

# 不同氮肥水平下烯效唑对水萝卜产量和品质的影响

许江鸿, 裴红宾, 张永清

(山西师范大学 生命科学学院 山西 临汾 041004)

**摘要:** 采用盆栽试验方法, 研究不同氮肥水平下, 喷施不同浓度烯效唑对水萝卜产量和品质的影响。结果表明: 在不同施氮水平下, 烯效唑处理均有利于水萝卜产量的提高, 在低氮与高氮水平下, 提高幅度分别为 7.0%~43.3% 和 5.0%~24.8%; 在增产的同时, 烯效唑处理还能有效改善水萝卜的品质, 表现为显著提高蛋白质、可溶性糖和维生素 C 含量, 降低体内硝态氮的含量; 喷施烯效唑还可以增加水萝卜叶片叶绿素的含量, 提高叶片的同化能力。试验条件下, 水萝卜达到高产、优质的烯效唑浓度为 30 mg/kg。

**关键词:** 水萝卜; 烯效唑; 产量; 品质

**中图分类号:** S 631.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2011)12-0027-03

水萝卜是深受城乡人们喜爱的蔬菜之一, 它具有生育期短、营养价值高、耐贮藏运输、适应性强等优点。近年来, 随着保护地栽培的发展, 水萝卜的栽培面积不断扩大, 基本上实现了全年供应的目标, 特别是出口的数量逐年增加, 为我国换回了大量外汇, 成为农民致富的渠道之一。

烯效唑(S3307)是一种新型高效的植物生长调节剂, 具有活性高、用量少、成本低、残留期短、对后茬作物无不良影响等优良特点<sup>[1]</sup>。近年来, 国内外研究者对它在果树、蔬菜、花卉及大田作物上的形态效应、生理效应和田间应用进行了广泛的研究<sup>[2]</sup>。已有的研究表明, 烯效唑具有显著提高作物叶片光合能力, 控上促下, 增强抗逆性, 增加产量和改善品质等多种效应, 是目前世界范围内各种植物上使用的经济实惠的多功能化学调控剂, 在作物新的化控增产和品质改良技术中具有广阔的应用前景。就应用范围来说, 烯效唑对水稻<sup>[3]</sup>、小麦<sup>[4]</sup>、大麦、玉米、大豆<sup>[5]</sup>、油菜、花生、马铃薯<sup>[6]</sup>、甘薯<sup>[7]</sup>、芋艿、茼蒿等 10 多种作物有效<sup>[8]</sup>。有关烯效唑的研究, 主要集中在前期生理及后期产量的效果上, 对品质方面的影响研究不多, 在直根类蔬菜—水萝卜上的应用价值的探索, 尤其是在其品质方面的研究, 更是鲜有报道。

在影响作物产量和品质的因素中, 除了品种本身的特性外, 土壤肥力状况与施肥水平是最为重要的条件之一。大量研究表明, 在氮、磷、钾三要素中, 氮肥对其影响最大, 磷钾对其产量的提高及品质改善必须以氮肥为基础<sup>[9-12]</sup>。然而, 过量偏施氮肥, 不注重氮肥料与其它肥料的配合施用, 也会导致蔬菜增产幅度不大, 产品品质下降, 尤其是对以地下部为经济产量的根菜类蔬菜的产量影响更为明显。因此, 研究氮与其它肥料及植物生长调节剂的配合方式与比例, 具有重要的理论与实践意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2010 年 4~6 月在山西师范大学实验农场进行。供试土壤为黄土母质上发育而成的石灰性褐土, 其有机质、全氮、速效磷和速效钾的含量分别为 15.6、76.8、21.7、148.6 mg/kg; 供试作物为“五缨水萝卜”; 供试药剂烯效唑为江苏省建湖农药厂生产的 5% 可湿性粉剂; 供试肥料为尿素(N 质量分数 46%)。

### 1.2 试验设计

试验采用盆栽方法, 为二因素裂区设计, 氮肥总用量为主处理, 设 2 个水平, 分别以 N<sub>1</sub>(低氮 15 mg/kg)、N<sub>2</sub>(高氮 30 mg/kg)表示; 烯效唑浓度为副处理, 设清水对照 S<sub>0</sub>(0 mg/kg)、S<sub>1</sub>(15 mg/kg)、S<sub>2</sub>(30 mg/kg)、S<sub>3</sub>(60 mg/kg)4 个水平。随机区组排列, 5 次重复, 每盆装土 3 kg, 供试肥料全部以基肥形式在播种前均匀混入土中。3 月 31 日播种, 每盆 8 粒, 4 月 10 日间苗, 每盆 3 株, 5 月 5 日和 15 日喷施处理。在水萝卜生长期间, 根据干湿情况每盆浇等量的清水。6 月 2 日收获。

### 1.3 测定项目与方法

产量的测定采用称重法; 叶绿素含量的测定采用

**第一作者简介:** 许江鸿(1988), 男, 福建龙海人, 在读本科, 研究方向为园艺学。

**责任作者:** 裴红宾(1965), 女, 副教授, 现主要从事植物学及植物生理生态方面的教学与研究工作。E-mail: lingbing1965110@163.com。

**基金项目:** 山西省自然科学基金资助项目(2006011086)。

**收稿日期:** 2011-03-25

丙酮乙醇混合液直接浸提法<sup>[14]</sup>; 维生素 C 含量的测定采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法; 硝态氮含量的测定采用比色法; 可溶性糖的测定采用蒽酮比色法; 粗蛋白质含量的测定采用微量凯氏定氮法<sup>[15]</sup>。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥水平下烯效唑对水萝卜产量的影响

2.1.1 对水萝卜经济学产量的影响 由表 1 可知, 叶面喷施烯效唑有利于水萝卜经济学产量的提高。无论施氮水平高低, 水萝卜植株叶面喷施烯效唑后的经济学产量均比对照有所增加, 增加幅度分别为 7.0%~43.3%和 5.0%~24.8%。方差分析结果表明, 除高浓度烯效唑(60 mg/kg)处理之外, 中(30 mg/kg)、低(15 mg/kg)浓度处理与对照的差异均达极显著水平。不同氮肥处理之间比较, 高水平氮肥更有利于提高水萝卜的产量。在同等氮肥水平下, 随着烯效唑浓度的增加, 水萝卜产量增加, 但不同处理的增产幅度不同, 其中, 低氮水平下 N<sub>1</sub>S<sub>2</sub> 处理效果最好, 比对照增产 43.3%, 差异极显著, 其次是 N<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, 比对照提高 28.2%; 高氮水平下, 以 N<sub>2</sub>S<sub>2</sub> 处理最优, 极显著高于对照, 比对照提高 24.8%, 其次是 N<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, 比对照提高 10.5%, 差异极显著。但当烯效唑浓度超过 60 mg/kg 时, 增产幅度较小, 如 N<sub>1</sub>S<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 仅分别比对照 N<sub>1</sub>S<sub>0</sub>、N<sub>2</sub>S<sub>0</sub> 增产 7.0%、5.0%, 差异未达显著水平。

2.1.2 对水萝卜生物学产量的影响 由表 1 可知, 在不同氮肥水平下, 烯效唑处理对水萝卜生物学产量的影响均表现为先增加而后降低的趋势。在低氮和中氮水平下喷施低(15 mg/kg)或中(30 mg/kg)浓度的烯效唑分别能使水萝卜的生物学产量增加 2.9%~4.4%和 5.2%~8.0%, 但当浓度高于 60 mg/kg 时水萝卜的生物学产量反而较对照降低, N<sub>1</sub>S<sub>3</sub> 和 N<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 分别比对照低 6.5%和 7.7%, 差异达极显著水平。在高氮水平下, N<sub>2</sub>S<sub>1</sub> 和 N<sub>2</sub>S<sub>2</sub> 分别比对照高 5.2%和 8.0%, 极显著高于对照, 最佳施用浓度为 30 mg/kg; 在低氮水平下, 以 N<sub>1</sub>S<sub>2</sub> 处理最高, 比对照高 4.4%, 差异极显著; 其次是 N<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, 比对照高 2.9%, 差异未达极显著水平, 最佳施用浓度均为 30 mg/kg。由表 1 还可看出, 高氮水平下水萝卜的生物学产量明显高于低氮水平下, 表明氮是提高水萝卜生物学产量的重要因素。从地上部产量的增产百分率来看, 地上部产量的变化趋势与整个生物学产量变化的趋势相反, 地上部的产量随着烯效唑浓度的增加, 减产幅度增大。说明氮肥的施用主要是增

加了水萝卜的地上部生物学产量, 而烯效唑处理使水萝卜生物学产量提高主要是通过促进光合产物的运输, 使地下部产量的增加来实现的, 从而说明了烯效唑具有明显的控上促下作用。通过各处理的根冠比方差分析也可以说明, 烯效唑处理后能明显提高水萝卜的根冠比, 与对照相比达到了显著差异水平, 有效提高了经济效益。

2.2 不同氮肥水平下烯效唑对水萝卜植株叶绿素含量的影响

从图 1 可知, 水萝卜植株叶片喷施烯效唑后, 各处理植株的叶绿素含量均比对照提高, 在不同氮肥水平下, 高氮处理更有利于叶绿素含量的提高。低氮水平下, 以 N<sub>1</sub>S<sub>3</sub> 的效应最强, 其次是 N<sub>1</sub>S<sub>2</sub>、N<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, 均极显著高于对照; 高氮水平下, 以 N<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 处理的叶绿素含量最高, 其次是 N<sub>2</sub>S<sub>1</sub>、N<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, 极显著高于对照。

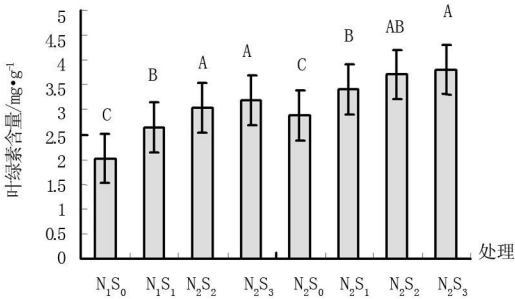


图 1 不同氮肥水平下烯效唑对水萝卜叶绿素含量的影响

2.3 不同氮肥水平下烯效唑对水萝卜品质的影响

2.3.1 对硝态氮含量的影响 大量研究证明<sup>[16]</sup>, 蔬菜属易富集硝酸盐的作物, 人体摄取的硝酸盐 80%来自蔬菜, 硝酸盐对作物本身并无害处, 但对人畜健康却造成了较大威胁, 过量摄入硝酸盐可能诱发癌症。因此, 有关硝酸盐积累及调控问题, 已经引起人们的极大关注。而施用氮肥又是硝酸盐在蔬菜体内积累的重要因素。试验结果表明, 施用氮肥可以显著增加水萝卜产量, 但水萝卜体内的硝酸盐含量也明显增加, 由表 2 可看出, 在不同氮肥水平下烯效唑均能显著降低水萝卜中硝态氮含量, 且其作用随着烯效唑浓度的增加而增强, 如在高氮水平下, 各处理间差异极显著, 且以 60 mg/kg 浓度效果最佳。

2.3.2 对维生素 C 含量的影响 维生素 C 是维持人体正常生理功能所必需的有机营养素之一, 但人体自身不能合成, 需从食物中摄取, 如果膳食中长期缺乏维生素 C, 会引起坏血病等不良症状<sup>[17]</sup>。蔬菜是人们日常获得维生素 C 的最主要来源, 因此, 提高蔬菜维生素 C 含量, 无论在营养学还是医学方面都有重要意义。由表 2 可知, 不同氮肥水平下施用烯效唑均可以提高水萝卜的维生素 C 含量, 在低氮条件下, 随烯效唑浓度的增加, 维生素 C 含量增加, 其中以 30、60 mg/kg 效果最好; 在高氮条件下, N<sub>2</sub>S<sub>2</sub> 处理极显著高于其它处理, 并以 60 mg/kg 的浓度效果最佳。

2.3.3 对可溶性糖的影响 由表 2 可看出, 随着施氮

表 1 不同氮肥水平下烯效唑对水萝卜产量的影响

处理	经济学产量	地上部生物学产量	总生物学产量
N <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	10.90±0.36 C	23.73±0.56 A	34.63±0.42 B
N <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	13.97±0.48 B	21.67±0.62 B	35.64±0.43 AB
N <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	15.62±0.63 A	20.54±1.16 B	36.16±0.60 A
N <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	11.66±0.55 C	20.72±0.80 B	32.38±0.87 C
N <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	14.70±0.33 C	25.33±1.00 A	40.03±0.87 B
N <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	16.25±0.77 B	25.85±1.12 A	42.10±0.62 A
N <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	18.35±0.91 A	24.87±0.84 A	43.22±0.72 A
N <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	15.43±0.93 BC	21.50±1.26 B	36.93±0.66 C

注: 同列数据后标不同字母者表示差异达极显著水平(P<0.01)。

量的增加,可溶性糖的含量反而较低氮水平下有所降低,但烯效唑对低氮及高氮水平下水萝卜中可溶性糖含量均极显著的高于对照。糖含量的降低可能与氮肥增加促进了蛋白质的合成、消耗碳架有关。

2.3.4 对蛋白质含量的影响 由表 2 可知,烯效唑能极显著提高水萝卜蛋白质的含量,在 2 种施氮水平下,高氮水平更有利于水萝卜蛋白质含量的提高,蛋白质含量平均比低氮水平的提高 36.1%。其中,在低氮水平下,以 N<sub>1</sub>S<sub>2</sub> 最优,极显著高于对照,比对照提高 23.3%;在高氮水平下,以 N<sub>2</sub>S<sub>2</sub> 最高,比对照提高 17.3%,差异极显著,且最佳喷施浓度均为 30 mg/kg。

表 2 不同氮肥水平下烯效唑对水萝卜品质的影响

处理	硝态氮/mg·kg <sup>-1</sup>	VC/mg·kg <sup>-1</sup>	可溶性糖/%	蛋白质/%
N <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	364.5±7.1 A	187.0±3.2 C	3.71±0.07 B	12.62±0.49 C
N <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	354.3±3.8 A	193.2±2.4 B	3.98±0.04 A	14.80±0.31 B
N <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	340.2±8.9 B	198.4±2.2 A	4.07±0.06 A	15.56±0.28 A
N <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	336.8±5.2 B	199.0±2.6 A	4.02±0.05 A	14.38±0.36 B
N <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	441.8±5.6 A	181.9±2.3 D	3.59±0.07 C	17.82±0.23 C
N <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	426.6±5.8 B	212.0±2.3 B	3.78±0.03 B	19.93±0.26 AB
N <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	405.2±6.2 C	247.9±3.5 A	3.85±0.05 AB	20.89±0.83 A
N <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	379.5±10.9 D	194.2±3.2 C	3.91±0.05 A	19.40±0.50 B

3 结论与讨论

烯效唑具有明显的控上促下作用,在不同氮肥水平下,烯效唑处理能明显提高水萝卜的产量,高氮水平更有利于其产量的提高。在试验中随着烯效唑喷施浓度的增大,水萝卜产量增加,差异达极显著水平。在低氮及高氮水平下,均以 30 mg/kg 处理时增产效果显著,当浓度高于 60 mg/kg 时则有可能产生负效应,因此生产中要注意喷施的浓度及用量。氮肥的增施和烯效唑的处理增加了水萝卜植株的叶绿素含量,延缓了叶片的衰老,提高了叶片的同化能力。烯效唑处理能显著降低水萝卜体中硝态氮的含量,随着施用浓度的增加,降低效果越显著;能够显著提高维生素 C、可溶性糖及蛋白质的含量,从而有效地改善了水萝卜的品质。不同氮肥水平烯效唑对这些品质指标的效果不一致,水萝卜达到高产、优质的烯效唑最佳施用浓度为 30 mg/kg。

Effects of Uniconazole on Yield and Quality of Radish under Different Nitrogen Levels

XU Jiang-hong, PEI Hong-bin, ZHANG Yong-qing  
(College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen Shanxi 041004)

**Abstract:** This pot experiment used radish for testing materials to study the effects of uniconazole by spraying with different concentrations on the radish yield and quality under different nitrogen levels. The results showed that uniconazole treatment significantly increased radish yield by 7.0%~43.3% and 5.0%~24.8% respectively at the level of low-nitrogen and high-nitrogen. Uniconazole has promoted the content of chlorophyll, enhanced the assimilation capacity of leaves. In the mean time, it remarkably enhanced radish quality, including increased content of protein, soluble sugar and vitamin C, also effectively decreased nitrate content. Under the condition of this experiment the optimum application concentration was 30 mg/kg.

**Key words:** radish; uniconazole; yield; quality

参考文献

[1] 徐自尚. 烯效唑的作用机理及应用效果[J]. 安徽农业科学, 2000, 28(3): 339-341.  
[2] 朱木兰, 何觉民. 烯效唑对农作物的生理效应及应用效果[J]. 作物研究, 1999, 40(2): 41-44.  
[3] 肖琳, 胡正元, 蔡贺亭, 等. 烯效唑对杂交晚稻温室秧苗形态、生理及产量的影响[J]. 华北农学报, 1999, 14(4): 50-54.  
[4] 王立秋, 曹敬山, 靳占忠, PP<sub>33</sub> 和施肥对春小麦品质和产量的影响[J]. 国外农业—麦类作物, 1996(2): 51-53.  
[5] 岳铭秀, 李煜昶. 烯效唑对大豆的增产作用[J]. 天津农业科学, 1998 4(2): 13-15.  
[6] 杨国放, 姜河, 纪志雨, 等. 叶面喷施烯效唑对马铃薯生长及产量的影响[J]. 辽宁农业科学, 2006(2): 81-82.  
[7] 甘金初. 烯效唑在甘薯上的应用研究初报[J]. 江西农业科技, 1996 (4): 23-24.  
[8] 郭绪全, 方有松. 烯效唑在我国农业中的应用研究简述[J]. 广西农学报, 1997(3): 31-37.  
[9] 李远新, 李进辉. 氮磷钾配施对保护地番茄产量和品质的影响[J]. 中国蔬菜, 1997(4): 10-17.  
[10] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 不同施肥水平对不同品种小麦籽粒蛋白质和地上器官游离氨基酸含量的影响[J]. 西北植物学报, 2003, (3): 417-421.  
[11] 张林生, 张保军, 汪沛洪. 施氮水平对小麦籽粒发育过程中氨基酸含量的影响[J]. 西北植物学报, 2002(3): 646-650.  
[12] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 氮素营养水平对小麦开花后碳素同化、运转和产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2002(2): 55-59.  
[13] 张国平, 陈锦新, 蔡仁祥. 氮肥运筹和烯效唑对小麦干物质和氮积累的影响[J]. 浙江农业大学学报, 1998 24(2): 174-178.  
[14] 白宝璋. 植物生理学测试技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.  
[15] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.  
[16] 王晶. 蔬菜中硝酸盐的危害和标准管理[J]. 中国蔬菜, 2003(2): 1-3.  
[17] 刘更另. 矿质微量元素与食物链[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.  
[18] Fletcher R A. Site of action of a new plant growth regulating properties of niazol derivatives [J]. Plant Cell Physiol, 1986 27(2): 267-271.  
[19] Xiang Z F, Yang W Y, Ren W J, et al. Effects of uniconazole on nitrogen metabolism and grain protein content of rice[J]. Rice Science, 2005 12(2): 107-133.  
[20] Desai R M, Bhatia C R. Nitrogen uptake and nitrogen harvest index in durum wheat cultivars varying in their grain protein concentration[J]. Euphytica 1978, 27: 561-566.