

电导法结合 Logistic 方程确定 4 种竹子的抗寒性

徐传保, 戴庆敏, 杨晓琴

(丽水学院 生态学院, 浙江 丽水 323000)

摘要: 采用电导法研究低温胁迫下 4 种竹类植物电解质外渗率(REC)的变化, 并利用 Logistic 方程对变化曲线进行拟合, 分别计算其半致死温度(LT_{50})。结果表明: 4 种竹子的 REC 均随着处理温度的降低而呈 S 形上升, 由此计算出 S 形拐点对应的温度即为其 LT_{50} , 其抗寒性强弱顺序为: 淡竹 > 安吉水胖竹 > 寿竹 > 蓉城竹, LT_{50} 分别为 -23.03°C 、 -19.16°C 、 -16.32°C 、 -15.99°C 。

关键词: 竹子; 抗寒性; 电解质外渗率; Logistic 方程; 半致死温度

中图分类号: S795 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2011)11-0129-03

Measurement of Cold Tolerance in Four Bamboo Based on REC with Logistic Equation

XU Chuan-bao¹, DAI Qing-min^{1*}, YANG Xiao-qin¹

(College of Ecology, Lishui University, Lishui 323000, China)

Abstract: Electrical conductivity method was used to determine the curve of REC of four bamboo species in low temperature stress, and Logistic equation was used to fit it and then calculate their respective semi-lethal temperature (LT_{50}). The result showed that REC of four species increased as a S-curves with the decrease of temperature. Determining LT_{50} with the S-curves inflection point temperature. From these, the cold tolerance (from strong to weak) is: *Phyllostachys glauca*, *Phyllostachys rubicunda*, *Phyllostachys bambusoides f. shouzhuzhu* and *Phyllostachys bissetii*. The corresponding LT_{50} was -23.03°C , -19.16°C , -16.32°C and -15.99°C , respectively.

Key words: Bamboo; Cold tolerance; Relative electric conductivity (REC); Logistic equation; Semi-lethal temperature (LT_{50})

竹子属禾本科 (Gramineae) 竹亚科 (Bambusoideae) 的多年生常绿植物, 是极其重要的可再生林业资源, 也是重要的园林绿化植物。由于受各地气温的影响, 大部分竹种在分布上具有明显的地带性和区域性, 我国竹子的栽培区域主要集中在南方, 其中福建、江西、浙江、湖南四省为竹子主要产区。人们在上世纪 50—60 年代进行了大规模“南竹北移”工作, 使一些抗性较强的散生竹引种到黄河流域以北地区, 竹子引种工作取得了较大的成功。由于我国北方地区冬季寒冷、持续时间较长, 且倒春寒现象较严重, 抗寒性问题成为竹类植物在我国北方地区园林绿化中进一步推广应用的最主要限制因子, 迄

今尚未见对竹类植物低温逆境生理的研究报道。研究了竹类低温胁迫下电解质外渗率(REC)的变化规律, 测定其半致死温度(LT_{50}), 将其作为快速鉴定竹子不同品种抗寒性的重要指标, 为进一步研究竹子不同品种抗寒性提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料是刚竹属的 4 个竹种(变种), 分别为淡竹 (*Phyllostachys glauca*)、安吉水胖竹 (*Phyllostachys rubicunda*)、寿竹 (*Phyllostachys bambusoides f. shouzhuzhu*)、蓉城竹 (*Phyllostachys bis-*

收稿日期: 2011-05-10

基金项目: 丽水学院人才引进项目(2009025)

作者简介: 徐传保(1981-), 男, 山东济南人, 实验师, 硕士, 主要从事园林植物种质资源和栽培生理研究。

E-mail: xcb12345@126.com

setii),栽植在山东省泰山林业科学研究院竹子引种基地。引种基地土壤为砂壤土,土层厚度达 80 cm,土壤 pH 值为 6.4~6.6,呈中酸性。经化验得知,土壤有机质含量为 8.6 mg/g,有效 N 为 71.1 mg/kg,有效 P 为 11.4 mg/kg,有效 K 为 59.0 mg/kg。

1.2 方法

电导率测定的取样时间参考黄华涛等^[1]的方法,采样参照朱海根等^[2]的方法。于 2009 年 11 月 20 日 8:00—9:00,分别在健壮植株中部向南枝条取叶,叶片采摘后立即用潮湿纱布包裹,装入密封的塑料袋中,带回实验室。分别用自来水、去离子水冲洗,用吸水纸吸干水分。将每种竹的叶片分成 6 份,放入密封的塑料袋中。分装好的叶片置于 YT-10C 型超级恒温循环器中,以 8℃/h 的速度降温于 0℃、-5℃、-10℃、-15℃、-20℃、-25℃ 6 个温度梯度,到达设定的温度时停留 12h,然后再继续降温。将低温处理后的样品取出置于 2℃ 冰箱内解冻 12h 后进行测定。

电导率测定参照邹琦^[3]的方法,将供试材料用去离子水冲洗 2 遍,再用洁净滤纸吸净表面水分。避开大叶脉用打孔器打取圆片,每组打取圆片 45 片,充分混匀后分装在 3 支洁净的刻度试管中,每管 15 片并加入 15 mL 去离子水,真空渗入 20 min。将以上试管置于室温下放在 SHA-C 恒温振荡器上振荡 100 min。振荡完成后用 DDSJ-308A 型电导率仪测其初电导值 S_1 。测毕,用试管盖塞封口,置沸水浴中 10 min,取出自来水冷却至室温,并在室温下平衡 10 min,摇匀,测其终电导值 S_2 ,以去离子水电导率 L_{CK} 为对照,利用公式计算电解质外渗率(REC):

$$REC = \frac{S_1 - L_{CK}}{S_2 - L_{CK}} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 不同低温处理后竹子叶片 REC 的动态变化

从图 1 中看出,在经过一系列低温处理后,随着温度降低,供试竹子的电解质外渗率总体上均呈 S 形上升趋势,但各品种 REC 的具体变化情况又有所不同。

在 -10~0℃ 范围内,各品种的电解质外渗率随温度的降低而增加,但增加的幅度较小,蓉城竹、安吉水胖竹、淡竹、寿竹在 -10℃ 的电解质外渗率比对照 0℃ 分别增加 7.35%、6.97%、5.02%、5.03 个百分点。当温度继续降低时,电解质外渗率的增幅明显增大,-25℃ 时,上述竹种的电解质外渗率分别达到

70.59%、76.29%、70.73%、76.39%,比对照 0℃ 分别增加 50.16%、55.70%、53.74%、55.94 个百分点。

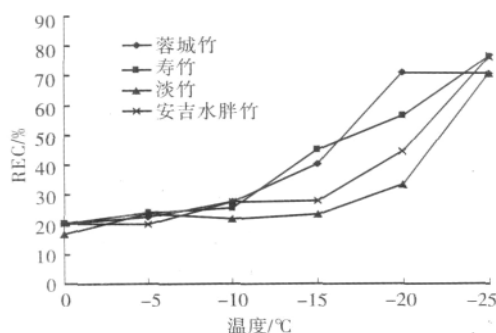


图 1 不同温度下竹子叶片电解质外渗率变化

蓉城竹 REC 的变化出现了 2 次跃升,即 -15℃、-20℃,尤以 -20℃ 时跃升明显并达到最大值,此后开始下降;寿竹 REC 在整个降温阶段均呈上升趋势,在 -15℃ 时出现明显跃升,并在 -25℃ 达到最大值;淡竹和安吉水胖竹的 REC 在 -15~0℃ 时变化不明显,但均在 -20℃ 时出现明显跃升,并在 -25℃ 时达到最大值。

由试验结果可以看出,竹子叶片在低温胁迫下随温度的不断降低原生质膜透性逐渐增大。可以预计,随着处理温度的持续降低,叶片 REC 将继续增大,直至接近 100%,质膜被完全破坏。

2.2 低温胁迫处理下不同竹种的 LT_{50} 分析

朱根海等^[2]在研究不同低温处理盆栽小麦的变化情况时发现,其 REC 曲线呈“S”形,认为应用电导法配合 Logistic 方程求出“S”形曲线的拐点温度能较准确地估计出植物组织的低温半致死温度,并且 LT_{50} 可作为植物抗寒性的重要指标之一。

Logistic 方程是一个典型的“S”曲线方程,其拟合方程为 $y = k / (1 + ae^{-bx})$ (k, a, b 为常数),在数学上,拐点即 $(d^2y/dx^2) = 0$ 时的 x 值,即为半致死温度 (LT_{50})。利用莫惠栋^[4]的方程回归统计法对温度和 REC 进行 Logistic 回归分析,计算 LT_{50} 并进行拟合度检验。根据莫惠栋的观点,如果 y 为累计频率,则常数 k 为 100%。所以在本次方程回归分析时 k 即为 100%。

从 Logistic 方程拟合统计结果看,在低温胁迫下,电解质渗出率与温度之间的关系曲线,能较好地用 Logistic 曲线方程 $y = k / (1 + ae^{-bx})$ 进行拟合, R 值介于 0.834~0.961,进行 F 值 ($F_{0.01}, F_{0.05}$) 检验表明,供试 4 种竹子的拟合值除淡竹外均大于相关系数临界值 $r_{0.05} = 0.878$,呈显著水平,其中寿竹呈

极显著水平($r_{0.01} = 0.959$)。说明在该抗寒研究中，不同低温处理的电解质外渗率遵循 Logistic 方程的

变化规律，与半致死温度呈线性关系，其拟合结果比较可靠，精确度较高。

表 1 不同温度下竹子电解质外渗率拟合 Logistic 方程

种类	温度/℃						Logistic 方程	LT ₅₀ /℃	R
	0	−5	−10	−15	−20	−25			
蓉城竹	20.43	22.70	27.78	40.29	70.92	70.59	$y=100/(1+5.22e^{-0.103x})$	−15.99	0.948*
寿竹	20.45	24.10	25.49	45.22	56.59	76.39	$y=100/(1+5.25e^{-0.102x})$	−16.32	0.961**
淡竹	16.99	23.67	22.01	23.51	33.43	70.73	$y=100/(1+6.21e^{-0.079x})$	−23.03	0.834
安吉水胖竹	20.59	20.11	27.55	28.06	44.69	76.29	$y=100/(1+5.84e^{-0.092x})$	−19.16	0.889*

注：**表示极显著水平，*表示显著水平

3 结论与讨论

根据 Logistic 方程计算结果，蓉城竹、寿竹、淡竹、安吉水胖竹的 LT₅₀ 分别为 −15.99℃、−16.32℃、−23.03℃、−19.16℃。4 种竹子抗寒性的强弱顺序为淡竹>安吉水胖竹>寿竹>蓉城竹，这与形态观察结果完全一致，而淡竹 REC 与 Logistic 拟合方程拟合度未达到显著水平可能是由于试验过程中操作带来的误差造成的。由此可见利用电导法配合 Logistic 方程计算所试种竹 LT₅₀ 测定方法简便、灵敏，计算结果精确度高。这种方法现已应用于多种植物材料^[5-13]，但在竹子抗寒性的研究上尚是首次。本试验证实可用该法测定竹子的 LT₅₀，并以此作为竹子品种抗寒性鉴定的重要指标之一。

参考文献:

[1] 黄华涛,刘祖生,庄晚芳.茶树抗寒性的研究[J].茶叶科学,1986,6(1):41-48.

[2] 朱根海,刘祖祺,朱培仁.应用 Logistic 方程确定植物组织低温半致死温度研究[J].南京农业大学学报,1986(3):11-16.

[3] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版

社,2000:159-160.

[4] 莫惠栋.Logistic 方程及其应用[J].江苏农学院学报,1983,4(2):53-57.

[5] 刘建辉,崔鸿文.电导法鉴定黄瓜抗寒性的研究[J].西北农业大学学报,1995,23(4):74-77.

[6] 徐康,夏宜平,徐碧玉,等.以电导法配合 Logistic 方程确定茶梅‘小玫瑰’的抗寒性[J].园艺学报,2005,32(1):148-150.

[7] 王文举,张亚红,牛锦凤,等.电导法测定鲜食葡萄的抗寒性[J].果树学报,2007,24(1):34-37.

[8] 王飞,李嘉瑞,陈登文.用电导法配合 Logistic 方程确定杏花期的抗寒性[J].西北农业大学学报,1997,25(5):59-63.

[9] 王树锋.数学生态学在林学可持续发展中的应用探析[J].现代农业科技,2011(2):240-241.

[10] 李俊才,刘成,王家珍,等.洋梨枝条的低温半致死温度[J].果树学报,2007,24(4):529-532.

[11] 徐刚,郭世荣,张昌伟,等.温室小型西瓜光合生产与干物质积累模拟模型[J].果树学报,2005,22(2):129-133.

[12] 高爱农,姜淑荣,赵锡温,等.苹果品种抗寒性测定方法的研究[J].果树学报,2000,17(1):17-21.

[13] 杨晓宇,田建保,韩凤,等.应用电导法测定晋扁系列扁桃抗寒性研究[J].山西农业科学,2010(3):20-22.