

模拟酸雨胁迫对匍匐翦股颖生理生态特性的影响

王明祖, 陈平, 周玉雷, 韩瑞宏, 周燕云

(仲恺农业工程学院 园艺园林学院, 广东 广州 510225)

摘要: 探讨了模拟酸雨胁迫对粤选 1 号匍匐翦股颖生理生态特性的影响。结果表明: 随着 pH 值的持续降低, 模拟酸雨对粤选 1 号匍匐翦股颖的胁迫加剧。叶片受伤程度逐渐加深; 叶绿素含量逐渐下降; 光合速率、蒸腾速率及水分利用率均逐渐下降。pH 值为 2.0 时酸雨胁迫对粤选 1 号匍匐翦股颖造成明显伤害; 粤选 1 号匍匐翦股颖的叶绿素、脯氨酸、光合速率、蒸腾速率及水分利用率与对照相比分别下降了 23.74%、51.57%、80.62%、74.52% 和 40.67%, 差异都达到显著水平。

关键词: 匍匐翦股颖; 酸雨胁迫; 生理生态特性

中图分类号: S 543⁺. 901 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001- 0009(2010)07- 0077- 04

酸雨为全球性的污染源之一, 近年来我国酸雨面积已达 40%, 分布正在以城市为中心向远郊和农村蔓延, 酸性也愈来愈强^[1-2]。广东省的酸雨污染情况也相当严峻, 2008 年全省城市降水酸度较强, pH 值均为 4.88, 酸雨频率 48.5%, 广州、深圳、佛山、江门、茂名、肇庆、惠州、东莞和中山等 9 个城市属于重酸雨区, 其中广州的 pH 值均值最低, 仅为 4.47^[3]。鉴于酸雨影响范围日趋扩大的倾向, 酸雨所致的经济损失和对生态平衡及植物本身的严重影响已引起人们的关注, 现在已有不少关于酸雨对植物的生长和产量品质及生态效应的影响报道^[4-6]。

匍匐翦股颖(*Agrostis stolonifera* L.) 为禾本科翦股颖属多年生草本植物, 原产于欧亚大陆, 在中国现分布于甘肃、河北、浙江、江西、贵州、云南等地^[7], 常用于冷凉地带建植高尔夫果岭草坪。为提高匍匐翦股颖在华南地区的越夏性能, 陈平等通过系统选育培育出匍匐翦股颖新品种粤选 1 号^[8]。粤选 1 号匍匐翦股颖(*Agrostis stolonifera* L. CV. Yuexuan No. 1) 以其极强的耐高温高湿性, 在华南地区可安全越夏, 已应用于高尔夫球果岭草坪, 极大提高了果岭草坪的使用价值。现初步探讨模

拟酸雨胁迫对粤选 1 号匍匐翦股颖的生理生态效应, 研究其耐酸雨机制, 为今后粤选 1 号匍匐翦股颖对酸雨的适应性研究和技术推广提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于广州市仲恺农业工程学院内, 位于北纬 22°26' ~ 23°05'、东经 113°14' ~ 113°42', 属南亚热带季风气候区, 雨量充沛, 地带性植被是季风常绿阔叶林。年均温 21.8℃, 极端最低温 0℃, 霜冻现象极少, 年降水量 1 700 mm 左右, 有明显的干湿季之分, 其中 4~ 9 月为雨季, 10 月至翌年 3 月为旱季。

1.2 试验材料

试验材料为校内成熟的粤选 1 号匍匐翦股颖草坪草, 2007 年 10 月 15 日挖取草皮并放入盆中扩繁(盆直径 13 cm, 高 10 cm), 以沙为基质(pH 6.15), 种植期间每周施肥 1 次, 配制 0.1% 的挪威复合肥(N: P₂O₅: K₂O= 15%: 15%: 15%), 常规管理条件相同。模拟酸雨处理时, 各处理的植株高矮及分蘖数基本一致。

1.3 试验方法

试验设置 4 个处理, 每个处理 3 次重复。模拟酸雨溶液的配制参照广州地区降水中主要酸根离子均值的比例^[9](即 SO₄²⁻: NO₃⁻: Cl⁻ = 5: 1: 0.36)。用 pH S-3C 型精密 pH 计校准配成 pH 4.0、3.0、2.0 的 3 种酸度的模拟酸雨, 并以 pH 6.98 的蒸馏水作为对照(CK)。处理时取 12 盆生长整齐一致的有代表性的植株, 每个酸度处理 3 盆, 每盆用喷雾器均匀喷 100 mL 相应酸度的模拟酸雨, 喷洒时间为傍晚, 每盆喷洒 3 min, 以叶片有水滴下为度。每 3 d 处理 1 次, 连续处理 5 次。处理结束后第 2 天测定叶绿素含量、脯氨酸含量、可溶性糖含

第一作者简介: 王明祖(1975-), 男, 广东大埔人, 高级实验师, 硕士, 现主要从事植物营养研究工作。
基金项目: 广东省科技攻关资助项目(2005B20901018); 广州市科技攻关重点资助项目(2005Z22E0201); 广州市科技成果重点推广计划资助项目(2006C13G0161); 广东省农业标准化资助项目(粤财农 2005-311 号); 深圳市深绿园林技术实业有限公司资助项目(D1063008); 珠海市科技攻关资助项目(PC20061051)。
收稿日期: 2009- 12- 25

量、光合速率、蒸腾速率和水分利用率, 叶片受伤害程度则于每次喷洒模拟酸雨后观察。叶片可见性伤害采用目测测定, 每次喷洒模拟酸雨后观察草坪草叶片的受害反应, 每天至少观察 1 次并记载受害症状特征。每喷 1 次模拟酸雨, 均连续观察症状的产生、发展与变化过程; 叶绿素含量采用浸提法^[10], 脯氨酸含量酸性茚三酮法^[11]; 可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[11]测定; 光合速率、蒸腾速率和水分利用率利用 CB- 1101 型光合蒸腾测定仪测定, 每次测定稳定时间设置为 60~ 180 s, 选取植株的由上至下第 3 片正常叶片进行测量, 每盆测定 3 次, 共 9 次重复。水分利用率计算公式: 水分利用率= 光合速率/ 蒸腾速率。数据用 Excel 2003, SAS 等软件进行处理, 邓肯氏新复极差检验法(DMRT 法) 进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 模拟酸雨胁迫对匍匐剪股颖的可见性伤害的影响

外观特征的变化是环境胁迫对植物影响的最明显表现。如表 1 所示, 模拟酸雨对粤选 1 号匍匐剪股颖叶片的伤害程度主要取决于其 pH 值大小, pH 4.0 时无可见性伤害, pH 3.0 及 2.0 时才表现受害, 其中 pH 2.0 时受害最严重。第 1 次喷淋后, 各处理的叶片当天没有出现症状, 大多数植株第 3 天才显露伤斑出来, pH 2.0 时出现块状的烧伤部位, 叶缘烧伤严重, 植株总体烧伤。第 2 次喷淋后经 pH 3.0 模拟酸雨处理的植株表现为轻微伤害, 个别叶片上出现少量黄褐色圆点状小伤斑, 直径约为 0.5~ 1.5 mm; pH 2.0 模拟酸雨处理引起的伤害最为严重, 植株叶片开始产生局部的、散生的斑点和坏死斑点, 叶尖褪绿、黄化。在以后的模拟酸雨处理中, 植株随着处理次数的增加其伤害程度也增加, 但在第 4 次处理后其损伤程度不再增加, 而在第 5 次处理时, 除伤害最严重的 pH 2.0 处理外, 其它各处理的根部都长出了小芽。

表 1 模拟酸雨对粤选 1 号匍匐剪股颖的可见性伤害的影响

处理	pH			
	2.0	3.0	4.0	6.98(CK)
第 1 次	++++	-	-	-
第 2 次	+++++	+	-	-
第 3 次	+++++	+	-	-
第 4 次	+++++	+	-	-
第 5 次	+++++	+	-	-
第 5 次后恢复情况	-	*	**	**

注+ 号表示烧伤程度* 号表示有小芽生出。

2.2 模拟酸雨胁迫对匍匐剪股颖叶绿素含量的影响

由图 1 可知, 模拟酸雨胁迫后粤选 1 号匍匐剪股颖叶片叶绿素总含量呈下降趋势, 并且模拟酸雨 pH 越低, 下降程度越大。pH 4.0、3.0、2.0 模拟酸雨使粤选 1 号

匍匐剪股颖的叶片叶绿素含量分别比 CK 降低 1.44%、16.08%、23.74%, 此结果与前人的大量报告相一致^[12 13]。粤选 1 号匍匐剪股颖叶片叶绿素受到破坏的原因可能在于模拟酸雨使叶汁酸化后, Mg^{2+} 从叶绿素中流失而形成脱镁叶绿素所致^[14], 另外, 酸雨中的 H^{+} 浓度达到一定值就阻碍叶绿素的合成, 叶绿素合成机制受到破坏, 使叶片叶绿素含量降低^[15]。

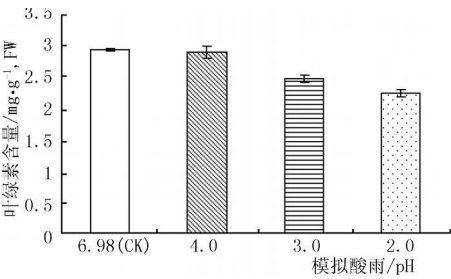


图 1 模拟酸雨胁迫对粤选 1 号匍匐剪股颖叶片叶绿素含量的影响

2.3 模拟酸雨胁迫对匍匐剪股颖脯氨酸含量的影响

脯氨酸是植物在逆境胁迫下产生的一种最有效的亲和性渗透调节物质, 大多数植物在受到逆境胁迫时都会发生体内游离脯氨酸的积累, 以增加渗透压, 从而减少对植株的伤害。植物受到的逆境胁迫越严重, 植物体内积累的脯氨酸越多。从图 2 可知, pH 4.0、3.0、2.0 模拟酸雨使叶片脯氨酸含量分别比 CK 升高 5.51%、17.59%、37.13%。由此可知, 在模拟酸雨胁迫下, 匍匐剪股颖叶片体内发生了脯氨酸的积累, 并且脯氨酸含量随模拟酸雨 pH 值的递减而呈递增趋势。

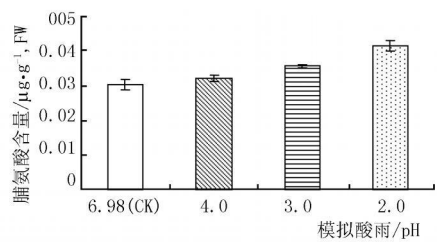


图 2 模拟酸雨胁迫对粤选 1 号匍匐剪股颖叶片脯氨酸含量的影响

2.4 模拟酸雨胁迫对匍匐剪股颖可溶性糖含量的影响

植物可溶性糖既是渗透调节剂, 其含量增加有利于增加植物细胞汁液浓度、降低细胞水势和提高植物吸水能力, 是合成其它有机溶质的碳架和能量来源, 并在细胞内无机离子浓度高时起保护酶类的作用。从图 3 可知, 在模拟酸雨胁迫下, pH 4.0、3.0 处理的叶片可溶性糖含量有所增加, 与对照相比分别增加了 0.55%、15.97%, 而 pH 2.0 处理的则比 CK 降低 43.83%, 此结果说明模拟酸雨 pH 值达到 2.0 时对粤选 1 号匍匐剪股颖损

害比较严重,已经使其减弱了合成积累可溶性糖的能力。

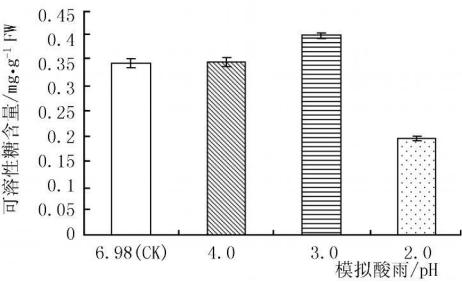


图3 模拟酸雨胁迫对粤选1号葡萄剪股颖叶片可溶性糖含量的影响

2.5 模拟酸雨胁迫对粤选1号葡萄剪股颖叶片光合速率、蒸腾速率和水分利用率的影响

由表2可知,模拟酸雨处理明显降低了粤选1号葡萄剪股颖的光合速率。pH 4.0、3.0、2.0模拟酸雨使叶片光合速率分别比CK降低60.25%、76.03%和80.62%,各处理与CK之间呈显著差异。在pH 2.0酸雨处理下,光合速率达到最低点值 $7.87\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,仅为CK的19.38%,另外结合模拟酸雨处理对粤选1号葡萄剪股颖的可见性伤害来看,最后1次处理时,除伤害最严重的pH 2.0处理外,其它各处理的根部都长了小芽,说明pH 2.0处理可能已不具恢复生长能力。模拟酸雨处理明显降低粤选1号葡萄剪股颖光合速率的原因可能与光合碳循环中的果糖二磷酸酯酶和景天庚糖二磷酸酯酶的活性有关,这2种酶活性受pH值控制,高pH值下被活化,而低pH值下被钝化^[16]。

表2 模拟酸雨胁迫对葡萄剪股颖叶片光合速率、蒸腾速率和水分利用率的影响

pH 处理	光合速率 / $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	蒸腾速率 / $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	水分利用率 / %
6.98 (CK)	40.60±2.98 a	3.14±0.25 a	12.76±1.68 a
4.00	16.14±1.68 b	1.59±0.18 b	10.03±0.61 a
3.00	9.73±0.60 c	1.42±0.22 bc	7.54±0.35 b
2.00	7.87±0.61 c	0.80±0.19 c	7.57±0.39 b

注 同一列数字后不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著。

模拟酸雨处理同时也明显降低了粤选1号葡萄剪股颖的蒸腾速率。pH 4.0、3.0、2.0处理的蒸腾速率分别比CK降低49.36%、54.78%、74.52%,各处理与CK之间呈显著或极显著性差异。由此可见,模拟酸雨对粤选1号葡萄剪股颖蒸腾速率的降低作用明显。至于水分利用率,各处理大小顺序为CK> pH 4.0> pH 2.0> pH 3.0,除了pH 4.0处理与对照相比无显著差异外,其它处理都与对照呈显著差异,pH 2.0及pH 3.0处理的水分利用率分别比对照下降了40.67%及40.91%,说明

模拟酸雨胁迫会降低葡萄剪股颖的水分利用率,pH 4.0时无明显影响,而pH ≤ 3.0 时则明显有降低作用。

3 讨论与结论

前人的研究表明,酸雨胁迫对植物的生长发育会产生严重的不利影响,导致植物膜系统损伤,引起生理代谢紊乱,主要表现为叶片膜脂过氧化加剧,膜透性增加,叶绿素含量下降,光合能力降低,呼吸代谢加强,蒸腾强度下降等^[17-18]。刘金祥等^[13]的报道指出,酸雨胁迫对矮象草的可见性伤害主要取决于pH值,pH 4.5无可见性伤害,pH 3.5以下才表现受害,其伤害主要发生在叶片上,酸雨胁迫后矮象草叶片叶绿素总含量呈下降趋势,pH 4.5、3.5、2.5模拟酸雨使矮象草叶片叶绿素总含量分别比CK降低24.17%、46.17%、48.05%,差异极显著。该试验结果表明,酸雨对粤选1号葡萄剪股颖叶片的伤害随着pH值下降而加剧,pH 3.0时表现受害,大多数植株第3天伤斑才显露出来,在以后的处理中,植株随着处理次数的增加其伤害程度也增加。但在第4次处理后其损伤程度不再增加,这与有关酸雨对植物叶片伤害及生理选择性的影响结果相符^[45]。另外,试验结果也表明,在酸雨胁迫下,粤选1号葡萄剪股颖叶片叶绿素含量均随酸雨pH值的降低而明显降低,而脯氨酸含量、可溶性糖含量(pH 2.0处理除外)则明显上升,与前人研究结果^[45]相类似。

从模拟酸雨pH值下降到3.0时,粤选1号葡萄剪股颖光合速率、蒸腾速率及水分利用率分别降低了76.03%、54.78%、40.91%来看,结合以上可见性伤害等分析,可知酸雨对粤选1号葡萄剪股颖的伤害阈值pH值可能 ≤ 3.0 ,当酸雨的酸度达到一定的阈值时,将降低粤选1号葡萄剪股颖的叶绿素含量和光合效率,出现可见性伤害症状,阻碍其生长发育。另外,就广东省范围而言,酸雨(pH均值为4.88^[3])对粤选1号葡萄剪股颖生长的影响并无明显影响。

参考文献

[1] Feng Z W, Miao H, Zhang F Z, et al. Effects of acid deposition on terrestrial ecosystems and their rehabilitation strategies in China [J]. Journal of Environmental Sciences, 2002, 14(2): 227-233.

[2] 邱栋梁. 酸雨对园艺植物危害的研究进展[J]. 福建农业大学学报, 1999, 28(1): 28-32.

[3] 杜娟. 酸雨污染依然严重[N]. 广州日报, 2009-3-24(A4).

[4] 梁骏, 麦博儒, 郑有飞, 等. 模拟酸雨对油菜(Brassicnapus L1)生长产量及品质的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(1): 274-283.

[5] 刘金祥, 邱宴筹, 肖生鸿. 模拟酸雨对种子繁殖香根草生理特性的影响[J]. 草业学报, 2005, 14(5): 54-58.

[6] 孟赐福, 姜培坤, 曹志洪, 等. 酸雨对植物的危害机理及其防治对策研究进展[J]. 浙江农业学报, 2008, 20(3): 208-212.

[7] 韩烈保, 杨璐, 邓菊芬. 草坪草种及其品种[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999: 111-118.

- [8] 陈平,吴秀峰,覃广泉. 匍匐翦股颖粤选 1 号品种特性[J]. 作物杂志, 2005(2): 66.
- [9] 徐义刚,周光益. 广州市典型森林区酸雨的化学组成、季节变化及其成因探讨[J]. 生态学报, 2001, 21(11): 1775-1781.
- [10] 王永锐,陈平. 水稻对硒吸收、分布及硒与硅共施效应[J]. 植物生理学报, 1996, 22(4): 344-348.
- [11] 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: 195-197, 258-260.
- [12] 吴杏春,林文雄,洪清培,等. 模拟酸雨对草坪草若干生理指标的影响[J]. 草业科学, 2005, 8(21): 88-92.
- [13] 刘金祥,蔡瑜,肖生鸿. 模拟酸雨对矮象草生理生态特性的影响[J]. 湛江师范学院学报, 2005, 26(6): 65-70.

- [14] 严重玲,李瑞智,钟章成. 模拟酸雨对绿豆、玉米生理生态特性的影响[J]. 应用生态学报, 1995, 6(增刊): 124-131.
- [15] 许梅德. 酸雨对陆生植物影响的探讨[J]. 农业环境保护, 1995, 14(4): 185-189.
- [16] 江苏农学院. 植物生理学[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 43.
- [17] Qi Z M, Wang X D, Song G Y. The research progress of the effect of acid rain on plant [J]. World Sci Tech R&D, 2004, 26(2): 36-41.
- [18] Wyrwicka A, Skłodowska M. Influence of repeated acid rain treatment on anti oxidative enzyme activities and on lipid per-oxidation in cucumber leaves [J]. Electronic, Environmental and Experimental Botany, 2006, 56(2): 198-204.

Effect of Acid Rain Stress on Ecological and Physiological Characteristics of *Agrostis stolonifera* L.

WANG Ming-zu, CHEN Ping, ZHOU Yu-lei, HAN Rui-hong, ZHOU Yan-yun

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225)

Abstract: The paper studied the effects of simulated acid rain stress on ecological and physiological characteristics of *Agrostis stolonifera* L. CV. Yuexuan No. 1. The results showed that as the pH value of simulated acid rain reduced, the stress of simulated acid rain on *Agrostis stolonifera* L. CV. Yuexuan No. 1 became more serious. Degree of visible damage in leaves increased, chlorophyll content decreased gradually, photosynthesis rate, transpiration rate and water use efficiency also declined gradually. At pH value 2.0, *Agrostis stolonifera* L. CV. Yuexuan No. 1 had been damaged dramatically. Its chlorophyll content, praline content, photosynthesis rate, transpiration rate and water use efficiency got reduce by 23.74%, 51.57%, 80.62%, 74.52%, 40.67%, all the differences reached significant levels.

Key words: *Agrostis stolonifera* L.; acid rain stress; ecology and physiology characteristics

蔬菜病害产生抗药性原因分析与对策

一、产生抗药性原因

1. 长期连续使用单一药剂, 导致抗性产生。
2. 农药的使用剂量和浓度增加, 直接导致抗药性增强。
3. 农药的剂型不适合, 也会降低药效, 使漏杀个体诱发出抗药性。
4. 农药在蔬菜上沉积, 分布状况不均匀也会引起抗药性的产生。

二、抗药性预防对策

1. 间歇用药。发现某种农药已经产生很大的抗药性, 就应间断或停止使用。
2. 轮换用药。单一品种农药会诱发抗药性, 轮换作用机理不同的品种, 轮换生物农药、抗生素农药, 均可产生良好效果。
3. 混合用药。2种作用方式和机理不同的药剂混合使用也可减少抗药性的发生, 单点作用农药与多点的传统农药混合使用, 效果更好。
4. 采用正确的施药技术。药剂在田间施用的有效剂量和沉积分布均匀是至关重要的, 对不同蔬菜 and 不同病虫害应选用恰当的施药技术, 不要轻易地加大用药量和用药次数。另外, 注意使用时间, 阴天尽量不要用药。
5. 采用综合防治法。把药剂防治、人工防治、检疫等措施, 有机结合起来。