

磷素营养对菜豆叶片解剖结构的影响

王秀荣 严小龙 卢仁骏

(华南农业大学植物营养遗传研究室, 广州, 510642)

摘要 通过水培试验, 对来源于不同基因库的菜豆基因型其叶厚度、栅栏组织、海绵组织厚度、单位面积栅栏组织细胞数、栅栏组织细胞面积及液泡面积进行了系统的研究, 研究结果表明: 磷素营养供应不足时菜豆整株吸磷量降低, 生长受到抑制; 中叶叶片厚度、栅栏组织、海绵组织厚度增加(DOR 60 除外), 单位面积栅栏组织细胞数也增加, 而大部分菜豆基因型的栅栏组织细胞面积及液泡面积减小。此外, 不同菜豆基因型对缺磷的反应也有不同, 磷高效大粒种基因型单位面积细胞数较多而单个细胞面积较小。

关键词 磷; 叶片解剖结构; 菜豆

中图分类号 Q 948; S 143

植物营养是植物生理活动的重要物质基础之一。因此, 营养的变化, 在结构上也必然有所反应(褚天铎等, 1995)。已有研究表明, 植物缺锌时叶肉细胞收缩, 细胞间隙增大, 叶肉细胞中叶绿体数量减少, 输导组织发育受到抑制, 机械组织不发达(褚天铎等, 1986; 1995); 植物缺铜时组织的木质化受到抑制(Graham, 1983); 棉花缺硼时细胞严重变形, 排列混乱(周晓峰等, 1993)。而磷素营养丰缺对植物组织结构的影响报导较少。本研究试图通过对菜豆植株在磷素营养丰、缺时的叶部解剖结构的系统比较, 为菜豆磷营养的“细胞及亚细胞诊断”提供一些有价值的资料。

1 材料与方法

1.1 试验材料与方法

本研究选用来源于不同基因库(MA 基因库或 AN 基因库)的 8 个菜豆基因型进行水培试验, 其中 3 个大粒种(G 19833、G 5273、G 19842)、4 个中粒种(G 1937、G 16274、G 3593、DOR 60)、1 个小粒种(A 283)。每个基因型都做不施磷(P1)和施足量磷(P2)2 个处理, 重复 3 次。水培营养液配方参考 Yan(1992)。施磷处理加入的磷肥(KH_2PO_4)用量为 163.31 mg/L 。

1.2 测定方法

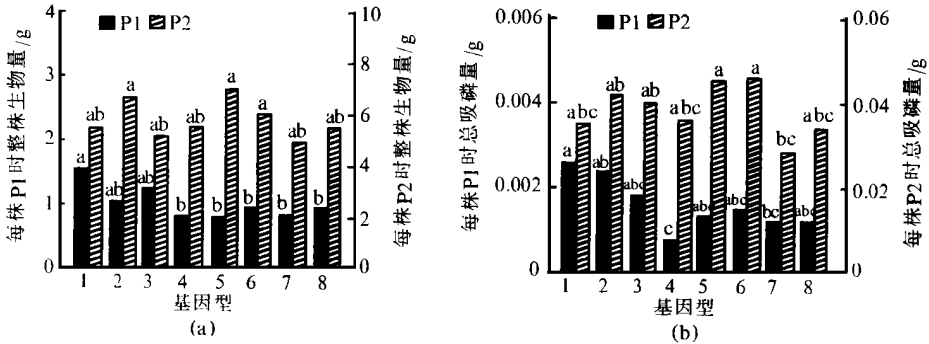
将老、中、新 3 种叶片在主脉两侧同一部位取样, 用纳瓦兴固定液固定, 乙醇系列脱水, 石蜡包埋, 进行切片。海氏铁矾苏木精—番红二重染色。在光学显微镜下用测微尺测定横切片的叶总厚度、栅栏组织和海绵组织厚度, 及中叶平皮切片的单位面积栅栏组织细胞和海绵组织细胞数。另外, 利用 Olympus 全自动显微拍摄系统对所观察的中叶叶片横切片和平皮切片进行显微拍照。细胞和液泡面积利用日本产 KP-90N 数字式求积仪测定。植株磷含量测定

采用常规方法进行. 所有的试验数据均通过计算机进行处理和统计分析.

2 结果与分析

2.1 磷素营养对植株生长的影响

营养液供磷状况严重影响菜豆植株生长, 缺磷条件下, 植株极端矮小, 出叶延迟, 各基因型叶片均仅3~4片, 叶面积很小, 叶色暗绿, 而磷供应充足时, 各基因型叶片数可达10片以上. 从图1可以看出, 供磷充足时不同菜豆基因型的生物量及吸磷量均比缺磷时高. 缺磷严重抑制菜豆生长, 且不同基因型对缺磷的反应有所不同.



- 1) (a)、(b)中柱形所表示的整株生物量、吸磷量均是3次重复的平均值, 同一磷水平柱形的上角具有相同字母表示差异不显著 ($P=0.05$);
- 2) 图中X轴标签1、2、3、4、5、6、7、8分别代表菜豆基因型G 19833、G 5273、G 19842、G 1937、G 16274、G 3593、DOR 60、A 283

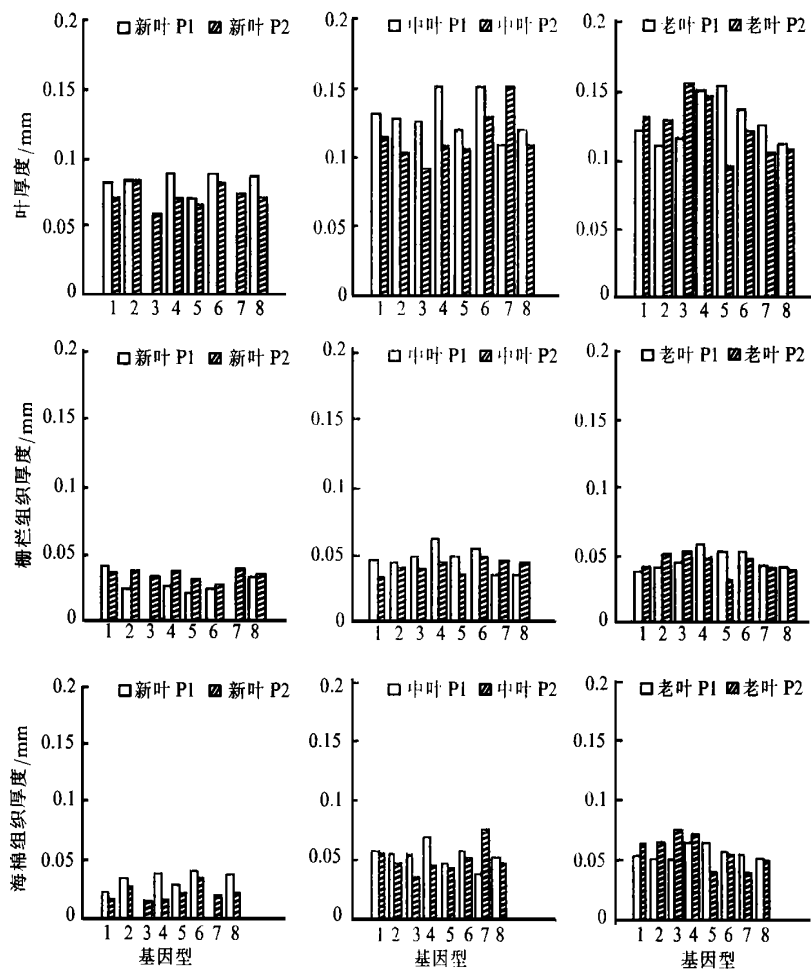
图1 不同菜豆基因型的整株生物量(a)和总吸磷量(b)

2.2 磷素营养与叶厚度

由图2首先可以看出, 各基因型新叶均较薄, 而中、老叶较厚. 其次可以看出, 磷缺乏时, 新叶的叶厚度、海绵组织厚度均增大(G 5273的叶厚度除外), 而大部分基因型的栅栏组织厚度减小(G 19833除外); 中叶的这些指标均增大(DOR 60的上述指标及A 283的栅栏组织厚度除外); 老叶的上述指标也增大(3个大粒种G 19833、G 5273、G 19842及G 1937的海绵组织厚度除外). 由横切片观察结果(见图版I、II), 首先可以看出, 缺磷对不同菜豆基因型的叶片及叶片内栅栏组织、海绵组织厚度均产生很大影响. 从内部结构来看, 缺磷条件下, 大部分叶片栅栏组织、海绵组织细胞数增多, 排列变密, 细胞内叶绿体丰富, 横切片观察结果表现为细胞排列紧密, 着色深, 这主要是由于细胞发育不良, 致使叶绿素密度相对提高; 而磷充足时, 细胞数较少.

2.3 栅栏组织细胞数目和海绵组织细胞数目的变化

对菜豆植株中叶做平皮切片(见图版I、II), 观察结果表明, 当磷素营养供应正常时, 菜豆叶片内栅栏组织和海绵组织细胞均充实、饱满、轮廓清晰; 而磷素营养缺乏时, 叶肉细胞发生收缩、变形, 并且单位面积栅栏组织细胞数较磷素营养供应正常时明显增多, 而主要起通气作用的海绵组织细胞的数目没有明显的变化规律(见表1). 表现在平皮切片上则是缺磷时, 细胞数多, 小, 有磷时细胞大, 少.



1) G19842、DOR60 两个基因型缺磷处理取样时新叶仍没长出

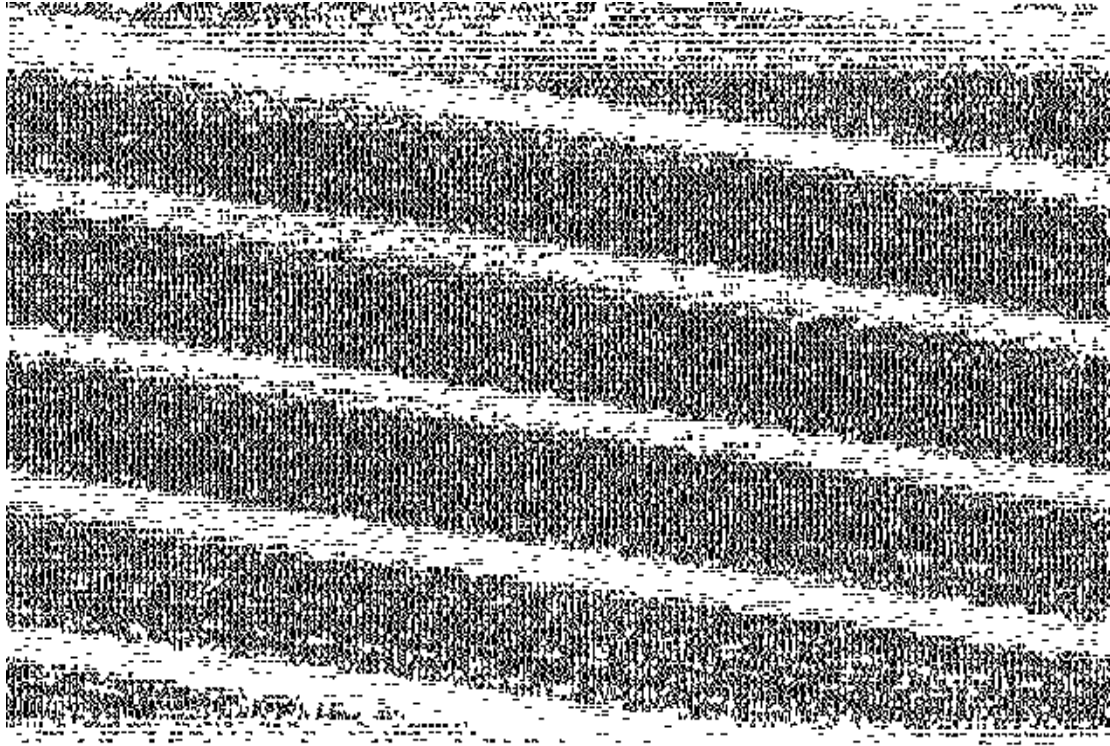
图 2 菜豆新叶、中叶、老叶各厚度指标的变化

表 1 种子大小不同的菜豆基因型中叶细胞数

基因型	栅栏组织细胞数/ (个·mm ⁻²)		海绵组织细胞数/ (个·mm ⁻²)	
	P1	P2	P1	P2
G 19833	5 502 a	3 501 a	1 148	876
G 5273	5 150 ab	3 989 a	756	970
G 19842	4 223 bc	3 811 a	761	1 210
G 1937	3 557 c	3 151 a	673	692
G 16274	3 843 c	3 255 a	803	1 133
G 3593	3 915 c	3 150 a	622	679
DOR 60	5 002 ab	3 078 a	727	578
A 283	3 558 c	3 319 a	667	766

1) 表中数据所表示的细胞数是 3 次重复的平均值, 每一列数据的末尾有相同字母表示差异不显著 ($P=0.05$).

另外,由表 1 每平方毫米栅栏组织细胞数亦可以看出,大粒种基因型受磷处理的影响较中粒种(DOR 60 除外)大,也就是说,在磷充足时,各基因型间细胞数目差异不显著的情况下,缺磷会促使大粒种更多地增加细胞数目,以缓和磷缺乏对植株生物量造成的影响.从而导致缺磷条件下各基因型间细胞数目有差异.这与图 1 中植株生物量大粒种较大的结果一致.



图版I 菜豆 G 19833 不同叶节位(从上到 1、2、3 依次为新、中、老叶)、不同磷水平(左为缺磷,右为磷供应充足)的横切照片及中叶不同磷水平平皮切片照片(4)× 200 倍

图版II 菜豆 G 3597 不同叶节位(从上到 1、2、3 依次为新、中、老叶)、不同磷水平(左为缺磷,右为磷供应充足)的横切照片及中叶不同磷水平平皮切片照片(4)× 200 倍

2. 4 栅栏组织细胞面积和液泡面积的变化

由以上分析我们知道,磷素营养缺乏时,中叶的平皮切片单位面积栅栏组织细胞数较多,而磷素供应充足时单位面积细胞数少.而就单个细胞来说,其面积及其液泡面积随磷水平的变化又怎样呢?为此,我们对上述菜豆中叶叶片细胞面积、液泡面积大小进行了进一步的统计分析.从横切片、平皮切片上细胞面积统计结果来看(表 2),总的来说,2 种切片上大部分基因型表现为不施磷时细胞面积较施磷时小,平皮切片液泡面积也出现这种规律.

比较平皮切片磷素丰,缺时细胞面积的变化可以看出(表 2),磷的充足供应使细胞明显增

大,但增加的幅度大粒种较大,而中粒种较小,此变化规律与单位面积细胞数的变化规律相似(表 1),而横切片结果无此规律性(表 2).

表 2 中叶栅栏组织的细胞面积及液泡面积

基因型	平皮切片 细胞面积 /($\times 10^{-6} \text{ cm}^2$)		平皮切片 液泡面积 /($\times 10^{-6} \text{ cm}^2$)		横切片 细胞面积 /($\times 10^{-6} \text{ cm}^2$)		横切片有大液泡 的细胞面积 /($\times 10^{-6} \text{ cm}^2$)		横切片 大液泡面积 /($\times 10^{-6} \text{ cm}^2$)	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
G 19833	0.90	1.74	0.33	0.78	5.08	5.48	6.09	5.47	3.37	2.46
G 5273	0.53	0.67	0.33	0.33	3.40	4.90	3.40	4.90	1.07	1.87
G 19842	0.92	1.37	0.33	0.46	6.64	7.19	6.58	7.18	3.20	3.37
G 1937	1.70	1.78	0.60	0.63	6.55	6.97	8.45	6.92	3.90	3.28
G 16274	1.72	1.89	0.80	0.83	6.13	4.27	7.91	3.94	3.76	1.78
G 3593	1.33	2.03	0.60	1.00	8.07	7.30	8.22	9.37	4.33	4.62
DOR 60	0.70	0.80	0.33	0.33	5.77	7.45	5.68	7.33	3.52	— ¹⁾
A 283	1.42	2.28	0.55	0.87	5.35	6.13	5.22	5.97	2.43	2.33

1) 此基因型 P2 处理时未发现大液泡.

3 讨论

由此可见,菜豆的磷素营养状况不同,不仅影响菜豆整株吸磷量,抑制菜豆植株生长,同时也影响植株的解剖结构.磷素营养供应不足时,菜豆基因型的中叶叶片厚度、栅栏组织、海绵组织厚度增加(DOR 60 除外),单位面积栅栏组织细胞数也增加,而大部分菜豆基因型的栅栏组织细胞面积及液泡面积减小.另外,不同菜豆基因型对缺磷的反应也不同,磷素营养不足的情况下,大粒种菜豆生物量较高,单位面积细胞数较多而单个细胞面积较小,这就说明缺磷会促使大粒种更多地增加单位面积细胞数以缓和缺磷对其植株生物量造成的影响.

磷是植物体内核酸的重要组成元素,而核酸是作物生长发育、繁殖和遗传变异中极为重要的物质.缺磷会影响核苷酸与核酸的形成,使细胞的形成和发育受到抑制,导致作物生长发育停滞.本研究的结果可能正是由于磷素营养不足影响到植物体内细胞的正常扩张和正常发育所造成的.具体原因有待于进一步的探讨.

参 考 文 献

周晓峰,王运华. 1993. 硼对棉花叶柄解剖结构的影响. 华中农业大学学报. 12 (2): 122 ~ 125
褚天铎,刘新保,王淑惠. 1986. 玉米缺锌的形态解剖表现. 北京农业科学. 4: 10~ 11
褚天铎,刘新保,李春花,等. 1995. 锌素营养对作物叶片解剖结构的影响. 植物营养与肥料学报, 1(1): 24 ~ 29
Graham R D. 1983. Effect of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. In: Woolhouse H W ed. Advance in botanical research; Vol 10. Sydney: Academic Press. 221~ 276
Yan X L. 1992. Characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) gemplasm for tolerance of low phosphorus availability in tropical soils; [dissertation]. Cali— Colombia: CIAT, 86~ 95

Effects of P Nutrition on the Leaf Anatomic Structure of Common Beans

Wang Xiurong Yan Xiaolong Lu Renjun

(Lab. of Plant Nutrition Heredity, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642)

Abstract Common bean genotypes were studied for their leaf anatomic response to low P in the hydroponic experiments. The results indicated that P deficiency decreased P uptake and inhibited the growth of plants. Under low phosphorus conditions, the middle leaf thickness, thickness of palisade tissue and spongy tissue (except DOR 60), cell number of palisade tissue also increased, while most cell and vacuole areas decreased. There was genotypic variation in response to low P. The P efficient large-seeded genotypes tended to have more cell numbers per tissue area but smaller cell area per cell.

Key words P; leaf anatomic; common bean

【责任编辑 李玲】