

不同浓度牛蒡提取液对菠菜生长及品质的影响^①

董亮, 张玉凤*, 杨力, 陈广思, 田叶

(山东省农业科学研究院土壤肥料研究所, 农业部新型肥料创制重点开放实验室, 山东省肥料工程技术研究中心, 济南 250100)

摘要: 通过盆栽试验, 研究了不同浓度牛蒡提取液对菠菜生长及品质的影响。结果表明, 与清水对照相比, 喷施 30 ~ 1500 mg/L 牛蒡提取液可使菠菜鲜重增加 10.8% ~ 30.0%; 可能由于“稀释效应”, 叶绿素含量降低 2.7% ~ 15.7%; Vc 含量提高 46.1% ~ 136.4%; 硝酸盐含量降低 23.2% ~ 69.2%; 草酸含量降低 22.3% ~ 67.6%。其中, 对叶绿素含量、Vc 含量、硝酸盐及草酸含量的效应, 都以 30 mg/L 处理的效果最好。而鲜重方面, 30 mg/L 处理与效果最好的 500 mg/L 处理之间差异亦不显著。因此, 从对菠菜的生长情况、品质情况及经济角度综合考虑, 牛蒡提取液应用在菠菜上的适宜浓度为 30 mg/L。

关键词: 牛蒡提取液; 菠菜; 品质

中图分类号: S147.5

牛蒡 (*Arctium lappa* L.), 别名东洋萝卜、白肌人参等, 为菊科二三年生草本植物。它耐盐性强、适应性广, 在我国有野生种, 其栽培种大多由日本引入。目前我国人工栽培牛蒡面积已达 2.33 万 hm^2 , 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每公顷产量约 10 t, 主要当作废物抛弃。如果能将这种资源合理利用, 不仅可以变废为宝, 而且还可降低由此带来的环境污染, 保护生态环境。

近年来, 植物提取物以其来自于天然、作用广泛、无残留、低成本等优点, 在医药、农业等方面得到广泛应用, 尤其在动物饲料、植物源农药及肥料等方面已引起人们广泛的重视^[2-3]。而经研究发现, 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^[4-5]。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。

最近本课题组初步研究发现, 与提取的纯品——牛蒡寡糖相比, 牛蒡提取液在促进菠菜种子发芽及其菠菜生长及品质方面效果更加明显。这可能是因为提

取液中活性成分多, 兼具多种活性^[6]。此外, 在生产应用方面, 这种提取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, 其可能是更好的选择。因此, 为了进一步探讨牛蒡提取液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, 研究了不同浓度牛蒡提取液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新型肥料提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤: 褐土, 基本理化性质见表 1。

菠菜: 当地圆叶品种多功能菠菜 (*Spinacia oleracea*)。

牛蒡提取液: 牛蒡根干粉 (过 40 mm 筛): 水 = 1 : 20 (重量比), 提取温度: 70℃, 提取时间: 1 h, 过滤后所得溶液作为牛蒡提取母液备用。溶液浓度采用提取溶液中纯化所得的活性成分——牛蒡寡糖的含量表示, 单位为 mg/L。牛蒡根提取液中成分含量见表 2。

1.2 试验设计

本试验设 8 个处理, ①CK: 喷施清水; ②PE1:

①基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目 (2006BAD10B03) 和山东省农业科学院青年科研基金项目 (2006YQN029) 资助。

* 通讯作者 (zhyfsdu@163.com)

作者简介: 董亮 (1979—), 女, 山东安丘人, 硕士, 助理研究员, 主要从事植物营养与新型肥料研发方面的研究。E-mail: dl_xm@163.com

表 1 供试土壤基本理化性质

Table 1 Basic properties of tested soil

土壤	pH	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	全 K (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	速效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)
褐土	6.89	22.7	1.30	0.81	22.80	77.06	34.21	236.5

表 2 牛蒡根提取液中的成分含量

Table 2 Contents of *Arctium lappa* L. roots' active constituents

材料	牛蒡寡糖含量 (g/kg)	氨基酸总量 (g/kg)	矿物元素总量 (g/kg)	黄酮含量 (g/kg)	脂肪含量 (g/kg)
牛蒡提取液	27.8	124.2	1.2	64.0	13.2

喷施 30 mg/L 牛蒡提取液溶液 (以其中所含牛蒡寡糖含量计。本试验牛蒡提取液经纯化后得牛蒡寡糖,寡糖的提取率为 10%); ③PE2: 喷施 50 mg/L 牛蒡提取液; ④PE3: 喷施 100 mg/L 牛蒡提取液; ⑤PE4: 喷施 250 mg/L 牛蒡提取液; ⑥PE5: 喷施 500 mg/L 牛蒡提取液; ⑦PE6: 喷施 750 mg/L 牛蒡提取液; ⑧PE7: 喷施 1500 mg/L 牛蒡提取液。每个处理 5 次重复。上述所有处理中均含 0.1 g/kg 的吐温-80。

1.3 试验方法

选取籽粒饱满的菠菜种子,播种于 20 cm × 20 cm 塑料盆中,每盆装土 5 kg。所有试验处理的底肥均为养分含量为 15-15-15 复合肥(中化山东肥业有限公司生产),用量为:N、P₂O₅、K₂O 均为 250 mg/kg 土。菠菜长至 3 叶时定苗,每盆 10 株。4 叶期时开始喷施,每隔 10 天喷施一次,共喷施 3 次,每次喷施量分别为 20、40、60 ml。出苗后 60 天取样,样品用水冲洗干净后,再用滤纸吸干,称量鲜重并测定各项指标。

1.4 测定指标及方法

叶绿素含量:丙酮-乙醇浸提,比色法^[7]; Vc 含量:2,6-二氯酚滴定法^[8];硝酸盐含量:水杨酸法^[9];草酸含量:参照张英鹏等的方法^[10]。

1.5 数据分析

运用 DPS v3.01 对数据进行方差分析,应用 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同浓度牛蒡提取液对菠菜鲜重的影响

由表 3 可以看出,不同浓度牛蒡提取液处理的菠菜鲜重均显著高于清水处理 ($F=1.7^*$)。与清水处理相比,增幅分别为 10.8%、14.5%、17.2%、20.6%、32.0%、18.3%、16.0%。说明牛蒡提取液能明显促进

菠菜生长。其中,以 500 mg/L 的牛蒡提取液处理的菠菜鲜重最高,与清水处理相比,增幅达到 32.0%。经 Duncan 多重比较分析得出,不同浓度的牛蒡提取液处理之间差异不显著,而与清水对照之间差异显著。

表 3 不同浓度牛蒡提取液对菠菜鲜重、叶绿素含量的影响

Table 3 Effects of different concentrations of *Arctium lappa* L. extract on spinach's fresh weight and chlorophyll content

牛蒡提取液 (mg/L)	鲜重 (g)	叶绿素含量 (mg/g)
0	7.9 ± 0.1 b	22.7 ± 0.4 a
30	8.8 ± 0.9 ab	22.1 ± 0 ab
50	9.1 ± 0.4 ab	20.1 ± 0.8 cd
100	9.3 ± 0.5 ab	19.6 ± 0 cd
250	9.6 ± 1.3 ab	19.2 ± 0.8 d
500	10.5 ± 1.9 a	19.8 ± 1.5 cd
750	9.4 ± 0.7 ab	21.0 ± 1.1 bc
1500	9.2 ± 0.3 ab	19.9 ± 0.3 cd

注:表中同列不同字母表示差异达 $p<0.05$ 显著水平,下同。

2.2 不同浓度牛蒡提取液对菠菜叶绿素含量的影响

由表 3 可以看出,不同浓度的牛蒡提取液处理菠菜后,其叶绿素含量出现降低的趋势,且均低于清水对照处理 ($F=8.0^{**}$)。在不同浓度的牛蒡提取液处理中,以 30 mg/L 的牛蒡提取液处理的菠菜叶绿素含量最高,为 22.1 mg/g,仅比清水对照处理低 2.7%。

经 Duncan 多重比较分析得出,30 mg/L 的牛蒡提取液处理与清水处理之间差异不显著,两者与其他处理之间差异显著。

2.3 不同浓度牛蒡提取液对菠菜 Vc 含量的影响

由图 1 可以看出,不同浓度牛蒡提取液处理的菠菜 Vc 含量显著高于清水处理 ($F=11.5^{**}$)。其中,浓

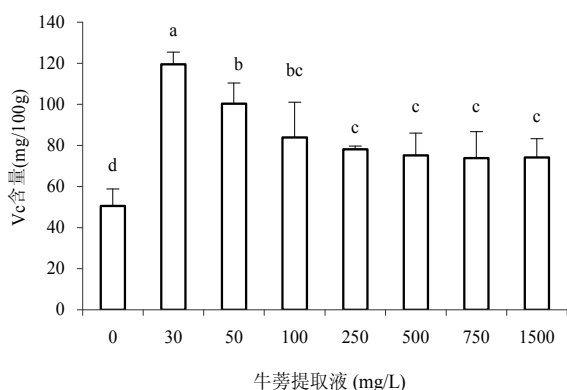


图1 不同浓度牛蒡提取液对菠菜 Vc 含量的影响

Fig. 1 Effects of different concentrations of *Arctium lappa* L. extract on content of spinach's Vc

度为 30 mg/L 的牛蒡提取液处理的菠菜 Vc 含量最高, 为 119.5 mg/100 g, 与清水对照处理相比, 增幅为 136.4%。经多重比较分析得出, 30 mg/L 的牛蒡提取液处理与其他处理之间差异极显著。

2.4 不同浓度牛蒡提取液对菠菜硝酸盐含量的影响

由图 2 中可以看出, 与清水对照处理相比, 喷施不同浓度牛蒡提取液后, 菠菜体内硝酸盐含量明显降低 ($F=5.4^{**}$)。并且经多重分析比较得出, 30、50、500、750、1500 mg/L 牛蒡提取液处理之间差异不显著, 而与清水对照处理之间差异达到极显著水平。其中, 又以浓度为 30 mg/L 的牛蒡提取液处理的硝酸盐含量最低, 与清水对照处理相比, 降幅高达 69.2%。

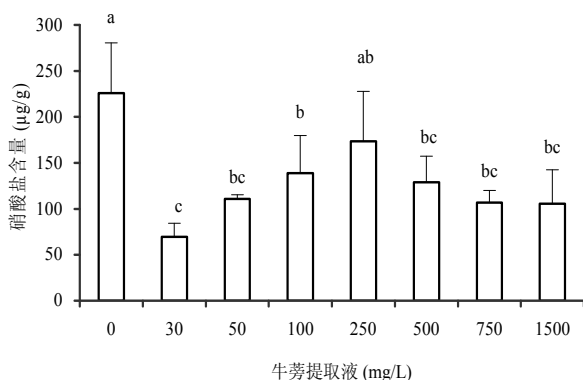


图2 不同浓度牛蒡提取液对菠菜硝酸盐含量的影响

Fig. 2 Effects of different concentrations of *Arctium lappa* L. extract on content of spinach's nitrate

清水处理的菠菜中硝酸盐含量高达 225.8 μg/g 的原因可能是, 本试验使用的基肥中的 N 源为尿素的缘故。尿素虽然属于非硝态氮肥, 但在通气良好的土壤中会水解, 硝化形成硝态氮, 从而导致栽种的菠菜硝

酸盐含量较高。

2.5 不同浓度牛蒡提取液对菠菜草酸含量的影响

由图 3 可以看出, 喷施不同浓度牛蒡提取液后, 菠菜草酸含量显著低于清水对照处理 ($F=25.5^{**}$), 降幅分别为 67.6%、49.0%、39.8%、46.1%、22.3%、51.0%、50.5%, 其中, 以 30 mg/L 处理的菠菜草酸含量最低。并且经多重比较分析可以看出, 牛蒡提取液的不同浓度处理与清水对照处理之间差异极显著, 而降低菠菜草酸含量幅度最大的 30 mg/L 处理与其他浓度处理之间的差异亦达极显著水平。

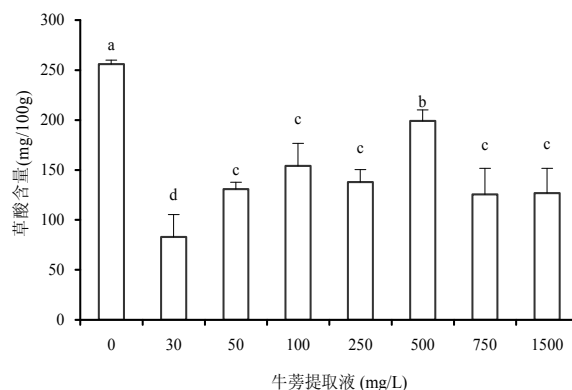


图3 不同浓度牛蒡提取液对菠菜草酸含量的影响

Fig. 3 Effects of different of concentrations of *Arctium lappa* L. extract on content of spinach's oxalate

3 结论与讨论

本试验结果表明, 喷施牛蒡提取液对菠菜的生长及品质有较大影响, 菠菜对牛蒡提取液的施用反应敏感。适宜浓度的牛蒡提取液能有效提高菠菜产量, 提高菠菜品质。

本试验设定的牛蒡提取液浓度范围为 30~1500 mg/L, 从菠菜生物量上看, 可使菠菜鲜重增 10.8%~30.0%, 这应该与牛蒡提取液中含有较多的可供作物吸收的营养活性成分, 如氨基酸、维生素、矿物质等有关。其中, 增幅最大的浓度处理为 500 mg/L, 但与浓度最低的 30 mg/L 处理之间差异不显著。本研究发现, 施用不同浓度的牛蒡提取液后, 菠菜叶片中的叶绿素含量不升反降, 这与刘建新等^[11]、郝林华等^[12]研究提出的喷施植物提取物能增加作物叶绿素含量的观点不一致。分析菠菜叶绿素含量降低的原因, 可能是由于牛蒡提取液处理促进了菠菜生长, 即提高了菠菜生物量, 从而导致出现一种“稀释效应”。张百俊等^[13]研究发现, 由于食醋中含有柠檬酸、苹果酸等多种有

机酸, 喷施浓度为 2.0 ml/L 的食醋可以使菠菜 Vc 含量提高 23.3%。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^[14]。本试验亦同样表明, 喷施不同浓度牛蒡提取液能显著提高菠菜中 Vc 含量, 增幅可达 46.1%~136.4%。原因可能是牛蒡提取液被吸收后, 影响了 Vc 代谢途径中的关键酶——半乳糖酸内酯脱氢酶的活性, 但还有待于进一步研究证实。本研究中, 以 30 mg/L 处理的菠菜 Vc 含量最高。牛蒡提取液在降低菠菜体内硝酸盐含量方面效果显著, 这与孙明德等^[15]、宋海星等^[16]研究结果相似。尤其是 30 mg/L 的牛蒡提取液, 硝酸盐降幅高达 69.2%。究其原因, 可能是喷施牛蒡提取液后, 加强了碳代谢, 为氮代谢提供能量和碳骨架, 因此提高硝酸盐还原酶活性, 促进硝酸盐同化, 从而降低体内硝酸盐含量^[16]。利用植物提取物降低蔬菜草酸含量的研究尚未见报道。本试验结果表明, 喷施不同浓度牛蒡提取液均能显著降低菠菜草酸含量, 提高菠菜品质。原因可能是牛蒡提取液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。

因此, 喷施不同浓度牛蒡提取液均有利于提高菠菜的产量及品质。而从设定的不同浓度处理中, 从叶绿素含量、Vc 含量、硝酸盐含量及草酸含量来看, 浓度为 30 mg/L 的牛蒡提取液施用效果最好。在菠菜鲜重方面, 虽然 500 mg/L 的牛蒡提取液处理的最高, 但与 30 mg/L 的牛蒡提取液差异不显著, 且 30 mg/L 处理的菠菜其与清水处理相比, 增幅也达到 10.8%。因此, 综合作用效果及经济两个方面考虑, 本研究认为, 在设定的不同浓度中, 以 30 mg/L 的牛蒡提取液最为经济有效。

而关于牛蒡提取液在提高蔬菜品质, 尤其是在提高 Vc 含量、降低硝酸盐及草酸含量方面的机理如何, 还有待于进一步研究, 从而为其在农业上的应用提供深层次的理论依据。

参考文献:

- [1] 孟秀梅. 牛蒡的加工利用现状. 食品与药品, 2006, 8(1): 65-68
- [2] 张维睿, 柴国栋. 大蒜素在畜牧业中的应用及其研究进展. 饲料博览, 2006(4): 34-36
- [3] 彭腾, 李柏群, 邱明丰. 植物提取物在我国的应用现状及发展策略. 中国药业, 2004, 13(2): 35-36
- [4] Kardosova A, Alföldi J, Nosalova GA biologically active fructan from the roots of *Arctium lappa* L., var. *Herkules*. Int. J. Biol. Macromol., 2003, 33(1/3): 135-140
- [5] 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. 辽宁中医学院学报, 2005, 7(2): 128-129
- [6] 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. 湖北农学院学报, 2002, 22 (2): 110-111
- [7] 张宪政. 植物生理学实验技术. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1989, 75-79, 109
- [8] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 1998: 469-472
- [9] 赵世杰, 刘华山, 董新纯. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业科技出版社, 1998: 43-45
- [10] 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. 应用生态学报, 2005, 16(3): 519-523
- [11] 刘建新, 赵国林. 多裂骆驼蓬提取物对黄瓜种子萌发和幼苗生理特性的影响. 植物研究, 2007, 27(1): 107-111
- [12] 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. 上海交通大学学报(农业科学版), 2006(1): 6-12
- [13] 张百俊, 李贞霞, 杨和连. 醋对菠菜生长发育及品质的影响. 安徽农业科学, 2005, 33(11): 2032
- [14] 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. 中国农业科学, 2004, 37 (11): 1660-1665
- [15] 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. 中国农学通报, 2006, 22 (6): 255-257
- [16] 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. 西北农业学报, 2006, 15 (2): 134-137

Effects of Different Concentrations of *Arctium lappa* L. Extract on Spinach's Growth and Quality

DONG Liang, ZHANG Yu-feng, YANG Li, CHEN Guang-si, TIAN Ye

(Institute of Soil and Fertilizer, Shandong Academy of Agricultural Sciences; Key Laboratory of Invention and Manufacture of New Fertilizer Ministry of Agriculture; Shandong Engineering Research Center for Fertilizers, Jinan 250100, China)

Abstract: The effects of different concentrations of *Arctium lappa* L. extract on spinach's growth and quality were studied by pot experiment. The results showed that the fresh weight of spinach increased by 10.8% - 30.0% after spraying *Arctium lappa* L. extract which concentrations ranged from 30 mg/L to 1500 mg/L, the content of chlorophyll decreased by 2.7% - 15.7% which may be attributed to the “dilution effect”, the content of Vc increased by 46.1% - 136.4%, the content of nitrate decreased by 23.2% - 69.2%, the content of oxalate decreased by 22.3% - 67.6%. The contents of chlorophyll, Vc, nitrate and oxalate of spinach which treated by 30 mg/L *Arctium lappa* L. extract were optimal. The fresh weight of spinach which treated by 500 mg/L *Arctium lappa* L. extract were optimal, but no significant difference in fresh weight occurred between 30 mg/L and 500 mg/L. Therefore, the appropriate concentration of *Arctium lappa* L. extract was 30 mg/L when considering spinach's growth, quality and the cost of *Arctium lappa* L. extract.

Key words: *Arctium lappa* L. extract, Spinach, Quality