

Regulation of Plant Growth Regulator on Frost Resistance of Cold Season Turfgrass

Zijing Guan, Ying Zou, Sainan Xu, Jie Na*

School of Life Sciences, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning
Email: jienalnnu@126.com

Received: Aug. 20th, 2018; accepted: Sep. 6th, 2018; published: Sep. 14th, 2018

Abstract

Lawn grass, as an important landscaping material, is stressed by cold and freezing in the northern winter. Plant growth regulators were often used to improve the cold resistance of plants. To discuss the effect of plant growth regulator on the freezing resistance of cold season turfgrass and its physiological mechanism, the influence of low temperature stress on physiological indexes of turfgrass was firstly analyzed in this study. And then the effects of paclobutrazol, abscisic acid, salicylic acid, trinexapac-ethyl and other kinds of plant growth regulator on cold season lawn grass were summarized. The important regulation effect of plant growth regulator on the frost resistance of cold season turfgrass was discussed at last. All above studies aimed at providing an important suggestion on the reasonable application of plant growth regulator in lawn grass maintenance.

Keywords

Plant Growth Regulator, Cold Season Turfgrass, Frost Resistance

植物生长调节剂对冷季型草坪草抗冻能力的调节作用

关紫荆, 邹莹, 许赛男, 那杰*

辽宁师范大学生命科学学院, 辽宁 大连
Email: jienalnnu@126.com

收稿日期: 2018年8月20日; 录用日期: 2018年9月6日; 发布日期: 2018年9月14日

*通讯作者。

摘要

草坪草作为重要的园林绿化材料，在北方冬季会受到冷害和冻害的威胁。植物生长调节剂常被用于提高植物的抗寒抗冻能力。为探讨植物生长调节剂对常见冷季型草坪草抗冻能力的作用及其生理机制，本研究在分析了低温胁迫对草坪草生理指标的影响的基础上，综合评价了多效唑、脱落酸、水杨酸、抗倒酯等植物生长调节剂对冷季型草坪草抗冻能力的影响，并指出植物生长调节剂对冷季型草坪草抗冻能力具有重要的调节作用，为植物生长调节剂在冷季型草坪草养护中的合理应用提供参考。

关键词

植物生长调节剂，冷季型草坪草，抗冻

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

草坪草是园林绿化材料，不但可用于城市广场、街道、庭院、园林景点作为观赏草坪，还具有调节气候，吸收大气中的二氧化碳、二氧化硫、氟化氢、氨、氯等有毒有害气体，减轻噪声，吸附灰尘，防止风沙等绿化作用。草坪草也可用于足球、网球、高尔夫球等球类以及赛马场的运动竞技草坪，具有较高经济价值。如何提高草坪草的品质及抗逆能力一直是草坪草应用研究的热点。

园林绿化中常用冷季型草坪草草种，主要有冷地型草坪草，有多年生黑麦草、粗茎早熟禾、草地早熟禾、紫羊茅、小糠草、匍匐剪股颖等。其中早熟禾抗病力强，黑麦草抗病力弱。冬季的低温胁迫是制约冷季型草坪草生长的主要胁迫因子[1]。北方地区属温带季风气候，四季分明，冬季寒冷干燥，平均气温低至 -20°C 左右，因此北方地区的草坪普遍存在冬季枯黄、绿期短、草坪退化严重等问题。草坪草的种植三分建七分养，可见对草坪草的养护很关键，因此提高草坪草的抗逆性显得尤为重要。目前提高草坪草抗寒性的途径有二：一是通过选择优质草坪草品种并进行合理的水肥管理来提高草坪草的抗冻能力；二是通过使用植物生长调节剂提高植物抗冻能力。本文从植物在低温胁迫下的生理指标变化入手，分析了几种植物生长调节剂对冷季型草坪草抗冻能力的调节作用，为植物生长调节剂在冷季型草坪草养护中的合理应用提供参考。

2. 低温胁迫对草坪草生理指标的影响

低温胁迫下，草坪草的质膜相对透性增加导致细胞受损，且质膜相对透性的增加往往早于其他危害症状的出现。吕优伟[2]等以9种野生早熟禾为实验材料研究表明，在温度低于 0°C 后，部分种类早熟禾的质膜透性相对明显增加，当温度低至 -10°C 时，与对照组相比，一年生早熟禾质膜相对透性上升最快，达到对照的14.8倍，受到伤害最大。

在低温胁迫下，超氧化物歧化酶(SOD)活性下降，自由基引发的脂膜过氧化作用加剧，膜脂过氧化产物——丙二醛含量明显增加，并与细胞内各种成分剧烈反应导致膜系统结构和生理完全性破坏。梁慧敏等[3]的实验结果表明，低温胁迫下当温度为 0°C 、 -6°C 时，SOD活性随着胁迫时间的延长而急剧下降；温度越低，SOD酶活性下降幅度越大。

低温胁迫下, 草坪草的光合作用受到阻碍。叶绿体是一种冷敏感性强的亚细胞器, 低温条件会造成其叶绿素含量减少, 光合作用降低。郑国华等[4]实验证明在 -2°C 低温胁迫下, 叶绿体出现部分解体, 双层膜结构破坏严重, 类囊体垛叠程度很低, 形不成典型的基粒。在 0°C 以下, 随着温度的降低叶绿素结构不断发生改变, 甚至会丧失正常的光合作用和生理代谢功能。

3. 植物生长调节剂对草坪草抗冻性的调节

植物生长物质是一些调节植物生长发育的物质, 可分为植物生长调节剂和植物激素两类。植物生长调节剂根据生理性质不同可分三类(表 1)。草坪草养护中常使用不同的植物生长调节剂, 研究发现植物生长调节剂对提高暖季型草坪草的抗寒性无明显作用, 但有对冷季型草坪草抗冻能力方面具有重要的调节作用。

3.1. 多效唑对冷季型草坪草抗冻性的调节

多效唑对草坪草抗冻性的影响主要体现在增加植物体内游离脯氨酸积累, 提高保护酶系统活性及缓解光合速率等。脯氨酸作为一种渗透调节物质, 在低温胁迫下含量增高, 保持质膜的相对稳定。宋巍等[5]的研究表明多效唑处理可抑制高羊茅草生长, 药后 12 天株高较空白对照降低 4.2%; 药后 40 天株高较空白对照最大可降低 17.5%。杨文权等[6]的研究表明, 多效唑处理草坪草可以显著增加叶片的叶绿素含量, 且随浓度的增加呈现先增后降的趋势; 最佳喷施浓度为 300 mg/L 。刘晓静等[7]则发现早熟禾体内的游离脯氨酸含量随生长的进程而逐渐增加, 喷施多效唑 25 mg/m^2 或烯效唑 40 mg/m^2 , 能继续增加草坪草的游离脯氨酸含量从而提高其抗性。

3.2. 脱落酸对冷季型草坪草抗冻性的调节

脱落酸(ABA)是植物体内存在的具有倍半萜结构的植物激素, 能够控制植物的许多发育和生长特性, 其对植物抗冻能力的提高主要是通过提高 SOD 酶活性, 减少活性氧自由基的产生和积累, 促进水分从根系向叶片的输送, 调节气孔关闭, 诱导渗透调节物质脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白等途径实现。刘立军等[8]将高羊茅进行叶面喷施 ABA 处理后发现, 可溶性糖和游离脯氨酸的含量增加, SOD、过氧化物酶 POD 和过氧化氢酶 CAT 的活性提高, 丙二醛含量和相对电导率降低, ABA 最佳喷施浓度为 15 mg/L 。此外, 低温胁迫下 ABA 还可能参与线粒体膜结合态磷脂酶 D (PLD)活性的调控[9]。

3.3. 水杨酸对冷季型草坪草抗冻性的调节

水杨酸(邻羟基苯甲酸, SA)对植物的许多生理过程如开花、性别分化、乙烯合成、呼吸、蒸腾、种子发芽、气孔关闭、膜通透性及离子的吸收等起调控作用。池春玉[10]用不同浓度水杨酸浸种实验发现, 适当浓度的水杨酸能够增加紫羊茅叶片脯氨酸含量, 减缓膜脂过氧化产物丙二醛的积累, 降低电解质渗

Table 1. Main roles of plant growth regulators

表 1. 常见植物生长调节剂及主要作用

类型	常见种类	作用
植物生长促进剂	吲哚丁酸、萘乙酸、赤霉素、6-苄基腺嘌呤、激动素、乙烯利	促进分生组织细胞分裂和伸长, 促进植物营养器官生长和生殖器官发育
植物生长抑制剂	脱落酸、肉桂酸、香豆素、水杨酸、茉莉酸、三碘苯甲酸、马来酰肼	抑制顶端分生组织生长, 使植物丧失顶端优势, 侧枝增多, 叶片面积减小
植物生长延缓剂	多效唑、缩节胺、优康唑、矮壮素、抗倒酯	抑制茎部近端分生组织细胞延长, 使植物矮小, 株型紧凑、节间缩短、叶片面积减小

出率,提高紫羊茅抗冷能力。目前,水杨酸已应用于提高草莓、紫叶李、小麦幼苗、茶树、玉米、辣椒等植物抗冻能力的研究,但水杨酸在提高冷季型草坪草抗冻能力上的应用仍较少,具有较大研究前景。

3.4. 抗倒酯对冷季型草坪草抗冻性的调节

抗倒酯(TE)为赤霉素生物合成抑制剂,属环己烷羧酸类植物生长调节剂,可通过降低赤霉素的含量控制植物生长,是一类广谱性植物生长延缓剂。抗倒酯可以提高光合速率和过氧化物酶的活性,延缓植物生长,提高植株体内叶绿素、蛋白质、核酸的含量,增强作物的抗冻能力。有研究发现适当浓度的抗倒酯处理一年生早熟禾会生长健壮,提高越冬性[11];单独施用抗倒酯就能有效抑制匍匐剪股颖线斑病菌的活性,增强匍匐剪股颖的抗病能力[12]。

综上,冷季型草坪草在低温胁迫下各项生理指标如质膜透性、防御系统酶活性、光合作用等方面发生明显改变。植物生长调节剂调节冷季型草坪草抗冻能力的机制主要是通过提高植物防御系统酶活性、增加细胞内渗透调节物质如可溶性糖、脯氨酸和蛋白质含量等,最终适度抑制或延缓草坪草生长,提高草坪草抗冻能力。

4. 结论

多种植物生长调节剂对冷季型草坪草抗冻性具有调节作用,并且具有较高的生物活性,较低的浓度即可达到较好的调节效果,能有效解决草坪草绿期短、冬季枯黄、草种退化等问题。

5. 展望

提高抗冻能力是冷季型草坪草种植和养护需要攻克的难题。植物生长调节剂凭借其生物活性高、价格低廉、效应浓度小等优势已成为提高植物生产力和抗逆性的有效科技手段,在冷季型草坪草合理养护方面具有良好的应用前景。

致 谢

感谢辽宁省教育厅大学生创新创业训练计划项目资助,感谢辽宁省植物生物工程重点实验室提供研究支持。

基金项目

辽宁省大学生创新创业训练计划项目(项目编号:201710165000026)。

参考文献

- [1] Jiang, Y. and Huang, B. (2000) Effects of Drought or Heat Stress Alone and in Combination on Kentucky Bluegrass. *Crop Science*, **40**, 1358-1362. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4051358x>
- [2] 吕优伟,贺佳圆. 9个野生早熟禾对低温胁迫的生理响应及苗期抗寒性评价[J]. 草地学报, 2014, 22(2): 326-333.
- [3] 梁慧敏,夏阳. 低温胁迫对草地早熟禾抗性生理生化指标的影响[J]. 草地学报, 2001, 9(4): 283-286.
- [4] 郑国华,张贺英. 低温胁迫下枇杷叶片细胞超微结构及膜透性和保护酶活性的变化[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(4): 739-745.
- [5] 宋巍,李志辉,张起华,刘胜尧. 植物生长调节剂对高羊茅草坪草的应用效果研究[J]. 河北农业科学, 2012, 16(1): 48-50.
- [6] 杨文权,寇建村,刘勇,杨云贵. 多效唑对2种冷季型草坪草生长的影响[J]. 草业科学, 2008, 25(11): 117-119.
- [7] 刘晓静,柳小妮. 多效唑和烯效唑草地早熟禾一些生化指标及其抗性的影响[J]. 草地学报, 2006, 15(2): 48-53.
- [8] 刘立军. 叶面喷施脱落酸对高羊茅抗寒性的影响[J]. 中国草地学报, 2010, 32(6): 94-99.

- [9] 何文平, 张旭强, 等. 低温胁迫下脱落酸对线粒体膜磷脂酶 D 活性的影响[J]. 广西植物, 2017, 37(6): 742-748.
- [10] 池春玉, 连永权, 等. 水杨酸浸种对紫羊茅抗冷性的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(14): 186-189.
- [11] Rossi, F.S. and Buelow, E.J. (1997) Exploring the Use of Plant Growth Regulators to Reduce Winter Injury on Annual Bluegrass (*Poa annua* L.). *United States Golf Association Green Section Record*, **35**, 12-15.
- [12] Golembiewski, R.C. and Danneberger, T.K. (1998) Dollar Spot Severity as Influenced by Trinexapae-Ethyl, Creeping Bentgrass Cuhivar, and Nitrogen Fertility. *Agronomy Journal*, **90**, 466-447.
<https://doi.org/10.2134/agronj1998.00021962009000040004x>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5665, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: br@hanspub.org