

牛蒡提取物对菠菜生长及品质的影响

董亮¹, 张玉凤^{1*}, 王学君¹, 齐军山², 杨力¹, 魏建林¹, 李国生¹

(1. 山东省农业科学院土壤肥料研究所, 济南 250100; 2. 山东省农业科学院植物保护所, 济南 250100)

摘要:通过盆栽试验,研究了牛蒡粗提液、牛蒡寡糖两种牛蒡提取物对菠菜生长及品质的影响。结果表明,喷施牛蒡粗提液和牛蒡寡糖均可增加菠菜鲜重,分别比清水处理的高 38.3%、24.7%;同时,提高菠菜 Vc、总糖含量,降低菠菜体内硝酸盐、草酸含量。说明牛蒡粗提液和牛蒡寡糖不仅能促进菠菜生长,而且能改善菠菜品质。牛蒡粗提液和牛蒡寡糖相比,牛蒡粗提液的效果优于牛蒡寡糖,而且牛蒡粗提液的成本约为牛蒡寡糖的 1/10~1/15。因此,从使用效果及经济效益考虑,牛蒡粗提液的应用前景更佳。

关键词:牛蒡粗提液;牛蒡寡糖;菠菜;品质

中图分类号:S631.9, S636.1

文献标识码:A

文章编号:1008-505X(2009)03-0729-04

Effects of burdock extracts on spinach's growth and quality

DONG Liang¹, ZHANG Yu-feng^{1*}, WANG Xue-jun¹, QI Jun-shan², YANG Li¹, WEI Jian-lin¹, LI Guo-sheng¹

(1 Institute of Soil and Fertilizer, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China;

2 Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China)

Abstract: The effects of burdock (*Arctium lappa* L.) extracts on spinach's growth and quality were studied by using pot experiment. The results show that fresh weight is increased by 38.3% and 24.7% respectively compared to that of CK treatment after spraying the burdock crude extract or burdock oligosaccharide, while, contents of Vc and total sugar of spinach are increased, contents of nitrate and oxalate are decreased. Therefore, the burdock crude extract or burdock oligosaccharide could improve spinach's growth and quality. The effects of the burdock crude extract on spinach's growth and quality are better than those of burdock oligosaccharide. In addition, cost of the burdock crude extract is about 1/10~1/15 of that of burdock oligosaccharide. The prospect of the burdock crude extract application in agriculture is better than that of burdock oligosaccharide.

Key words: burdock crude extract; burdock oligosaccharide; spinach; quality

牛蒡 (*Arctium lappa* L.) 为菊科二、三年生草本植物。它耐盐性强、适应性广,我国有野生种,栽培种大多由日本引入。目前在我国人工栽培面积已达 2.33 万公顷,主要分布在华北、东北、西北地区^[1]。我国每年牛蒡出口所产生的不合格等外牛蒡根产量约 10 吨/公顷,主要当作废物抛弃。如果能将其合理利用,不仅可以变废为宝,而且还可降低由此带来的环境污染。据报道,牛蒡为药食同源植物,其牛蒡根不仅富含蛋白质、维生素和矿物质,还含有丰富的具有一定刺激性的次生代谢物质如多酚、菊糖、绿原

酸、牛蒡子苷、木脂素、挥发油等^[2-3],这些物质活性强、与环境相容性好、安全性高,并具肥药同源、多靶位作用的特点,可以利用其作为新型肥料的成分,提高蔬菜产量及品质,从而增强食品安全性。

牛蒡寡糖是从牛蒡根中提取的一种聚合度为 13 的菊糖型低聚果糖。它由 12 个呋喃型的果糖以 $\beta(2\rightarrow1)$ 糖苷键相连,末端 1 个吡喃型的葡萄糖以 $\alpha(1\rightarrow2)$ 糖苷键连接在果糖上的线性直链结构,分子量为 2134 Da^[4]。牛蒡寡糖本身是一种功能性果寡糖,无需果糖酶降解,提取成本低,仅为市售寡糖产

收稿日期:2008-04-11

接受日期:2008-08-22

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划(2006BAD10B03);山东省农业科学院青年科研基金项目(2006YQN029);博士基金(2006YBS023)资助。

作者简介:董亮(1979—),女,山东安丘人,助理研究员,硕士,主要从事新型肥料研发方面的研究。Tel:0531-83179360, E-mail:dl-xm@163.com

* 通讯作者 Tel:0531-83179360, E-mail: zhyfsdu@126.com

品价格的 1/3~1/4,提取产率可达 16%^[5]。大量研究表明,牛蒡寡糖可诱导植物系统抗性产生,降低黄瓜白粉病、番茄灰霉病发病率,提高番茄挥发性物质的产生量^[6-7]。但牛蒡寡糖对蔬菜品质方面的研究未见报道。

初步研究发现,牛蒡粗提液在促进蔬菜种子发芽方面效果明显,高于牛蒡寡糖纯品。这可能是由于粗提液往往兼具多种活性,本身含有的微量化合物可能就是纯品的有效增效剂和协调剂^[8]。此外,在生产应用方面,粗提液的使用成本相对较低,而且更容易加工操作。所以从研制叶面肥的效果及成本方面考虑,粗提液可能是更好的选择。但是粗提液与纯品在蔬菜生长和品质方面的效果如何目前尚未明确。为了进一步探讨粗提液与纯品在促进蔬菜生长和品质方面的效果,本试验以菠菜为供试植物,以清水为对照,研究了牛蒡粗提液与牛蒡寡糖两种牛蒡提取物对菠菜生长及品质的影响,以期寻求适合无公害蔬菜生产的经济有效的肥料新成分提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

供试菠菜 (*Spinacia oleracea*) 为当地圆叶品种多能菠菜。牛蒡粗提液为牛蒡根干粉经热水浸提后过滤所得溶液;牛蒡寡糖为牛蒡粗提液进一步经过脱色、脱蛋白等步骤所获得的牛蒡提取物纯品。

试验设 3 个处理:1) 对照 (CK) 喷清水;2) 牛蒡粗提液 0.3% 牛蒡粗提液(以其中所含牛蒡寡糖含量计)^[9];3) 牛蒡寡糖 0.3% 牛蒡寡糖溶液。每个处理重复 5 次。上述各处理的溶液中含 0.01% 的吐温-80。

选取子粒饱满的菠菜种子,播种于 20 cm × 20 cm 塑料盆中,每盆装土 8 kg。所有试验处理的底肥用量为:N、P₂O₅、K₂O 均为 250 mg/kg。菠菜长至 3 叶时定苗,每盆 10 株。4 叶期时开始喷施,每隔 10 d 喷施一次,共喷施 3 次。出苗后 60 d 取样,样品用水冲洗干净后,再用滤纸吸干,称量鲜重并测定相关指标。

1.2 测定项目及方法

V_c 含量:2,4-二硝基苯肼比色法^[10];硝酸盐含量:水杨酸法^[11];草酸含量:参照张英鹏等的方法^[12];总糖含量:斐林法^[10]。数据采用 DPS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 牛蒡提取物对菠菜鲜重的影响

牛蒡粗提液、牛蒡寡糖处理的菠菜鲜重均显著高于清水处理,增幅分别达到 38.3%、24.7%。差异达显著水平,说明牛蒡提取物能显著促进菠菜生长(图 1)。牛蒡粗提液与牛蒡寡糖处理之间的差异也达到显著水平。原因可能是粗提液含有更多的营养成分,如氨基酸、维生素、矿物质等,而且其中的某些成分可能具有增效作用,因此对菠菜的生长更为有利。

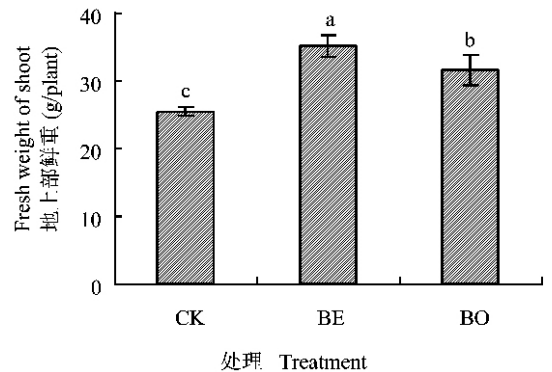


图 1 牛蒡提取物对菠菜鲜重的影响

Fig.1 Effects of the burdock extracts on fresh weight of spinach

[注 (Note): BE—牛蒡粗提液 Burdock crude extract; BO—牛蒡寡糖 Burdock oligosaccharide; 柱上不同字母表示差异达 5% 显著水平。Different letters above bars mean significant at 5% level.]

2.2 牛蒡提取物对菠菜品质的影响

2.2.1 对菠菜 V_c 含量的影响 两种牛蒡提取物处理的菠菜 V_c 含量显著高于清水处理。其中,喷施牛蒡粗提液处理的菠菜 V_c 含量比清水对照增加 25.7%,牛蒡寡糖处理增加 16.5%,差异显著,而两种牛蒡提取物处理之间差异不显著(表 1)。牛蒡粗提液和牛蒡寡糖不同程度地提高了菠菜的 V_c 含量,可能是其被吸收后,影响了 V_c 代谢途径中的关键酶—半乳糖酸内酯脱氢酶的活性,这尚待进一步研究证实。

2.2.2 对菠菜总糖含量的影响 糖含量是菠菜的重要品质之一。喷施牛蒡粗提液及牛蒡寡糖后,菠菜体内总糖含量明显高于清水处理。比清水对照增幅分别达到 65.7%、49.3%。但牛蒡粗提液与牛蒡寡糖的效果差异不显著(表 1)。

2.2.3 对菠菜硝酸盐含量的影响 表 1 还看出,与

清水对照相比,喷施牛蒡粗提液、牛蒡寡糖后,菠菜体内硝酸盐含量明显降低,降幅分别达到了7.3%、6.8%,两种提取物间无明显差异。说明牛蒡提取物能显著降低菠菜体内硝酸盐的累积。

2.2.4 对菠菜草酸含量的影响 喷施牛蒡提取物

的两个处理的菠菜草酸含量显著低于清水对照,降幅分别为23.1%、15.9%;两种牛蒡提取物间差异也达到显著水平(表1)。说明牛蒡提取物能显著降低菠菜体内草酸的含量,而且牛蒡粗提液在降低菠菜草酸含量方面的效果显著优于牛蒡寡糖处理。

表1 牛蒡提取物对菠菜品质的影响

Table 1 Effects of the burdock extracts on spinach qualities

处理 Treatment	Vc (mg/g)	总糖 Total sugar (%)	硝酸盐 Nitrate ($\mu\text{g/g}$)	草酸 Oxalate (mg/g)
清水 Water (CK)	0.34 \pm 6.23 b	1.40 \pm 0.15 b	426.8 \pm 35.1 a	6.40 \pm 24.0 a
牛蒡粗提液 Burdock crude extract	0.42 \pm 1.54 a	2.32 \pm 0.16 a	381.3 \pm 8.6 b	4.92 \pm 112.7 c
牛蒡寡糖 Burdock oligosaccharide	0.39 \pm 4.63 a	2.09 \pm 0.09 a	384.3 \pm 38.4 b	5.38 \pm 99.2 b

注(Note): 同列数据后字母相同表示在0.05水平差异不显著 Values followed by the same letter within a column are not significantly different at the 0.05 level.

3 讨论

Vc是许多园艺作物的重要营养品质指标之一^[13]。如何提高蔬菜中的Vc含量,已经越来越受到人们的关注。目前,通过杂交育种、航天诱变育种、基因工程改良等措施提高果蔬Vc含量已取得可喜进展^[14]。但上述措施周期长、难度大,所以人们更青睐于从栽培管理技术的改进上提高Vc含量。张百俊等^[15]研究认为,喷施适宜浓度的食醋(2.0 mL/L)可以使菠菜Vc含量提高23.3%,原因是食醋中含有柠檬酸、苹果酸等多种有机酸。此外,喷施适当浓度的羧甲基壳聚糖也可以提高黄瓜幼苗的Vc含量^[16]。本试验表明,施用牛蒡粗提液及牛蒡寡糖均能显著提高菠菜中Vc含量。

蔬菜食用部分硝酸盐含量是蔬菜卫生品质的一个限制指标,尤其是叶菜类极易富集硝酸盐。如何降低硝酸盐在蔬菜中的累积一直受到人们的关注^[17]。研究发现,喷施液体钙能降低大白菜中的硝酸盐含量,降幅可达15.1%^[18];宋海星等^[19]报道,在小白菜上喷施5%的蔗糖溶液,与喷清水相比,小白菜叶片和叶柄硝酸盐含量分别下降24.6%和12.6%。本试验结果表明,牛蒡粗提液及牛蒡寡糖溶液在降低菠菜体内硝酸盐含量方面效果显著。究其原因:一方面,可能是因为喷施牛蒡提取液及牛蒡寡糖溶液促进了菠菜生长,即提高了菠菜生物量,产生“稀释效应”;另一方面,可能是喷施牛蒡提取物后,加强了碳代谢,为氮代谢提供能量和碳骨架,因此提高了硝酸还原酶活性,促进硝酸盐同化,从而降低体内硝酸盐含量^[19]。由于牛蒡粗提液中的寡

糖含量与牛蒡寡糖处理中相同,可以认为,在降低菠菜硝酸盐含量方面,牛蒡提取物中起主导作用的应该是牛蒡寡糖。

草酸是一种毒素和抗营养因子^[20],在植物体内大多以可溶性钠、钾盐及难溶性钙、镁盐等形式存在。难溶态草酸会对消化道组织产生刺激作用,引起人体不适。可溶性草酸的大量累积对人们健康将产生很大威胁,其不仅能引起人体Ca、Fe、Mg和Cu等矿质元素的缺乏症^[21-22],严重时会引起功能性低血钙痉挛,而且草酸能与Ca结合导致尿路结石和肾结石^[23-24]。因此,本研究把草酸含量作为菠菜品质评价的一个指标。近期,医学上有研究表明,海藻龙须菜多糖可用于防止草酸钙结石形成,从而避免人类尿结石的发生^[25],而利用植物提取物降低蔬菜草酸含量的研究尚未见报道。本研究结果表明,喷施牛蒡粗提液及牛蒡寡糖两种牛蒡提取物能显著降低菠菜草酸含量,因此提高了菠菜品质。原因可能是因为菠菜生物量提高而产生的“稀释效应”;亦可能是牛蒡提取物在菠菜体内调控草酸代谢,影响草酸代谢的主要相关酶—草酸氧化酶及草酸脱羧酶的活性。具体原因需要进一步进行深入的试验研究。

本试验表明,施用牛蒡提取物能明显提高菠菜产量及品质。其中施用牛蒡粗提液的效果优于牛蒡寡糖。从经济角度考虑,以相同质量的牛蒡寡糖来计算,提取牛蒡粗提液的成本约仅为提取牛蒡寡糖成本的1/10~1/15。因此,综合作用效果及经济两个方面来说,可以考虑将牛蒡粗提液作为肥料成分在农业上进行进一步研究并推广应用。

参考文献:

- [1] 孟秀梅. 牛蒡的加工利用现状[J]. 食品与药品, 2006, 8(1): 65-68.
Meng X M. Processing and utilization of great burdock [J]. Food Drug, 2006, 8(1): 65-68.
- [2] Kardosova A, Alföldi J, Nosalova G *et al.* A biologically active fructan from the roots of *Arctium lappa* L., var. *Herkules* [J]. Int. J. Biol. Macromol., 2003, 33(1-3):135-140.
- [3] 赵华, 王劲, 杨松松. 药用植物牛蒡化学成分和药理活性研究述要[J]. 辽宁中医学院学报, 2005, 7(2): 128-129.
Zhao H, Wang J, Yang S S. Advances in studies on the chemistry components and pharmacology of medicinal plant Burdock [J]. J. Liaoning Coll. Trad. Chin. Med., 2005, 7(2): 128-129.
- [4] 郝林华, 陈磊, 仲娜, 等. 牛蒡寡糖的制备及结构分析[J]. 高等学校化学学报, 2004, 7: 1242-1247.
Hao L H, Chen L, Zhong N *et al.* Separation, purification and structure of burdock oligosaccharide [J]. Chem. J. Chin. Univ., 2004, 7: 1242-1247.
- [5] 郝林华, 陈靠山, 李光友. 牛蒡寡糖对双歧杆菌体外生长的促进作用[J]. 海洋科学进展, 2005, 23(3): 347-353.
Hao L H, Chen K S, Li G Y. Growth promoting effect of burdock oligosaccharide on bifidobacteria in vitro [J]. Adv. Mar. Sci., 2005, 23(3): 347-353.
- [6] He P Q, Tian L, Chen K S *et al.* Induction of volatile organic compounds of *Lycopersicon esculentum* and its Resistance to *Botrytis cinerea* by burdock oligosaccharide [J]. J. Integr. Plant Biol., 2006, 48(5): 1-5.
- [7] 何培青, 柳春燕, 郝林华, 等. 植物挥发性物质与植物抗病防御反应[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(1): 105-110.
He P Q, Liu C Y, Hao L H *et al.* Volatile organic compounds and plant defence against pathogenic disease [J]. Plant Physiol. Commun., 2005, 41(1): 105-110.
- [8] 石进校, 童爱国, 陈义光. 几种植物源农药粗提取物对菜蚜和蛴螬的防治[J]. 湖北农学院学报, 2002, 22(2): 110-111.
Shi J X, Tong A G, Chen Y G. Insecticidal effect of several plant crude extracts on vegetable aphids and slugs [J]. J. Hubei Agric. Coll., 2002, 22(2): 110-111.
- [9] 郝林华, 陈靠山, 李光友. 牛蒡寡糖促进黄瓜生长及抗低温胁迫的生理效应[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2006(1): 6-12.
Hao L H, Chen K S, Li G Y. Physiological effects of burdock oligosaccharide on growth promotion and chilling resistance of cucumber seedlings [J]. J. Shanghai Jiaotong Univ. (Agric. Sci.), 2006(1): 6-12.
- [10] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998. 469-472.
Lu R K. Methods of soil agrochemical analysis [M]. Beijing: China Agricultural Sciencetech Press, 1998. 469-472.
- [11] 赵世杰, 刘华山, 董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京, 中国农业科技出版社, 1998. 43-45.
Zhao S J, Liu H S, Dong X C. Experiments in plant physiology [M]. Beijing: China Agricultural Sciencetech Press, 1998. 43-45.
- [12] 张英鹏, 林咸永, 章永松. 供氮水平对菠菜营养品质和体内抗氧化酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(3): 519-523.
Zhang Y P, Lin X Y, Zhang Y S. Effect of nitrogen supply on nutritional quality and antioxidative enzyme activities of spinach [J]. Chin. J. Appl. Ecol., 2005, 16(3): 519-523.
- [13] Lee S K, Kader A A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops [J]. Postharv. Biol. Tech., 2000, 20: 207-220.
- [14] 曲佳, 杨静慧, 梁国鲁, 等. 果蔬中的维生素C研究进展[J]. 西南园艺, 2005, 33(6): 14-16.
Qu J, Yang J H, Liang G L *et al.* The development of vitamin C in fruit and vegetable [J]. Southwest Hort., 2005, 33(6): 14-16.
- [15] 张百俊, 李贞霞, 杨和连, 等. 醋对菠菜生长发育及品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(11): 2032.
Zhang B J, Li Z X, Yang H L *et al.* Effect of vinegar on the growth and quality of spinach [J]. J. Anhui Agric. Sci., 2005, 33(11): 2032.
- [16] 孙巧峰, 于贤昌, 高俊杰, 常尚连. 羧甲基壳聚糖对黄瓜幼苗抗冷性的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(11): 1660-1665.
Sun Q F, Yu X C, Gao J J, Chang S L. Effect of carboxymethyl chitosan on chilling tolerance in cucumber seedlings [J]. Sci. Agric. Sin., 2004, 37(11): 1660-1665.
- [17] 刘永刚, 陈利军, 王志杰. 蔬菜中硝酸盐的积累机制及其调控措施[J]. 土壤通报, 2006, 37(3): 612-616.
Liu Y G, Chen L J, Wu Z J. Accumulation mechanisms of nitrate in vegetables and their regulation [J]. Chin. J. Soil Sci., 2006, 37(3): 612-616.
- [18] 孙明德, 张琳, 曹兵, 徐秋明. 膏状叶面肥及液体钙对大白菜产量和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2006, 22(6): 255-257.
Sun M D, Zhang L, Cao B, Xu Q M. Effects of paste foliage fertilizer and liquid calcium on the yield and quality of Chinese cabbage [J]. Chin. Agric. Sci. Bull., 2006, 22(6): 255-257.
- [19] 宋海星, 李五三, 欧阳中浩. 小白菜体内硝酸盐累积的生理调控初探[J]. 西北农业学报, 2006, 15(2): 134-137.
Song H X, Li W S, Ouyang Z H. Primary studies on physiological regulation of nitrate accumulation in a variety of Chinese cabbage [J]. Acta Agric. Boreali-Occid. Sin., 2006, 15(2): 134-137.
- [20] Savage G P, Vanganen L, Mason S M *et al.* Effect of cooking on the soluble and insoluble oxalate content of some New Zealand food [J]. J. Food Comp. Anal., 2000, 13: 201-206.
- [21] Noonan S C, Savage G P. Oxalate content of foods and its effect on humans [J]. Asia Pacif. J. Clin. Nutr., 1999, 8(1): 64-74.
- [22] Bohn T, Davidsson L, Walczyk T *et al.* Fractional magnesium absorption is significantly lower in human subjects from a meal served with an oxalate-rich vegetable, spinach, as compared with a meal served with a vegetable with a low oxalate content [J]. Brit. J. Nutr., 2004, 91: 601-606.
- [23] Lewandowski S, Rodgers A L. Idiopathic calcium oxalate urolithiasis risk factors and conservative treatment [J]. Clin. Chim. Acta, 2004, 345: 17-34.
- [24] 李文峰, 张士青. 肠道对草酸的处理与尿路结石防治的新进展[J]. 国外医学(泌尿系统分册), 2004, 5: 635-638.
Li W F, Zhang S Q. Development of the treatment of oxalate by intestines and the prevention and curing of urinary stones [J]. Foreign Med. Sci. (Urol. Nephrol. For. Med. Sci.), 2004, 5: 635-638.
- [25] 许小晶, 柳一鸣, 于海燕, 欧阳健明. 二水草酸钙的热力学转化及海藻多糖的稳定作用[J]. 无机化学学报, 2007, 23(4): 640-644.
Xu X J, Liu Y M, Yu H Y, Ouyang J M. Thermodynamical transformation of calcium oxalate dihydrate and its stabilization by algal sulfated polysaccharide [J]. Chin. J. Inorg. Chem., 2007, 23(4): 640-644.