

# PEG 胁迫下早熟禾生理指标变化规律研究

郑海霞<sup>1</sup>, 王 超<sup>2</sup>

(1. 沈阳工学院 生命工程学院, 辽宁 抚顺 113122; 2. 黑龙江省农业科学院 信息中心, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为了研究草地早熟禾抗旱机理,以黑龙江省本土草地早熟禾 Blacktiger 为研究材料,以美国引进品种 Arcadia 和 Eclipse 为对比材料,采用不同浓度 PEG-6000 进行干旱条件的模拟,研究 3 个早熟禾品种细胞保护酶活性及质膜透性在干旱逆境下的变化规律。结果表明:PEG-6000 胁迫下,3 个品种细胞保护酶活性大小顺序为:Blacktiger>Eclipse>Arcadia;MDA 和电导率大小顺序为:Arcadia>Eclipse>Blacktiger,表明在干旱条件下,Blacktiger 质膜受损程度最小,且能够通过维持较高的细胞保护酶活性来减少干旱胁迫对植物细胞造成的伤害,而具有较高的抗旱能力。

**关键词:**草地早熟禾;PEG;细胞保护酶;质膜透性

**中图分类号:**S688.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)03-0064-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.03.0064

草地早熟禾(*Poa pratensis* L.)作为重要的多年生冷季型草坪草,广泛应用于我国北方园林绿化中。但我国北方地区大部分属于干旱、半干旱地区,灌溉条件差,而草坪的日常养护管理需要大量的水资源,水资源的不足限制了草坪草的生长发育,严重影响了草坪的外观质量和应用价值。因此,对草坪草抗旱生理机制进行研究具有重要的意义。本研究以 3 个草地早熟禾为供试材料,旨在研究 PEG 模拟干旱胁迫下,3 个品种细胞保护酶和质膜透性的变化规律,为抗旱机理的进一步挖掘和优良抗旱草坪草品种的选育提供一定的理论基础和科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验选取黑龙江省本地草地早熟禾黑虎(Blacktiger)为研究材料,以两个美国引进品种 Arcadia 和 Eclipse 为对比材料。

### 1.2 方法

**1.2.1 试验试计** 选取均匀饱满的草种,经 75%酒精消毒后用蒸馏水清洗 3 遍,播种于消毒后的草炭:园土:蛭石为 2:1:1 的苗盘中。待苗长到 3~4 片叶时移植到直径为 16 cm 的 PVC 钵中培养,每钵 120 株苗,4 次重复,随机排列。正常水肥管理 60 d 后进行 PEG-6000 模拟干旱处理。

将苗完整取出后,用自来水洗净根部的基质,并用去离子水清洗 3 遍。选择长势一致且健壮的

植株 80 棵移栽到 100 mL 的锥形瓶中,用 Hoagland 营养液进行培养,每瓶 20 mL 培养液在恒温培养箱中培养,光照时间为 16 h/8 h,昼夜温度为  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ / $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,湿度为  $65\%\pm 5\%$ 。7 d 后,进行 PEG 胁迫处理,PEG-6000 溶液以 Hoagland 营养液为溶剂配制,浓度分别为 CK(0)、5%、10%、15%、20%和 25%,其中 CK 为正常的 Hoagland 营养液。胁迫处理 72 h 后进行各项生理指标的测定。

**1.2.2 测定项目与方法** 超氧化物歧化酶 SOD、过氧化物酶 POD、过氧化氢酶 CAT 酶活性的测定方法参照郝再彬(2004)的方法进行<sup>[1]</sup>。电导率测定参照电导率仪法测定,MDA(丙二醛)参照李合生(2000)方法进行测定<sup>[2]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 PEG 胁迫下早熟禾细胞内超氧化物歧化酶活性的变化

从图 1 可以看出,随着 PEG 浓度的增加,3 个早熟禾品种 SOD 酶活性均随着渗透胁迫的增加而呈现先上升后下降的趋势,在 PEG 浓度为 15%时,3 个品种 SOD 活性均最大,之后下降。与对照相比,PEG 浓度为 15%时,Arcadia、Blacktiger 和 Eclipse 3 个早熟禾细胞内 SOD 酶活性分别上升了 49.56%、60.77%和 57.76%。与 15% PEG 浓度相比,当 PEG 浓度达到 25%时,3 个早熟禾品种 SOD 活性下降幅度大小顺序为 Arcadia> Eclipse > Blacktiger,且分别下降了 40.97%、33.98%和 29.65%。

将不同浓度 PEG 处理下,3 个品种间 SOD 酶活性进行方差分析得出,在 0.05 水平下,胁迫 Arcadia 和 Blacktiger 间存在显著差异,中低浓度

收稿日期:2014-10-09

**第一作者简介:**郑海霞(1987-),女,黑龙江省巴彦县人,硕士,讲师,从事园林植物生理生态方面的研究及园林制图和计算机辅助制图教学研究。E-mail:zhx1988flydream@163.com。

3 个品种间差异不显著,高浓度胁迫 3 个品种间均出现显著差异。

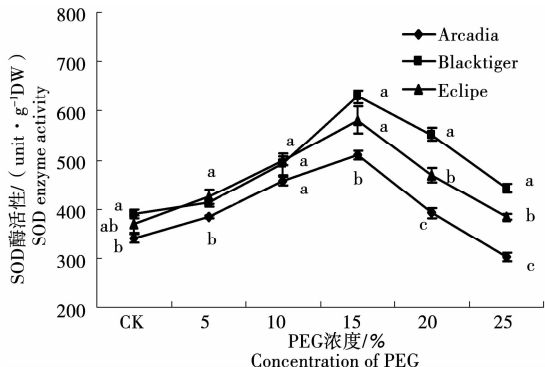


图 1 3 个早熟禾品种在不同浓度 PEG 处理下 SOD 酶活性

Fig. 1 SOD enzyme activity of three varieties of

*Poa pratensis* L. under different concentrations of PEG

## 2.2 PEG 胁迫下早熟禾细胞内过氧化物酶活性的变化

由图 2 可知,3 个早熟禾品种 POD 酶活性均随着 PEG 浓度的增加而呈先上升后下降的趋势,低浓度胁迫下 POD 酶活性上升较缓,中浓度(10%~15%)升幅最大,且在 15% 时到达最大值后下降。在整个 PEG 胁迫过程中,Blacktiger 过氧化物酶活性始终高于另外 2 个品种,与对照水平相比,PEG 浓度为 15% 时,Arcadia、Blacktiger 和 Eclipse 3 个早熟禾品种 POD 酶活性分别增加 71.96、97.17 和 80.65  $\text{unit} \cdot \text{g}^{-1} \text{dwt}$ 。25% PEG 浓度较 15% 相比,Arcadia、Blacktiger 和 Eclipse 3 个早熟禾品种 POD 酶活性分别下降 94.13、79.91 和 88.70  $\text{unit} \cdot \text{g}^{-1} \text{dwt}$ 。3 个品种 POD 活性均表现为 Blacktiger 上升最多,下降最少,Arcadia 上升最少,下降最多。

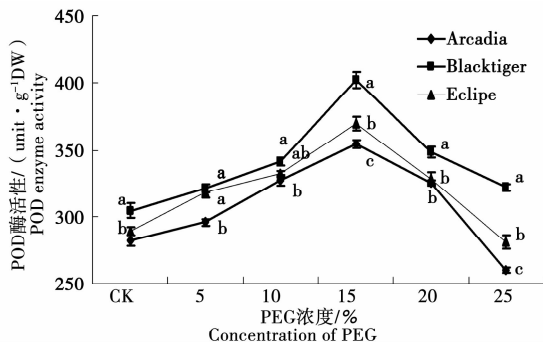


图 2 3 个早熟禾品种在不同浓度 PEG 处理下 POD 酶活性

Fig. 2 POD enzyme activity of three varieties of

*Poa pratensis* L. under different concentrations of PEG

对 3 个早熟禾品种 POD 酶活性进行方差分析得出,无论胁迫与否,Blacktiger 细胞内 POD 酶活性均与 Arcadia 在 0.05 水平下出现显著差异;与 Eclipse 相比,Blacktiger 在胁迫加重时表现

出显著差异。

## 2.3 PEG 胁迫下早熟禾细胞内过氧化氢酶活性的变化

由图 3 可以看出,随着 PEG 浓度的增加,3 个早熟禾品种细胞内 CAT 酶活性在胁迫程度较轻时呈上升趋势,在 PEG 浓度为 15% 时达到最大值后下降,且在整个胁迫过程中 Blacktiger 过氧化氢酶(CAT)活性始终高于 Eclipse 和 Arcadia。与 CK 水平相比,PEG 浓度为 15% 时,CAT 活性增幅大小顺序为 Blacktiger > Eclipse > Arcadia,且分别上升了 47.28%、39.91% 和 35.72%;与浓度为 15% 相比,PEG 浓度为 25% 时,CAT 活性降幅大小顺序为 Blacktiger < Eclipse < Arcadia,且分别下降了 27.33%、28.79% 和 33.94%。

由方差分析结果可知,在胁迫程度较轻时,Arcadia 和 Eclipse 细胞内 CAT 酶活性在 0.05 水平上无显著差异,当 PEG 浓度达到 20% 后开始出现显著差异;Blacktiger 与 Arcadia 相比,仅在胁迫较轻时无明显差异,而 Blacktiger 与 Eclipse 只在胁迫较重时表现出 CAT 酶活性的显著差异。

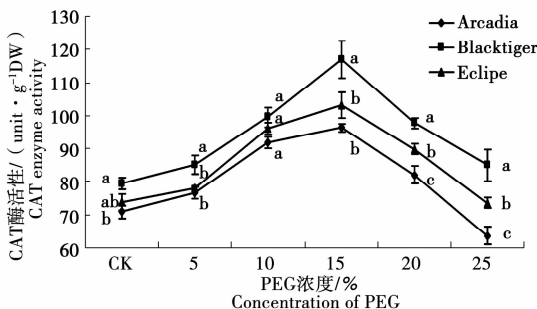


图 3 3 个早熟禾品种在不同浓度 PEG 处理下 CAT 酶活性

Fig. 3 CAT enzyme activity of three varieties of

*Poa pratensis* L. under different concentrations of PEG

## 2.4 PEG 胁迫下早熟禾电导率的变化

由图 4 可知,在不同浓度 PEG-6000 模拟干旱处理下,随着干旱胁迫程度的增加,3 个早熟禾品种电导率均呈上升趋势,在胁迫程度较轻时 3 个品种电导率上升幅度较缓,随着胁迫程度的增加快速上升,说明干旱胁迫程度越重,3 个品种质膜破坏越严重。与对照相比重度干旱胁迫时,Arcadia、Blacktiger 和 Eclipse 电导率分别升高了 323.30%、195.41% 和 243.18%。

由方差分析结果可知,对照和胁迫程度较轻时,3 个品种电导率在 0.05 水平无显著差异,胁迫程度重时,3 个品种间电导率出现显著差异。

## 2.5 PEG 胁迫下早熟禾 MDA 含量的变化

由图 5 可以看出,在不同的 PEG-6000 处理下,3 个早熟禾品种 MDA 含量均随着干旱胁迫

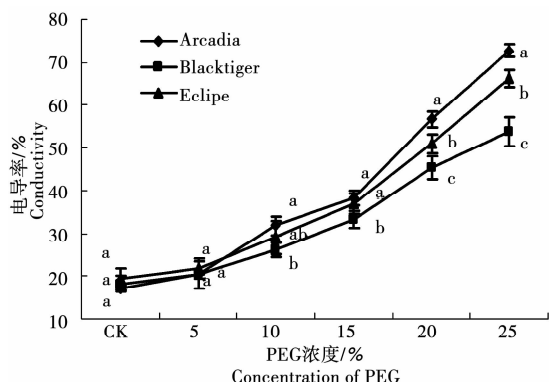


图4 3个早熟禾品种在不同浓度PEG处理下电导率的变化

Fig. 4 Conductivity change of three varieties of

*Poa pratensis* L. under different concentrations of PEG

程度的增加而增加,胁迫程度轻时增幅较缓,随着胁迫程度的加重快速增加。3个品种在PEG含量为25%时MDA含量较CK水平增加大小顺序为:Arcadia>Eclipse>Blacktiger,并分别增加了363.14%、345.99%和358.62%。

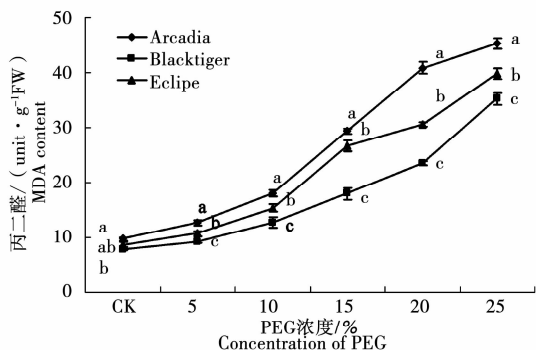


图5 3个早熟禾品种在不同浓度PEG处理下丙二醛含量的变化

Fig. 5 Malondialdehyde content change of three varieties of

*Poa pratensis* L. under different concentrations of PEG

由方差分析结果可知,在水分胁迫中度和重度时,品种间丙二醛含量在0.05水平上差异显著。

### 3 结论与讨论

草坪草在受到逆境胁迫下,体内会产生大量活性氧自由基,从而引起细胞膜系统的破坏,导致细胞甚至植株的死亡。而由SOD、POD和CAT组成的细胞保护酶系统能够有效的清除活性氧自由基,控制膜脂过氧化作用,保护草坪草细胞膜系统<sup>[3]</sup>。在干旱条件下,细胞保护酶活性的变化在一定程度上能够反映出草坪草对于干旱胁迫的适应性。干旱发生时,草坪植株体内活性氧自由基会增加,相应的SOD、CAT和POD等保护酶活性也会增加,以清除和平衡植株体内的自由基,从而保护细胞免受伤害<sup>[4]</sup>。逆境下,草坪草细胞保护酶活性越高,自由基清除与平衡能力就越强,抗逆

性也越强<sup>[5]</sup>。

本研究结果表明,在干旱胁迫程度较轻时,随着干旱胁迫程度的增加,3个早熟禾品种的SOD、CAT及POD活性均增加,说明当干旱发生时,草坪草会通过提高体内细胞保护酶的活性来清除由于干旱胁迫而产生的自由基,减少其对细胞膜系统的伤害,而保护酶的活性越高说明其抵抗干旱胁迫的能力越强。在整个试验过程中,SOD、CAT和POD酶活性均表现为Blacktiger增加最多,其次是Eclipse;当胁迫程度加重时,3个早熟禾体内细胞保护酶活性开始下降,说明当胁迫程度严重时,细胞保护酶清除自由基的能力下降,而Arcadia 3个酶活性下降最多,说明胁迫加重时Arcadia抗旱能力最弱。

当草坪草受到干旱胁迫时,叶片脱水,细胞膜受到损害,使得细胞膜的透性增加,导致膜内细胞质和电解质大量外泄,从而破坏植株的正常生理活动。同时干旱胁迫时,草坪草细胞会发生膜脂过氧化作用,产生大量的膜脂过氧化产物MDA(丙二醛),它能与细胞中各种成分发生生理反应,破坏细胞内的酶和膜,使得细胞膜透性增加,胞质电导率增加<sup>[6]</sup>。因此,丙二醛含量和电导率值能够反映草坪质膜受损伤的程度,MDA含量越高,电导率增幅越大说明植株受胁迫程度越重<sup>[7]</sup>。

本试验结果表明,3个品种抗旱能力大小顺序为:Blacktiger>Eclipse>Arcadia。3个早熟禾品种MDA含量和电导率均随着胁迫程度的增加而增加,说明干旱胁迫程度越重,细胞膜系统损伤越大。其中MDA含量增幅和电导率增幅均表现为Arcadia最大,Eclipse次之,Blacktiger最小。说明干旱发生时,Blacktiger受干旱胁迫影响最小,抗旱能力最强。

### 参考文献:

- [1] 郝再彬. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004: 110-115.
- [2] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 46-57.
- [3] 齐红福, 郭颖涛. 干旱胁迫对两种冷季型草坪草抗性生理生化指标的影响[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2010, 23(4): 18-19.
- [4] 孙建伟. 水涝胁迫对玉米细胞保护酶同工酶的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(4): 83-84.
- [5] 万里强, 李向林, 石永红, 等. PEG胁迫下4个黑麦草品种生理生化指标响应与比较研究[J]. 草业学报, 2010, 19(1): 83-88.
- [6] 许桂芳. PEG胁迫对2种过路黄抗性生理生化指标的影响[J]. 草业学报, 2008, 17(1): 66-70.
- [7] 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 277-302.

# 黄槐花粉生活力的快速测定及花粉采集最佳时期和方位研究

招礼军<sup>1,2</sup>, 朱栗琼<sup>1,2</sup>, 周振燕<sup>1</sup>, 黄秋容<sup>1</sup>, 鲁尧<sup>1</sup>, 刘威<sup>1</sup>

(1. 广西大学 林学院, 广西 南宁 530004; 2. 国家林业局 中南速生材繁育重点实验室, 广西 南宁 530004)

**摘要:**为提高植物育种效率,用 TTC 染色法和 HNO<sub>3</sub> 检测法对黄槐不同方位盛花期与花蕾期的花粉生活力进行测定。结果表明:黄槐花蕾期的花粉无生活力;盛花期的花粉生活力用 TTC 染色法的测定结果显著高于 HNO<sub>3</sub> 检测法;不同方位间的花粉生活力存在极显著差异,不同方位的结实率也表现同样的趋势;黄槐花粉生活力及结实率在方位上的顺次为:东向>西向>南向>北向。因此,黄槐花粉生活力快速测定方法以 TTC 染色法为优,以花盛开时东向的花粉粒质量为佳。

**关键词:**黄槐;花粉生活力;快速测定;花期;方位

中图分类号:Q94-33 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2015)03-0067-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.03.0067

黄槐(*Cassia surattensis* Burm. f.)又名金凤树、豆槐和金药树,原产印度、斯里兰卡、印度尼西亚、菲律宾和澳大利亚等地,我国长江以南广为栽培。黄槐的枝叶茂密,树枝优美,花色金黄鲜艳,花期长,为良好的观花树种,是我国华南和热带地区优良的庭园观赏树、绿篱及行道树<sup>[1]</sup>。黄槐优良的观赏特性及其较强的适应性可作为其它植物改良的有利资源,因此研究其遗传相关的内容有特殊的意义。花粉是高等植物在有性繁殖中重要的遗传物

质。在农林业和园林等的杂交育种工作中,特别是为了解决亲本花期不一致或远距离杂交的困难,研究花粉的采集方法和时间、保存方法以及生活力测定是最基础和重要的环节<sup>[2]</sup>。目前在花粉生活力的检测方法有染色法、萌发测定法、无机酸检测法、田间授粉法和形态测定法等<sup>[3]</sup>。然而,不同类群植物的花粉生活力受自身遗传特性和外界因素的影响<sup>[4]</sup>,不同的测定方法结果也有差异<sup>[5-6]</sup>。因此,掌握花粉生活力的检测方法对于提高植物育种效率具有较高的应用价值。本文采用常用而有效的 TTC 染色法和 HNO<sub>3</sub> 检测法两种快速检测方法,对黄槐不同花期和不同方向的花粉生活力进行测定和比较,探讨黄槐花粉的最佳采集时期和采样方位,为黄槐花粉的保存、遗传改良利用和优化观赏植物提供参考价值。

收稿日期:2014-08-15  
基金项目:国家自然科学基金资助项目(31260093);广西自然科学基金资助项目(2013GXNSFAA019057)  
第一作者简介:招礼军(1970-),男,广东省广州市人,博士,副教授,从事树木生理生态等研究。Email:zhlj-70@163.com。  
通讯作者:朱栗琼(1969-),女,副教授,从事植物生态学等研究。E-mail:liqiongzhu@163.com。

## Research on Physiological Indexes of Kentucky Bluegrass Under PEG Stress

ZHENG Hai-xia<sup>1</sup>, WANG Chao<sup>2</sup>

(1. Life Engineering College, Shenyang Insititute of Technology, Fushun, Liaoning 113122; 2. Information Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** In order to study the drought resistance mechanism of *Poa pratensis* L., taking Heilongjiang native *Poa pratensis* L. Blacktiger as material compared with the Arcadia and Eclipse which introduced from America. With the different concentrations of PEG-6000 drought condition of simulation, cell protective enzyme activity and membrane permeability change of three varieties of *Poa pratensis* L. under drought stress were studied. The results showed that under PEG-6000, cell protective enzyme activity of three varieties was Blacktiger>Eclipse>Arcadia. MDA and conductivity was Arcadia>Eclipse>Blacktiger. It showed that under the drought condition, Blacktiger plasma membrane damage was minimized, and could maintain a higher cell protective enzyme activity to reduce the damage of drought stress on plant cell, had higher drought resistance capability.  
**Keywords:** *Poa pratensis* L.; PEG; cell protective enzyme; plasma membrane permeability