

# 有机肥与无机肥配施对芹菜硝酸盐含量和品质的影响

崔文芳<sup>1</sup>, 王俊超<sup>2</sup>, 高书晶<sup>3</sup>

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 呼和浩特 014109; 2. 呼和浩特市科学技术局, 内蒙古 呼和浩特 010010;

3. 中国农业科学院 草原研究所, 内蒙古 呼和浩特 010010)

**摘要:**以四季西芹为试材,研究了有机肥与无机肥配合施用对西芹硝酸盐、亚硝酸盐、维生素 C 及可溶性糖含量的影响。结果表明:NPK 肥与有机肥配施能有效降低蔬菜中硝酸盐、亚硝酸盐含量;以氯化铵作氮源,芹菜的硝态氮、亚硝酸盐含量较低,维生素 C、可溶性糖含量高,优于以尿素作氮源的处理。芹菜中硝酸盐易在叶柄中累积,且叶柄中含量显著高于叶片,叶片中维生素 C 和可溶性糖含量高于叶柄。

**关键词:**芹菜;硝酸盐;品质;影响

**中图分类号:**S 636.306<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)13-0156-03

硝酸盐是作物吸收氮素的主要形态之一,其含量水平可反映作物的氮素营养状况。但是作物积累过量硝酸盐,就对人、畜健康造成潜在威胁。芹菜生长过程中,体内硝酸盐累积较严重,沈明珠等<sup>[1]</sup>、周泽义等<sup>[2]</sup>根据 FAO/WHO 规定的食品硝酸盐 ADI 值提出蔬菜可食部分硝酸盐允许值为 432 mg/kg,芹菜的硝酸盐积累远远超过此值。在无公害蔬菜生产中,如何降低芹菜硝酸盐含量,使之达到食品安全的要求,是一项十分重要的任务。该试验研究了有机肥与无机肥配施对芹菜硝酸盐含量和营养品质的影响,为芹菜的无公害栽培施肥技术提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料:四季西芹;有机肥;化肥:尿素、氯化铵、过磷酸钙、硫酸钾。

### 1.2 试验方法

试验于 2010 年在内蒙古包头市内蒙古农业大学职业技术学院科技园区进行,试验设 8 个处理,分别为:A:CK(不施肥);B:有机肥(羊粪,下同);C:尿素+有机肥;D:氯化铵+有机肥;E:尿素+过磷酸钙+有机肥;F:氯化铵+过磷酸钙+有机肥;G:尿素+过磷酸钙+硫酸钾+有机肥;H:氯化铵+过磷酸钙+硫酸钾+有机肥。3 次重复,试验地畦长 5.5 m,畦宽 1 m,面积 5.5 m<sup>2</sup>,占地总面积为 121 m<sup>2</sup>。各处理的施肥量分别为:尿

素 10.5 kg/667m<sup>2</sup>,氯化铵 20.2 kg/667m<sup>2</sup>,过磷酸钙 24.2 kg/667m<sup>2</sup>,硫酸钾 14.16 kg/667m<sup>2</sup>,有机肥 3 025 kg/667m<sup>2</sup>。有机肥作基肥于播前施用,无机肥作追肥,随水浇施。

### 1.3 项目测定

试验于旺盛生长期和收获期取样进行品质分析,每个处理取样 4 株,每株取相同部位的正常功能叶,剪碎后取混合测定其品质,每样品重复 2 次,分别测定其硝态氮含量、亚硝酸盐含量、可溶性糖含量和维生素 C 含量。可溶性糖采用蒽酮法测定<sup>[3]</sup>,维生素 C 采用比色法测定<sup>[3]</sup>,硝态氮含量采用水杨酸法测定,亚硝酸盐含量采用分光光度计法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 有机肥与无机肥配施对芹菜硝酸盐含量的影响

由表 1 可知,施肥与不施肥各处理芹菜的硝酸盐含量差异显著。不施肥和仅施有机肥处理其硝酸盐含量最低,施用尿素的处理 C、E、G 比对照 A 处理硝态氮(硝酸盐)含量明显升高,其中处理 E 叶柄和叶片的硝酸盐含量都表现最高,处理 H 硝酸盐含量在 744~813 mg/kg 之间,显著低于处理 G。说明以氯化铵作为氮源能有效降低蔬菜的硝酸盐含量。王昌全等<sup>[4]</sup>研究也表明,施用氯化铵或氯化铵与硫酸铵配施是降低芹菜硝酸盐的有效措施。氯化铵不仅能减少硝酸盐积累,提高芹菜品质,也有利于植株生长,增加产量。同时,不会引起土壤 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 的过度累积,这与以往报道一致<sup>[5-6]</sup>。

磷肥对芹菜硝酸盐的影响是双向的,磷肥不仅可以增强芹菜自身的代谢活力以促进硝酸盐的转化、分解,而且可以增强芹菜对硝态氮的吸收能力。一般说来,芹菜生长前期磷肥能增加硝态氮的吸收量,后期则能促进

**第一作者简介:**崔文芳(1977-),女,内蒙古人,硕士,讲师,现主要从事蔬菜栽培与生理等研究工作。E-mail: cui.wenfang@163.com.

**收稿日期:**2012-03-26

硝酸盐的分解从而降低硝酸盐的含量。前期,芹菜营养生长旺盛,如果此时土壤中的硝态氮含量丰富,则会引起芹菜体内硝态氮(硝酸盐)的大量积累。后期,芹菜营养生长趋于稳定,磷肥则有利于芹菜体内硝态氮(硝酸盐)的转化分解,从而降低芹菜体内硝态氮(硝酸盐)的含量。施用氯化铵的处理 F 比对照 A 处理硝态氮(硝酸盐)含量有所升高,平均在 840 mg/kg 左右,而施用钾肥后尿素与氯化铵处理硝酸盐含量均有降低趋势,表明钾肥有降低芹菜硝态氮含量的作用。许前欣等<sup>[7]</sup>在“3 年 8 茬”蔬菜上的定位试验研究结果表明,在氮磷施用量相同的基础上,增施硫酸钾或氯化钾肥的菠菜,其硝酸盐含量平均比对照降低 632 mg/kg,降低了 24.78%。钾为伴随离子可以加速硝态氮由根部向地上部转移,从而提高了茎叶硝酸盐含量。同时,钾又能促进其还原转化,减少硝酸盐的含量。氯化铵+过磷酸钙+硫酸钾+有机肥处理叶片硝酸盐含量低于氯化铵+有机肥、氯化铵+过磷酸钙+有机肥处理。表明,氮磷钾肥与有机肥配施能有效降低蔬菜中硝酸盐含量。马茂亭等<sup>[8]</sup>的研究也表明,较高肥力菜田土壤上适宜氮磷钾比例的有机、无机肥配施,有利于提高根芹菜产量和降低硝酸盐含量。

表 1 有机肥与无机肥配施对芹菜

硝酸盐含量的影响

mg/kg

	处理	A(CK)	B	C	D	E	F	G	H
旺盛生	叶柄	725g	721h	950c	841e	1 040a	916d	1 017b	813f
长期	叶片	714h	717g	853c	736f	902a	780d	866b	744e
收获	叶柄	712g	710g	892c	824e	916a	840d	901b	809f
期	叶片	703g	704g	829c	806f	891a	824d	866b	810e

由表 1 还可以看出,芹菜中叶柄的硝酸盐含量高于叶片,硝酸盐易在叶柄中累积,与张锡洲等<sup>[9]</sup>的研究结果相同。原因是因为叶脉或叶柄以输导组织为主,质外体空间所占比例较高,而共质体空间所占比例低,因此对硝酸盐的还原能力低于叶肉,导致硝酸盐含量较高<sup>[10]</sup>。

## 2.2 有机肥与无机肥配施对芹菜亚硝酸盐含量的影响

根据我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐含量限量标准(以  $\text{NaNO}_2$  计 $\leq 4.0$  mg/kg)来看,该试验的芹菜亚硝酸盐含量在标准范围内,说明芹菜的亚硝酸盐含量符合国家标准。结果表明,施肥与不施肥各处理芹菜的亚硝酸盐含量差异显著。其中,以施用尿素后的亚硝酸盐含量最高,尿素+有机肥处理叶柄在旺盛生长期和收获期亚硝酸盐含量都表现最高,叶片分别为 0.61、0.52 mg/kg,叶柄分别为 1.04、1.01 mg/kg,而施用磷钾肥后逐渐降低。以氯化铵作氮源的处理 H 比用尿素作为氮肥的处理 G 叶柄亚硝酸盐含量显著降低。磷肥对亚硝酸盐含量的影响同于磷肥对硝酸盐的影响,钾肥也有降低芹菜亚硝酸盐含量的作用。其中氯化铵+过磷酸钙+硫酸

钾+有机肥配施处理的叶片,亚硝酸盐含量均低于其它任何处理,叶片分别为 0.08、0.04 mg/kg,叶柄分别为 0.13、0.10 mg/kg,这表明氮磷钾肥与有机肥配施能有效降低蔬菜中亚硝酸盐含量。所以,在无公害蔬菜栽培中,尿素等易引起蔬菜硝酸盐积累的氮肥要尽量避免施用或适量施用。从表 2 还可看出,芹菜中亚硝酸盐易在叶柄中累积,且从旺盛生长期到收获期含量逐渐降低。

表 2 有机肥与无机肥配施对芹菜

亚硝酸盐含量的影响

mg/kg

	处理	A(CK)	B	C	D	E	F	G	H
旺盛生	叶柄	0.09g	0.12f	1.04a	0.17e	0.95b	0.19d	0.80c	0.13f
长期	叶片	0.07f	0.11e	0.61b	0.12d	0.79a	0.12e	0.53c	0.08f
收获	叶柄	0.07g	0.09f	1.01a	0.13d	0.76b	0.11ef	0.64c	0.10f
期	叶片	0.05g	0.09e	0.52b	0.10d	0.57a	0.08f	0.38c	0.04h

## 2.3 有机肥与无机肥配施对芹菜可溶性糖含量的影响

由表 3 可知,施肥与不施肥各处理芹菜的可溶性糖含量差异显著。随着肥料种类的丰富,芹菜可溶性糖的含量表现增加趋势。在处理 H 中,叶柄比对照(CK)可溶性糖含量增加了 22.07%,比 D 处理、F 处理分别增加了 8.59%和 7.60%。说明氮磷钾肥与有机肥配合施用有利于芹菜可溶性糖的积累,其主要原因是由于磷肥和钾肥都能够促进植物体内可溶性糖的运输、积累。氯化铵+过磷酸钙+硫酸钾+有机肥处理比尿素+过磷酸钙+硫酸钾+有机肥可溶性糖含量也显著增加,且叶柄的可溶性糖含量高于叶片。表明氯化铵作为氮源有利于改善芹菜的品质。

表 3 有机肥与无机肥配施对芹菜

可溶性糖含量的影响

g/kg

处理	A(CK)	B	C	D	E	F	G	H
叶柄	2.90g	3.02f	3.16e	3.26d	3.30c	3.29c	3.41b	3.54a
叶片	2.86g	2.89f	3.10e	3.02e	3.12d	3.24c	3.38a	3.32b

## 2.4 有机肥与无机肥配施对芹菜维生素 C 含量的影响

由表 4 可知,各处理的叶柄、叶片中维生素 C 含量差异显著,叶片的维生素 C 含量明显高于叶柄。以氯化铵作氮源的处理维生素 C 含量明显高于以尿素作氮源的处理。施肥的情况下,其叶片维生素 C 含量只有 906 mg/kg。施肥后,芹菜的维生素 C 含量普遍增加,最高可达到 1 184 mg/kg。在不同肥料的比较中,用氯化铵作氮肥芹菜的维生素 C 含量高于以尿素作氮肥的处理。处理 H 叶片维生素 C 含量最高,达到 1 184 mg/kg,比不施肥的对照(CK)高 278 mg/kg,其叶柄维生素 C 含量明显高于处理 D、处理 F。以上分析表明,以氯化铵作氮源的处理芹菜维生素 C 含量较高,而叶片的维生素 C

表 4 有机肥与无机肥配施对芹菜

维生素 C 含量的影响

mg/kg

处理	A(CK)	B	C	D	E	F	G	H
叶柄	107h	113g	122f	128e	143d	151c	192a	190b
叶片	906g	972f	1 057e	1 072d	1 140c	1 160b	1 141c	1 184a

含量明显高于叶柄,氮磷钾肥与有机肥配施能有效增加维生素 C 含量。

### 2.5 有机肥与无机肥配施对芹菜产量的影响

由表 5 可知,氮肥是影响产量的关键性因素,但磷钾肥是必不可少的。随着肥料种类的丰富,产量也随之升高。例如,在不施肥的情况下,667 m<sup>2</sup> 芹菜产量是 2 729 kg,施入有机肥后,芹菜产量迅速提高,667 m<sup>2</sup> 产量由 2 729 kg 增加至 5 469 kg;而在氮、磷、钾全面施入的情况下,667 m<sup>2</sup> 芹菜产量可达 6 488 kg,这说明氮磷钾与有机肥配施是提高芹菜产量的关键。氯化铵与过磷酸钙、硫酸钾、有机肥配施产量显著高于尿素与过磷酸钙、硫酸钾、有机肥配施处理,说明氯化铵作为氮源更有利于芹菜产量的提高。

表 5 有机肥与无机肥配施对芹菜产量的影响

处理	A(CK)	B	C	D	E	F	G	H
5.5 m <sup>2</sup> 小区产量/kg	22.5	45.1	51.1	48.2	51.0	51.5	52.5	53.5
667 m <sup>2</sup> 产量/kg	2 729g	5 469f	6 197d	5 845e	6 185d	6 245c	6 367b	6 488a

### 3 结论与讨论

试验结果表明,在各施肥方案中,以氯化铵作氮源芹菜的硝态氮、亚硝酸盐含量最低,优于以尿素作氮源的处理,芹菜中硝酸盐在旺盛生长期易在叶柄中累积,到后期逐渐下降。故在容易积累硝酸盐的叶菜类、根菜类和薯芋类蔬菜中,应减少尿素作氮源,以防引起硝酸盐的大量积累。

不同施肥结构对芹菜营养品质的影响中,氯化铵作氮源比尿素作氮源芹菜维生素 C、可溶性糖含量高,即施用氯化铵后芹菜的营养品质优于施用尿素的营养品质。磷肥和钾肥能够促进芹菜体内物质的转化和运输,是提

高芹菜营养品质的重要环节。

通过对上述处理的综合比较可知,芹菜的卫生品质和营养品质的高低与施肥结构有密切关系,选择适宜氮肥平衡施肥可以改善芹菜的卫生品质和营养品质,有利于硝态氮和亚硝酸盐的转化;对于蔬菜来说,不宜用尿素及其硝态氮肥作氮源,而应该选用铵态氮肥与有机肥料作氮源。芹菜叶柄是主要的可食部分,而硝酸盐在叶柄中积累量又高于叶片,因此,如何降低芹菜硝酸盐含量,特别是降低叶柄硝酸盐含量是一个值得深入研究的问题。

### 参考文献

- [1] 沈明珠,翟宝杰,东惠茹,等. 蔬菜硝酸盐的研究[J]. 园艺学报,1982,9(4):43-47.
- [2] 周泽义,胡长敏. 中国蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐污染因素及控制研究[J]. 环境科学进展,1999,7(5):1-13.
- [3] 邹奇. 植物生理生化试验指导[M]. 北京:中国农业出版社,1995:33-34,53-55.
- [4] 王昌全,陈远学,周娅,等. 不同氮肥及肥料组合对芹菜生长和硝酸盐含量的影响[J]. 土壤肥料,2004(1):10-13,18.
- [5] 周丕东,石孝均,毛知耘. 氯化铵中氯的硝化抑制效应研究[J]. 植物营养与肥料学报,2000,7(4):397-403.
- [6] 高怀春,陈美蓉. 氮肥最后施用期对蔬菜硝酸盐含量的影响[J]. 湖北农业科学,2003(13):53-54.
- [7] 许前欣,赵振达,李秀文,等. 钾肥对蔬菜产量品质效应的研究[J]. 土壤肥料,1999(2):23-25.
- [8] 马茂亭,安志装,邹国元. 不同施肥处理对特菜根芹菜产量和硝酸盐积累的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(17):214-217.
- [9] 张锡洲,王昌全,陈远学. 施肥对芹菜硝酸盐含量的影响[J]. 四川农业大学学报,2003,21(1):1-3.
- [10] 程兴虎,魏永胜,王朝辉. 杨凌区常见市售蔬菜硝酸盐含量污染评价[J]. 陕西农业科学,2006(6):21-23.

## Effects of the Organic Fertilizer Mixed with the Chemical Fertilizer on Quality and the Content of Nitrate in Celery

CUI Wen-fang<sup>1</sup>, WANG Jun-guo<sup>2</sup>, GAO Shu-jing<sup>3</sup>

(1. Inner Mongolia Agricultural Vocational and Technical College, Huhhot, Inner Mongolia 014109; 2. Huhhot Science and Technology Bureau, Huhhot, Inner Mongolia 010010; 3. Grassland Institute, Chinese Academy of Agriculture Science, Huhhot, Inner Mongolia 010010)

**Abstract:** Chosen celery as the material, the content of nitrate, nitrite, vitamin C and soluble sugar by combined application of organic manure and chemical fertilizers were studied. The results showed that combined application of NPK fertilizer and organic manure could reduce effectively the content of nitrate and nitrite in vegetables. Application of ammonium chloride as nitrogen source, the content of nitrate and nitrite in celery was relatively low, and the content of vitamin C and soluble sugar was higher, superior to urea as nitrogen source. Nitrate easy to accumulate in the petioles of celery, and the content of nitrate in petioles were significantly higher than in the leaf, the content of vitamin C and soluble sugar in the leaf was higher than in petiole.

**Key words:** celery; nitrate; quality; effect