

不同形态氮素替代硝态氮对蔬菜硝酸盐含量变化的影响

高秀瑞¹, 陈凤敏², 刁春英³, 潘秀清¹, 武彦荣¹, 李冰¹, 陈贵林⁴

(1. 河北省农林科学院 经济作物研究所, 河北 石家庄 050051; 2. 石家庄市科技局, 河北 石家庄 050031;
3. 河北经贸大学 生物科学与工程学院, 河北 石家庄 050061; 4. 内蒙古大学 生命科学学院, 内蒙古 呼和浩特 010021)

摘要: 水培情况下, 收获前 12 d 用甘氨酸、异亮氨酸和脯氨酸的不同组合及尿素替代营养液 20 % 硝态氮, 降低了不结球白菜与生菜叶片及叶柄硝酸盐含量, 而对产量影响不大。以单一甘氨酸效果最好, 甘氨酸、异亮氨酸和脯氨酸三者混合次之, 生菜以 1 次替代, 而不结球白菜 2 次为宜, 处理 3 d 后收获; 叶片全氮含量显著增加。不结球白菜对尿素的吸收利用效率大于生菜, 同化能力强, 尿素对体内硝酸盐含量的降低效果与氨基酸无显著差异, 而氨基酸对生菜作用大于尿素。

关键词: 不结球白菜; 生菜; 氨基酸; 尿素; 硝酸盐

中图分类号: S143.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2008)06-0208-04

Effect of Partial Replacement of Nitrate in Solution by Amino Acid and Urea on Accumulation of Nitrate in Non-heading Chinese Cabbage and Lettuce

GAO Xiu-rui¹, CHEN Feng-min², DIAO Chun-ying³, PAN Xiu-qing¹,
WU Yan-rong¹, LI Bing¹, CHEN Gui-lin⁴

(1. The Institute of Cash Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China;
2. Shijiazhuang Municipal Bureau of Science and Technology, Shijiazhuang 050031, China;
3. College of Bio-sciences and Engineering, Hebei Economics and Business University, Shijiazhuang 050061, China;
4. College of Life Sciences, Inner Mongolia University, Huhhot 010021, China)

Abstract: Under liquid-culture conditions, different mixture of glycine (Gly), isoleucine (Iso) and proline (Pro) and urea used as partial (20 %) replacement of nitrate in solution reduced content of nitrate of nonheading Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *chinensis* (L.) Makino cv. huawang) and lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. boli) 12 d before harvest, however, top yields were not affected. Gly had the best reducing results, while the mixture of Gly, Iso and Pro in the next place, the number of partial replacement times of nitrate by amino acid in lettuce and nonheading Chinese cabbage was 1 and 2, respectively, vegetables were harvested 3 d after treatment, total-N in leaves increased significantly ($p < 0.05$). Capacity of assimilation of urea was higher in nonheading Chinese cabbage than in lettuce, The effects showed that reducing nitrate effects of amino acid and urea in nonheading Chinese cabbage were almost the same, but using amino acid was more effective than using urea in lettuce, amino acid has much more effective than urea in lettuce

Key words: Nonheading Chinese cabbage; Lettuce; Amino acid; Urea; Nitrate

蔬菜极易富集硝酸盐, 尤其是叶菜类。人体摄入的 NO_3 有 80 % 以上来自所吃的蔬菜, 随着国家食品安全意识的加强, 硝酸盐对人体的危害受到人们

的广泛关注。研究发现, 氨基酸或混合氨基酸替代 20 % 硝态氮, 可明显降低生菜和洋葱体内的硝酸盐含量, 改善蔬菜品质, 而且还促进体内氮代谢, 增加

收稿日期: 2008-09-18

基金项目: 河北省科委博士基金资助项目 (985402060)

作者简介: 高秀瑞 (1973-), 男, 河北衡水人, 硕士, 主要从事蔬菜育种和品质检测等工作。

通讯作者: 陈贵林 (1961-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 博士, 教授, 主要从事设施园艺及无土栽培研究。

叶片全氮含量;混合氨基酸作用大于单一氨基酸^[1,2]。但氨基酸对体内硝酸盐含量的动态变化的影响尚不明确。本试验在收获前用甘氨酸、脯氨酸和异亮氨酸的不同组合和尿素替代营养液 20 %硝态氮,研究还原态氮对不结球白菜和生菜体内硝酸盐含量的影响,为应用氨基酸改善蔬菜品质提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

不结球白菜 (*Brassica campestris* ssp. *chinensis* (L.) Makino) 为华王,生菜 (*Lactuca sativa* L.) 为玻璃生菜。甘氨酸 (Glycine 简称 Gly) 为分析纯,脯氨酸 (Proline 简称 Pro) 和异亮氨酸 (Isoleucine 简称 Iso) 均为层析纯,配制营养液的其他化合物均为分析纯。

1.2 试验处理

试验分 2 期在光照培养室进行,白天温度 26 ~ 28 ,夜间 16 ~ 18 ,相对湿度 50 % ~ 70 %,光照强度 160 μmol/ (m² · s),每天光照时间 14 h。日光温室的管理按常规方法进行。每处理 10 株,重复 3 次,随机排列。不结球白菜和生菜幼苗长至 2 片子叶充分展平时,洗净根部蛭石,移植光照培养室中进行水培(每盆 5 株,1 L 营养液)。基本营养液配方见表 1,营养液用蒸馏水 (pH 5.80,电导率 0.084 ms/cm) 配制。用 0.1 mol/L 的 H₂SO₄或 NaOH 调节营养液 pH(6.0 ±0.3)。培养初期为 1/2 营养液,5 d 后更换为完全营养液,以后每 3 d 换 1 次;营养液 24 h 连续均匀通气。营养液保持总氮 13.40 mmol/L,收获前 12 d 进行试验处理(表 2)。处理后 3 d 补加蒸馏水至 1 L,重新调节 pH 值至 6.0;6 d 后更换替代处理营养液;9 d 后再次补加蒸馏水至 1 L,并调节 pH 值至 6.0;处理后 12 d 收获,进行各项指标测定。

表 1 基本营养液中元素的组成

Tab. 1 The element composition of basal nutrient solution								mmol/L
化合物 Chemical compound	NO ₃ 12.60	NH ₄ 0.80	H ₂ PO ₄ 1.35	SO ₄ 0.76	Cl 0.60	K 5.19	Ca 3.03	Mg 0.67
NH ₄ H ₂ PO ₄	-	0.80	0.80	-	-	-	-	-
KH ₂ PO ₄	-	-	0.55	-	-	0.55	-	-
CaCl ₂	-	-	-	-	0.30	-	0.30	-
KNO ₃	4.46	-	-	-	-	4.46	-	-
Ca(NO ₃) ₂	5.46	-	-	-	-	-	2.73	-
MgSO ₄	-	-	-	0.67	-	-	-	0.67
K ₂ SO ₄	-	-	-	0.09	-	0.18	-	-
NaNO ₃	2.68	-	-	-	-	-	-	-

表 2 不同形态氮素占营养液中总氮的百分比

Tab. 2 The propotion of various Nform in total-N of the nutrient solution							%
处理 Treatments	NO ₃	NH ₄	Urea	Gly	Pro	Iso	
1 (CK)	94	6	-	-	-	-	
2 (20 % Urea)	74	6	20	-	-	-	
3 (20 % Gly)	74	6	-	20	-	-	
4 (10 % Gly + 5 % Pro + 5 % Iso)	74	6	-	10	5	5	
5 (6.7 % Gly + 6.7 % Pro + 6.7 % Iso)	74	6	-	6.70	6.70	6.70	

1.3 测定方法

不结球白菜和生菜的外部形态指标测定均取样 15 株,生理指标的测定重复 3 次。植株干质量的测定:植株按地上部与地下部分开收获,取 15 株幼苗 105 杀青 10 min,后 75 烘至恒重。硝酸还原酶活性用活体分光光度法测定;硝酸盐含量的测定用改进的紫外差减法进行。

所有数据用 SAS 统计软件 ANOVA 程序进行统计分析,平均值按 Duncan 新复极差分析进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 氨基酸和尿素对不结球白菜和生菜地上部生长的影响

氨基酸和尿素 2 种形态氮素部分替代营养液中硝态氮,对不结球白菜和生菜地上部鲜质量的影响较小。不结球白菜仅处理 5 的地上部鲜质量明显低于对照(处理 1),其他处理间地上部鲜质量差异较小;生菜处理 4 地上部鲜质量明显高于对照,其他 3 个处理与对照无明显差异。两种蔬菜地上部干质量的变化具有类似趋势,除不结球白菜中处理 5 显著低于对照外,其他处理的地上部干质量变化不大(表 3)。因此,收获前一定时期用氨基酸和尿素部分替代硝态氮,由于替代时间短,对 2 种蔬菜地上部产量影响较小。

2.2 氨基酸和尿素替代处理对不结球白菜和生菜体内硝酸盐含量的影响

从氨基酸和尿素替代处理后 2 种蔬菜体内硝酸

盐含量的变化看,随处理时间的延长,不结球白菜体内硝酸盐含量逐渐降低,但从处理后 9 d 开始,硝酸盐含量又有所回升,处理后 12 d 各处理与对照差异变小(图 1)。纵观整个处理过程,以处理 3 降低硝

酸盐含量的作用最强,处理后 3 d 下降 10.17%,从处理后 6~9 d 这段时期各处理降低幅度明显加大,处理 2,3,5 分别减少 23.20%,13.65%和 18.62%,处理后 9 d 三者间无显著差异。

表 3 氨基酸和尿素部分替代硝态氮对不结球白菜和生菜地上部鲜、干质量的影响

Tab.3 Effect of partial replacement of nitrate by amino acid and urea on top FW and DW of nonheading Chinese cabbage and lettuce					g/株
处理 Treatments	不结球白菜 Nonheading Chinese cabbage		生菜 Lettuce		
	地上部鲜质量 Top FW	地上部干质量 Top DW	地上部鲜质量 Top FW	地上部干质量 Top DW	
1 (CK)	10.94 ±0.74a	0.585 ±0.006b	10.84 ±0.33b	0.489 ±0.078ab	
2 (20 %Urea)	11.48 ±0.57a	0.689 ±0.008a	11.44 ±0.95b	0.514 ±0.073ab	
3 (20 %Gly)	11.50 ±0.28a	0.621 ±0.026ab	11.57 ±1.19ab	0.459 ±0.044b	
4 (10 %Gly + 5 %Pro + 5 %Iso)	11.81 ±0.46a	0.541 ±0.072b	13.00 ±0.70a	0.598 ±0.031ab	
5 (6.7 %Gly + 6.7 %Pro + 6.7Iso)	9.10 ±0.36b	0.431 ±0.068c	11.33 ±0.14b	0.492 ±0.099ab	

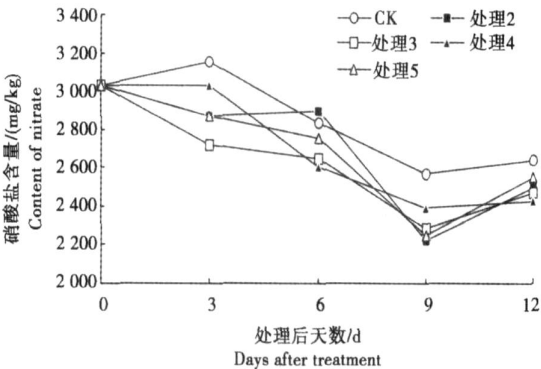


图 1 氨基酸与尿素部分替代对不结球白菜体内硝酸盐含量的影响

Fig.1 Effect of partial replacement of nitrate by amino acid and urea on the content of nitrate in nonheading Chinese cabbage

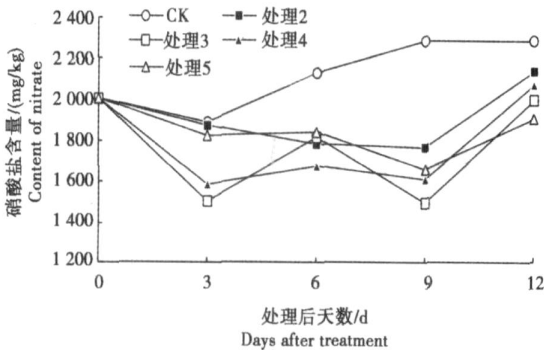


图 2 氨基酸与尿素部分替代对生菜体内硝酸盐含量的影响

Fig.2 Effect of partial replacement of nitrate by amino acid and urea on the content of nitrate in lettuce

生菜体内硝酸盐含量除对照在处理后 3 d 稍有降低,以后呈持续增大趋势外,其他处理随处理时间的增加有下降趋势,但变化不稳定(图 2)。以处理 3 下降最多,但不同时期的值变异幅度大,其处理后 3 d 和 9 d 分别比对照减少 20.08%和 34.54%,处理 4 下降幅度次之,与处理 3 两者差异不大,各处理中

以处理 2 降幅最小。从处理后 3 d 开始,各替代处理体内硝酸盐含量均低于对照。可能是营养液中营养元素浓度的改变及 pH 值的定期调整,导致硝态氮的吸收速率发生变化,进而影响了生菜地上部硝酸盐含量的积累有关。

2.3 氨基酸和尿素对两种蔬菜全氮含量的影响

氨基酸和尿素部分替代硝态氮后,不结球白菜与生菜叶片全氮含量的变化趋势大体相同。除不结球白菜处理 4 叶片全氮含量低于对照外,氨基酸部分替代硝态氮均显著提高了两种蔬菜叶片全氮含量。尿素替代处理增加了不结球白菜叶片全氮含量,而对生菜叶片全氮含量影响较小(表 4)。氨基酸增加了不结球白菜及生菜叶片中全氮的含量表明,两种蔬菜易于吸收还原氮形式的氨基酸态氮,并参与体内氮代谢,这可能与蔬菜体内存在氮代谢的反馈调节机制有关。

表 4 氨基酸和尿素部分替代硝态氮对两种蔬菜叶片全氮含量的影响

Tab.4 Effect of partial replacement of nitrate by amino acid and urea on nitrate reductase activity and total-N in nonheading Chinese cabbage and lettuce leaves

处理 Treatments	不结球白菜 Nonheading Chinese cabbage	生菜 Lettuce
1(CK)	5.98 ±0.03c	4.90 ±0.07d
2(20 %Urea)	6.11 ±0.11b	4.91 ±0.04d
3(20 %Gly)	6.23 ±0.11a	5.52 ±0.03a
4(10 %Gly + 5 %Pro + 5 %Iso)	5.85 ±0.01d	5.25 ±0.04b
5(6.7 %Gly + 6.7 %Pro + 6.7 %Iso)	6.29 ±0.03a	5.15 ±0.01c

3 结论与讨论

收获前,尿素和氨基酸态氮在部分替代营养液中硝态氮,明显降低不结球白菜和生菜体内的硝酸盐积累,而对地上部产量的影响不大。但处理时间

存在差异,不结球白菜进行 2 次替代处理后效果较好;生菜对外源氨基酸和尿素的反应迅速,以 1 次替代处理较好,两者都以处理后 3 d 收获为宜。

氨基酸部分替代营养液中硝态氮后,不结球白菜和生菜会优先吸收甘氨酸、异亮氨酸和脯氨酸,从而抑制植株根系对硝态氮的吸收,进而减少两种蔬菜体内的硝酸盐含量,但生菜对氨基酸反应更敏感。这与 Gunes 等^[1]在洋葱的研究结果类似。这表明,蔬菜易于吸收利用还原氮形式的氨基酸氮源,该类氮源更有利于体内氮代谢,增加叶片全氮含量。

与单一甘氨酸处理相比,混合氨基酸处理对蔬菜硝酸盐含量的降低效果不明显,这一点与前人结果不同^[1];由于同一蔬菜种类不同品种对氮素形态的吸收、运输差异很大^[3],笔者认为蔬菜的种类、品种是一方面原因外,可能和所用氨基酸的种类及组合关系更大。蔬菜对氨基酸的吸收速度和利用效率不同^[4],由于甘氨酸是结构最简单的氨基酸,植物吸收快^[5];而其他氨基酸吸收相对较慢,在营养液中滞留时间长,易受细菌污染,造成营养液浑浊,蔬菜利用率较低,这可能是混合氨基酸替代效果与单一甘氨酸差异不大的原因之一。

不结球白菜与生菜对尿素和氨基酸的敏感性及其反应方式不同,表现为体内硝酸盐含量变化的差异。与生菜相比,不结球白菜对氨基酸和尿素敏感性较差,对氨基酸的吸收效率低,营养液中氨基酸耗竭速度较慢,体内硝酸盐含量随生长进程呈持续降低趋

势;由于生菜吸收氨基酸的速度快,营养液中氨基酸的量减少到一定程度后,植株吸收营养液中硝态氮的比例增大,造成体内硝酸盐含量重新增加,呈现先下降后上升的变化规律。因此,不结球白菜进行 2 次替代处理后效果较好;生菜对外源氨基酸和尿素的反应迅速,以 1 次替代处理较好,两者都以处理后 3 d 收获为宜。

参考文献:

- [1] Gunes A, Inal A, Aktas M. Reducing nitrate content of NFT grown winter onion plant by partial replacement of NO_3 with amino acid in nutrient solution [J]. *Scientia Horticulturae*, 1996, (65): 203 - 208.
- [2] Gunes A, Wietse N, Ernest 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 Nutrient*, 1994, 17(11): 1929 - 1938.
- [3] Zornoza M, Gonzalez S, Carpena O. Inter-variety differences in xylem exudate composition and growth under contrasting form of N supply in cucumber [J]. *Plant and Soil*, 1996, 178: 311 - 317.
- [4] 许玉兰, 刘庆城. 用 N^{15} 示踪方法研究氨基酸的肥效作用 [J]. *氨基酸与生物资源*, 1988, 20(2): 20 - 23.
- [5] Chapin F, Moilanen L, Kiell K. Preferential use of organic nitrogen for growth by a non-mycorrhizal article sedge [J]. *Nature*, 1993, 361: 150 - 153.