

零上低温对热带绿化树木叶片电阻、 水浸液电导率和 K^+ 离子含量的影响

唐友林

(中国科学院华南植物研究所)

摘要 本文报道了在零上低温下6种热带绿化树木叶片电阻、叶片水浸液电导率和 K^+ 离子含量的变化。在非致害零上低温处理下,叶片电阻值增加;在致害零上低温影响下受害时,叶片电阻值减小,叶片水浸液电导率和 K^+ 离子含量平行地增加,这种变化随着伤害的加剧而扩大。

前言

目前,许多文献涉及低温对植物组织电阻^[0,9,10]、水浸液电导率和 K^+ 离子含量^[1,2,7,11]的影响,并且,广泛应用电阻测定和电导率测定等方法研究植物的寒害和抗寒性^[2,4,13]。在对这个问题的认识上,已经有了基本的设想^[7,8,11,12],即当植物体遭受寒害时,细胞质膜破损,胞内离子漏失到细胞间隙液中,使组织电导增加,从而降低了受害植物组织的电阻值。这种细胞膜损伤的表现随着受害程度的加剧而增加^[4]。

本实验以上述理论为基础,对热带绿化树木叶片电阻在零上低温下的变化规律作一些探讨,并同时测定叶片水浸液电导率和 K^+ 离子含量,以资相互比较,为植物的寒害和抗寒能力的早期快速测定提供理论依据。

材料和方 法

一、实验材料

实验所用的植物叶片材料,采集于本所及华南植物园的热带绿化树木龙牙花 *Erythrina corallodendron* Linn.、刺桐 *E. indica* Linn.、大蕉 *Musa paradisiaca* Linn.、炮弹果 *Couropita guianensis* Aubl.、红桑 *Acalypha wilkesiana* Muell-Arg. 和美丽决明 *Cassia Spectabilis* DC. 等植物。龙牙花和刺桐的叶片取自向阳枝的第4—5片叶(由枝顶端算起),分别取左右小叶作处理或对照。大蕉从其第2片展开叶(从心叶算起)中间沿中脉取宽度为10厘米的叶块,再顺侧脉方向对切,相邻两片分别为对照或处理之用。炮弹果取第6—8片叶。红桑取第4片叶。美丽决明从第4—6个一回羽叶上的第6—8对二回羽叶分别取左右小叶作处理或对照。红桑叶和炮弹果叶切去中脉,左右各边分别作为对照或处理。老、中、青龄红桑叶的区分是从枝顶算起第3—5片叶为青龄叶,第7—9片叶为中龄叶,第11片叶以下者为老龄叶。各种树木标本情况虽有不同,但均尽量做到老嫩相对一致。

二、非致害的和致害的零上低温的划分

非致害的和致害的零上低温的划分,是根据在一定时间内一定人工低温处理后,从外观上看有无伤害征象来确定植物是否遭受寒害,从而确定选用的温度是非致害的或致害的零上低温,以供实验分析比较之用。因为各种热带植物的抗寒能力不同,受害的临界温度不同,对同一零上低温的反应也就有所不同,所以各种植物各自的致害和非致害零上低温也略有出

入。

三、实验方法

植物叶片标本取回后,用自来水洗净,拭干。然后把标本均匀地排放于800毫升烧杯内,每杯放10个叶标本,上下封以润湿的滤纸保湿。标本分对照和处理两组,对照标本贮于室温之下,处理标本放置冰箱中不同温度的各部位进行低温处理。经6小时后,把标本取出,在距中脉1厘米处,平行于中脉切割宽度为0.5厘米的叶带(切割刀是将两片剃刀片用螺丝夹固在0.5厘米厚的有机玻璃片上做成),使用祝宗岭等^[3]改进的稳流下测定植物组织电阻的中段电压降法,在室温下测定 5×0.5 厘米叶带的电阻,每一处理测定10个标本,取其平均值。从上述处理后的叶材料中,同时切取 1×0.5 厘米叶块200片放入100毫升烧杯中,注入50毫升蒸馏水,在室温下浸浴3小时,过滤后将滤液定容至100毫升,用DDS—11型电导仪和77—A型火焰光度计分别测定水浸液的电导率和 K^+ 离子含量,此项每一处理作二个平行重复样本,取测定平均值。在测定红桑叶片电阻时,为了加快操作速度和提高实验的重复性,我们试用DDS—11型电导仪作为电桥进行测定,方法是利用四根0.35毫米直径银针分别安装在一块有机玻璃片上的四角(15×15 毫米),每对角的两根银针作并联连接,这样便组成了一对双针四角电极,并分别用铜导线连接到电导仪的接线柱上,测定时把电极(电极针露出外头7毫米)插入叶肉,便可立即记录电导仪的读数。

测定结果

一、非致害零上低温下植物叶片电阻的变化

在我们的实验中,6小时 $5-6^{\circ}\text{C}$ 或 $5-7^{\circ}\text{C}$ 的零上低温处理下,红桑叶片没有出现可见伤害,用中段电压降法^[3]和双针四角电极测定叶片组织电阻,都获得了在此非致害零上低温处理下叶片电阻比较在室温下对照叶片高的一致结果(见表1、表2的处理I)。经低温处理后的叶片在对照室温下放置20分钟,叶片电阻值有一个恢复反应,这时,其数值可降至接近对照值(表2)。

不同叶龄的红桑叶片有不同的电阻值,一般叶龄老的叶片有高于叶龄少的电阻值(表3)。在6小时 $5-7^{\circ}\text{C}$ 或 $3-5^{\circ}\text{C}$ 处理下,老、中和青龄叶片都没有可见伤害征象的出现,此时测定其电阻值,均可以看到在这些非致害低温处理下叶片电阻值一致增高的规律。就表3中的老、中、青龄叶三者在 $5-7^{\circ}\text{C}$ 下的电阻总平均值与室温对照者作比较,看来青龄叶片的电阻值变化幅度要比老龄叶片大一些。

表1 不同低温处理对红桑叶片电阻值、水浸液电导率和 K^+ 离子含量的影响*

项 目	对 照 ($25-30^{\circ}\text{C}$)	处 理 I ($5-6^{\circ}\text{C}$)	处 理 II ($1 \pm 1^{\circ}\text{C}$)
电阻值, Ω	529	611.5	74.6
电导率, $\mu\Omega$	91.5	—	478
K^+ 离子含量, ppm	15.4	—	84.5
标本状况	正 常	叶片没有可见伤害征象	叶片上有大的伤斑块

* 上列数据为二次重复实验的平均值。

表2 非致害的和致害的零上低温对红桑叶片电阻值.K Ω 的影响*

测定日期	对 照 (15—18℃)	处 理 I (5—7℃)		处 理 II (1±1℃)	
		处理 6 小时	处理后在15—18℃下20分钟	具大斑点部分	具大伤块部分
12月3日	185	221	191	87	44
12月5日	183	199	181	85	33
12月7日	157	204	186	87	37
12月8日	173	193	177	88	36
总平均值	175	204	184	87	38

*本试验叶片材料是青龄叶, 处理期间包二层润湿纱布保湿, 用双针四角电极测定叶组织电阻, 每一数据均为20个测定的平均值。

表3 非致害零上低温对不同龄红桑叶片电阻.K Ω 的影响*

组 别		Ⅰ			Ⅱ			Ⅲ			Ⅳ			总 平 均		
日 期		11月22日			11月23日			11月24日			11月25日					
处 理		对照	处理Ⅰ	处理Ⅱ	对照	处理Ⅰ	处理Ⅱ	对照	处理Ⅰ	处理Ⅱ	对照	处理Ⅰ	处理Ⅱ	对照	处理Ⅰ	处理Ⅱ
温 度		20—22	5—7	3—5	18—20	5—7	3—5	18—20	5—7	3—5	18—20	5—7	3—5	18—22	5—7	3—5
叶 龄	老	196	217	213	198	207	218	191	205	208	202	217	219	197	212	215
	中	187	206	207	195	205	204	181	217	208	199	207	203	191	209	206
	青	170	194	189	171	200	200	169	199	191	177	185	181	172	195	193
老、中、青三测定的平均		184	208	203	188	204	207	180	207	202	192	203	201	186	205	204

*上列数据均为20个测定的平均值, 在处理期间, 叶片标本包二层润湿的纱布保湿, 使用双针四角电极测定叶片电阻。

通过连续测定红桑叶片电阻值的记录, 可以明显地看到在非致害的5℃影响下, 叶片电阻曲线的上升是逐渐的, 需要一定的时间过渡才能到达最高点, 然后在相当长一段时间里保持这个水平(图1); 而一直置于稳定的室温25℃下的测定标本, 叶片电阻值基本上维持在其原来的水平上。

二、致害零上低温下植物叶片电阻的变化

在试验中6小时1±1℃的低温, 能够使所有实验叶片材料产生较严重的伤害, 伤斑连成一大片, 状如烫熟, 这时叶片电阻值大大减小, 其数值只是室温对照叶片的几分之一至十一分之一(表1、表2、表4)。

从1±1℃下受害的红桑叶片中分割出伤害程度轻重不一的几个部分, 分别地测定各部分的电阻值, 从测定结果可以看到受害叶片电阻值的减小, 随着寒害程度的增加而扩大, 即寒害越严重, 叶组织电阻减小越多(表2、表5)。

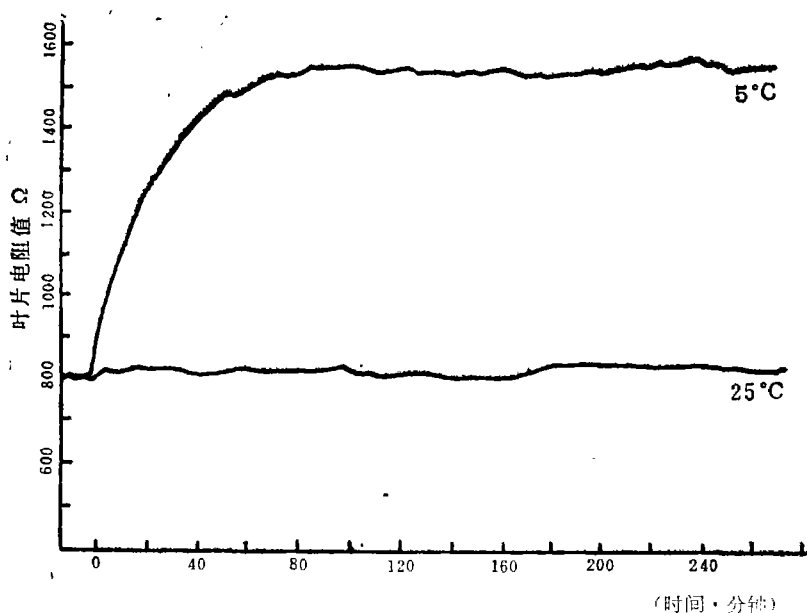


图1 在寒冷温度5℃和室温25℃下红桑叶片电阻值变化的时间曲线。

表4 在 $1 \pm 1^\circ\text{C}$ 处理下几种热带绿化树木受害叶片电阻值的变化情况*

处 理 与 项 目	大 蕉	刺 桐	美 丽 决 明	红 桑	龙 牙 花
对照(24—26℃)	878.5	1138	1525	878	876
处理($1 \pm 1^\circ\text{C}$)	119	131.5	147.9	77	109.7
处理/对照电阻比	1/7.4	1/8.6	1/10.2	1/11.4	1/8.0

*上述数据为二次重复实验的平均值。

表5 在 $1 \pm 1^\circ\text{C}$ 下遭受寒害红桑叶片不同寒害程度各部分电阻值的比较*

对照与处理	对 照 (25—27℃)	在 $1 \pm 1^\circ\text{C}$ 处理下不同寒害程度各部的电阻值比较		
标本状况	叶片完全正常	外观上尚未发现可见伤害征象部分	有暗色伤害小斑点的部分	具大片伤斑之严重受害部分
电阻值, Ω	665.5	403.4	238.7	56.7

*上述数据为二次重复实验的平均值。

在几次实验中, 我们观察到在6小时的 $2-3^\circ\text{C}$ 以至 $5-6^\circ\text{C}$ 处理下, 炮弹果叶片已经出现寒害征象, 并且, 它们寒害严重的程度与处理低温的强度有正的关系, 而和叶片组织的电阻值成相反关系(图2)。

三、在致害零上低温下受害叶片组织水浸液电导率和 K^+ 离子含量的变化

在绿化树木叶片遭受寒害时, 叶片水浸液的电导率和 K^+ 离子含量均平行地增加, 它们

的变化和寒害程度的大小成正比的关系, 即叶片的寒害越严重, 其水浸液电导率和 K⁺ 离子含量越高 (图 2)。

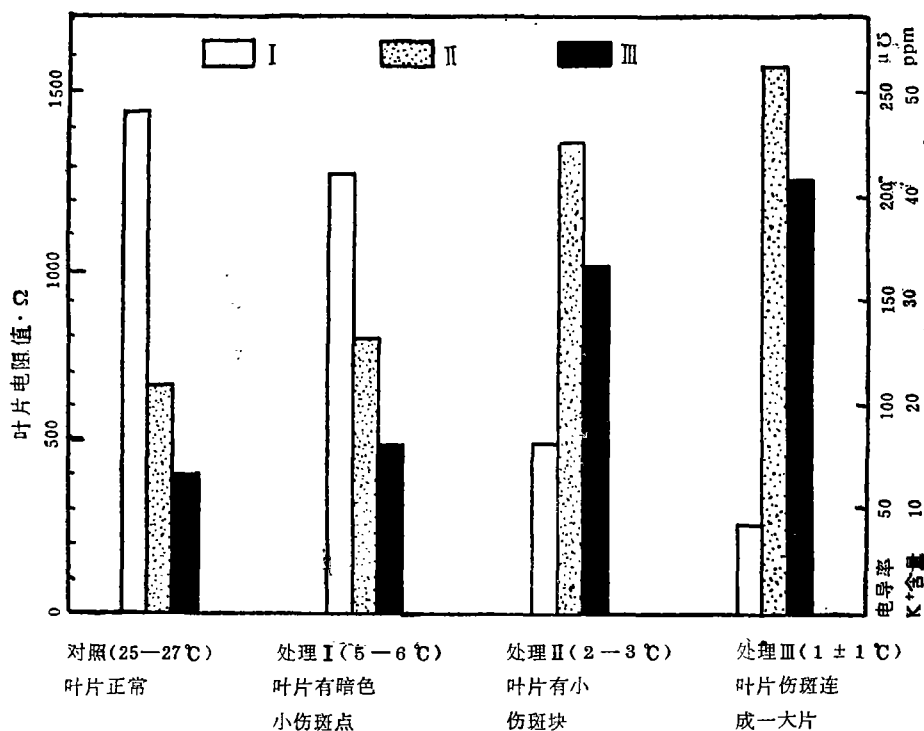


图 2. 不同低温处理下炮弹果叶片电阻, 水浸液电导率和 K⁺ 离子含量的变化
图例 I 电阻值, II 电导率, III K⁺ 含量

讨 论 与 总 结

在零上低温影响下, 热带绿化树木叶片电阻值发生两个方向相反的变化: 在非致害零上低温处理下, 叶组织电阻值明显地增高, 除去低温处理后, 增高的叶片电阻值有一个复元反应; 在致害零上低温处理下受害时, 叶组织电阻减小, 水浸液电导率和 K⁺ 离子含量增加, 前者与寒害程度成相反的关系, 后二者与寒害程度成正比的关系。因此, 以上实验结果表明, 在零上低温影响下, 叶片电阻值的变化和叶片水浸液电导率及 K⁺ 离子含量的变化, 同样可以用来作为寒害的指标。

在我们的实验中, 6 小时 5—6℃ 的低温处理对红桑叶片是无害的, 因为在此温度下, 红桑叶片没有产生寒害征象, 这温度可以说是红桑叶片的非致害零上低温度, 这时叶片电阻值高于对照标本。然而, 同时时间的同一温度 (5—6℃) 能够使炮弹果叶片产生点点暗色伤斑。所以, 这一温度对炮弹果叶片来说是一个致害的零上低温。这时炮弹果叶片电阻显著低于对照标本 (图 2)。上述情况表明炮弹果的抗寒性比红桑差。这些实验测定的情况与历年冬季观察的结果相符^[6]。在越冬期间, 炮弹果全部落叶的时间一般比红桑早 1—2 个月。

在 1±1℃ 下受害红桑叶片的分割测定中, 我们从寒害斑块边缘分割出一些在外观上没有可见寒害征象的叶带小段 (测定长、宽度为 5×0.5 厘米), 测定其电阻, 看到数值比在

25—27℃室温下的对照标本明显地减小的现象(见表5, 对照电阻值为665.5Ω, 寒害边缘部分叶组织电阻值为403.4Ω)。Tattar等^[13]认为, 植物组织电特性变化能够在伤害之后立即被测定出来, 而植株征状24—48小时才出现, 这就是说在一定温度情况下, 植物电特性的变化可以出现先于征状。那么, 按照Tattar等^[13]的意见, 我们从受害边缘分割的外观上并无可见寒害征象的叶带, 实际上已经在严厉的低温下产生了内在的损害, 所以, 在更精确的研究中, 除依靠外观有无可见伤害的出现来确定植物是否遭受寒害外, 还应该配合更精细的伤害检测方法。

在使用双针四角电极测定片叶电阻时, 电极均应插入叶肉之中, 不能插在侧脉处。因为电极插在侧脉处会使电阻读数反常地减小。在测定中发觉电阻读数反常地减小时, 应注意检查电极针是否插在侧脉的位置, 并要拔出重插。在测定中只要有一个电极针插空, 电阻读数便会反常地增大, 发现这种情况, 也应把电极拔出重插。

本实验着重讨论植物健康组织和受害组织的电阻值变化情况。

电阻测定技术对植物寒害的早期检测, 是利用其在伤害之后组织电阻值立刻发生变化的这一特性。因为不同抗寒力的植物种或品种, 对一定低温的反应是不同的, 所以, 在实验室里应用电阻测定技术检测叶片或枝条标本便能够确定植物的寒害及抗寒性。于是, 这种技术的研究和掌握, 以及利用这种技术而获得的资料对生产部门和育种工作都是特别有用的。此外, 这一方法还将由于电子技术的飞速发展而不断改进, 因此是值得继续探讨的一个研究手段。

参 考 文 献

- [1] 郭金铨, 1979: 植物生理学报, 5(3), 199—204.
- [2] 胡荣海等, 1981: 植物生理学通讯, 6: 35—37.
- [3] 祝宗岭等, 1982: 植物生理学通讯, 1: 54—58.
- [4] 唐友林, 1982: 植物生理学通讯, 2: 7—11.
- [5] 唐友林, 1984: 广州热带绿化植物零上低温的反应(未发表)
- [6] Calder, F. W. et al. 1966: Can. J. Plant Sci. 46:185-194.
- [7] Dexter, S. T. et al. 1932: Plant Physiol. 7:63-78.
- [8] Drake, G. A. 1979: J. Exp. Bot. Vol. 30. No. 117:719-725.
- [9] Eenson, D. S. 1960: Can. J. Bot. 38:263-265.
- [10] Glerum, C. 1973: Can. J. Plant Sci. 53:881-889.
- [11] Livitt, J. 1976: "Effect of Environmental Stress on Transport of Ions Across Membranes" in Marre, C. and Ciferri, O. Regulation of Cell Membrane Activities in Plants 111-116. North-Holland Publishing Company.
- [12] Palta, J. P. 1977: Plant Physiol. 60:393-397.
- [13] Tattar, T. A. and Banchard, R. O. 1976: Ann. Rev. Phytopath. 14:309-325.

EFFECT OF CHILLING TEMPERATURE ON CONDUCTIVITY, K^+ ION CONTENT IN WATER EXTRACT AND ELECTRICAL RESISTANCE OF TROPICAL SHADE TREE LEAVES

Tang You-lin

(South China Institute of Botany, Academia Sinica)

Abstract

In this paper, changes of conductivity, K^+ ion content in water extract and electrical resistance of tropical shade tree leaves were investigated during chilling temperatures. Under the non-injurious chilling temperature, resistance of leaves was increased, and under injurious temperature, the resistance of injured leaves was decreased, conductivity and K^+ ion content in water extract of injured leaves were parallelly increased; these increases could be accompanied by the serious degree of visualized symptoms.