

安徽省水稻土有效硅状况及硅肥效果

于群英 李孝良

张永兰

(安徽农业技术师范学院 风阳 233100)

(池州农校)

摘要 安徽省水稻土有效硅含量具有明显区域分布特征。不同母质发育的水稻土有效硅含量顺序为: 黄土性古河湖相沉积物>近代黄泛>淮河冲积>石灰岩>湖积物>下蜀黄土>长江冲积>紫色砂页岩和第四纪红土>板页岩和花岗岩。土壤 pH 值、土壤物理性粘粒含量与土壤有效硅含量呈极显著正相关。田间试验表明, 在缺硅土壤上, 水稻施用硅肥具有明显增产效果。

关键词 水稻土; 有效硅; 区域分布

硅对水稻是一种典型的有益元素, 水稻一生吸收大量的硅酸, 在水稻植株中硅素含量超过了氮、磷、钾等元素的总和。许多研究表明, 施用硅肥可以促进水稻 CO₂ 同化和碳水化合物的形成, 提高水稻叶片净光合率, 提高根系活力, 减轻 Fe²⁺、Mn²⁺ 对水稻的危害, 可以使水稻机械组织细胞显著硅质化, 表皮组织强度增加, 茎秆坚硬, 抗倒伏能力加强, 减轻病原菌侵入, 降低虫害发生率^[1~3]。因此, 合理施用硅肥可以提高稻谷产量和施肥效益, 特别是在近年来新的耐肥高产水稻品种不断推广应用, 水稻氮肥施用量不断增加、水稻土有效钾, 有效硅含量逐年减少情况下, 水稻硅肥合理施用问题越来越引起人们的普遍关注。为了解安徽省主要类型水稻土有效硅含量和分布状况以及硅肥施用效果, 我们自 1996 年开始此项研究工作, 现将研究结果报告如下。

1 材料与方法

按母质类型采集水稻土样 146 个, 采样深度为 20cm, 土壤有效硅用 pH 4.0 的 1mol L⁻¹ HOAc—NaOAc 缓冲液提取, 硅钼蓝比色法测定, 其他项目常规方法测定。

硅肥田间试验设在芜湖清水和青阳童埠, 耕层土壤有机质含量为 25.5~32.1g kg⁻¹, 有效氮 84~125mg kg⁻¹, 有效磷 6.2~12.1 mg kg⁻¹, 有效钾为 54.5~127.6mg kg⁻¹, 有效硅 47.1~134.2mg kg⁻¹(SiO₂)。试验设 4 个处理, ①施硅肥 3kg/亩, ②施硅肥 6kg/亩, ③施硅肥 9kg/亩, ④对照。氮磷肥同当地习惯用量和施用方法。供试硅肥为南京无机化工厂生产的高效硅肥, 主要成分为二硅酸钠和偏硅酸钠的混合物, 白色粉状结晶, 水溶性硅(SiO₂)含量为 55.2%。硅肥于平地后移栽水稻前撒施。试验小区面积 0.05 亩, 随机排列, 重复 3 次。供试水稻品种为汕优 64。水稻生育期间观察记录其长势长相及病害情况, 成熟时每小区随机抽取 20 穗考种, 小区实收计产。

2 结果与讨论

2.1 安徽省主要类型水稻土有效硅含量分布

分析结果表明, 安徽省水稻土有效硅含量分布具有明显的区域特征, 淮北平原>江淮丘陵

岗地>沿江平原>皖西、皖南土地丘岗。淮北地区近代黄泛、黄土性古河湖沉积物以及淮河冲积母质上形成的水稻土有效硅含量均较高(表1),按目前土壤有效硅临界值($\text{SiO}_2 100 \text{mg kg}^{-1}$)划分标准,该区除沿淮地区砂质水稻土有效硅含量稍低于临界值外,其余水稻土有效硅含量均超过 100mg kg^{-1} 。从表1还可看出,江淮之间广泛分布的下蜀黄土母质上形成的水稻土,分析样本中有 $1/3$ 左右土壤有效硅低于 100mg kg^{-1} ,主要是一些质地较轻,分布于坡地和高岗地的白土田,这些土壤除供硅能力较低外,供钾能力亦较弱。

表1 安徽省不同母质水稻土有效硅含量($\text{SiO}_2 \text{ mg kg}^{-1}$)

母 质	土样数	变幅	平均值	缺硅土样 * (%)
近代黄泛	8	107.9~724.1	360.2 ± 53.4	0
黄土性古河湖相沉积物	10	149.2~669.7	402.8 ± 54.6	0
淮河冲积	6	85.9~487.1	279.4 ± 58.3	16.7
下蜀黄土	26	45.7~512.1	136.7 ± 34.5	30.8
长江冲积	22	32.1~367.4	128.9 ± 59.0	36.4
第四纪红土	12	30.3~197.2	71.4 ± 70.6	75.0
酸性结晶岩	24	17.2~156.9	58.2 ± 47.5	87.5
石灰岩	12	49.4~380.7	174.9 ± 40.6	33.3
紫色砂页岩	12	28.6~126.4	79.5 ± 48.9	83.3
湖积物	6	82.1~343.6	168.8 ± 46.8	33.3
板页岩	8	36.2~196.5	61.4 ± 65.7	75.0

* 土壤有效硅含量低于 100mg kg^{-1}

沿江地区广泛分布的长江冲积母质上形成的水稻土有效硅含量变幅较大,在分析样本中有近 40% 的土样有效硅含量低于 100mg kg^{-1} ,有效硅含量较高的是一些 pH 值较高的水稻土。应该指出,沿江地区广泛分布的石灰性砂泥田水稻土,一般呈中性至微碱性反应,pH 7.1~8.5,有不同程度的石灰反应,碳酸钙含量为 $0.03\sim 6.27\%$,有学者认为^[4,5],在这种类型的水稻土上,用 pH 4.0 的 H_oAc-NaOAc 缓冲液法提出的土壤有效硅量与水溶性硅含量并不成正相关,而水稻吸收利用的是土壤溶液中的水溶性硅,这可能是因为石灰性水稻土中含有 Ca-CO₃,它与土壤中水溶性硅酸结合形成非活性硅钙结合物,硅酸钙不易水解,在淹水条件下难以生成单硅酸供作物吸收利用,但却能被 pH 4.0 的 HOAc-NaOAC 缓冲液部分地提取,因此导致对 pH 值大于 7 的含碳酸盐水稻土供硅能力产生错误认识。这是应当引起足够重视的。

安徽皖西山地、皖南山地丘岗酸性结晶岩、第四纪红土、紫色砂页岩等母质上形成的水稻土有效硅含量均较低,土壤有效硅含量超过 100mg kg^{-1} 的土样所占比例不足 20% ,是安徽省缺硅水稻土主要分布地区。在宣城、宁国、歙县、泾县、贵池、金寨等地采集的土样中,有效硅低于 70mg kg^{-1} 的土样占 70% ,有近 40% 土样有效硅含量小于 50 mg kg^{-1} ,由此可见,这些地区水稻施用硅肥应具有明显的增产增收效果。

2.2 土壤有效硅含量与土壤基本性质的关系

对酸性土壤有效硅含量与土壤基本性质进行统计分析发现,土壤有效硅与土壤 pH 值和土壤物理性粘粒含量呈极显著正相关,相关系数分别为 0.8029 和 0.5426,这与前人研究结果是基本一致的^[6,7]。皖西、皖南地区酸性结晶岩、紫砂岩等母质发育的水稻土由于质地较粗,粘粒含量低,土壤有效硅含量也低,而在石灰岩母质上形成的水稻土质地粘重,粘粒含量高,土壤有效硅含量较高。另外,江淮地区大面积分布的澄白土田水稻土,表层土壤粉砂含量一般在 50% 左右,粘粒含量一般不足 20% ,土壤有效硅含量明显低于同区其他类型水稻土,可见土壤有效硅主要来源于土壤的粘粒部分^[5,7],而土壤 pH 值影响着土壤颗粒特别是土壤粘粒的性质以及土壤溶液组成,从而影响着土壤有效硅含量。值得提出的是,土壤有效硅含量与土壤有机

质和小于 0.001mm 土粒含量并未表现明显相关性。

2.3 水稻硅肥施用效果

2.3.1 硅肥对水稻抗病、抗倒伏的影响

施用硅肥,可以使水稻茎叶中硅化细胞和硅的含量增加,从而增加茎叶强度,稻株清秀挺拔,抗倒伏能力明显增强。通过测定水稻基部第二节间抗折强度发现,施硅处理水稻抗折强度明显提高。不同施硅量之间水稻抗折强度差异不大,与对照相比,平均抗折强度增加 40 克左右(表 2)。施硅对水稻抗病能力的影响也很明显。硅与角质形成硅一角质二层结构,构成一道机械屏障,减轻了病原菌对水稻的危害。从表 3 可以看出,施硅处理水稻穗颈瘟病和纹枯病的病穗与病株分别为 9.4% 和 10.2%(处理 2),而未施硅肥的水稻穗颈瘟病穗和纹枯病株率分别达到 26.7% 和 33.8%,病情指数也明显高于施硅处理。

表 2 硅肥对水稻抗倒伏、抗病的影响

处理	穗颈瘟病(%)		纹枯病(%)		抗折强度 (g)
	病穗	病指	病株	病指	
(1)	11.2	6.8	16.5	8.9	295.6
(2)	9.4	7.2	10.2	12.1	314.5
(3)	10.5	7.0	9.6	12.8	280.4
(4)	26.7	16.2	33.8	22.7	260.4

表 3 硅肥对水稻产量结构和产量的影响

处理	有效穗 (万/亩)	每穗粒数 (个)	结实率 (%)	千粒重 (g)	实产 (kg/亩)	增产 (kg/亩)	增幅 (%)
(1)	28.4	84.4	82.4	27.2	489.8	73.2	17.6
(2)	28.2	86.0	83.5	27.5	502.4	85.8	20.6
(3)	27.9	85.2	83.0	27.5	476.9	60.3	14.5
(4)	27.8	77.8	76.8	26.6	416.6		

注: 表中数据为两试点平均值 $F=13.82^{**}$

2.3.2 硅肥对水稻产量结构和产量的影响

从水稻长势长相来看,在水稻抽穗期,2 个试验点水稻均表现为施用硅肥使水稻茎叶挺拔、坚硬、叶片与茎的夹角较小,提高了光合效率,抽穗提早 2~3 天,而且抽穗整齐,水稻下部枯叶少,群体长势明显优于对照,不同施硅量处理之间差异不明显。成熟期施硅水稻叶片老健,青叶较多,功能叶绿色延长,而未施硅肥的稻株枯黄,有早衰现象,清水试点尤为明显。考种结果表明,施用硅肥明显改善了水稻生物性状(表 3),硅肥作用主要表现为增加穗粒数,提高结实率,减少瘪粒比率,增加千粒重,对亩穗数影响不明显。亩施硅肥 3 公斤,与对照相比,穗粒数增加 6.6 个,千粒重增加 0.6 克,结实率由 76.8% 提高到 82.4%。从表 3 还可以看出,施用硅肥的各处理与对照相比均有增产效果,每亩施用高效硅肥 3 公斤和 6 公斤两处理与对照相比,分别增收稻谷 73.3 公斤/亩和 85.8 公斤/亩,均达到极显著增产水平($LSD_{0.01}=72.68$, $LSD_{0.05}=56.42$),每亩施硅肥 9 公斤处理与①、②处理相比,稻谷反而略有减产,但差异不明显,两试点都有同样趋势,但与对照相比,稻谷产量增加 60.3 公斤/亩,亦达到显著水平。由此可见,在试验条件下,每亩施用高效硅肥 3~6 公斤,便能达到较好增产增收目的。

参 考 文 献

- 藏惠林. 水稻施硅的抗病增产效果. 土壤, 1984, 16(5):165~179
- 申义珍等. 砂壤质石灰土壤水稻硅肥效果及氮硅互作效应. 土壤通报, 1992, 23(2):124~126
- 秦遂初. 作物营养障碍的诊断及其防治. 浙江科技出版社, 1988:128~149
- 马同生等. 江苏沿江地区水稻土硅素供应与硅肥施用. 土壤, 1994, 26(3):154~156
- 马同生. 我国水稻土中硅素丰缺原因. 土壤通报, 1997, 28(4):169~171
- 何万胜等. 湖南省土壤中硅的形态与土壤性质关系. 土壤, 1993, 25(3):146~150
- 藏惠林. 土壤有效硅含量变化的初步研究. 土壤, 1987, 19(3):123~126