

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.05.006

改良材料对新整理烟田土壤 结构改良效应研究^①

周鑫斌^{1,2}, 苏婷婷¹, 许安定²,
杨超², 张璐¹, 谢德体¹

1. 西南大学 资源环境学院, 重庆 400716; 2. 重庆烟草科学研究所, 重庆 400716

摘要: 适宜的土壤环境条件是烟草优质适产的基础, 经整理后烟田土壤物理化学性质变差, 特别是新整理后的烟田土壤水稳性团聚体含量显著下降的现实. 本研究将有机堆肥、膨润土和聚丙烯酰胺(PAM)配施成改良材料, 通过室内和大田试验, 探讨三者协同作用对新整理烟田土壤结构改良和烤烟生长效应. 结果表明, 施用改良材料的各处理不同程度地提高了烟叶产值, 增加了中上等烟比例和均价. 综合经济效益考虑, 对于整理烟田土壤结构改良, 以有机堆肥 9 000 kg/hm²、膨润土 750 kg/hm² 和 PAM 150 kg/hm² 三者结合效果最佳. 同时施用改良材料能显著提高新整理烟田土壤有机物质和腐殖质含量, 显著增加 0.25 mm 以上土壤水稳性团聚体数量, 为新整理烟田改良和可持续利用提供了依据.

关键词: 新整理烟田; 改良材料; 土壤结构

中图分类号: S156

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)05-0031-06

重庆是我国烟叶生产的重点区域之一, 烟田主要分布在海拔 600 m 至 1 300 m 的高山丘陵区. 近年来, 为了适应现代烟草农业需要, 提高烟田机械化作业率, 重庆烟草公司实行了以降低坡度和去除障碍物为重点, 扩大耕地连片度, 提高耕地质量, 实现规模化种植、集约化经营, 建设高质量基本烟田的土地整理行动. 在整理的过程中, 不可避免地出现了表层土壤下翻、生土上翻现象, 致使新整理烟田出现了物化性状变差的现象, 特别是整理烟田. 如湖北恩施州实施土地整理后, 肥力状况由中等水平降低到肥力较低水平^[1]. 据我们调查, 整理烟田大于 0.25 mm 粒级的水稳性团聚体数量显著小于老植烟土壤, 而该粒级团聚体对烟田土壤保肥保水性能, 维持土壤肥力方面具有重要作用, 是土壤肥力状况的整体反映^[2]. 不同粒级团聚体在营养元素的保持、供应及转化能力等方面发挥着不同的作用^[3]. 土壤结构改良的研究一直是土壤学界研究热点, 目前运用最广泛的是聚丙烯酰胺(PAM), 它是一种水溶性高分子聚合物, 龙明杰等^[4]研究得出, 聚丙烯酰胺能够提高赤红壤大于 0.25 mm 水稳性团粒结构数量, 增大土壤的毛管持水量和渗透系数, 提高土壤的含水量. 膨润土因其具有较强的吸水性、吸附性、粘着性、阳离子交换性、保水保肥等一系列优良理

① 收稿日期: 2014-01-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(31101610; 31372141); 中国烟草总公司重庆市公司科技项目“新整理烟田快速培肥及土壤微生态恢复与重建研究与示范”(NY20130501070004); 中国烟草总公司重点项目(110201502015)资助.

作者简介: 周鑫斌(1978-), 男, 山西河曲人, 博士, 副教授, 主要从事土壤肥力研究.

通信作者: 谢德体, 博士, 教授.

化性质, 其对提高土壤含水量, 增加土壤对 N,P 和 K 的吸附力方面具有较好的作用^[5]. 王定勇课题组利用秸秆、膨润土和 PAM 改良材料可以显著提高沙质土壤团粒结构, 改良效果明显, 并能促进油菜的生长^[6-7]. 针对于烟田(主要为黄壤)的改良研究还未见报道, 烟草也是一种特别的经济作物, 土壤水养库容太小或太大都会影响烟叶的质量, 如何确定兼顾水养库容提升和烟叶产质量协同提升的最佳结合点是一个技术难点. 鉴于此, 本文探讨改良材料对新整理烟田土壤结构改良效应及对烟叶产质量的影响, 以期为新整理烟田改良修复及烟田可持续利用提供技术支撑.

1 材料与方法

1.1 供试材料

聚丙烯酰胺(PAM): 阴离子型, 分子质量 1 000 万, 水解度 30%, 购自上海市四赫维化工有限公司. 膨润土: 钙基, 细度 200 目, 购自成都市益盛环境工程科技公司.

1.2 室内试验设计

供试土壤为重庆市彭水县烟田 20 cm 以下的黄壤, 自然风干后剔除植物根系等杂物, 磨碎过 5 mm 筛备用. 用 PVC 塑料管做成高 10 cm, 直径 10 cm 的土柱, 土柱底部封闭. PAM 浓度设置为 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.4% 和对照 CK. 分为 PAM 和 PAM+2% 的有机肥处理, 有机肥用量的选择是根据大田单位面积有效烟垄体积和有机肥施用量来确定. 处理方法: 将 PAM 与过 1 mm 筛的耕层 20 cm 以下的烟田黄壤按上述浓度直接混匀, 按容质量 1.14 g/cm³ 的土柱, 土柱表面均匀的铺一层石子, 室内培养, 培养期间根据质量差减法加水, 使土壤湿度保持在田间持水量的 75%. 培养 10 周后, 利用湿筛法测定水稳性团聚体含量.

1.3 田间试验设计

田间试验各处理基肥按表 1 进行, 试验烟田土壤 pH 5.8, 有机质 20.45 g/kg, 碱解氮 115 mg/kg, 速效磷 20 mg/kg, 速效钾 137 mg/kg, 各处理提苗肥、追肥的施用量和施用时间按照重庆市烟叶生产技术规范进行. 各处理改良材料在起垄前随底肥一起沿种植线均匀撒宽 50 cm 的条带, 再用起垄机旋耕后, 起垄, 使改良材料、底肥和土壤混合均匀. 底肥复合肥 600 kg/hm², 提苗肥(20-15-10)75 kg/hm², 追肥硝酸钾 225 kg/hm², 设 5 个处理, 其他处理按农民习惯进行.

堆肥堆制方法, 玉米秸秆粉碎小于 5 cm, 加牛粪等禽畜粪便, 尿素投入量使堆肥的碳氮比 25:1 为佳, 符合 GB 20287-2006 指标要求进行堆制. 供试有机肥(鲜样)养分含量, 全氮 5.6 g/kg, 全磷 0.7 g/kg, 全钾 8.5 g/kg.

表 1 试验处理

试 验 处 理	材料用量/(kg·hm ⁻²)		
	堆肥	膨润土	PAM
对照 (CK)	0	0	0
堆肥 (T1)	9 000	0	0
堆肥+膨润土 1(T2)	9 000	750	0
堆肥+膨润土 1+PAM(T3)	9 000	750	150
堆肥+膨润土 2+PAM(T4)	9 000	1 500	150

1.4 测定方法及数据分析

土壤有机物采用重铬酸钾容量法; 土壤腐殖质的含量采用焦磷酸钠法; 土壤团粒结构组成测定采用湿筛法.

数据分析采用 SPSS 18.0 软件进行方差分析(ANOVA), 均值的多重比较采用 Duncan 极差法.

2 结果分析

2.1 PAM 对黄壤水稳性团聚体的影响

室内通过向土壤中施加 PAM, PAM 对土壤水稳性团聚体的形成均有较好的促进作用, 表现为随 PAM 浓度的增加, 大于 0.25 mm 水稳性团粒含量有明显增加的趋势. 在施用 PAM 的基础上添加 2% 的有机肥, 团聚体数量明显增加(图 1).

在浓度为 0.4% 时, >5 mm 水稳性团聚体的含量增加最多, >5 mm 团聚体含量由 0 逐渐增加到 43.34%, 且达到显著水平; 在浓度<0.2% 时, 随 PAM 浓度增大, 0.25~1 mm 水稳性团聚体含量降低.

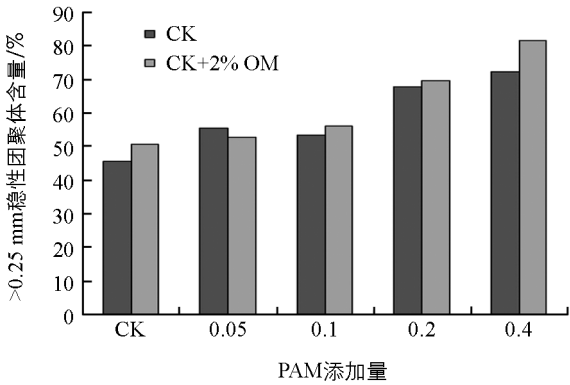


图 1 PAM 对黄壤(>0.25 mm)水稳性团聚体含量的影响

表 2 PAM 对各级团聚体百分含量的影响 %

粒径/mm	CK	0.05%	0.10%	0.20%	0.40%
>5	0 e	0.6 e	1.35 e	9.1 e	43.34 a
5~2	1.51 d	7.06 c	11.87 c	23.48 b	14.48 c
2~1	2.23 d	5.23 d	6.11 d	9.17 e	7.06 e
1~0.5	26.7 b	20.49 b	11.34 c	11.48 d	7.98 e
0.5~0.25	20.28 c	19.55 b	25.5 b	16.52 c	8.72 de
<0.25	48.28 a	47.07 a	43.83 a	30.25 a	18.42 b

注: 同一列不同小写字母表示差异达 0.05 水平, 下同.

2.2 改良材料对烟叶产质量及上等烟比例的影响

从田间试验来看, 施用堆肥处理总产量均较对照有明显的增加, 对于总产值而言, T1,T2,T3,T4 差异不明显(表 3).

表 3 不同处理烟叶产量

处理	总产量/(kg·hm ⁻²)	均价/(元·kg ⁻¹)	总产值/(元·hm ⁻²)
CK	2 318 a	23.50 a	54 473 c
T1	2 332 a	24.34 a	56 760 b
T2	2 121 b	24.54 a	52 049
T3	2 300 a	25.30 a	58 190 a
T4	2 245 b	24.75 a	55 563 bc

从表 4 中可以看出, 中上等烟比例施用 T1~T4 均有增加, T3 处理中上等烟的比例最高, 但是改良剂的施用效果差异不明显.

表 4 不同处理中上等烟比例

处理	中等烟比例/%	上等烟比例/%	中上等烟比例/%
CK	18.76 b	56.71 c	75.47 c
T1	25.61 a	62.12 b	87.73 b
T2	26.54 a	61.23 b	87.77 b
T3	25.34 a	64.32 a	89.66 a
T4	25.78 a	60.45 b	86.23 b

2.3 改良材料对土壤有机物和腐殖质含量的影响

土壤有机物是土壤肥力的物质基础,是决定肥力的重要因素. 方差分析表明,凡是田间用了改良材料处理的有机物含量均显著高于 CK($p<0.01$). 表明不同配比的改良材料对黄壤烟土有机物含量均有一定的改良效果. 有机物的含量大小顺序为 T4,T3,T2,T1 和 CK, T3 和 T4 差异不显著(表 5),表明在施加堆肥 9 000 kg/hm² 的基础上,施加膨润土量 750 kg/hm², PAM 150 kg/hm²,对土壤有机物提升产生了较大影响,进一步增加膨润土用量,有机物没有进一步显著提升,所以考虑到改良成本,以 T3 为该实验水平下的最佳用量. 李佳佳等人在对冲积土改良效果最好的 PAM 施用量为 250.05 kg/hm²[6].

表 5 处理间有机物含量变化

处 理		有机质含量/(g·kg ⁻¹)	处 理		有机质含量/(g·kg ⁻¹)
CK		20.24 c	T3		22.25 a
T1		20.85 c	T4		22.78 a
T2		21.34 b			

由表 6 可以看出,施用改良材料后,新整理烟田腐殖质含量均得到明显的改善. 其大小变化趋势为 T4, T3,T2,T1 和 CK,各处理相比 CK 提高了 12.9%~36.1%,说明不同配比的改良材料对新整理烟田土壤腐殖质含量均有一定的改良效果. T3 和 T4 相比差异不显著,表明在施用 9 000 kg/hm² 的有机堆肥的基础上,进一步增施膨润土对土壤腐殖质的提升作用不大,考虑经济效益推荐按 T3 进行.

表 6 处理间腐殖质含量变化

处 理		腐殖质含量/(g·kg ⁻¹)	处 理		腐殖质含量/(g·kg ⁻¹)
CK		3.02 c	T3		4.08 a
T1		3.41 b	T4		4.11 a
T2		3.82 b			

本试验中小于 0.25 mm 的小粒级团聚体在有机物、PAM 和膨润土三者的协同作用下不断地被有机-无机物质粘结为更大粒级的团聚体. T3 和 T4 大于 0.25 mm 团聚体有增加趋势,增大了大于 0.25 mm 团聚体数量, T3 和 T4 没有显著差异(表 7).

表 7 不同处理对土壤各级团聚体的影响

处理	>2 mm	0.25~2 mm	总	0.053~0.25 mm	<0.053 mm	总
CK	15.1 b	25.3 c	40.4 c	47.4 a	12.2 a	59.6 a
T1	15.6 b	26.4 b	42.0 b	42.3 b	15.7 a	58.0 a
T2	15.2 b	28.7 b	43.9 b	45.6 a	10.5 b	56.1 a
T3	19.8 a	32.4 a	52.2 a	40.5 bc	7.3 c	47.8 b
T4	18.3 a	33.3 a	51.6 a	38.4 c	10.0 b	48.4 b

3 讨 论

适宜的土壤环境条件是烟草优质适产的基础,土壤物理和化学性状直接影响烟叶品质. 新整理烟田耕层由于存在较多质地粘重的底土,需施用改良材料改善其土壤理化性质,使其适合优质烤烟生产需要. 施用改良材料的各处理不同程度地提高了烟叶产值,增加了中上等烟比例和均价,其中以有机堆肥 9 000 kg/hm²、膨润土 750 kg/hm² 和 PAM 150 kg/hm² 三者结合效果最佳. 在此基础上,虽然进一步提高膨润土的施用量(1 500 kg/hm²),土壤有机物质和土壤腐殖质含量有小幅增加,但是从整体经济效益考虑,推荐新整理烟田以膨润土 750 kg/hm² 结合 9 000 kg/hm² 有机堆肥和 150 kg/hm² PAM 进行改良施用.

土壤结构是通过土壤团粒结构的数量、种类及其孔隙状况等所体现出来的综合性质. 土壤团聚体影响着土壤水、肥、气、热和土壤生物的活性, 是土壤肥力的基础载体, 也是衡量土壤结构优劣的标准. 有机堆肥进入土壤后, 在微生物的作用下一一些有机物质在矿质化过程中形成的中间产物(如木质素、芳香族化合物、氨基酸、多肽、糖类物质), 可重新组合形成复杂的腐殖质. 在土壤团聚体形成过程中, 有机胶结物质起着十分重要的作用, 其形成主要依赖于土壤中各种胶结物质的数量和性质^[9]. 有机质是团聚体形成的主要黏结介质, 有机分子与粘粒和阳离子相互胶结形成微团聚体, 微团聚体与周围基本粒子或微团聚体之间相互胶结形成大团聚体^[2]. 膨润土是一种颗粒很小的粘土, 具有较大的比表面积和电荷, 具有良好的吸附性、粘结性、保水保肥效果好, 膨润土通过增加土壤有机物的稳定性, 催化氨基酸和酚类化合物缩聚反应生成腐殖质, 提高土壤腐殖质的腐殖化程度和量, 也就是说膨润土对提高土壤腐殖质含量起到明显的作用, 从而促使土壤小颗粒相互团聚^[10]. 在土壤有机物质腐殖化过程中, 加入土壤的PAM一方面通过其网状结构降低有机物分解速度, 从而提高其腐殖化系数^[11]. 另一方面, PAM还是一种线性水溶性高分子聚合物, 与聚乙烯醇(PVA)相似, 可通过缠绕土粒, 强化土壤基粒间的凝集或桥接作用而达到改良了土壤结构^[8]. 当然不同土壤粘粒含量和有机质含量的差异, 可能影响PAM对不同土壤的水稳性团聚体的改良效果^[12]. 本试验证实, 在黄壤中添加2%的有机肥的基础上, 增加PAM的量, 可显著增加团聚体的数量(图1). 也说明, 只有一定量的有机质作为团聚体团聚的内聚动力, 加上PAM的外部缠绕才有可能达到最好的改良效果. 总之, 有机物、PAM和膨润土三者的协同作用能显著增加0.25 mm以上土壤水稳性团聚体数量, 能提高烟叶产质量的同时, 提高土壤大粒团聚体的比例, 改善植烟土壤内在条件, 提高土壤保肥保水能力.

4 结 论

PAM对新整理烟田土壤水稳性团聚体的形成均有较好的促进作用, 表现为随PAM浓度的增加, 大于0.25 mm水稳性团粒含量有明显增加的趋势. 在施用PAM的基础上添加2%的有机肥, 其效果更好. 施用改良材料的各处理不同程度地提高了烟叶产值, 增加了中上等烟比例和均价. 综合经济效益考虑, 对于整理烟田土壤结构改良, 以有机堆肥 9 000 kg/hm²、膨润土 750 kg/hm² 和 PAM 150 kg/hm² 三者结合效果最佳. 同时施用改良材料能显著提高新整理烟田土壤有机物质和腐殖质含量, 显著增加 0.25 mm 以上土壤水稳性团聚体数量, 为新整理烟田改良和可持续利用提供了依据.

参考文献:

- [1] 蒲元瀛, 张光辉, 全景川, 等. 恩施州基本烟田土地整理建设模式研究与实践 [J]. 中国烟草科学, 2012, 33(6): 1—6.
- [2] TISDALL J M, OADES J M. Organic Matter and Water-Stable Aggregates [J]. Journal of Soil Science, 1982, 33(2): 141—146.
- [3] 陈恩凤, 关连珠, 汪景宽, 等. 土壤特征微团聚体的组成比例与肥力评价 [J]. 土壤学报, 2001, 38(1): 49—53.
- [4] 龙明杰, 张宏伟, 陈志泉, 等. 高聚物对土壤结构改良的研究 Ⅲ. 聚丙烯酰胺对赤红壤的改良研究 [J]. 土壤通报, 2002, 33(1): 9—13.
- [5] 李吉进, 邹国元, 王美菊, 等. 膨润土保氮增产效果研究 [J]. 中国土壤与肥料, 2006(3): 27—30.
- [6] 李佳佳. 秸秆-膨润土-PAM对土壤理化性质和作物生长的调控效应 [D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- [7] 李映廷, 刘双营, 赵秀兰, 等. 秸秆-膨润土-聚丙烯酰胺对砂质土壤吸附氮素的影响 [J]. 农业工程学报, 2012, 28(7): 111—116.
- [8] 刘义新, 江玉平, 于黎莎, 等. 聚乙烯醇对香料烟产量、质量及土壤结构的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(3): 294—298.
- [9] 王清奎, 汪恩龙. 土壤团聚体形成与稳定机制及影响因素 [J]. 土壤通报, 2005, 36(3): 415—421.

- [10] 崔立莉, 李吉进, 邹国元, 等. 膨润土对土壤肥力的影响 [J]. 华北农学报, 2004, 19(2): 76—80.
- [11] 闫 飞. 改良材料对沙质土壤理化性质的影响 [D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [12] 曹丽花, 赵世伟, 梁向峰, 等. PAM 对黄土高原主要土壤类型水稳性团聚体的改良效果及机理研究 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 45—49.

Research on Structure-Improving Effect of Soil Conditioning Materials on Newly Consolidated Tobacco Field

ZHOU Xin-bin^{1,2}, SU Ting-ting¹, XU An-ding²,
YANG Chao², ZHANG Lu¹, XIE De-ti¹

1. School of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2. Chongqing Institute of Tobacco Science, Chongqing 400716, China

Abstract: Suitable soil conditions are the basis for high-quality tobacco production, but the physical and chemical properties of consolidated tobacco soil deteriorate and, especially, the content of its water stable aggregates decreases significantly. In this study, conditioning materials were made of organic compost, betonies and PAM fertilizer, and laboratory and field experiments were conducted to explore their effects on soil structure of a newly consolidated tobacco field and on the growth of tobacco plants on it. The results showed that all treatments of application of the soil conditioning materials improved tobacco output in different degrees, and increased the proportion of upper-grade tobacco and its price. Based on a comprehensive consideration of the economic benefits, a combination of organic compost 9 000 kg/hm², betonies 750 kg/hm² and PAM 150 kg/hm² gave the best effect of soil structure improvement of the newly consolidated tobacco field. In addition, conditioning material application significantly increased the organic matter and humus contents of the newly consolidated tobacco field and significantly increased its 0.25 mm water stable aggregates, which provided evidence for the improvement of newly consolidated tobacco fields and their sustainable use.

Key words: newly consolidated tobacco field; soil conditioning material; soil structure

责任编辑 陈绍兰

