

烤烟烟叶卷曲症状的诊断及其机理研究*

· 症状的发现、初步诊断及机理假设

程 森¹ 吴家森² 王 平¹ 秦 华² 张伟峰¹
杨 芳² 唐 宇¹ 尹 睿² 林先贵² 曹志洪^{2†}

(1 上海烟草(集团)公司,上海 200082)

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

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

I. DISCOVERY, DIAGNOSIS AND HYPOTHESIS OF THE MECHANISMS

Cheng Sen¹ Wu Jiasen² Wang Ping¹ Qin Hua² Zhang Weifeng¹
Yang Fang² Tang Yu¹ Yin Rui² Lin Xiangui² Cao Zhihong^{2†}

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

(2 Forest Soil and Environmental Laboratory Jointly operated by Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences and Zhejiang Forest University, Hangzhou 311300, China)

关键词 烤烟;叶片畸形;缺钙;诊断;机理假设

中图分类号 S158.3 文献标识码 A

烤烟是我国重要的经济作物,2006 年全国种植烤烟的面积达 114.5 万 hm^2 ,总产量为 2 163 t^[1]。烤烟生产分布在全国 23 省市,是 2 000 多万农户、约一亿多烟农主要的经济来源^[2]。特别是在我国经济尚欠发达的西南地区,烟叶生产是重要的支柱产业之一。吸烟有害是世人共识的,在卷烟没有完全退出市场和部分人群的生活之前,提质降害是卷烟工业和科研工作者的首要任务。烤烟生产是卷烟工业的第一车间,卷烟的提质降害必须从田间抓起。上海烟草(集团)公司在我国西南烟区开辟了新的烟草基地,为了提高烟叶质量和尽可能降低烟叶携带的有毒物质,该公司与中国科学院南京土壤研究所和浙江林学院的“森林土壤与环境联合实验室”合作,对基地的土、气、水、林、肥等生态环境条件与烟叶产、质量的关系开展了研究。2005 和 2006 两年在该基地发现了一种奇特的烟叶卷曲症状,症状之特殊、受

害面积之大是烤烟营养失调研究中还未见报道的^[3]。本文简报了该症状的发现过程、症状的描述、初步诊断及形成机理的科学假设,还将连续报道其形成机理和模拟重现田间症状的盆栽试验的结果,为植物营养失调理论的进一步研究和生产实践上防治措施提供依据。

1 研究区概况

1.1 烟叶畸形症状的发现

我国西南烟区某烟草基地是 2004 年新垦红壤“荒地”上建立的植烟农场。2005 年 6 月 7 日烟叶移栽一个多月后才有第一场透雨,在查苗时看到不少烟株生长停滞、烟叶畸形(照片 1,左)。已经长大一些的烟苗叶片呈“倒勺子状”卷曲的症状(照片 1,右)。

* 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:程 森(1965~),上海人,农学学士,工程师,主要负责烟叶质量控制研究和烟叶生产基地科技管理,在《中国烟草科学》等杂志发表论文多篇

收稿日期:2007-03-02;收到修改稿日期:2007-04-23



照片 1 烟苗生长停滞(左)和呈“倒勺子状”翻卷的畸形烟叶(右)
(2005 年 6 月)

在烟叶旺长期,近 133 hm²烤烟几乎都出现了程度不同的烟叶卷曲症状。对照“烤烟营养及失调症状图谱”^[3],发现与“缺钙”症状相似。估计是新垦红壤(大多是生土)的钙素供应不足,烟株营养失调导致叶缘细胞壁生长停止(受损或死亡)所致。由于前期严重干旱使烟株整体生长停滞,故没表现出显著症状。雨季来临后,土壤养分吸收增加、阳光充足、温度适宜,烟株生长大大加速。进入旺长期,烟叶叶肉细胞急剧伸长和扩张,但因前期“缺钙”而受损或死亡的叶缘细胞壁却不能以相应的速度和比例生长,烟叶的均衡扩展受阻,导致叶面凸起,叶缘向下翻卷,形成“倒勺子状”的畸形。至成熟期,叶片变厚且凹突不平、叶缘破碎、枯焦、脱落(照片 2)。烘烤后烟叶香气差,杂色斑驳、易破碎,基本没有工业利用价值。



照片 2 成熟期的烟叶厚而凹突,叶缘破碎枯焦
(2005 年 10 月)

1.2 邻县烟叶畸形症状发现与调查

2006 年 3 月中旬考察了离基地 80 km 外的邻县

试种的春烟,处于旺长期的烟株也有不少烟叶呈“倒勺子状”翻卷的畸形(照片 3)。这一发现使原来认为基地新垦红壤缺钙导致烟叶畸形症状的判断产生了疑问。春烟试验是布置在多年植稻的红壤性稻田上的,肥力比较高、不易缺钙。但是,在 2005 年这里与基地烤烟种植一样,也施用了商品有机肥 1 号(是某肥料厂为基地生产的专用有机肥),所以判断与该有机肥施用有关。



照片 3 春烟田间出现的“倒勺子状”翻卷的症状
(2006 年 3 月)

2006 年 8 月中旬,对基地的试验烟田、大田烤烟、承包户的烟地及附近烟农的烟地再次作了对比考察。基地的试验烟地和大田生产地块与 2005 年一样都出现严重的“倒勺子状”翻卷的症状,承包户烟农的地块则只有轻微的症状,附近烟农的地里却没有发现任何症状。三者的土壤相同,处于同一地点和同一海拔高度,烤烟品种也均为云烟 85,不同的是当地烟农从未使用过基地所用的有机肥,承包

户地块上 2005 年施用该有机肥,但 2006 年停用,而基地的烟地(大田和试验地)仍然按 2005 年的方案使用了商品有机肥 1 号。这一调查结果加强了“商品有机肥 1 号诱发了畸形症状”的判断。

因此,必须对商品有机肥 1 号、泥炭、菜籽饼等做全面的分析研究,确定究竟是什么肥料成分、什么机理诱发了烤烟的生理缺钙症状的产生。

2 材料与方法

在基地采集了多点混合的土壤、病株样品;并从仓库储存的肥料袋中采集了菜籽饼和商品有机肥 1 号,在露天存放的泥炭堆和泥炭产地采集老和新的泥炭样品各一份。

土壤、植株的全钙用硝酸-氢氟酸-高氯酸消煮液-原子吸收分光光度法^[7]测定、水溶性有效钙分析采用 EDTA 络合滴定法^[7],pH 用电位法(1:1 水提液)^[7],重金属用等离子光谱法测定^[7],阴离子用阴离子测定仪测定^[8]。

3 结果与讨论

3.1 烟地土壤和烟叶钙含量与畸形烟叶缺钙症状的关系

基地土壤和烟叶的组织分析结果表明:(1)大面山土壤的钙含量较低。一般植烟土壤的有效钙含量比较高,例如距离基地较近的云南大理州土壤的有效钙平均为 591.1 mg kg^{-1} ,而基地土壤的有效钙含量只有 180 mg kg^{-1} ,仅为大理州植烟土壤有效钙的

30%左右。(2)基地烟叶的含钙量较低,仅为 5.0 g kg^{-1} ,而正常烟叶的钙含量一般为 10 g kg^{-1} 左右。根据 Chapman^[4]土培试验的研究,烟草叶片钙素营养的诊断标准为:缺乏 $13 \sim 23 \text{ g kg}^{-1}$,中等 $35 \sim 40 \text{ g kg}^{-1}$,高 58 g kg^{-1} 。按此标准,基地烟叶的含钙量属于极度缺乏的范围。

因此,可以初步诊断烟叶的“倒勺子状”症状是缺钙所引起。我国各地烟区大多数土壤一般不缺钙,大田发现烟草缺钙的症状并不多见。在国外也仅 20 世纪 30 年代有类似报道^[5,6]。

3.2 商品有机肥 1 号与其他有机肥的比较分析

将分析结果(表 1 和表 2)与农业部颁布的商品有机肥标准 NY525-2002^[9]比较:菜籽饼和泥炭不是商品有机肥,但它们的重金属含量、阴离子含量都没有超出 NY525-2002 标准。菜籽饼和泥炭是国内外烟草(漂浮育苗、营养基质等)和园艺生产科研中通常使用的有机质肥料,一般情况下不会出现问题,分析测试结果也排除了它们诱发缺钙的可能。但对商品有机肥 1 号分析研究得出如下结果。

3.2.1 商品有机肥 1 号基本性状 样品具有强烈的刺激性臭味,开包后臭味强烈挥发。根据经验这是一种硫化氢气味,是对人畜、作物都有害的气体。它使作物生长停滞,或使动物进入休眠。根据标准 NY525-2002 是不合格的产品。

3.2.2 商品有机肥 1 号重金属含量状况 NY525-2002 规定重金属的总镉(Cd)、总铅(Pb)、总铬(Cr)、总砷(As)、总汞(Hg)的含量应分别 3、100、300、30 和 5 mg kg^{-1} 。可见有机肥 1 号的镉含量超标,微量元素锌、铜、钼、镁及钠的含量也较高(表 1)。

表 1 有机质肥料的重金属和中微量元素含量(mg kg^{-1})

| 样品 | Cd | Zn | Cu | Mg | Na | Pb | Hg | As | pH |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|
| 老泥炭 | 1.73 | 72.3 | 115 | 2 645 | 1 150 | 86.8 | 0.04 | 22.6 | 6.7 |
| 新泥炭 | 3.79 | 27.7 | 652 | 2 326 | 652 | 17.4 | 0.03 | 18.8 | 6.3 |
| 菜籽饼 | 0.67 | 106.1 | 919 | 3 163 | 919 | 11.8 | — | 1.6 | 7.5 |
| 有机肥 1 号 | 4.97 | 3 493 | 3 137 | 4 686 | 3 137 | 33.8 | 0.71 | 5.9 | 5.8 |

试验表明,烟叶的含镉量随着土壤施镉量的增加而提高,但最高用镉量下也未出现任何烟叶畸形的症状^[10],商品有机肥 1 号的镉含量远低于该试验所用的剂量,不可能是导致烟叶“倒勺子状”症状的原因,但可能影响烟叶吸食的安全性。

商品有机肥 1 号的锌、铜、镁、钠等元素含量分别是泥炭和菜籽饼的 2~3 倍和 33~50 倍。 Na^+ 对

Ca^{2+} 的输送有阻碍作用,Mg 对钙的吸收也有竞争作用^[11],高含量的锌、铜、镁、钠也有可能竞争或“颉抗作用”而导致缺钙。

3.2.3 商品有机肥 1 号高含量的阴离子诱发烟叶缺钙的科学假设 NY525-2002 标准中没有规定有机肥中阴离子的含量范围,从阴离子分析结果可见,商品有机肥 1 号的磷酸根、硫酸根和盐酸(氯)根

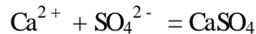
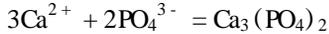
都很高(表 2),明显高于泥炭和菜籽饼的阴离子含量。这与 pH 的测定结果吻合,只有商品有机肥 1 号呈酸性(表 1)。其磷酸根为泥炭的 7~12 倍,硫

酸根达 $8\ 663\ \text{mg}\ \text{kg}^{-1}$,而泥炭和菜籽饼中均未检出;盐酸(氯)根为泥炭的 550~1 050 倍。

表 2 有机质肥料的阴离子含量 ($\text{mg}\ \text{kg}^{-1}$)

| 样品 | Cl^- | NO_3^- | PO_4^{3-} | SO_4^{2-} |
|---------|---------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| 老泥炭 | 20.6 | 25.6 | 99.7 | — |
| 新泥炭 | 43.2 | 131.7 | 147.2 | — |
| 菜籽饼 | 941.9 | 117.6 | 213.6 | — |
| 有机肥 1 号 | 22 020 | 111.0 | 1 150 | 8 663 |

烟草是忌氯作物,高氯将导致烟叶中毒,降低烟叶的可用性^[12]。但基地烟田并未出现氯过量中毒症状,初步判断是:基地土壤由于低氯,使前两年施用有机肥 1 号不但并未使烟草中毒,反而还部分满足了烟草对氯的需求。氯离子可与土壤中的有效钙发生反应形成溶解度很高的氯化钙盐^[13],在雨水较多的季节是非常易于淋(流)失,这可能也是引起烟草缺钙的原因之一。商品有机肥 1 号高含量的磷酸根和硫酸根,还可与土壤中的有效钙形成磷酸钙沉淀或溶解度很低的硫酸钙^[13,14]:



这可能是商品有机肥 1 号在含钙量低的红壤上诱发烟株出现生理性缺钙的主要原因。这个科学假设将用水培和土培试验进行验证。

参考文献

- [1] 中国农业年鉴编辑委员会编. 2005 年中国农业年鉴. 北京: 中国农业出版社, 2005
- [2] 曹志洪主编. 优质烤烟生产的钾素与微素. 北京: 中国农业科技出版社, 1995
- [3] 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
- [4] Chapman H.D. Diagnostic Criteria for Plants and Soils. Texas Quality Printing Co. Inc. USA, 1973
- [5] McMurtrey J E Jr. Plant nutrition deficiency in tobacco. In: Bahrt G M, Hambidge G H. eds. Hunger Signs in Crops. American Society of Agronomy and National Fertilizer Association, Washington, D. C., 1941. 14~15
- [6] 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
- [7] 鲁如坤主编. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业出版社, 1999
- [8] 王辉. 离子色谱法测定玉米粉中氯含量. 现代科学仪器, 2006(1): 94~96
- [9] 中华人民共和国农业部种植业管理司, 农业部化肥质量监督检验中心(武汉)与中国农业科学院土壤肥料研究所. 中华人民共和国农业行业标准: NY525-2002. 有机肥料. 北京: 中国农业出版社, 2002
- [10] 胡钟胜, 章钢娅, 曹志洪, 等. 改良剂对烟草吸收土壤中镉铅影响的研究. 土壤学报, 2006, 43(2): 233~239
- [11] 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
- [12] 冯光群, 曹志洪, 罗嘉珊, 等. 氯在土壤中的去向及其对烤烟产质量的影响. 见: 曹志洪主编. 优质烤烟生产的钾素与微素. 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 150~159
- [13] 李学垣编著. 土壤化学. 北京: 高等教育出版社, 2001
- [14] 鲁如坤, 等. 土壤-植物营养原理和施肥. 北京: 化学工业出版社, 1998