

壳寡糖对烟草幼苗生长和光合作用及其相关生理指标的影响

郭卫华^{1,2}, 赵小明^{1,*}, 杜昱光^{1,*}

¹中国科学院大连化学物理研究所, 辽宁大连 116023; ²吉林农业大学园艺学院, 长春 130118

摘要: 采用酶解法获得的壳寡糖处理烟草幼苗的结果显示, 0.01 mg·L⁻¹壳寡糖对烟草幼苗生长有促进作用, 幼苗株高、叶面积增加; 功能叶片中叶绿素含量、净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、蒸腾速率(T_r)和胞间CO₂浓度(C_i)升高; 气孔限制值(L_s)下降。而高浓度(100 mg·L⁻¹)壳寡糖处理的则抑制生长。促进烟草幼苗生长最适的壳寡糖浓度为0.01 mg·L⁻¹, 施用两次的效果优于一次的。

关键词: 烟草幼苗; 壳寡糖; 生长; 光合作用

Effects of Oligochitosan on the Growth and Photosynthesis and Physiological Index Related to Photosynthesis of Tobacco Seedlings

GUO Wei-Hua^{1,2}, ZHAO Xiao-Ming^{1,*}, DU Yu-Guang^{1,*}

¹Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Dalian, Liaoning 116023, China; ²College of Horticulture Science, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

Abstract: Oligochitosan was isolated by enzyme decomposed in our lab. Different concentrations of oligochitosan were used for the treatment of tobacco seedlings, the results indicated that 0.01 mg·L⁻¹ oligochitosan promoted the growth of tobacco seedlings, the heights of seedlings and the areas of functional leaves were increased, the contents of chlorophyll, the net photosynthetic rate (P_n), stomatal conductance (G_s), intercellular CO₂ concentration (C_i) and transpiration rate (T_r) of tobacco seedlings were increased, while stomatal limitation (L_s) was reduced. High concentration of oligochitosan (100 mg·L⁻¹) restrained the growth of tobacco seedlings. The most optimum concentration of oligochitosan for tobacco seedlings was 0.01 mg·L⁻¹. The effects of twice oligochitosan treatment were better than the effects of once.

Key words: tobacco seedlings; oligochitosan; growth; photosynthesis

随着人们对环境污染、食品安全和人类自身健康的日益重视, 寻找新的具有促进作物生长作用的天然产物已成为人们关注的问题。20世纪80年代以来, 从虾、蟹壳中提取出的聚阳离子碱性多糖——壳聚糖的活性引起了研究者极大的兴趣(胡文玉和邹良栋 1998; 隋雪燕等 2002; Rabea 等 2003; 刘楠等 2005)。壳聚糖是甲壳素脱 *N*-乙酰基的产物。由于甲壳素、壳聚糖不溶于水, 所以在开发应用中存在一定的局限性, 而通过降解甲壳素或壳聚糖得到的壳寡糖, 不但水溶性好易于被吸收, 而且具有独特的生物活性功能(Picart 等 2005; Kuroiwa 等 2005)。我们课题组应用酶解壳聚糖法获得的壳寡糖, 经多年研究证实, 在植物诱导抗性、杀菌、抑菌等方面都具有生理功能(Roby 等 1987; Usov 1993), 特别是在对植物病毒的防治方面效果明显(赵小明等 2004)。近年来, 壳寡糖促进植物生长的作用得到了人们的关注(扈学文等 2007; 张文

清等 2002; Nge 等 2006)。但关于壳寡糖促进烟草生长光合特性的研究还未见报道。本文研究壳寡糖对烟草幼苗生长和光合作用及其相关的生理指标的影响。

材料与方法

烟草(*Nicotiana tabacum* Linn.)品种‘BY-2’, 来自中国科学院上海植物生理研究所。

盆栽烟草幼苗, 长至5~6片真叶时进行第一次叶面喷施, 7 d后部分材料第二次叶面喷施。试验

收稿 2008-09-27 修定 2008-10-24

资助 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-007)和国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2006AA10A213)。

致谢 在光合参数测定过程中曾得到大连理工大学栾雨时老师和石晋同学的帮助。

* 通讯作者(E-mail: weihuaguo2002@yahoo.com.cn; Tel: 0411-84379061)。

共设置 10 个处理, 即 CK1 (清水喷施一次)、CK2 (清水喷施二次); 处理 A1 (0.001 mg·L⁻¹ 壳寡糖一次)、处理 A2 (0.001 mg·L⁻¹ 壳寡糖二次); 处理 B1 (0.01 mg·L⁻¹ 壳寡糖一次)、处理 B2 (0.01 mg·L⁻¹ 壳寡糖二次); 处理 C1 (1 mg·L⁻¹ 壳寡糖一次)、处理 C2 (1 mg·L⁻¹ 壳寡糖二次); 处理 D1 (100 mg·L⁻¹ 壳寡糖一次)、处理 D2 (100 mg·L⁻¹ 壳寡糖二次); 每处理 2 次重复; 每小区 20 株。第一次处理后第 21 天测定各项生理指标, 采用 Excel 软件进行数据分析。株高、茎粗和主根长均按常规方法计算, 最大叶面积按最大叶片的长×宽×0.6345 计算(梁景霞等 2007)。叶绿素含量应用丙酮-乙醇提取法测定(王英典和刘宁 2001)。光合参数采用英国 PP-Systems 公司 CIRAS-2 型便携式光合作用测定仪测定烟草功能叶片的净光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)、大气 CO₂ 浓度(C_a)、气孔导度(G_s)、细胞间隙 CO₂ 浓度(C_i)。气孔限制值(L_s)按公式 $(1-C_i/C_a)$ 计算。测定过程中光照强度设定为 1200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 大气温度(22±2) °C, 大气 CO₂ 浓度变化范围为 (360±10) $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 。大气相对湿度 70%(自然条件)。测定时间为 10:00~11:30。

结果与讨论

1 壳寡糖对烟草生长的影响

从表1可以看出, (1)壳寡糖显著影响烟草幼苗的株高, 各处理株高由高到低依序为: 0.01 mg·L⁻¹ > 1 mg·L⁻¹ > 0.001 mg·L⁻¹ > 对照 > 100 mg·L⁻¹, 结果显示壳寡糖在低浓度(0.01 mg·L⁻¹)时促进烟草株高生长, 高浓度(100 mg·L⁻¹)抑制株高伸长, 施用两次比一次的效果更显著。(2)各处理之间的茎粗差异不显

著。(3) 0.01 和 1 mg·L⁻¹ 壳寡糖施用 2 次均促进烟草幼苗的叶面积生长。(4) 0.01 mg·L⁻¹ 和 1 mg·L⁻¹ 壳寡糖均提高烟草幼苗的根长。

2 壳寡糖对烟草幼苗中叶绿素含量的影响

从图1可以看出, 经过壳寡糖处理的烟草植株功能叶中叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量均有所提高, 上升的幅度随寡糖浓度的增加而呈先递增后递减趋势。另外, 壳寡糖对烟草叶中叶绿素 a 含量的影响大, 叶绿素 b 含量的变化幅度相对较小。

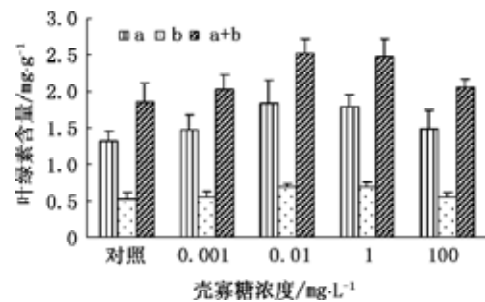


图1 壳寡糖对烟草幼苗叶中叶绿素含量的影响

Fig.1 The effect of oligochitosan on chlorophyll contents of tobacco seedling

3 壳寡糖对烟草净光合速率及其相关生理指标的影响

从图2可以看出, (1)壳寡糖对烟草的净光合速率有影响, 净光合速率由高到低依次为: 0.01 mg·L⁻¹ > 1 mg·L⁻¹ > 0.001 mg·L⁻¹ 对照 > 100 mg·L⁻¹, 施用两次的效果比施用一次的明显。这与壳寡糖促进株高生长的结果是一致的。(2)蒸腾速率的变化趋势与净光合速率是一致的, 0.01 mg·L⁻¹ 壳寡糖处理的

表1 壳寡糖对烟草生长的影响

Table 1 Effects of times and concentrations of oligochitosan on the growth of tabaco

壳寡糖浓度 / mg·L ⁻¹	株高 / cm		茎粗 / cm		功能叶面积 / cm ²		根长 / cm	
	施用 1 次壳寡糖	施用 2 次壳寡糖	施用 1 次壳寡糖	施用 2 次壳寡糖	施用 1 次壳寡糖	施用 2 次壳寡糖	施用 1 次壳寡糖	施用 2 次壳寡糖
对照	10.6 ^b	10.2 ^b	0.338 ^a	0.341 ^a	36.12 ^a	38.75 ^a	12.6 ^a	11.9 ^a
0.001	10.9 ^b	11.1 ^b	0.329 ^a	0.322 ^a	38.19 ^a	37.63 ^a	12.1 ^a	12.5 ^a
0.01	15.3 ^d	18.5 ^e	0.341 ^a	0.338 ^a	47.51 ^b	50.03 ^b	14.6 ^b	15.9 ^b
1	13.2 ^c	16.1 ^d	0.3218 ^a	0.326 ^a	41.93 ^a	47.77 ^b	14.1 ^b	15.3 ^b
100	8.9 ^a	8.3 ^a	0.332 ^a	0.334 ^a	37.16 ^a	35.28 ^a	11.9 ^a	11.5 ^a

采用新复极差统计方法(SSR)进行测定, $P < 0.05$ 。

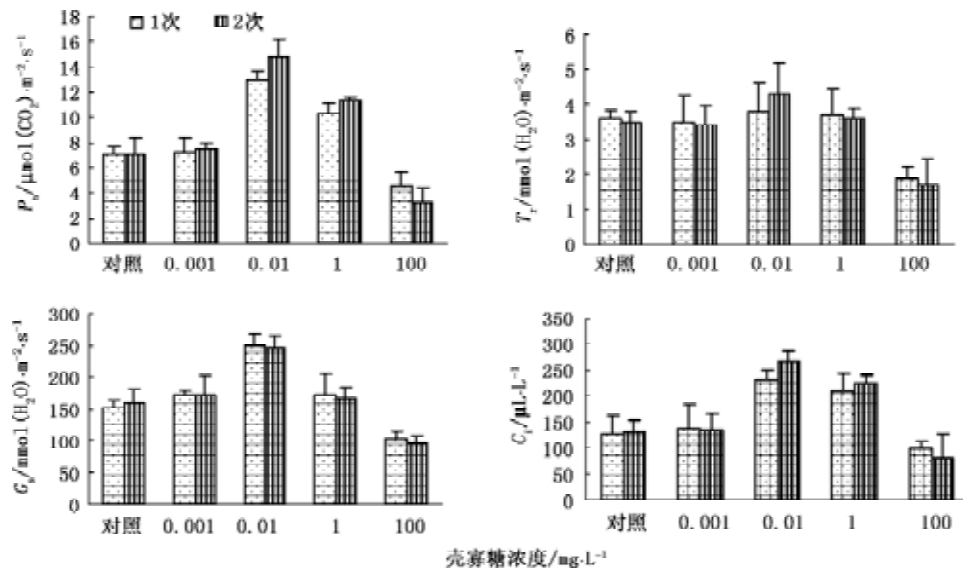


图2 壳寡糖对烟草幼苗 P_n 、 T_r 、 G_s 、 C_i 的影响

Fig.2 The effects of oligochitosan on P_n , T_r , G_s and C_i concentrations of tobacco seedlings

最高,但变化的幅度要小于壳寡糖对净光合速率的影响。气孔导度最高的为 0.01 mg·L⁻¹ 壳寡糖处理的,最低为 100 mg·L⁻¹ 壳寡糖处理。胞间 CO₂ 浓度变化规律与气孔导度一致。

4 壳寡糖对烟草气孔限制的影响

由图 3 可以看出, 0.001 mg·L⁻¹ 壳寡糖处理的气孔限制略低于不施用壳寡糖的, 0.01 mg·L⁻¹ 和 1 mg·L⁻¹ 壳寡糖处理的气孔限制显著低于不施壳寡糖的, 100 mg·L⁻¹ 壳寡糖处理的高于不施壳寡糖的, 说明低浓度壳寡糖处理的烟草叶片气孔限制下降, 高浓度壳寡糖处理的则增加。而施用两次壳寡糖的效果比施用一次的效果更显著。

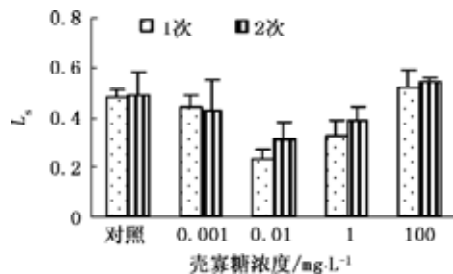


图3 壳寡糖对烟草幼苗气孔限制的影响

Fig.3 The effect of oligochitosan on L_s of tobacco seedlings

参考文献

胡文玉, 邹良栋(1998). 壳聚糖涂膜对苹果的保鲜效应. 植物生理学通讯, 34 (1): 17-20
隋雪燕, 周泽琳, 张文清, 夏玮, 王氢, 金鑫荣, 李明, 李守义(2002).

壳聚糖包衣对油菜种子萌发和幼苗生长以及几个生理生化指标的影响. 植物生理学通讯, 38 (3): 225-227
扈学文, 许秋瑾, 金相灿, 刘景辉, 李立军, 郭俊秀, 欧阳坤(2007). 不同分子量壳寡糖对黑麦草种子萌发和幼苗抗病酶活性影响的研究. 中国农学通报, 23 (2): 221-225
刘楠, 陈西广, 刘成圣, 孟祥红, 于乐军(2005). 壳聚糖抑菌性能研究进展. 海洋科学, 29 (10): 90-92
梁景霞, 梁康逢, 祁建民, 林文雄, 陈顺辉, 丘贵盛(2007). 烟草不同基因型耐低氮能力差异评价. 植物遗传资源学报, 8 (4): 451-455
王英典, 刘宁(2001). 植物生物学实验指导. 北京: 高等教育出版社
张文清, 隋雪燕, 夏玮, 张元兴, 林彩玲(2002). 壳寡糖的制备及其对黄瓜促生长的作用. 功能高分子学报, 15 (2): 199-202
赵小明, 杜昱光, 白雪芳(2004). 氨基寡糖素诱导作物抗病毒病药效试验. 中国农学通报, 20 (4): 245-247
Nge KL, Nwea N, Chandkrachang S, Stevens WF (2006). Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture. Plant Sci, 170: 1185-1190
Kuroiwa T, Ichikawa S, Sato S, Mukataka S (2005). Physiological activities and efficient production processes of chitosan oligosaccharides. J Jpn Soc Food Sci, 52 (7): 285-296
Picart C, Schneider A, Etienne O, Mutterer J, Schaaf P, Egles C, Jessel N, Voegel JC (2005). Controlled degradability of polysaccharide multilayer films in vitro and in vivo. Adv Func Mater, 15 (11): 1771-1780
Rabea EI, Badawy ME, Stevens CV, Smagghe G, Steurbaut W (2003). Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action. Biomacromolecules, 4 (6): 1457-1465
Roby D, Gadelle A, Toppan A (1987). Chitin oligosaccharides as elicitors of chitinase activity in melon plants. Biochem Biophys Res Commun, 143 (3): 885-892
Usov AI (1993). Oligosaccharins — a new class of signaling molecules in plants. Russ Chem Rev, 62 (11): 1047-1071