

施钼对烤烟硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响

秦亚光¹, 王留兴¹, 樊青霞¹, 秦艳茹¹, 赵培荣¹, 王瑞林¹, 陆士新²

(1. 郑州大学第一附属医院肿瘤科, 河南 郑州 450052; 2. 中国医学科学院 肿瘤研究所, 北京 100021)

摘要: 研究了不同钼肥用量对烤烟叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响。结果表明, 在一定的范围内, 随施钼量的增加, 烤烟硝酸盐和亚硝酸盐含量降低, 不同部位烟叶硝酸盐的变化规律表现一致。这表明叶面喷施钼酸铵以降低烟叶中硝酸盐和亚硝酸盐含量的方法是可行的, 其中, 以烤烟团棵期叶面喷施 0.5 g/kg 钼酸铵 3 次的效果最佳。

关键词: 烤烟; 钼酸铵; 硝酸盐; 亚硝酸盐

中图分类号: S572 S143.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2008)07-0054-03

目前, 我国是世界上香烟销售量最大的国家, 且近年的吸烟人群以每年 2% 的比率上升。有研究表明, 吸烟者的癌症死亡率比非吸烟者高 2 倍, 并已证实, 被动吸烟(包括被污染的空气)是非吸烟者患癌症的一个原因。香烟中的主要致癌物是亚硝酸胺(TSNA)^[1], 如何降低烤烟中 TSNA 含量是烟草业的研究重点。一般认为, 影响烟叶中 TSNA 积累的因素很多, 如烟草类型、栽培、采收调制、储存陈化等, 其中在栽培措施中, 施肥对烤烟中 TSNA 含量的影响最大, 施肥时间、施肥方式、肥料种类及数量均起很大作用。TSNA 形成的前体物是烟草生物碱、硝酸盐和亚硝酸盐^[2], 凡降低前体物质含量的因素, 都会阻碍烟草 TSNA 的形成和积累^[3]。这方面的研究多集中于氮肥的施用^[4], 而植物缺钼会使植物体内硝酸还原酶(NR)活性降低, 也会造成过量的

硝酸盐积累。目前, 钼酸铵对植物中硝酸盐和亚硝酸盐含量影响的研究仅见于蔬菜方面, 尚未见有关钼酸铵对烤烟叶片中硝酸盐和亚硝酸盐含量影响的报道。为此, 初步探讨了喷施钼酸铵对烟叶中亚硝酸胺前体物质硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响, 以筛选最大限度降低烟草中 TSNA 含量的施钼方法。

1 材料和方法

1.1 试验条件与供试材料

供试烤烟品种为 NC89, 供试肥料为钼酸铵、硝酸铵钾、过磷酸钙、硫酸钾。试验于 2007 年在河南省襄城县烟田进行, 土壤为褐土, 肥力中等, 排灌便利。试验地施氮 45 kg/hm², N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 1.5 : 3, 磷肥和氮肥、钾肥的 70% 作基肥, 于起垄前开双沟条施, 其余于移栽后 25d 作追肥穴施^[5,6]。

收稿日期: 2008-01-24

作者简介: 秦亚光(1980-), 男, 河南开封人, 在读硕士研究生, 研究方向: 肿瘤基础及烤烟致癌物。

通讯作者: 王留兴(1952-), 男, 河南郑州人, 教授, 主要从事肿瘤病因及烤烟致癌物方面的研究。

- [5] 李伶俐, 马宗斌, 谢德意, 等. 不同施肥量与缩节安用量对麦后直播短季棉产量的影响[J]. 河南农业科学, 2005(9): 61-63.
- [6] 徐立华, 李大庆, 杨德银. 短季棉在麦后直播条件下的化控技术[J]. 江苏农业科学, 1994(4): 20-22.
- [8] 刘中华, 刘德章, 南福建. 棉花各器官干物质分配规律的数学模型[J]. 华北农学报, 1997, 12(3): 53-59.
- [9] 马宗斌, 李伶俐, 房卫平, 等. 短季棉豫早 73 适宜播期与密度研究[J]. 河南农业科学, 2005(4): 30-31.
- [10] 邬飞波, 许馥华. 种植密度和 EDTA 对短季棉产量和生理生化特性的影响[J]. 浙江农业学报, 1997, 9(1):

5-9.

- [11] 邬飞波, 金珠群. 种植密度对短季棉浙 506 生理及产量形成的影响[J]. 浙江农业大学学报, 1996, 22(6): 623-627.
- [12] 祁家凤, 王昊. 棉花应用缩节安进行化学调控的技术[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(16): 218-218, 238.
- [13] 高福元, 朱家骥. 不同生长期喷施缩节胺对棉花生长发育的影响[J]. 内蒙古农业科技, 2001(S2): 206-207.
- [13] 喻树迅, 张存信. 中国短季棉概论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 276-279.

试验田管理同一般大田管理。

1.2 试验方法

试验采用随机区组设计, 共设 5 个处理, 3 次重复, 共计 15 个小区, 小区面积为 100 m², 种植密度为 16 500 株/hm², 各处理 N, P, K 肥料用量相同。(1) 对照: 不施钼肥; (2) 处理 A: 于 5 月 13 日, 对烤烟叶片喷施 0.5 g/kg 钼酸铵溶液一次, 每小区喷液量 6 L; (3) 处理 B: 分别于 5 月 13 日、5 月 16 日各喷施一次 0.5 g/kg 钼酸铵溶液, 每小区喷液量 6 L; (4) 处理 C: 分别于 5 月 13 日、5 月 16 日、5 月 19 日各喷施一次 0.5 g/kg 钼酸铵溶液, 每小区喷液量 6 L; (5) 处理 D: 于 5 月 13 日, 对烤烟叶片喷施 10 g/kg 钼酸铵溶液一次, 每小区喷液量 6 L。

1.3 测定项目 及方法

烤烟成熟期, 每个处理随机取 10 株烤烟进行采摘, 中部叶: 第 9, 10, 11, 12 片叶(自下而上); 上部叶: 第 3, 4 片叶(由上至下)。于 105℃杀青 10~15 min 后, 60~70℃烘干磨碎, 过 0.5 mm 筛, 装入样品袋, 标记样品种类和采样日期, 共计 30 个样品用于硝酸盐及亚硝酸盐含量的检测。硝酸盐和亚硝酸盐含量的测定采用比色法^[7]。

1.4 数据分析

所有数据的方差分析和相关分析采用 SPSS 13.0 软件处理。

2 结果与分析

2.1 施钼 对烤烟硝酸盐含量的影响

由表 1 可知: 各施钼处理的硝酸盐含量均比对照低, 且差异显著 ($P<0.05$), 其中上部烟叶 C 和 D 处理的硝酸盐含量比对照分别降低了 83.3%, 79.8%; 中部烟叶 C 和 D 处理的硝酸盐含量比对照也分别降低了 69.4%, 79.9%。随施钼量的增加, 烤烟硝酸盐含量降低, 不同部位烟叶硝酸盐的变化规律表现一致。说明施用钼酸铵对烟叶中硝酸盐的累积有明显的抑制作用。这与许多研究者所证实的钼酸铵对植物硝酸盐及亚硝酸盐积累有抑制作用相一致^[8-9]。钼的生理功能主要是参与固氮作用和硝态氮的还原, 缺钼会使植物体内硝酸还原酶(NR)活性降低, 造成过量的硝酸盐积累。

钼作为有活性 NR 的辅助因子^[10], 其主要作用是激活植物体内 NR 活性, 提高酶的催化效应^[11]。施钼可以降低蔬菜特别是叶菜类蔬菜硝酸盐含量, 促进蛋白质的合成, 并且钼降低硝酸盐含量的效果, 在高氮水平下最明显^[12-14], 钼过量或缺失均导致硝

酸盐的积累^[15]。NR 是整个 NO₃⁻ 同化过程的限速酶, NO₃⁻ 的还原依赖于植物体内 NR 的含量和活性。而 NR 活性和 NO₃⁻ 的吸收又受细胞体内 NO₃⁻ 和 NO₂⁻ 的调节和诱导, 并为 NH₄⁺ 和氨基酸所抑制^[16]。赵静等^[8] 研究根外追施钼对蔬菜叶片硝酸盐积累的影响, 结果表明, 施肥中配以 0.5% 的钼酸铵, 能明显降低菠菜和萝卜的硝酸盐积累。有研究表明, 喷施钼肥可使大白菜硝酸盐降低 15%, 菠菜硝酸盐降低 59%, 亚硝酸盐降低 90% 以上^[19]。

表 1 不同钼肥处理的烤烟硝酸盐含量 (mg/kg)					
部位	对照	A	B	C	D
上部	397.97	274.96 *	134.37 *	66.61 *	80.33 *
中部	410.59	174.57 *	152.44 *	125.52 *	82.34 *

注: *表示与对照相比差异达显著水平($P<0.05$)。下同

2.2 施钼 对烤烟亚硝酸盐含量的影响

由表 2 可知: 不论是中部叶, 还是下部叶, 均以处理 C 和 D 亚硝酸盐含量降低最明显, 且与对照比较差异显著 ($P<0.05$), 其中上部烟叶 C 和 D 处理的亚硝酸盐含量比对照分别降低了 5.6%, 4.8%; 中部烟叶 C 和 D 处理的亚硝酸盐含量比对照分别降低了 13.5%, 13.7%, 其余各处理间比较, 差异不显著。分析表明, 硝酸盐在硝酸还原酶的作用下, 还原成亚硝酸盐, 由于植物体内亚硝酸还原酶的活性远高于硝酸还原酶, 亚硝酸盐就会继续被活力较高的亚硝酸还原酶还原成 NH₄⁺, 亚硝酸盐不在生长的植株体内积累^[17]。亚硝酸盐是在调制期间, 通过酶和微生物的作用将硝酸盐还原而形成的^[18]。因为施钼肥处理的烤烟生长期硝酸盐积累的较少, 亚硝酸盐的含量也随之降低。

上部及中部烟叶 C 处理与 D 处理的亚硝酸盐含量比较, 差异不显著。在 D 处理施钼酸铵量高于 C 处理的情况下, 两者对烤烟亚硝酸盐含量的影响差异不明显, 结合烤烟大田生长发育情况, 处理 C 的效果优于处理 D。这与烤烟硝酸盐吸收和还原的生理过程有关, 硝酸盐的还原依赖于植物体内硝酸还原酶的含量和活性, 而 NR 活性和 NO₃⁻ 的吸收又受细胞体内 NO₃⁻ 和 NO₂⁻ 的调节和诱导, 并为 NH₄⁺ 和氨基酸所抑制^[16]。

需要指出的是, 处理 A 和处理 B 的中部烟叶及处理 A 的上部烟叶的亚硝酸盐含量比对照高, 这可能与大田试验时施肥及灌溉的不均匀及其他影响硝酸盐和亚硝酸盐积累的干扰因素控制不严造成的, 也可能与烟叶调制过程影响烤烟叶片亚硝酸盐积累的因素控制不平衡造成的^[18]。影响硝酸盐和亚硝

酸盐积累的环境因子包括光照、温度、肥料及水分供应、矿质元素^[17, 19~25]，这些因素对烟草吸收、积累 NO₂⁻ 都有重要作用。

表 2 不同钼肥处理的烤烟亚硝酸盐含量 (mg/kg)

部位	对照	A	B	C	D
上部	3.95	3.96	3.89	3.73 *	3.76 *
中部	7.75	7.95	8.04	6.70 *	6.69 *

3 结论

- 1) 随施钼量的增加, 烤烟叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量降低, 不同部位烟叶硝酸盐的变化规律表现一致。硝酸盐及亚硝酸盐在烟草不同部位的分布规律表现为中部叶高于上部叶。
- 2) 综合各处理表现, 以团棵期叶面喷施 0.5 g/kg 钼酸铵溶液 3 次的效果最佳。
- 3) TSNA 形成的前体物是烟草生物碱、硝酸盐和亚硝酸盐, 凡降低前体物质含量的因素, 都会阻碍烟草 TSNA 的形成和积累。在烟草团棵期叶面喷施钼酸铵, 可以抑制叶片硝酸盐、亚硝酸盐积累, 从而降低烟叶中致癌物质 TSNA 的含量。实现在烟草的生长过程降低致癌物质含量的目的, 达到对吸烟致癌的一级预防。

参考文献:

[1] Prokopczyk B, Cox J E, Hofmann D, *et al*. Identification of tobacco-specific carcinogen in the cervical mucus of smokers and non-smokers[J]. Journal of the National Cancer Institute , 1997, 89: 868—869.

[2] 刘万峰, 王元英. 烟叶中烟草特有亚硝胺 (TSNA) 的研究进展[J]. 中国烟草科学, 2002(2): 11—14.

[3] 史宏志, Lowell P Bush, 黄元炯, 等. 我国烟草及其制品中烟草特有亚硝胺含量及与前体物的关系[J]. 中国烟草学报, 2002 8(1): 14—19.

[4] 陈伟, 刘桂珍, 杨树林, 等. 烤烟叶片硝酸盐、亚硝酸盐含量与土壤养分的关系分析[J]. 河南农业科学, 2004 (6): 39—42.

[5] 窦逢科, 张景良. 烟草品质与土壤施肥[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1992.

[6] 胡克福, 吴翠玲, 尹建, 等. 不同施氮量与氮磷钾配比对烤烟农艺性状和产量、质量的影响[J]. 河南农业科学, 1996(8): 22—24.

[7] 李合生, 孙群, 赵世杰. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.

[8] 赵静, 白清云, 帕尼古丽, 等. 钼对降低蔬菜硝酸盐积累的效应研究[J]. 农业环境保护, 2001, 20(4): 238—

239.

[9] 章家骅. 硝酸盐对蔬菜的污染及其控制[J]. 国外农业环境保护, 1987(3): 9—10.

[10] Niharika S, Garg S K, Srivastava H S. The influence of low nutrient pH on nitrate assimilation and nitrate reductase activity in maize seedlings[J]. Journal of Physiology, 2000 156 (5): 678—683.

[11] 张录强. 钼(Mo) 的生理及其生物学效应[J]. 生物学通报, 1999 34(11): 24—26.

[12] 黄启为, 周兆德, 李天贵. 钼锰微肥对小白菜产量和品质的影响[J]. 湖南农学院学报, 1991, 17(增刊): 400—402.

[13] 傅柳松, 刘超, 吴方正. 钼与双氰胺降低蔬菜硝酸盐积累的效应研究[J]. 环境污染与防治, 1994, 16(3): 4—6.

[14] 郑相穆, 谷丽萍, 周阮宝, 等. 钼对降低普通白菜叶片硝态氮的作用(简报)[J]. 植物生理学通讯, 1995, 31 (2): 95—96.

[15] Jarvan M. Nitrate content in vegetables in relation to fertilizer application[J]. Agaarteadus 1995, 6(3): 25—27.

[16] Cokojob O A. 氮肥施用的生态观点[J]. 土壤学进展, 1992(1): 19—22.

[17] 许自成, 张莉, 石俊雄, 等. 施磷对烤烟硝酸盐、亚硝酸盐含量的影响[J]. 烟草科技, 2003(2): 32—34.

[18] Andersen R A, Kasperbauer M J, Burton R H. Change in chemical composition of homogenized leaf cured in controlled environments [J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 1982, 30: 663—668.

[19] 周根娣, 卢善铃. 磷钾肥、光照、贮藏加工对蔬菜硝酸盐含量的影响[J]. 上海农业学报, 1991, 7(2): 53—56.

[20] Cantliffe D L. Nitrate accumulation in spinach grown at different temperatures[J]. Amer Svc Hort Sci, 1972, 8(5): 674—676.

[21] 王正银, 胡尚钦, 孙彭寿. 作物营养与品质[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999 8(3): 235—237.

[22] 王朝辉. 蔬菜硝态氮累积及其营养调控研究[C] //中国土壤学会第九次全国会员代表大会论文集. 北京: 中国农业出版社, 1999: 191—193.

[23] 王朝辉, 田霄鸿, 李生秀, 等. 土壤水分对蔬菜硝态氮累积的影响[J]. 西北农业大学学报, 1997, 25(6): 15—20.

[24] 陈振德. 某些内部和外部因子对蔬菜中硝酸盐含量的影响[J]. 华北农学报, 1988 3(2): 110—115.

[25] 周艺敏, 任顺荣, 王正祥. 氮素化肥对蔬菜硝酸盐积累的影响[J]. 华北农学报, 1989, 4(1): 110—115.