

稀土对咖啡幼苗生长、抗冷性的作用

王剑文

刘金河

(中国科学院昆明生态研究所, 昆明 650223)(厦门大学生物系, 厦门 361005)

摘要 700ppm 稀土能较显著地促进咖啡幼苗生长, 提高其抗冷能力。稀土促进了根系生长和地上部(株高、冠幅、分枝对数、第一结果枝节数)生长; 叶绿素 a 含量增高 9.48%; 叶片光合强度提高 16.52—48.39%; 叶片可溶性糖含量增加 8.15—19.91%。在越冬期及人工模拟冷害下, 稀土明显地降低叶片电解质渗出率 10.88—16.69%, 提高了叶细胞生存力 3.64—12.15%, 咖啡幼苗抗冷能力得到显著增强。

关键词 小粒种咖啡; 稀土元素; 生长和抗冷性

稀土元素的某些盐类作为稀土微肥(简称稀土), 自本世纪 70 年代在我国大面积施用以来, 于多种作物上取得显著的增产、抗逆效果^[1]。本研究以稀土作为生长、抗冷调节剂, 以自然越冬和人工冷害处理下的小粒种咖啡(*Coffea arabica* L.) 幼苗为材料, 研究稀土对咖啡生长、抗冷性的影响, 以期深入了解稀土对植物的生理作用, 为引进热作生长、抗冷调节新物质, 为热带、亚热带地区咖啡抗寒栽培提供参考。

材料与方法

自然条件和样地概况 实验地位于厦大热作引种园。实验地土壤质地为多砾质粗砂土, pH 值为 6.05, 有机质含量为 2.05%, 总氮、总磷含量分别为 0.076%、0.031%, 实验地有杂木荫蔽, 荫蔽度为 30—40%。

引种及栽培 小粒咖啡品种为 S₂₈₈。

1. 田间栽培 1988 年 3 月定植一年生苗于实验地, 株行距 1×2m。同年 8 月开始喷施稀土处理。供试稀土为北京稀土农用技术中心提供的混合稀土硝酸盐(“常乐”益植素), 含镧 39.2%, 铈 38.7%, 钕 15.5%, 镨 5.3%。以蒸馏水为对照, 以硝酸稀土总量计为 300、500、700、1000PPm 稀土处理, 四次重复, 每小区 20 株, 随机区组排列。每月末向叶面喷施稀土溶液, 选择无雨天, 下午日落时喷至叶面挂珠。

2. 溶液培养及盆栽苗人工冷害处理 咖啡种子经砂床催芽露白色芽点, 移至含 0、0.1、1.0、10.0ppm 稀土的 Hoagland 培养液中生根培养。每浓度处理 12 株, 置室内培养(光照强度为全日阳光强的 3—4%, 生长 28 天, 出现真叶芽苞时, 观测其根部生长。每周更换一次培养液, 培养期(1988 年 7 月)室内日均温为 23.7℃。

一年长咖啡苗, 用样地土盆栽, 每处理 20 株。置田间生长, 喷施稀土 0.700ppm 溶液, 每月一次。经两次处理后, 置冷库中进行人工低温(5.℃)处理 5 天, 每日照光 10 小时, 光照强度为 4000Lx, 相对湿度 70%, 取出后置常温(日均温 21.5℃, 1989 年 5 月)下生长。

生长量、生理指标测定 稀土处理 1 年后, 进行咖啡生长量(株高、冠幅、分枝对数, 第一结果枝节数)测定。田间每月 25 日进行采样测定, 叶样采自从顶芽下数第四轮枝上生长

稳定的叶片。

1. 叶绿素含量的测定 采用分光光度法,混合液提取^[2]。
2. 光合强度测定 采用改良半叶法^[2]
3. 可溶性糖含量的测定 采用蒽酮比色法^[2]。
4. 组织电解质渗出率测定 采用电导法^[3],仪器为 DDS—11 型电导仪。
5. 细胞生存力测定 以叶细胞还原 TTC(2,3,5—氯化三苯基四氮唑)的能力来测定。采用 steponkus 和 Lanphear 的方法^[4]。

生理指标测定值为四次重复实验平均值。

结果与讨论

一、稀土对咖啡幼苗生长的影响

经 500、700ppm 稀土处理一年后,咖啡幼苗生长量(株高、冠幅)显著增加,分枝对数及第一结果枝对数也有明显增多,而 1000ppm 浓度呈负效应(见表 1)。进一步的实验结果表明(见表 2):0.1—10ppm 稀土对液培咖啡幼苗主根生长有极其显著的促进作用。此结果和吴兆明^[5]在玉米、大豆等作物上所作的稀土对生根影响的实验结果相似。这说明适当的稀土不仅能促进地上部生长,对幼苗根部生长也极其有益。

表 1 稀土对咖啡幼苗生长量的影响(1989 年 8 月)

稀土浓度 ppm	株高 cm	冠幅 cm ²	分枝对数	第一结果枝对数
0	95.2	103.5	15.6	21.2
300	98.1	106.6	17.2	22.8
500	102.6*	120.2**	18.7*	23.2
700	118.4**	125.3**	21.6**	26.7*
1000	90.6	98.6	15.2	20.3

数据为 80 株测量平均值,采用 t—测验法

表 2 稀土对咖啡苗生根的影响(n=12,1988 年 7 月)

稀土浓度 ppm	主根长度 cm	侧根数/株	侧根均长/株 cm	根平均鲜重 g
0	4.53±1.35	3.33±1.32	3.36	0.142
0.1	14.28±2.97**	4.50±1.80	2.81	0.166
1.0	10.46±3.74**	4.58±2.18	2.29	0.167
10.0	9.54±3.16**	4.67±2.84	3.07	0.183

二、稀土对咖啡幼苗光合碳代谢的影响

1. 对叶片叶绿素含量的影响

喷施 500ppm、700ppm 稀土能提高叶片叶绿素 a 含量 10.65%、9.48%(见表 3)。经

1000ppm 处理,叶绿素含量却明显降低,幼叶上出现褐斑。只有适当浓度的稀土对作物才有积极作用。

表 3 稀土对咖啡苗叶片叶绿素含量的影响(df=19,1988 年 12 月)

稀土 浓度 ppm	叶绿素含量			
	chl a	chl b	chl t	chl a/chl b
	mg/glowl			
0	2.479 ±0.122	2.185 ±0.362	4.664 ±0.356	1.135
300	2.494 ±0.059	2.062 ±0.158	4.556 ±0.119	1.210
500	2.743 ±0.158**	2.118 ±0.088	4.860 ±0.181	1.295
700	2.714 ±0.074**	1.956 ±0.107	4.669 ±0.173	1.388
1000	1.994 ±0.110**	1.697 ±0.019	3.691 ±0.108**	1.175

2. 对光合强度的影响

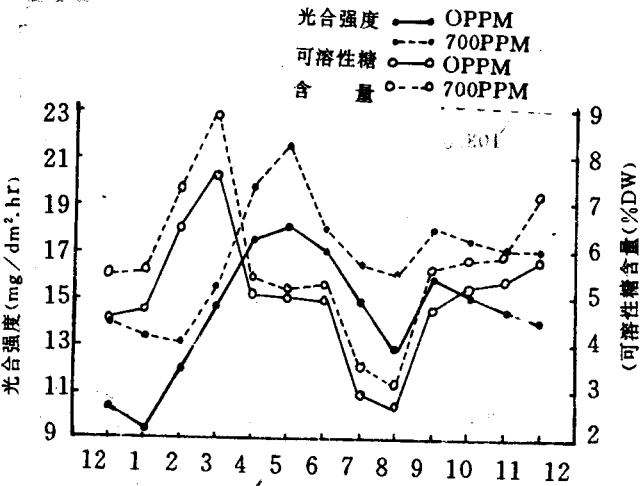


图 1 稀土对咖啡苗叶片光合强度,可溶性糖含量的影响 (1988 年 12 月-1989 年 12 月)

3. 对叶片可溶性糖含量的影响

咖啡苗施用稀土后,光合性能得到明显改善,可溶性糖含量得到提高(见图 1)。1989 年 1 月、2 月分别提高叶片可溶性糖含量 19.91%、16.54%。植物体内可溶性糖含量愈高,其抗抵温能力愈强,已被许多研究报道证实^[7]。

三、稀土对咖啡叶细胞质膜稳定性的作用

700PPm 稀土能显著地降低叶片电解质外渗率,电解质外渗率的变化与月平均气温

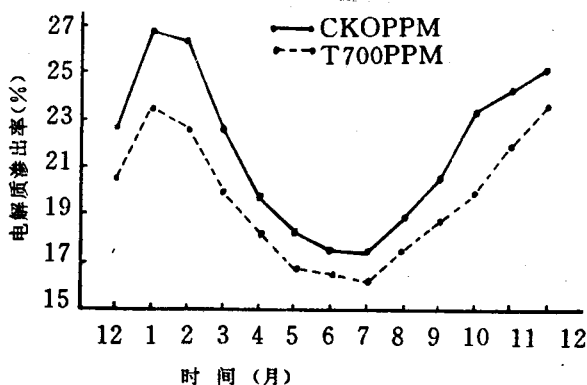


图2 稀土对咖啡苗叶片电解质渗出率的影响
(1988年12月—1989年12月)

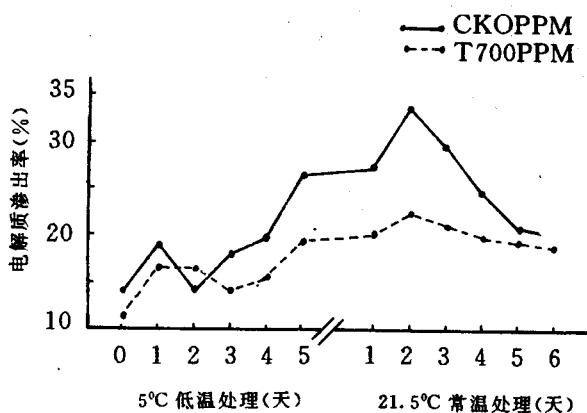


图3 稀土对受冷害咖啡苗叶片电解质渗出率的影响

四、稀土对咖啡叶细胞生存力的影响

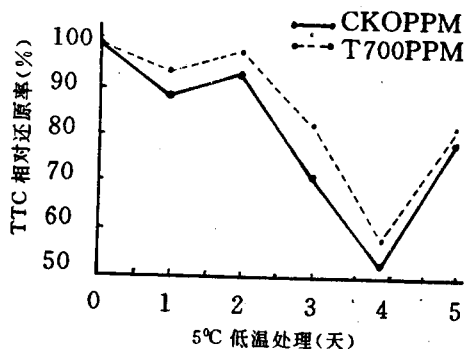


图4 稀土对冷害下咖啡叶细胞生存力的影响

呈显著负相关, $Y = 30.46 - 0.46x$ (Y —电解质外渗率, x —一月平均气温), $r = -0.8412$ ($P < 0.01, df = 11$) (见图2)。零上低温对热作的伤害,首先是对细胞膜系统从结构至功能的破坏,植物组织浸出液的电导率,反映了膜系的透过性能,已成为检验植物受害程度和抗冷能力的指标^[8]。

在低温 5.0°C 下进行人工冷害模拟,实验结果(见图3)说明:稀土在咖啡受害时,作用于细胞膜,使物质通透量较小,保持了细胞内环境的稳定性。从低温处理到恢复常温下生长,咖啡叶片电解质渗出率明显增大,说明变温伤害较持续低温可能更为严重。

在冷害时,稀土处理使叶细胞 TTC 相对还原率提高了 3.64—12.15% (见图4),说明稀土保护了细胞中脱氢酶活性。TTC 还原法是利用组织中的脱氢酶活性将 TTC 还原为三苯甲酚,在植物抗寒力研究上,近年来多采用了这一指标^[9]。

结 论

稀土对咖啡幼苗生长有显著正效应,不仅由于稀土对咖啡根系生长的促进,还在于稀土对叶片光合功能的提高。在越冬期及人工冷害下,稀土对细胞质膜有明显的稳定作用,保护了细胞内脱氢酶活性。光合强度及可溶性糖含量的增加,可以消除冷害时盐类对蛋白质的盐析、凝结作用,提高叶细胞抗冷性。试验结果表明,稀土对咖啡幼苗生长,抗冷性的作用,以叶面喷施 700ppm 稀土为较适浓度。

参考文献

- [1] 宁加贵. 稀土在农业上应用. 长沙: 湖南科技出版社, 1981: 24—38
- [2] 华东师大生物系植物生理教研室编. 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社, 1980: 95—145
- [3] 丁钟荣, 荆家海, 米公烈. 冬小麦抗寒生理指标的研究. 西北农学院学报 1982; 1: 1—7
- [4] Steponkus P L, Lanphear F O. Refinement of the triphenyl tetrazolium chloride method of determining cold injury. Plant Physiol. 1967; 42: 1423—1426
- [5] 吴兆明. 稀土元素对植物扦插生根的影响. 中国稀土学报 1988; 6(1): 67—70
- [6] Berry J, et al. photosynthetic response and adation to temperature in higherplants. Ann. Rev. plant Physiol. 1980; 31: 491—543
- [7] 马克西莫夫(周小民译). 马克西莫夫院士选集(下卷). 北京: 科学出版社, 1962: 147—209
- [8] Loyons J M. Chilling injury in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 1973; 24: 425—446
- [9] 纪忠雄. 柑桔抗寒性的生理生化指标. 园艺学报 1983; 10(4): 239—244