

稀土对增强咖啡叶细胞抗冷性的作用

中科院昆明生态研究所 王剑文

厦门大学生物系 刘金河

摘要 以小粒种咖啡为材料,研究稀土对咖啡叶细胞抗冷性的影响,结果表明,在越冬期及人工模拟冷害下,浓度为700微克/毫升的稀土能增强叶细胞质膜的稳定性。与其它保护性物质比较,其作用顺序为: $K^+ < RE^{3+} < Mg^{2+} < \text{葡萄糖} < Ca^{2+} < \text{蔗糖}$ 。稀土处理提高叶细胞生存力(2,3,5-氯化三苯基四氮唑相对还原率)3.64%~12.15%,降低叶片电解质渗出率10.88%~16.69%,叶片电解质渗出率与月平均气温变化高度相关($r = -0.8412, df = 11$)。5.0 °C 为小粒种咖啡的冷害低温,而非致死低温。

稀土元素的某些盐类作为稀土微肥(简称稀土),在我国农业生产上已取得显著的增产、抗逆效果^[1]。本文以自然越冬和人工冷害处理下的小粒种咖啡(*Coffea arabica* L.)苗为材料,研究稀土对咖啡叶细胞抗冷性的影响,以使稀土成为新型的热作抗冷调节物质,为热带、亚热带地区的咖啡引种提供有利条件。

1 材料与方 法

1.1 样地概况

实验地位于厦门大学生物系热作引种园。实验期间各月平均气温、降雨量见图1。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%。

1.2 引种及栽培

本实验引种小粒种咖啡S₂₃₃品种。

1.2.1 田间栽培 1988年3月定植1年生苗于实验地,株行距1米×2米。1988年8月开始喷施稀土处理。供试稀土为北京稀土应用技术中心生产的混合稀土硝酸盐(“常乐”益植素),其中含镧39.2%,铈38.7%、

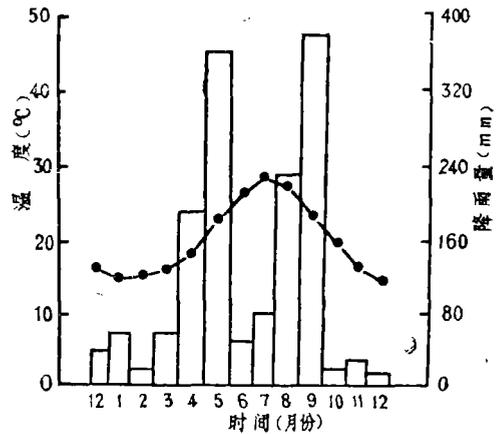


图1 厦门各月平均气温及月降雨量 (1988年12月—1989年12月)

4 参考文献

- 1 广东林学院植物化学保护教研组编. 杀菌剂及杀虫剂. 植物保护,北京:人民出版社,1977年.
- 2 周明国等. 三唑酮对禾谷白粉菌菌体形态毒理

- 学的研究. 植物保护, 1988(3): 12~13.
- 3 林孔勋等. 内吸杀菌剂苯来特和多菌灵对植物致病菌的毒力和防病效果的比较试验. 华南农学院学报, 1980(4): 16~29.

钨15.5、钼5.3%。以蒸馏水为对照,以硝酸稀土总量计分别为300、500、700、1000微克/毫升稀土处理。每处理20株,5株一组,随机区组排列。实验期间每月底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。

1.2.2 盆栽低温处理 1年生咖啡苗,用样地土盆栽,每处理20株。置田间生长,喷施稀土700微克/毫升和蒸馏水对照处理,每月1次,经2次处理后,置冷库中进行人工低温(5.0℃)处理5天,每日照光10小时,光照强度为4000Lux,相对湿度70%。处理后置常温(日均温21.5℃,1988年5月)下生长。

1.3 生理指标测定

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。

1.3.1 组织电解质渗出率测定 采用电导法^[2],测定组织电解质渗出率,仪器为天津第二分析仪器厂生产的DDS-11型电导仪。测定值为4次重复实验平均值。

1.3.2 细胞质膜稳定性的测定 撕取叶下表皮,置不同溶液中,经低温2.0℃处理10小时。采用质壁分离法测定细胞质膜完整率,在光镜下统计400个细胞,以质壁分离的活细胞数占细胞总数的百分率表示质膜完整率。以蒸馏水处理测得值为对照,得保护系数^[3]。

1.3.3 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^[4]。

2 结果与讨论

2.1 稀土对咖啡叶细胞质膜稳定性的作用

2.1.1 对叶片电解质渗出率的影响 500微克/毫升、700微克/毫升稀土都能显著地降低叶片电解质外渗率(见表1)。叶片电解质外渗率的变化与月平均气温呈负相关(见图2), $Y = 30.46 - 0.46X$ (Y —电解质渗出率, X —月平均气温), $r = -0.8412$

($P < 0.01$, $df = 11$)。零上低温对热带作物的伤害,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即电解质渗出率,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^[5]。咖啡叶片电解质渗出率与气温的高度相关性,说明这一指标对气温变化较敏感,是较理想的冷害指标。

表1 稀土对咖啡苗叶片电解质渗出率的影响 (df = 19, 1988年12月)

稀土浓度(微克/毫升)	电解质渗出率(%)
0	22.53 ± 0.19
300	22.38 ± 0.14
500	21.71 ± 0.31**
700	20.32 ± 0.17**
1000	25.41 ± 0.54**

采用成组t测验法,*号表示差异显著,95%置信;**号表示差异极显著,99%置信。

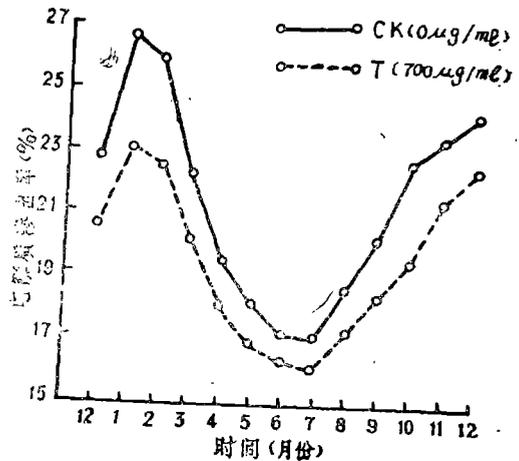


图2 稀土对咖啡叶片电解质渗出率的影响 (1988年12月—1989年12月)

在低温5℃下进行人工冷害模拟,实验结果(见图3)说明:在咖啡受冷害时,稀土作用于细胞膜,使物质通透量减小,保持细胞内环境的相对稳定。从低温处理到恢复常温的过程中,咖啡叶片电解质渗出率明显增大,说明变温对咖啡叶片的伤害可能比持续低温更为严重。

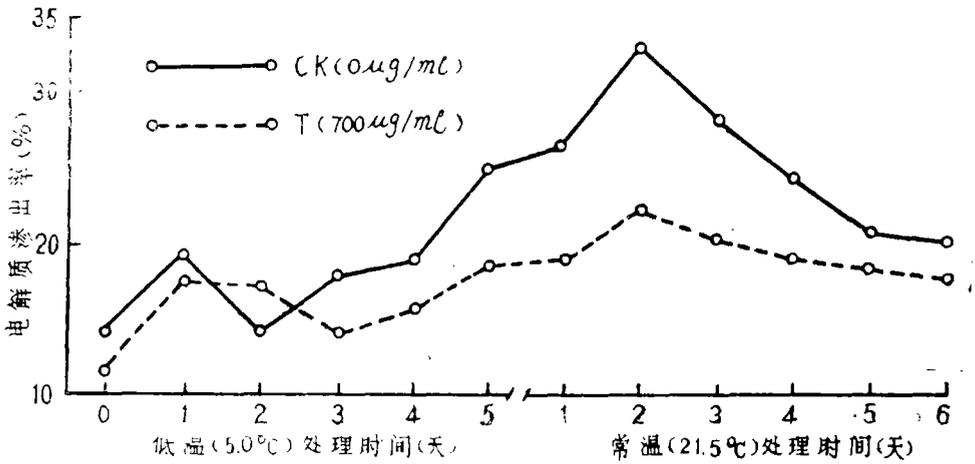


图3 稀土对受冷害咖啡苗叶片电解质渗出率的影响

2.1.2 几种物质对叶细胞质膜的保护作用
 马克西莫夫^[6]认为物质在溶液中对细胞的保护作用 and 物质的低共熔点有密切关系, 糖和其它有机的非电解质能够消除盐类对蛋白质盐析和凝结作用, 阻碍原生质内含蛋白在冷害时变性。我们的实验表明(见表2); 蔗糖等几种物质对冷害时的咖啡叶细胞质膜有不同程度的稳定作用。其作用强弱顺序为: 蔗糖 > Ca²⁺ > 葡萄糖 > Mg²⁺ > 稀土 > K⁺。Verkleij^[7]认为Ca²⁺的作用使得叶细胞中膜脂双分子层中碳氢链排列紧凑, 从而减小膜的透过性, 提高质膜稳定性。稀土对细胞质膜的作用机理尚需进一步研究。

表2 几种保护剂对咖啡叶细胞质膜的稳定作用

保护剂	保护系数
氯化钾 0.05 mol/l	1.08
氯化镁 0.05 mol/l	1.15
氯化钙 0.05 mol/l	1.25
蔗糖 1.00 mol/l	1.31
葡萄糖 1.00 mol/l	1.19
稀土 700 μg/ml	1.14

2.2 稀土对咖啡叶细胞生存力的影响

稀土处理使TTC相对还原率提高3.64%~12.15%(见图4), 说明稀土保护了细胞中脱氢酶活性, 提高了咖啡叶细胞活力。

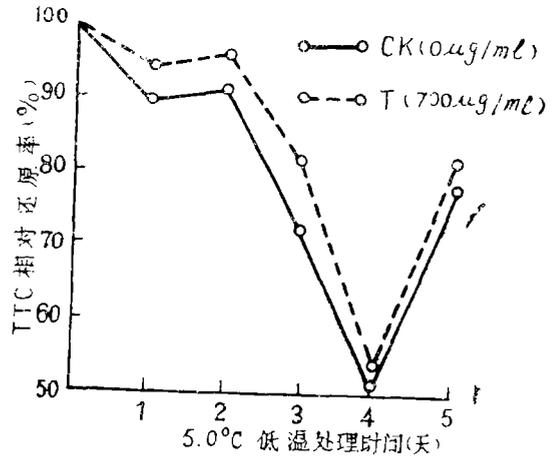


图4 稀土对冷害下咖啡叶细胞生存力的影响

根据Steponkus^[1]和Ketchie^[8]的研究, 植物遭受冷害时, 如果TTC相对还原率下降至50%以下, 被证明(无论茎或叶)是不能存活的, Sukumaran等^[9]也提出以电解质渗出率出现50%的临界低温作为不可逆致死的临界温度。本实验(见图3、图4)结果表明, 根据电解质渗出率及TTC相对还原率变化, 5.0°C低温只接近临界致死温度。经观察, 咖啡嫩叶和芽在低温处理后出现水渍状伤害症状, 但置常温下都能恢复生长。

3 结论

在越冬期及人工冷害下, 通过对咖啡叶

细胞电解质渗出率的测定和质膜完整率的观察统计,证实浓度为700微克/毫升的稀土对细胞质膜有明显的稳定作用。稀土保护了细胞内脱氢酶活性,使叶细胞抗冷力得到增强。

咖啡叶片电解质渗出率是较敏感的抗冷性指标。利用这一指标,综合生理变化,确定咖啡苗的致死低温,为热带、亚热带地区的引种咖啡提供抗冷性依据。

4 参考文献

- 1 宁加贲. 稀土在农业上应用. 长沙湖南科技出版社, 1981, 24~38.
- 2 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
- 3 林梅馨, 杨汉金. 寒冷对热带作物细胞结构稳定性的影响. 热带作物学报, 1986, 7(2): 35~41.
- 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 Loyons J M. Chilling injury in plants, Ann. Rev. Plant Physiol., 1973(24): 425-446.
- 6 马克西莫夫. 马克西莫夫院士选集(下卷). 北京: 科学出版社, 1962: 147~209.
- 7 Verkleij A. J. The influence of PH, Ca^{2+} and protein on thermotropic behaviour of the negatively charged phospholipid, phosphatidylglycerol, Biochim. et Biophys. Acta, 1974, (339): 432-437.
- 8 Ketchie D O. Relationship of electroletic conductance to cold injury and acclimation in fruit trees, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1972, 97(3): 403-406.
- 9 Sukumaran N P, Weiser C J. An excised leaflet test for evaluating potato frost tolerance, Hort. Sci. 1972, (7): 467-468.

海南腰果新种质研究

华南热带作物科学研究院热作所 江式邦 邓穗生

摘要 海南成龄腰果树(实生树)中,高产植株不到1%,平均年公顷产仅60~150公斤。1975年起开展以种质为重点的配套丰产技术研究,至1989年培育出18个高产无性系,其中经国家鉴定的5个新种质(无性系)5龄树每公顷产达1275~1350公斤,6龄树达1560公斤。利用新种质,将根本改变海南腰果生产低产、低效益的状况。

世界腰果主产区均属不发达国家,腰果面积近200万公顷,大多尚处在野生和半野生状态,年产果40~50万吨,虽然腰果面积大,产量多,但种质工作一直未得到重视,仅印度,坦桑尼亚等少数国家进行过一些杂交育种和无性繁殖工作。70年代印度培育的3个高产杂种(5号、11号和19号树)第8龄单株年产果分别为17.24、23.18和22.32

公斤^[1]。坦桑尼亚Naliendele农科所兼负腰果研究工作,于1987年开始高接换冠试验和无性系培育,单株年产果达20公斤的母树入选培育无性系,目的是筛选抗白粉病的品系。泰国的Srisakat园艺研究中心亦兼负腰果科研,80年代的5株入选母树,7龄单株产果6~7公斤,最高产的一株为12公斤。这些研究尚停留在试验、观察阶段,还未见推