

高效硅肥在水稻上的应用效果研究

张磊,陈雪丽,常本超,谷学佳,李伟群,王爽,王晓军

(黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所/黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室,哈尔滨 150086)

摘要:为了探索水稻专用肥配方,以水稻为供试作物,在建三江研究所试验地进行黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所研制的高效硅肥应用效果试验。结果表明:施用硅肥不仅促进了水稻植株的提前成熟,增加了抗倒伏能力,而且提高了叶绿素含量。更有利于光合产物的积累和籽粒的充实,降低了空秕率,从而提高了水稻的产量。其中硅肥Ⅰ(基肥施用高效硅肥 $225\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,追返青肥 $30\text{ kgN}\cdot\text{hm}^{-2}$,追穗肥 $30\text{ kgN}\cdot\text{hm}^{-2}+30\text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{hm}^{-2}$)和硅肥Ⅱ(基肥施用高效硅肥 $375\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,追返青肥 $16\text{ kgN}\cdot\text{hm}^{-2}$,追穗肥 $24\text{ kgN}\cdot\text{hm}^{-2}+24\text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{hm}^{-2}$)两个处理比常规施肥分别增产 14.5% 和 10.1% 。

关键词:水稻;硅肥;产量

中图分类号:S511.062

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)12-0043-03

土壤中含有大量的硅,但其有效性很低,多以难溶性硅存在。水稻是喜硅作物,秸秆中通常含有 10% 左右的硅。每生产 $1\ 000\text{ kg}$ 稻谷,水稻地上部分吸收的 SiO_2 量达 130 kg ,超过水稻吸收氮磷钾养分总和^[1]。高产水稻一个生产季节从土壤中带走的 SiO_2 为 $75\sim 130\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,由于每年从土壤中带走的硅量很大,靠土壤硅的自然风化难以维持平衡,再加上硅的淋溶渗漏损失,很容易造成土壤缺硅^[2]。我国对硅素的研究起步较晚,在 20 世纪 80 年代才开始对土壤硅素营养状态和硅肥的研制及应用试验进行研究^[3],近几年有关我国各省区土壤有效硅含量的调查和研究越来越多,涉及到湖北、浙江、山东、安徽、福建、贵州、湖南、吉林、广东和江苏等 10 多个省及地区,这些研究为各省区合理施用硅肥提供了有力的理论依据^[4]。现

将黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所研制的高效硅肥施用于水稻,调查高效硅肥对水稻各生育期的生长发育情况,并与常规施肥处理相比较其水稻产量构成情况,为黑龙江省新型肥料推广应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试肥料是黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所研制的以大量元素氮磷钾为主体,与中量元素有机硅(含 $\text{SiO}_2\geq 20\%$)进行复配,同时适量添加微量元素 Zn、Cu、B、Fe、Mg、Mo、Co 生产的复合硅肥料。供试水稻品种为东农 0333。试验地点选自建三江农业科学研究所试验地,基础肥力见表 1。

表 1 试验田基础肥力

Table 1 Soil nutrient contents

全氮/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Total nitrogen	全磷/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Total phosphorus	全钾/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Total potassium	速效氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available nitrogen	速效磷/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available phosphorus	速效钾/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available potassium	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Organic matter	pH	有机硅/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Organic silicon
1.27	0.59	35.21	132.10	34.20	94.30	29.05	6.16	285.82

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验共设 4 个处理,(1)空白对照,不施任何肥料;(2)硅肥Ⅰ,基肥施用高效硅肥 $225\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,追返青肥 $30\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,追穗肥 $30\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}+30\text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{hm}^{-2}$;(3)硅肥Ⅱ,基肥为高效硅肥 $375\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,追返青肥 $16\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,追穗肥 $24\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}+24\text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

收稿日期:2014-08-12

基金项目:黑龙江省青年科学基金资助项目(QC2011C042);“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2012BAD15B05);公益性行业(农业)资助项目(201003014);国家水体污染控制与治理科技重大专项资助项目(2014ZX07201-009)

第一作者简介:张磊(1982-),男,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,助理研究员,主要从事土壤肥料与环境资源方面的研究。E-mail:zhang-lei18@163.com。

24 kg·hm⁻²; (4) 常规施肥, 基肥为尿素 150 kg·hm⁻², 磷酸二铵 195 kg·hm⁻², KCl 150 kg·hm⁻², 追返青肥 N 37.5 kg·hm⁻², 追穗肥 N37.5 kg·hm⁻² + K₂O 37.5 kg·hm⁻²。进行大区试验, 每个处理试验面积为 100 hm²。

1.2.2 测定方法 植株生育期叶绿素含量采用叶绿素仪 SPAD-502 直接测定。数据采用 DPS 软件进行处理间的显著性分析, Sigma Plot 软件作图。

2 结果与分析

2.1 高效硅肥对水稻各生育期生育指标的影响

2.1.1 高效硅肥对水稻分蘖期生育指标的影响

由表 2 可知, 各处理株高差异不明显, 常规施肥处理略高于硅肥和空白处理。植株分蘖调查发现, 硅肥处理分蘖数均高于空白对照, 但低于常规处理。在叶绿素方面, 各施肥处理植株叶片的叶绿素含量差异不明显, 均显著高于空白处理。由此可见, 前期硅肥效果不明显。

表 2 水稻分蘖期生育指标

Table 2 Rice growth indicators in the tillering stage

处理 Treatments	株高/cm Plant height	每穴分蘖数 Tiller number	叶绿素含量/SPAD Chlorophyll content
空白对照 CK	43.0	17.2 c	32.1 b
硅肥 I Silicon fertilizer I	42.3	21.4 b	34.6 a
硅肥 II Silicon fertilizer II	43.1	23.7 b	35.3 a
常规施肥 Coventional fertilizing	44.7	26.7 a	36.3 a

注: 小写字母为 0.05 水平差异显著。下同。

Note: The lowercase letters show significant difference at 0.05 level. The same below.

2.1.2 高效硅肥对水稻抽穗期生育指标的影响

由表 3 可以看出, 抽穗期硅肥处理的有效分蘖数显著高于常规施肥和空白对照, 分别比常规施肥提高 13.4%, 23.9%。而株高方面, 硅肥处理

水稻株高明显低于常规施肥, 即硅肥施用能有效抑制水稻主茎伸长^[5]。植株叶绿素含量方面, 硅肥处理均好于常规处理, 其中硅肥 II 处理效果最好, 即高于基肥处理。

表 3 水稻抽穗期生育指标测定

Table 3 Rice growth indicators in the heading stage

处理 Treatments	株高/cm Plant height	有效分蘖数 Effective tiller number	叶绿素含量/SPAD Chlorophyll content
空白对照 CK	80.6 b	13.1 b	35.1 b
硅肥 I Silicon fertilizer I	83.5 b	16.1 a	37.7 a
硅肥 II Silicon fertilizer II	82.3 b	17.6 a	38.5 a
常规施肥 Coventional fertilizing	87.4 a	14.2 ab	36.6 ab

2.1.3 高效硅肥对水稻灌浆期生育指标的影响

由表 4 可以看出, 灌浆期水稻株高硅肥处理仍然显著低于常规施肥。硅肥处理的分蘖数和植株生物量显著高于常规处理。硅肥 II 处理的水稻干物质重比常规处理高 24.66%。施用硅肥处理的水稻植株矮, 但生物量高, 叶绿素含量高, 说明植

株茎粗, 叶浓绿, 提高了抗倒伏能力。

2.2 高效硅肥对水稻生育期的影响

高效硅肥可以促进水稻提前抽穗, 进而促使水稻提早成熟, 由表 5 可以看出, 硅肥 I 处理和硅肥 II 处理分别比常规处理提早成熟了 2 d 和 5 d, 进入蜡熟期表现明显。

表 4 水稻灌浆期生育指标测定

Table 4 Rice growth indicators in the filling stage

处理 Treatments	株高/cm Plant height	有效分蘖数 Effective tiller number	植株鲜重/g Plant fresh weight	植株干重/g Plant dry weight	叶绿素含量/SPAD Chlorophyll content
空白对照 CK	81.5 b	19 c	61.68 d	31.11 c	24.4 b
硅肥 I Silicon fertilizer I	84.2 b	26 a	107.91 b	56.02 a	36.5 a
硅肥 II Silicon fertilizer II	83.1 b	31 a	135.85 a	60.87 a	35.6 a
常规施肥 Coventional fertilizing	89.5 a	22 b	94.11 c	48.83 b	32.0 a

表 5 生育期调查
Table 5 Investigation of growth stages

处理 Treatments	插秧/月-日 Rice transplanting	始穗/月-日 Start heading	齐穗/月-日 Full heading	成熟/月-日 Mature
空白对照 CK	05-17	07-23	07-28	09-10
硅肥 I Silicon fertilizer I	05-17	07-23	07-30	09-13
硅肥 II Silicon fertilizer II	05-17	07-23	07-30	09-10
常规施肥 Coventional fertilizing	05-17	07-24	07-31	09-15

2.3 高效硅肥对水稻产量构成因子的影响

由表 6 可以看出,硅肥处理的株高和空秕率显著低于常规施肥处理,硅肥 I 处理与硅肥 II 处理差异不显著,略高于空白对照处理。穗长差异不明显。各处理有效穗数差异显著,硅肥 I 和硅

肥 II 处理显著高于其它处理,硅肥处理与常规施肥之间千粒重差异不显著。从产量方面可以看出,硅肥 I 和硅肥 II 理处理产量相当,差异不显著,而显著高于常规施肥处理和空白对照。可见,获得足够的有效穗数是高产的关键^[6]。

表 6 水稻产量构成因子分析
Table 6 Analysis on yield components of rice

处理 Treatments	株高/cm Plant height	穗长/cm Panicle length	穗数 Panicle number	结实率/% Setting percentage	空秕率/% Sterile grain rate	千粒重/g 1000-grain weight	产量/ kg·hm ⁻² Yield
空白对照 CK	86.3 c	14.9 c	11 c	96.5 a	25.3 a	23.8 b	4650 c
硅肥 I Silicon fertilizer I	90.5 b	15.6 a	20 a	95.5 a	20.8 c	28.7 a	8915 a
硅肥 II Silicon fertilizer II	89.2 bc	15.8 a	22 a	83.0 c	19.7 c	26.2 a	9255 a
常规施肥 Coventional fertilizing	99.2 a	16.4 a	18 b	88.1 b	22.8 b	26.9 a	8100 b

3 结论与讨论

大量的试验证明在缺硅的土壤上施用硅肥可以促进作物生长,增加产量,并能提高抗旱^[7]、抗病^[8]、抗虫^[9]、抗盐害^[10]等多种抗逆性。2013 年由于抽穗期间出现阶段性低温,该试验水稻品种出现空秕率较高现象,但施用高效硅肥的处理空秕率显著降低,这也证明了使用高效硅肥可以降低空秕率。并且,高效硅肥促进了水稻植株的提前成熟,增加了抗倒伏能力,因此,施用高效硅肥的处理相应增加了产量。该研究表明,硅肥处理的产量明显高于其它处理的产量,其中硅肥 I 和硅肥 II 两个处理比常规施肥分别增产 10.1%和 14.3%,增产效果显著,说明高效硅肥的养分释放特点更能满足水稻的需肥要求。硅肥 II 处理比硅肥 I 处理产量高,说明在有机硅不高的土壤类型中,尚需配施足够的高效硅肥,才能稳定水稻产量,这与前人研究结果一致^[11]。

参考文献:

[1] 郑爱珍,任雪平. 硅在水稻生理中的作用[J]. 农业与技术, 2004,24(1):51-53.

[2] 张翠珍,邵长泉,孟凯,等. 水稻吸硅特点及硅肥效应研究[J]. 莱阳农学院院报,2003,20(2):111-113.

[3] 杨建堂,高尔明,霍晓婷,等. 沿黄稻区水稻硅素吸收、分配特点研究[J]. 河南农业大学学报,2000,34(1):37-40.

[4] 田福平,陈子萱,张自和. 硅对植物抗逆性作用的研究[J]. 中国土壤与肥料,2007(3):10-14.

[5] 杨天华. 硅肥在水稻增产和抗倒方面的应用效果[J]. 农民致富之友,2013(11):97.

[6] 王立刚,李维炯,邱建军,等. 生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究[J]. 土壤肥料,2004(5):12-16.

[7] 宫海军,陈坤明,王锁民,等. 植物硅营养的研究进展[J]. 西北植物学报,2004,24(1):2385-2392.

[8] Rodrigues F,Benhamou N,Datnoff L,et al. Ultra structural and cytochemical aspects of silicon mediated rice blast resistance[J]. Phytopathology,2003,93(5):535-546.

[9] Elawad S H,St reet J J,Gascho G J,et al. Response of sugarcane to silicate source and rate: Growth and yield[J]. Agron,1982,74(3):481-484.

[10] 束良佐,刘英慧. 硅对盐胁迫下玉米幼苗叶片膜脂过氧化和保护系统的影响[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2001,40(6):1295-1300.

[11] 赵井丰. 不同硅肥在水稻上应用效果[J]. 现代化农业, 2013(7):12.