

# 烤烟烟叶卷曲症状的诊断及其机理研究\*

## 施用商品有机肥、磷酸盐和硫酸盐诱导缺钙症状的土培试验

吴家森<sup>1</sup> 程 森<sup>2</sup> 秦 华<sup>1</sup> 王 平<sup>2</sup> 杨 芳<sup>1</sup> 张伟峰<sup>2</sup> 尹 睿<sup>1</sup> 唐 宇<sup>2</sup>  
林先贵<sup>1</sup> 曹志洪<sup>1†</sup>

(1 中国科学院南京土壤研究所—浙江林学院森林土壤与环境联合实验室, 杭州 311300)

(2 上海烟草(集团)公司, 上海 200082)

### STUDY ON DIAGNOSIS AND MECHANISMS OF LEAVE MARGINAL CURLED DOWN SYMPTOM ON FLUE-CURED TOBACCO

A POT EXPERIMENT OF USE COMMERCIAL ORGANIC MANURE,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  AND  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  IN INDUCING CALCIUM DEFICIENCY SYMPTOM

Wu Jiase<sup>1</sup> Cheng Sen<sup>2</sup> Qin Hua<sup>1</sup> Wang Ping<sup>2</sup> Yang Fang<sup>1</sup> Zhang Weifeng<sup>2</sup>  
Yin Rui<sup>1</sup> Tang Yu<sup>2</sup> Lin Xiangui<sup>1</sup> Cao Zhihong<sup>1†</sup>

(1 Forest Soil and Environmental Laboratory Jointly Operated by Institute of Soil Science, Chinese

Academy of Sciences and Zhejiang Forestry University, Hangzhou 311300, China)

(2 Shanghai Tobacco (Group) Company, NTCC, Shanghai 200082, China)

关键词 新垦红壤; 烤烟; 缺钙症状; 磷酸根; 硫酸根; 商品有机肥

中图分类号 S572 文献标识码 A

2004 年在我国西南地区的新垦红壤山地建立了烟草基地, 该基地的地理位置是 N 26°28' ~ 29', E 101°51' ~ 53', 开发总面积约为 267 hm<sup>2</sup>。2005 年和 2006 年连续两年基地的烤烟都出现了大面积的烟叶呈‘倒勺子状’翻卷的症状, 初步诊断是生理缺钙所致<sup>[1~3]</sup>。已有研究<sup>[2,3]</sup>从田间考察、对土壤和有机肥的检测、病株的组织分析以及水培试验等证明该症状是由于使用了一种含有过量磷酸根、硫酸根等阴离子的商品有机肥 1 号(是某肥料厂专门为该基地生产的一批有机肥)所诱发的, 其机理是过量的磷酸根和硫酸根与根际土壤中本来就不富裕的有效钙反应形成磷酸钙沉淀和难溶性的

硫酸钙, 使烟株难以吸收足够的钙而诱发缺钙症状, 同时烟草植株吸收了过量的磷酸根和硫酸根, 使体内已经吸收的钙的转运受阻或再利用困难, 加剧了缺钙症状的发生<sup>[4~7]</sup>。为了进一步验证上述结论, 设计了以基地土壤为供试土壤的两个盆栽试验, 其一是直接使用商品有机肥 1 号, 考察在实验室能否复制出田间的症状; 其二是施用磷酸二氢钾、硫酸铵及这两种肥料的混合物模拟提供大量的磷酸根和硫酸根, 在实验室验证是否也能诱导出同样的缺钙症状。本研究对指导我国西南烟区的施肥实践和丰富植物营养学的知识有重要的应用价值和理论意义。

\* 上海烟草(集团)公司技术中心技术开发项目(编号 05-522)资助

通讯作者, E-mail: zhcao@issas.ac.cn

作者简介: 吴家森(1972~), 男, 浙江庆元人, 硕士研究生, 高级实验师。从事植物生理生态学研究。2002 年获浙江省教学成果二等奖; 已发表论文 16 篇, 其中 3 篇被评为浙江省自然科学优秀论文三等奖

收稿日期: 2007-03-02; 收到修改稿日期: 2007-05-08

## 1 材料与方法

### 1.1 供试土壤

两个盆栽试验均在浙江林学院实验室进行,供试土壤均为采自该烟叶基地的新垦红壤,其有效钙供应不足、有机质极度缺乏、土壤结构不良,基本理化性状为:有机质  $8.6 \text{ g kg}^{-1}$ ,水解氮  $52.6 \text{ mg kg}^{-1}$ ,有效磷  $4.2 \text{ mg kg}^{-1}$ ,速效钾  $110.9 \text{ mg kg}^{-1}$ ,有效钙  $180 \text{ mg kg}^{-1}$ ,全氮  $0.56 \text{ g kg}^{-1}$ ,全磷  $0.2 \text{ g kg}^{-1}$ ,全钾  $9.8 \text{ g kg}^{-1}$ ,pH6.5。

### 1.2 试验设计与处理

两个盆栽试验均采用随机完全区组设计,重复3次。每盆装风干土  $0.5 \text{ kg}$ ,每盆分别施用  $\text{N}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{K}_2\text{O}$ : $0.75$ 、 $0.75$  和  $0.75\text{g}(1:1:1)$ ,氮肥用尿素,磷肥用过磷酸钙,钾肥用氯化钾施入。供试烟草品种为云烟85,每盆种植烟苗1株。试验管理同一般盆栽。

**试验** 为商品有机肥1号诱导烟叶畸形试验。试验共设5个处理,即每盆施商品有机肥1号各0、5、10、15和20g。按设计的有机肥以基肥形式与土壤混合,选择生长基本一致健壮五叶烟苗1株,于2006年9月27日移栽。

**试验** 为施用磷酸二氢钾和硫酸铵诱导烟叶缺钙试验。试验设4个处理:(1)对照,不施磷酸二氢钾和硫酸铵;(2)施用硫酸铵(化学试剂级)  $0.65 \text{ g 盆}^{-1}$ ;(3)施用磷酸二氢钾(化学试剂级)  $0.65 \text{ g 盆}^{-1}$ ;(4)施用硫酸铵和磷酸二氢钾各  $0.33$

$\text{g 盆}^{-1}$ 。施肥方法为将硫酸铵或磷酸二氢钾溶于水分4次浇施(移栽当天,以后每2d一次)。选择生长基本一致健壮五叶烟苗1株,于2006年10月20日移栽。

### 1.3 分析方法

土壤常规分析参照文献[8]。

植株钙磷等分析:处理后第15天收获了烟株,测定了烟株吸收的钙和磷。由于生长量很小,样品数量不足,就将每个处理3个重复的样品混合,用去离子水冲洗后,晾干并装入牛皮纸信封内,70℃烘48h。烘干的植物样品粉碎,过80目筛。植株钙含量采用  $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ 消煮-EDTA络合滴定法测定;磷含量的测定采用钼锑抗比色法[8]。

## 2 结果与讨论

### 2.1 商品有机肥1号诱导烟叶缺钙症状状况

烟苗移栽10d后,施用高量商品有机肥1号的烟株老叶开始出现不正常的黄斑,移栽15d后,除了对照外,所有处理的烟株叶片都出现了与田间一样的畸形症状:烟叶向外朝内卷曲形成‘倒勺子状’。而且症状是随有机肥用量的增加而加重,生物量则随有机肥用量的增加而减少。不施有机肥的烟株生长正常,而所有施用有机肥的烟株生长都不正常,使用商品有机肥1号  $10 \text{ g 株}^{-1}$ 以上的烟株逐渐死亡(图1)。这证实基地烟草植株缺钙症状确实是由于施用了商品有机肥1号所诱发的。

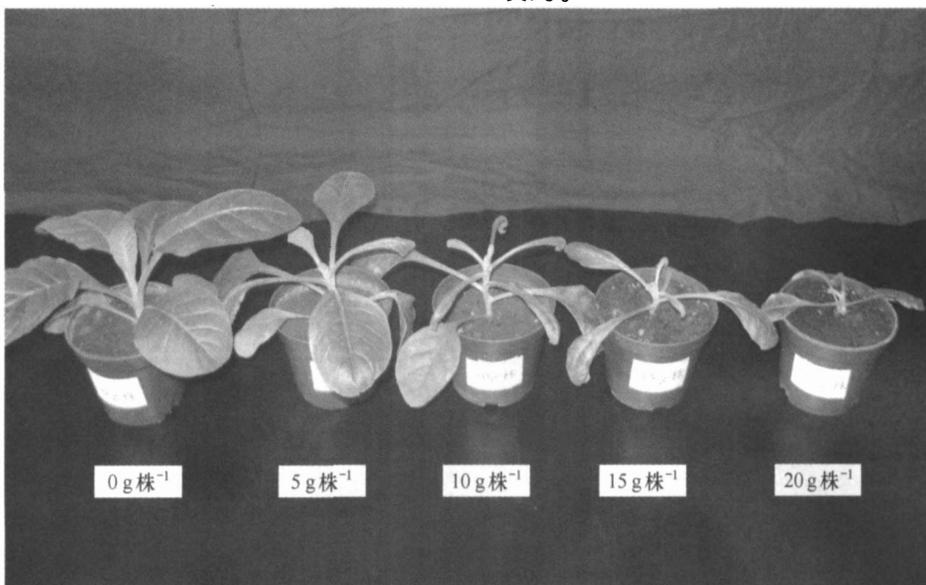


图1 施用不同量的商品有机肥1号20d后烟株生长状况

根据试验记录和图 1,不施商品有机肥 1 号的烟株生长正常,至 20 d 时仍然生长良好,而施用商品有机肥 1 号  $5 \text{ g 株}^{-1}$  时,10 d 后烟株新长的第 6、第 7 片叶出现‘倒勺子状’的翻卷,第 8 片叶及以后的都变为细长,不开展但是还没有死亡。

当施用商品有机肥 1 号  $10 \text{ g 株}^{-1}$  时,新长的第 2、第 3 片叶就已经出现叶缘向外翻卷和呈不规则的黄色斑块,症状出现的时间要较施用商品有机肥 1 号  $5 \text{ g 株}^{-1}$  的处理 2 提前 2~3 d。而且第 4 叶以后就不能正常开展,呈典型的细长卷曲症状,又较处理 2 提前了 3~4 d。施用商品有机肥 1 号 15~20

$\text{g 株}^{-1}$  的处理 4 和处理 5,烟叶的‘倒勺子状’翻卷症状就更严重,新长的第 2 叶就开始出现严重的‘倒勺子状’反卷的症状,不能开展,实际上已经停止生长,老叶边缘枯焦、死亡。

## 2.2 磷酸二氢钾和硫酸铵诱导的烟叶缺钙症状

试验 15 d 时,对照的烟株生长最好,但其他处理的烟株,都已陆续出现不良生长的症状(图 2)。施用硫酸铵、磷酸二氢钾及其混合物处理的烟株生长都受到了抑制,表现在烟株的叶片数、叶宽、叶长、茎粗、株高及生物量均较对照差(表 1)。

表 1 移栽 15 d 时不同处理烟株的生长比较

处理	每株叶片数(片)	叶长(cm)	叶宽(cm)	株高(cm)	茎粗(mm)	生物量( $\text{g 株}^{-1}$ )
CK	10	13.99	7.39	6.75	5.14	1.44
硫酸铵	8	11.95	6.51	3.17	4.44	1.05
磷酸二氢钾	8	13.17	6.82	4.83	4.91	1.03
硫酸铵+磷酸二氢钾	8	12.83	6.85	4.17	4.28	1.00

注:表中数据为 3 个重复的平均值

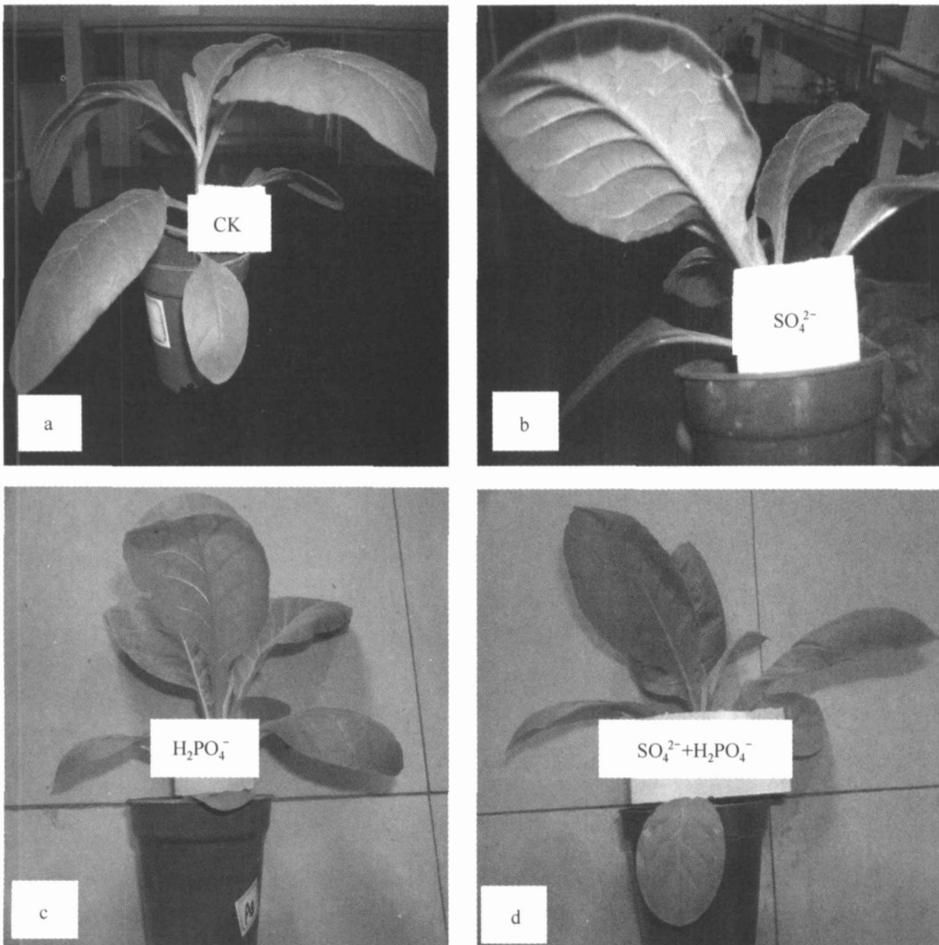


图 2 施用磷酸二氢钾、硫酸铵及其混合盐 15 d 后烤烟的缺钙症状 (a. 对照,生长正常;b. 硫酸铵处理;c. 磷酸二氢钾处理;d. 混合肥料处理)

施肥处理 15 d 后对照烟株的生长正常(图 2a), 烟叶挺拔油润、叶色碧绿, 每片烟叶自由展开, 没有任何异常。而硫酸铵处理的烟株(图 2b), 有 2 片烟叶出现了典型的‘倒勺子状’翻卷的缺钙症状。叶色基本正常, 较对照有些灰暗。叶片数也较对照少。磷酸二氢钾处理的烟株(图 2c), 已有 3 片烟叶出现比较严重的‘倒勺子状’翻卷的缺钙症状, 叶片不能正常开展, 明显较对照的小, 老叶出现黄化, 烟株生物量下降。而硫酸铵和磷酸二氢钾各 1/2 混合盐处理的烟株(图 2d), 有 3 片以上的烟叶出现了严重的‘倒勺子状’翻卷的缺钙症状, 叶片不开展, 已有几片老叶出现了黄化, 烟株的生物量也显著下降。看来磷酸盐与硫酸盐混合处理对烤烟的危害更大。

### 2.3 烟株的组织分析

表 2 数据可见, 施用硫酸铵、磷酸二氢钾及两者的混合盐后, 烟株吸收的钙明显较对照要低, 烟草体内钙浓度呈递减趋势, 其中以混合盐处理的最低, 磷酸二氢钾处理的次低, 硫酸铵处理的较高; 而各处理烟株体内的磷浓度则均较对照高, 与钙浓度变化的趋势正好相反: 烟株体内的磷浓度顺序为混合盐 >> 磷酸盐 > 硫酸铵 > 对照。无论是钙浓度还是磷浓度的排列顺序与症状出现的先后和严重程度的顺序基本一致。说明烟叶出现的症状确实是高浓度的磷酸根和硫酸根诱导的生理性缺钙症状, 尤其是磷酸根和硫酸根两者共存时缺钙症状更严重, 出现时间更早。

表 2 处理 15 d 不同处理烟株内的钙、磷浓度

处理	Ca <sup>2+</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )
CK	32.99	290.0
硫酸铵	24.81	312.5
磷酸二氢钾	20.74	333.4
硫酸铵 + 磷酸二氢钾	14.70	405.2

注: 表中数据为两个平行样品的平均值

## 3 结 论

基地新垦红壤上种植的烟草连续两年出现的烟叶畸形是由于使用商品有机肥 1 号所导致, 且施用量越大烟叶症状越严重。

基地新垦红壤上种植烤烟时, 若使用过量的磷酸二氢钾、硫酸铵等含有大量磷酸根和硫酸根的肥料时, 也能诱发生理缺钙症状。其严重程度是磷酸二氢钾与硫酸铵的混合 > 磷酸二氢钾 > 硫酸铵。

我国南方大多数烤烟产区的土壤是有效钙供给较低的红壤, 而硫酸钾和过磷酸钙或重过磷酸钙则是大量使用的肥料品种<sup>[4-9]</sup>, 要高度警惕磷酸根和硫酸根可能诱导烟株出现生理性缺钙的问题。

### 参 考 文 献

- [1] 曹志洪主编. 烤烟营养及失调症状图谱. 南京: 江苏科学技术出版社, 1993
- [2] 程森, 吴家森, 秦华, 等. 烤烟烟叶卷曲症状的诊断及其机理的研究 I. 症状的发现、初步诊断及机理假设. 土壤学报, 2007, 44(5): 956 ~ 959
- [3] 秦华, 程森, 吴家森, 等. 烤烟烟叶卷曲症状的诊断及其机理的研究 II. 组织分析和水培试验. 土壤学报, 2007, 44(6)
- [4] 曹志洪主编. 优质烤烟生产的土壤与施肥. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991
- [5] 何念祖, 孟赐福. 植物营养原理. 上海: 上海科学技术出版社, 1987. 195 ~ 198
- [6] McMurtrey J E Jr. Plant nutrition deficiency in tobacco. In: Bahrt G M, Hambidge G H. eds. Hunger Signs in Crops. Washington D. C.: American Society of Agronomy and National Fertilizer Association, 1941. 14 ~ 15
- [7] Ganer W W, McMurtrey J E Jr, Bowling J D, et al. Magnesium and calcium requirements of the tobacco crop. J. Agric. Res., 1930, 40: 145 ~ 168
- [8] 鲁如坤主编. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 1999
- [9] 奚振邦. 烤烟双层施肥技术. 中国烟草, 1992(1): 29 ~ 34