

硅钾肥对青菜产量品质和土壤养分影响研究

赵风兰<sup>1</sup>, 刘彩玲<sup>1</sup>, 张 洁<sup>2</sup>

(1. 河南省科学院 地理研究所, 郑州 450052; 2. 洛阳师范学院 化学化工学院, 河南 洛阳 471022)

**摘要:** 采取等养分及土培试验方法, 进行硅钾肥在不同施肥条件下对青菜产量、维生素含量、硝酸盐含量、重金属元素含量以及土壤养分含量影响的试验, 分析施用硅钾肥对提高蔬菜产量品质和土壤养分的作用。结果显示: 施用硅钾肥可以有效提高土壤有效氮和土壤有效磷含量, 明显提高青菜的产量和青菜中维生素含量, 减少青菜硝酸盐含量, 降低青菜中重金属元素镉、铬、铅等的含量。

**关键词:** 硅钾肥; 青菜; 产量品质; 土壤养分

**中图分类号:** S143

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1003-2363(2012)02-0161-04

0 引言

青菜含有丰富的维生素, 对维持人体正常生理功能和增进健康非常重要。随着生活质量的提高, 人们对蔬菜的质量、安全品质的要求也越来越高<sup>[1-2]</sup>。硅钾肥是利用不溶性含钾岩矿资源为主要原料生产的一种含有多种营养元素的新型枸溶性无公害绿色矿物肥料, 不仅含有硅、钾等品质元素, 还含有钙、镁、铁、锰、锌、铜、硼等多种中微量营养元素, 不仅可以提高作物的产量, 而且可以有效提高作物的品质。国内许多学者开展了硅钾矿物肥应用于粮食作物及蔬菜果品生产的研究, 并已取得一些进展<sup>[3-4]</sup>。本研究通过盆栽试验探讨了硅钾肥对青菜产量、品质及土壤养分的影响, 并与常规的化肥硫酸钾的施用效果进行了比较, 旨在为硅钾肥在青菜种植上的推广应用提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

硅钾肥(含 K<sub>2</sub>O 8.3%)由长丰硅钾肥厂生产提供; 化肥采用化学试剂: 尿素(含 N 46.6%)、磷酸二氢钙(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 51.8%)和硫酸钾(含 K<sub>2</sub>O 53.9%); 青菜品种选用上海矮抗青; 试验用土壤取自郑州市郊区菜园, 养分含量: 全氮 0.114%, 全磷 0.122%, 全钾 0.893%, 有效氮 90.44 mg/kg, 有效磷 41.11 mg/kg, 有效钾 888.28 mg/kg; 土培试验用盆钵选用上口径为 15 cm 的陶瓷花盆。

1.2 试验设计

试验设 3 个处理: (1) 常规化肥, 纯 N 0.15 g/kg 土,

纯 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.08 g/kg 土, 纯 K<sub>2</sub>O 0.13 g/kg 土(氮肥用尿素, 总用量 0.32 g/kg 土, 20% 底施, 80% 分 3 次追施; 磷肥用磷酸二氢钙, 总用量 0.15 g/kg 土, 全部底施; 钾肥用硫酸钾, 总用量 0.25 g/kg 土, 全部底施); (2) 硅钾肥代替硫酸钾, 总用量 1.5 g/kg 土, 氮磷肥同(1); (3) 空白处理。每个处理设 3 个重复。

1.3 试验方法。

首先是装盆, 每盆装土 2.0 kg, 将各处理过的土样按要求分别装入盆中, 按试验设计用肥量分别加入尿素总用量的 20%、全部磷肥、钾肥和硅钾肥; 之后浇水; 然后是播种和定植, 将上海矮抗青青菜种子均匀撒播入盆中, 出苗后一周间苗, 每盆留 3 棵, 每隔 1 周左右, 在除空白对照之外的化肥组和硅钾肥组分 3 次追施尿素总量的 10%、20%、50%, 1~2 天浇一次水, 其他日常管理一样, 一个半月后采收。

1.4 样品采集与制备

(1) 土壤样品。分别将每盆土混匀后用四分法取出约 500 g 风干、粉碎、过筛备用。(2) 植物样品。分新鲜样品和烘干样品。新鲜样品为随机取 3 片新鲜叶片, 剪碎混匀后立即称重, 然后研磨浸提备用, 供测定叶绿素、维生素、硝酸盐等; 烘干样品为把余下的全部叶片烘干, 先将新鲜样品在 90℃ 左右烘干约 20 min, 然后降温至 65℃, 逐尽水分, 粉碎过筛备用。

1.5 测定方法

土壤全氮用凯氏定氮法测定, 土壤速效氮(硝态氮和氨态氮)用蒸馏法测定。土壤全磷用浓硫酸—双氧水消化, 钼锑抗比色法测定; 土壤速效磷用碳酸氢钠提取, 钼锑抗比色法测定。土壤全钾用浓硫酸—双氧水消化, ICPS 等离子发射光谱法测定; 土壤速效钾用中性醋酸铵提取, ICPS 等离子发射光谱法测定。青菜水分用重量法测定, 青菜叶绿素用分光光度计法测定; 青菜维生素 C 用草酸浸提, 2,6-二氯酚酚滴定法测定; 青菜硝酸盐用水杨酸法测定; 青菜金属元素用浓硫酸—双氧水消化,

收稿日期: 2012-04-02; 修回日期: 2012-06-09  
基金项目: 河南省重点科技攻关项目(0123021400)  
作者简介: 赵风兰(1963-), 女, 河南卫辉市人, 高级工程师, 学士, 主要从事植物营养与肥料方面的研究, (E-mail) zhaofeng-lan2004@yahoo.com.cn。

ICPS 等离子发射光谱法测定。

### 1.6 数据统计与分析

试验分析数据处理应用 Excel, 显著性检验应用 SPSS 进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥处理对土壤养分含量变化影响

与空白处理和施用常规化肥相比,施用硅钾肥能够显著增加种植青菜的土壤有效氮含量,尤其是硝态氮的含量。有效磷略有提高。施肥土壤全磷、全钾、速效氮、速效磷含量均高于空白组;有效钾含量组间差别不显著。施用硅钾肥能够增加土壤有效氮含量的作用机理目前还不完全清楚,可能与硅钾肥中的硅能促进土壤中有机物质的分解有关,硝态氮含量提高可能是因为硅钾肥可以疏松土壤结构,促进了硝化作用的进行。施用硅钾肥有效磷含量略有提高说明硅钾肥可以活化土壤中的磷,硅酸根可以溶出被土壤吸附的磷<sup>[5]</sup>,从而提高了土壤中有效磷的含量(表 1)。

表 1 不同处理土壤养分含量 (mean ± SD)

Tab.1 Contents of soil nutrients under different fertilization treatments

土壤养分	处理		
	常规化肥	硅钾肥	空白
全氮/%	0.08 ± 0.01a	0.09 ± 0.00a	0.08 ± 0.01a
全磷/%	0.08 ± 0.01a	0.08 ± 0.00a	0.07 ± 0.01b
全钾/%	0.78 ± 0.02a	0.69 ± 0.04b	0.64 ± 0.01b
有效氮 /(mg · kg <sup>-1</sup> )	19.02 ± 1.07b	53.47 ± 7.18a	20.50 ± 2.18b
铵态氮 /(mg · kg <sup>-1</sup> )	12.60 ± 0.89b	16.67 ± 0.43a	15.05 ± 1.03b
硝态氮 /(mg · kg <sup>-1</sup> )	6.43 ± 0.18b	36.80 ± 7.60a	5.46 ± 1.14ab
有效磷 /(mg · kg <sup>-1</sup> )	102.15 ± 10.50a	105.50 ± 12.48a	40.29 ± 16.23b
有效钾 /(mg · kg <sup>-1</sup> )	506.00 ± 2.26a	504.73 ± 2.92a	505.10 ± 1.39a

说明:同一列数据后不同字母表示差异达 5% 显著水平,下表同。

### 2.2 硅钾肥对青菜产量和品质的影响

对各施肥处理青菜产量和品质的分析结果(表 2)显示,施用硅钾肥较化肥组与空白组,产量都有不同程度提高,平均增产幅度分别为 46.42% 和 107.21%,方差分析差异显著( $P < 0.05$ ),施用硅钾肥较施用化肥组,产量也有一定的提高,表明施用硅钾肥有很好的增产效果。施用硅钾肥代替硫酸钾增产效果更好的原因可能是其含有钾、硅、钙、镁、铁、钼、锰等多种营养元素及硅钾肥特性综合作用的结果。首先,硅钾肥中的硅、镁可以促进光合作用,增加有机物质的积累,提高 CO<sub>2</sub> 的同化率,能促进碳水化合物的运输,特别是从土层上部向根系的运输,提高根系的活力,从而提高蔬菜产量;其

次,施用硅钾肥显著增加了种植青菜的土壤有效氮含量,尤其是硝态氮的含量,而青菜属于喜硝态氮作物, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>—N/NO<sub>3</sub>—N 高或者 NO<sub>3</sub>—N 很低时,蔬菜产量会下降,而且 N 是光合酶和三磷酸腺苷(ATP)的重要组成部分,通过影响光合作用效率提高蔬菜的产量<sup>[5]</sup>。

青菜干物质含量空白组最高,硅钾肥组次之,化肥组最低。说明硅钾肥代替硫酸钾可有效提高青菜干物质含量。

青菜叶绿素含量硅钾肥组最高,空白组次之,化肥组最低,说明硅钾肥代替硫酸钾可有效提高青菜叶绿素含量。可能是因为硅钾肥中的硅素可使叶片挺立,通过增加光照,提高植株叶绿素含量,另外,氮是叶绿素分子的成分,氮素增加也可提高叶绿素含量。

青菜维生素含量 3 个处理差异显著,也是以硅钾肥组最高,空白组次之,化肥组最低,表明施用硅钾肥也可有效增加蔬菜维生素含量,与文献报道的叶菜类的维生素和叶绿素含量之间有密切的关系吻合<sup>[6]</sup>。

硝酸盐含量测定结果显示,施肥组明显高于空白组,而化肥组又明显高于硅钾肥组,表明施用硅钾肥代替硫酸钾可有效降低蔬菜中硝酸盐含量。分析其原因有 4 个方面:(1)试验结果表明,施用硅钾肥能够提高青菜叶绿素含量,促进光合作用,提高 CO<sub>2</sub> 的同化率,可为硝酸盐的还原提供充足的能量,促进硝酸盐的还原同化,使蔬菜作物体内的铵态氮或硝态氮尽快转化为氨基酸或蛋白质,起到降低蔬菜体内硝酸盐含量的作用。(2)微量元素对于减少蔬菜硝酸盐含量也有一定效果,微量元素钼是植物固氮过程中把 NO<sub>3</sub>—N 转换为 NH<sub>3</sub> 的硝酸还原酶的活性组分,是降低硝酸盐含量的重要元素;钼还参与抗坏血酸代谢过程,能提高植物机体内维生素 C 的含量,还对植物有增产作用;钼还是构成硝酸还原酶的元素,缺钼使硝酸还原酶合成受阻;钼对蔬菜叶片硝酸还原酶有激活作用,可使植株内硝酸盐含量下降<sup>[6-8]</sup>。所以钼可显著影响蔬菜硝酸盐含量。硅钾肥含有多种营养元素,其中就有包含钼在内的多种微量元素。(3)硅可调节蔬菜作物在不同阶段对氮、磷、钾等营养元素的需求,在其他营养元素施用过量时有抑制供给的作用,能够抑制氮肥的过量吸收而降低蔬菜体内硝酸盐含量。(4)硅钾肥中的钾是多种酶的激活剂。也是硝酸还原酶的激活剂,钾可以显著提高硝酸还原酶的活性,加快硝酸盐的还原同化,促进植物体内蛋白质和核蛋白的合成,使植物所吸收的硝态氮能很快转化成合成氨基酸的原料,从而减少硝酸盐的积累<sup>[7]</sup>。

### 2.3 硅钾肥对青菜重金属元素含量的影响

青菜重金属含量的检测结果(表 3)显示,不同的施肥处理对青菜镍含量影响不显著;青菜中铬的含量硅钾肥组与空白组相当,明显低于化肥铜元素含量为硅钾肥组 < 空白组 < 化肥处理组;镉元素含量施肥组较空白组稍低;铅元素含量以硅钾肥组最低,明显低于化肥组,顺

表 2 不同施肥条件下青菜产量和品质 (mean ± SD)

Tab.2 Yield and quality of Brassica chinensis L. under different fertilization treatments

处理	产量和品质					
	产量/(g·株 <sup>-1</sup> )	增产/%	干物质/%	叶绿素/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	维生素/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	硝酸盐/ (mg·kg <sup>-1</sup> )
常规化肥	26.21 ± 4.99a	46.42	5.52 ± 0.59a	3 315.45 ± 153.79c	32.46 ± 3.36b	810.70 ± 32.56a
硅钾肥	37.09 ± 13.41a	107.21	5.97 ± 0.70a	4 134.31 ± 123.27a	44.08 ± 2.20a	710.12 ± 21.55b
空白	17.90 ± 1.93b		6.35 ± 0.62a	3 578.60 ± 128.65b	13.74 ± 1.83c	428.04 ± 22.03c

表 3 不同施肥条件下青菜重金属元素含量 (mean ± SD)

Tab.3 Contents of heavy metal elements in Brassica chinensis L. under different fertilization treatments

处理	重金属元素					
	铬	镍	铜	隔	铅	钼
常规化肥	0.059 ± 0.017a	0.21 ± 0.024a	0.361 ± 0.004a	0.016 ± 0.007b	0.232 ± 0.014a	0.209 ± 0.049c
硅钾肥	0.022 ± 0.013b	0.18 ± 0.034a	0.096 ± 0.006c	0.025 ± 0.012b	0.137 ± 0.014c	0.300 ± 0.027b
空白	0.025 ± 0.009b	0.21 ± 0.064a	0.111 ± 0.001b	0.080 ± 0.036a	0.182 ± 0.006b	0.411 ± 0.048a

序为硅钾肥组 < 空白组 < 化肥处理组;钼元素的含量为化肥处理组 < 硅钾肥组 < 空白组;说明施用硅钾肥代替硫酸钾可有效降低青菜中某些重金属元素比如铬、铜和铅等的含量。分析其原因有二:(1)硅钾肥中的硅酸根可与土壤中的这些重金属离子反应,生成硅酸盐沉淀,降低了这些重金属在土壤中的活性。(2)硅可以增加蔬菜作物根系氧化能力,氧化镉、锰等重金属,减少它们的溶解度,从而抑制作物对它们的吸收,有效地防治重金属对蔬菜的污染<sup>[10-11]</sup>。

3 结论

施用硅钾肥能够显著增加土壤养分含量。施用硅钾肥代替硫酸钾化肥,土壤有效氮含量显著提高,有效磷略有提高,但差别不显著,但较空白组有显著提高。

施用硅钾肥对青菜有明显的增产和提高青菜品质的作用。可显著提高青菜叶绿素和维生素含量,有效降低青菜中硝酸盐含量,降低青菜中重金属元素镉、铬、铅等的含量。

参考文献:

[1] 李会合,王正银. 施肥对叶类蔬菜硝酸盐含量的影响

[J]. 磷肥与复肥,2001,16(3):65-67.

[2] 李晓玲. 氮钾肥对叶菜硝酸盐含量和 VC 含量的影响[J]. 现代农业科学,2009,16(3):79-80.

[3] 李吉进,张青,邹国元,等. 硅钾矿物肥料在油菜上的盆栽应用效果[J]. 蔬菜,2010(3):37-39.

[4] 朱裕超,龚建生,潘新武. 硅钾肥在春玉米上的应用效果研究[J]. 上海农业科技,2001(3):70-71.

[5] 蔡德龙. 硅肥及使用技术[M]. 北京:台海出版社,2001.

[6] 李忠贤,江居洪,高桂生. 保护地栽培蔬菜品质与维生素 C[J]. 北方园艺,1998(Z1):131.

[7] 申秀英,许晓路. 蔬菜硝酸盐积累机制及影响因素[J]. 农业环境与发展,1998(3):4-6.

[8] 马惠民,王波. 施肥对蔬菜硝酸盐含量的影响[J]. 长江蔬菜,2010(2):6-10.

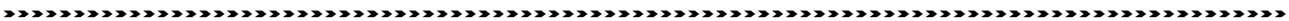
[9] 古强,王碧婵. 无公害蔬菜生产的钾肥施用技术[J]. 四川农业科技,2008(8):56-56.

[10] 付振全. 硅肥在无公害蔬菜生产中的作用[J]. 河北农业科技,2006(5):21.

[11] 胡永军. 硅肥在无公害蔬菜生产中的应用[J]. 北京农业,2003(2):8.

**Abstract:** This study adopted a test method of equal nutrient and soil nutrient, and did tests about affects of different fertilization on green vegetable yield, vitamin content, nitrate content and soil nutrient content. The results show that silicon-potash fertilizer can efficiently improve the soil available N and soil available phosphorus content, and increase the yield of vegetables and vitamin content of vegetables, reduce the nitrate content of vegetables, and reduce the heavy metals contents like cadmium, chromium,plumbum and so on .

**Key words:** silicon-potash fertilizer; green vegetable; yield and quality; soil nutrient



(上接第 126 页)

[16] 李辉. 试论北朝时期霜雪冻等低温灾害发生的特点 [J]. 长春师范学院学报,2008,27(2):26-31.

[17] 孟万忠,赵景波,王尚义. 山西清代霜雪灾害的特点与周期规律研究[J]. 自然灾害学报,2012,21(4):40-47.

[18] 赵景波,邢闪,周旗. 关中平原明代霜雪灾害特征及小波分析研究[J]. 地理科学,2012,32(1):81-85.

[19] 孟万忠,刘晓峰. 1368—1948 年山西霜雪灾害的特征与周期规律研究[J]. 灾害学,2012,27(4):80-84.

[20] 葛哲学,沙威. 小波分析理论与 MATLABR2007 实现 [M]. 北京:电子工业出版社,2007:42-43.

[21] 中国气象灾害大典编委会. 中国气象灾害大典. 山西

卷[M]. 北京:气象出版社,2005:697-701;738-739;837-840.

[22] 谭其骧. 中国历史地图集第七册[M]. 北京:中国地图出版社,1982:54-55.

[23] 魏一鸣. 自然灾害复杂性研究[J]. 地理科学,1998,18(1):25-31.

[24] 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究[J]. 中国科学 A 辑,1973(2):168-189.

[25] 王绍武. 小冰期气候的研究[J]. 第四纪研究,1995,15(3):202-212.

Characteristics and Periodicity of Frost-Snow and Low-temperature Disasters of Shanxi in Ming Dynasty

Meng Wanzhong<sup>1,2</sup>, Zhao Jingbo<sup>1</sup>, Liu Xiaofeng<sup>2</sup>

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;  
2. Fenhe-Valley Scientific Development Research Center, Taiyuan Normal University, Taiyuan 030012, China)

**Abstract:** Based on collecting, reorganizing and analyzing the history data about Shanxi in Ming Dynasty, this paper studied the grade series, stage changes, different grades' periodicity and reason of the frost-snow and low-temperature disasters in Shanxi. The statistical results showed that the disasters had 114 times, the disasters' grade may be divided into mild, moderate and severe disaster, and they were respectively 22, 66 and 26 times. The disasters can be divided into two stages. The first stage was from 1368 to 1519, the second stage was from 1520 to 1644. The first stage was that the disasters happen occasionally, and most of them were mild and moderate disasters. The second stage was that the disasters happen frequently, and most of them were moderate and the most serious. According to wavelets analysis, it was known that there were mainly 2~3a period, 9~14a period and 45~55a period. There were four cold climate events from 1531 to 1533, from 1578 to 1588, from 1591 to 1607 and from 1631 to 1642. The cold weather events had occurred after 1520 and prescribed the climate of the middle and late Ming Dynasty was colder than that of the early Ming Dynasty.

**Key words:** frost-snow and low-temperature disasters; characteristics; periodicity; cold climate events; Ming Dynasty; Shanxi Province