

不同氮形态配比对菠菜硝酸盐、草酸含量的影响

赵建荣, 秦改花

(安徽科技学院 植物科学学院 安徽 凤阳 233100)

摘要: 通过水培试验研究了不同氮形态对菠菜硝酸盐、草酸含量的影响。结果表明: 在 $\text{NO}_3^- - \text{N} / \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 比例为 100/0 时菠菜的生物量最大, 而随着 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 比例的增加, 菠菜的生物量呈递减趋势, 根冠比则在升高。菠菜可食部位的硝酸盐、草酸含量随铵态氮比例的增加逐渐减少, 在完全供铵时含量最少。 $\text{NO}_3^- - \text{N} / \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 比为 25/75 时 Vc 含量最高。

关键词: 菠菜; 硝酸盐; 草酸

中图分类号: S 147.34 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)09-0016-03

大多数植物都可以吸收硝态氮、铵态氮以及它们的混合物, 但哪种氮源更有利于植物生长, 既与植物的种类有关, 也与植物的生长环境有关。植物根据自身对硝态氮和铵态氮的偏好, 吸收这两种氮素后, 一般对本身无害。但是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^[1]。因此, 研究外界环境条件对植物吸收利用硝态氮和铵态氮的影响, 使植物既能生长良好, 又能较少地积累硝态氮而有利于人类健康, 这是值得深入探讨的重要问题。菠菜是一种公认的喜硝作物。但是, 近来越来越多的研究表明, 植物的喜硝特性并不是绝对的, 许多喜硝植物在硝态氮供应充足的前提下, 如果同时供应少量铵态氮可明显促进作物生长。有人认为, 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^[2-4]。硝态氮和铵态氮虽然同是植物可吸收利用的氮素形态, 但植物对二者的吸收、运输、储藏和同化等方面存在很大差异, 这必然会影响到植物的其他生理过程和生长发育。

菠菜是非常重要的绿叶蔬菜。但是菠菜既能积累高量的硝酸盐, 又是草酸累积型的蔬菜。人体摄入过量的 NO_3^- 可被还原成 NO_2^- , 而导致高铁血红蛋白症, 或者与二级胺结合还可能形成强致癌亚硝胺, 诱发人体消化系统的癌变。而草酸是蔬菜中的一种毒素和抗营养因子, 人体长期摄入富含草酸的蔬菜可能会引起 Ca、Fe、Mg、Cu 等矿质元素的缺乏和引起一系列疾病。因此, 降低蔬菜可食部位的硝酸盐和草酸含量对于提高其安全品质是至关重要的。近年来, 菜农盲目过量施用氮

肥的现象十分普遍, 导致菠菜中硝酸盐和草酸累积的问题也更加突出。显然, 研究菠菜体内包括草酸在内的有机酸代谢规律, 探索降低其中硝酸盐和草酸含量的营养调控技术已迫在眉睫。为此, 该试验开展了不同氮形态对菠菜可食部位的硝酸盐以及草酸的累积的影响研究, 从而为无土栽培和田间条件下生产低草酸和低硝酸盐蔬菜, 配制适宜的营养液配方和合理施用氮肥提供理论依据。

1 材料与方法

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/铵态氮比为 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 $\mu\text{mol/L}$ 硝化抑制剂 DCD。每处理设 3 次重复, 每 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 $^{\circ}\text{C}$ 杀青并在 70 $^{\circ}\text{C}$ 烘干后称干重。硝酸盐含量采用水杨酸比色法; 草酸含量采用分光光度法测定; Vc 含量采用滴定法。

2 结果与分析

2.1 不同硝铵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 $\text{NO}_3^- - \text{N} / \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 配比为 100/0 的处理最高, 且随 $\text{NO}_3^- - \text{N} / \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 比例的减小而呈递减趋势。说明如果单从生物量的角度考虑, 菠菜仍以单一供 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 营养的处理效果最好。增铵对根系鲜重和干

第一作者简介: 赵建荣(1979-), 男, 山西太原人, 硕士, 讲师, 主要从事植物营养方面研究工作。E-mail: zj0105@163.com。

基金项目: 安徽科技学院引进人才专项资助项目(ZRC200676)。

收稿日期: 2008-03-22

重的变化趋势和地上部相同,都是在 $\text{NO}_3^- - \text{N}/\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 为 100/0 时最大,从表 1 可以看出,增铵对菠菜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,而其它 3 个处理之间差异不显著, $\text{NO}_3^- - \text{N}/\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 比例从 100/0 降至 50/50 时,根冠比变化不大,无显著差异。而当 $\text{NO}_3^- - \text{N}/\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 比例从 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 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 处理显著提高菠菜地上部和根系的生长,而 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 对地上部的生长抑制作用比根系更大些。

2.2 不同氮素形态对比对菠菜地上部硝酸盐含量影响

从图 1 可以看出,增加铵态氮比例菠菜可食部位硝酸盐的累积影响相当明显,不同配比间差异都达到显

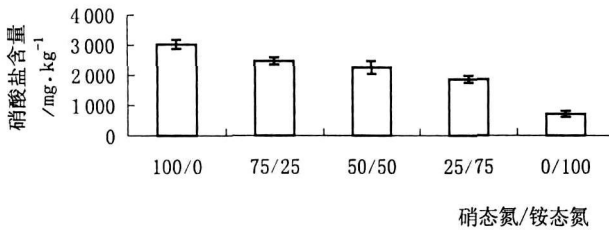


图 1 不同铵硝对比对菠菜地上部硝酸盐含量影响

2.3 不同氮素形态对比对菠菜地上部位草酸含量影响

从图 2 可以看出,菠菜可食部位草酸的累积随着处理中 $\text{NO}_3^- - \text{N}/\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 比例的增加而降低,与硝酸盐含量的变化一致。硝铵比 0/100 时含量最小,且显著低于 75/25 的处理,可见适当增铵能降低植株体内草酸的积累。供铵比例为 50%与 75%时草酸含量无显著差异,而在完全供铵时其草酸积累量远远低于供应硝态氮的各个处理。

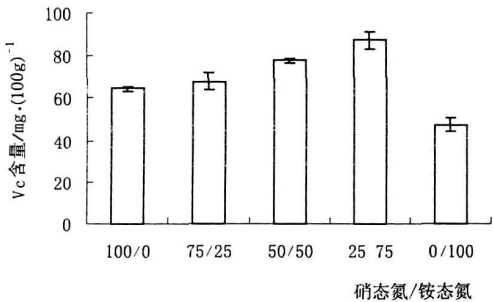


图 3 不同铵硝对比对菠菜地上部 Vc 含量的影响

2.4 不同氮素形态对比对菠菜地上部位 Vc 含量的影响

维生素 C 也是衡量菠菜营养品质的一个重要指标。由图 3 可见,不同形态氮素对比对菠菜地上部位的 Vc 含量有明显的影

响。硝酸盐的累积量都随着处理中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}/\text{NO}_3^- - \text{N}$ 比例的减小而增高,铵硝比 100/0 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 1 不同氮形态对比对菠菜生长的影响

$\text{NO}_3^- - \text{N}/\text{NH}_4^+ - \text{N}$	鲜重/g		干重/g		根冠比
	根	叶	根	叶	
100/0	3.57a	13.4a	0.31a	1.47a	0.27b
75/25	3.16a	10.9a	0.28a	0.89b	0.28b
50/50	2.97b	11.2b	0.26a	0.94b	0.27b
25/75	1.54c	4.9c	0.14b	0.57c	0.31a
0/100	1.16c	3.7c	0.12b	0.33c	0.34a

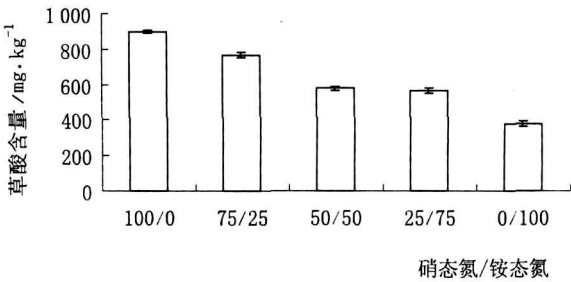


图 2 不同铵硝对比对菠菜地上部草酸含量的影响

菠菜可食部位的 Vc 含量显著增加,随后当铵态氮比例提高到 100%,Vc 含量达到最低。这说明适当提高铵态氮比例可使菠菜地上部位的 Vc 含量增加。

3 讨论

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, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 对菠菜生长有促进作用。菠菜不论地上部还是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。这与王健^[2]和田霄鸿^[6]等报告的研究结果一致。但是有资料报道增铵后大部分作物的生物量都均有提高且明显高于全硝处理,在该试验所设的 4 个铵硝比例中生物量仍是全硝培养的最高,而张春兰^[7]等研究报道在铵硝比为 3:7 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铵硝比还是菠菜就是随着营养液中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 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_3 引起的^[8-9],在 NH_4^+ 浓度较大或 pH 值较高时,会产生较多的 NH_3 而使作物遭受氨害。因此,推测菠菜生长受抑制的原因是 NH_4^+ 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^[10]从而最终导致菠菜生长缓慢,产量低。

已有不少研究表明,氮素形态对硝酸盐积累具有显著影响。该试验表明增加营养液铵态氮的比例可以明显降低菠菜的硝酸盐含量,这和张春兰^[1]等研究结果一致。其原因可能是铵态氮的同化酶降低了硝酸盐转运蛋白活性或其合成速率,也或者是其存在抑制了其体内硝酸盐的同化作用。

不同氮素形态配比也显著影响着植物体内草酸的累积。通常情况下施用铵态氮比施用硝态氮更易降低植物体内的草酸含量,张英鹏的研究表明适当提高营养液中铵态氮的比例不仅可以大大降低菠菜地上部可食部分可溶态草酸含量和积累量,而且也可有效降低草酸总量,这可以提高膳食中钙、镁和铁等矿质元素的有效性。张春兰^[1]研究发现随硝/铵比增大,菠菜体内的草酸含量呈现先降低、再增大的趋势,而且草酸含量在不同氮形态处理下的顺序为:硝态氮>铵态氮>尿素氮。该试验也验证了这一结果,随着铵态氮的比例升高,菠菜叶片的草酸含量降低。

Vc含量是蔬菜的一项重要品质指标。张春兰^[1]研究发现菠菜中的Vc含量随硝/铵比例的减少而显著的增加。而该试验结果表明当铵态氮比例从0提高到75%时,菠菜可食部位的Vc含量显著增加,随后当铵态

氮比例提高到100%,Vc含量达到最低。

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.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] 张树涛,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,王朝辉,李生秀.不同氮素形态及对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.氮素形态和 NH_4^+-N 与 NO_3^--N 对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] Mengel K, Kirkby E A. Principles of Plant nutrition[D]. Worblaufen-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] 张春兰,高祖明,张耀栋,等.氮素形态和 NO_3^--N 与 NH_4^+-N 对比对菠菜生长和品质的影响[J].南京农业大学学报,1990,13(3):70-74.

Effect of Different Nitrogen Forms on Nitrate and Oxalate Accumulation of Spinach

ZHAO Jian-rong, QIN Gai-hua

(Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100, China)

Abstract: Hydroponical experiment was carried out to study the effect of nitrogen forms on growth and nutritional quality of spinach. The results showed: The biggest biomass of spinach was found in the ratios of NO_3^--N to NH_4^+-N of 100/0. The biomass were decreased but roots/shoot was increased with the increasing of ammonium nitrogen form ratio. The contents of nitrate and oxalate decreased with the increasing of ammonium nitrogen form ratio, and they were lowest for complete ammonium nitrogen. The content of vitamin C was highest when the ammonium nitrogen form ratio was at 25/75.

Key words: Spinach; Nitrate; Oxalate

茄子 V 形整枝法

V形整枝是在定植后,进行主干除蘖,促使第一朵花着生节位高达50~60cm,其下自然形成两分枝。在着生2~3片叶以后,再分别各自长分枝,留此4个主枝为结果母枝,分别牵引成俯视与主干成X形。以后主干下各侧芽、叶片均应及早摘除,以节省养分及保持通风、透光。由于此V形整枝方法使其每枝结果枝营养供应充分且均匀,减少植株营养物质浪费,其结果量多,平均每枝结果枝都维持6~8个果实。故需用支架支撑其重。V形整枝架的搭

建,以在茄子主干两边,使用桂竹斜杆成V字形,高度约2m,每支桂竹隔2.3~3.6m,再利用细竹横向拉杆,结缚于V形支架上,高度约10~130cm。此时,因结果母枝尚短,未能生长至横细竹上,应用塑胶绳牵引,直到结果母枝生长达到横支架时,再将结果母株上塑胶绳改系于横支架上。在茄子的结果母枝上,每叶腋的侧芽为结果短枝,在结果短枝结果后,其下留1片叶,再行摘心,以充分供应茄果养分,促进发育。茄果在采收时,应在近结果短枝基部侧芽上方剪下促使其基部侧芽生长成的结果短枝,约经20~30d,又可开花结果。