

壳聚糖对种子萌发及幼苗生长影响研究

王国武, 韩晓弟

(山东大学 威海分校海洋学院 山东 威海 264209)

摘 要: 适宜浓度壳聚糖可以提高种子萌发能力及促进幼苗生长, 还可增强植物的抗逆性并对一些植物病害具有一定的防治作用。现从壳聚糖对植物种子萌发和幼苗生长的影响二方面分析了壳聚糖对植物萌发阶段影响的研究成果, 重点介绍了壳聚糖对种子发芽率(势)、种子活力的影响, 以及壳聚糖对幼苗内叶绿素、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响, 为壳聚糖在农业应用上的研究提供新思路。

关键词: 壳聚糖; 发芽率; 发芽势; 种子活力; 影响

中图分类号: Q 945.34 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2010)12—0215—04

壳聚糖(Chitosan, 简称为 Cs)是甲壳素经脱乙酰化的产物, 即脱乙酰基甲壳素, 学名聚氨基葡萄糖, 又名甲壳质、甲壳胺, 化学名称为(1, 4)聚-2-氨基-2-脱氧-2-β-D-葡聚糖, 是由 N-乙酰-D-氨基葡萄糖单体通过 β-1, 4-糖苷键连接起来的直链状高分子化合物^[1]。壳聚糖具

有良好的成膜性、附着性和吸湿性^[2], 将壳聚糖作为种子处理材料, 研究它对种子萌发及其幼苗生理、生化特性的影响具有很大的开发和应用价值。而包衣膜材料的透气性能直接关系到种子的呼吸, 壳聚糖包衣剂在种子外表通过形成具有毛细管型孔道的生物活性膜, 随着种子吸水萌发, 活性成分透过优良的透气膜、透水孔道输送到种子内部, 为种子萌发生长提供充足养分, 从而提高出苗率、抗逆性、增产等打下良好基础^[3]。种子萌发是其生活史的起点, 萌发率高低、萌发参数改变、萌发生理进程等皆关乎作物后期发育状况和产量。鉴于前人已做过许多壳聚糖对种子萌发和幼苗生长影响研究, 现对此作以概述。

第一作者简介: 王国武(1987-), 男, 河北唐山人, 在读本科, 研究方向为生物学。
通讯作者: 韩晓弟(1963-), 男, 山东莱州人, 硕士, 副教授, 研究方向为植物生物学。
基金项目: 山东大学威海分校大学生科研立项资助项目(A08023)。
收稿日期: 2010-03-22

参考文献

[1] 黄丹枫, 史吉平, 胡琦. 观赏蔬菜[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2004.
[2] 朴永吉, 刘仁英. 观赏蔬菜的分类及园林应用形式的研究[J]. 园林工程, 2006(11): 48-51.
[3] 姚连芳, 栗海燕, 李贞霞. 观赏蔬菜及其在农业观光园中的应用[J]. 北方园艺, 2007(4): 62-64.
[4] 张凤祥. 观果蔬菜类植物在盆景中的应用[J]. 河南林业科技, 2007(S1): 19.

[5] 朴永吉, 刘仁英. 利用问卷调查法对园林植物景观中观赏蔬菜应用的基础研究[J]. 中国园林, 2008(2): 90-94.
[6] 臧德奎. 攀援植物造景艺术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002.
[7] 那伟民, 陈杏禹. 观赏蔬菜及其在园林绿化中的应用[J]. 现代农业科技, 2007(4): 15-18.
[8] 张艳芳, 申集平. 观赏蔬菜的应用及发展前景[J]. 新疆农业科技, 2007(2): 97-98.

Common Types of Ornamental Vegetables and Application Analysis

JIANG Ya-hua¹, XIE Ru-wei²

(1. Department of Education, Suqian College, Suqian, Jiangsu 223800; 2. Travel Bureau of Suqian, Suqian, Jiangsu 223800)

Abstract: This paper described the common types of ornamental vegetables, and application of values, with particular emphasis on its ornamental value, in order to better understand and use various types of ornamental vegetables.

Key words: ornamental vegetables; type; application

1 壳聚糖对种子萌发的影响

1.1 壳聚糖对种子发芽率的影响

种子的发芽率又称种子生活力,是指种子的发芽潜在能力和种胚所具有的生命力,是检测种子质量非常重要的指标之一。大量的试验研究表明,在一定浓度范围内随着处理种子的壳聚糖浓度的升高种子的萌发率升高,但超过一定浓度后种子的萌发率呈现下降的趋势,也即存在一个最适处理浓度。例如曾聪明、王海斌等^[4]研究显示在 0%~1.0%浓度范围内随壳聚糖浓度的升高水稻种子的萌发率由 81%上升到 97%,但壳聚糖浓度在 1.0%~2.5%的范围时水稻种子的萌发率由 97%下降至 75%,最终种子的萌发率甚至低于对照组萌发率 81%。郭永霞等^[5]对大豆种子的研究也表明,壳聚糖浓度从 0%上升到 1.0%时大豆种子的萌发率由 87.4%上升至 96.7%,当壳聚糖浓度超过 1.0%时种子萌发率又开始呈现下降趋势,壳聚糖浓度为 3.0%种子萌发率 88.7%已接近对照组(0%的浓度组)种子萌发率 87.4%。同样壳聚糖在处理烟草^[6]、玉米^[7]、花生^[8]等种子的研究中也出现了类似的现象。由此可见低浓度壳聚糖可能对种子的萌发有促进作用,而高浓度壳聚糖对种子萌发有抑制作用。种子萌发时,呼吸作用不仅为萌发生长提供必不可少的能量及物质营养,同时也反映各种子代谢机能的完整性。有研究证明,壳聚糖能够显著增强种子萌发时的呼吸速率,并随壳聚糖浓度的增加而增大,加速种子内的物质转化,促进种子萌发^[9]。当壳聚糖浓度过高时,呼吸速率过快,导致大量能量以热量形式消耗,降低了壳聚糖的正效应^[10]。种子萌发与淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶等水解酶的活性有密切关系,因此壳聚糖可能对这些酶活性有一定的影响,进而影响到种子萌发。

1.2 壳聚糖对种子发芽势的影响

种子发芽势是指发芽试验初期,在规定的日期内正常发芽的种子数占供试种子数的百分率。种子发芽势高,表示种子生活力强,发芽整齐,出苗一致,是判断田间出苗率的指标,因此其对于农业生产具有重要意义。郭永霞等人^[5]研究也表明,壳聚糖对大豆种子发芽势的影响与发芽率呈现出一致的趋势,在一定浓度范围内随壳聚糖浓度的升高大豆种子的发芽势增大,当壳聚糖浓度超过 1.0%时种子的发芽势开始降低。周永国等^[8]对花生种子的研究结果表明,当壳聚糖浓度由 0 mg/mL 上升至 7.5 mg/mL 时,花生种子的发芽势由 80.0%增大到 94.4%。但壳聚糖浓度超过 7.5 mg/mL 后种子的发芽势开始降低。由此可见壳聚糖浓度对种子的发芽势有促进作用,但超出一定浓度范围后壳聚糖会对种子

的发芽势产生负效应,因此存在一个最适浓度。壳聚糖处理可显著提高胚乳中 GA₃ 含量和 α-淀粉酶活性,其促进种子萌发及幼苗生长的内在机制是由于可提高萌发种子胚乳中 GA₃ 含量,进而影响种子中诱导酶的合成及相关生理生化过程来实现^[11]。

1.3 壳聚糖对种子活力的影响

种子活力是指在田间广泛条件下,正常幼苗的快速整齐出苗及生长的综合特性,它是比标准的室内发芽率更敏感的种子质量评价指标。大量研究表明,种子活力与发芽率(势)的变化趋势相似,随着壳聚糖浓度的增加呈现出先增大后降低的趋势。谢冬娣等^[12]研究了壳聚糖对苦瓜种子萌发的影响,其试验结果表明经不同浓度壳聚糖处理的苦瓜种子活力指数的变化趋势与发芽率(势)一致。在 0%~1.0%壳聚糖浓度范围内种子活力指数从 6.20 上升至 22.34,当壳聚糖浓度从 1.0%升至 1.5%时种子活力指数下降到 14.76。郭永霞等人^[5]对大豆种子萌发的研究显示,虽然随壳聚糖浓度的增加单株幼苗的鲜重一直增加,但是活力指数却呈现出与发芽率(势)相一致的变化趋势,都是先随壳聚糖浓度增加而增大然后再下降,并且与对照组相比经壳聚糖处理的种子活力指数显著提高。可见在有效处理浓度范围内壳聚糖能够明显促进种子的萌发,其中大多以 1.0%为最适浓度。壳聚糖可促进了种子内部蛋白质及 mRNA 的重新合成,使种子易于发芽,提高种子发芽率,并使幼苗生长健壮^[13]。

2 壳聚糖对幼苗生长的影响

2.1 壳聚糖对幼苗生长量的影响

许多研究表明,适宜浓度的壳聚糖能够显著提高幼苗的一些生长量,对农业生产具有一定的现实意义。壳聚糖对幼苗生长的影响类似于对种子萌发的影响即低浓度促进生长高浓度抑制生长。王春玮等^[14]的壳聚糖对萝卜种子萌发及幼苗生理生化特性影响的研究结果显示,萝卜幼苗的湿重、干重、芽长和根长在 0%~0.25%壳聚糖浓度范围内随浓度增大而增加,超过此浓度范围后这些幼苗生长量呈下降趋势。于明革^[15]的研究反映了低浓度壳聚糖能够促进幼苗生长而高浓度能够抑制生长。当壳聚糖浓度由 0%增加至 0.10%时,黄瓜幼苗的根长由 5.23 cm 增长至 6.63 cm,根重和冠重也分别由 0.1658 g 和 0.3958 g 增加到 0.1697 g 和 0.3999 g。但是当壳聚糖浓度超过 0.10%时根长、根重和冠重都开始减小且低于对照组(0%)的水平。由此可见壳聚糖对幼苗的生长存在一个最适宜的生长浓度。

2.2 壳聚糖对幼苗中叶绿素的影响

国外从 20 世纪 90 年代开展壳聚糖在农业上的应用研究,用壳聚糖处理农作物,提高其叶绿素与蛋白质含量以增加产量^[16-17]。师素云等^[18]证明壳聚糖处理可以明显提高玉米幼苗叶片中的叶绿素含量,而且壳聚糖处理的浓度效应完全与种子发芽势、发芽率、幼苗株高、的变化一致,即所有壳聚糖处理的种子幼苗叶片叶绿素含量均明显高于对照,其中以 0.15% 的浓度效应最好,随浓度继续上升,叶绿素增幅下降。张俊风等^[19]以柠条种子为试验材料研究了壳聚糖对幼苗叶绿素含量的影响,结果显示 0.5%、1.0%、1.5% 的壳聚糖处理种子可显著增加柠条幼苗叶绿素含量,且 1.0% 时效果最佳。这说明一定浓度壳聚糖能促进光合产物的积累,表现为单株干重和单株鲜重明显高于对照组,有利于幼苗早发和生长。综上可知壳聚糖能够显著提高种子萌发后幼苗叶绿素的含量,且存在一个最佳处理浓度。

2.3 壳聚糖对可溶性蛋白含量的影响

壳聚糖处理能增强幼苗对无机氮素的同化利用,促进 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 向氨基酸和蛋白质转化,进而提高幼苗内可溶性蛋白的含量,有利于幼苗的生长发育^[20]。赵惠芝^[21]的研究中向日葵种子经壳聚糖浸种后,其幼苗可溶性蛋白含量高于对照组,幼苗可溶性蛋白含量随壳聚糖质量浓度为 0~20 g/L 逐渐增强,当超过 20 g/L 时又逐渐下降。许为黎等^[22]研究表明,壳聚糖处理大豆种子提高了幼苗内可溶性蛋白的含量且 1.0% 时效果最佳,当浓度过高时效果变得不显著。杨桦等^[23]的研究表明,壳聚糖处理的金合欢、栎树、刺槐、马尾松、玉米、小麦幼苗可溶性蛋白质含量分别比对照增加了 1.32、1.62、0.52、0.48、1.02、3.72 倍。由此可见壳聚糖在低浓度范围内随着浓度的增加可使幼苗可溶性蛋白质含量逐渐增加,但随着处理浓度的不断增加,壳聚糖对幼苗可溶性蛋白质形成表现出抑制效应,使可溶性蛋白含量相对降低。

2.4 壳聚糖对幼苗内可溶性糖含量的影响

壳聚糖能够加强幼苗对糖类的代谢,增强叶绿素对于糖类的固定和合成。王春玮等^[14]的研究也证实了这一点,它们以不同浓度的壳聚糖包衣萝卜种子,结果在不同程度上提高了幼苗的可溶性糖含量,以 0.25% 浓度为最好,相比对照组提高了 48.7%。盛玮等^[24]的研究中以 0.4%、0.6%、0.8%、1.0% 和 1.5% 5 种浓度壳聚糖处理小麦种子,与对照组相比显著提高了幼苗中可溶性糖含量,其中 0.8% 的处理效果最好。壳聚糖的作用效果也呈现出了一定的规律性,在 0%~0.8% 的浓度范围内幼苗中可溶性糖含量随壳聚糖浓度增大而提高,超过 0.8% 浓度后幼苗中可溶性糖含量又开始下降。由此说

明不同浓度壳聚糖处理可以提高幼苗的可溶性糖含量,其机制可能是壳聚糖包衣种子增强了小麦幼苗对无机氮的同化作用,促进幼苗的叶片蛋白质合成,提高叶片光合速率进而增加植株光合产物的生产和积累。

3 结论

通过壳聚糖对种子发芽率(势)和种子活力影响的分析可以发现壳聚糖能够促进种子萌发,提高种子的发芽率。其机制可能是壳聚糖通过影响与呼吸相关的酶活性来增加种子在吸涨和萌发初期的吸水量和细胞质膜透性,提高细胞的吸氧能力,使呼吸更加旺盛,给生长提供更多的能量。

壳聚糖通过影响幼苗内叶绿素、可溶性蛋白和可溶性糖等营养物质的含量来影响种子的后期发育。壳聚糖能提高植物叶片中叶绿素含量,提高低蛋白作物储藏器官或种子中的储藏蛋白含量,提高种子的发芽率和实生苗株高,加速种子萌发过程中胚乳淀粉的水解,为种子的萌发提供充足的养分,有利于幼苗生长,能激活植物细胞,提高机体免疫能力,达到增产的目的^[25]。

综上所述,壳聚糖处理能提高种子的发芽率、种子活力和幼苗的生长量,从而保证了苗齐、苗壮,为以后的生长发育和丰产奠定了基础;壳聚糖处理能增加幼苗叶绿素含量和干物质积累量,表明壳聚糖处理能改善作物的光合性能,增强对碳素的同化能力,进而也增加了幼苗中可溶性糖的积累,对作物生长和高产具有重要的作用;壳聚糖处理能增强作物对无机氮素的同化利用,促进 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 向氨基酸和蛋白质的转化,提高幼苗内可溶性蛋白的含量,这对于幼苗的生长发育以及最终的产量形成和品质的改善都有重要的影响;壳聚糖在促进种子萌发和幼苗生长时都存在一个最适的浓度,处理浓度过高和过低都会影响其作用。

由此可见,壳聚糖处理提高作物产量主要是通过改善生理性能来达到的,它可能是作为一种生物调节物质通过调节植株内的一些酶的活性和激素含量进而影响一些生理过程(如增强光合能力、促进氮素同化等)起到提高产量和品质的作用,但其机理目前还有待探索。壳聚糖作为一种新型、廉价而又环保的调节剂在农业应用上具有广阔的开发前景。

参考文献

- [1] 王香爱,陈养民,王淑荣.壳聚糖的研究进展及应用[J].应用化工,2007,36(11):1134-1137.
- [2] 蒋挺大.甲壳素[M].北京:中国环境科学出版社,1999:301-305.
- [3] 隋雪燕,许振良,张文清.种子包衣壳聚糖膜性能的研究[J].膜科学与技术,2003,23(1):24-28.
- [4] 曾聪明,王海斌,吴良展.壳聚糖包衣水稻种子对水稻苗期生长发育

的影响[J]. 现代农业科技, 2007, 24: 117-118.

[5] 郭永霞, 孙晶, 孔祥清. 壳聚糖对大豆种子萌发及诱导幼苗抗根腐病效果研究[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2007, 25(3): 421-423.

[6] 张燕, 方力, 王宝. 壳聚糖对烟草种子萌发及幼苗生理生化特性的影响[J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(3): 28-30.

[7] 杨越冬, 张智猛, 周永国. 壳聚糖对玉米种子萌发和幼苗生长过程中生理活性的影响[J]. 河北职业技术师范学院学报, 2001, 15(4): 9-12.

[8] 周永国, 杨越冬, 齐印阁. 壳聚糖对花生种子萌发过程中某些生理活性的影响[J]. 花生学报, 2002, 31(1): 22-25.

[9] 冀宪领, 盖英萍, 牟志美. 壳聚糖对桑树种子萌发及幼苗生理生化特性影响的研究[J]. 蚕业科学, 2002, 28(3): 253-255.

[10] 詹国勇, 刘晚苟. 壳聚糖对狗牙根种子萌发的影响[J]. 草业科学, 2004, 21(10): 44-46.

[11] 杨越冬, 周永国, 齐印阁. 壳聚糖对冬小麦种子萌发过程中生理活性影响[J]. 种子, 2002(3): 3-5.

[12] 谢冬娣, 石贵玉, 岳君. 壳聚糖对苦瓜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 广东农业科学, 2006(6): 33-35.

[13] 李庆梅, 付增娟, 张洪燕. 壳聚糖对长白落叶松和侧柏种子萌发的影响[J]. 林业科学研究, 2007, 20(4): 524-527.

[14] 王春玮, 朱启忠, 麻小刚. 壳聚糖对萝卜种子萌发及幼苗生理生化特性的影响[J]. 北方园艺, 2009(6): 61-62.

[15] 于明革, 杨洪强, 刘高峰. 壳聚糖对黄瓜种子萌发和生长发育的影响[J]. 长江蔬菜, 2003(3): 42-43.

[16] Cuezco R G. N-carboxymethyl chitosan: Uptake and effect on chlorophyll production, water potential and biomass in tomato plants[J]. Food Biotechnology, 1991(5): 95-103.

[17] Osuji G O. Regulation of ammonium ion salvage and enhancement of the storage protein contents of com, sweet potato, and yam tuber by N-(carboxymethyl) chitosan application[J]. Agricultural and Food Chemistry, 1992, 40: 724-734.

[18] 师素云, 薛启汉, 王学臣. 羧甲基壳聚糖对玉米萌发种子 α -淀粉酶活性及幼苗叶片叶绿素含量的影响[J]. 江苏农业学报, 1996, 12(2): 29-33.

[19] 张俊凤, 段新芳, 李庆梅. 壳聚糖处理对柠条种子萌发及幼苗生长的影响研究[J]. 种子, 2009, 28(9): 80-83.

[20] 胡景江, 左仲武, 刘彦超. 壳聚糖对油松种子萌发及幼苗生理生化特性的影响[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(4): 21-23.

[21] 赵惠芝. 壳聚糖对向日葵种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 河北农业技术师范学院学报, 1999, 13(2): 37-39.

[22] 许为黎, 张志高, 倪向群. 壳聚糖包衣大豆种子的萌发及幼苗的生理特性[J]. 中国油料, 1997, 19(3): 44-49.

[23] 杨桦, 周祖基. 壳聚糖对种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 四川林业科技, 2008, 29(1): 39-42.

[24] 盛玮, 张晓梅, 薛建平. 壳聚糖对小麦种子萌发及幼苗生理生化特性的影响[J]. 生物学杂志, 2007, 24(2): 51-53.

[25] 陆建农. 壳聚糖在农业上应用的研究进展[J]. 中国植保导刊, 2008(2): 16-18.

Research Advance on Effects of Chitosan on Seed Germination and Seedling Growth

WANG Guo-wu, HAN Xiao-di

(Marine College Shandong University at Weihai, Weihai, Shandong 264209)

Abstract: Application of appropriate amounts of chitosan could promote seed germination and seedling growth, increase plant biomass, and improve plant resistance to stresses and disease. The effects of chitosan on seed germination and seedling growth on germination ratio, seed vigor, and the content of chlorophyll, soluble protein and soluble sugar in seedling were discussed in this paper, providing new insight into the application effects of chitosan in agriculture.

Key words: chitosan; seed germination ratio; seed germination potential; seed vigor; effects

《北方园艺》获“2009 年中国北方优秀期刊奖”

由中国期刊协会和北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、甘肃、青海、宁夏等中国北方 11 个省(自治区、直辖市)新闻出版局、各省期刊协会联合主办的“中国北方优秀期刊奖”评选活动于 2009 年结束, 由黑龙江省农业科学院主管、主办的《北方园艺》经过层层选拔, 在 3 000 余种期刊中脱颖而出, 喜获“中国北方优秀

期刊奖”, 成为黑龙江省获此殊荣的三家农业科技期刊之一。

本次期刊评选活动, 势必对发挥优秀期刊在出版业的示范作用, 促进期刊出版质量提高, 进一步推动北方期刊出版事业繁荣发展起到重要作用。