

不同有机肥与无机肥配施对烤烟生长及铅、镉含量的影响

李晓婷¹, 常寿荣², 孔宁川¹, 蒋美红^{1*}, 王俊科¹, 郑武¹, 张晓龙¹

[1. 云南瑞升烟草技术(集团)有限公司, 昆明 650106; 2. 红云红河烟草(集团)有限责任公司, 昆明 652300]

摘要: 为降低烟叶中的重金属含量, 提高烟草及其制品的安全性, 采用盆栽试验的方法, 研究了不同种类的有机肥与无机肥配施对烤烟生长发育及重金属含量的影响。结果表明, 在施氮量相同条件下, 有机肥与无机肥配施的处理在后期促进烤烟的生长发育, 提高烟叶生物量; 商品有机肥与无机肥配施显著降低烟株铅含量, 烟叶铅含量比 CK 减少了 43.83%; 农家肥与无机肥配施显著降低烟株镉含量, 烟叶镉含量比 CK 减少了 33.29%; 各处理烤烟不同器官对铅、镉吸收与分配分别为根 > 叶 > 茎 > 根, 根系铅分配率达 46.48% ~ 60.91%, 烟叶镉分配率为 78.03% ~ 81.39%。

关键词: 有机肥; 无机肥; 烤烟; 生长; 铅; 镉

中图分类号: S572.06

文章编号: 1007-5119 (2013) 05-0037-05

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2013.05.008

Effects of Combining Application of Various Organic and Chemical Fertilizers on the Growth and Lead and Cadmium Contents of Flue-cured Tobacco

LI Xiaoting¹, CHANG Shourong², KONG Ningchuan¹, JIANG Meihong^{1*},
WANG Junke¹, ZHENG Wu¹, ZHANG Xiaolong¹

[1. Yunnan Reascend Tobacco Technology (Group) Co., Ltd, Kunming 650106, China;
2. Hongyun Honghe Group, Kunming 652300, China]

Abstract: In order to decrease the lead and cadmium contents in tobacco leaves, and improve the safety of tobacco and tobacco products, pot experiments were conducted to study the effects of different types of organic fertilizers on the growth and the heavy metal contents of the flue-cured tobacco. The results showed that under the same condition, applying organic and inorganic fertilizer remarkably improved plant height, maximum leaf area and biomass at late growth stage. Compared with the CK, The application of commercial organic fertilizer significantly decreased leaf lead content by 43.83%, and application of farmyard manure significantly decreased leaf cadmium content by 33.29%. The content of lead in tobacco plants varied in the sequence of roots > leaves > stems, while cadmium followed the sequence of leaves > stems > roots. 46.48% ~ 60.91% of lead was found in the roots, while 78.03% ~ 81.39% of cadmium was found in the leaves.

Keywords: organic fertilizer; chemical fertilizer; flue-cured tobacco; growth; lead; cadmium

烟草作为一种特殊的经济作物, 最终将被吸烟者抽吸食用, 加上重金属铅、镉沸点较低, 容易在燃烧抽吸时进入烟气, 再随烟气进入人体肺部, 长期残留体内, 危害人体健康^[1]。同时, 土壤中过量的铅、镉积累会抑制烟株的生长发育, 降低烟叶的产量和品质^[2-4]。因此, 如何降低烟叶中铅、镉重金属含量, 提高烟叶安全性迫在眉睫。目前, 对于有机肥与无机肥配施的研究工作主要是集中在肥培措施对土壤微生物、烤烟生长发育、烤烟品质等方

面^[5-8], 而有关不同种类的有机肥与无机肥配施对烟叶重金属的影响研究鲜见报道。本研究采用不同种类的有机肥与无机肥配施进行烤烟盆栽试验, 旨在探讨不同种类有机肥对烟叶生长发育、产量与重金属铅、镉含量的影响。此对指导烤烟生产中有机肥的合理施用, 降低烟叶重金属含量, 提高烟叶安全性, 保护生态环境, 促进烟叶的可持续发展具有重要的意义。

基金项目: 红云红河(集团)有限责任公司项目“现代烟草农业基地单元建设研究与推广”(HYHH2012YL01)

作者简介: 李晓婷, 女, 农艺师, 从事植物营养与烟草栽培研究工作。E-mail: xtl333@126.com。*通信作者, E-mail: wyh9815@yahoo.com.cn

收稿日期: 2012-09-25

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试烤烟品种为云烟 87。供试土壤为红壤, pH 6.07, 养分含量有机质 6.40 g/kg, 碱解氮 30.08 mg/kg, 速效磷 42.60 mg/kg, 速效钾 37.67 mg/kg, 全铅 86.13 mg/kg, 全镉 0.105 mg/kg。各种有机肥的养分含量: 腐熟农家肥主要为牛粪, 含 N 1.18 g/kg、P₂O₅ 0.35 g/kg、K₂O 1.16 g/kg、全 Pb 0.51 mg/kg、全 Cd 10.9 mg/kg; 玫瑰秸秆含 N 2.30 g/kg、P₂O₅ 1.04 g/kg、K₂O 2.81 g/kg; 大豆饼含 N 7.00 g/kg、P₂O₅ 1.32 g/kg、K₂O 2.13 g/kg; 商品有机肥含 N 2.50 g/kg、P₂O₅ 1.6 g/kg、K₂O 2.2 g/kg。无机肥由昆明劲勋化工有限公司提供, m(N):m(P₂O₅):m(K₂O)=12:10:24。

1.2 试验设计

试验于 2011 年在昆明市马街的温室大棚进行。试验设 5 个处理, 即 CK: 100% 无机肥; 农家肥处理: 30% 农家肥+70% 无机肥; 秸秆肥处理: 30% 秸秆+70% 无机肥; 豆饼肥处理: 30% 大豆饼+70% 无机肥; 商品有机肥处理: 30% 商品有机肥+70% 无机肥。各处理每盆施纯 N 4.7g, m(N):m(P₂O₅):m(K₂O)=1:1:2, 其中各处理 P、K 不足部分分别用磷酸二氢钙与硫酸钾(均为分析纯)补充。同时按照《土壤环境质量标准详解》中铅和镉含量要求, 向土壤中加入 Pb(Ac)₂ 与 CdCl₂, 使铅与镉最终浓度分别达到 500 mg/kg 与 2 mg/kg。

每个处理重复 3 次, 共 15 盆, 每盆装风干土 10 kg, 随机区组排列。烟苗移栽前, 将肥料与重金属试剂一起施入土壤, 混拌均匀后装盆、浇水, 使土壤含水量稳定在 75% 左右 1—2 周后, 再移栽烟苗 1 株。试验管理为定期浇水, 保证浇水量一致并无水渗出。烟株现蕾后打顶, 并定时抹去胚芽。

1.3 测定项目与方法

各处理的烤烟农艺性状调查方法参照 YC/T142—2010^[9]进行, 于团棵期、旺长期与现蕾期分别测定株高、有效叶片数、最大叶长与最大叶宽。

各处理于烟株生理成熟后, 毁灭性采集样品,

先用自来水小心洗净根系泥土, 然后用去离子水清洗整个植株, 吸水纸吸干水分, 将植株根、茎、叶分开, 105 °C 杀青 20 min, 70 °C 烘干至恒重, 称量记录干重。

各处理不同器官铅与镉的重金属含量分别参照国家标准 GB/T5009.12—2010^[10]与 GB/T5009.15—2003^[11]测定, 并计算各处理各器官的铅与镉的累积量与分配率。

重金属累积量=该植株重金属含量×该植株生物量

分配率(%)=不同部位重金属累积量/烟株总吸收重金属量×100%

1.4 数据分析

数据统计分析主要运用 SPSS 16.0 进行。

2 结果

2.1 农艺性状

从表 1 可以看出, 团棵期和旺长期株高、最大叶面积各处理间没有显著差异, 但总的趋势表现为: 团棵期化肥 CK 处理株高与最大叶面积略高于其他处理, 秸秆肥处理最低; 在旺长期与现蕾期, 豆饼肥处理株高略高于 CK, 有机肥处理的最大叶面积高于 CK。有效叶片数各处理与 CK 差异显著, CK 处理显著高于其余处理。在烤烟生长后期, 有

表 1 不同处理对烤烟农艺性状的影响

时期	处理	株高/cm	有效叶片数/片	最大叶面积/cm ²
团棵期	化肥 CK	18.17	12.33a	326.73
	农家肥	16.50	10.00c	319.89
	秸秆肥	15.77	11.33b	275.12
	豆饼肥	17.50	11.00bc	331.97
	商品有机肥	15.00	11.00bc	326.39
旺长期	化肥 CK	47.63	17.00ab	566.28
	农家肥	43.37	15.67b	696.89
	秸秆肥	47.60	16.33ab	627.12
	豆饼肥	49.70	15.00b	603.44
	商品有机肥	46.50	15.33b	674.66
现蕾期	化肥 CK	86.00a	20.00a	687.34
	农家肥	72.60b	16.00c	708.67
	秸秆肥	85.43a	18.67ab	756.92
	豆饼肥	87.20a	19.00ab	691.72
	商品有机肥	81.50ab	17.00bc	727.85

注: 同一列内字母不同表示差异达 5% 显著水平, 下同。

机无机配施处理促进了烟株的株高与最大叶面积。

2.2 烤烟生物量

根干质量、叶干质量和总干质量在各处理之间均无显著差异(表 2),但表现趋势为:烤烟打顶后,根干质量农家肥大于其余处理;叶干质量 CK 最低,豆饼肥处理最高,质量从高到低排序为豆饼处理 > 商品有机肥处理 > 农家肥处理 > 秸秆肥处理 > CK; 总干质量为豆饼处理 > 商品有机肥处理 > 农家肥处理 > CK > 秸秆肥处理。茎干质量秸秆肥处理显著低于 CK,其余无显著差异。从烟叶干质量和总干质量来看,豆饼肥处理表现最好。

表 2 不同处理对烤烟生物量影响
Table 2 The biomass of different treatments

处理	根干质量/g	茎干质量/g	叶干质量/g	总干质量/g
化肥 CK	20.63	27.43ab	55.37	103.44
农家肥	20.90	27.13ab	61.11	109.15
秸秆肥	16.53	26.17b	59.32	102.02
豆饼肥	17.77	26.80ab	65.39	109.96
商品有机肥	19.70	28.13ab	61.94	109.77

2.3 烤烟铅含量

从图 1 看出,各处理的烟株根茎叶器官铅含量表现为:根>叶>茎,说明铅在烟株根系中富集较多。根系铅含量的各处理间差异显著,依次为商品有机肥处理 < 农家肥处理 < 豆饼肥处理 < 秸秆肥处理 < CK;茎铅含量为秸秆肥与豆饼肥处理略高于 CK,而农家肥与商品有机肥处理略低,但各处理间无显著差异;烟叶铅含量以商品有机肥处理显著低于 CK,其余处理略低于 CK,但差异不显著。由此可见,有机肥与无机肥配施可降低烟株根系与叶中铅含量,农家肥处理与商品有机肥处理表现较好,尤以商品有机肥处理最好。

2.4 烤烟镉含量

从图 2 可看出,各处理烟株镉均以叶中含量最高,根与茎次之,说明镉在烟株叶片中富集较多。根系镉含量为秸秆处理与豆饼肥处理显著高于 CK,农家肥与商品有机肥处理略高于 CK,但差异不显著;茎中镉含量各处理均低于 CK,秸秆、豆

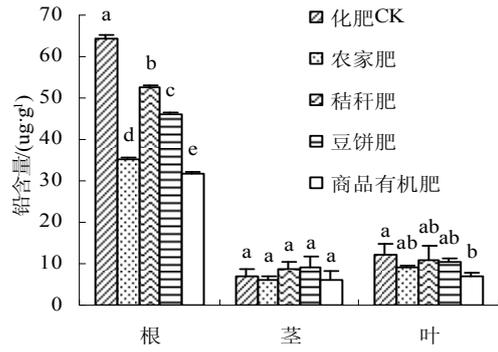


图 1 不同处理对烤烟铅含量的影响

Fig. 1 Lead content of different treatments

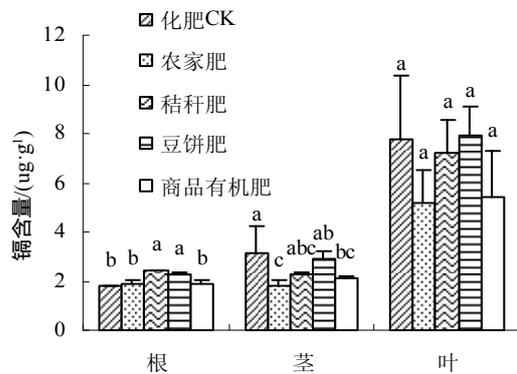


图 2 不同处理对烤烟镉含量的影响

Fig. 2 Cadmium content of different treatments

饼肥处理与 CK 差异不显著,农家肥处理与商品有机肥处理显著低于 CK,分别降低了 42%与 34%左右。叶中镉含量豆饼肥处理高于 CK,而农家肥处理、秸秆肥处理与商品有机肥处理低于 CK,各处理间差异均不显著,农家肥处理与商品有机肥处理表现较好,分别降低了 33.29%与 30.85%。由此可见,有机肥与无机肥配施因有机肥种类不同,烟株对镉的吸收反应不同,农家肥处理与商品有机肥处理表现较好,尤以农家肥处理最好。

2.5 铅在烟株不同器官的积累与分配

从表 3 可知,烟株叶片铅累积量为豆饼肥 > CK > 秸秆肥 > 农家肥 > 商品有机肥处理;烟株铅累积量为 CK > 豆饼肥处理 > 秸秆处理 > 农家肥处理 > 商品有机肥处理。从图 3 可知,铅分配率各处理均以根系最高,达到 46.48%~60.91%;叶片次之,30.59%~42.27%;茎部最低,仅 8.50%~14.34%。

表3 不同处理对烤烟不同器官铅累积影响

处理	根/ μg	茎/ μg	叶/ μg	总累积量/ μg
化肥 CK	1326.72	185.28	666.52	2178.52
农家肥	739.86	170.22	572.97	1483.05
秸秆肥	870.48	222.98	628.77	1722.23
豆饼肥	819.93	241.17	671.96	1733.05
商品有机肥	624.10	174.68	419.19	1217.97

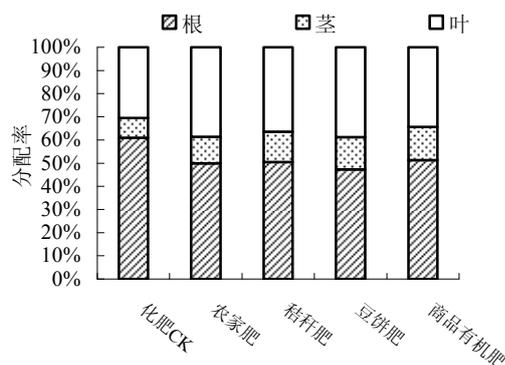


图3 不同处理的铅在烟株中分配率
Fig. 3 Lead distribution in different parts

2.6 镉在烟株不同器官的积累与分配

从表4看出，镉累积量在烟株根、茎、叶与全株中均以豆饼肥处理高于CK；而农家肥处理、秸秆肥处理与商品有机肥处理低于CK，农家肥处理最低。从图4看，镉分配率各处理中均以根系最低，仅有6.30%~9.74%；茎次之11.68%~15.34%；叶片最高，占总吸收量的78.03%~81.39%。

表4 不同处理对烤烟不同器官镉累积量影响

处理	根/ μg	茎/ μg	叶/ μg	总累积量/ μg
化肥 CK	36.73	84.98	432.27	553.98
农家肥	39.29	48.32	315.91	403.52
秸秆肥	40.51	60.50	416.84	517.84
豆饼肥	40.33	78.73	520.71	639.77
商品有机肥	36.64	58.50	340.71	435.85

3 讨论

适量有机肥或微生物菌剂与无机肥配合施用可改善土壤理化性状，提高土壤养分的矿化率，促进烤烟生长发育，有利于烤烟干物质积累，提高烤烟产质量^[5-8]。在烤烟生长前期，无机肥养分释放迅速，供肥量大，促进烟苗生长；到烤烟生长后期，

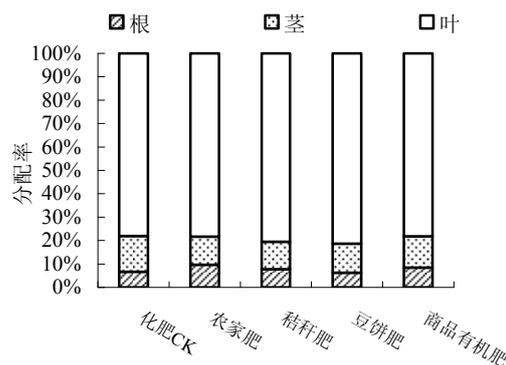


图4 不同处理的镉在烟株中分配率
Fig. 4 Cadmium distribution in different parts

有机质的分解速度加快，养分供应充足，配施适量有机肥处理的烟株生长状况优于单施化肥的处理。这与前人研究结果一致^[12]。

近几年，许多学者主要通过调控农艺措施或应用土壤改良剂研究烟叶中的重金属含量。邬石根等^[13]研究发现增施钾肥或营养调节剂可不同程度降低烟叶对铅镉的吸收。陈庆园等^[14-15]研究认为，覆膜栽培与不同打顶方式对烤烟重金属含量有一定的影响。胡钟胜等^[16]认为，凹凸棒土、骨粉与活性炭等一定程度上减少土壤与烤烟的铅镉含量。而有机肥对重金属含量的影响主要集中在水稻^[17]、玉米^[18]、蔬菜^[19-20]等非烟作物上。研究表明，有机肥施入土壤后，可与土壤中的镉、铅等重金属络合或螯合形成有机化合物，改变土壤中重金属的化学行为，降低其有效性，减少作物吸收^[21]。但也有人证明施用有机肥改良土壤有一定风险，有机肥在矿化过程中分解出的低分子量有机酸或腐殖酸可对土壤中的重金属起活化作用^[22]。本试验结果表明，不同有机肥种类对烤烟重金属含量影响不一样，农家肥与商品有机肥的施用可适当降低烟叶对铅镉的吸收。因此，施用有机肥料对土壤中重金属的影响极为复杂，这与有机肥的性质、土壤条件、重金属种类等多种因素相关，还有待于进一步研究探讨。

重金属铅镉在烤烟中的吸收与累积影响研究发现，本研究中铅在烟草中的分配为根>叶>茎，这与前人的研究结果一致^[23-24]；而刘优雄等^[25]研究结果为根>茎>叶。镉在烟草中的迁移性也较强，

在根系和茎中含量较低,叶片中含量较高,吸收的镉80%以上分布在叶片中,这与吴玉萍等^[26]研究结果一致。说明烟叶对镉的耐受力较强,是镉富集植物,而对铅不敏感。总之,烤烟生产中,选择重金属含量较低的区域,合理选用有机肥种类,降低烟叶对重金属的吸收,提高烟叶安全性。

4 结 论

本试验研究证明,在施氮量相同条件下,不同种类的有机肥与无机肥配施对烤烟的生长发育与重金属铅、镉含量影响不一致。大豆饼与无机肥配施处理明显促进烟株株高、最大叶面积与生物量。烟株铅含量而言,有机无机肥配施处理均能降低烟株铅的含量,但是商品有机肥与无机肥配施综合表现最好,烟叶铅含量比对照降低了43.83%。烟株镉含量而言,农家肥或商品有机肥与无机肥配施降低烟叶镉含量,农家肥表现最好,比对照降低了33.29%,而大豆饼、秸秆的应用结果却相反。所有处理烤烟的各器官对铅镉吸收、富集与分配分别表现为根>叶>茎与叶>茎>根,根系中铅分配46.48%~60.91%,烟叶镉分配78.03%~81.39%。

参考文献

- [1] 崔玉静,赵中秋,刘文菊,等. 镉在土壤—植物—人体系统中迁移积累及其影响因子[J]. 生态学报, 2003, 23(10): 2133-2143.
- [2] 李素英. Pb, Cd, Zn 单元素及其不同组合污染对烟草品质的影响[D]. 昆明: 云南大学, 1988.
- [3] 马新明,李春明,袁祖丽,等. 铅污染对烤烟光合特性、产量及其品质的影响[J]. 植物生态学报, 2006, 30(3): 472-478.
- [4] 马新明,李春明,田志强,等. 镉污染对烤烟光合特性、产量及其品质的影响[J]. 生态学报, 2006(12): 404-408.
- [5] 刘添毅,李春英,熊德中,等. 烤烟有机肥与化肥配合施用效应的初探[J]. 中国烟草科学, 2000(4): 23-26.
- [6] 彭艳,周冀衡,杨虹琦,等. 烟草专用肥与不同有机肥配施对烤烟生长及主要化学成分的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008(2): 159-163.
- [7] 高家合,杨祥,李梅云,等. 有机肥对烤烟根系发育及品质的影响[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(6): 38-41, 45.
- [8] 唐莉娜,张秋芳,陈顺辉. 不同有机肥与化肥配施对植烟土壤微生物群落 PLFAs 和烤烟品质的影响[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(1): 36-40.
- [9] 国家烟草专卖局. 烟草农艺性状调查方法 YC/T 142—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [10] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品中铅的测定 GB 5009.12—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [11] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品中镉的测定 GB 5009.15—2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [12] 唐莉娜,熊德中. 有机肥与化肥配施对烤烟生长发育的影响[J]. 烟草科技, 2000(10): 32-34.
- [13] 邬石根,白厚义,张超兰,等. 钾肥和营养调节剂对烤烟含钾量及重金属含量的效应研究[J]. 土壤通报, 2012, 43(1): 190-194.
- [14] 陈庆华,商胜华,陆宁. 覆膜栽培对烤烟重金属含量的影响[J]. 烟草科技, 2010(6): 68-72.
- [15] 陈庆元,商胜华,陆宁. 不同打顶方式对烤烟吸收重金属的影响[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(2): 49-53.
- [16] 胡钟胜,章钢娅,王广志,等. 改良剂对烟草吸收土壤中镉铅影响的研究[J]. 土壤学报, 2006, 43(2): 233-239.
- [17] 罗连光,崔新卫,杨勇,等. 有机无机肥配施对超级杂交稻产量构成及植株重金属含量的影响[J]. 生态与农村环境学报, 2012, 28(1): 67-71.
- [18] 梁平. 不同来源有机肥对玉米品质及重金属吸收的调控研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2008.
- [19] 赵明,蔡葵,王文娇,等. 有机无机肥配施对大白菜产量、品质及重金属含量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2010(1): 45-48.
- [20] 唐明灯,艾绍英,李盟军,等. 有机肥对生菜生长及其镉含量的影响[J]. 广东农业科学, 2011(24): 42-45.
- [21] 张亚丽,沈其荣,姜洋. 有机肥料对镉污染土壤的改良效应[J]. 土壤学报, 2003, 8(2): 212-218.
- [22] 余贵芬,蒋新,孙磊. 有机物质对土壤镉有效性的影响研究综述[J]. 生态学报, 2002, 22(5): 770-776.
- [23] Del Piano L, Abet M, Sorrentino C, et al. Dry matter production and lead distribution in different tobacco varieties grown in greenhouse in presence of lead[J]. qxd, 2005, 12(12): 43-50.
- [24] 潘文杰,姜超英,唐远驹,等. 烤烟铅镉含量及其与环境的关系[J]. 土壤, 2007, 39(3): 369-374.
- [25] 刘优雄,周冀衡,王东,等. 铅污染对烟草生长和铅吸收的影响[J]. 湖南农业科学, 2010(23): 67-69.
- [26] 吴玉萍,杨虹琦,徐照丽,等. 重金属镉在烤烟中的累积分配[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(5): 37-39.