

应用 Logistic 方程研究优良冷季型 观赏草抗热性

高 鹤, 宗俊勤, 郭爱桂, 刘建秀

(江苏省中国科学院植物研究所 南京中山植物园, 江苏 南京 210014)

摘要: 高温是热带和亚热带地区冷季型观赏草生长发育的最大限制因子。本研究以叶片为材料, 用改良电导法测定配合 Logistic 方程求拐点温度的方法测定了 6 种冷季型观赏草的高温半致死温度(LT₅₀)。结果表明, 经等梯度的高温处理后, 待试材料叶片细胞伤害率和温度之间呈现明显的“S”形曲线, 符合 Logistic 方程, 拟合度较好。抗热性排序为: 宽叶苔草(*Carex siderosticta*) (LT₅₀ = 53.5 °C) > 皱苞苔草(*C. chungii*) (LT₅₀ = 52.5 °C) > 发状苔草(*C. comans*) (LT₅₀ = 51.5 °C) > 棕榈叶苔草(*C. muskingumensis*) (LT₅₀ = 48.4 °C) > 蓝灰石竹(*Dianthus gratianopolitanus*) (LT₅₀ = 46.3 °C) > 花叶藜草(*Phalaris arundinacea*) (LT₅₀ = 44.8 °C)。通过对供试材料在南京地区越夏情况的田间观测, 发现宽叶苔草、皱苞苔草、发状苔草的长势良好, 外观无任何变化, 因此认为这 3 种观赏草的抗热性较强。

关键词: 冷季型观赏草; 抗热; 叶; 半致死温度

中图分类号: S540.34; Q948.112⁺.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2010)10-0027-04

^{*1} 在南北转型带(北纬 37°线约 300 km 宽的地带)及其以南的亚热带地区, 冷季型观赏草能否安全越夏, 是推广利用的主要限制因素。越夏率高的冷季型草种的选择, 比起采用虽耐寒却在秋末转黄的暖季型草种, 可以形成更漂亮的四季常绿的景观^[1]。抗热性评价对夏季高温地区引种植物具有重要的指导价值^[2-4]。耐热性的鉴定指标既需要合适的研究方法, 也需要在合适的研究方法基础上建立合适的数量化指标体系来进行耐热性的综合评价^[5]。

高温胁迫可引起植物细胞膜不同程度的损伤, 使膜的选择透性降低或丧失, 导致细胞内电解质外渗, 组织浸出液的电导率增大, 因此, 测定组织浸出液的电导率变化可反映出膜受害程度和植物抗热性的强弱^[6]。这一方法首先由朱根海等^[7-8]提出, 苏维埃等^[9]对其作为抗性指标及其数量化意义做了进一步探讨; 朱月林等^[10]的研究还证明, 用细胞膜伤害率代替电解质透出率, 计算得到的拐点温度更符合不结球白菜(*Brassica pekinensis*)抗冻力实际。赵玉宏^[11]用电导率配合 Logistic 方程测定 2 种冷季型草坪的抗热性结果与高羊茅(*Festuca elata*)和早熟禾(*Poa annua*)

的实际抗热力趋势一致, 而在冷季型观赏草的耐热性研究上还未见有相关的报道。

本试验拟在上述研究的基础上, 对冷季型观赏草抗热性方法的测定和评价作初步探讨, 并对 6 种冷季型观赏草的抗热性进行鉴定, 以期冷季型观赏草的科学引种提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况 该试验地位于 32°02' N, 118°28' E, 海拔 3040 m, 年均温 15.4 °C, 1 月份平均气温为 2.3 °C, 7 月份平均气温 27.7 °C, 1 月份绝对最低气温 -13.0 °C, 7 月份绝对最高气温 43.0 °C, 年均降水量 1 013 mm。试验地土壤有机质含量为(5.098 ± 0.668 8)%, 全氮为(0.212 ± 0.018)%, 速效磷为[(11.2 ± 2.44) × 10⁻⁴]%, 速效钾含量[(257.4 ± 26.0) × 10⁻⁴]%, 土壤 pH 值为 7.08 ± 0.11, 土壤肥力中等且分布均匀, 试验地进行统一管理。

收稿日期: 2009-12-17

基金项目: 江苏特色观赏植物(草坪草、观赏草和石蒜等)资源收集开发业务建设(BM2009905)

作者简介: 高鹤(1978-), 女, 吉林白山人, 硕士, 主要从事观赏草资源评价与研究。

通信作者: 刘建秀 E-mail: turfunit@yao.com.cn

1.2 试验材料 拟研究的材料有 6 份,分别为皱苞苔草(*Carex chungii*)(南京野生)、发状苔草(*C. comans*)(南京野生)、棕榈叶苔草(*C. muskin-gumensis*)(美国)、蓝灰石竹(*Dianthus gratiano-politanus*)(美国)、宽叶苔草(*C. siderosticta*)(日本)、花叶藜草(*Phalaris arundinacea*)(美国)。试验材料栽种于江苏省中国科学院植物研究所资源圃内,每份材料面积均为 2 m²,除在生长季根据天气情况进行适当的灌溉外,不进行其他管理。

1.3 试验方法 试验于 2006 年 7 月 13 日—7 月 16 日在江苏省中科院植物研究所草坪组实验室进行。并同步对室外的相关 6 份材料的越夏情况(生长势、叶片色泽等)进行观察、记录,以生长势、叶片色泽为指标,将抗热程度分为 4 级,具体标准为:1 级,叶色青绿至墨绿,呈自然色泽,叶片长势良好,无外观变化;2 级,叶色偏黄绿,叶片生长未见明显变化;3 级,叶色暗绿,叶片边缘轻微内翘;4 级,叶色灰白偏暗,叶缘焦黄。得分越低越好。

1.3.1 取材 于苗圃地中剪取完全开展的中部健康成叶若干,迅速带回实验室,用清水洗去叶片表面的灰尘,去离子水浸洗 34 遍,吸干,剪成 2 cm×2 cm 大小的叶段 45 g,置于洗净并用去离子水浸洗控干的试管中,用保鲜膜封口。

1.3.2 高温处理 用电热鼓风机干燥箱(CS101-1E BN,重庆四达实验仪器有限公司)准确控制温度,设 25、30、35、40、45、50、55、60 ℃ 8 个水平,将试管置于烘箱中,试管水平置于纱布上,以使管壁不接触烘箱内金属器件,每个温度处理 2 h。

1.3.3 电导率测定 将每个温度处理材料分成 4 等份,即 4 个重复,每重复 0.5 g,置于去离子水浸洗并烘干的试管中,加 20 mL 去离子水,过夜,次日测沸前电导率(电导率仪:DOS-307 型),然后将试管用沸水煮 25 min,待完全冷却后测沸后电导率。

1.4 数据处理与分析

$$\text{相对电导率} = \frac{\text{沸前电导率}}{\text{沸后电导率}} \times 100\%$$

用 Logistic 方程 $[y = k / (1 + ae^{-bx})]$, a、b、k 均大于 0]拟合,求出该方程出现拐点时的温度值,

Logistic 曲线的拐点在 $x = \frac{\ln a}{b}$ 处,此拐点温度是细胞膜受害达到总细胞膜伤害率 50% 的温度,也称为半致死温度(LT₅₀)。试验数据用回归相关通径分析软件和 SPSS 10.0 分析并作图。

2 结果与分析

2.1 叶片相对电导率随高温的变化规律

随着温度的升高,叶片细胞膜伤害率增大,细胞膜透性增大,类囊体破坏,电解质不断渗出,电导率增大。6 份材料的细胞电解质渗出液相对电导率随温度升高呈现出缓和上升、骤升、平稳变化的趋势,将相对电导率和温度配合 Logistic 方程进行拟合,拟合曲线呈明显的“S”型,与 Logistic 方程具有较好拟合度,达显著或极显著水平,以花叶藜草为代表(图 1)。

图 1 花叶藜草的阻滞方程拟合曲线

植物材料的电解质渗出率及细胞膜伤害率随温度升高逐渐增大,但其在上升过程中存在某一临界温度,超过临界温度则细胞死亡率递增效应达最大,材料的存活率迅速下降,这一临界温度即为 LT₅₀。根据莫惠栋^[12] Logistic 方程的应用和计算 LT₅₀ 的方法,将方程求出列于表 1。

2.2 观赏草叶片的半致死温度 由电导法得出的半致死温度越高,草种的耐热性越强。由表 1 可见,宽叶苔草的抗热性最强,参试的 2 份南京本土野生引种栽培的苔草的 LT₅₀ 差别不大,分别位居 2、3,国外引种的除宽叶苔草外,抗热性均不如这 2 种。

2.3 观赏草室外越夏情况 通过对供试材料在南京最热月田间生长情况的观测,发现供试的

表1 6份材料的阻滞方程及半致死温度(LT₅₀)

材料	来源	Logistic 方程	拟合度 R ²	LT ₅₀ (°C)
宽叶苔草	日本	$y=98.14325/(1+21736.56489e^{-0.18656x})$	0.8013**	53.5
皱苞苔草	南京	$y=89.93055/(1+626680768979.445e^{-0.51766x})$	0.9607*	52.5
发状苔草	南京	$y=101/(1+7231085.68827e^{-0.30690x})$	0.8459*	51.5
棕榈叶苔草	美国	$y=96.01553/(1+33754167.27985e^{-0.35825x})$	0.9575**	48.4
蓝灰石竹	美国	$y=95.33452/(1+48426.30677e^{-0.24276x})$	0.9833**	46.3
花叶藜草	美国	$y=104.79166/(1+174217.38971e^{-0.26914x})$	0.9687**	44.8

注: * 表示显著($P<0.05$), ** 表示极显著($P<0.01$)。

6份材料均能安全越夏,未发现材料死亡。对供试材料的叶色和叶片的生长状态进行了观察,发现宽叶苔草、皱苞苔草、发状苔草为1级;棕榈叶苔草为2级;蓝灰石竹为3级;花叶藜草为4级。观察结果表明,宽叶苔草、皱苞苔草、发状苔草在夏季的表现较好,棕榈叶苔草和蓝灰石竹次之,而花叶藜草的抗热性最差。这与材料的LT₅₀所反映的材料的抗热性排名一致。

3 讨论与结论

试验结果表明,依据6份参试材料的高温LT₅₀所得出的抗热性排序为:宽叶苔草>皱苞苔草>发状苔草>棕榈叶苔草>蓝灰石竹>花叶藜草。这与6份材料在南京地区最热月份的田间观测表现相符,宽叶苔草、皱苞苔草、发状苔草颜色青绿至墨绿,呈自然色泽,长势良好,无外观变化;棕榈叶苔草叶色偏黄绿;蓝灰石竹叶片边缘轻微内翘,叶色暗绿;花叶藜草叶缘焦黄,叶色灰白偏暗。

在国外引种的材料中,宽叶苔草的抗热性好于2份南京当地引种栽培的材料,其他3份国外引种材料的耐热性均弱于南京当地的材料。说明在引种观赏草材料时,应了解计划引进材料的相关性状并充分考虑利用我国本土材料的可能性,这样既可以引种到理想的观赏草材料,又可以避免盲目引进国外材料所造成的适应性问题。

4种苔草属材料耐热性处于4853.5°C,同样的LT₅₀范围出现在前人研究^[13-14]的高羊茅、早熟禾等冷季型草中。同属不同种的材料的耐热性有差异,4份苔草属植物中,宽叶苔草、皱苞苔草、发状苔草的耐热性差别不大,均表现较好,棕榈叶苔草则稍差。

利用改良电导法与Logistic方程结合求拐点温度的方法测定了冷季型观赏草的高温LT₅₀,其测定的结果与材料在田间的实际表现趋势一致。表明此方法是鉴定植物材料的耐热性的一种简便可行的办法,不仅可以缩短引种时间,而且可以降低引种的风险,提高引种效率。

参考文献

- [1] 王长庭,龙瑞军,丁路明. 高寒草甸不同草地类型功能群多样性及组成对植物群落生产力的影响[J]. 生物多样性,2004,12(4):403-409.
- [2] 江宏娟,李建龙,李良霞,等. 高温胁迫下不同氮肥处理对高羊茅氮代谢的影响[J]. 草业科学,2009,26(3):102-107.
- [3] 胡淑静,易小林,李名扬. 费斯塔和高羊茅在重庆地区夏季干热条件下的适应性研究[J]. 草业科学,2009,26(4):106-109.
- [4] 王婷婷,徐国荣,张举仁,等. 细胞工程技术选育的草地早熟禾新种质的耐热性分析[J]. 草业学报,2009,18(2):60-65.
- [5] 王凤兰,周厚高,黄子峰,等. 新铁炮百合叶片抗热性形态指标初探[J]. 湖北农学院学报,2004,24(2):102-105.
- [6] 张施君,周厚高,潘文华,等. 麝香百合的抗热生理指标初探[J]. 中国农学通报,2005,21(3):240-242.
- [7] 朱根海,朱培仁. 小麦抗冻性的季节变化及其温度脱锻炼的效应[J]. 南京农学院学报,1984(2):9-13.
- [8] 朱根海,朱培仁,刘祖祺. 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):11-15.
- [9] 苏维埃,宓容钦,王文英,等. 植物抗性指标数量化研究[J]. 中国科学(B辑),1987(10):1058-1064.
- [10] 朱月林,曹寿椿,刘祖祺. 致死温度确定法的改进及

- 其在不结球白菜上的验证[J]. 园艺学报, 1988, 15(1):51-56.
- [11] 赵玉宏. 应用 Logistic 方程测定冷季型草坪草抗热性研究[J]. 湖北农业科学, 2004(4):108-110.
- [12] 莫惠栋. Logistic 方程及其应用[J]. 江苏农学院学报, 1983, 4(2):53-57.
- [13] 王钦. 高温对草坪草生命的危害[J]. 草业科学, 1993, 10(1):54-56.
- [14] 王钦. 高温对草坪草细胞的伤害[J]. 草业科学, 1993, 10(4):66-68.

Applying logistic equation to heat resistance study of cold-season ornamental grasses

GAO He, ZONG Jun-qin, GUO Ai-gui, LIU Jian-xiu

(Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences Nanjing

Botanical Garden Mem. Sun Yat-sen, Jiangsu Nanjing 210014, China)

Abstract: High temperature was a major limiting factor for the growth of cool-season ornamental grasses in subtropical regions and tropical regions. The heat resistance (LT_{50}) of six cold-season ornamental grasses was measured by determining the inflection point temperature through modified conductance ratio measurement combining with logistic equation, and the leaf was used to study. The result showed that the relationship between cell damage rate of leaf and temperature showed an obvious "S" curve through constant gradient treatment of high temperature, it was better fitting degree by according with logistic equation. Heat tolerance ability of materials was ranked as follows: *Carex siderosticta* ($LT_{50} = 53.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) > *C. chungii* ($LT_{50} = 52.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) > *C. comans* ($LT_{50} = 51.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) > *C. muskingumensis* ($LT_{50} = 48.4\text{ }^{\circ}\text{C}$) > *Dianthus gratianopolitanus* ($LT_{50} = 46.3\text{ }^{\circ}\text{C}$) > *Phalaris arundinacea* ($LT_{50} = 44.8\text{ }^{\circ}\text{C}$). Through the field observations of the material situation of over-summering in the Nanjing area, *C. siderosticta*, *C. chungii*, *C. comans* materials grew better than other grasses and had good appearance without any changes. Therefore, this study suggested that *C. siderosticta*, *C. chungii*, *C. comans* had strong heat resistance.

Key words: cool-season ornamental grasses; heat tolerance; leaf; LT_{50}

全国优秀农业期刊、全国畜牧兽医优秀期刊

国内标准刊号: CN 23-1476

《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊

国际统一刊号: ISSN 1673-1921

《养殖技术顾问》

本刊全国发行,以“普及养殖知识,推广新技术,为养殖户和基层技术人员服务”为办刊宗旨,设有“畜禽饲养、饲料与种植、繁育改良、兽医临床、病例报告、检验检疫、卫生防疫、兽药、机械设备、水产养殖、毛皮动物、畜产品加工、职业技能培训”等多个栏目,内容实用具体、操作性强,是养殖户和养殖场技术人员的良师益友。邮局订阅代号 14-304,每期 10.00 元,全年 120.00 元。

欢迎各地畜牧兽医企业、养殖场利用我刊宣传产品和企业形象

地址:哈尔滨市道外区红旗大街 518 号

邮编:150050

联系人:吴晓辉 张春岱

E-mail: yzjsgw@126.com

电话:0451-86036168 86823517

传真:0451-57633298