

不同基因型甘蔗磷素吸收动力学特征研究初报^{*}

万美亮 邝炎华

(华南农业大学生物技术学院, 广州, 510642)

PRELIMINARY STUDIES ON THE KINETICS OF PHOSPHORUS UPTAKE BY SUGARCANE OF DIFFERENT GENOTYPES

Wan Meiling Kuang Yanhua

(College of Biotechnology, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

关键词 甘蔗; 磷素吸收动力学; ^{32}P ; 离子消耗技术

Key words sugarcane; kinetics of uptake of phosphorus; ^{32}P ; ion depletion technique

中图分类号 Q945.12

依据植物根系养分吸收动力学理论(Epstein, 1952; Claassen et al, 1974)及动力学方程 $I_n = I_{\max} \times (C - C_{\min}) / (K_m + (C - C_{\min}))$, 利用溶液培养, 以离子消耗技术(Ion depletion technique)结合同位素示踪方法测定不同基因型甘蔗幼苗对磷素的吸收动力学参数($I_{\max}$: 最大磷吸收速率, K_m : 米氏常数, $C_{\min}$: 磷净吸收速率为零时介质的最低磷浓度)的大小, 及缺磷(-P)培养后磷素吸收动力学参数变化情况, 以探求不同基因型甘蔗的磷素吸收特征及其对缺磷的适应性, 并以此作为早期筛选耐低磷胁迫的磷高效基因型的手段。

1 材料与方法

供试甘蔗基因型为: 粤糖 57-423, 粤糖 79-177, 粤糖 63-237, 粤糖 85-177, 新台糖 10 号。砂培至有苗根后(6 叶期)转于 Hoagland 溶液培养, 分供磷(+P, 1 mmol/L)和缺磷(-P, 不加磷, 以 KCl 代替 KH_2PO_4)处理。培养室温度 26~28℃, 光照 4 000 lx, 14 h/d 每天通气 2 次, 每次 10 min 每 4 d 换 1 次培养液。两周后各基因型内每处理取 3 株分别移于去离子水中饥饿 24 h, 然后在 1/50 Hoagland 完全培养液中测定其对磷的吸收, 磷起始浓度为 20 $\mu\text{mol/L}$, ^{32}P 标记量为 $3.7 \times 10^6 \text{ Bq/L}$, 测定培养液体积为 500 mL, 液温 23℃, 气温 24.5℃, 光照强度为 4 000 lx。每隔一定时间取 0.1 mL 培养液(重复 3 次)在 β - γ 固体闪烁计数器(GP-1-T2 型)测定每分钟计数, 随吸收时间的延长每分钟计数下降(每分钟计数对应于溶液的磷浓度), 试验至每分钟计数不再下降时结束; 剪取根系称其鲜重。以培养液的磷浓度(C)对时间(t)作消耗曲线(depletion curve), 通过曲线初始斜率求出 $I_{\max}$, 以二次曲线回归方程求出 K_m , 曲线下端趋于水平时的溶液浓度即为 $C_{\min}$ (McLachlan et al, 1987)。结果见表 1。

2 结果与分析

(1) 不同基因型甘蔗有不同的磷素吸收动力学参数。如正常供磷培养后 $I_{\max}$ 在不同基因型之间相差很大, 以粤糖 57-423 为最大, 基因型之间最大相差达 3.6 倍, 说明在对磷的吸收速率上, 不同甘蔗基因型之间存在较大差异; K_m 和 $C_{\min}$ 在各基因型之间也有所不同, 但差异不大。

(2) 缺磷培养后各基因型甘蔗的磷素吸收动力学参数发生改变。一般表现为 $I_{\max}$ 增大, K_m 减小, $C_{\min}$ 降低, 且各参数基因型间差异增大。 $I_{\max}$ 增大表示吸收速率增高, $C_{\min}$ 和 K_m 降低表示能从较低磷浓度的介质中吸收磷素。不同甘蔗基因型在缺磷培养后 $I_{\max}$ 、 K_m 、 $C_{\min}$ 变化幅度不同, 表明它们对缺磷胁迫的适应性存在差异。

(3) 上述磷素吸收动力学参数还可作为筛选甘蔗耐低磷基因型的生理学指标之一。一般认为: 几个动

力学参数中, $I_{\max}$ 、 K_m 和 $C_{\min}$ 大的品种或基因型只适应高营养水平环境, 在低营养水平环境则不适应; $I_{\max}$ 小、 K_m 和 $C_{\min}$ 均小则只适应低营养水平环境; $I_{\max}$ 大、 K_m 和 $C_{\min}$ 小的品种或基因型可以适应各种营养水平环境; $I_{\max}$ 小、 K_m 和 $C_{\min}$ 大则在各种营养水平均不适应(Cacoo et al 1980). 而在低磷或无磷情况下 $I_{\max}$ 增大、 K_m 和 $C_{\min}$ 降低可认为是植物对低磷或缺磷的适应反应. 磷高效基因型有 $I_{\max}$ 大、 K_m 和 $C_{\min}$ 小的特点. 综合分析, 可初步认为: 粤糖 57—423 是适应磷营养水平范围较宽的基因型, 而粤糖 85—177 和新台糖 10 号能够适应较低磷营养水平, 粤糖 63—237 为适应能力较差的基因型.

表 1 磷吸收动力学参数

基因型	$I_{\max}/(\mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1})$		$K_m/(\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$		$C_{\min}/(\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	
	+ P (%)	- P (%)	+ P (%)	- P (%)	+ P (%)	- P (%)
57—423	4.72(100)	7.19(152)	15.1(100)	11.6(77)	10.4(100)	10.2(98)
新台 10	1.35(100)	1.63(121)	15.7(100)	13.4(85)	15.2(100)	9.8(64)
79—177	2.61(100)	1.49(57)	16.7(100)	16.8(101)	14.0(100)	9.8(70)
85—177	1.96(100)	5.39(275)	16.7(100)	13.7(82)	14.5(100)	8.5(59)
63—237	1.30(100)	1.45(112)	17.5(100)	17.8(102)	15.7(100)	13.1(83)

3 讨论

(1)不同植物种类或同一种植物的不同基因型对营养元素的吸收、利用能力上存在差异. 如何鉴别和利用这种差异则是人们感兴趣的一个问题. 利用溶液培养和控制营养物低浓度条件下测定短时间内植物对营养物的吸收能够反映植物根系对营养物的吸收能力, 而把这一过程通过数学模拟给出动力学参数更便于进行量化比较. 磷素在介质中含量低, 在植物组成中存在形成复杂, 利用³²P 同位素示踪技术研究植物对磷素的吸收、运转, 能起到直观准确和精确度高的效果.

(2)以上磷素吸收动力学参数是从溶液培养试验中获得的, 它反映了根系吸磷能力的一个方面, 植物从土壤中吸收磷的能力还受到根的表面积和形态特征、根际 pH 值、根分泌物等诸多因素的影响, 而且植物营养效率除了根系对养分的吸收效率外, 还包括植物对养分的运转效率和利用效率. 因此上述对甘蔗磷营养效率的判断只能作一参考, 与土壤试验结合才能作出较肯定的结论.

致谢 华南农业大学生物物理教研室余勤老师参加品种收集及测定准备工作, 刘琼英教授在试验过程中给予热情指导, 特此致谢!

参 考 文 献

Cacoo G, Ferrari G, Saccommani M. 1980. Pattern of sulfate uptake during root elongation in maize; its correlation with productivity. *Physiol Plant*, 48: 375 ~ 378

Claassen N, Barber S A. 1974. A method for characterizing the relation between nutrient concentration and flux into roots of intact plants. *Plant Physiol*, 54: 564~568

Epstein E, Hagen C E. 1952. A Kinetic study of absorption of alkali cations by barley roots. *Plant Physiol*, 27: 457~474

McLachlan K D, Kuang Y H, Muller W J. 1987. An Assessment of the depletion technique for comparative measurement of phosphorus uptake in plants. *Aust J Agric Res* 38: 263~277