

施氮量和 DCD 对薤菜生长、硝酸盐累积及土壤氮素形态的影响

何 盈, 蔡顺香, 何春梅, 罗 涛

(福建省农科院土壤肥料研究所, 福建 福州 350013)

摘 要: 在盆栽条件下研究了氮肥不同施用量及添加硝化抑制剂 DCD 对薤菜生长、硝酸盐累积和土壤氮素形态的影响。结果表明, 施氮 0.00~0.30 g/kg, 薤菜单株重和株高随施氮量增加而增加, 但当施氮为 0.40 g/kg, 薤菜单株重和株高出现了下降趋势; 随着施氮量的增加, 薤菜硝酸盐累积量增加; 土壤硝态氮的累积量与施氮量成线性相关关系 (关系式为 $y=45.7x+2.82$, $R_2=0.9435$); 从整个薤菜生长周期来看, 0~20 cm 土体铵态氮含量呈现出波浪形变化, 且整体显下降趋势。在施用等量氮肥情况下, 添加 10% DCD 能显著提高薤菜的单株重与株高, 而且可抑制土壤铵态氮向硝态氮转化, 使氮肥较长时间以铵态氮形式保留在土壤中, 从而减少硝态氮累积。

关键词: 施氮量; DCD; 硝酸盐; 硝态氮; 铵态氮

中图分类号: S 636.906⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)12-0010-004

蔬菜是典型的易累积硝酸盐的作物^[1], 当蔬菜对硝酸盐的吸收量大于蔬菜的同化量时, 就会导致蔬菜硝酸盐累积^[2-3]。而过量施用氮肥是造成蔬菜硝酸盐累积, 蔬菜品质下降, 以及土壤中硝态氮的大量累积的主要原因

因之一^[4-9]。叶类蔬菜大多生长周期短、产量高, 农业生产中施氮肥以大幅度提高其产量的现象普遍存在^[10]。蔬菜是人们必须的日常食品, 蔬菜硝酸盐累积对人类健康构成了潜在威胁, 已经受到人们的普遍关注。因此, 降低蔬菜硝酸盐累积、控制土壤硝酸盐含量是保证人类健康和保护生态环境必须解决的迫切问题。现研究了不同施氮量与添加 DCD 对薤菜的生长、硝酸盐累积、土壤硝态氮累积和土壤铵态氮时间变化趋势, 确定蔬菜生长适合施氮量, 了解土壤中氮素时间变化, 以便给生产

第一作者简介: 何盈(1978-)男, 助理研究员, 在读研究生, 研究方向为生态环境。E-mail: fjhy666@126.com。

基金项目: 福建省科技厅重大资助项目(2005S005)。

收稿日期: 2007-09-07

[6] 祝远波, 李世江, 王光敏, 等. 钾肥不同施用量对辣椒产量的影响初探[J]. 辣椒杂志, 2005(4): 38-39.

[7] 胡显钊, 郭国雄, 曾家玉, 等. 水稻免耕不同移栽方式效果浅析[J]. 耕作与栽培, 2005(6): 38-39.

[8] 徐洁, 何宪平, 李万斌, 等. 旱地辣椒节水高产栽培技术研究[J]. 陕西农业科学, 2006(5): 171-172.

(本文作者还有蔡荣靖、张丽琴、秦荣、李卫芬, 单位同第一作者。)

Influence of Different Way of Seedling Transplant on Economical Properties of the Pepper

LIU Fa-wan, YANG Mim-jie, ZHONG Li, LUO Shao-kang, LONG Hong-jin, CAI Rong-jing, ZHANG Li-qin, QIN Rong, LI Wei-fen
(Institute of Horticulture, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205, China)

Abstract: Experiments on different ways of seedling transplant were conducted to compare their influence on economical properties of the pepper. The result indicated: yielding and benefit by Heel-in seedling system were significant higher comparing to floating system for seedling and no-shelter seedling system; its mechanism of increase production was that plants grew vigorously, developed more branches and flourishing roots and set more fruits. However, there did not exist significant difference between the latter two system, since there were no special nutritional liquids for floating system which led to weak plants and less branches and fruits.

Key words: Pepper; Different way of seedling transplant; Heel-in seedling in nutritional pot; Floating system for seedling; Benefit

无公害蔬菜提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验在福建省农科院土肥所的网室内进行。供试土壤采自福州北峰大田耕层, 前茬为花生。土壤有机质含量 18.43 g/kg(风干土), 硝态氮 4.72 mg/kg(风干土), 铵态氮 25.56 mg/kg(风干土), 速效磷 64.34 mg/kg(风干土), 速效钾 194.26 mg/kg(风干土), pH 值 4.21。供试作物为泰国单斧薹菜。

试验设 6 个处理, 其中施氮量(N)分别为 0.00、0.10、0.20、0.30、0.40 g/kg 的 5 个施氮等级(N0、N1、N2、N3、N4), 另设施氮 0.30 g/kg 并配施 10% DCD(以纯氮量计, 处理 N3+DCD)。每处理设 3 重复。每盆装土 8 kg(以干土计), 每千克土施 0.12 g P₂O₅、0.21 g K₂O, 氮肥为尿素, 磷肥为过磷酸钙, 钾肥为氯化钾。肥料全部作基肥 1 次在装盆时与土壤混匀施入。

试验于 2006 年 8 月 1 日种植开始, 7 d 后定植 15 株, 薹菜出苗 35 d 成成品菜, 于 9 月 5 日上午 8:00 ~ 9:00 采收。蔬菜生长期间, 根据盆土干湿和蔬菜生长情况, 采用称量法进行浇灌, 使不同处理的土壤水分含量基本一致。

1.2 测定方法

1.2.1 蔬菜硝酸盐测定 镉柱还原法(按 GB/T 5009.33—1996 执行): 取新鲜样品用去离子水洗净, 用吸水纸吸干, 称重, 剪碎后放入匀浆机中捣碎。取 20 g 匀浆用 70℃以上去离子水洗入 250 mL 容量瓶, 加 6 mL 饱和硼砂溶液摇匀, 然后加 2 mL 硫酸锌溶液(300 g · mL⁻¹)、2 mL 亚铁氰化钾溶液(150 g · mL⁻¹)及正辛醇 3 滴, 摇匀、定容、过滤, 吸取 1 mL 滤液加 19 mL 氨缓冲液(pH 9.6)后, 通过氨缓冲液冲洗过的镉柱将硝酸盐还原为亚硝酸盐, 然后再取上述滤液测定其亚硝酸盐含量, 通过差减法计算空心菜硝酸盐含量。

1.2.2 硝态氮含量测定 每 7 d 在种植盆内按对角线布点(4 点), 取 0~20 cm 土层。称取 20 g 土壤样品, 加入 100 mL 2 mol · L⁻¹ 氯化钾溶液(水土比为 5:1), 振荡 60 min 后过滤。提取土壤浸提液 2 mL, 加氨缓冲液后, 通过稀氨缓冲液冲洗过的镉柱将硝酸盐还原为亚硝酸盐, 依次加入 1 mL 对氨基苯磺酸和 1 mL α-盐酸萘胺在 538 nm 下比色, 测定吸光度。然后再直接测定上述土壤浸提液的亚硝酸盐含量, 通过差减法推算土壤硝态氮含量。

1.2.3 铵态氮含量测定 采用靛酚蓝比色法^[1], 吸取上述土壤浸提液(1.2.2 中)2~10 mL 于 50 mL 容量瓶中。用 2 mol · L⁻¹ 氯化钾溶液补足至 10 mL, 然后用水稀释至约 30 mL。依次加入 5 mL 酚溶液和 5 mL 次氯酸钠碱性溶液, 摇匀, 在 20℃左右放置 1 h 后, 加入 1 mL 掩

蔽剂酒石酸钾钠溶液(400 g · mL⁻¹)与 EDTA 二钠盐溶液(400 g · mL⁻¹)等体积混合, 每 100 mL 混合液加 0.5 mL 氢氧化钠(10 mol · mL⁻¹), 用水定容, 在 625 nm 波长测定其吸光值。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥处理对薹菜生长的影响

从表 1 可看出, 从 N0~N3 处理之间, 随着施氮量的增加, 薹菜单株重和株高随之增加, 施氮极显著提高了薹菜的单株重和株高, 但 N4 处理的薹菜单株重和株高出现了下降趋势, 在所有处理中, N3+DCD 处理的单株重和株高都处于最大值, 与 N3 处理比较, 薹菜单株重和株高增长幅度分别为 9.8%和 12.2%。

表 1 不同氮肥处理对薹菜生长的影响

处理	单株重/g · 株 ⁻¹	株高/cm
N0	0.99dC±0.17	15.25aA±0.55
N1	3.39B±0.13	27.69bB±1.83
N2	4.38bA±0.51	27.73bB±0.08
N3	4.58abA±0.20	29.09bBC±0.28
N4	4.30bA±0.21	27.92bB±0.95
N3+DCD	5.02aA±0.37	32.63cC±0.91

2.2 不同处理对薹菜硝酸盐含量、土壤氮素的影响

2.2.1 不同处理对薹菜硝酸盐含量的影响 从图 1 可见, 在施氮 0.00~0.40 g/kg 范围内, 随着施氮水平的提高, 薹菜硝酸盐含量呈逐渐上升趋势, 可见蔬菜积累硝酸盐除与生物学特性、光照、湿度等有关外, 氮素供应水平与薹菜硝酸盐含量变化密切相关。在 N3 处理和 N3+DCD 处理的对比中可看出, 添加硝化抑制 DCD 能明显降低薹菜硝酸盐含量, 降低幅度达 57.2%。

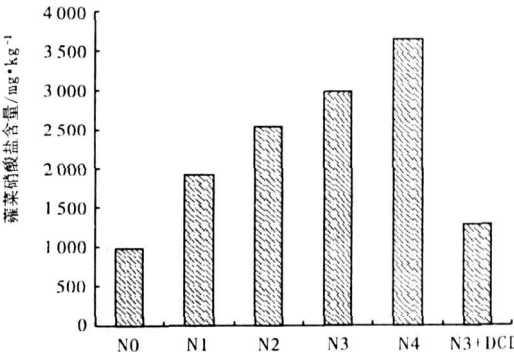


图 1 不同处理对薹菜硝酸盐累积的影响

2.2.2 不同处理对土壤硝态氮含量的影响 N0~N4 处理的硝态氮含量随着施氮量的提高而增加(图 2), 相关分析表明, 土壤硝态氮的累积量与施氮量成线性相关关系, 其关系式 $y=45.7x+2.82$, $R^2=0.9435$, 达到了极显著水平。在 N3 处理和 N3+DCD 的对比中可以看出, 添加 DCD 能明显抑制土壤硝态氮含量, 降低土壤硝态氮含量 87.01%。

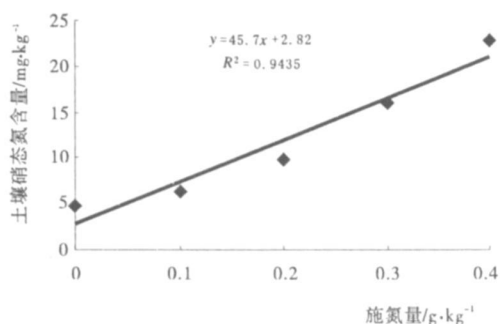
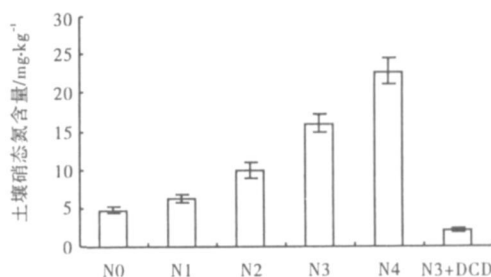


图2 不同处理对土壤硝态氮累积量的影响



2.2.3 不同处理土壤铵态氮含量的时间变化 从图3可看出,各处理土壤铵态氮含量于氮肥施入后的7 d后达到峰值,这是由于尿素施入土壤后在脲酶的作用下水解成碳酸铵,从而增加了土壤中铵态氮含量^[12]。各处理土壤铵态氮含量变化趋势较一致,土壤铵态氮含量经历了高一低一高一低的趋势,呈现出波浪形,且整体显下降趋势,这可能与植物生长周期中的需肥特性有关^[13-14]。0.00~0.40 g·kg⁻¹施氮量范围内,在各个阶段N4处理的土壤铵态氮含量始终处于最高。在整个薺菜生长周期中,N3+DCD处理土壤铵态氮含量始终比各处理高。

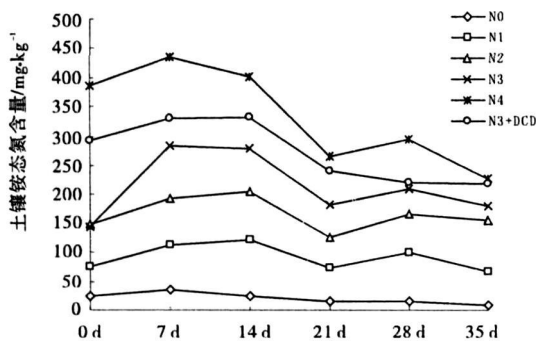


图3 不同处理中土壤铵态氮含量时间变化

3 讨论

增施氮肥是增加作物产量的重要措施之一^[15]。前人研究表明^[16-17],适量的增施氮肥有利于促进作物的生长,提高作物产量,但过量的施用氮肥会造成作物的减产和品质下降。试验研究表明,施氮量为0.00~0.30 g/kg时,各处理薺菜单株重和株高随着施氮量的增加而增加,但当施氮达0.40 g/kg时,薺菜单株重和株高出现了下降趋势。施氮都极显著增加了薺菜的单株重,N1、N2、N3、N4处理与N0处理相比,薺菜单株重分别增

加了241.41%、342.42%、361.62%、334.34%。就薺菜产量而言,从各处理的比较可看出N3处理的施氮量较适合薺菜的生长。

李会合^[18]等研究不同品种莴笋的叶片的硝酸盐含量,增施氮肥从0.1~0.2 g·kg⁻¹,显著提高各品种莴笋的硝酸盐含量,增幅达22.8%~165.1%,表明增施氮肥是莴笋硝酸盐大幅度累积的主要原因。研究结果也表明,施氮量为0.00~0.40 g/kg,各处理薺菜硝酸盐累积随施氮量增加而增加,N1、N2、N3、N4处理与N0处理相比,薺菜硝酸盐含量增幅分别为96.66%、160.40%、206.06%和274.30%。

硝态氮和铵态氮是氮肥在土壤中存在的2种主要无机氮形态,作物对他们均能吸收利用^[19]。在一定施氮量情况下,随着施氮量的增加,特别是0~20 cm土层土壤硝态氮含量与施氮量呈正相关^[20],马兴华等^[15]在冬小麦的氮肥施用量的研究中,得出施用氮肥提高了土壤硝态氮含量;在相同的氮肥底施追施比例下,施氮量越高,土壤硝态氮含量越高。在试验研究中,土壤硝态氮的累积量与施氮量呈线性相关关系,其关系式 $y = 45.7x + 2.82$, $R^2 = 0.9435$,达到了极显著水平。就试验而言,从整个薺菜生长周期来看,0~20 cm土壤铵态氮含量经历了高一低一高一低的趋势,呈现出波浪形,无论施氮与否,土壤中铵态氮含量7 d时达到最大值,这与尿素在土壤中水解的时间基本一致,随着时间的推移,土壤的铵态氮累积量均在下降(图3),且以N4处理下降幅度最大。

施用硝化抑制剂可以增加氮肥以铵态氮的形式而减少其以硝态氮的形式供给植物^[21],配合氮肥施用硝化抑制剂可以提高作物产量、降低蔬菜硝酸盐和减少土壤硝态氮累积,试验研究结果也表明,在施用等量氮肥情况下,N3+DCD处理薺菜的单株重与株高显著提高,与N3处理相比,分别提高9.8%和12.2%,明显降低薺菜

硝酸盐累积, 莼菜硝酸盐降低幅度达 57.2%。土壤中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量高, 土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的容量大, 有利于土壤氮素的保持与储藏、减少氮素的损失^[2]。试验在施用等量氮肥情况下, 配施 DCD 可抑制土壤铵态氮向硝态氮转化, 使氮肥较长时间地以土体铵态氮形式保留在土壤中, 从而减少土壤硝态氮累积。

参考文献

[1] 李会合, 王正银, 李宝珍. 蔬菜营养与硝酸盐的关系[J]. 应用生态学报, 2004, 15(9): 1667-1672.
[2] 孙淑斌, 罗金葵, 徐国华, 等. 小白菜硝酸还原酶基因的克隆与初步鉴定[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(4): 592-596.
[3] 沈明珠, 翟宝杰, 东惠茹, 等. 蔬菜硝酸盐累积的研究[J]. 园艺学报, 1982, 9(4): 41-48.
[4] 庄舜尧, 孙秀廷. 氮肥对蔬菜硝酸盐积累的影响[J]. 土壤学进展, 1995, 23(3): 29-35.
[5] 王正银, 李联铁, 熊海灵. 紫色土施氮对莴笋营养效应的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1996, 2(2): 153-161.
[6] 王朝辉, 田霄鸿, 李生秀. 叶类蔬菜的硝态氮累积及成因研究[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1136-1141.
[7] 赵俊晔, 于振文. 不同土壤肥力条件下施氮量对小麦氮肥利用和土壤硝态氮含量的影响[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 815-822.
[8] 张树兰, 同延安, 梁东丽, 等. 氮肥用量及施用时间对土体中硝态氮移动的影响[J]. 土壤学报, 2004, 41(2): 270-277.
[9] Guillard K, Griffin G F, Aninson D W, et al. Nitrogen utilization of selected cropping system in the U. S. northeast; Soil profile nitrate distribution and accumulation[J]. J. Agron. J, 1995, 87: 199-207.

[10] 王正银, 李会合, 李宝珍, 等. 氮肥、土壤肥力和采收期对小白菜体内硝酸盐含量的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(9): 1057-1064.
[11] 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, 2000: 159-160.
[12] 罗雪华, 牛治宇, 吴敏, 等. 香蕉假茎多酚类物质对尿素氮在土壤中形态转化的影响[J]. 热带作物学报, 2004, 25(4): 30-35.
[13] 谢红梅, 朱波, 朱钟麟. 无机与有机肥配施下紫色土铵态氮、硝态氮时空变异研究—夏玉米季[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(2): 103-106.
[14] 李永梅, 杜彩琼, 林春苗, 等. 铵态氮肥施入土壤中的转化[J]. 云南农业大学学报, 2003, 18(1): 26-29.
[15] 马兴华, 于振文, 梁晓芳, 等. 施氮量和底施追施比例对土壤硝态氮和铵态氮含量时空变化的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(4): 630-634.
[16] 赵俊晔, 于振文, 李延奇, 等. 施氮量对小麦氮磷钾养分吸收利用和产量的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(1): 98-103.
[17] 黄元财, 王伯伦, 王术, 等. 施氮量对水稻产量和品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(5): 688-692.
[18] 李会合, 王正银. 不同品种莴笋对氮钾的响应[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2006, 28(4): 583-586.
[19] 余光辉, 张杨珠, 王大娟. 几种硝化抑制剂对土壤和小白菜硝酸盐含量及产量的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(2): 247-250.
[20] 胡明芳, 田长彦, 吕昭智, 等. 氮肥施用量对新疆棉花产量及植株和土壤中硝态氮含量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(4): 63-68.
[21] 黄益宗, 冯宗炜, 王效科, 等. 硝化抑制剂在农业上应用的研究进展[J]. 土壤通报, 2002, 33(4): 310-315.
[22] 李东坡, 武志杰, 梁成华, 等. 不同缓/控释氮肥在玉米苗期的养分释放与转化研究[J]. 土壤通报, 2006, 37(6): 1156-1161.

Effects of Nitrogen Rate and DCD on Growth, Nitrate Accumulation of the Water Spinach and Soil Nitrogen

HE Ying, CAI Shun-xiang, HE Chun-me, LUO Tao

(Institute of Soil and Fertilizer, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: A pot experiment was conducted to study the effects of different nitrogen levels and nitrification inhibitor DCD on the growth and nitrate accumulation of the water spinach and the content of nitrate in soil. The results indicated that, when the nitrogen level was between 0.00~0.30 g/kg, the single plant weight and height of the spinach increased with the rates of nitrogen. But the single plant weight and height of the spinach decreased when the nitrogen level was higher than 0.40 g/kg. Under different nitrogen levels, there was a quadratic equation relationship between rate of soil $\text{NO}_3^- - \text{N}$ content and nitrogen application rate ($y = 45.7x + 2.82, R^2 = 0.9435$), the nitrate accumulation of the spinach increased with the rates of nitrogen. The content of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ within the depth 0~20 cm of soil decreased wavyly in the growth period of the water spinach. Under the conditions of all treatments with same nitrogen amount, the treatment of nitrification inhibitor DCD increased the single plant weight and height of the spinach significantly, inhibiting $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ transformation to $\text{NO}_3^- - \text{N}$. So nitrogenous fertilizers retained in soil longer than other treatments, decreasing nitrate accumulation of soil and nitrogenous fertilizers leach loss.

Key words: Nitrogen application rate; DCD; Nitrate accumulation; The content soil $\text{NO}_3^- - \text{N}$; The content soil $\text{NH}_4^+ - \text{N}$