

壳寡糖提高茄子幼苗抗冷性的效应研究

匡银近¹, 彭惠娥¹, 叶桂萍¹, 覃彩芹^{1,2}

(1. 孝感学院 天然多糖研究室, 湖北 孝感 432000 2. 武汉大学 生物质资源化学与环境生物技术湖北省重点实验室 湖北 武汉 430072)

摘要: 分别以 1/1 500、1/1 000、1/500 和 1/100(w/v) 4 种浓度的壳寡糖溶液对 4 片真叶期茄子幼苗进行叶面喷施, 研究壳寡糖对茄苗抗冷性的影响。结果表明: 除 1/100 浓度外, 其它浓度壳寡糖喷施的幼苗经 5℃ 低温胁迫处理 3 d 后, 与清水对照组相比, 其低温伤害率减少, 常温下恢复生长后的存活率提高; 叶片相对电导率和 MDA 含量增幅较小, 可溶性糖和脯氨酸含量升高; SOD 和 POD 活性增大, CAT 活性降幅减少。因此, 适宜浓度壳寡糖处理可增强茄苗的抗冷性, 且以 1/1 000 壳寡糖处理的抗冷效果最明显。

关键词: 茄子; 壳寡糖; 抗冷性; 保护酶

中图分类号: S 641.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)09-0014-04

甲壳素是自然界合成量仅次于纤维素的第二大可再生资源, 壳聚糖是甲壳素的脱乙酰化产物, 化学名称为(1,4)-2-氨基-2-脱氧-β-D-葡聚糖, 目前主要从虾、蟹壳中提取。农业上由于壳聚糖具有良好的生物相容性和可降解性^[1], 在激活植物的自卫系统和诱导植物抗逆境胁迫及调节植物生长方面具有显著作用, 且不污染环境, 可作为高效绿色农药及植物生长调节剂应用²⁻³。但由于其分子量大、水溶性差, 在生物体内不易被吸收而使其应用受到限制^[2]。随着研究的深入, 人们发现壳聚糖经水解生成的低聚合度壳聚糖具有良好的溶解性、易被植物吸收利用, 比高分子量壳聚糖具有更强的生物活性, 更显示其独特的功能性质和用途³⁻⁴。温度胁迫是一种较为普遍的逆境, 而秋、冬和早春的低温冷害对长江中下游及其以北地区的保护地蔬菜栽培具有很大的限制作用。目前, 有关壳聚糖提高植物抗冷性的研究较多^{5,9}, 但壳寡糖在植物抗冷方面的研究还未见报道。茄子属典型的喜温蔬菜, 研究低温胁迫下壳寡糖对茄子幼苗抗冷性的影响, 可以为壳寡糖在蔬菜生产上的应用提供理论和技术依据。

1 材料与方法

1.1 材料

壳寡糖由生物质资源化学与环境生物技术湖北省

重点实验室用酶降解虾壳方法制备(CTS 重均分子量 M_w 0.56×10⁴, 脱乙酰度 DDA 85.7%, 含水分 9.81%, 灰分 0.26%, 粘度 50 mPa·s)^[1]。供试茄子(*Solanum melongena* L.)品种为黑长龙。选取饱满度一致的茄子种子, 用 0.1%高锰酸钾浸种消毒 4 h, 用湿纱布包好, 置 30℃恒温箱内催芽, 待到 70%以上的种子露白后播种于 50 孔的装有基质(园土:河沙=1:1)的育苗盘中。

1.2 试验处理

茄子长至四叶一心期时, 选取形态及长势基本一致的幼苗用小型喷雾器将不同浓度的壳寡糖溶液均匀喷到叶片上, 处理浓度分别为 1/1500、1/1000、1/500 和 1/100(w/v)。每处理用量为 500 mL, 对照(CK2)喷施等量清水。隔 24 h 连续处理 2 次。将处理幼苗在自然条件下生长 36 h 后置于光强 3 000 lx、每天见光 12 h 和昼/夜温度 15℃/10℃的光照培养箱(LRH250-G)中预处理 2 d。再置于昼/夜温度(5±1)℃下低温胁迫 3 d。以 25℃常温生长幼苗为低温处理对照(CK1)。每处理 20 株, 重复 3 次。低温胁迫处理结束时调查低温伤害(植株萎蔫)情况, 随后移至户外继续生长 5 d, 再调查存活率。低温胁迫处理 3 d 后取植株上部 3 片叶测定有关生理生化指标, 每次每处理取 5 株, 剪碎叶片混匀称取样品, 重复测定 3 次。

1.3 测定方法

相对电导率参照文献^[6]的方法测定, MDA 采用硫代巴比妥酸(TBA)反应法^[7]测定, 脯氨酸(Pro)采用磺基水杨酸比色法^[7]测定, 可溶性糖采用蒽酮法^[7]测定, SOD 采用朱广廉等^[6]的方法测定, POD 采用愈伤木酚氧化法^[6]测定, CAT 采用碘滴定法^[6]测定。多重比较采用 Duncan's 新复极差法检验。

第一作者简介: 匡银近(1964), 男, 湖北孝感人, 副教授, 现主要从事细胞生物学教学与研究工作。E-mail: duke1224@163.com.

通讯作者: 覃彩芹(1965), 男, 湖北赤壁人, 博士, 教授, 现主要从事天然多糖应用方面的研究工作。E-mail: qincq@sohu.com.

基金项目: 湖北省重点实验室开放基金资助项目(HBRCEBL2008002); 湖北省科技攻关资助项目(2004A A101C59)。

收稿日期: 2009-04-20

2 结果与分析

2.1 壳寡糖提高茄子幼苗抗冷性的效果

茄子于低温胁迫前 2 d 连续喷施 2 次浓度分别为 1/1500、1/1000、1/500 和 1/100 的壳寡糖溶液和清水(对照), 5℃低温胁迫 3 d 后, 其低温伤害率分别为 31.16%、17.15%、37.15%、74.11%、85.10%, 常温下恢复 5 d, 其存活率分别为 66.17%、82.15%、65.10%、38.15%、35.10%。结果表明, 除了 1/100 壳寡糖处理和清水对照幼苗的低温伤害率和存活率相差不大, 受到的冷害较重外, 其它浓度壳寡糖处理与清水对照比较, 明显降低了幼苗的低温伤害率, 提高了其存活率, 1/1000 壳寡糖处理为最适浓度, 处理的茄子受低温伤害的比例显著小于清水对照($P<0.01$), 常温下恢复生长后的存活率则显著高于清水对照($P<0.01$)。所以, 叶面喷施一定浓度

的壳寡糖溶液确能有效提高茄苗的抗冷性, 这在设施栽培茄果类蔬菜育苗、防御冬春低温冷害方面具有实际应用价值。

2.2 壳寡糖对低温胁迫下茄子幼苗叶片相对电导率和 MDA 含量的影响

植物细胞膜在低温下由液晶态转变为凝胶态, 细胞内含物外渗, 细胞质相对电导率增加^[9]。由表 1 可知, 与 25℃常温(CK1)相比, 在 5℃低温胁迫下, 未经壳寡糖处理的茄子叶片相对电导率显著增加, 壳寡糖处理过的幼苗叶片相对电导率增幅较小, 1/500~1/100 壳寡糖和清水对照(CK2)处理差异不明显, 但 1/1500~1/1000 壳寡糖和清水对照(CK2)处理差异极显著; 以 1/1000 壳寡糖处理的效果为最佳, 与 25℃常温(CK1)下的幼苗相差不多。

表 1 壳寡糖对低温胁迫茄子叶片相对电导率、丙二醛、可溶性糖和脯氨酸含量的影响

Table 1 The effects of oligochitosan on electric conductivity, content of MDA, soluble sugar and proline in eggplant leaves under cold stress					
温度 Temperature/℃	壳寡糖浓度 Oligochitosan concentration/w·v ⁻¹	相对电导率 Electric conductivity/%	MDA Malondialdehyde /mmol·g ⁻¹	可溶性糖 Soluble sugar /μg·g ⁻¹	Pro Proline /μg·g ⁻¹
25	CK1	27.35 dC	0.68 dB	3.72 cC	21.26 dD
5	CK2	52.17aA	2.98aA	4.13 cC	28.71 cC
5	1/1500	36.04cBC	1.69bAB	7.59aA	39.72aA
5	1/1000	30.15dC	1.12cB	6.89ab A	37.08ab A
5	1/500	44.82bAB	1.66bAB	6.48bAB	35.32bAB
5	1/100	48.76abA	2.56aA	5.22bBC	33.76bBC

注 Duncan's 新复极差检验, 小写字母为 $P=0.05$ 水平差异显著, 大写字母为 $P=0.01$ 水平差异显著, 下同。
Note: Duncan's test. Different small letters indicates significance at $P=0.05$, Different capital letters indicates significance at $P=0.01$. The following tables were the same.

丙二醛(MDA)是膜质过氧化的产物, 它的积累会加剧膜脂过氧化, 其含量的多少可代表细胞膜损伤程度的大小^[7], 壳寡糖处理可减轻低温胁迫对茄子叶片细胞膜的损伤。如表 1 所示, 与 25℃常温(CK1)相比, 5℃低温胁迫下茄子叶片 MDA 的积累趋势与电导率的变化相似, 清水对照(CK2)组 MDA 含量急剧增加, 壳寡糖处理组的 MDA 含量增加较少, 其中 1/1500、1/1000 和 1/500 处理组的 MDA 含量均明显低于清水对照组, 以 1/1000 壳寡糖处理的效果为最佳。

2.3 壳寡糖对低温胁迫下茄子幼苗叶片中 Pro 和可溶性糖含量的影响

在逆境条件下, 植物体内的 Pro 和可溶性糖含量明显增加, 因而 Pro 和可溶性糖常被作为植物抗逆性的指标。Pro 和可溶性糖都是保护物质, 含量越高越有利于植物抗寒^[8]。从表 1 可以看出, 与 25℃常温(CK1)相比, 在 5℃低温胁迫 3 d 后, 无论经壳寡糖处理与否, 茄子幼苗叶片中的 Pro 和可溶性糖含量都有明显增加, 经壳寡糖处理的增加幅度又明显大于清水对照(CK2), 且二者随壳寡糖处理浓度的增加而逐渐降低, 但是都显著高于清水对照(CK2)。

2.4 壳寡糖对低温胁迫下茄子幼苗 3 种保护酶活性的影响

SOD、POD、CAT 是植物在逆境条件下的三大主要保护酶系统。低温促进植物体内活性氧的积累, 对植物细胞产生伤害。这些活性氧在植物体内不断生成, 同时又被 SOD 等保护酶系统清除, 所以, 这 3 种酶活性的大小可作为衡量作物抗逆性强弱的指标^[8]。由表 1 可知与 25℃常温(CK1)相比, 未经壳寡糖处理的幼苗, 在经 5℃低温胁迫 3 d 后, SOD 活性上升了 44.4%, POD 活性提高了 12.6%, CAT 活性则下降了 39.1%。说明在低温下茄子可以产生一定的保护酶以保护体内的一些代谢减少低温伤害。与 5℃低温处理 3 d 后的清水对照(CK2)相比, 经壳寡糖处理的茄子叶片 SOD 活性上升的幅度增大, 且 1/1500 和 1/1000 壳寡糖处理的 SOD 活性分别增加了 31.3%和 52.8%, 二者与 CK2 的差异显著; 超过 1/500 时, 其 SOD 活性则随着浓度的增大而逐渐降低。壳寡糖处理使低温胁迫下茄子叶片中 POD 活性增加更为明显; 1/1500 和 1/1000 壳寡糖处理的 POD 活性分别比其对照(CK2)增加了 203.5%和 436.2%, 二者与 CK2 的差异极显著。

表 2 壳寡糖对低温胁迫茄苗叶片中 SOD、POD 和 CAT 活性的影响

Table 2 The effects of oligochitosan on SOD、POD and CAT activity in eggplant leaves under cold stress

温度	壳寡糖浓度	SOD	POD	CAT
Temperature/℃	Oligochitosan concentration/w · v ⁻¹	Superoxide dismutase/μg · min ⁻¹	Peroxidase/μg · g ⁻¹	Catalase/mg · g ⁻¹ · min ⁻¹
25	CK1	1.26 dA	145.73 cC	19.36 aA
5	CK2	1.82cdA	164.15cC	11.78bA
5	1/1500	2.39abA	498.23bB	14.89abA
5	1/1000	2.78aA	882.34aA	17.85aA
5	1/500	2.15bcA	198.76cC	15.80abA
5	1/100	1.94cA	186.43cC	13.18 bA

从表 2 可见,低温胁迫下茄子幼苗 CAT 活性呈下降趋势,但壳寡糖处理可以减缓 CAT 活性降低幅度,其中 1/500 和 1/1000 壳寡糖处理的 CAT 活性分别比清水对照(CK2)提高 34.1%和 51.6%,二者与 CK2 的差异达到显著水平;以 1/1000 壳寡糖处理减缓 CAT 活性降低的作用最大。结果表明 喷施适宜浓度的壳寡糖溶液有增加低温胁迫下茄苗叶片中保护酶活性,减少膜脂过氧化、提高茄子幼苗抗冷性的作用,其中 1/1000 壳寡糖处理的效果最显著。

3 讨论

试验结果表明,壳寡糖能够明显提高茄子幼苗的抗冷性,其主要原因在于低温胁迫过程中茄苗维持了较高的 SOD、POD 和 CAT 活性;膜脂过氧化产物 MDA 的积累较少;叶片相对电导率增幅较小,说明与清水对照相比,壳寡糖处理的茄苗体内自由基含量较少,减轻了细胞膜的过氧化作用,使细胞电解质渗漏率维持在较低水平,维持了膜的稳定性。另外壳寡糖处理的茄苗体内的渗透调节物质可溶性糖和脯氨酸含量也显著增加,降低了细胞的渗透势,提高了细胞保水力,保证了细胞生理生化过程能够正常进行^[8],最终有效地提高茄苗的抗冷能力。这与李茂富等^[5]在香蕉幼苗、罗兵等^[9]在黄瓜幼苗上的研究结果一致,但壳寡糖与壳聚糖相比,因其水溶性好,使用更方便,抗冷效果更明显。

只有适宜浓度的壳寡糖处理才能明显增强茄子幼苗的抗冷性。1/500、1/1000 和 1/1500 等 3 个浓度的壳寡糖处理均不同程度地提高了茄苗的抗冷性,5℃低温胁迫 3 d 后其低温伤害率明显低于清水对照,常温下恢复生长后的存活率则显著高于清水对照,其中以 1/1000 壳寡糖处理的抗冷效果最为明显,与 25℃常温下生长的

幼苗相差不大;但 1/100 壳寡糖处理的抗冷效果不明显。壳聚糖能使植物细胞膜透性增加,浓度越大,细胞电解质渗漏率越大,用 FDA 染色表明,高浓度壳聚糖对细胞膜能产生伤害^[10]。该试验表明,壳寡糖与壳聚糖相似,也可能对植物细胞膜的完整性产生伤害。在低温胁迫前,茄苗细胞电解质渗漏率随壳寡糖浓度的增加而增加,可能正是由于这种伤害,诱导茄苗产生了一系列有利于增强抗性的生理生化变化,启动了酶抗氧化系统和非酶抗氧化系统,增强了茄苗抵御低温胁迫的能力,从而提高了茄苗的抗冷性。但过高浓度壳寡糖(> 1/100)处理可能对植物细胞膜产生伤害,其所诱导产生的抗性反应不能逆转这种伤害,反而严重影响植株代谢,使结果适得其反。

参考文献

[1] Qin C Q, Li H R, Xiao Q, et al. Water-solubility of chitosan and its antimicrobial activity[J]. Carbohydrate Polymers, 2006, 63(3): 67-74.
[2] 胡文玉, 吴姣莲. 壳聚糖的性质和用途及其在农业上的应用前景[J]. 植物生理学通讯, 1994, 30(4): 294-296.
[3] 匡银近, 覃彩芹. 壳聚糖浸根移栽对辣椒生长坐果的影响[J]. 孝感学院学报, 2004, 24(3): 18-20.
[4] 匡银近, 覃彩芹. 壳寡糖对秋海棠叶片离体培养的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(16): 6657-6659.
[5] 李茂富, 李绍鹏. 壳聚糖提高香蕉幼苗抗冷性的效应[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(4): 144-146.
[6] 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.
[7] 邹崎. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 农业出版社, 1995.
[8] 张继澍. 植物生理学[M]. 西安: 世界图书出版社, 1992.
[9] 罗兵, 孙海燕. 壳聚糖对黄瓜幼苗冷害损伤的缓解效应[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(16): 4039-4040.
[10] 李荣贵, 黄祥辉, 张志良. 脱乙酰几丁质对烟草叶片一些生理生化特性的影响[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 1997, 38(3): 69-74.

Effects of Oligochitosan on Cold Resistance of Eggplant Seedlings

KUANG Yin-jin¹, PENG Hui-e¹, YE Gui-ping¹, QIN Cai-qin^{1,2}

(1. Laboratory of Natural Polysaccharides, Xiaogan University, Xiaogan, Hubei 432000, China; 2. Key Laboratory of Biomass-Resource Chemistry and Environmental Biotechnology of Hubei, Wuhan University, Wuhan, Hubei 430072, China)

Abstract: The seedlings of eggplant (*Solanum melogena* L.) at 4 leaf stage were treated with 1/1500, 1/1000, 1/500 and 1/100(w/v) of Oligochitosan for two days and then exposed to 5℃ low temperature for 3 d in order to study the effects

不同品种莴笋的品质比较研究

李会合, 田秀英

(重庆文理学院 重庆 永川 402160)

摘 要:通过盆栽试验对 5 个品种莴笋的生物学特性、生理和营养特性及产量、品质进行了比较研究。结果表明:“大白甲”株高最低,“挂丝红”叶片数最多,“润农”最大叶面积最大;“挂丝红”和“大白甲”的叶绿素含量较高,“挂丝红”叶片的养分含量较高。5 个品种莴笋的产量以“挂丝红”>“尖叶”>“大白甲”>“润农”>“双尖”,硝酸盐含量以“润农”>“尖叶”>“双尖”>“大白甲”>“挂丝红”,营养品质指标(Vc、可溶性糖、氨基酸)以“挂丝红”、“双尖”较好。综合产量和品质,“挂丝红”为高产优质的最佳品种。

关键词:莴笋;生物学特性;营养特性;品质

中图分类号:S 644.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2009)09—0017—03

莴笋,别名莴苣笋,其营养价值高,富含矿物质、钙、磷、铁,亦含 V_A、VB₁、VB₂、V_C、尼克酸、蛋白质、脂肪、糖类、灰分及钾、镁等微量元素和食物纤维等多种营养物质。茎叶中含有一种叫莴苣油的莴苣素(C₁₁H₁₄O₄或 C₂₂H₃₆O₇),味苦,能增强胃液,刺激消化,增进食欲,并具有镇痛、镇咳、催眠、清凉解毒、通乳、利尿等作用^[1-3]。莴笋中发现重要的抗癌物质莴苣素,被奉为抗癌蔬菜,可一年四季栽培,应市期较长,是我国南北地区广泛栽培的保健蔬菜。

莴笋因品种不同,叶片有披针形、长卵圆形、长椭圆形等;叶色有淡绿、深绿或紫红色,叶尖形状有尖叶、圆叶之分;嫩茎色泽可分白笋和青笋^[3]。研究表明,蔬菜的品种不同,品质间存在差异^[4]。重庆广泛栽培的莴笋品种较多,而不同品种莴笋品质间的比较研究较少。该试验以重庆市生产栽培中常用的 5 个品种莴笋为供试

作物,比较了不同品种莴笋的生物学特性、生理和营养特性及产量、品质,以期筛选出最佳莴笋品种,促进莴笋高产优质生产。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试土壤为沙溪庙祖母岩发育而成的灰棕紫泥,其部分农化性状如下:质地为壤土,pH 6.3,有机质 15.3 g/kg,碱解氮 90.4 mg/kg,有效磷 15.6 mg/kg,有效钾 105.0 mg/kg,交换性钙 4 689 mg/kg,交换性镁 334.0 mg/kg。供试作物为莴笋(*Lactuca sativa* L.),选用生产中广泛栽培的品种,包括“双尖”、“润农”、“挂丝红”、“大白甲”、“尖叶”,种子由重庆科光种苗有限公司提供,育苗后移栽。试验施用的肥料有尿素(N 46%),磷酸二氢钾(P₂O₅ 52%,K₂O 34%),氯化钾(K₂O, 60%)。

1.2 试验方法

盆栽试验采用单孔漏水塑料盆钵(15 cm×18 cm)进行,每盆装土 2.5 kg,每盆氮肥(N)、磷肥(P₂O₅)、钾肥(K₂O)用量分别为 150、50、100 mg/kg 土,其中钾肥、磷肥作基肥 1 次施用,氮肥作追肥,按纯 N 的 30%:40%:30%分 3 次追施。每盆移栽 3 叶 1 心莴笋 2 株,莴笋生长 50 d 后收获,测定其生物学特性和叶片养分含量,产量和品质(维生素 C、硝酸盐、可溶性糖、氨基酸含量)。

第一作者简介:李会合(1977-),男,博士,副教授,现主要从事植物生理学和城市环境生态学的教学及植物营养生理与品质和植物营养与环境等方面科研工作。E-mail:lihuihe@163.com。
基金项目:重庆市教育委员会科学技术研究资助项目(KJ091218);重庆文理学院引进人才启动课题资助项目。
收稿日期:2009-04-20

of Oligochitosan on chilling-tolerance activity. The chilling-tolerance of seedling of eggplant could be increased with Oligochitosan treatment. Compared with the control the activities of three protective enzymes, such as superoxide dismutase (SOD), peroxidase(POD) and catalase (CAT) increased, while the malondialdehyde (MDA) content decreased in the leave of treated plants. On the other hand, Oligochitosan could effectively promote the increasing of contents of proline and soluble sugar in the leaves of eggplant seedling during low temperature stress. The concentration of Oligochitosan at 1/1 000(w/v) showed the most effective result.

Key words: Eggplant; Oligochitosan; Cold resistance; Protective enzyme