

# 干旱胁迫下不同浓度壳聚糖对甘蔗抗旱性的影响

叶燕萍<sup>1</sup>, 娄予强<sup>1,2</sup>

(1. 广西大学 农学院 植物科学系, 广西 南宁 530005; 2. 云南省农科院 亚热带经济作物研究所, 云南 保山 678025)

**摘要:** 以甘蔗品种新台糖 22 号(ROC 22)为供试材料, 叶面喷施不同浓度(50 mg/L、100 mg/L、200mg/L)壳聚糖, 干旱处理后观察甘蔗叶片叶绿素含量、脯氨酸含量、可溶性蛋白含量以及过氧化物酶活性等抗旱生理指标的变化, 研究壳聚糖对甘蔗苗期抗旱性的影响。结果表明, 壳聚糖具有提高甘蔗抗旱性的作用, 其中 100mg/L 壳聚糖处理可以明显提高叶片的叶绿素含量, 增加脯氨酸和可溶性蛋白含量, 提高其过氧化物酶活性, 从而增强甘蔗的抗旱能力。

**关键词:** 壳聚糖; 甘蔗; 抗旱性

**中图分类号:** S566      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2009)11-0047-04

## Effect of Chitosan with Different Concentration on Drought Resistance of Sugarcane under Drought Stress

YE Yan-ping<sup>1</sup>, LOU Yu-qiang<sup>1,2</sup>

(1. Department of Plant Science of Agronomy College, Guangxi University, Nanning 530005, China;

2. Institute of Tropical and Subtropical Cash Crops, YAAS, Baoshan 678025, China)

**Abstract:** In order to study the effect chitosan with different concentration on drought resistance of sugarcane, ROC 22 was sprayed with three concentration (50mg/L, 100mg/L, 200mg/L) of chitosan, under drought stress condition. The changes of some physiological indexes including the content of chlorophyll, proline, soluble protein and the activity of peroxidase in ROC 22 were determined. The results showed that the treatment of 100mg/L chitosan increased the content of chlorophyll, proline, soluble protein and the activity of peroxidase, which indicates chitosan can improve the drought-resistant ability of sugarcane under drought stress.

**Key words:** Chitosan; Sugarcane; Drought resistance

收稿日期: 2009-03-10  
基金项目: 广西亚热带生物资源保护利用重点实验室、省部共建国家重点实验室培训基地开放课题(SB0704)  
作者简介: 叶燕萍(1955-), 女, 广东郁南人, 研究员, 硕士生导师, 主要从事代谢植物学研究。  
E-mail: yanchen@gxu.edu.cn

麻品种中, Z5 的平均隶属函数值最大, 表明其抗旱性最强, 其次为 F7, ZhB7 居第 3, 抗旱能力较强。

### 3 结论

以 10 个蓖麻品种为材料, 研究了干旱胁迫对其叶片含水量及 SOD、CAT、POD 活性等干旱指标的影响, 结果表明, 不同品种间各指标存在差异, 说明不同品种的抗旱性存在差异。用模糊隶属函数法进行综合评价, 得出 10 个蓖麻品种抗干旱能力大小顺序为: Z5>F7>ZhB7>JX2>T202>Zh3>H2T>A007>T5>JB2。

### 参考文献:

[1] 李党训, 李昌珠, 李培旺, 等. 五个蓖麻品种在湖南丘陵

旱地引种栽培试验[J]. 湖南林业科技, 2004, 4(31): 41—45.

[2] 朱倩, 郭志强, 王宏伟, 等. 中国蓖麻产业现状与发展建议[J]. 现代农业科技, 2009(16): 15—17, 19.

[3] 张恭勤. 发展蓖麻产业大有可为[J]. 北京农业, 1996(10): 5.

[4] 邹琦. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 163—166.

[5] 郝再彬. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.

[6] 魏永胜, 梁宗锁, 山仑等. 利用隶属函数值法评价苜蓿抗旱性[J]. 草业科学, 2005, 6(22): 33—36.

[7] 彭志红, 彭克勤, 胡家金, 等. 渗透胁迫下植物脯氨酸积累的研究进展[J]. 中国农学通报, 2002, 18(4): 80—83.

壳聚糖(chitosan, CTS)是甲壳素(chitin)经脱乙酰化处理后的产物,即脱乙酰基甲壳素,学名聚氨基葡萄糖,又名可溶性甲壳质,化学名称为 1,4-聚-2-氨基-2-脱氧- $\beta$ -D-葡聚糖,别名甲壳胺,是由 N-乙酰-D-氨基葡萄糖单体通过  $\beta$ -1,4-糖苷键连接起来的直链状高分子化合物。平均分子量在 10000 以下的壳聚糖为低分子量壳聚糖,与高分子量壳聚糖相比,具有水溶性好、生物活性高、功能作用大、易被人体吸收等突出特点,在医药、食品、农业等领域应用广泛<sup>[1]</sup>。前人研究发现,壳聚糖在农业方面具有杀虫抑菌、提高农产品品质、促进植物生长等方面的作用,同时近年的研究发现,壳聚糖也具有提高作物抗旱性的作用,目前已在苹果<sup>[2]</sup>、苜蓿<sup>[3]</sup>、红掌<sup>[4]</sup>等作物上得到证实。

我国蔗区大约有 2/3 分布在丘陵旱坡地上,特别是广西,旱地甘蔗面积达 90% 以上,灌溉条件差,常受到季节性干旱或难以预测的旱灾影响,栽培甘蔗单产低。旱灾已成为影响甘蔗生产最频繁、范围最广的自然灾害之一。解决甘蔗旱害的途径很多,如选用耐旱品种、改善灌溉条件等,通过栽培措施也能增强甘蔗自身的耐旱能力<sup>[5,6]</sup>。此外,化学调控手段因其具有简便、快速、高效等特点而日益受到重视。本研究采用新型化学调控物质——壳聚糖对甘蔗幼苗进行处理,通过观察甘蔗抗旱生理生化指标的变化规律研究其对甘蔗抗旱性的影响,验证其抗旱诱导作用,并进一步筛选适宜浓度,为今后甘蔗抗旱生产实践提供参考。

## 1 材料和方法

供试甘蔗品种为新台糖 22 号(ROC22, 目前广西主栽品种)。壳聚糖由广西大学生命科学学院提供。壳聚糖设 3 个浓度,分别是 50mg/L、100mg/L、200mg/L。甘蔗于 2008 年 8 月 8 日下种。采用桶栽(桶直径 45cm, 高 40cm),每桶 5 芽(一芽一节),在甘蔗 6~8 叶时叶面喷施不同浓度壳寡糖,每个处理 8 桶,对照(CK)喷施清水。喷施至叶面布满水珠而不滴水为宜。壳聚糖喷施处理 10d 后,进行自然干旱胁迫,每天进行土壤水分观察,并取土样进行水分含量测定,在各胁迫时期取样 1 次,重度胁迫取样后恢复正常供水。经测定,2008 年 10 月 21 日、10 月 24 日、10 月 27 日、11 月 17 日、12 月 7 日土壤相对含水量分别为 81.95%、54.65%、30.67%、81.55%、80.89%,即测定时期分别处于正常供水、中度胁迫、

重度胁迫、复水 20 d、复水 40 d。上午 8:00 左右选取每个处理生长一致有代表性的植株 5~6 株,快速用剪刀取下+2 叶,放入封口袋,用湿毛巾包裹,带回实验室测定生理指标。土壤相对含水量的测定采用烘干法;叶绿素含量采用丙酮浸提法;脯氨酸含量采用茚三酮显色法;可溶性蛋白含量采用考马斯亮兰 G-250 染色法;过氧化物酶(POD)采用愈创木酚法。

## 2 结果与分析

### 2.1 壳聚糖对甘蔗叶片叶绿素含量的影响

2.1.1 叶绿素 a 从图 1 可以看出,干旱胁迫下,叶绿素 a 的含量降低,复水后又逐渐恢复。本试验中,在中度、重度胁迫条件下,100 mg/L 壳聚糖处理均能使新台糖 22 号叶片保持较高的叶绿素 a 含量。同时,在进行干旱处理之前即正常供水条件下,100 mg/L 处理的叶片叶绿素 a 含量也略高于对照,在复水 40 d 后也高于对照。说明 100 mg/L 壳聚糖处理可以增加正常供水条件下叶片的叶绿素 a 含量,同时可以延缓干旱胁迫条件下叶绿素 a 的降解。

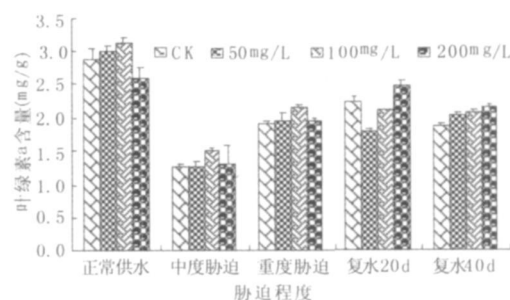


图 1 壳聚糖对甘蔗叶片叶绿素 a 含量的影响

2.1.2 叶绿素 b 从图 2 可以看出,在中度、重度干旱胁迫下,以及复水 40 d 后,100 mg/L 壳聚糖处理可使甘蔗叶片有较高的叶绿素 b 含量,虽然 200 mg/L 壳聚糖处理,在复水后也有较高的叶绿素 b 含量,但是在中度和重度胁迫条件下的效果却不及 100 mg/L 壳聚糖处理。

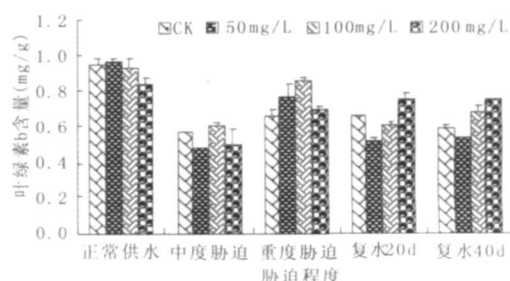


图 2 壳聚糖对甘蔗叶片叶绿素 b 含量的影响

2.2 壳聚糖对甘蔗叶片脯氨酸含量的影响

脯氨酸作为干旱条件下植物氮源的储藏形式,其积累能够增加细胞含水量和膨压势,增强植物根系对水分的吸收,维持细胞的正常功能,提高植株的抗旱性<sup>[7]</sup>。由图 3 可以看出,随着干旱胁迫程度的增加,植物叶片中脯氨酸含量呈增加趋势,尤其在重度胁迫下,叶片脯氨酸含量迅速增加。说明在重度胁迫条件下,壳聚糖处理能大幅度提高叶片脯氨酸含量,其中以 100 mg/L 壳聚糖处理的效果最好。而恢复供水 20 d 后,其含量也可以迅速得到恢复,降低到与对照相近的水平。

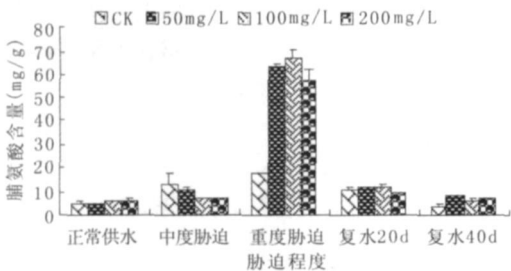


图 3 壳聚糖对甘蔗叶片脯氨酸含量的影响

2.3 壳聚糖对甘蔗叶片可溶性蛋白含量的影响

渗透调节是植物适应干旱胁迫的一种重要的生理机制,可溶性蛋白被认为是一种有效的渗透调节物质<sup>[8]</sup>。由图 4 可以看出,植物体内的可溶性蛋白含量在中度干旱胁迫条件下达到最大值,之后又开始减弱。本试验中,100 mg/L 和 200 mg/L 壳聚糖处理均可使甘蔗叶片在重度干旱胁迫下保持较高的含量,但是 200 mg/L 壳聚糖处理在中度干旱胁迫下的可溶性蛋白含量却远低于 100 mg/L 壳聚糖处理,这可能是由于甘蔗叶片组织对不同浓度壳聚糖处理存在不同的响应机制所致。

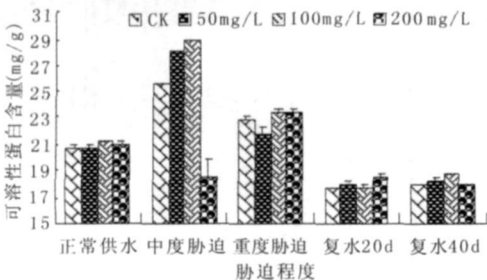


图 4 壳聚糖对甘蔗叶片可溶性蛋白含量的影响

2.4 壳聚糖对甘蔗叶片 POD 活性的影响

POD 是植物体内重要的活性氧清除酶,对减少活性氧积累,清除 MDA,抵御膜脂过氧化和维护膜结构的完整性有重要作用<sup>[9]</sup>。由图 5 可以看出,随

着干旱胁迫程度的加剧,POD 活性呈上升趋势,复水后又逐渐恢复。本试验中,100 mg/L 壳聚糖处理均可以使甘蔗叶片的 POD 在重度胁迫下保持较高的活性,高于对照组,同时在复水后 40 d 仍可保持较高的活性。表明壳聚糖处理可以更多地诱导 POD 的产生,可以有效地清除一部分活性氧,不至于对甘蔗产生严重伤害。

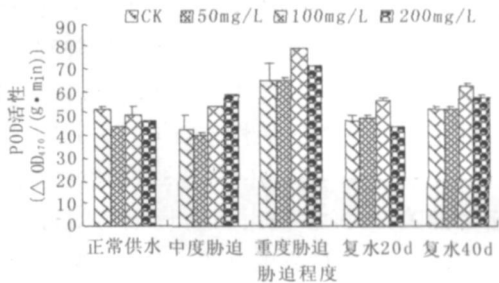


图 5 壳聚糖对甘蔗叶片过氧化物酶活性的影响

3 讨论

叶绿素是光合作用的物质基础,叶绿素负责吸收光能并且将其转变为化学能。植物在干旱胁迫条件下,叶绿素含量往往减少,光合作用受阻,同化产物减少,植物生长缓慢或停滞。因此,增加植物在干旱胁迫下的叶绿素含量或者延缓其在干旱胁迫下的叶绿素降解速率,对于植物生长发育具有十分重要的意义。本试验中,100 mg/L 壳聚糖处理可以增加正常供水条件下叶片的叶绿素含量,同时可以延缓干旱胁迫条件下叶绿素的降解,表明壳聚糖具有提高光合色素含量,促进光合作用,增强植株抗旱性的作用。

渗透调节作用是植物抵御干旱胁迫的重要机制,脯氨酸作为渗透调节物质之一,在植物的抗旱生理中发挥着重要作用<sup>[10]</sup>。脯氨酸在渗透调节方面的作用,一是作为细胞质的渗透调节物质,二是作为防脱水剂。大量研究表明,在干旱或其他逆境条件中植物体内脯氨酸含量会大量积累,这既可能有适应性的意义,又可能是细胞结构与功能受到损伤的表现,其积累量与逆境水平及植物对这种逆境的抗性有关<sup>[11]</sup>。大量积累脯氨酸可以维持细胞膨压,增强保水能力。本试验中,50 mg/L、100 mg/L、200 mg/L 壳聚糖处理均能大量增加植株在重度胁迫条件下的脯氨酸含量,提高细胞保水能力,一定浓度的壳聚糖处理具有增强植物抗旱性的作用。这一结论与杨峰等<sup>[2]</sup>、王延峰等<sup>[3]</sup>、从心黎等<sup>[4]</sup>的研究结

果一致。

作为渗透调节物质之一, 高含量的可溶性蛋白可使细胞维持较低的渗透势, 抵抗水分胁迫。干旱可以抑制蛋白质的合成, 导致蛋白质降解, 引起总蛋白含量的降低<sup>[12]</sup>。在本试验中, 甘蔗可溶性蛋白含量先增加后降低, 这可能是因为干旱处理初期植物体内的不溶蛋白转变为可溶蛋白以增强渗透调节能力, 但随着干旱时间的延长, 植物对于干旱的忍耐能力降低, 植物体内代谢受阻, 导致蛋白质降解。

过氧化物酶是一种重要的植物抗氧化酶之一, 它可以催化植物体内的活性氧, 防止发生过氧化反应。抗氧化酶活性与植物的代谢强度及逆境适应能力有密切的关系, 经常被用来衡量植物的抗性强弱和衰老程度<sup>[13]</sup>。本试验的结果表明, 壳聚糖处理可以提高过氧化物酶活性, 说明壳聚糖对甘蔗的过氧化物酶有诱导效应。

#### 4 结论

本研究结果表明, 壳聚糖通过诱导新台糖 22 号甘蔗叶片内部生理指标变化使之适应水分胁迫, 在一定程度上增强了甘蔗抗旱能力, 其中 100 mg/L 壳聚糖处理可以明显提高叶片的叶绿素含量, 增加脯氨酸和可溶性蛋白含量, 提高其过氧化物酶活性, 从而提高甘蔗的抗旱性。

#### 参考文献:

- [1] 舒彤. 院企学助燃生物技术新亮点[N]. 科技日报, 2002-09-26 (T00).
- [2] 杨峰, 胡景江, 武杭菊. 外源壳聚糖对苹果幼苗生长及抗旱性的影响[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(3):

60—63.

- [3] 王延峰, 郝振荣, 常海飞. 壳聚糖处理对苜蓿幼苗抗旱性的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(24): 10322—10323.
- [4] 从心黎, 黄绵佳, 冯妍, 等. 外源壳聚糖对干旱胁迫下红掌苗的生理效应[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(1): 103—105.
- [5] 叶燕萍, 李杨瑞, 李永健, 等. 不同砍种方式的甘蔗抗旱性比较[J]. 甘蔗, 2001, 8(2): 7—11.
- [6] 黄荣韶, 莫家让. 旱地甘蔗若干生理特性比较及其与抗旱性的关系[J]. 广西农业生物科学, 1995, 14(3): 201—206.
- [7] 姜义宝, 崔国文, 杨玉荣. 干旱胁迫条件下不同浓度  $\text{Ca}^{2+}$  对苜蓿根系活力、脯氨酸含量和过氧化物酶活性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2005, 36(3): 317—319.
- [8] 周洁, 黄璐琦, 郭兰萍, 等. 干旱胁迫条件下苍术幼苗生理特性变化研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(19): 2163—2166.
- [9] 王代军, 温洋. 温度胁迫下几种冷季型草坪草抗性机制的研究[J]. 草业学报, 1998, 7(1): 75—80.
- [10] 张红萍, 牛俊义, 轩春香, 等. 干旱胁迫及复水对豌豆叶片脯氨酸和丙二醛含量的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(5): 50—54.
- [11] 黄诚梅, 杨丽涛, 江文, 等. 聚乙二醇胁迫对甘蔗生长前期叶片水势及脯氨酸代谢的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(01): 205—208.
- [12] 魏良民. 几种旱生植物碳水化合物和蛋白质变化的研究[J]. 干旱区研究, 1991, 8(4): 38—41.
- [13] 张立军, 樊金娟. 植物生理学实验教程[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2007: 98—103.