

稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗生理指标影响的研究

赵攀峰¹,王庆祥²,王娜娜²,蒋文春²,梁 翌²

(1. 上海交通大学 农业与生物学院, 上海 200240; 2. 沈阳农业大学 农学院, 辽宁 沈阳 110013)

摘要: 以玉米种子丹科 2162 为材料, 分别用含有稀土元素 La Ce Gd 的氯化镧 ($\text{LaCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), 氯化亚铈 ($\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 碳酸钆 ($\text{Gd}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) 同浓度的不同盐溶液浸种处理的方法, 研究了不同稀土元素 La Ce Gd 在 0.03% 浓度下对玉米幼苗生理指标的影响。结果表明: 在 0.03% 浓度条件下, 稀土元素 La Ce Gd 可以提高玉米幼苗的叶绿素含量, 促进幼苗个体生长 (培养壮苗), 改善光合生理特征, 降低离体叶片失水速率等。

关键词: 玉米幼苗; 稀土元素; 个体生长; 光合生理特征; 离体叶片失水速率

中图分类号: S513. 01 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2010)增刊- 0110- 05

Effect of the Rare Earths La, Ce, Gd on Maize Seedling Physiological Indexs

ZHAO Pan-feng¹, WANG Q ing-x iang², WANG Na-na²,
JIANG W en-chun², LIANG Y i²

(1 School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China; 2 College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110013, China)

Abstract Effect of the Rare Earths La Ce Gd on Dan Ke 2162 M aize Seedling Physiological Indexes under 0.03% concentration of the Rare Earths La Ce Gd are studied in the experiment The results showed: the Rare Earths La Ce Gd increased chlorophyll of M aize Seedling promoted Vegetative growth improved Photosynthetic-physiological Characteristics decreased Excised-leaf water loss rate et al under the 0.03%.

Key words Maize seedling, The rare earths, Vegetative growth, Photosynthetic-physiological characteristics, Excised leaf water loss rate

稀土元素是镧系元素系稀土类元素群的总称，包含钪 Sc 钇 Y 及镧系中的镧 La 铈 Ce 镨 Pr 钕 Nd 钷 Pm 钐 Sm 铕 Eu 钆 Gd 铽 Tb 镝 Dy 钬 Ho 铒 Er 铥 Tm 镱 Yb 镱 Lu，共 17 个元素。稀土元素分为轻稀土元素和重稀土元素：轻稀土元素指原子序数较小的钪 Sc 钇 Y 和镧 La 铈 Ce 镨 Pr 钕 Nd 钷 Pm 钐 Sm 铕 Eu，重稀土元素原子序数比较大的钆 Gd 铽 Tb 镝 Dy 钬 Ho 铒 Er 铥 Tm 镱 Yb 镱 Lu。

稀土是从 18 世纪末被发现时而得名, 当时认为它们很珍贵, 其氧化物又有难溶于水的土性, 故当时称它们为稀土。现在看来稀土在地壳中的含量并不稀少, 它们在地壳中的重量百分含量比铜、铅、锌、银常见的金属还要高, 性质也不像土, 而是一组性质十分活泼的金属。但是稀土这个奇特名称却被沿用至今。

稀土离子在植物体内的运输方式,定位及存在形式,作用机制等,弄清楚这些问题不但有助于从理论上指导稀土的推广应用,而且对认识化学元素在生命科学中的作用也是有意义的。本试验通过稀土浸种对玉米苗期各生理指标的影响,探索稀土在玉米苗期的生理作用是本试验的理论价值,同时为稀土农用特别在玉米上的应用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

玉米种子: 丹科 2162 由东亚种业提供。稀土元素: 氯化镧 ($\text{LaCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) AR (分析纯) 含量 $\geq 45\%$; 氯化亚铈 ($\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) AR (分析纯) 含量 $\geq 99.0\%$; 碳酸钆 ($\text{Gd}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) SCRC (高

纯试剂) 含量 $\geq 99.9\%$; 由沈阳国药集团化学试剂有限公司提供。

1.2 试验设计与方法

将丹科 2162种子挑选, 用氯化镧、氯化亚铈、碳酸钪配制成 0.03% 溶液 100 mL, 分别倒入装有 100 粒玉米种子的 150 mL 三角瓶中, 浸种 10~12 h, 后置 28℃ 恒温箱中催芽 24 h, 取发芽势基本一致的种子种于盆中 (高 15 cm × 宽 32 cm), 装等重的田间表土。每盆栽 4 株玉米, 分别为: CK、镧浸种处理、铈浸种处理、钪浸种处理。到三叶一心, 第 3 片叶完全展开时, 进行各种指标的测定。

1.3 测定方法

1.3.1 对玉米幼苗个体有机营养生理指标影响的测定方法 用 SPAD-502 叶绿素仪测定, 在玉米同一叶位的相同位置测定活体组织叶绿素含量。

1.3.2 对玉米幼苗个体生长量影响的测定方法 在玉米长到三叶一心时参照张宪政作物生理研究法进行取样, 测定玉米幼苗的茎叶, 根和整个植株的鲜质量和干质量。

1.3.3 对玉米幼苗个体光合生理指标影响的测定方法 用美国 LICOR 便携式光合测定系统测定叶片的 P_n , C_s , C_i , T_r , 测定时要在同一叶位的 1/2 叶片处进行测定。

1.3.4 玉米幼苗个体水分生理指标影响的测定方法 参照张宪政作物生理研究法且叶片保水力的测定如下: 取鲜叶称重 (W_f) 后在室内自然风干, 定时称重 (W_h) 直至基本恒重 (W_d), 计算每一时刻累计失水量占总失水量的百分比 (W_k)。

$$W_k = (W_f - W_h) / W_t \times 100\%$$

其中 $W_t = W_f - W_d$

1.3.5 稀土元素 La Ce Gd 对玉米幼苗壮苗指标的影响 壮苗指标有幼苗茎基粗、幼苗株高、茎粗比、壮苗指数, 其中壮苗指数用如下公式计算:

$$\text{壮苗指数} = \frac{\text{根茎粗}}{\text{株高}} + \frac{\text{根干质量}}{\text{地上干质量}} \times \text{全株干质量}$$

2 结果与分析

2.1 对玉米幼苗个体有机营养生理指标的影响 (叶绿素含量)

与碳水化合物有关的指标之一是叶绿素含量。在作物的物质代谢过程中, 能将无机养料转变为有机养料的基本过程是光合作用, 它不仅能使无机 C 直接转变为有机 C 化合物, 而且也能将无机 N 素转变为有机 N 素。在光合作用过程中能将光能变化为化学能并用于物质合成的关键物质是叶绿素。也

可以说叶绿素是作物有机营养的基础。叶绿素本身是 C、N、Mg、H、O 组成的有机化合物, 它的水平既能反映 N 营养水平, 也能反映 C 营养水平。

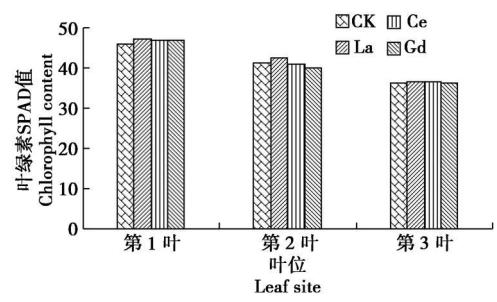


图 1 稀土元素 La Ce Gd 对玉米幼苗叶绿素含量的影响
Fig 1 Effects of the rare earths La Ce Gd on chbophyll content of maize seedling

由图 1 知: 稀土元素 La Ce Gd 对玉米幼苗叶绿素含量的影响在不同叶位有所不同, 在第 1 叶、第 3 叶稀土元素 La Ce Gd 可以提高玉米幼苗叶绿素含量, 在第 2 叶稀土元素 La 可以提高玉米幼苗叶绿素含量而 Ce Gd 处理的玉米幼苗叶绿素含量小于 CK, 但是由图 3 可以看出, 总的趋势是稀土元素 La 可以提高玉米幼苗叶绿素含量。

2.2 对玉米幼苗个体生长量的影响

作物体的重量是作物生长量的基本标志之一, 作物体重量的测定是研究作物物质生产的基本测定项目之一。作物体的重量通常是由鲜质量、风干质量和干质量来表示。测定对象可以是作物的器官、植株个体, 也可以是群体的一部分或整个群体。图 2 和图 3 分别为稀土元素 La Ce Gd 对玉米幼苗作物体鲜质量和干质量的影响。

稀土元素 La Ce Gd 可以提高玉米幼苗茎叶的鲜质量而对根鲜质量的影响有所不同, La Gd 可以提高根鲜质量, Ce 处理的幼苗根鲜质量小于 CK, 但就单株而言, 稀土元素 La Ce Gd 可以提高玉米幼苗单株作物体鲜质量—鲜质量生物量 (图 2)。

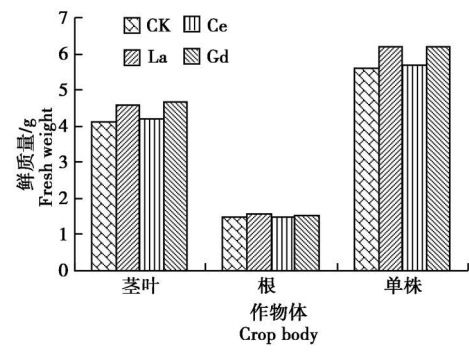


图 2 稀土元素 La Ce Gd 对玉米幼苗作物体鲜质量的影响
Fig 2 Effects of the rare earths La Ce Gd on fresh weight of maize seedling

稀土元素 La Ce Gd 可以提高玉米幼苗茎叶的

干质量而对根干质量的影响有所不同, La Gd可以提高根干质量, Ce处理的幼苗根干质量小于 CK, 但就单株而言, 稀土元素 La Ce Gd可以提高玉米幼苗单株作物体干质量—干质量生物量 (图 3)。

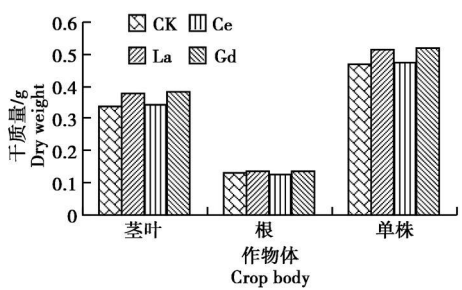


图 3 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗作物体干质量的影响
Fig 3 Effects of the rare earths La Ce Gd on dry weight of maize seedling

2 3 对玉米幼苗个体光合生理指标的影响
图 4~ 7为稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗净光合速率 (Pn)、气孔导度 (Cs)、胞间 CO₂浓度 (Ci)、蒸腾速率 (Tr)的影响。

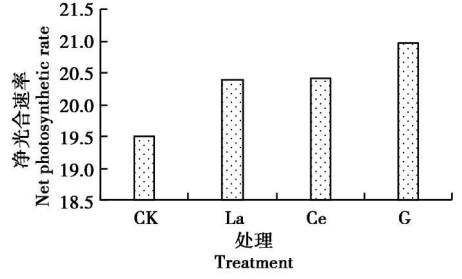


图 4 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗净光合速率 (Pn)的影响
Fig 4 Effects of the rare earths La Ce Gd on net photosynthetic rate of maize seedling

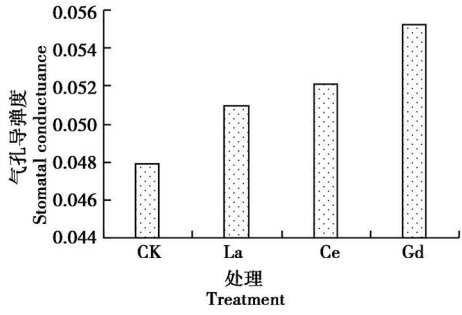


图 5 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗气孔导度 (Cs)的影响
Fig 5 Effects of the rare earths La Ce Gd on stomatal conductance of maize seedling

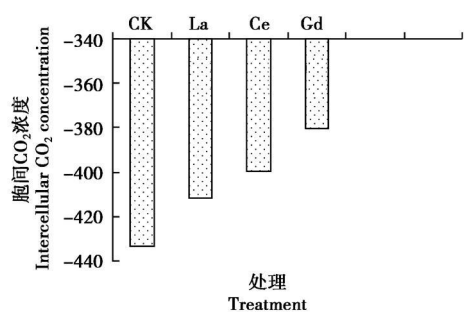


图 6 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗胞间 CO₂浓度 (Ci)的影响
Fig 6 Effects of the rare earths La Ce Gd on intercellular CO₂ concentration of maize seedling

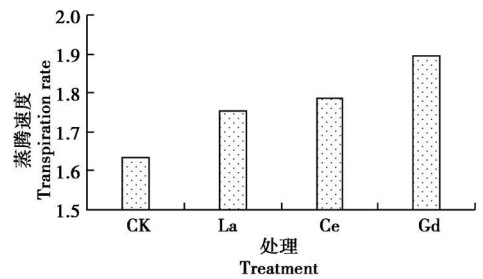


图 7 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗蒸腾速率 (Tr)的影响
Fig 7 Effects of the rare earths La Ce Gd on transpiration rate of maize seedling

2 4 对玉米幼苗个体水分生理指标的影响

稀土元素 La Ce Gd与 CK相比较可以提高玉米幼苗净光合速率 (Pn), 其中 La提高 4. 6%, Ce提高 4. 7%, Gd提高 7. 5%; 可以提高玉米幼苗气孔导度 (Cs), 其中 La提高 6. 5%, Ce提高 8. 9%, Gd提高 15. 4%; 可以提高玉米幼苗胞间 CO₂浓度 (Ci), 其中 La提高 5. 1%, Ce提高 7. 8%, Gd提高 12. 3%; 可以提高玉米幼苗蒸腾速率 (Tr), 其中 La提高 7. 3%, Ce提高 9. 3%, Gd提高 16. 0%。

稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗叶片保水力的影响见表 1。

稀土元素 La Ce可以降低玉米幼苗叶片失水率, 可以提高玉米幼苗叶片保水力从而提高玉米幼苗的抗旱能力, 而稀土元素 Gd处理的玉米幼苗叶片失水率增加, 玉米幼苗叶片保水力下降从而抗旱能力下降。

表 1 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗叶片保水率的影响

Tab 1 Effects of the rare earths La Ce Gd on excised-leaf water loss rate of maize seedling

处理 Treatment	失水率 /% Water loss rate					
	4 h	8 h	12 h	24 h	36 h	48 h
CK	28. 55	46. 94	62. 34	89. 18	97. 46	100
La	26. 09	42. 52	56. 61	85. 45	96. 03	100
Ce	27. 87	44. 72	58. 78	86. 54	96. 21	100
Gd	29. 08	47. 80	63. 11	90. 17	98. 62	

2 5 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗壮苗指标的影响

稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗壮苗指标的影响如图 8~ 10 其中可幼苗茎基粗以作为抗倒伏性的指标。稀土元素 La Gd可以增加玉米幼苗茎基粗,其中 La增加 3.8%, Gd增加 6.6%,而 Ce则降低玉米幼苗茎基粗 1.5%;不同处理间玉米幼苗株高/茎粗比不同,其结果为: Ce> CK> La> Gd,即稀土元素 Ce提高玉米幼苗株高/茎粗比,La Gd降低玉米幼苗株高/茎粗比;壮苗指数可以反映幼苗的生长状况,稀土元素 La Gd提高玉米幼苗壮苗指数, Ce则降低玉米幼苗壮苗指数,即稀土元素 La Gd有利于培育比较壮的玉米幼苗,而 Ce则不利于培育玉米壮苗。

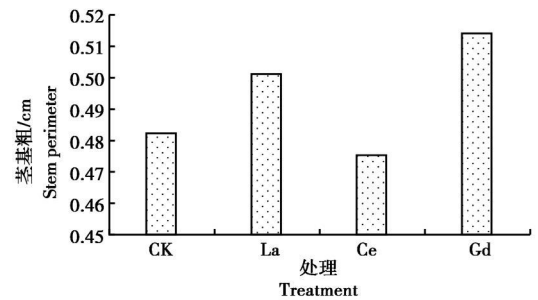


图 8 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗茎基粗的影响
Fig 8 Effects of the rare earths La Ce Gd on stem perimeter of maize seedling

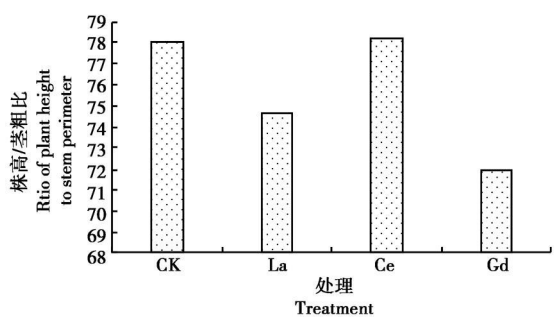


图 9 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗株高/茎粗比的影响
Fig 9 Effects of the rare earths La Ce Gd on the ratio plant height to stem perimeter of maize seedling

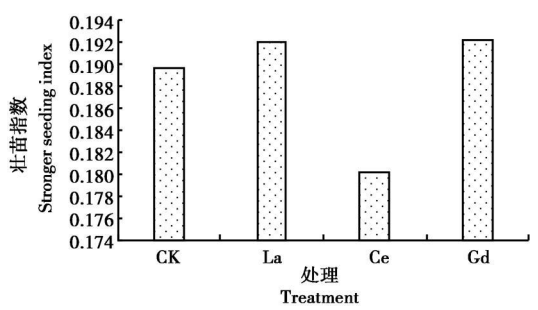


图 10 稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗壮苗指数的影响
Fig 10 Effects of the rare earths La Ce Gd on stronger seedling index of maize seedling

3 结论与讨论

稀土元素 La Ce Gd对玉米幼苗叶绿素含量的影响在不同叶位有所不同,在第 1叶、第 3叶稀土元素 La Ce Gd可以提高玉米幼苗叶绿素含量,在第 2叶稀土元素 La可以提高玉米幼苗叶绿素含量,而 Ce Gd处理的玉米幼苗叶绿素含量小于 CK,但是总的趋势是稀土元素 La可以提高玉米幼苗叶绿素含量;同时稀土元素 La Ce Gd可以降低玉米幼苗株高,提高玉米幼苗单株作物体鲜质量—鲜质量生物量和玉米幼苗单株作物体干质量—干质量生物量即可以促进玉米幼苗个体生长量—幼苗生物量;此外稀土元素 La Ce Gd可以提高玉米幼苗净光合速率 (Pn),玉米幼苗气孔导度 (Cs),玉米幼苗胞间 CO₂浓度 (Ci),玉米幼苗蒸腾速率 (Tr)。本试验还表明,稀土元素 La Ce可以降低玉米幼苗叶片失水率,可以提高玉米幼苗叶片保水力从而可提高玉米幼苗的抗旱能力,而稀土元素 Gd处理的玉米幼苗叶片失水率增加,玉米幼苗叶片保水力下降从而抗旱能力下降,其中部分稀土元素可以用于苗期,以便培育壮苗。

稀土农用是我国首创的稀土应用新领域,大量的试验研究表明,稀土对植物具有生理活性,能促进作物对氮磷钾养份的吸收与转化,提高叶绿素含量增强光合作用;有利于根的生长,增加作物产量和改善品质。通过盆栽试验研究稀土元素 La Ce Gd在玉米幼苗苗期的生理作用,此试验是在实验室内进行的,基本上可以看出稀土元素 La Ce Gd在玉米幼苗苗期的一些生理作用,但对于苗期的一些其他生理指标的影响还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 黄淑峰,李宗芸,胡方方,等. 稀土铈生物学效应的研究进展 [J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(增刊): 351-356
- [2] 李璇,赵晓萌,沈光涛. 镧系元素 Ce Nd Dy对春小麦细胞膜透性的影响及体内分布研究 [J]. 中央民族大学学报, 2004, 13(3): 223-225
- [3] 钱琼秋,刘莉. 铈对低温胁迫下茄子种子发芽及幼苗生理的影响 [J]. 园艺学报, 2005, 32(4): 710-712
- [4] QIAO J J YUAN Y J ZHAO H, et al Differences in protein patterns in suspension cultures of Taxus cuspidate induced by cerium [J]. Biologia Plantarum, 2003, 46(4): 611-615
- [5] 费红梅,杨素春,罗娟,等. 稀土铈诱导玉米根尖细胞 hsp70 mRNA 表达研究 [J]. 玉米科学, 2010, 18(3): 101-104

[6] Li Z Y, Cui W F, Bo J *et al* Detection of genotoxicity and cytotoxicity of $Ce(SO_4)_2$ in root tip cell of maize using micronucleus test[J]. *Environ Occup Med*, 2005, 22 (3): 229– 235.

[7] 赵攀峰, 王庆祥, 蒋文春, 等. 稀土元素 La, Ce, Gd对玉米种子活力和发芽指标的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2006, 34(21): 5607– 5608.

[8] 徐秋曼, 王修鲁, 程景胜. $Ce(NH_4)_2(NO_3)_6$ 对水稻种子萌发及幼苗生理特性的影响 [J]. *农业环境科学学报*, 2008, 27(2): 442– 446.

[9] 滕 萌, 多立安, 赵树兰, 等. 铈浸种对两种草坪植物种子萌发及其初期生长的影响 [J]. *种子*, 2007, 26 (2): 17– 21.

[10] 渠云芳, 马金虎, 贺润平, 等. 高温老化对两个玉米品种种子活力发芽指标影响的研究 [J]. *中国农学通报*, 2006, 22(2): 156– 159.

[11] Pecht C E, Keller E R J, Freytag U, *et al* Survey of seed germinability after long-term storage in the gatersleben genebank[J]. *Plant Genetic Newsletter*, 1997(111): 64 – 68.

[12] Pecht C E, Keller E R J, Freytag U, *et al* Survey of seed germinability after long-term storage in the gatersleben genebank(part 2) [J]. *Plant Genetic Newsletter*, 1998, (115): 39– 43.

[13] Zheng Guanghua, Jing Ximing, Tao Karling. Ultrady seed storage cuts cost of gene bank [J]. *Nature*, 1998, 393: 223– 224.

[14] Yun H in-Che. *Handbook of Chinese Herbs and Formulas* [M]. Los Angeles, CA: Institute of Chinese Medicine, 1985.

[15] Duke J A, Ayemu E S. *Medicinal Plants of China* [M]. Algonac Mich: Reference Publications, Inc, 1985.

[16] Tanaka T. Tanaka's *Cyclopaedia of Edible Plants of the World* [M]. Tokyo: Keigohu Publishing Co, 1976.

[17] Kunkel G. *Plants for Human Consumption* [M]. Konigstein, Germany: Koeltz Science Publishers, 1984.