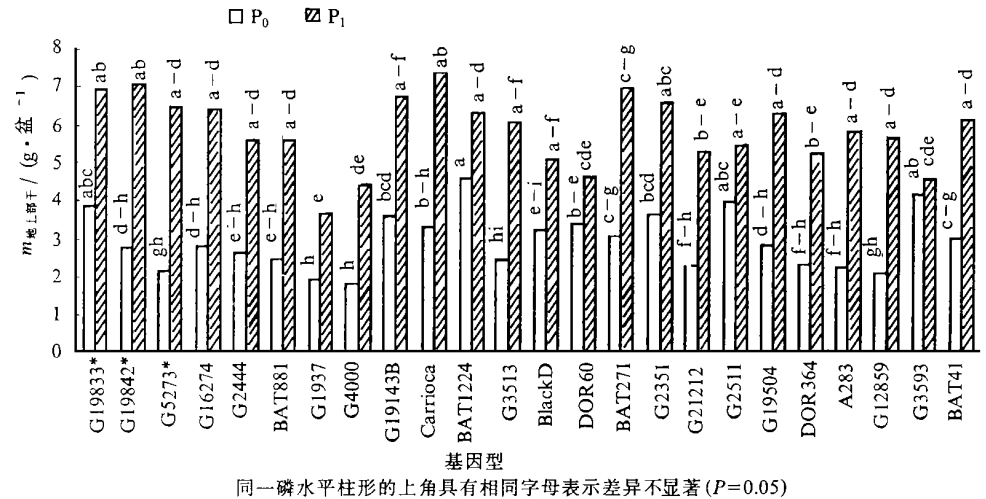


图 1 种植 50 d 后菜豆地上部生物量

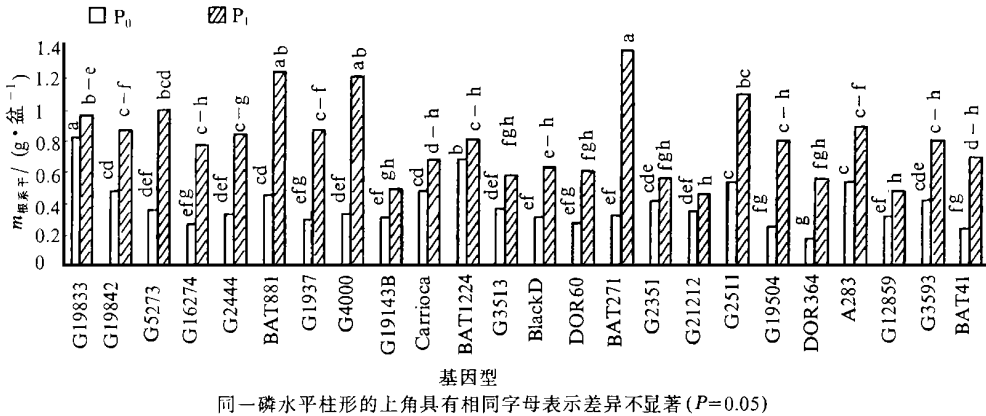
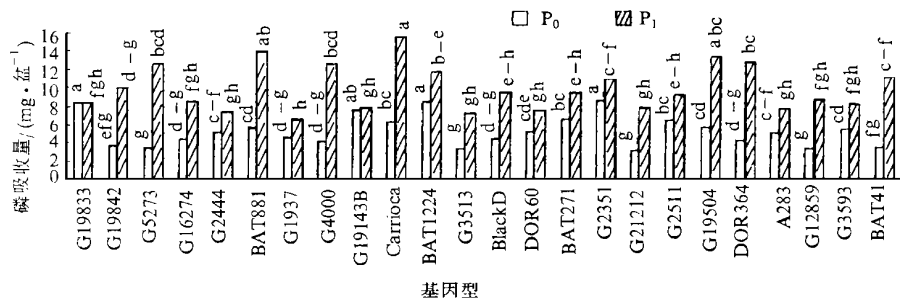


图 2 种植 50 d 后菜豆根系生物量

2.1.2 磷吸收 在营养生长阶段，不同基因型对磷的吸收有显著差异(图 3)。不施磷处理中，来自 AN 基因库的 G19833 和来自 MA 基因库的 BAT1224 显著高于其它基因型，其次为 G2511、Carrioca、BAT271、BAT881、G19504、G3593 等来自 MA 基因库的基因型；可见，无论来自 AN 基因库还是 MA 基因库的菜豆材料，在低磷条件下都可能具有有效吸收土壤磷的潜力。而在施磷处理中，只有 Carrioca 的整株吸磷量显著高于其它基因型，其余基因型整株吸磷量之间差异不显著；总而言之，来自 MA 基因库的菜豆材料在施磷条件下具有较大的吸收潜力。



同一磷水平柱形的上角具有相同字母表示差异不显著 ($P=0.05$)
图 3 种植 50 d 后菜豆对磷的吸收量

2.2 聚类分析

根据聚类分析结果, 利用绝对指标可将供试菜豆基因型耐低磷能力分为以下 3 类: 高磷效率基因型依次为: G19143B、G19833、G2351、BAT1224; 中等磷效率的基因型包括: Black、D、BAT271、G2511、G19504、A283、G3593、BAT881、DOR60、G2444、G4000、G1937、DOR364、G16274、G19842; 低磷效率的基因型: BAT41、G21212、G12859、G3513、G5273 (图 4)。

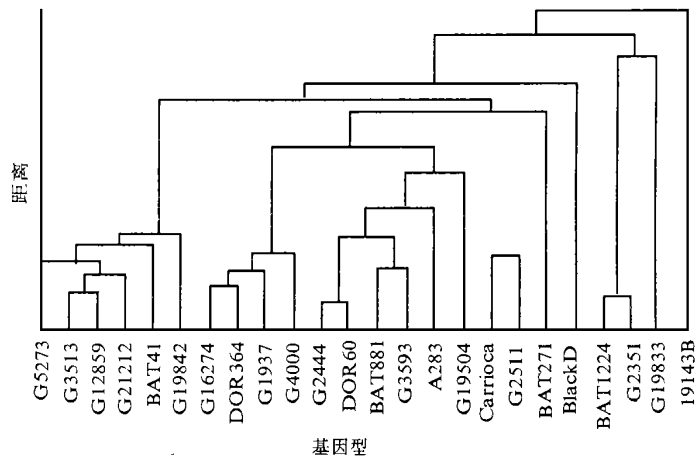


图 4 绝对指标聚类分析

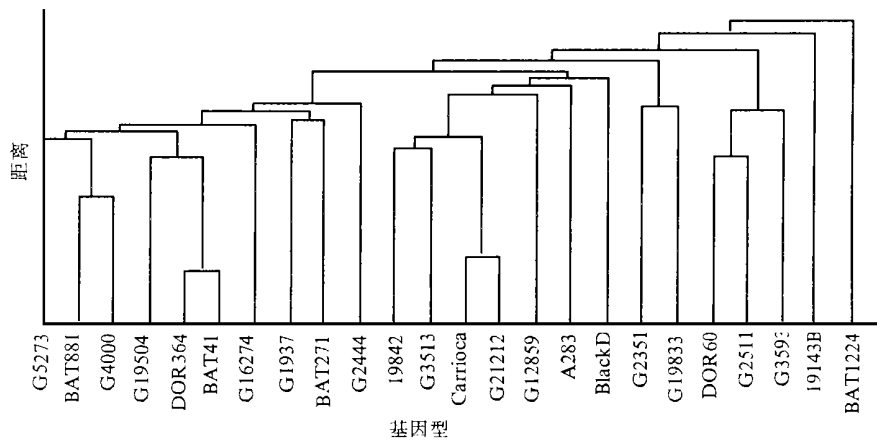


图 5 相对指标聚类分析

用相对指标进行聚类分析的结果如下:高磷效率基因型:BAT1224、G19143B、G3593、G2511、DOR60、G19833、G2351;中等磷效率的基因型:Black、D、A283、G12859、G21212、Carioca、G3513、G19842、G2444、BAT271、G1937、G16274;低磷效率基因型:BAT41、DOR364、G19504、G4000、BAT881、G5273(图5)。

3 讨论

3.1 菜豆磷效率分级方法初探

按照养分效率的定义,磷高效基因型是指在土壤有效磷低于正常水平的条件下,仍能取得较高产量的植株个体(Graham, 1984)。而这里所指的产量既可用绝对生物量(或收获产量)表示,也可用相对产量表示。由于目前还没有确定能准确反映菜豆磷效率的分级标准,本研究首次利用了9个与菜豆磷效率密切相关的绝对指标(见前文)及其相对指标,用聚类分析中的欧氏距离法进行聚类分析,既消除了用单个指标难以全面判断磷效率所造成的偏差,又能比较全面地评价供试菜豆种质的磷效率。综合绝对指标和相对指标的两种分类结果可认为:G19833、G19143B、BAT1224、G2351等基因型具有较强的耐低磷遗传潜力,而G5273、BAT41、DOR60、G19504、G4000、BAT881等基因型则在高磷条件下有较强的增产潜力。

3.2 华南地区酸性红壤中供试菜豆种质耐低磷特性的评价

本研究证实了供试菜豆在耐低磷特性方面存在着较大的遗传差异。来自两个基因库的菜豆材料均具有较为适应华南地区酸性缺磷红壤的突出基因。从聚类分析结果来看,无论AN基因库还是MA基因库均具有耐低磷遗传潜力和在高磷条件下有较强的增产潜力的基因型。

AN基因型所处的安第斯地区,大部分土壤是由火山灰发育而成的(包括有机质土壤和矿质土壤),土壤的有效磷浓度很低(Youngdahl, 1990),长期生活在这种条件下的菜豆很可能形成对低磷土壤的适应性;并且AN基因型由于驯化和栽培环境特殊而不具备现代农业品种高产、耐肥的特点。但从本研究的结果来看,AN基因库中,不仅具有耐低磷遗传潜力的基因型(G19833)而且具有高产潜力的基因型(G5273)。究其原因,可能是由于供试AN基因型中,其驯化和栽培的局部条件有别于一般的AN基因型,使其具有较高的增产潜力。

3.3 问题和展望

安第斯基因库和中美洲基因库均为菜豆的耐低磷育种提供了较好的种质资源。但具有较好的耐低磷遗传能力的基因型,其产量潜力都比较低,直接利用这些基因型的意义不大。利用常规杂交育种的方法将优良性状转移到产量潜力较高的品种中去,不仅需要消耗大量的人力物力,而且容易将不良性状带入新品种,难以达到育种目的。因此,我们建议在以后的工作中,注意鉴定各耐低磷基因型中,与适应低磷环境直接相关的形态和生理生化指标;然后,以这些指标为标记,追踪控制这些指标的DNA片断,最终通过遗传工程途径将所有优良基因转移到某一个品种中,使之具有理想的优良性状。

致谢 华南农业大学生物技术学院李明启教授、理学院卢一麟副教授为本研究提供了指导和建议,谨此致谢。

参 考 文 献

卢仁骏,严小龙,黄志武,等. 1992. 广东省砖红壤旱地土壤养分状况的网室调查. 华南农业大学学报, 1992, 15(1): 1-5.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

13(2): 74~80

朱祖洋. 1983. 土壤学: 下册. 北京: 农业出版社, 360~364

严小龙. 1995. 热带土壤中菜豆种质耐低磷特性的评价. 植物营养与肥科学报, 1(1): 30~37

李庆逵. 1985. 中国红壤. 北京: 科学出版社, 1~23

陈子星, 徐夕水. 1997. 生物统计 SAS 程序题解. 北京: 中国农业科学院计算中心, 38~207

南京农业大学. 1986. 土壤农化分析. 第 2 版. 北京: 农业出版社, 1~138

Beebe S. 1991. Breeding bean for unfavorable environments. Cali: CIAT, 1~36

Gepts P, Debunh D. 1991. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: van Schoonhoven A, Voysest O, eds. Common Beans: Research for Crop Improvement. UK: CAB International/ CIAT, 7~53

Gepts P. 1988. A middle American and an Andean common bean gene pool. In: Gepts ed. Genetic Resources of Phaseolus beans: their maintenance, domestication, evolution and utilization. Netherlands: Kluwer, 375~390

Graham R D. 1984. Breeding for nutritional characteristics in cereals. Adv Plant Nutr, 1: 57~102

Yan X L, Lynch J, Beebe S. 1995a. Genetic variation for phosphorus efficiency of common bean in contrasting soil types: I. Vegetative response. Crop Science, 35: 1 086~1 093

Yan X L, Beebe S, Lynch J. 1995b. Genetic variation for phosphorus efficiency of common bean in contrasting soil types: II. Yield response. Crop Science, 35: 1 094~1 099

Youngdahl L J. 1990. Differences in phosphorus efficiency in bean genotypes. J Plant Nutrition, 13(11): 1 381~1 392

EVALUATION OF BEAN GERMPLASM FOR LOW PHOSPHORUS TOLERANCE ON ACID RED SOIL IN SOUTH CHINA

Liao Hong Yan Xiaolong

(Lab. of Plant Nutritional Genetics South China Agric. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

Bean genotypes from two gene pools (Andean and Mesoamerican) were compared for their adaptability to low phosphorus acid red soil in South China in pot experiments. The results indicated a significant genotypic variation of low phosphorus tolerance among the tested germplasm. The results of cluster analysis showed there were genotypes with low phosphorus tolerance and high vegetative growth potential in both of the two gene pools. However, the genotypes with high growth potential in general had not the availability of low phosphorus tolerance. Therefore, it is necessary to identify the morphological and physio-biochemical indices of low phosphorus tolerance, and subsequently find the genes closely related to these indices, which will eventually be incorporated into an ideal bean genotype by recombining DNA techniques.

Keywords bean (*Phaseolus vulgaris* L.); genotype; low P tolerance; cluster analysis