

硅钙素生物有机肥在加工番茄上的应用效果

姜雅琼, 于 晶, 丁金英

(宁夏农业学校, 宁夏 银川 750021)

摘要:为提高加工番茄产量,改善其品质,通过田间试验和室内分析,研究了银北盐化灌淤土施用硅钙素有机肥后,对土壤理化性质、露地番茄生长发育、产量、品质及经济效益的影响。结果表明:施用硅钙肥 $3\ 000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 掺施50%化肥与常规施肥相比可有效促进露地番茄生长发育,增加叶片叶绿素合成,提高叶片胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率及气孔导度,增长率依次为29.88%、6.04%、9.48%和25.00%,有效促进了番茄生理代谢;降低土壤全盐28.81%,有利于抑制土壤盐化危害;降低土壤容重6.57%;番茄可溶性固形物增长5.59%;含糖量增加39.01%,糖酸比增加32.50%,产量增长11.96%,可增产提质,肥效显著。单独施用 $3\ 000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 硅钙肥与常规施肥相比,可降低土壤全盐36.02%,有利于盐碱地脱盐抑盐;与种植前相比,土壤速效磷增加土壤速效磷增加58.61%、速效钾增加44.55%,表明硅钙肥具有显著的解磷释钾作用。

关键词:硅钙素生物有机肥,肥效,加工番茄

中图分类号:S641.2

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)11-0044-05

长期以来,人们一直认为南方的酸性、微酸性土壤由于强烈的脱硅富铝化的成土作用,土壤有效硅含量较低。因此,酸性、微酸性土壤与砖红壤、砖红壤性红壤和红黄壤等土壤有效硅缺乏,而北方的石灰性土壤不缺硅。但是,近十年来的研究表明,北方的石灰性土壤也存在严重的缺硅现象。其原因是石灰性土壤中大量的碳酸钙对硅酸钙和硅酸的吸附与固定作用降低了硅的有效性。据初步估计,我国大约有 1.33 hm^2 水稻土存在缺硅现象。据农业部调查,我国60%的耕地缺硅钙。

硅是土壤矿物质中含量最多的元素之一,而土壤溶液中能供给植物吸收利用的硅素(有效硅)却很少。硅钙肥具有改良土壤,促进光合作用,增强作物抗逆性,提高产量,改善果实品质等作用,被称为“作物营养平衡与调节的专家”^[1],已在水稻^[2-4]、玉米^[5-6]、小麦^[7]、花生^[8-9]和甘蔗^[10]等作物上应用,均取得显著效果。目前,大量试验证明,硅是禾本科作物的必需元素之一,稻、麦等禾

本科作物施用硅钙肥具有明显的增产效果,但对于硅钙肥在蔬菜上的应用效果和施用技术鲜见报道。该研究通过设置对比试验,探索硅钙肥在宁夏银北地区盐化灌淤土露地加工番茄上的应用效果,为提高加工番茄产量,改善其品质,发展绿色农业和无公害农业提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

宁夏干旱少雨,日照充足,温度日差较大,发展设施蔬菜栽培具有得天独厚的资源优势。惠农区位于银川平原北部,地势平坦开阔,昼夜温差大,气候干燥, $\text{N}38^{\circ}40'\sim 39^{\circ}26'$, $\text{E}106^{\circ}13'\sim 106^{\circ}59'$,年均气温 8.7°C ,极端最低气温 -25.9°C ,年均降水量 202.2 mm ,蒸发量 $1\ 787.3\text{ mm}$,无霜期 170 d ,全年太阳辐射总量 $598.712\ 4\text{ kJ}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。

试验于2012年4~10月在宁夏中粮集团惠农基地进行;供试土壤为银川平原北部盐化灌淤土。该土隶属于人为土纲,灌淤土土类,盐化灌淤土亚类。

1.2 材料

供试番茄品种为中粮集团惠农基地加工番茄品种屯河8号。供试硅钙素有机肥为宁夏农垦贺兰山生物肥料有限责任公司生产的硅钙素生物有机肥,有效成分含量:N、P、K总量 $\geq 4\%$,有机质含量 $\geq 30\%$,活菌数 $>3\text{ 亿个}\cdot\text{g}^{-1}$,有效硅(SiO_2)22%,有效钙(CaO)18%。

收稿日期:2014-05-09

基金项目:2013宁夏农业学校科研资助项目(NX13008)

第一作者简介:姜雅琼(1982-),女,内蒙古自治区阿拉善人,硕士,助理讲师,从事农业资源利用的科研与教学工作。E-mail:765740243@qq.com。

通讯作者:丁金英(1958-),女,学士,教授,从事农业方面的科研与教学工作。E-mail:lj-888888888@163.com。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验共设 4 个处理,即:处理 1 常规施肥,处理 2 硅钙肥 $3\ 000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,处理 3 化肥减半(50%) + 硅钙肥 $3\ 000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,处理 4 化肥全量 + 硅钙肥 $3\ 000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,重复 4 次,随机区组设计;小区面积 57 m^2 ,共 16 个小区,总面积 913.79 m^2 (保护行除外);化肥施用方法和其它田间管理同大田。

1.3.2 测定项目及方法 在番茄成熟稳定盛果期每个处理随机选取 10 株,用标尺测定番茄株高,用叶绿素仪测定叶片叶绿素 SPAD 值,用英国产的 TPS-2 型便携式光合测定仪测定净光合速率、气孔导度、胞间二氧化碳浓度和蒸腾速率;分别在番茄定植前和收获后采集耕作层土样,风干过筛后分别测定土壤理化性质,其中 pH 用 PHS-25 型酸度计测定,全盐用 DDS-11 电导率仪测定,有机质含量用浓硫酸重铬酸钾氧化-硫酸亚铁滴定法测定,碱解氮含量用扩散法测定,速效磷含量用硫酸钼锑抗比色法测定,速效钾含量用醋酸铵浸提火焰光度计法测定^[11],土壤容重采用环刀法,土壤饱和含水量与田间持水量采用室内威尔科克斯(wilcox)法测定,计算土壤的总孔隙度。番茄品质测定全部采用国标法测定,其中总酸含量采用 NaOH 滴定法测定,总糖含量采用蒽酮比色法测定,可溶性固形物采用手持糖量计测定,维生素 C 含量采用 2,4-二硝基苯肼比色法测定^[12]。

1.3.3 数据分析 对所测定的数据用 Excel 2003 及 SAS 8.1 统计软件进行统计分析,采用邓肯多重极差对不同处理下番茄长势及品质进行差异显著性检验,显著性水平为($P < 0.05, n = 5$)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对番茄株高和冠幅的影响

由图 1 可见,盛花期加工番茄的株高以处理 3 最高,与常规施肥处理 2 和处理 4 差异显著,表明掺施硅钙肥可显著促进番茄植株生殖生长,但施肥过多也会抑制番茄的生长;加工番茄盛花期的冠幅也是以处理 3 最高,与株高有同样的表现,表明硅钙素生物有机肥能够促使加工番茄发育健壮,增强抗倒伏能力。

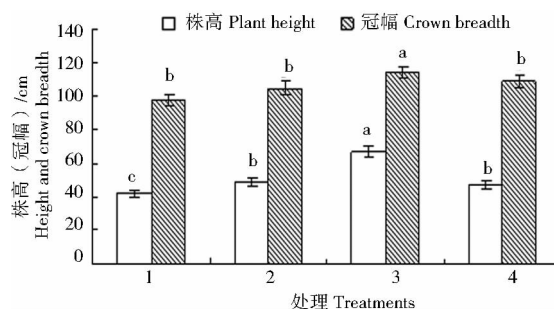


图 1 不同处理对盛花期番茄株高和冠幅的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on height and crown breadth of tomato at full flowering stage

2.2 不同试验处理对番茄茎粗的影响

由图 2 可见,不同施肥处理对盛花期加工番茄茎粗有一定影响,处理 3 加工番茄的茎粗最大,与处理 1 和处理 2 差异显著,表明硅钙素生物有机肥配施化肥可以显著促进加工番茄的营养生长,而配施化肥过量,番茄茎粗有停滞甚至减小趋势。

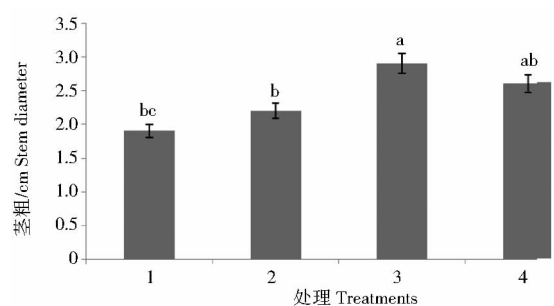


图 2 不同试验处理对番茄盛花期茎粗的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on stem diameter of tomato at full flowering stage

2.3 不同处理对番茄光合特性的影响

由表 1 可知,不同处理加工番茄叶片叶绿素 SPAD 值以处理 3 最高,与常规施肥处理 1 提高 29.88%,而其余处理之间差异不显著,表明单施硅钙肥处理 2 或硅钙肥配施过量化肥处理 4 对番茄叶片叶绿素的合成作用不明显。同时,施硅钙素生物有机肥的处理 3 极显著提高了加工番茄叶片胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率及气孔导度,同比常规施肥处理 1 增长率依次为 6.04%、9.48% 和 25.00%;光合速率则是以处理 3 最小,与其它处理差异达显著水平。

表 1 不同处理对番茄光合特性的影响

Table 1 Effect of different treatments on photosynthetic characteristics of tomato

处理 Treatments	叶绿素/ SPAD Chlorophyll	胞间 CO ₂ 浓度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ Intercellular CO ₂ concentration	蒸腾速率/ $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Transpiration rate	气孔导度/ $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Stomatal conductance	光合速率/ $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Net photosynthetic rate
1(CK)	43.5 bAB	240.67 bB	4.22 bB	0.24 bB	11.32 cB
2	46.7 abA	236.00 cBC	3.95 cC	0.24 bB	11.67 bB
3	56.5 aA	255.20 aA	4.62 aA	0.30 aA	10.96 dC
4	49.6 abA	225.20 dC	4.09 bBC	0.23 bB	12.37 aA

2.4 不同试验处理对土壤理化性质的影响

由表 2 可知,露地加工番茄不同试验处理土壤容重与常规施肥相比,差异都达到极显著水平,以处理 4 土壤容重最小,与单施硅钙素有机肥的处理 2 和硅钙素有机肥掺施一半化肥的处理 3 也

差异显著;处理 2 与常规施肥相比可降低土壤容重 7.30%,而处理 4 降低土壤容重 13.14%,说明化肥掺施一定量的硅钙肥可显著降低土壤容重,增大孔隙度,改善土壤团粒结构。

表 2 供试土壤收获后理化性质

Table 2 The soil physicochemical properties of harvest

处理 Treatments	容重/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ Soil density	总孔隙度/% Total porosity	pH	全盐/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Total salt	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Organic mater	速效氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available N	速效磷/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available P	速效钾/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available K
种植前 Before planting	/	/	8.77 aA	2.53 aA	18.49 aA	28.7 abA	15.97 cC	126.25 cC
1(CK)	1.37 aA	48.2	8.64 bAB	2.36 bB	16.37 dD	22.4 dB	22.62 bB	122.50 dD
2	1.27 bB	52.1	8.53 cdC	1.51 eD	17.80 bB	28.0 bA	25.33 aA	182.50 aA
3	1.28 bB	51.7	8.54 cBC	1.68 cC	16.97 cC	23.8 cB	11.41 eE	145.00 bB
4	1.19 cB	55.3	8.44 dC	1.84 dD	18.47 aA	29.4 aA	13.94 dD	145.00 bB

番茄采收后,土壤 pH 较种植前都有所降低,各处理与常规施肥相比都达到显著差异水平,即掺施硅钙素生物有机肥肥后,土壤 pH 有降低的趋势,表明硅钙素生物有机肥有降低土壤 pH 的作用。土壤全盐各处理之间也达到了显著性差异,以单施硅钙素生物有机肥的处理 2 最低,同比种植前降低 40.32%,同比常规施肥降低 36.02%,表明硅钙素生物有机肥能够显著降低土壤的全盐,对于改良银北灌区的盐化灌淤土有一定的作用。各处理土壤有机质比种植前有不同程度降低,比常规施肥平均增长 8.38%,变幅 0.6~2.1 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。速效氮含量处理 4 比种植前有提高

外,其余处理都有不同程度的下降,但与常规施肥相比,却都有不同程度的提高,表明掺施硅钙肥固氮效果较显著。处理 2,土壤有效磷、速效钾相比种植前都有所提高,与常规施肥处理达到极显著差异水平,增长量分别为 11.98%和 48.98%,表明硅钙素生物有机肥具有解磷释钾的作用。

2.5 不同处理对番茄产量等相关指标的影响

由表 3 可知,加工番茄统一采摘后,常规施肥处理 1 番茄红青果质量之比为 1.12,成熟度为 48.5%;单施硅钙肥处理 2,加工番茄红青果质量之比为 2.20,成熟度为 66.5%,比常规施肥处理 1 分别增加 96.4%、37.1%。随着配施化肥量的

增加,番茄红青果之比及成熟度有下降趋势,同时,坏果数量有增长趋势,虫果数量及耐压力差异不明显,表明大量施用化肥易降低加工番茄成熟度,且成熟番茄品质差,易腐烂变质。各处理之间加工番茄产量呈极显著差异,表现出先升高后降

低的趋势,整体上以施硅钙素生物有机肥 3 000 kg·hm⁻²+50%化肥的处理 3 最高,达到 92.70 t·hm⁻²,同常规施肥相比增长 11.96%,表明硅钙素生物有机肥在提高加工番茄品质的同时,与适量的化肥配施还能显著提高番茄的产量。

表 3 不同试验处理对番茄产量及相关指标的影响

Table 3 Effect of different treatments on yield and other related indicators of tomato

处理 Treatments	测产区 Measured region(4.56 m ²)						耐压力/kg	成熟度/%	单产/ t·hm ⁻²
	红果/个 Red fruit	质量/kg Quality	青果/个 Green fruit	质量/kg Quality	坏果/个 Bad fruit	虫果/个 Wormy fruit	Compression resistance	Maturity	Yield
1(CK)	296	20.0	312	17.8	16	12	7.95	48.5	82.80 bB
2	407	24.9	205	11.3	12	12	10.05	66.5	79.35 dD
3	397	27.1	266	15.2	21	9	10.10	59.7	92.70 aA
4	333	21.8	259	15.4	25	10	8.85	56.2	81.60 cC

2.6 不同处理对番茄品质的影响

由表 4 可知,加工番茄的可溶性固形物以施硅钙素生物有机肥 3 000 kg·hm⁻²+50%化肥的处理 3 最高,与常规施肥处理 1 相比达到极显著差异水平,同比常规施肥增加 5.59%,掺施化肥过多可溶性固形物含量则下降。总体上,处理 2 显著提高番茄总酸度,而随着配施化肥的增多,番茄总酸度呈先下降后上升的趋势。番茄可溶性糖各处理之间达到极显著差异,以施硅钙素生物有

机肥 3 000 kg·hm⁻²+50%化肥的处理 3 可溶性糖含量最高,同比常规施肥处理 1 增加 39.01%,过量化肥配施,糖分下降。不同处理之间番茄维生素含量亦达到极显著差异水平,其中单施硅钙肥处理 2 番茄维生素 C 含量比处理 1 下降 23.64%,随着掺施化肥用量的增多,维生素 C 有增高趋势。番茄糖酸比以施硅钙素生物有机肥 3 000 kg·hm⁻²+50%化肥的处理 3 最高,表明此处理下番茄风味口感最优,品质佳。

表 4 不同试验处理对番茄品质的影响

Table 4 Effect of different treatments on quality of tomato

处理 Treatments	可溶性固形物/% Soluble solid	总酸度/% Total acid	可溶性糖/% Soluble sugar	维生素 C/kg·mg ⁻¹ VC	糖酸比 Sugar-acid ratio
1(CK)	4.83 bB	0.53 b	4.46 bB	260.79 bB	8.43
2	4.56 cC	0.61 a	4.03 cC	199.14 dD	6.64
3	5.10 aA	0.55 ab	6.20 aA	244.08 cC	11.17
4	4.90 bAB	0.59 ab	3.83 dD	279.60 aA	6.51

3 结论与讨论

张丽萍^[13]等利用硫酸钾型蔬菜专用肥和硅钙肥配施的研究结果表明,番茄施用硅钙肥对其生育有很好的促进作用,能使番茄株高、冠幅、干物质积累增加,并且增产效果明显。陶其骧^[14]等

研究表明:硅钙肥不仅能提高水稻植株透光性能,促使叶片增厚,改善水稻体内硅氮营养,促进水稻增产,而且能减轻土壤铁、铝及锰等离子毒害、增加磷的有效性。该研究结果表明,露地加工番茄施用硅钙肥 3 000 kg·hm⁻²配施 50%化肥相比常规施肥处理能促进番茄植株生长发育;提

高叶片叶绿素合成,提高叶片胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率及气孔导度,增长率依次为 29.88%、6.04%、9.48%和 25.00%,有效促进了番茄生理代谢,降低土壤容重 6.57%,有明显改良土壤团粒结构的作用;番茄可溶性固形物增长 5.59%;含糖量增加 39.01%,糖酸比增加 32.50%,产量增长 11.96%,可增产提质,肥效显著,与张丽萍等人的研究结果相似。

露地番茄单施硅钙肥 $3\ 000\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理与常规施肥相比可降低土壤全盐 36.02%,有利于盐碱地脱盐抑盐;土壤速效磷较种植前增长 58.61%、速效钾增长 44.55%,表明硅钙肥具有显著的解磷释钾作用,这与陶其骧等人的研究结果一致。因硅钙素生物有机肥含有丰富的有机质和有效菌,能够改善土壤的团粒结构,增加土壤有效养分,生产上值得推广应用。

参考文献:

- [1] 张福顺. 硅钙肥-作物营养平衡与调节的专家[J]. 中国农业信息-农资咨询,2003(9):34.
- [2] 兰雨锋. 水稻施用硅钙肥效果试验[J]. 垦殖与稻作,2006(S):99.
- [3] 黎杰清. 硅钙肥在水稻上的应用效果试验初报[J]. 广西农学报,2008,23(2):8-9,21.
- [4] 张金盛,赵振达,蒋德勤,等. 水稻施用硅钙复混肥效应研究[J]. 天津农业科学,1999,5(2):15-17.
- [5] 肖德全,孙继文,邵振海. 玉米施硅钙肥效果分析[J]. 植保技术,2005(6):8-9.
- [6] 高海,刘伟,庞凤仙. 硅钙肥在玉米上应用效果试验[J]. 现代农业科技,2009(22):28,30.
- [7] 贺立源,江世文. 小麦施用硅钙肥效应的研究[J]. 土壤肥料,1999(3):8-11.
- [8] 赵立仁,娄春荣,孙文涛,等. 花生施用硅钙肥肥效试验简报[J]. 杂粮作物,2001,21(4):43-44.
- [9] 赵继文,陈翠霞,胡玉香,等. 花生施用硅钙肥增产效应简报[J]. 土壤肥料,2000(5):43-44.
- [10] 罗洁,周锦芳. 施用硅钙肥对甘蔗产量和品质的影响[J]. 福建热作科技,2004,29(4):6,10.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,1999.
- [12] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [13] 张丽萍,宋丽群. 蕃茄施用硅钙肥肥效试验示范总结[J]. 农村实用科技信息,2011(1):42.
- [14] 陶其骧,范业成,张明辉. 硅钙肥活化土壤磷素的研究初报[J]. 江西农业科技,1980(7):5-7.

Effect of Calcium Silicon Fertilizer on Processed Tomatoes

JIANG Ya-qiong, YU Jing, DING Jin-ying

(Agriculture School of Ningxia, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: In order to improve the yield and quality of processed tomato, through field and indoor experiments, the effect of irrigated saline soil in northern Yinchuan area after applying silicon osteocalcin organic fertilizer on soil physical and chemical properties was studied, the effect on tomato growth, development and yield, quality and economic benefit was analyzed. The results showed that the application of calcium silicon fertilizer $3\ 000\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ mixed 50% chemical fertilizer compared than covention fertilizing could effectively promote the tomato growth and development, increased chlorophyll synthesis, improved the blade intercellular CO_2 concentration, transpiration rate and stomatal conductance, growth were 29.88%, 6.04%, 9.48% and 25.00% respectively, while it promoted physiological metabolism, reduced 28.81% soil total salt, and was helpful for inhibiting soil evapo-salinization hazards. In addition, it reduced soil bulk density by 6.57%; tomatoes total soluble solids grew 5.59%; the sugar content increased by 39.01%, sugar-acid increased by 32.50%, production yield increased by 11.96%, the application of calcium silicon fertilizer could improve the quality and yield, and the effect was significant. Only calcium silicon fertilizer than coventional fertilizing, could reduce soil total salt by 36.02%, and was helpful for desalination and restraining salt of saline alkali soil; soil available phosphorus and available potassium increased by 58.61% and 44.55% than before planting, showed that the calcium silicon fertilizer has significant effect for solubilizing phosphate and releasing potassium.

Key words: calcium silicom fertilizer; fertilizer efficiency; processed tomato