

氮硫供应水平对不同品种芜菁生长和营养品质指标的影响

高相宇¹, 李淑敏^{1,2}, 张宏彦², 马凤鸣³

(1. 东北农业大学 资源与环境学院 黑龙江 哈尔滨 150030 2. 中国农业大学 资源与环境学院 北京 100094 3. 东北农业大学 农学院 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:采用盆栽砂培方式研究不同氮硫供应水平对芜菁不同品种(*Brassica*, L. 红圆、白玉)生长和营养品质指标的影响。结果表明:随施氮量增加,“红圆”生物量显著增加,该试验条件下,施氮量为 160 kg/hm²时产量最佳。施氮显著降低“红圆”肉质根中 Vc 和可溶性糖含量,2 个品种叶中 Vc 平均含量为肉质根的 2.73 倍。硫不同供应水平对“白玉”叶中 Vc 含量、肉质根中可溶性糖含量和“红圆”中 Vc 含量没有显著影响。施氮可以提高“红圆”中铁、硼、钙、锌的含量。硫对 2 个芜菁品种微量元素的吸收无显著性差异。“红圆”根中铁、锌、钙、硼和“白玉”中锰、钙、硼元素在氮硫交互作用上差异性显著。

关键词:芜菁;氮;硫;产量;营养品质

中图分类号:S 634.906⁺.2 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2008)06-0015-04

芜菁是十字花科芸薹属蔬菜 别名蔓菁。芜菁肉质根除了含有非常丰富的营养元素外,还含一类对人体具有保健作用的含硫化合物^[1],目前在欧洲、亚洲和美洲等地均有广泛栽培。我国蔬菜目前已进入产量与品质协调生产的新阶段,与此同时,随着人们生活水平的提高对高品质蔬菜的追求也不断增加^[2],然而,因片面追求高产施入大量肥料而带来一系列的蔬菜品质 and 环境污染问题。

许多研究结果表明,不同水平氮、硫肥的施入对植物的生长及体内营养物质含量的变化有很大影响。如增施氮肥会降低白菜、花椰菜等 17 种蔬菜中维生素 C 的含量^[3],但也有试验证明随施氮量的增加芹菜中 Vc 的含量增加^[4],这说明蔬菜的品质指标受氮肥制约,同时也受蔬菜类型和品种的制约。硫是蔬菜生长的重要元素,且芜菁是需硫量较高的十字花科蔬菜,现关于氮、硫肥对芜菁品质方面尚未见相关报告。因此,该试验的主要目的是研究不同氮、硫供应水平对芜菁生长及品质指标的影响,寻找提高蔬菜品质指标不受影响的最佳氮、硫肥用量,为优质蔬菜生产提供指导意义。

1 试验设计

试验于 2006 年 8 月 6 日至 2006 年 10 月 17 日在中国农业大学温室进行。供试材料为芜菁(*Brassica rapa* L.) 2 个品种,红圆(HY.)和白玉(BY.),试验设 3 个供

氮水平,2 个硫水平,氮设 80 kg/hm²、160 kg/hm²和 240 kg/hm²三个水平,分别用 N1、N2、N3 表示,硫设 10 kg/hm²和 60 kg/hm²两个水平,分别用 S1 和 S2 表示,共计 6 个处理,每个处理重复 3 次。采用盆栽砂培方式进行,每盆(瓦氏盆 20 cm×25 cm)装洗净的河砂 8 kg,每盆定植 2 株芜菁,株距为 10 cm。其余的氮硫营养元素根据芜菁生长期来施加。芜菁肉质根直径为 6 cm 时收获,生长期为 60 d。收获时测定指标为:地上部、根鲜重,根直径 Vc,叶绿素,可溶性总糖及微量元素含量。

测定方法:Vc 含量测定采用 2,6-二氯酚酚滴定法;可溶性总糖采用蒽酮比色法测定^[5];微量元素含量用 ICP 测得^[6]。试验利用 SAS 8.2 统计软件来进行方差分析和显著性检验。

表 1 N 和 S 处理时期和营养元素施用量

元素名称	装盆	三叶期	肉质根(2cm)	六叶期
N (NH ₄ NO ₃)/g	1.75	2.44	2.44	—
S (K ₂ SO ₄)/g	0.59	—	—	3.54
P (KH ₂ PO ₄)/g	0.37	—	—	—
Ca (CaCl ₂)/g	1.60	—	—	—
Mg (Mg(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O)/g	0.21	—	—	—

注:微量元素 6.67 g Fe (EDTA-Fe), 4.0 g Mn(MnCl₂), 12 g Cu(CuNO₃), 12 g Zn(ZnSO₄·7H₂O), 12 g B(H₃BO₃), 4 g Mo ((NH₄)₂MoO₄) 在装盆期施入。

2 试验结果

2.1 不同氮硫供应水平对芜菁生长的影响

氮硫供应水平显著影响植株的生长(表 2)。“红圆”中,不同施氮水平对“红圆”的生物量的影响差异显著,其鲜重、干重和直径均随施氮量的增加而增加,总鲜重在高氮处理比在低氮处理增加了 77.0%;氮、硫对“白玉”总鲜重及干重无显著差异,但其肉质根鲜重在氮水平上差异显著;2 品种的总鲜重之间差异显著,“红圆”平

第一作者简介:高相宇(1981-),硕士,主要从事作物营养生态研究。E-mail:gaoxiangyu329@163.com。
基金项目:北京市自然科学基金重点资助项目(6051001);哈尔滨市青年基金资助项目(2004A FQXJ057)。
收稿日期:2008-02-21

均总鲜重高于“白玉”，“红圆”和“白玉”的平均总鲜重分别为 492.2 g/株和 434 g/株。分析结果表明：增施氮量可提高“红圆”生物量和“白玉”的肉质根鲜重，增施硫肥

对 2 个品种无显著影响，说明芜菁对氮、硫的需求不同“白玉”不同部位需氮量不同。

表 2 不同氮、硫处理对芜菁各生理指标的影响

品种	处理		直径/mm	地上部鲜重/g ° 株 ⁻¹	地上部干重/g ° 株 ⁻¹	肉质根鲜重/g ° 株 ⁻¹	肉质根干重/g ° 株 ⁻¹	总鲜重/g ° 株 ⁻¹
红圆	N1	S1	53.8a B	167.1 aB	20.2aB	167.1aB	24.3aB	345.0aB
		S2	51.5a	146.4b	17.0a	175.7a	28.0a	323.6a
	N2	S1	58.4a A	309.8 aA	27.6aA	244.6aA	30.3aA	561.1aA
		S2	62.1a	279.1 a	17.7a	257.4a	32.8a	539.8a
	N3	S1	57.2a A	340.5 aA	32.3aA	239.4aA	27.1 aAB	585.2aA
		S2	60.1a	338.0 a	31.0a	256.0a	31.3a	598.4a
白玉	N1	S1	58.1a A	175.2 aA	18.1aA	203.5aB	15.5aA	379.3aA
		S2	61.9a	182.6a	20.5a	175.5a	14.4a	358.6a
	N2	S1	65.6a A	233.0aA	20.1aA	231.8aA	15.9aA	466.6aA
		S2	57.3a	210.7 a	21.4a	172.0a	13.4a	385.3a
	N3	S1	63.3a A	311.3 aA	25.7aA	225.7aA	13.8aA	537.4aA
		S2	62.7a	232.4 a	19.6a	243.8a	16.5a	476.8a

注 同一列中同一氮处理的不同硫处理后面的不同小写字母表示在 $P=0.05$ 水平差异显著。同一列中的不同氮水平用大写字母表示为 $P=0.05$ 水平差异显著，以下同此

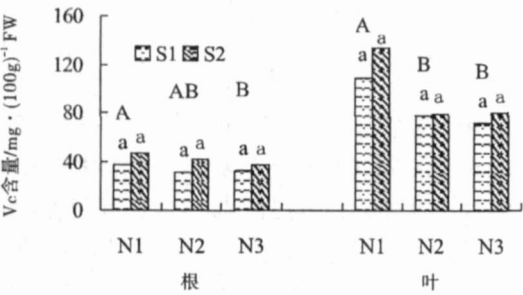


图 1 不同氮、硫供应水平对“红圆”中 Vc 含量的影响

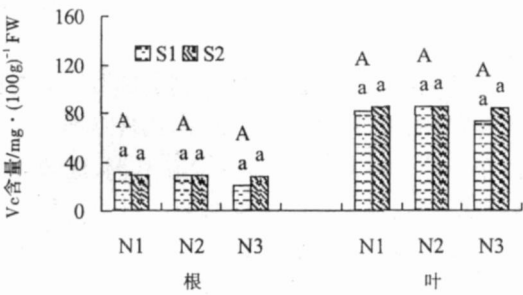


图 2 不同氮、硫供应水平对“白玉”中 Vc 含量的影响

2.2 对芜菁中 Vc 含量和可溶性糖含量的影响

维生素 C 含量是蔬菜中重要的营养品质指标之一。如图 1 所示：“红圆”中氮处理对植株中 Vc 含量有显著影响，随施氮量的增加“红圆”中 Vc 含量显著降低，N2 水平的“红圆”肉质根中 Vc 含量比 N1 水平减少了 13.5%，叶中减少了 35.7%，施 S 对“红圆”Vc 含量无显著影响；“白玉”肉质根中 Vc 含量随施氮硫无显著变化（见图 2）。2 个品种中 Vc 含量地上部与肉质根之间差异均显著（红圆为 $P=0.0004$ ，白玉为 $P<0.0001$ ），“红圆”、“白玉”叶 Vc 平均含量比根 Vc 平均含量分别高 144.3%和 210.9%；2 个品种之间 Vc 含量无显著性差异。

可溶性糖也是评价营养品质的一个指标，随施氮量的增加“红圆”中可溶性糖含量显著降低，该试验的各个处理对“白玉”的影响均无显著性差异，说明不同氮、硫供应水平对植物体中可溶性糖含量无显著影响。“红圆”和“白玉”肉质根中可溶性糖含量分别平均为 4.75%、4.03%（见图 3）。

2.3 对芜菁中微量元素含量的影响

如表 3 所示：不同氮、硫供应水平对芜菁 2 个品种

中 Fe、Mn、Zn、Ca、B 含量有显著影响，微量元素 Fe、Mn、Zn、Ca、B 的含量在品种上存在差异。在“红圆”中，各微量元素的含量在氮水平上差异显著。“红圆”中 Fe、Mn、B 的含量均随着施氮量的增加而增加，而 Zn、Ca 元素的含量均随着施氮量的增加先下降后升高，“红圆”5 种微量元素的含量在硫处理中无显著差异；氮硫处理对“白玉”中 5 种元素的吸收无显著影响。2 个品种中，Ca、B 的氮硫交互作用差异显著，“红圆”中在 N3S2 水平上最高，而“白玉”在 N2S2 处理中最高，即在该试验中认为不同品种对 5 种微量元素的吸收有所不同。

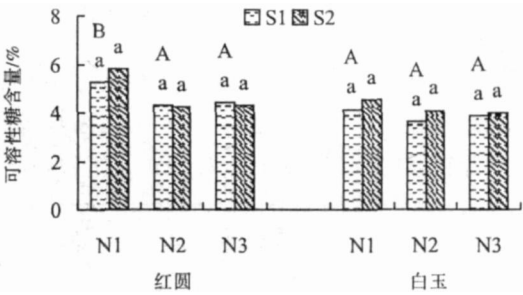


图 3 不同氮、硫供应水平对不同品种芜菁肉质根中可溶性糖含量的影响

表 3

不同氮、硫供应水平对不同品种茼蒿中微量元素含量的影响

mg/ kg

品种	处理		铁	锰	锌	钙	硼
红圆	N1	S1	157. 1a B	138. 6a B	74. 7a B	6 351. 6a B	29. 3a B
		S2	170. 2a	119. 5a	81. 9a	5 263. 8a	34. 4a
	N2	S1	260. 2a A	143. 5a B	88. 2a B	5 193. 7a B	38. 1a B
		S2	112. 3a	121. 1a	61. 8a	5 521. 6a	31. 5a
	N3	S1	169. 7a A	179. 2a A	102. 8a A	6 943. 1a A	41. 1a A
		S2	327. 2a	238. 8a	162. 1a	10 114. 7a	59. 6a
白玉	N1	S1	321. 2a A	224. 8aA	132. 7aA	9 982. 4aA	58. 0aA
		S2	210. 6a	154. 1a	106. 6a	7 540. 6b	43. 2a
	N2	S1	260. 5aA	133. 4bA	118. 4bA	6 635. 8bA	35. 7bA
		S2	219. 8a	216. 0a	130. 4a	10 867. 8a	61. 1a
	N3	S1	236. 6aA	180. 1aA	122. 2aA	8 371. 4aA	49. 1aA
		S2	335. 1b	175. 9a	122. 9a	7 782. 6a	62. 9a

3 讨论

关于氮和硫肥对植物生长影响的研究较多, 一般认为, 施入氮肥有益于植物生长, 过多施入并不能促进生长, 反而抑制了一些植物的生长, 既菠菜产量随氮素用量的增加而增加, 但当氮素增加到一定量时, 再增加用量则菠菜产量下降^[7]。出现这种差异的原因主要与植物种类、基因型及试验条件有密切的关系。有关报道证明, 增加硫肥可提高油菜的生物量^[8]。该试验结果表明, 增施氮肥可以提高“红圆”的生物量, 当施氮肥量为 240 kg/hm²和 160 kg/hm²时生物量之间无显著性差异, 因此, 施氮量为 160 kg/hm²时, 茼蒿产量与品质可达到最佳值^[9]。生物量在硫水平上没有显著性差异, 出现此现象的原因可能是因为该试验施硫量约为 15 kg/hm²和大气硫沉降的存在, 可以达到土壤有效硫的水平(16. 1~ 30 kg/hm²)^[10], 因此可以满足植株的生长要求。

施氮量与施硫量对蔬菜品质状况也有显著影响。大量研究结果表明, 氮肥的增加可抑制维生素 C 和可溶性糖的含量。而硫元素可以促进维生素 C 和可溶性糖的生成。试验表明, 随施氮量增加“红圆”肉质根和叶中 Vc 和可溶性糖的含量下降, 而“白玉”中 Vc 含量无显著性影响。Mozafar^[3]认为, 增施氮肥会降低白菜、花椰菜、甜菜、菠菜、番茄等 17 种蔬菜的维生素 C 的含量, 但是也有不一致结论, 孙彭寿^[4]等发现芹菜在高氮水平下 Vc 含量依然随着氮水平的增加而增加, Hardter^[11]在菠菜中得到可溶性糖随氮量增加而降低。一般认为氮肥抑制维生素 C 的原因是增施氮肥会增加蔬菜叶片数目和叶面积, 降低到达冠层的光密度, 影响植株的光合作用, 降低遮蔽叶片的维生素 C 和可溶性糖的含量。试验中, 增加硫肥对 2 个品种中 Vc 含量和可溶性糖含量无显著影响, 而增施硫肥使芹菜可溶性糖含量增加^[12]。提高蔬菜品质的原因是在光合作用中, 硫可以提高蛋白质及含硫氨基酸的生成^[13]。而在试验中没有影响的最主要因为硫水平也完全满足植物的需求。在“红圆”中, 各微量元素的含量在氮水平上差异性显著, Fe、Mn、B 的含量均随着施氮量的增加而增加, 而 Zn、Ca 元素的含量均随着施氮量的增加先下降后升高。试验氮对 Zn 元素吸收的影响与唐新莲等^[14]报道的氮有利于小白菜中锌的吸收, 出现这种现象可能是因为茼蒿是块根植物, 它们的发育时期不同, 还可能与微量元素在体内积累的位置的不同。在硫水平上, 2 个品种中微量元素的差异性不显著。“红圆”中 Zn、Fe、Ca、B 和“白玉”中 Mn、Ca、B 在氮硫交互作用中显著, 品种之间微量元素 Fe、Zn、Ca、B 含量存在显著性差异, 这可以说明, 在种植茼蒿不同品种时, 要提高植株内微量元素的吸收注意氮硫肥的配施。

综合产量和品质测定指标, 在该试验条件下, 茼蒿最佳施氮量为 160 kg/hm², 施硫量为 10 kg/hm²。

参考文献

[1] Schonhof I, Krumbein, Widell S. Glucosinolate in Brassicaceae und Möglichkeiten ihrer Beeinflussung [M]. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel). XXXV Vortragsagung, 2000: 47-56.

[2] 张宏彦. 蔬菜养分调控与品质[J]. 中国蔬菜, 2005, S1: 23-26.

[3] Mozafar A. Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: a review [J]. Journal of Plant Nutrition, 1993, 16(12): 2479-2506.

[4] 孙彭寿, 李会合, 戴亨林. 氮钾肥对叶菜产量和品质的效应[J]. 西南农业大学学报, 2004, 26(6): 710-714.

[5] 陈建生, 唐拴虎, 张发宝, 等. 氮硫肥配施对菜心产量及品质的效应研究[J]. 土壤通报, 2003, 34(1): 36-39.

[6] 陈健. 用 ICP—AES 法测定中药野马追的微量元素[J]. 金陵职业大学学报, 2003, 18(1): 34-35.

[7] 刘伟, 徐坤, 王惠林. 氮素用量对菠菜生长及产量和品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2007(1): 21-23.

[8] 魏珂萍, 战鹰, 高翠霞. 施硫对油菜产量和氮硫吸收的影响[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(9): 1610-1611.

[9] Isabel S V, Ernesto P V, Anônio A M. Nitrogen accumulation, yield and leaf quality of turnip greens in response to nitrogen fertilization [J]. Nutrient Cycling in Agro ecosystems, 1998, 51: 249-258.

[10] Chen L M. The study status and development trend of applied potassium and sulphur fertilizer in soil [J]. Agriculture and Technology, 2004, 24(4): 100-104(in Chinese).

[11] Hardter R. Plant nutrition and fertilization of vegetables for yield and quality [J]. Agro Chemicals, News in Brief, 1997, 20(1): 127-131.

[12] 张敏, 王正银. 硫素营养对作物品质的影响[J]. 陕西农业科学, 2006(2): 55-57.

盐胁迫对番茄幼苗生长及保护酶活性的影响

李 妍

(德州学院生物系, 山东 德州 253023)

摘 要: 测定了 0、100、200、300 mmol/L NaCl 浓度处理下番茄幼苗地上及地下部分的干鲜重; 叶绿素含量、光合特性; SOD、POD、CAT、APX 活性及 $O_2^{\cdot -}$ 产生速率。结果表明: 随 NaCl 处理浓度的增加, 番茄幼苗的 FW、DW、Pn、Gs 呈现降低趋势; Ci、chl、SOD、POD、CAT、APX 活性及 $O_2^{\cdot -}$ 产生速率随盐处理浓度的增加而增加。NaCl 处理对番茄幼苗的生长具有抑制作用, 非气孔因素是引起光合下降的主要因素, 抗氧化酶活性不断增加以清除盐胁迫产生活性氧类, 使番茄幼苗可以在盐胁迫条件下生存。

关键词: 番茄; 光合; 保护酶

中图分类号: S 641.203.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)06-0018-03

盐胁迫是影响植物生长、发育和农作物产量的主要环境胁迫因子之一。全世界约有 20% 的土地盐渍化, 还有近一半的灌溉土地受次生盐渍化的影响^[1]。我国也有 2 000 万 hm^2 土地盐渍化, 约占可耕地面积的 25%。随着我国人口的剧增及工农业的快速发展, 小城镇建设步伐加快, 可耕地面积急剧下降, 而不合理的农业措施又造成了大量耕地次生盐渍化^[2-3]。盐渍化对可耕地的

破坏一直严重影响着远古文明和现代文明^[4], 盐渍化已成为最重要的影响社会经济发展的环境因素之一^[5]。番茄是果菜类园艺作物, 其果实不但可作为色拉及配菜, 而且可鲜食, 是一种极其重要的常用果蔬。

1 材料与方法

1.1 植物材料的培养与处理

番茄(*Lycopersicon esculentum*)种子: 中蔬 5 号购自中国农业科学院。经 0.1% $HgCl_2$ 消毒 10 min, 用自来水充分冲洗后, 挑选子粒饱满的种子播种于装有细砂的塑料盆中。3 d 后萌发, 置于温室中, 用 Hoagland 营养液浇灌, 温室的昼夜温度为 30/20 $^{\circ}C$, 每天光照 15 h, 光强

作者简介: 李妍(1975-), 女, 山东陵县人, 硕士, 讲师, 研究方向为植物生理与分子生物学。E-mail: lylyxy0524@163.com.

收稿日期: 2008-02-03

[13] Zhao F J. Influence of Sulphur and Nitrogen On Composition of Glucosinolate of Oilseed Rape (*Brassica napus* L.)[J]. J Sci Food Agric, 1994, 64: 295-304.

[14] 唐新莲, 顾明华, 潘丽梅, 等. 氮、磷、钾、锌配施对小白菜产量和品质的效应[J]. 中国土壤与肥料, 2007(3): 47-51.

Effect of Nitrogen and Sulfur Application on Growth and Nutrition Quality Indices in Turnip (*Brassica rapa* L.)

GAO Xiang-yu¹, LI Shu-min^{1,2}, ZHANG Hong-yan², MA Feng-ming³

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China; 2. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100094, China; 3. Agronomy College North east Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

Abstract: Effect of nitrogen and sulfur application on growth and nutrition quality indices in turnip (*Brassica rapa* L. HY., BY.) was studied. The results showed that yields of two HY. did significantly increase in response to N application, respectively. In this experiment, we got the highest yields at 160 $kg \cdot ha^{-1}$ N supply. Vc concentration and soluble sugar concentration that were in roots of HY. did significantly decrease by N application. The average of Vc concentration in leaf was 2.73 folds of the root. There were no significant difference to Vc concentration of BY. leaves, soluble sugar of BY. roots and Vc concentration of HY. at S levels. Increasing N fertilization resulted in higher Fe, Ca, B and Zn concentrations. And Increasing S fertilization could not improve the uptake of microelement in HY. and BY. There were significant difference to Fe, Zn, Ca, B concentrations of HY. and Mn, Ca, B concentrations of HY. at N and S interaction.

Key words: Turnip; Nitrogen; Sulfur; Yield; Nutrition quality