

生石灰在农业生产中的应用^{*}

丁希武

(黑龙江八一农垦大学植物科学技术学院, 大庆 163319)

摘要: 主要介绍了生石灰降低土壤酸度、消除铝铁锰对根系毒害作用、对酸性土壤的改良作用、对作物产量的影响等方面, 以及生石灰在农业生产上的国内外应用情况和酸性土壤施用生石灰需要量的计算方法。

关键词: 生石灰; 土壤; 产量

中图分类号: S 156 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002—2767(2006)06—0077—03

Application of Lime in Agriculture

DING Xi-wu

(Technical Collage of Plant, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319)

Abstract: The study mainly introduced some aspets as follow: the reduction of the soil acidity, the eli mination of toxicity of Al, Fe and Mn to the root system, the improvement on acidic soil, the effect on crops yield, as well as the agricultural application of lime in home and abroad and the calculational methods of the required quantity of acidic soil in application.

Key words: lime; soil ; yield

生石灰在农业生产中的应用在我国有着悠久的历史, 古书《陈旉农书》在提到“将欲播种, 撒石灰渥漉泥中”。《王桢农书》中说:“下田水冷, 亦有用石灰为粪, 施用石灰的主要目的在于中和水田土壤中的酸度。《陈旉农书》是最早提出施用石灰的农书, 而最早应用石灰是从宋代才开始的^[1]。在宋代除使用石灰外, 也使用石膏、硫磺、食盐、卤水等无机肥料。明代《天工开物》载有种水稻用骨灰蘸秧根的经验, “土性带冷浆的, 宜用骨灰蘸秧根, 石灰淹苗足”, 以现代植物生理学知识来分析, 这就是用石灰中和土壤的酸性, 用骨灰来补土壤中磷肥的不足, 促进秧苗根系发育, 缩短缓苗期, 培育壮秧^[2]。生石灰在农业生产中的作用可分为以下几方面:

1 生石灰的改良土壤作用

石灰是常用的含钙肥料, 施用石灰肥料主要起间接作用, 通过中和土壤酸度, 改良土壤结构, 消除

有害离子等来提高其它养分的有效性, 缺钙的酸性土壤也起补充土壤有效钙的作用。

1.1 生石灰可降低土壤酸度

生石灰呈强碱性, 中和土壤酸度能力是石灰肥料中最强的。酸性土壤施用石灰, 可以中和土壤的活性酸和潜性酸。中和土壤酸度的强弱常以中和值衡量, 中和值是指石灰肥料中和土壤酸度能力的定量表示。中和值越大则中和土壤酸度能力越强^[3]。酸性土壤施用生石灰提高 pH, 能加强土壤有益微生物的活动, 促进土壤有机质的矿化和固氮作用, 增加有效养分供给源。同时也促进了被土壤固定的磷和钼释放, 提高了它们的有效性。黄锦龙、陆发熏的试验(1990)得出, pH 4.8, 代换性钙 0.8me/100g 的赤红壤, 施 750 kg/hm² 生石灰后 4 个月内, 土壤 pH 保持在 5.37 以上, 代换性钙含量提高 1.4~2.0 倍^[4]。张效朴、郑根宝的连续施石灰对作物生长及

^{*} 收稿日期: 2006—06—02

作者简介: 丁希武(1963—), 男, 黑龙江省巴彦县人, 博士, 副教授, 从事耕作栽培学、大豆栽培生理等方面研究。E-mail: tillagedxw@sohu.com。

其养分吸收的影响田间试验可知各季成熟期的土壤 pH 随石灰用量和施肥次数的增加而不断提高,但当 pH 达 7.6 之后,继续施石灰,土壤 pH 已不再增加或增加甚微,且适量地施石灰可使大麦增产 2~3 倍,而水稻的反应一般不明显^[5]。

1.2 生石灰可消除铝毒

强酸性土壤不仅是过多的 H^+ 离子影响作物生长,还有高浓度的铝、铁、锰毒害根系,施用肥料可以中和土壤活性酸和潜在酸,而且抑制铝、铁、锰的活性,消除毒害。在强酸性土壤中,交换性 H^+ 只占总酸度的 1%~3%,绝大部分是代换性 Al^{3+} 水解产生的酸。水解后除产生 H^+ 外,还产生活性铝(即 $Al(OH)^{2+}$ 和 $Al(OH)_2^+$),高浓度的活性铝抑制根系吸收水分和养分。其中 $Al(OH)^{2+}$ 的毒性最强。施石灰后形成氢氧化铝沉淀,这样消除了铝的毒害,又中和了产生的潜在酸,有时有机肥施用过多,在厌氧条件下产生大量有机酸,对根系生长不利,施用石灰可以中和有机酸,并加速其分解,从而消除毒害。一般认为,消除活性铝的毒性是酸性土壤施石灰的主要目的。张效朴等人的试验(1987)表明:随着石灰用量及施用次数的增加,交换性铝迅速下降^[5]。

除铝毒外,酸性土壤还含有较多的铁、锰等离子。如浓度过高,作物也会受害,但毒害程度不如铝毒严重。施用石灰后,铁、锰等离子便会生成氢氧化物、氧化物而沉淀,消除其毒害。

1.3 生石灰对土壤的改良作用

施用石灰,常能加强土壤有益微生物的活动,从而促进了有机质的矿化和生物固氮作用,增加有效养分给源。同时,酸性土壤施石灰,可以使固磷作用减弱,促进无机磷的释放。施用石灰是改良酸性土壤常用的措施。由于酸性土壤通常具有很强的固磷能力,从而降低了磷肥的利用率。因此,关于酸性土壤施用石灰对磷素固定的影响问题,国内外都曾进行了大量的研究工作,但是所得结果各异,甚至是相互矛盾的。例如, Mokwunye(1975)认为,在热带草原上施用石灰,随着土壤 pH 的增加,磷的吸附量也随之增大;而另外的很多研究则表明,施用石灰能减少磷的吸附(Breeuwsmā, 1973);还有一些研究者认为,酸性土壤施用石灰对土壤吸附磷的影响不明显^[6]。赵小齐等人的施用石灰对土壤吸附磷的影响试验则表明:施用石灰对磷吸附的不同影响,实际上都是受统一的机理所制约的。其中最主要的是土壤代换性铝以及土壤 pH。据此得出结论:土壤 pH 5.5 可以作为土壤施用石灰的临界指标,土壤 pH 大

于 5.5,一般无须施用石灰^[6]。徐俊祥等人试验(1994)得出,在熟化度低的红壤旱地上,由于 pH 低,硼的供应不足,硼和适量石灰同时施用不但各自有增加油菜子产量的效应,同时有极显著的互作增产效应^[7]。黑龙江省三江平原中以白浆土分布最为集中,达 23.7%,因此,研究生石灰对白浆土的改良作用有极为重要的意义。分布在东北及三江平原的白浆土,土壤 pH 在酸性或弱酸性范围,母质层为弱酸性反应, pH 为 5.84~6.58,而淋溶层和腐殖层为酸性, pH 分别为 5.30~5.40 和 4.21~5.53^[8]。从养分看,白浆土有机质含量低,尤其缺磷,以磷增氮为主要增肥措施。同时因耕地有机质含量低,而且粉砂含量高,雨后晚板结。但随着培肥改变,白浆土肥力发展到一定阶段,低产因素可望消失或减少到人为一般措施可以弥补的地步。从各地经验看,耕翻、秸秆还田、种植绿肥、施磷肥是共同的有效措施。至于微量元素,施用石灰与磷肥在初期阶段效果十分显著。另外,施用石灰能使土壤形成水稳性团粒结构,提高了土壤的代换量,降低了土壤容重和粘结性,提高了土壤保肥、保水和通气性,改善土壤耕性。

2 生石灰在国外的研究与应用

2.1 生石灰效用评价

评价农用石灰最好的标准是其在农田土壤中的效能,在实验室小容器内石灰与土壤的反应也是评价的有效方法。石灰物质的反应能力不仅取决于纯度和粒径分布,还取决于硬度和镁含量。目前已研究出数种测试方法,如美国马里兰州的研究者报道了 EDTA 钠盐沸液消化石灰样本的方法,根据相似方法处理纯方解石的分析结果来计算石灰的效能,再把这些石灰效能值与其改变土样 pH 的效果对比。这种化学方法能对大多数石灰物质的效果做出良好估计。而 Shaw 和 Robinson 则根据石灰物质在氯化铵中的溶解性研究出了另一种方法,将此法的结果与石灰物质和土壤一起温育的结果对比表明,氯化铵溶液溶解法能很好地评估石灰的农用价值^[9]。

2.2 农业中应用效果

在农业中施用的效应方面,美国和加拿大许多地区的酸性土壤上施用石灰增产效果惊人。美国华盛顿东部和爱达荷州北部等太平洋西北内陆地区及加拿大草原省份和不列颠哥伦比亚省东北旱农区都存在土壤不断酸化问题。美国最需施用石灰的地区是东部、南部、中西部和远西部各州的湿润地区,加拿大需施石灰的土壤主要限于大西洋、中部各省的

多雨地区和不列颠哥伦比亚省西部。美国俄勒冈州的研究者研究了石灰与土壤局部混合以降低石灰用量。在温室条件下,石灰与 30% 的土壤混合而不是完全混合时,获得了小麦干物质的最高产量。南非 F.P.C. Blamey 等在 avalon 的砂质土壤中进行了三年的田间施用石灰和石膏的改土作用及其对花生的生长、产量和品质效应研究结果证明:农用石灰施用量为每年 $2\ 400\text{ kg/hm}^2$ 对土壤酸碱度和交换性钙有明显提高,而且明显地改善了花生的结瘤状况,施石灰处理的花生蔓、果荚和花生仁产量增长的百分率分别达 73%、105% 和 117%。

2.3 石灰物质的研究

在石灰物质的施用研究方面,美国俄亥俄州 Woster 粉壤上田间试验结果表明,阳离子明显地向深层运动。因此,使表层土壤 pH 维持在 6.0、6.5 和 7.2 时能降低较深根层的酸度。其他一些试验点包括缅因州的一个 6 年试验,也观察到类似结果。美国亚拉巴马州表施石灰混入深度对棉花和玉米生长的影响调查表明,把石灰混到 45 cm 深度促进了生长量和根深。巴西的研究结果则表明石灰混到更深,直至 60 cm,仍显著增加玉米产量^[9]。

石灰是农作制度中非常重要的生产投入之一。它在磷及微量元素有效性、硝化作用、固氮作用、土壤结构和病害等多方面生产作物。

3 生石灰对作物产量的影响

作物的产量与土壤肥力水平密切相关,而土壤肥力是土壤水、肥、气、热协调供应能力的体现,其高低取决于土壤的物质基础和性质。有机质是土壤的重要物质基础,但在我省较集中分布的白浆土土性不良,有机质质量差,虽然有机质和全量养分含量较高,其可供生产利用的部分却是很低的。因此,需不断更新土壤有机质,提高有机质活性,改善土壤结构,增强微生物活动强度和养分释放率,乃是提高土壤养分转化循环效率,获得大豆高产的主要肥力指标。全世界用于大豆生产的酸性土壤面积占大豆总面积的 35%,仅次于玉米,远远高于其它作物(Von, 1995)。铝不仅是酸性土壤上土壤酸度主要来源,同时由于其交换量占土壤阳离子交换总量的 20%~80%,导致土壤中阳离子易于淋失,使磷、钾、钙、镁、硼、钼等营养元素缺乏(李庆逵, 1983)。因此作物耐酸性与耐铝毒性具有一致性,作物生长障碍直接与铝毒害相关,铝毒害是酸性土壤上最主要的问题(Wright, 1989)^[10]。所以,施用石灰对改良土壤,提

高大豆产量有极为重要的作用。

酸性土壤施用石灰的主要目的是消除对作物生育有害的 Al^{3+} 、 H^{+} , 其次才是供给钙、镁等盐基离子。酸性土壤施用石灰只有对土壤酸度敏感的那些作物才会有好的效果。然而不同作物对酸度的敏感性的主要原因有不同。有的可能是耐铝性弱引起的,有的可能是耐锰性弱引起的,还有的可能是不耐低 pH 而引起的。对大豆来说,而酸性中等,最适宜土壤 pH6.0~7.0。傅庆林等的试验表明,在红壤上配施磷肥和石灰,可有效提高大豆产量^[11]。

在从 50 年代到现在所做的试验和大田调查中,在白浆土上施用石灰有许多增产显著的例子。例如黑龙江八五二农场 1983 年试验报道,施石灰 $150\sim750\text{ kg/hm}^2$,大豆增产 11.7%~22.3%。吉林省早在 1956~1958 年,在白浆土上,种大豆施用石灰的盆栽试验增产显著,其中以 1.5 倍和 2 倍水解酸的石灰用量效果最好,相当于 $4.8\sim6.5\text{ t/hm}^2$ 。施用石灰,大豆的株高、茎粗、千粒重和产量均明显高于对照处理。黑龙江国营八五二农场科研站试验在白浆土上施用石灰,大豆增产 13.5%;云山农场大豆增产 14.4%~66.9%,并以施石灰 450 kg/hm^2 最好^[8]。

石灰能改善土壤理化性状和生物性状;能提高水浸和盐浸 pH,使其接近中性,消解度降低 $2\sim4\text{ Cmol/Kg}$,交换性氢和活性铝基本消除;速效氮、磷均有明显增加;使水稳性团聚体有明显增加,土壤呼吸强度提高,生物活性增强。因此,施石灰能有效提高大豆产量。

4 酸性土壤施用生石灰需要量的计算

我省酸性土壤类别主要是白浆土、暗棕壤,耕地面积分别为 115 万 hm^2 、 116.36 万 hm^2 ,生石灰需要量是指把土壤从其初始酸度中和到一个选定的中性或微酸性状态所需的石灰或其它碱性物质的量,以中和每 hm^2 土壤需要用氧化钙的数计算^[12]。

5 小结

生石灰在中和土壤酸度能力方面是石灰肥料中最强的。施用石灰肥料主要起间接作用。通过中和土壤酸度,改良土壤结构,消除有害离子等来提高其他养分的有效性,缺钙的酸性土壤也起补充土壤有效钙的作用。此外,石灰肥料还能减少病虫害。但

(下转 85 页)

动实施纲要》。进一步加强对农药的审定、生产保管及使用的监察与管理,普及农药知识、指导农民正确使用农药。

2.3.6 提高消费者的环境保护意识 通过相关政策的制定与实施,通过媒体的宣传,开展各种各样的活动,提高公众的环保意识。宣传推广环保型农业典型,充分利用典型地区的经验,带动农业环境治理和环保型农业的发展。此外,还开展“国民环境基金”活动,即通过募捐使广大国民自愿参加环境保护活动^[1]。

3 日本农业环保措施的启示

日本虽然国土狭小,但环境保护工作做得相当细致、到位。日本的农业环境治理对策至少给我们提供了以下几个方面的启示:

3.1 尽快地完善农业环保法规体系,依法治理农业环境污染,同时,还要加大执法力度,使得有关法律得以贯彻执行。

3.2 制定相关政策,加强研究环保和高效农业生产体系,同时采取优惠措施积极推广使用这些技术。

3.3 加强新型(低毒、低残留、高效)农药、化肥及生物技术的研发力度并加大投入,提高自主研发能力。

3.4 建立预警监控体系,制定相关预防措施,提高预见性及应对能力。

目前,由于党中央国务院相继出台了一些惠农政策,减轻了农民负担,使农民收入有了大幅度增加,同时也加大了对农业的投入,在保证粮食生产安全的同时,也给环境保护型农业的推进与实施带来了机遇。我们应抓住这个机遇,积极推进我国环保农业的发展。

参考文献:

[1] 日本农林统计协会. 食品、农业、农村白皮书 参考统计表[M]. 日本东京: 日本农林统计协会, 2003.

[2] 日社团法人系录安全推进协会. 绿色信息[M]. 日本东京: 日社团法人系录安全推进协会, 2003.

[3] 日新潟县农林公社. 新潟农业[M]. 日本新潟: 日新潟县农林公社, 2004.

[4] 嘉田良平, 西尼道德. 农业的环境问题[M]. 日本东京: 日本农林水产省书馆, 1999.

[5] 日本地球社. 环境保全型农业的展开方向[M]. 日本东京: 日本地球社, 1998.

[6] 桥诘登, 千叶修. 日本农业构造变化的展开方向[M]. 日本东京: 日本农文协, 2001.

[7] 日本家之光协会. 概说环境保全型农业技术[M]. 日本东京: 日本家之光协会, 1997.

(上接 79 页)

生石灰的施用量应当适宜,用量过多或施用不当,会造成局部过碱引起烧苗,也可能诱发磷和微量元素的缺乏症。总之,生石灰有多方面好处,但应适量,合理施用。

生石灰缓解土壤金属离子的作用机制可能涉及到 Ca^{2+} 竞争吸附与专性吸附。因此,对生石灰与金属离子的互作机制研究很有必要。

盐渍化和酸性土壤上生石灰的作用机制应引起重视,应科学合理地研究生石灰在农业生产中的应用。

参考文献:

[1] 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1994.

[2] 孟赐福, 水建国, 吴益伟, 等. 红壤旱地施用石灰对土壤酸度、油菜产量和肥料利用率的长期影响[J]. 中国油菜作物学报, 1999, (2): 45-48

[3] 范叶宽, 叶坤合. 土壤肥科学[M]. 武汉: 武汉大学出版社,

2002. 127-129.

[4] 黄锦龙, 陆发熹. 磷肥配施生石灰对赤红壤化学性质及花生生长的影响[J]. 土壤肥料, 1990, (3): 18.

[5] 张效朴, 郑根宝. 连续施石灰对作物生长及其养分吸收的影响[J]. 土壤学报, 1987, (4): 343-345.

[6] 赵小齐, 鲁如坤. 施用石灰对土壤吸附磷的影响[J]. 土壤, 1991, (2): 82-86.

[7] 徐俊祥, 唐永良, 徐永福, 等. 红壤施用石灰和硼对油菜的增产效应及钙硼平衡[J]. 土壤学报, 1994, (1): 108-111.

[8] 曾绍顺, 徐琪, 高子勒. 中国白浆土[M]. 北京: 科学出版社, 1997, 58, 162-164.

[9] S. L. 蒂斯代尔, W. L. 纳尔逊, J. D. 毕腾. 土壤肥力与土壤肥料[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998. 438-450.

[10] 刘莹, 盖钧铭. 大豆耐铝毒的鉴定和相关根系性状的遗传分析[J]. 大豆科学, 2004, (3): 164.

[11] 傅庆林, 孟赐福. 磷肥配施石灰石粉对红壤上大豆生长和养分吸收的影响[J]. 大豆科学, 1992, (2): 151.

[12] 劳农桎. 土壤农化分析手册[M]. 北京: 农业出版社, 1988. 340-341.