

施硫对苋菜生长及品质的影响

张国芹¹, 牟建梅^{1*}, 徐瑶², 李军¹, 何玲莉¹, 余旭东¹, 蒋明敏¹

(1. 江苏省太湖地区农科所, 江苏苏州 215155; 2. 江苏省种子管理站, 江苏南京 210036)

摘要 [目的] 确定降低苋菜硝酸盐累积效果最佳的施硫浓度, 为完善苋菜科学施硫技术提供指导。[方法] 采用盆栽方法, 设置 4 个施硫肥水平, 测定其对植株生长及硝酸盐、Vc 含量的影响。[结果] 施硫提高了苋菜的株高、单株重、最大叶长及最大叶宽。当硫浓度为 20 mg/kg(S₂) 时, 株高最高, 较不施硫处理(S₀) 增加了 14.3%。3 个硫处理(S₁~S₃) 硝酸盐含量降幅为 20.6%~64.7%。施硫浓度为 10 mg/kg 时植株可食部分硝酸盐含量降低了 64.7%。施硫处理苋菜 V_c 含量增加了 19.7%~28.3%。[结论] 大田苋菜适宜的施硫浓度为 10~20 mg/kg。

关键词 苋菜; 硫肥; 产量; 品质

中图分类号 S636.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)35-0048-02

Effect of Sulfur Fertilizer on Growth and Quality of Edible Amaranth

ZHANG Guo-qin¹, MOU Jian-mei^{1*}, XU Yao² et al (1. Jiangsu Taihu Area Institute of Agricultural Sciences, Suzhou, Jiangsu 215155; 2. Seed Management Station of Jiangsu, Nanjing, Jiangsu 210036)

Abstract [Objective] The optimal sulfur concentration for reducing nitrate accumulation content in edible amaranth was assured to provide guide for sulfur application. [Method] 4 sulfur level was set, pot test was carried out to determine plants's growth, nitrate, Vc content. [Result] Plant height, weight per plant, maximum leaf length and maximum leaf width were increased by applying sulfur fertilizer. The plant height was the highest when sulfur concentration was 20 mg/kg(S₂), increased by 14.3% compared with no sulfur fertilizer treatment (S₀). S₁~S₃ of nitrate content was decreased by 20.6%~64.7%. Nitrate content of plant in edible part was decreased by 64.7% when sulfur concentration was 10 mg/kg. V_c content of sulfur treatment were increased by 19.7%~28.3%. [Conclusion] Suitable sulfur concentration was 10~20 mg/kg for edible amaranth in field.

Key words Edible amaranth; Sulfur fertilizer; Yield; Quality

苋菜(*Amaranthus tricolor* L.) 是我国南方地区主要叶菜类蔬菜之一, 是一种天然的无公害蔬菜。同时它是一种难得的粮、菜、药兼用之品。富含人体所需的维生素、蛋白质和矿物质。随着人们食用营养水平的提高, 苋菜这种优质多用途蔬菜越来越引起人们的关注。但苋菜亦是一种易于积累硝酸盐的蔬菜品种, 安全品质堪忧。我国规定叶菜类蔬菜硝酸盐含量≤3 000 mg/kg, 但大部分地区苋菜硝酸盐含量超标。硝酸盐本身对人体并无危害, 但它是亚硝胺的合成前体, 过量摄入易引发消化系统的癌变^[1]。因此, 开展降低苋菜硝酸盐含量的研究, 对保障绿色食品供应、改善人民健康状况意义重大。

硫是植物生长发育必需营养元素, 作为蛋白质的组成成分, 对植物体的结构、光合碳氮代谢具有重要的影响^[2-3]。同时植物体内含硫氨基酸占总硫的 90% 以上, 所以硫素营养对植物生理生化功能影响很大。关于硫素在蔬菜上的研究大多集中在葱蒜类蔬菜上^[4-7]。季延海等^[8]在水培韭菜试验中, 发现施硫素促进了韭菜植株的生长, 同时提高了 Vc 含量, 并降低了韭菜硝酸盐含量。同时, 叶菜项目组前期研究发现适宜浓度硫素能显著降低不结球白菜硝酸盐含量, 并从基因水平阐明硫影响氮同化的调控机理^[9]。长期以来, 硫肥的使用未受重视, 而随着作物产量的不断提高, 土壤中的硫越来越少, 势必导致土壤中硫素的缺乏。植物吸收利用硫元

素主要是通过根系主动吸收 SO₄²⁻, 并还原为有机硫化物。为此, 研究不同施硫浓度对苋菜生长、营养品质及硝酸盐累积的影响, 为苋菜科学施硫技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在 2017 年预备试验的基础上在苏州市农业科学院蔬菜大棚内进行。供试土壤为黄泥土, 基本理化性质为有机质 34.26 g/kg, 碱解氮 98.4 mg/kg, 硝态氮 116.8 mg/kg, 速效磷 60.8 mg/kg, 速效钾 152.8 mg/kg。

1.2 试验材料 供试苋菜品种为苏苋 2 号, 该品种由苏州市农科院自主选育而成。

1.3 试验设计 试验设 4 个硫处理, 浓度分别为 0 mg/kg(S₀)、10 mg/kg(S₁)、20 mg/kg(S₂)、30 mg/kg(S₃), 3 次重复。盆栽试验于 8—9 月在苏州市农业科学院试验基地进行。塑料盆规格为 43 cm×20 cm×14 cm, 每盆装土 4.5 kg。以分析纯尿素、磷酸氢二氨、氯化钾为基肥, 施肥量为 N 180 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm²、K₂O 180 kg/hm²。每盆播种苋菜种子 0.2 g, 全生育期严格控制水分, 保持绝对含水量 34%。其他均为常规管理。硫肥于植株长至二叶期施入土中, 至八叶期选取整株洗净称重, 并测定植株株高及每株叶片最大叶长及叶宽, 同时取可食部分测定其 V_c 及硝酸盐含量。

1.4 测定项目与方法 取苋菜整株洗净称重, 每个重复均取 10 株, 植株重为其平均值, 测定植株可食部分硝酸盐含量, 测定方法参照李合生^[10] 的紫外分光光度法。

1.5 数据分析 试验数据统计分析采用 DPS 7.05 软件, 作图采用 Microsoft Excel 2007。

2 结果与分析

2.1 苋菜植株生长及单株重的影响 由图 1 可以看出, 施

基金项目 苏州市科技支撑项目(SNG201636, SYN201527)。
作者简介 张国芹(1981—), 女, 山东临沂人, 助理研究员, 硕士, 从事叶菜类蔬菜种质创新与栽培技术研究。* 通讯作者, 副研究员, 从事叶菜类蔬菜种质创新与栽培技术研究。
收稿日期 2017-10-13

硫增加了苋菜的株高、单株重、最大叶长及最大叶宽。当硫浓度为 20 mg/kg(S_2)时,株高最高,较不施硫处理(S_0)增加了 14.3%。苋菜最大叶长施硫比不施硫增幅为 1.5% ~

15.6%。但当硫的浓度达 30 mg/kg 时,上述各项指标均降低。可见,过高的硫浓度不利于苋菜的生长。

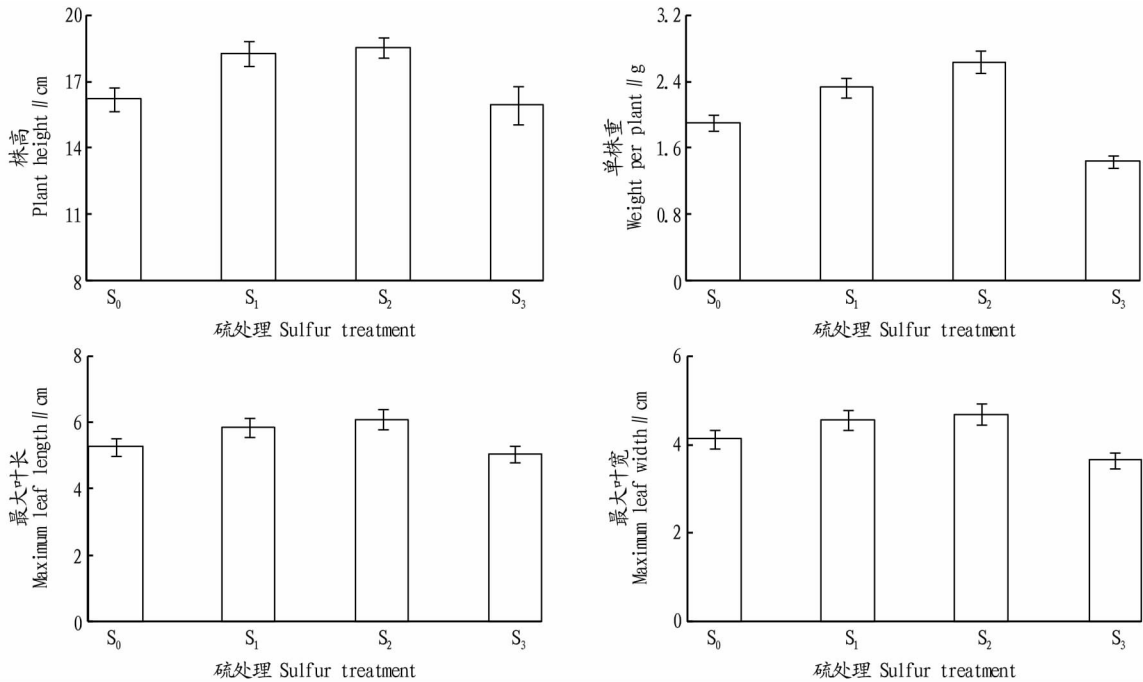


图 1 施硫对苋菜生长及单株重的影响

Fig.1 Effect of sulfur fertilizer on growth and weight per plant of edible amaranth

2.2 硫对苋菜品质的影响 由图 2a 可以看出,施硫处理对苋菜可食部分硝酸盐含量有显著影响,3 个硫处理降幅为 20.6% ~64.7%。施硫浓度为 10 mg/kg 时植株可食部分硝酸盐含量降低了 64.7%,但当浓度提高到 20 mg/kg 时,降幅却仅为 20.6%,这可能与硫促进植株体内氮代谢及生长

有关。

由图 2b 可见,施硫处理苋菜 V_c 含量均高于不施硫处理 S_0 ,植株中 V_c 含量增加 19.7% ~28.3%。当硫浓度达到 30 mg/kg时,植株 V_c 含量增幅降低。说明在一定硫浓度范围内硫可以提高苋菜 V_c 含量。

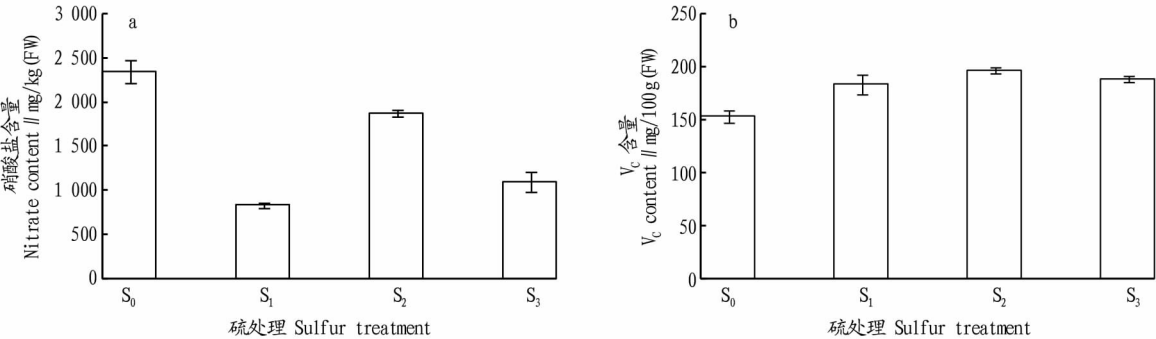


图 2 施硫对苋菜品质的影响

Fig.2 Effect of sulfur fertilizer on quality of edible amaranth

3 结论与讨论

硫为植物生长的重要中量元素,是生物合成半胱氨酸与蛋氨酸的主要原料^[11]。苋菜对硫吸收利用机制尚不明晰,调控硝酸盐代谢的原因尚无定论。通过不同浓度施硫处理,研究硫对苋菜生长及硝酸盐代谢的影响,对苋菜生产具有重要意义。施硫能够显著提高作物的生物量,试验中 20 mg/kg 的 Na_2SO_4 处理使苋菜单株重提高了 38.8%。同样的结果在油菜、大麦、玉米等作物中得到证实^[12-14]。

硫对于苋菜植株生长有着显著作用,该研究发现施硫显

著提高了苋菜最大叶片长和宽,主要原因被认为是其加速植株内源氮、硫的同化速率,同时硫在作物光合作用、蛋白质合成、激素代谢等方面有显著作用^[15-17]。硫肥改善蔬菜品质方面一个重要表现是降低植株硝酸盐水平,改善蔬菜品质。该研究表明,施硫处理苋菜体内硝酸盐含量显著降低,降幅达 20.6% ~64.7%。说明硫肥的施用改善了苋菜卫生品质。同时,施硫处理提高了苋菜 V_c 含量,说明施硫对植株硝酸盐的改变有显著作用,在该研究中

粉可省工 45 h,从经济效益来看,熊蜂授粉较对照可省费用 660 元,振荡授粉可节省 440 元。

表 5 不同处理的用工情况比较

Table 5 Comparison of the employment situations of different treatments

处理 Treatment	授粉平均用时 Average hours for pollination h/hm ²	次数 Times	用工费用 Labor cost 元/h	材料费用 Material cost	材料寿命 Lifetime of materials	授粉总用工 Total labor for pollination h/45 d	授粉总费用 Total cost for pollination 元
熊蜂授粉 Bumblebee pollination	—	—	—	450 元/箱,花粉 150 元	45 d	—	600
振荡授粉 Concussion pollination	75	3 天 1 次	10	1200 元/套	5 年	75	820
蘸花授粉 Dipping pollination	120	3 天 1 次	10	4 元/瓶	1 次	120	1 260

3 小结

通过对熊蜂在温室中授粉行为的观测分析,结果显示春季温室中熊蜂适宜在温度 20 ~ 30 ℃,相对湿度 20% ~ 40% 的环境中活动。该试验结果表明,与蘸花授粉相比,无论是振荡授粉还是熊蜂授粉处理,均能显著提高番茄的坐果率、降低畸形果率,这与前人在番茄和樱桃番茄上的研究结果一致^[7-9]。熊蜂授粉较蘸花授粉减少生产投入 52.4%,振荡授粉较蘸花授粉减少生产投入 34.9%。

有研究表明,应用激素蘸花,在子房增大的同时,花瓣和雄蕊会残留在萼片与果面的夹缝中,后期果实蒂部会残留花瓣并成为灰霉病菌的主要初侵染位点,加重了番茄灰霉病的发生^[10]。应用熊蜂授粉,由于蜂类对农药敏感,客观上会减少农药使用。选用低毒低残留的农药,并避免应用高毒高残留农药,从而提高番茄果实的品质和安全性。因此在人工紧缺或条件适宜的地区,可推广使用熊蜂授粉和振荡授粉技术。

参考文献

[1] 李继莲,吴杰,彭文君,等. 熊蜂和蜜蜂为日光温室草莓授粉效果的比

较[J]. 蜜蜂杂志, 2005,25(7): 3-4.

[2] 童越敏,李继莲,彭文君,等. 熊蜂授粉对温室草莓的影响研究[J]. 中国养蜂,2005,56(11): 7-8.

[3] MORANDIN L A, LAVERTY T M, KEVAN P G. Effect of bumble bee (Hymenoptera: Apidae) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes[J]. Journal of economic entomology, 2001, 94(1): 172-179.

[4] DASGAN H Y, OZDOGAN A O, KAFTANOGLU O, et al. Effectiveness of bumblebee pollination in anti-frost heated tomato Greenhouses in the Mediterranean basin[J]. Turkish journal of agriculture and forestry, 2004, 28(2): 73-82.

[5] SERRANO A R, GUERRA-SANZ J M. Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumblebee pollination[J]. Scientia horticulturae, 2006, 110(2): 160-166.

[6] MOLET M, CHITTKA L, RAINE N E. Potential application of the bumblebee foraging recruitment pheromone for commercial greenhouse pollination[J]. Apidologie, 2009, 40(6): 608-616.

[7] 江伟, 马建芳, 张成义, 等. 不同授粉方式在樱桃番茄生产上的应用试验[J]. 浙江农业科学, 2014(10): 1530-1531.

[8] 陈红, 祝花, 王孝琴, 等. 熊蜂授粉技术在早春大棚番茄生产中的应用研究[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(4): 875-877.

[9] 刘玲辉. 设施番茄熊蜂和激素蘸花授粉效果对比分析[J]. 新疆农垦科技, 2015(6): 21-22.

[10] 李宝聚, 朱国仁. 番茄喷蘸植物生长调节剂与灰霉病发生的关系[J]. 园艺学报, 1999, 26(5): 337-338.

(上接第 49 页)

施硫最高降低莴菜可食部分硝酸盐含量 64.7%。提高 V_c 含量 28.3%,其原因需要进一步验证。通过对比 4 种硫浓度处理莴菜生长及品质的变化,确定莴菜大田生产下用量为 10 ~ 20 mg/kg。

参考文献

[1] SANTAMARIA P. Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation[J]. Journal of the science of food and agriculture, 2006, 86(1): 10-17.

[2] SINGH M V. A review of the sulphur research activities of the ICAR-AICRP micro secondary nutrients project[J]. Sulfur agriculture, 1995, 19: 35-46.

[3] ANDERSON J W, FITZGERALD M A. Physiological and metabolic origin of sulphur for the synthesis of seed storage proteins[J]. Journal of plant physiology, 2001, 158(4): 447-456.

[4] 孔灵君, 徐坤, 王磊, 等. 氮硫互作对越冬大葱生长及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(5): 1272-1278.

[5] 刘中良, 刘世琦, 张自坤. 硫对青蒜生长及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(5): 1288-1292.

[6] 李俊玲, 刘厚诚, 孙光闻, 等. 硫素对红葱生长发育及品质的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2007, 28(3): 150-153.

[7] 李林妍. 无机硫降低韭菜硝酸盐累积的效应研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2013.

[8] 季延海, 武占会, 钟启文, 等. 不同浓度硫素对韭菜产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(4): 1112-1119.

[9] 徐瑶, 牟建梅, 张国芹, 等. 施硫对不结球白菜硝酸盐累积及氮硫同化关键基因表达的影响[J]. 中国农业科学, 2016, 49(11): 2222-2233.

[10] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 123-137.

[11] TAKAHASHI H, KOPRIVA S, GIORDANO M, et al. Sulfur assimilation in photosynthetic organisms: Molecular functions and regulations of transporters and assimilatory enzymes[J]. Annual review of plant biology, 2011, 62: 157-184.

[12] 谢迎新, 刘超, 朱云集, 等. 氮、硫配施对冬小麦氮素利用效率及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(1): 64-71.

[13] 曹殿云, 王宏伟, 刘国玲, 等. 硫素对玉米光合特性及产量的影响[J]. 玉米科学, 2017, 25(2): 68-73, 80.

[14] CARFAGNA S, VONA V, DI MARTINO V, et al. Nitrogen assimilation and cysteine biosynthesis in barley: Evidence for root sulphur assimilation upon recovery from N deprivation[J]. Environmental and experimental botany, 2011, 71(1): 18-24.

[15] SHAHBAZ M, TSENG M H, STUIVER C E E, et al. Copper exposure interferes with the regulation of the uptake, distribution and metabolism of sulfate in Chinese cabbage[J]. Journal of plant physiology, 2010, 167(6): 438-446.

[16] ABDALLAH M, ETIENNE P, OURRY A, et al. Do initial S reserves and mineral S availability alter leaf S-N mobilization and leaf senescence in oilseed rape? [J]. Plant science, 2011, 180(3): 511-520.

[17] HONSEL A, KOJIMA M, HAAS R, et al. Sulphur limitation and early sulphur deficiency responses in poplar: Significance of gene expression, metabolites, and plant hormones[J]. Journal of experimental botany, 2012, 63(5): 1873-1893.