

硫氮互作对韭菜硝酸盐累积效应的影响

李晓峰¹ 李林妍¹ 谢 鑫¹ 薛占军¹ 王俊玲² 高志奎¹

(1. 河北农业大学 园艺学院 河北 保定 071001; 2. 河北农业大学 生命学院 河北 保定 071001)

摘要: 以韭菜品种新世纪雪韭为供试材料, 设不施氮(N)、低氮(N 12 g/m², L)、中氮(N 24 g/m², M)、高氮(N 36 g/m², H) 4个氮素水平, 结合 4 g/m² 硫磺(S) 对韭菜进行土施处理, 分析氮硫互作对韭菜叶片硝酸盐(NO₃⁻) 累积及NO₃⁻ 还原同化的影响。结果表明, 随着施氮水平的提高, NO₃⁻ 和硝酸还原酶活性(NRA) 均呈现出逐渐增加的趋势, 而谷氨酸草酰乙酸转氨酶(GOT)、谷氨酸丙酮酸转氨酶(GPT) 活性、可溶性蛋白质、游离氨基酸含量以及干物率则表现出先增加后降低的变化趋势, 且均在中氮水平达到最高。土施硫磺可降低不同氮水平下韭菜硝酸盐的累积, 提高NA、GOT和GPT的活性, 各酶活性均以中氮水平下增幅最大, 分别为21.23%、20.15%、17.74%; 另外, 施硫处理还显著提高了中氮水平下氮代谢产物游离氨基酸和可溶性蛋白含量, 分别为22.79%、25.27%。综上所述, 施硫和适量的氮素配合不但促进了氮素水平韭菜叶片氮代谢中硝酸盐的还原和同化, 同时调动转氨作用的积极协同配合, 促进了硝态氮转化为游离氨基酸和可溶性蛋白, 降低了硝酸盐累积。

关键词: 硫; 韭菜; 硝酸盐累积; 还原同化

中图分类号: S143; S633 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2013)03-0175-04

Effects of Sulfur and Nitrogen on Decreasing Nitrate Accumulation in Chinese Chive

LI Xiao-feng¹, LI Lin-yan¹, XIE Xin¹, XUE Zhan-jun¹, WANG Jun-ling², GAO Zhi-kui¹

(1. College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China;

2. College of Life Sciences, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

Abstract: With Chinese chive as an experimental material, four treatment factors including S (4 g/m²) and nitrogen intensity (0, 12, 24, 36 g/m²) were designed to study nitrate reduction and assimilation of Chinese chive in the experiment. The results showed that as the concentration of nitrogen rises, the nitrate content and the activity of nitrate reductase increased, while the activity of glutamic-oxaloacetic-transaminase (GOT) and glutamate-pyruvate-transaminase (GPT), the content of free amino acids and soluble protein, the dry content rate in Chinese chive increased at first and then descended. Sulphur can reduce nitrate accumulation and improve the activity of NR, GOT and GPT in Chinese chive under different nitrogen concentration, especially for 24 g/m² of nitrogen. The increase amplitudes of NR, GOT and GPT activity, the content of free amino acids and soluble protein were 21.23%, 20.15%, 17.74%, 22.79%, 25.27% respectively. In conclusion, S and suitable concentration of nitrogen improved nitrate reduction and assimilation, which, meanwhile, brought transaminations into play vigorously, and promoted turning NO₃⁻ into free amino acid and dissolvable protein.

Key words: Sulfur; Chinese chive; Nitrate accumulation; Nitrate reduction and assimilation

当前国内的蔬菜硝酸盐污染情况不容乐观, 其中叶菜类蔬菜硝酸盐污染尤为严重, 引起了人们的普遍关注^[1]。目前, 国内外的一些研究与生产中, 一般采取合理施肥、合理耕作、选种、调控外界环境

等方法来降低蔬菜体内硝酸盐的累积^[2-8]。其中, 采用减控氮素供给和配方施肥等措施来降低硝酸盐累积并取得了显著成效^[9-11], 但同时也会导致蔬菜不同程度的减产以及营养品质降低等^[9]而不易为

收稿日期: 2013-03-14

基金项目: 河北省自然科学基金项目(C2009000625); 河北省科技支撑计划项目(10220711)

作者简介: 李晓峰(1976-), 男, 河北内邱人, 讲师, 在读博士, 主要从事蔬菜生理和育种研究。

通讯作者: 高志奎(1963-), 男, 河北唐山人, 教授, 博士生导师, 主要从事蔬菜光合生理研究。

农民所接受。

现代植物生理生化研究表明,N和S两元素在生理代谢,特别是蛋白质合成方面表现出高度的协同关系^[12]。缺S胁迫会阻碍N代谢及蛋白质的合成,引起植株体内N中间产物(硝态、氨基态等)的积累,从而导致蛋白质含量降低^[13]。一些研究利用土壤施用硫磺的手段,降低了硝酸盐的累积^[14-16],但是关于硫磺能否在中高氮供应下降低硝酸盐累积有待探索。

针对韭菜生产中硝酸盐累积问题,本试验以硫直接调控氮代谢或通过调控硫代谢或碳代谢间接调控氮代谢为切入点,采用4 g/m²硫磺结合不同氮素水平对韭菜进行土壤施肥,分析韭菜叶片硝酸盐含量和氮代谢相关酶活性的变化,探讨硫磺降低韭菜硝酸盐累积的调控机制,为挖掘积极有效型的蔬菜硝酸盐污染减控措施以及氮素高效利用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料与处理

以韭菜新世纪雪韭为试材,试验于2012年3月在河北农业大学东校区日光温室进行,农艺管理按常规进行。以尿素为氮源,设不施氮(N)、低氮(N 12 g/m², L)、中氮(N 24 g/m², M)、高氮(N 36 g/m², H) 4个氮素水平作为对照,2012年3月13日在各氮素水平下同时配施4 g/m²硫磺对收割后10 d的韭菜进行土壤处理,每处理3次重复。处理后第20天选取处理小区内长势一致的韭菜进行采样测定。

1.2 试验方法

硝酸盐含量采用改进的紫外差减法测定,硝酸还原酶活性(NRA)采用分光光度法测定,Nc含量采用2,6-二氯酚靛酚比色法测定,可溶性蛋白含量采用考马斯亮兰G-250法测定,可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法,游离氨基酸含量采用水合茚三酮法测定。谷氨酸草酰乙酸转氨酶(GOT)和谷氨酸丙酮酸转氨酶(GPT)采用活度比色测定法。

以上所有测定重复3次,采用Microsoft Excel 2003软件进行数据处理及制图,差异显著性用SPSS 13.0 for Windows软件,LSD法分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮素水平下土施硫磺对韭菜叶片硝酸盐含量及NRA的影响

由图1可以看出,随着氮浓度的增加,韭菜叶片硝酸盐含量均呈上升趋势,土施硫磺可降低韭菜硝酸盐的累积,但降低效果与氮素水平有关。在不施

氮的情况下,施硫与不施硫的韭菜叶片硝酸盐含量无明显差异。中氮水平下,施硫对韭菜叶片硝酸盐累积的降低效果最为明显,比同等氮水平的对照降低了23.79%。

随着氮水平的增加,韭菜叶片NR活性也呈现出逐渐上升的趋势(图2);并且,土壤施用硫磺可提高NR活性,增加的幅度随着氮水平的增加表现出先上升后降低的变化趋势,其中,中氮水平下NR活性的提高效果最为明显,为21.23%。

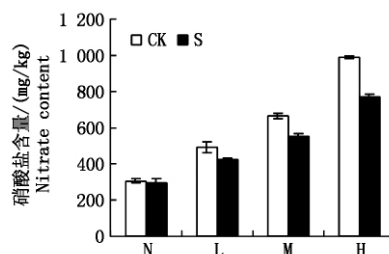


图1 不同氮素水平下土壤施用硫磺对韭菜叶片硝酸盐含量的影响

Fig.1 Effects of S on the nitrate content in Chinese chive under different nitrogen concentration

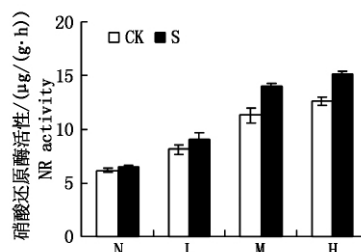


图2 不同氮素水平下土壤施用硫磺对韭菜叶片NR活性的影响

Fig.2 Effects of S on NR in Chinese chive under different nitrogen concentration

2.2 不同氮素水平下土施硫磺对韭菜叶片GOT和GPT活性的影响

图3、4表明,对照和施硫处理后韭菜叶片GOT活性和GPT活性均随着氮水平的增加表现出先升高后降低的趋势,其中中氮水平下韭菜叶片GOT活性和GPT活性均达到最高;另外,施硫后韭菜叶片GOT活性和GPT活性均比对照有所提高,以中氮水平处理增加效果最为明显,分别为20.15%、17.74%。

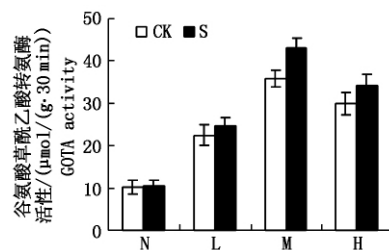


图3 不同氮素水平下土施硫磺对韭菜叶片GOT活性的影响

Fig.3 Effects of S on the activity of GOT in Chinese chive under different nitrogen concentration

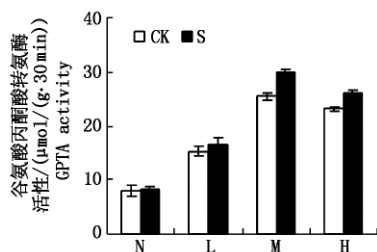


图4 不同氮素水平下土壤施用硫磺对韭菜叶片 GPT 活性的影响

Fig.4 Effects of S on the activity of GPT in Chinese chive under different nitrogen concentration

2.3 土施硫磺对韭菜叶片可溶性蛋白质和游离氨基酸含量的影响

施硫处理后,韭菜叶片可溶性蛋白质和游离氨基酸含量均有不同程度的增加,且均以中氮水平增加幅度最大,分别为 22.79%、25.27% (图 5、6);另外,从图 5、6 还可以看出,与不施氮相比,施氮可提高韭菜叶片可溶性蛋白质和游离氨基酸含量,增加效果与氮素水平有关。

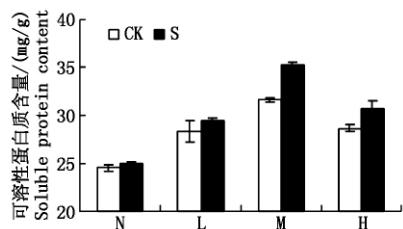


图5 不同氮素水平下土壤施用硫磺对韭菜叶片可溶性蛋白含量的影响

Fig.5 Effects of S on the soluble protein content in Chinese chive under different nitrogen concentration

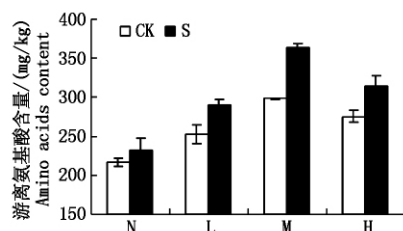


图6 不同氮素水平下土壤施用硫磺对韭菜叶片游离氨基酸含量的影响

Fig.6 Effects of S on the free amino acid contents in Chinese chive under different nitrogen concentration

2.4 土施硫磺对韭菜生物量的影响

施氮可增加韭菜的干物率和鲜质量,随着氮水平的增加表现出先上升后下降的变化趋势,以中氮水平韭菜的干物率和鲜质量达到最大(图 7、8)。在相同氮素水平下,施硫使韭菜的干物率和鲜质量均有所提高,特别是中氮水平下,施硫后韭菜干物率和鲜质量分别比对照提高了 2.19%、15.08%,反映了硫和氮配合处理可促进韭菜干物质的积累,并且促进了韭菜鲜质量的增加。

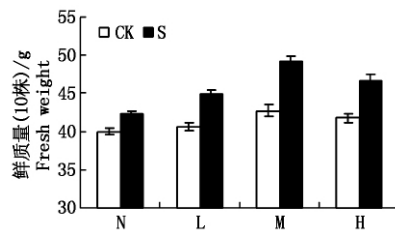


图7 不同氮素水平下土壤施用硫磺对韭菜鲜质量的影响

Fig.7 Effects of S on the soluble protein content in Chinese chive under different nitrogen concentration

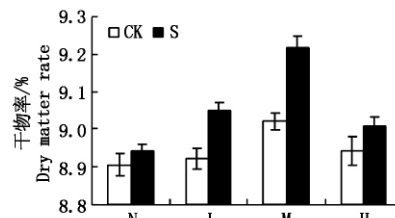


图8 不同氮素水平下土壤施用硫磺对韭菜干物率的影响

Fig.8 Effects of S on the dry content rate in Chinese chive under different nitrogen concentration

3 讨论

目前研究结果表明,施用氮肥能明显增加蔬菜的硝酸盐累积,一般蔬菜尤其是叶菜类蔬菜硝酸盐累积量随氮肥用量增加而增加^[17],王朝辉等^[18]认为,氮肥用量与蔬菜硝酸盐含量呈显著的正相关($r=0.933 \sim 0.957$),氮肥用量过高时,蔬菜生长受到抑制,甚至导致产量降低^[19]。本试验亦获得高氮水平下硝酸盐含量较高的结果;而土壤施硫在一定程度上可降低韭菜硝酸盐的累积,并且降低的效果与施氮水平有关,其中,中氮水平降低幅度最为明显。另外,施硫还可增加韭菜的产量,但生长量的增加程度远小于因施用氮肥导致的硝态氮增加的程度,这种因生长滞后而引起的硝态氮富集效应可能是施硫后蔬菜硝态氮含量和施氮量仍呈正相关的主要原因。

在氮代谢 $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4^+ \rightarrow$ 谷氨酰胺 \rightarrow 谷氨酸 \rightarrow 氨基酸 \rightarrow 蛋白质的整个过程中,NR 作为氮素还原同化进程中的限速关键酶,参与多种氮代谢的调节^[20]。王朝辉等^[21]研究表明,氮肥使用量增加可以提高蔬菜硝酸还原酶活性,但其对硝酸盐的还原小于对硝酸盐的吸收,吸收的硝酸盐不能及时还原转化导致其在蔬菜体内的累积。我们亦获得了氮肥使用量增加可以提高蔬菜硝酸还原酶活性的试验结果;另外,土壤施硫可在一定程度上提高不同氮素水平下韭菜叶片的硝酸还原酶活性,并且随着氮浓度的增加硝酸还原酶活性呈逐渐增加的趋势,这对推动氮素的还原,减少韭菜的 NO_3^- 累积发挥了重

要作用。

此外,本试验中韭菜叶片的氮代谢中 2 个重要的转氨酶 GOT 和 GPT 活性随着氮浓度的增加呈现出先升高后降低的趋势,土壤施硫均可提高不同氮素水平下 GOT 和 GPT 活性,且以中氮水平增加效果最为明显,显示出硫在拉动氮素还原方面发挥着积极的协同配合作用,试验中游离氨基酸总量和可溶性蛋白含量的增加亦说明施硫能促进硝态氮向氨基酸的转化,以及氨基酸→蛋白质的转化,从而减少了硝酸盐在液泡中的累积。

参考文献:

- [1] 高秀瑞,陈凤敏,刁春英,等.不同形态氮素替代硝态氮对蔬菜硝酸盐含量变化的影响[J].华北农学报,2008,23(6):208-211.
- [2] 都韶婷,金崇伟,章永松.蔬菜硝酸盐积累现状及其调控措施研究进展[J].中国农业科学,2010,43(17):3580-3589.
- [3] 王丰.蔬菜中硝酸盐累积机制及控制方法研究[J].安徽农业科学,2009,37(27):13028-13030.
- [4] 武鹏鸣,杜忠东,贾田青.施氮肥对蔬菜硝酸盐、亚硝酸盐积累的影响[J].山西农业科学,2006,34(3):63-65.
- [5] 张金盛,任顺荣,赵振达.蔬菜保护地土壤硝酸盐积累及盐分变化[J].天津农业科学,1998,4(4):36-39.
- [6] 张文新,张成军,赵同科.缓释氮肥减少菜田土壤硝酸盐淋溶研究[J].华北农学报,2010,25(5):166-170.
- [7] 张素瑛,贾英,王美丽.蔬菜硝酸盐污染状况及防治途径[J].山西农业科学,2005,33(4):53-55.
- [8] 王德芳,潘洁,陆文龙.蔬菜硝酸盐污染及防治措施[J].天津农业科学,2001,7(1):29-32.
- [9] 江立庚,曹卫星,甘秀芹,等.不同施氮水平对南方早稻氮素吸收利用及其产量和品质的影响[J].中国农业科学,2004,37(4):490-496.
- [10] 姚春霞,郭开秀,赵志辉,等.减量施肥对三种蔬菜硝酸盐含量、营养品质和生理特性的影响[J].水土保持学报,2010,24(4):153-156.
- [11] 黄东风,李卫华,邱孝煊.不同硝、铵态氮水平配施对小白菜生长及硝酸盐累积的影响[J].土壤通报,2010,41(2):394-398.
- [12] Wirtz M, Droux M, Hell R. O-acetylserine(thiol) lyase: an enigmatic enzyme of plant cysteine biosynthesis revisited in *Arabidopsis thaliana* [J]. Journal of Experimental Botany, 2004, 55: 1785-1798.
- [13] Gilbert S M, Clarkson D T, Cambridge M. SO_4^{2-} deprivation has an early effect on content of Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase and photosynthesis in young leaves of wheat [J]. Plant Physiol, 1997, 115: 1231-1239.
- [14] 温月香,胡全才.土施硫磺对甘蓝叶球 NO_3^- -N 含量的影响[J].农业环境与发展,1999,16(2):36-38.
- [15] 吴曦,陈明昌,杨治平.碱性土壤施硫磺对油菜生长、土壤 pH 和有效磷含量的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(4):671-677.
- [16] 陈明昌,张强,程滨,等.土施有机添加剂和硫磺对小白菜生长和养分吸收的影响[J].植物营养与肥料学报,2005,11(6):793-799.
- [17] 张英鹏,徐旭军,林咸永,等.供氮水平对菠菜产量、硝酸盐和草酸累积的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,10(5):494-498.
- [18] 王朝辉,田霄鸿,李生秀,等.两种蔬菜对硝态氮的累积和还原[J].西北农业大学学报,1998(2):12-16.
- [19] Harada H, Yoshimura Y, Sunaga Y, et al. Variations in nitrogen uptake and nitrate-nitrogen concentration among sorghum groups [J]. Soil Sci Plant Nutr, 2000, 46(1): 97-104.
- [20] Ma X-M, Li L, Zhao P, et al. Effect of water control on activities of nitrogen assimilation enzymes and grain quality in winter wheat [J]. Acta Phytoecol Sin, 2005, 29(1): 48-53.
- [21] 王朝辉,李生秀,田霄鸿.不同氮肥用量对蔬菜硝酸盐累积的影响[J].植物营养与肥料学报,1998,4(1):22-28.