

# 不同氮形态配比对菠菜生长及氮代谢的影响

赵建荣 秦改花 (安徽科技学院, 安徽凤阳233100)

**摘要** [目的] 探讨硝态氮和铵态氮在叶菜类蔬菜上的营养特性及联合效应。[方法] 采用凯氏定氮法测定总氮含量。[结果] 增加铵态氮比例对菠菜地上部的生物量影响很大。在 $\text{NO}_3^- - \text{N}$  /  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  比例为100/0 的处理中, 菠菜的鲜重、干重均最高, 生物量最大。随着 $\text{NO}_3^- - \text{N}$  /  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  比例的减小, 菠菜的鲜重、干重和生物量递减, 而根冠比升高。增加铵态氮比例对菠菜根和叶中硝酸盐的累积有明显影响, 不同配比间差异显著。硝酸盐的累积量随着 $\text{NO}_3^- - \text{N}$  /  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  比例的降低而减小,  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  /  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  比例为0/100 时, 累积量最小, 且显著低于25/75 比例的处理。[结论] 全铵培养对菠菜生长有明显的抑制作用, 硝态氮对菠菜生长有促进作用。

**关键词** 菠菜; 生长; 氮代谢

中图分类号 S636.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)10-0406-02

## Effects of Combinations of Different Nitrogen Forms on the Growth and Nitrogen Metabolism of Spinach

ZHAO Jianrong et al (Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100)

**Abstract** [Objective] The study aimed to discuss the nutritive characteristics and combined effect of  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  and  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  on leaf vegetables. [Method] The total N content was determined by Kjeldahl. [Result] The increment of ammonium N proportion had great effect on the biomass of aerial part of spinach. In the treatment with the ratio of  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  to  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  being 100/0, the fresh and dry weights of spinach were highest and its biomass was biggest. As the ratio of  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  to  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  reduced, the fresh and dry weights and biomass of spinach reduced gradually, but its ratio of root to crown increased. The increment of ammonium N proportion had significant effects on the accumulation of nitrate in the root and leaf of spinach and the difference among different combinations was significant. As the ratio of  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  to  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  reduced, the accumulation amount of nitrate reduced. When the ratio of  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  to  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  was 0/100, the accumulation amount was smallest and significantly lower than that in the treatment with the ratio of 25/75. [Conclusion] Culture with only ammonium had significant inhibition effect on the growth of spinach.  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  had promoting effect on the growth of spinach.

**Key words** Spinach; Growth; Nitrogen metabolism

硝态氮在作物中的累积尤其在叶菜类蔬菜中的累积会对人类健康产生显著危害<sup>[1]</sup>。有研究认为, 大多数的作物对铵态氮和硝态氮配合使用的效果优于任一单施效果, 并且增铵后还可以降低蔬菜中硝酸盐的积累<sup>[2-4]</sup>。从氮素的代谢过程来看, 作物累积硝态氮的根本原因在于根、茎、叶对硝态氮的吸收、转运和还原同化作用不平衡, 硝态氮的累积强度直接或间接地取决于土壤、光照、温度、水分和肥料供应等外源因子以及作物的基因型、器官特征、呼吸和光合强度、根系吸收能力、硝酸还原酶活性高低等内源因子。通过调控外源因子, 虽可降低蔬菜的硝态氮含量, 但由于外源因子终究要通过内源因子起作用, 因而调控外源因子总有一定限度。因此着眼于内源因子, 从作物的营养生理学角度出发, 把硝态氮累积现象和氮代谢联系起来作为一个整体, 深入探索硝态氮的吸收、转运和还原转化的内在机理, 已引起了学者们的重视<sup>[5]</sup>。笔者根据菠菜各个器官的硝态氮、全氮含量的测定结果对这一问题作进一步的分析, 旨在探讨硝态氮和铵态氮在叶菜类蔬菜作物上的营养特性及其联合效应, 对于丰富氮素营养理论, 搞好设施农业生产具有理论价值和应用前景。

### 1 材料与方

**1.1 试验设计** 供试材料为日本大叶菠菜。试验于2006年1月开始, 种子消毒播于盛有蛭石的育苗盘中, 待长出2片真叶后移至盛有2.5 L 营养液的塑料桶中, 每桶定苗6株。以大泽营养液为基本营养液, 其中氮素营养依据研究目的, 设硝态氮/铵态氮为100/0、75/25、50/50、25/75、0/100 等5个处理, 其中氮浓度为12 mmol/L。此外, 营养液中均加入7

μmol/L 硝化抑制剂DCD。每处理重复3次, 5 d 换1次营养液。每天用0.1 mol/L 的HCl 或NaOH 调节pH 值到6.5。培养30 d 后取样测定。

**1.2 测定项目与方法** 将植株地上部和地下部先称重(鲜重) 后在105℃ 杀青并在70℃ 烘干后称干重。总氮含量采用凯氏定氮法测定。

### 2 结果与分析

**2.1 不同硝铵配比对菠菜生长发育的影响** 增铵对菠菜地上部生物量影响很大, 菠菜的鲜重、干重均以硝/铵为100/0 的处理最高, 且随硝/铵的减小呈递减趋势。说明如果单从生物量的角度考虑, 菠菜仍以单一供硝态氮营养的处理效果最好。增铵对根系的鲜重和干重的变化趋势和地上部相同, 都是在硝/铵为100/0 时最大, 从表1 可以看出, 增铵对菠菜

表1 不同氮形态配比对菠菜生长的影响

Table 1 Effects of different nitrogen forms on growth of spinach

硝 铵 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ $\text{NH}_4^+ - \text{N}$	鲜重Fresh weight g		干重Dry weight g		根冠比 Root-stalk ratio
	根Root	叶Leaf	根Root	叶Leaf	
100/0	3.57 a	13.40 a	0.31 a	1.47 a	0.27 b
75/25	3.16 a	10.90 a	0.28 a	0.89 b	0.28 b
50/50	2.97 b	11.20 b	0.26 a	0.94 b	0.27 b
25/75	1.54 c	4.90 c	0.14 b	0.57 c	0.31 a
0/100	1.16 c	3.70 c	0.12 b	0.33 c	0.34 a

注: 同列数据后不同小写字母表示差异达显著水平。下表同。

Note: Values in same column followed with a different lowercase letter are significantly different. The same as below.

根冠比的影响也很明显, 硝铵比为0/100 的根冠比显著高于其他处理, 而其他3个处理之间差异不显著, 硝/铵比例从100/0 降至50/50 时, 根冠比变化不大, 无显著差异。而当硝/铵比从50/50 降至0/100 时根冠比有明显变化, 差异显著。这可能是因为硝态氮处理显著提高菠菜地上部和根系的生

长,而铵态氮对地上部的生长抑制作用比根系更大些。

**2.2 不同硝铵比对菠菜硝态氮、全氮含量的影响** 从表2可以看出,增加铵态氮比例对菠菜根叶中硝酸盐的累积影响相当明显,不同配比间差异都达到显著。硝酸盐的累积量都随着处理中硝铵的降低而减小,硝铵为0/100时含量最小,且显著低于25/75的处理,可见适当增铵能降低植株体内硝酸盐的积累。完全供铵时其积累量远远低于供应硝态氮的各个处理。

表2 不同氮形态配比下菠菜的硝态氮、全氮的影响

**Table 2 Effects of different nitrogen forms on nitrate N and total N in spinach**

硝铵 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	硝态氮		全氮		硝态氮/全氮	
	根	叶	根	叶	根	叶
	Root	Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf
100/0	3 587 a	3 048 a	49 800 a	53 200 a	7.20 a	5.73 a
75/25	2 749 b	2 350 b	46 500 b	51 200 a	5.91 b	4.59 a
50/50	2 018 c	1 720 c	45 100 b	49 400 b	4.47 b	3.48 b
25/75	1 314 d	1 245 d	44 700 b	47 700 b	2.94 c	2.61 c
0/100	1 089 d	675 e	43 500 c	45 610 c	2.50 c	1.47 d

造成不同器官硝态氮累积百分数大小的主要原因可能是硝态氮还原酶活性。叶片是硝态氮还原的主要器官,硝酸还原酶活性较高,而根系虽有较高的硝酸还原酶活性,但由于为吸收器官,吸收与转移还原之间的不平衡现象,使硝态氮含量偏高,因此占全氮百分数较高。

### 3 讨论

(1) 试验结果表明,全铵培养对菠菜生长有明显的抑制作用,全铵培养下菠菜的根、叶的鲜重和干重都明显低于其他处理,硝态氮对菠菜生长有促进作用。菠菜不论地上部、根系的鲜重还是干重都是在全硝的营养液培养下达到最大。这与有关研究结果一致<sup>[6]</sup>。但是有资料报道,增铵后大部分作物的生物量都有提高且明显高于全硝处理,在试验所设的4个硝铵比中生物量仍是全硝培养的最高,而张春兰<sup>[7]</sup>等研究报告在硝铵比为7/3时其供试品种的鲜重达到最大。因为影响菠菜生长的外界条件很多,可能是造成两种不同结果的原因。究竟是5个配比中没有最适合菠菜生长的硝铵比还是菠菜就是随着营养液中硝态氮的增加而一直增加的,有

待以后进一步的研究。而单纯供给作物铵态氮源能使其遭受毒害的原因主要是由NH<sub>3</sub>引起的<sup>[8-9]</sup>,在NH<sub>4</sub><sup>+</sup>浓度较大或pH值较高时,会产生较多的NH<sub>3</sub>而使作物遭受氨害。因此,推测菠菜生长受抑制的原因是NH<sub>4</sub><sup>+</sup>浓度过大造成的,在叶片中则可能与氨引起膜质过氧化而快速透过生物膜有关<sup>[10]</sup>,从而最终导致菠菜生长缓慢,产量低。

(2) 植物之所以能累积硝态氮,首先是在于外界硝态氮的吸收,其次在于吸收后的转移和还原。吸收、转移和还原制约着植物体硝态氮累积的强度和数量,硝态氮的累积实际上是其转移不及时,或还原不完全,或二者共同作用的结果,而这一切又和硝态氮吸收量的多寡有关,因此实际上硝态氮的累积是其吸收多寡、转移快慢和还原强弱共同作用的综合表现。试验结果表明,增加营养液铵态氮的比例可以明显降低菠菜品种的硝酸盐和全氮的积累量,因此,通过调节营养液中硝铵比例在一定程度上能够降低菠菜硝酸盐的累积。

(3) 各个器官或同一器官不同部位硝态氮含量之所以有差异,主要是其在这些器官或部位还原多少所造成的结果。试验结果表明,不同硝铵比直接影响菠菜体内硝态氮及全氮的含量,并且随着硝态氮的提高而增加。菠菜主要吸收硝态氮,硝态氮吸收的越多,则形成的有机氮越少,因而硝态氮含量随硝铵配比中铵的增加而降低,说明增加铵态氮的比例可以增加菠菜中有机氮的含量,从而提高菠菜的品质。

### 参考文献

- [1] 田霄鸿, 李生秀, 尹向涛, 等. 莴笋对不同形态氮素的反应[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 14(3): 377-381.
- [2] 王健, 孙兴祥, 沈其荣, 等. 增铵对菠菜生长及品质的影响[J]. 土壤通报, 2006, 37(2): 326-329.
- [3] 孙权, 丁富荣, 李鹏, 等. 氮肥对大白菜硝酸盐累积的影响及合理施用量研究[J]. 土壤, 2003, 35(3): 255-258.
- [4] 张树清, 魏小平. 蔬菜作物对硝铵态氮吸收能力比较研究[J]. 兰州大学学报, 2002, 38(4): 77-84.
- [5] 王朝辉, 李生秀. 蔬菜不同器官的硝态氮含量与水分、全氮、全磷含量的关系[J]. 植物营养与肥料学报, 1996, 2(2): 144-152.
- [6] 田霄鸿, 王朝晖, 李生秀. 不同氮素形态及比对蔬菜生长及品质的影响[J]. 西北农业大学学报, 1994, 27(2): 6-10.
- [7] 张春兰, 高祖明, 张耀栋, 等. 氮素形态NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N与NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N比对菠菜生长和品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 1990(3): 70-74.
- [8] MENDEL K, KIRKBY E A. Principles of plant nutrition [D]. Wörlaufen Bern: International Potash Institute, 1982: 353-354.
- [9] 池田英南, 大尺考也. 蔬菜生长与氮素营养(3) [J]. 农业-园艺, 1987, 62(3): 453-457.
- [10] 孙朝晖, 程斐, 赵玉国, 等. 铵态氮促进水培番茄膜质过氧化产物形成[J]. 园艺学报, 2002, 29(1): 4.
- [11] and leaf analysis [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1986, 111(6): 822-828.
- [13] 李亚东, 洪振环, 张志东, 等. 长白山区不同酸性土壤上栽培越桔的树体营养状况研究[J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(4): 33-37.
- [14] YANG WQ, GOULART B L, DEMCHAK K, et al. Interactive effects of mycorrhizal inoculation and organic soil amendments on nitrogen acquisition and growth of highbush blueberry [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2002, 127(5): 742-748.
- [15] Rich L A, KORCAK R F, THOMPSON A H. The effect of selected soil factors on growth and nutrient content of highbush blueberry (Vaccinium corymbosum L.) [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1982, 107(5): 943-946.
- [16] CUMMINGS G A, MAINLAND C M, ILLY J P. Influence of soil pH, sulfur, and sawdust on rabbiteye blueberry survival, growth and yield [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1981, 106(6): 783-785.

(上接第4045页)

影响[J]. 吉林农业大学学报, 2003, 25(2): 179-182.

[6] 唐雪东, 李亚东, 臧俊华, 等. 土壤施硫对越橘生长发育的影响[J]. 东北农业大学学报, 2004, 35(5): 553-560.

[7] 顾姻, 贺善安. 蓝浆果与蔓越橘[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 322.

[8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 263-270.

[9] 邓勃. 应用原子吸收与原子荧光光谱分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 478-488.

[10] ECKP. Blueberry science [M]. New Brunswick and London: Rutgers University Press, 1988: 135-180.

[11] KORCAK R F. Adaptability of blueberry species to various soil types: I. Growth and initial fruiting [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1986, 111(6): 816-821.

[12] KORCAK R F. Adaptability of blueberry species to various soil types. Soil