

施用外源脱落酸激素对匍茎翦股颖高温休眠特性的影响

程 敏, 彭 燕

(四川农业大学 动物科技学院 四川 雅安 625014)

摘要: 研究施用外源 ABA 对匍茎翦股颖 (*Agrostis stolonifera*) 高温休眠的影响。结果表明: 在 35℃ 高温胁迫下, ABA 延迟了匍茎翦股颖的枯黄时间, 降低了休眠期的枯黄率, 显著提高了休眠期叶片相对含水量和可溶性糖含量, 在 15℃ 生长 3 d 后的恢复水平比对照 (未施用) 高。但 ABA 对可溶性蛋白含量的影响较小, 脯氨酸含量也显著低于对照。现对发生这些变化的原因做深入的分析 and 讨论。

关键词: 匍茎翦股颖; 夏季休眠; ABA

中图分类号: S 482.8; S 688.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)09-0157-04

匍茎翦股颖 (*Agrostis stolonifera*) 是禾本科翦股颖属多年生草本植物, 具有色泽嫩绿、质地柔软、耐刈剪、绿色期长等特点, 为世界大多数寒冷潮湿地区、亚热带地区广泛应用的优良冷季型草坪草, 尤其适于建植高尔夫球场果岭区草坪。但在夏季高温条件下, 匍茎翦股

颖常会表现生长不适, 呈现休眠状态而影响草坪外观和使用功能。目前, 国内外关于匍茎翦股颖高温休眠的研究报道较少, 且主要集中在对休眠期间外观形态变化的研究, 如: 休眠期间生长速度几乎停滞, 生物量出现较大幅度程度的降低, 草坪质量下降严重^[1-2]。许多研究证实外源脱落酸处理可提高植物对高温、干旱等不良环境的抵御能力^[3-4]。而有关脱落酸对匍茎翦股颖高温休眠的影响研究少见报道。

为此, 该试验在人工气候箱中模拟夏季高温条件, 研究施用外源脱落酸激素对匍茎翦股颖休眠特性的影响及其生理响应, 旨在为亚热带夏季高温地区匍茎翦股颖夏季草坪质量的改进提供有效的实践指导。

第一作者简介: 程敏 (1984), 女, 在读硕士, 研究方向为草坪培育。

E-mail: chengmin1984324@163.com.

通讯作者: 彭燕 (1970), 女, 博士, 教授, 研究方向为草坪培育。

E-mail: pengyanlee@163.com.

基金项目: 四川农业大学青年科技创新基金资助项目 (00232500)。

收稿日期: 2009-04-20

Research for the Chill-resistance of Bulb in Lily

YAN Fan-yue¹, JIANG Nan^{1,2}, PEI Xin-hui¹, ZHU Peng-fang²

(1. Research Institute of Flowers Liaoning Provincial Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161, China; 2. Forestry Academy of Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China)

Abstract: The paper determined the physiological indexes of bulb in Lily to make a research on chill-resistance of 6 cultivars include *Tiber*, *Pollyanna*, *Sorbonne*, *Siberia*, *Ceb Dazzle*, *Brunello*. 3℃ could be defined as controlled temperature, the physiological indexes contained soluble sugar, MDA, soluble protein of the Lily which had been under chilling stress from 0℃ to -15℃ were determined, and got the browning rate by observing. It turned out that the content of soluble sugar and MDA which increased in the first stage and decreased in the later stage with the decreased of temperature. The content of soluble sugar was positively correlated to chill-resistance but negatively correlated to the temperature. However, the content of MDA was negatively correlated to the both. In addition, the content of soluble protein decreased in the first time and increased in the second time, and then decreased in the last time. It followed that the conclusion about the order of Lily's chill-resistance was *Brunello* > *Ceb Dazzle* > *Siberia* > *Sorbonne* > *Pollyanna* > *Tiber*.

Key words: Bulb of Lily; Chill-resistance; Browning; Soluble sugar; MDA; Soluble protein

1 材料与方法

1.1 试验材料

以国外引进品种普特萼剪股颖 (*A. stolonifera* cv. Putter) 为试材。采用田园土, 以无性繁殖方式对供试材料进行盆栽(直径为 15 cm, 深约 15 cm), 选择龄级相同的匍匐茎, 每盆扦插 25 个茎段, 每茎段含 3 个节。将扦插好的匍匐茎放入人工气候箱(15℃)中培养, 成坪后(约培养 10 d)用于施用外源激素试验。

1.2 研究内容与方法

1.2.1 ABA 最佳浓度的确定 为了筛选 ABA 减轻匍匐茎剪股颖休眠程度的最佳施用浓度, 分别用 5、10、15、20、30 mg/L 的(S)-ABA (90%可湿性粉剂)喷施处理匍匐剪股颖叶片, 溶液中含 0.01% (v/v) Tween-20, 1 d 后转移到 35℃人工气候箱中进行高温处理, 对照为匍匐剪股颖植株喷水后一直置于 15℃人工气候箱中, 气候箱中光强为 $160 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 光周期为 8 h。分别测定高温处理 5 d 和 7 d 后的相对电导率。每个处理 5 次重复, 处理后电导率最低者为 ABA 最佳施用浓度。经处理后测得: 15 mg/L 的 ABA 处理的匍匐茎剪股颖的相对电导率最小, 因此, 选用 15 mg/L 的处理浓度作进一步的试验。

1.2.2 休眠鉴定 根据 Karcher 的标准^[5], 休眠开始时间和结束时间以枯黄率来确定。植株的多数叶片为绿色时记为: 休眠程度 0; 50%叶片枯黄或枯死时记为: 休眠程度 1; 70%叶片枯黄或枯死时记为: 休眠程度 2; 当植株到休眠程度 2 时被记为休眠的真正开始时间, 以此作为形态上判断休眠的标准。

1.2.3 ABA 对匍匐茎剪股颖高温休眠特性的影响 将盆栽好的材料放入 35℃的人工气候箱内, 施用已确定的 ABA 最佳浓度, 以不施用的为对照。每 5 d 浇 1 次水, 每个处理重复 5 次。在放入人工气候箱处理 0、3、6、9、12、15 d 以及处理后恢复 15℃生长 3 d, 即处理的 18 d 观察枯黄率, 并选择生长状况一致的叶片测定相对含水量、可溶性糖、可溶性蛋白、脯氨酸这些生理指标。枯黄率 = 枯黄植株数 / 计数植株数; 相对含水量 (%) = (鲜重 - 干重) / (饱和鲜重 - 干重) × 100%; 可溶性糖含量的测定采用蒽酮法; 可溶性蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 法; 脯氨酸含量的测定采用酸性茚三酮比色法。

1.3 试验数据统计及分析

对所测试验数据采用 Excel 和 SPSS 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 ABA 对匍匐茎剪股颖夏季枯黄率的影响

由图 1 可以看出, 在 35℃时, 匍匐茎剪股颖的枯黄率随着处理时间的增加而不断增多。施用 ABA 的匍匐茎剪股颖于第 9 天达到 70%。第 15 天枯黄率为 75%, 在

15℃恢复生长 3 d 后, 枯黄率降至 65%。而对照在 6 d 时枯黄率达到 70%, 第 15 d 已达到 85%。在 15℃恢复生长后 3 d 继续上升至 88%。根据 Karcher (2003) 的标准^[5], 枯黄率达到 70%时为休眠开始, 施用 ABA 的匍匐茎剪股颖于第 9 天达到 70%, 开始休眠。对照于第 6 天达到 70%, 开始休眠, 休眠程度为 2。当植株到休眠程度 2 时被记为休眠的真正开始时间, 以此作为形态上判断休眠的标准。

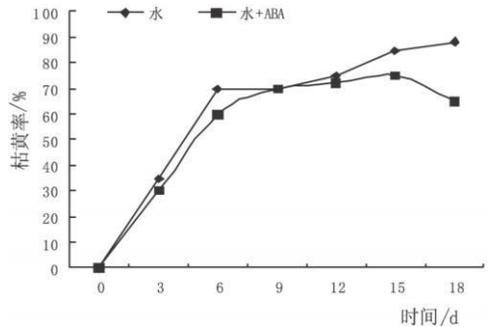


图 1 ABA 对匍匐茎剪股颖休眠期枯黄率的影响

2.2 ABA 对匍匐茎剪股颖休眠生理特性的影响

2.2.1 ABA 对休眠期相对含水量变化的影响 由图 2 可以看出, 匍匐茎剪股颖在高温休眠期相对含水量减少, 在 35℃处理第 3 天匍匐茎剪股颖虽然还没有进入休眠, 但相对含水量明显下降, 已下降至 68%, 此时植株出现严重的萎蔫症状, 第 6 天经水分处理的匍匐茎剪股颖进入休眠后下降趋势有所减缓, 但相对含水量维持在低水平。在 15℃恢复生长 3 d 后仍然处于下降状态。经 ABA 处理的匍匐茎剪股颖休眠期的相对含水量明显高于未经处理植株, 它们之间存在极显著差异 ($P < 0.01$), 且在 15℃生长 3 d 后相对含水量有所恢复。说明 ABA 处理植株水分胁迫程度比只经水分处理植株轻, 它的休眠程度也更轻, 恢复的也更快。

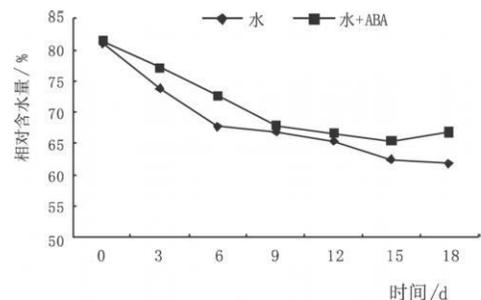


图 2 ABA 对匍匐茎剪股颖休眠期相对含水量的影响

2.2.2 ABA 对休眠期可溶性糖含量变化的影响 由图 3 可以看出, 在匍匐茎剪股颖进入休眠前, 植株由于受到高温胁迫可溶性糖含量急剧上升, 从 0.25% 升至 0.58%,

进入休眠后可溶性糖持续下降,在 15°C 恢复生长3 d后可溶性糖含量有所升高,但并未恢复到休眠前水平。经ABA处理的匍茎翦股颖休眠前、休眠期和恢复后的可溶性糖含量均高于只经水分处理的,且差异极显著($P < 0.01$)。

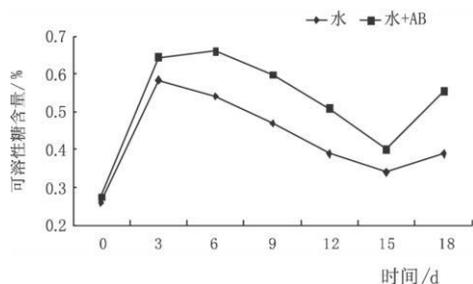


图3 ABA对匍茎翦股颖休眠期可溶性糖含量的影响

2.2.3 ABA对休眠期可溶性蛋白含量变化的影响 由图4可以看出,在休眠期匍茎翦股颖的可溶性蛋白含量出现一定幅度的降低,但其含量的变化幅度不大,在 $13 \sim 10 \text{ mg/g}$ 之间,这也与Wehner等(1984)的研究结论相接近,即一定范围的高温几乎不会使草坪草根系中蛋白质含量发生变化或变化很小^[6],在 15°C 恢复生长3 d后可溶性蛋白含量仍然有所下降,但下降幅度变小。经ABA处理的匍茎翦股颖并未能显著提高可溶性蛋白的含量,差异不显著($P > 0.05$)。

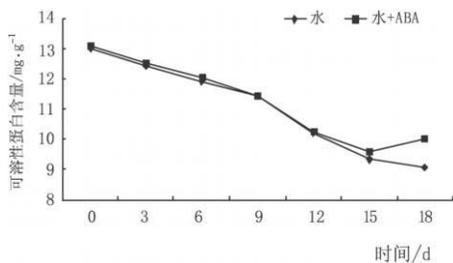


图4 ABA对匍茎翦股颖休眠期可溶性蛋白含量的影响

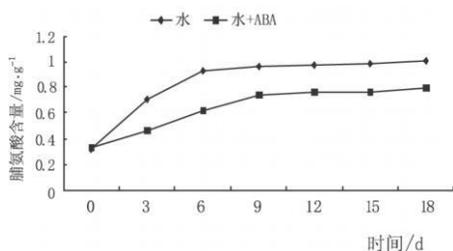


图5 ABA对匍茎翦股颖休眠期脯氨酸含量的影响

2.2.4 ABA对休眠期脯氨酸含量变化的影响 由图5可以看出,在匍茎翦股颖进入休眠前,植株由于受到高

温胁迫脯氨酸含量急剧上升,由 0.32 mg/g 上升至 0.71 mg/g ,进入休眠后仍然持续上升,但上升趋势趋于平缓,维持在 $0.92 \sim 0.98 \text{ mg/g}$ 之间。在 15°C 恢复生长3 d后仍然处于上升状态。ABA处理的匍茎翦股颖脯氨酸含量也一直处于上升趋势,但在休眠前、休眠期和恢复后的脯氨酸含量均低于只经水分处理的,且差异极显著($P < 0.01$)。

3 讨论

在高温胁迫下匍茎翦股颖体内水分含量的急剧下降,促进休眠的开始;休眠期间水分含量低,变化较小,表明植株体内生理活动处于较低状态。植株体内水分含量的降低,引起体内pH值的变化,影响植株体内激素的平衡,进而影响一些酶的活性、呼吸强度,从而影响休眠的进程。经ABA处理的植株相对含水量水平明显高于对照,表明ABA改善了匍茎翦股颖休眠期的水分状况。ABA处理通过降低紫花苜蓿在高温胁迫下的蒸腾速率,提高水势来减轻高温引起的水分胁迫(梁金凤等,2006)^[7]。冷季型草坪草的休眠进程主要就是受高温的影响,但ABA如何维持匍茎翦股颖休眠期的水分平衡,这需要对ABA调控气孔的开闭、蒸腾以及内源激素的水平作深入的研究。

可溶性糖在休眠前急剧上升,休眠后又持续下降,分析引起此变化的原因可能是由于休眠前受高温胁迫水分含量减少、体内ABA水平较高,激活了淀粉水解酶的活性,使淀粉水解为糖。淀粉向糖的转化,是植株对外界逆境的适应性变化。糖在逆境中,可提高渗透浓度,降低水势。而当匍茎翦股颖进入休眠后,体内代谢活动降低,可溶性糖含量迅速下降。这与Volaire等^[8]对鸭茅的研究相一致,他从生理和生化分析了鸭茅的夏季休眠特征,并且认为种群的休眠程度越高,体内的代谢活动越低,同时也伴随着休眠早期叶片单糖含量的下降。经ABA处理的匍茎翦股颖休眠前、休眠期和恢复后的可溶性糖含量均高于只经水分处理的。这可能是外源ABA促进了植株体内ABA的增加,高水平的内源ABA激活了淀粉水解酶的活性,使淀粉水解为糖。

休眠期间可溶性蛋白急剧下降,分析原因有两点:一是植株为适应外界环境变化,需要可溶性蛋白降解以增加游离氨基酸含量以提高抗逆性。二是休眠期间外界气温高、体内含水量较低,ABA含量较高的情况下,蛋白水解酶被激活或蛋白合成途径被阻遏。可能正是因为这个原因外源ABA并未能提高可溶性蛋白的含量。

脯氨酸被认为是一种重要的渗透调节物质,调节细胞质的渗透势,保护细胞内大分子物质免受盐离子的毒害^[9],脯氨酸积累多少与植物的抗逆性呈正相关^[10]。匍茎翦股颖的高温休眠对它来说也相当于逆境。在 35°C 匍茎翦股颖休眠前后,ABA处理和喷水处理的脯氨

酸含量都增加,但 ABA 处理植株的含量显著低于喷水处理植株。而 ABA 处理植株的枯黄时间和枯黄率低于喷水处理的植株,相对含水量、可溶性糖含量显著高于喷水处理植株,这显示,ABA 提高了匍茎翦股颖的抗逆性,减轻了它的休眠程度,但没有提高脯氨酸的水平。这与余光辉^[1]在假俭草上的研究结果不同,ABA 处理显著提高了脯氨酸生物合成关键酶吡咯琳-5-羧酸合成酶(pyrroline-5-carboxylate synthetase, P5CS)的活性,提高了脯氨酸的含量,也提高了假俭草抗渗透胁迫的能力。余光辉的研究表明 P5CS 受 ABA 的诱导,但也有研究表明,P5CS 基因的表达不受 ABA 的诱导,因此,P5CS 基因的表达也可能受到两种信号转导途径的控制:ABA 依赖型和非 ABA 依赖型(Yoshiba 等,1997)。因而,在逆境胁迫下,脯氨酸的积累也存在不受 ABA 调控的可能性。匍茎翦股颖脯氨酸合成关键酶基因可能是非 ABA 依赖型,这可能是 ABA 处理未能提高休眠期匍茎翦股颖的脯氨酸水平的原因。高温干旱下脯氨酸的积累可能并未受 ABA 的诱导,其水平只是与植株的相对含水量有关,植株水分胁迫程度越大,脯氨酸含量越高,ABA 处理减轻了休眠期的水分胁迫程度,因而 ABA 处理植株的脯氨酸水平反而比未处理植株低。

试验中施用外源 ABA 对降低匍茎翦股颖休眠期的枯黄率,提高相对含水量、可溶性糖含量都起到了较好的作用。并且在 15℃ 生长 3 d 后的恢复水平也比未施用的高。虽然 ABA 处理对提高可溶性蛋白含量的作用不大,且脯氨酸含量比未处理的还低,但这并不影响

ABA 对匍茎翦股颖夏季休眠的调控效果。外源 ABA 不但可提高植物对高温、干旱等不良环境的抵御能力,对减轻匍茎翦股颖的高温休眠程度,促进植株快速恢复生长水平也起到比较重要的作用。

参考文献

- [1] 王元军. 北方冷季型草坪休眠季的养护管理[J]. 四川草原, 2005(6): 42-46.
- [2] 汤强, 彭燕. 亚热带地区野生草地早熟禾夏季休眠特性研究[J]. 北方园艺, 2008(7): 159-161.
- [3] Shamma N K, Bhutani R D, Singh A, et al. Breeding tomato for heat tolerance-a review[J]. Crop research, 1993 6(1): 51-58.
- [4] Li F. Relationship between changes of endogenous ABA level and resistance in hybrid rice under temperature stress[J]. Chinese Rice Research-Newsletter, 1994(2): 1, 9.
- [5] Karcher D E, Richardson M D. Quantifying turfgrass color using digital image analysis[J]. Crop Science 2003, 43: 943-951.
- [6] Wohner D J, Wataschke T L. Heat stress effects on protein synthesis and exosmosis of cell solutes in three turfgrass species[J]. Agronomy Journal, 1984, 76: 16-19.
- [7] 梁金凤. 植物生长调节剂对紫花苜蓿耐热性的调控及其机理[D]. 上海: 上海交通大学, 2006.
- [8] Voltaire Florence Norton. Summer Dormancy in Perennial Temperate Grasses[J]. Annals of Botany, 2006(7): 927-933.
- [9] 许晓明, 叶和春, 李国凤. 脯氨酸代谢与植物抗渗透胁迫的研究进展[J]. 植物学通报, 2000, 17(1): 536-542.
- [10] 孙学成, 胡承孝, 谭启玲. 施用钼肥对冬小麦游离氨基酸、可溶性蛋白质和糖含量的影响[J]. 华中农业大学学报, 2002 21(1): 40-43.
- [11] 余光辉. 水分胁迫下假俭草脯氨酸积累的 ABA, Ca²⁺ 调节[D]. 广州: 华南师范大学, 2003.

The Influence of Using ABA to High Temperature Dormancy Characteristics of *Agrostis stolonifera*

CHENG Min, PENG Yan

(Animal Science and Technology College of Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China)

Abstract: Physiology changes of high temperature dormancy in *Agrostis stolonifera*. were regulated by using ABA and the effects were studied. The results showed in 35℃, the time for Withering was delayed by using ABA and it had an important role in reducing withered rate and improving relative water content of leaf, carbohydrate content. And after growth for 3 days in 15℃, the degree of recovering was higher than that not used. But the ABA had only a little important for the soluble protein content. The content of praline was lower than those not used. The reasons of these changes in *Agrostis stolonifera* were analyzed and discussed.

Key words: *Agrostis stolonifera*; High temperature dormancy; ABA