

# 夏季秋季喷施氨基酸对小白菜硝酸盐积累及营养品质的影响

王华静, 吴良欢, 陶勤南

(浙江大学环境与资源学院, 浙江 杭州 310029)

**摘要:** 在夏秋两季气候条件下对 3 种氨基酸(谷氨酸、谷氨酰胺、甘氨酸)喷施小白菜硝酸盐积累及营养品质的影响作了研究。结果表明, 在夏季和秋季喷施不同氨基酸都能显著提高小白菜的产量, 尤以谷氨酰胺为佳, 夏季增产幅度更大; 同时都显著降低地上部硝酸盐的含量, 且以谷氨酸效果较佳而季间稳定; 都增加叶绿素、维生素 C 的含量, 也以夏季效果更好; 在夏季谷氨酰胺显著提高地上部磷浓度, 在秋季谷氨酰胺显著提高氮的浓度, 但其他氨基酸效果不太明显; 夏季喷施谷氨酰胺、甘氨酸处理可以显著增加钙和铁的含量, 但各氨基酸处理使锌的浓度显著下降, 秋季甘氨酸处理使铁浓度增加, 甘氨酸和谷氨酸处理使锌浓度增加, 但谷氨酰胺、甘氨酸处理使钙浓度下降, 谷氨酰胺处理使锌浓度下降。

**关键词:** 氨基酸; 硝酸盐含量; 营养品质; 小白菜

中图分类号: X839.2 文献标识码: A 文章编号: 1672 - 2043(2004)02 - 0224 - 04

## Nitrate Accumulation and Variation of Nutritional Quality in Pakchoi after Application of Several Amino Acids in Summer and Autumn

WANG Hua-jing, WU Liang-huan, TAO Qin-nan

(College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029)

**Abstract:** Effects of spraying glutamic acid (Glu), glutamine (Gln) and glycine (Gly) on nitrate accumulation and nutritional quality of pakchoi (*Brassica chinensis* L.) were studied both in summer and in autumn. The result showed that the three amino acids (Glu, Gln, Gly) could significantly enhance yield of shoot and Gln was found to be the best. Better gains of increased yield of shoot were obtained when the amino acids were treated in summer than in autumn. The nitrate content of shoot decreased obviously when amino acids, specially, Glu was used in the two seasons. Both chlorophyll and vitamin C contents were improved by spraying three amino acids and benefits were better in summer than in autumn, too. Of three amino acids, could increase P concentration of shoot in summer and K concentration in autumn significantly. Both Glu and Gly significantly increased Ca and Fe concentration, but all the acids significantly decreased Zn concentration in summer. Gly increased Fe concentration, and Gly and Glu increased Zn concentration significantly, but Gln and Gly decreased Ca concentration and Gln decreased Zn concentration significantly in autumn.

**Keywords:** amino acid; nitrate content; nutritional quality; pakchoi (*Brassica chinensis* L.)

亚硝酸是致癌性强的一类有机化合物, 其诱癌时间随每日食用量增多而缩短, 另外它还有引起遗传变异和怪胎的潜在危险, 而硝酸盐是亚硝酸的前体物<sup>[1]</sup>。人体中的硝酸盐主要来自蔬菜, 特别是叶菜类

蔬菜。因此, 如何降低蔬菜硝酸盐积累已成为农产品安全研究的一大热点。前人研究了氨基酸部分取代水培液中的硝酸盐可以降低蔬菜硝酸盐的含量<sup>[2-4]</sup>, 也有人研究了喷施混合氨基酸液肥对蔬菜产量和品质(主要是 VC 和糖)的影响, 并取得了良好效果<sup>[5,6]</sup>。然而, 关于喷施某种氨基酸对叶菜类蔬菜品质的影响很少有人研究, 对单一氨基酸在不同气候条件下作用效果尚未见报道。本研究探讨了氨基酸营养与蔬菜硝酸盐含量和营养品质的关系, 以期对绿色有机蔬菜生

收稿日期: 2003 - 08 - 13

基金项目: 国家自然科学基金项目(39970432, 30370838); 及浙江省科技攻关项目(021102084)。

作者简介: 王华静(1979 -), 女, 山东威海人, 博士生, 主要从事植物有机营养研究工作。E-mail: wanghuajing0631@163.com

产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于 2002 年 8 月份(夏季)和 11 月份(秋季)在浙江大学环境与资源学院温室中进行。夏季生长期最高平均温度 29.9 °C, 最低平均温度 24.7 °C, 平均温度 27.3 °C, 其中最高温度 36 °C, 最低温度 20 °C; 秋季生长期最高平均温度 16.0 °C, 最低平均温度 9.3 °C, 平均温度 12.7 °C, 其中最高温度 26 °C, 最低温度 3 °C。供试作物为小白菜 (*Brassica. Chinensis* L.), 品种为“抗热 605”。小白菜浸种 8 h 后播于沙盘, 置于光照培养箱中。幼苗长至 2 片子叶充分展平时, 洗净根部, 移至温室中进行水培。每盆植苗 5 棵, 水培液体积 1 000 mL, 采用霍格兰营养液配方<sup>[7]</sup>。水培起始 5 d, 只加 1/2 基本营养液, 5 d 之后改用全营养液, 并作氨基酸喷施试验。试验设 4 个处理, 分别为: (1) CK, 喷施 50 mL 的自来水; (2) 喷施 N 浓度为 70 mg · L<sup>-1</sup> 的谷氨酸(Glu) 50 mL; (3) 喷施 N 浓度为 70 mg · L<sup>-1</sup> 的谷氨酰胺(Gln) 50 mL; (4) 喷施 N 浓度为 70 mg · L<sup>-1</sup> 的甘氨酸(Gly) 50 mL。各处理重复 3 次。首次喷施处理后, 每 4 d 更换一次营养液, 并作喷施处理, 共喷 6 次。营养液 pH 为 6.0 左右, 昼夜通气, 处理 24 d 后采收, 进行各项指标测定。

### 1.2 测定项目

植株干样的测定: 取各处理小白菜地上部, 105 °C 杀青 1 h 后, 在 60 °C 烘干至恒重, 全氮、全磷、全钾和微量元素按常规分析法测定<sup>[8]</sup>。

植株鲜样的测定: 小白菜地上部硝酸盐含量用水杨酸法测定<sup>[9]</sup>; 小白菜地上部维生素 C 含量的测定采用 2, 6-二氯酚滴定法<sup>[8]</sup>; 功能叶叶绿素含量以顶端第 3、4 叶的叶绿素计读数 (SPAD 值) 平均值表示, 用 SPAD-502 叶绿素计测定。

试验数据采用 DPS 统计软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 喷施氨基酸对小白菜地上部生长的影响

从表 1 可以看出, 无论是夏季还是秋季, 喷施谷氨酸、谷氨酰胺、甘氨酸都能显著提高小白菜地上部鲜重和地上部干重。与对照相比, 夏季喷施氨基酸各处理鲜重和干重依次增加 31.06%, 77.96%, 73.22% 和 30.74%, 53.75%, 48.88%, 以谷氨酰胺及甘氨酸增产幅度较大; 秋季喷施氨基酸各处理的鲜

重和干重依次增加 22.66%, 52.73%, 13.71% 和 34.00%, 54.63%, 23.84%, 以谷氨酰胺增产幅度最大。这说明喷施氨基酸的营养效果显著, 且夏季大于秋季。

表 1 喷施氨基酸对小白菜地上部鲜重和干重的影响

Table 1 Effects of amino acids on fresh and dry weights of pakchoi shoot

处理	地上部鲜重/g · 株 <sup>-1</sup>		地上部干重/g · 株 <sup>-1</sup>	
	夏季	秋季	夏季	秋季
CK	2.1700cC	2.9311cC	0.1519cC	0.1653cC
谷氨酸	2.8440bB	3.5954bB	0.1986bB	0.2215bAB
谷氨酰胺	3.8617aA	4.4767aA	0.2335aA	0.2556aA
甘氨酸	3.7589aA	3.3330bcBC	0.2262aA	0.2047bB

注: 不同大小写字母分别表示 1% 和 5% 显著水平 (SSR 法), 下同。

### 2.2 喷施氨基酸对小白菜可食部分硝酸盐含量的影响

从图 1 可以看出, 无论是夏季还是秋季, 喷施谷氨酸、谷氨酰胺、甘氨酸都可以显著降低小白菜地上部分硝酸盐的含量。与对照相比, 3 种氨基酸处理小白菜硝酸盐含量夏季依次降低 11.00%, 4.65%, 4.43%, 以谷氨酸效果最佳, 与谷氨酰胺、甘氨酸处理间差异达到显著水平; 秋季依次降低 11.24%, 5.26%, 17.16%, 以谷氨酸、甘氨酸效果较佳, 与谷氨酰胺处理间差异达显著水平。从夏秋两季试验结果综合分析, 谷氨酸对小白菜硝酸盐积累的抑制效果更为明显。

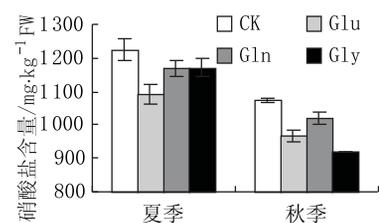


图 1 喷施氨基酸对小白菜地上部分硝酸盐含量的影响

Figure 1 Effects of amino acids on content of nitrate in pakchoi shoot

### 2.3 喷施氨基酸对小白菜叶绿素及维生素 C 含量的影响

从表 2 可以看出, 在夏秋两季, 喷施谷氨酸、谷氨酰胺、甘氨酸都可以提高小白菜叶绿素含量。与对照相比, 夏季功能叶 SPAD 值依次增加了 9.9%, 10.2%, 11.7%, 秋季依次增加了 7.5%, 4.3%, 7.6%, 增加幅度夏季大于秋季。夏季喷施谷氨酸、谷氨酰胺、甘氨酸可以使小白菜维生素 C 含量较对照依

次增加 144%, 102%, 72%, 其中谷氨酸、谷氨酰胺处理与对照差异达显著水平; 秋季依次增加了 9%, 10%, 14%, 增加幅度明显不如夏季。这表明喷施氨基酸可以增加小白菜可食部分的叶绿素、维生素 C 含量, 从而增加小白菜的营养品质, 但提高幅度与生长季节有关。喷施氨基酸对小白菜叶绿素含量的提高, 还有助于改善小白菜的外观品质(叶色)。

表 2 喷施氨基酸对小白菜 SPAD 值和维生素 C 含量的影响

Table 2 Effects of amino acids on SPAD value and vitamin C contents in pakchoi shoot

处理	SPAD 值		维生素 C 含量/ $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$	
	夏季	秋季	夏季	秋季
CK	27.9bB	30.4bA	7.35bB	36.76aA
谷氨酸	30.6aA	32.7aA	17.91aA	39.98aA
谷氨酰胺	30.7aA	31.7abA	14.88aAB	40.51aA
甘氨酸	31.1aA	32.7aA	12.62abAB	41.92aA

#### 2.4 喷施氨基酸对小白菜矿质营养元素含量的影响

从表 3 可以看出, 夏季喷施 3 种氨基酸小白菜地上部 N 浓度均无显著差异; 秋季喷施氨基酸均能使小白菜 N 浓度有不同程度提高, 其中谷氨酰胺处理差异达到显著水平。夏季喷施谷氨酰胺, 可以显著增加小白菜的 P 浓度, 增加了 18.57%, 但秋季明显下降; 夏秋季喷施谷氨酸、甘氨酸对小白菜 P 浓度影响不大。夏秋季喷施谷氨酸、甘氨酸小白菜钾浓度略有降低, 但秋季喷施谷氨酰胺处理可以使小白菜的 K 浓度略有增加, 但差异均未达显著水平。总体来看, 谷氨酰胺提高小白菜体内的 N、P、K 的浓度的效果较好, 其他的氨基酸效果不太明显。

表 3 喷施氨基酸对小白菜地上部 N、P 和 K 浓度的影响

Table 3 Effects of amino acids on N, P, and K concentrations in pakchoi shoot

处理	N 浓度/%		P 浓度/%		K 浓度/%	
	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季
CK	4.42aA	4.82bA	0.61bB	0.74abAB	7.88aA	7.26abA
谷氨酸	4.66aA	4.93abA	0.62bB	0.72bcAB	7.80aA	6.60bA
谷氨酰胺	4.65aA	5.10aA	0.72aA	0.71cB	7.85aA	7.49aA
甘氨酸	4.39aA	4.88bA	0.62bB	0.76aA	7.73aA	6.50bA

由表 4 可知, 与对照相比, 夏季喷施谷氨酰胺、甘氨酸处理可以显著增加 Ca 和 Fe 的浓度, 分别增加了 6.31%, 17.53% 和 22.07%, 48.07%, 谷氨酸差异不大, 但 3 种氨基酸处理使锌的含量显著下降, 特别是谷氨酰胺处理下降幅度更大, 达 22.83%; 秋季谷氨酸处理使小白菜 Ca 的浓度略有增加, 谷氨酰胺、甘氨酸

酸处理明显下降, 但谷氨酸、谷氨酰胺和甘氨酸处理使 Fe 浓度增加了 9.08%, 10.70% 和 30.84%, 其中甘氨酸处理达极显著水平; 甘氨酸和谷氨酸处理可以显著增加小白菜 Zn 的浓度, 增加了 6.15% 和 7.57%, 但谷氨酰胺处理使 Zn 浓度降低了 10.87%。由此看来氨基酸对小白菜可食部分 Ca、Fe、Zn 浓度的影响与氨基酸种类及气候条件有关, 在不同的气候条件下喷施氨基酸可取得不同的作用效果。

表 4 喷施氨基酸对小白菜地上部 Ca、Fe 和 Zn 浓度的影响

Table 4 Effects of amino acids on Ca, Fe and Zn concentrations in pakchoi shoot

处理	Ca 浓度/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$		Fe 浓度/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$		Zn 浓度/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	
	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季
CK	4.42aA	4.82bA	0.61bB	0.74abAB	7.88aA	7.26abA
谷氨酸	4.66aA	4.93abA	0.62bB	0.72bcAB	7.80aA	6.60bA
谷氨酰胺	4.65aA	5.10aA	0.72aA	0.71cB	7.85aA	7.49aA
甘氨酸	4.39aA	4.88bA	0.62bB	0.76aA	7.73aA	6.50bA

### 3 讨论

试验结果表明, 在夏秋两季试验条件下, 喷施谷氨酸、谷氨酰胺、甘氨酸处理都能显著提高小白菜的产量, 都可以显著降低硝酸盐的含量, 都可以显著增加叶绿素和维生素 C 的含量; 但喷施氨基酸对大量元素 N、P、K 浓度和微量元素 Ca、Fe、Zn 浓度的影响因气候条件及氨基酸种类有较大变化。对维生素 C 而言, 夏季和秋季喷施氨基酸都有一定的效果, 但夏天的效果明显优于秋天; 谷氨酰胺处理对小白菜体内 N、P、K 浓度的提高有较好效果, 但其他氨基酸效果不太明显; 夏季喷施谷氨酰胺、甘氨酸处理可以显著增加 Ca 和 Fe 的浓度, 但各氨基酸处理均使 Zn 的含量显著下降, 秋季谷氨酸处理使小白菜 Ca 的浓度略有增加, 谷氨酸、谷氨酰胺和甘氨酸处理使 Fe 浓度增加, 甘氨酸和谷氨酸处理可以显著增加小白菜 Zn 的浓度, 但谷氨酰胺、甘氨酸处理使 Ca 浓度有所下降, 谷氨酰胺处理使 Zn 浓度降低。这说明氨基酸喷施对蔬菜营养品质的作用效果除与氨基酸种类有关外, 还与生长季节有很大关系。总体上看, 喷施氨基酸可以作为降低小白菜硝酸盐积累、提高 Vc 及微量元素 Ca、Fe、Zn 等含量的有效方法。随着化学工业的发展, 氨基酸肥料的生产工艺日益先进, 如近年来人们从毛发的水解物中提取氨基酸, 使氨基酸的生产成本大大降低<sup>[10-12]</sup>, 促进了氨基酸肥料在农业生产中的广泛

应用。但是为了取得氨基酸肥料的最佳喷施效果,除必须提高该类叶面肥的质量外,施用技术研究也非常重要。

喷施氨基酸降低小白菜硝酸盐含量的机理可能与水培营养液中氨基酸对作物的作用机理相似。有试验表明<sup>[13~15]</sup>,在水培营养液中加入氨基酸降低作物体内硝酸盐,可能是由于氨基酸的一种反馈抑制,也可能是氨基酸在分子水平上对硝酸还原酶 mRNA 的直接作用效果。在夏秋季不同气候条件下喷施氨基酸对小白菜硝酸盐积累和营养品质影响上的不同,可能与小白菜对氨基酸的吸收受温度条件控制有关。有研究表明<sup>[16]</sup>,在不同气候条件下,低、中温区水稻 N、P、K 吸收量存在较大差异;还有研究表明<sup>[17]</sup>,砂培试验中、低温处理玉米地上部 K 浓度及 K 吸收量低于常温处理,其确切原因有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 宋圃菊. 饮食与胃癌的病因[J]. 北京医学院学报, 1978, (1): 52 - 60.
- [2] Gunes A, Inal A, Aktas M. Reducing nitrate content of NET grown winter onion plants by partial replacement of NO<sub>3</sub> with amino acid in nutrient solution[J]. *Scientia Horticulturae*, 1996, 65(2-3): 203 - 208.
- [3] Gunes A, Post W N K, Kirkby E A, et al. Influence of partial replacement of nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce [J]. *Journal of Plant Nutrition*, 1994, 17(11): 1929 - 1938.
- [4] 陈贵林,高绣瑞. 氨基酸和尿素替代硝态氮对水培不结球白菜和生菜硝酸盐含量的影响[J]. 中国农业科学, 2002, 35(2): 187 - 191.
- [5] 党选民,曹振木. 氨基酸复合液肥在西瓜栽培中的应用试验[J]. 热带农业科学, 1998, (5): 17 - 19.
- [6] 杨晓红,王菊香,李贤良. 氨基酸液肥在几种叶菜上的应用效果[J]. 长江蔬菜, 1998, (9): 26 - 27.
- [7] 陶勤南. 肥料试验与统计分析[M]. 北京:中国农业出版社, 1997.
- [8] 李酉开. 土壤农业化常规分析方法[M]. 北京:科学出版社, 1983.
- [9] 赵世杰,刘华山,董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科技出版社, 1998.
- [10] 刘庆城,许玉兰,张玉洁. 利用毛发水解废液制作氨基酸肥料的研究[J]. 农业环境保护, 1994, 13(3): 115 - 120.
- [11] 吴国强,余斌,韩峰. 利用毛发水解提取氨基酸后的废液研制氨基酸复合肥料[J]. 氨基酸和生物资源, 1995, 17(2): 10 - 15.
- [12] 金燕,金鑫荣,施超欧. 利用离子交换树脂法从毛发水解氨基酸母液中提取碱性氨基酸[J]. 化学世界, 1996, 37(4): 199 - 202.
- [13] Muller B, Touraine B. Inhibition of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> uptake by various phloem-translocated amino acids in soybean seedlings[J]. *Journal of Experimental Botany*, 1992, 43(250): 617 - 623.
- [14] Sivasankar S, Rothstein S, Oaks A. Regulation of the accumulation and reduction of nitrate by nitrogen and carbon metabolites in maize seedlings [J]. *Plant Physiology*, 1997, 114(2): 583 - 589.
- [15] Aslam M, Travis R L, Rains D W. Differential effect of amino acid on nitrate uptake and reduction systems in barley roots[J]. *Plant Science*, 2001, 160: 219 - 228.
- [16] 王月琴,刘文锋,廖臻瑞. 不同温区水稻养分吸收量及化肥利用率研究[J]. 耕作与栽培, 1999, (4): 51 - 52.
- [17] 邹国元,李晓林,杨志福. 不同温度下施用钾肥对玉米生长及磷钾养分吸收的影响[J]. 华北农学报, 1998, 13(4): 51 - 55.