

土壤生态因子与烟草生产对生态有机肥的响应

沈笑天¹,刘清华²,刘金莉³,马宇⁴,李莉⁴,贾晓梅⁴,赵鑫春⁴,李鹏^{4,5},牛书金^{4*}

(1. 南阳市烟叶生产办公室,河南南阳 473000;2. 平顶山市烟草公司,河南平顶山 467000;3. 浙江中烟工业有限公司,浙江杭州 310000; 4. 南阳市烟草分公司,河南南阳 473000;5. 湖南农业大学农学院,湖南长沙 410000)

摘要 [目的]开发一种新型生态有机肥,获得激活土壤活性的微生物,从而改善土壤物理性状,活化土壤中的养分,提高烟叶的抗病性、产量及品质。[方法]基于对土壤生物学性状的研究,采用非传统改良土壤的方法改良烟区土壤,施用生态有机肥。[结果]土壤中细菌、硝化细菌有很大幅度的增加;土壤中速效磷含量增加,容重降低;烟叶含Cl量降低;总糖、还原糖、钾、苯甲醇和巨豆三烯酮2含量有一致的升高;黑胫病、花叶病发病率明显降低,比对照平均增产17.9%,效益增加20.2%,上等烟增加6.5个百分点。[结论]施用生态有机肥有显著的改良土壤、提高烟叶产值的效果。

关键词 土壤生态;烟叶;肥料
中图分类号 S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)09-03800-04

Effects of Ecological Organic Fertilizer on Soil Ecosystem Indexes and Tobacco Production in Henan Province
SHEN Xiao-tian et al (Nanyang City Tobacco Office, Nanyang, Henan 473000)

Abstract [Objective] A new soil melioration method and a new production (ecological organic fertilizer) were developed, which could activate the microbial activity. Thus, the soil physical condition and the fertility of soil were improved to enhance the disease resistance and the yield of tobacco. [Method] According to the recent research of the soil biological condition, the tobacco planting soil could be meliorated through optimizing the agrobiologic properties. The soil was treated by the new ecological organic fertilizer. [Result]The bacterium and nitro-bacteria were increased in a large range. At the same time, the available P content was increased and the density was reduced. The Cl content was reduced and the total sugar, reducing sugar, K, benzene carbino and megastigmatrienone2 were increased. The incidence of phytophthora parasitica and TMV were reduced obviously. The yield of tobacco leaf, benefit and classic tobacco leaf were increased by 17.9%, 20.2% and 6.5% respectively. [Conclusion] The new ecological organic fertilizer may improve the condition of the soil and enhance the quality and the yield of tobacco.

Key words Soil ecosystem; Tobacco; Fertilizer

关于土壤生态因子对作物生长和质量影响的研究很多。当前,从土壤生物学性状改良土壤已成为研究热点。笔者改变传统补充平衡的观念,通过直接增加微生物生长因子,创造微生物适宜生长环境,提高土壤生物学活性,改善理化性状,全方位改良土壤的研究工作,取得了显著成效,为从生物学性状着手改良土壤进行了有益探索。

1 材料与方法

1.1 材料 供试烟叶品种均为云烟87。新型生态有机肥由南阳诺亚土壤生态研究所研制。

1.2 试验设计 设2个处理。处理①(CK)常规, $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=10:10:20$ 525 kg/hm², K₂SO₄ 225 kg/hm²;处理②施生态有机肥 375 kg/hm²,复合肥和 K₂SO₄ 配比、用量同处理①。每个处理3次重复,小区面积 100 m²,随机排列,其他田间管理措施一致。在方城赵河试验点增设绿肥掩青小区,测定土壤微生物区系。试验点的自然农业概况见表1。

1.3 指标测定与方法 土壤微生物主要生理群数量分析采用最大或然数法计数^[1]。硝化细菌采用 Stephenson 培养液;

表1 试验点自然农业概况

地点	地貌	土类	耕作制度	灌溉	经度	纬度	海拔/m
方城赵河	山区	黄棕壤性土	重茬6年	河水支流	112°45'829"	33°19'694"	245
邓州孔营	平原	黄胶黑土	芝麻茬	蓄水	111°50'936"	32°36'915"	276

氨化细菌采用蛋白胨氨化培养液;纤维素分解菌采用 Hutchinson 培养液;土壤微生物平板培养计数采用稀释平板计数法^[1]。细菌、细菌芽孢采用牛肉膏蛋白胨培养基;放线菌采用改良高氏一号培养基;真菌采用马丁氏培养基;荧光假单胞菌采用王平等研究方法^[2];解磷菌采用南京土壤研究所微生物室的方法^[3]。

提取土壤总DNA,PCR扩增(16SrDNA 通用引物由上海

生工公司合成),扩增产物用浓度1.5%琼脂糖电泳检测,用GIS凝胶成像分析系统拍照,测定土壤微生物区系。

烟样中性致香物质测定由国家烟草栽培生理生化研究基地采用内标法进行,内标为硝基苯。所用仪器为 HP5890-5972 气质联用仪,测定烟样中性致香物质。

土壤、烟叶其他理化指标测定采用常规方法。病害防治效果计算公式为:

病情指数(%) = [Σ(各级病株(叶)数 × 该病级值)] / (调查总株(叶)数 × 最高级值) × 100

防治效果(%) = (空白对照区病情指数 - 处理区病情指数) / 空白对照区病情指数 × 100

基金项目 河南省烟草专卖局科技项目(HYKJ)。
作者简介 沈笑天(1969-),男,江苏滨海人,经济师,博士,从事土壤生态与烟草栽培方面的研究。*通讯作者,高级农艺师,从事烟草栽培方面的研究,E-mail:shenxt2003@126.com。
收稿日期 2013-03-28

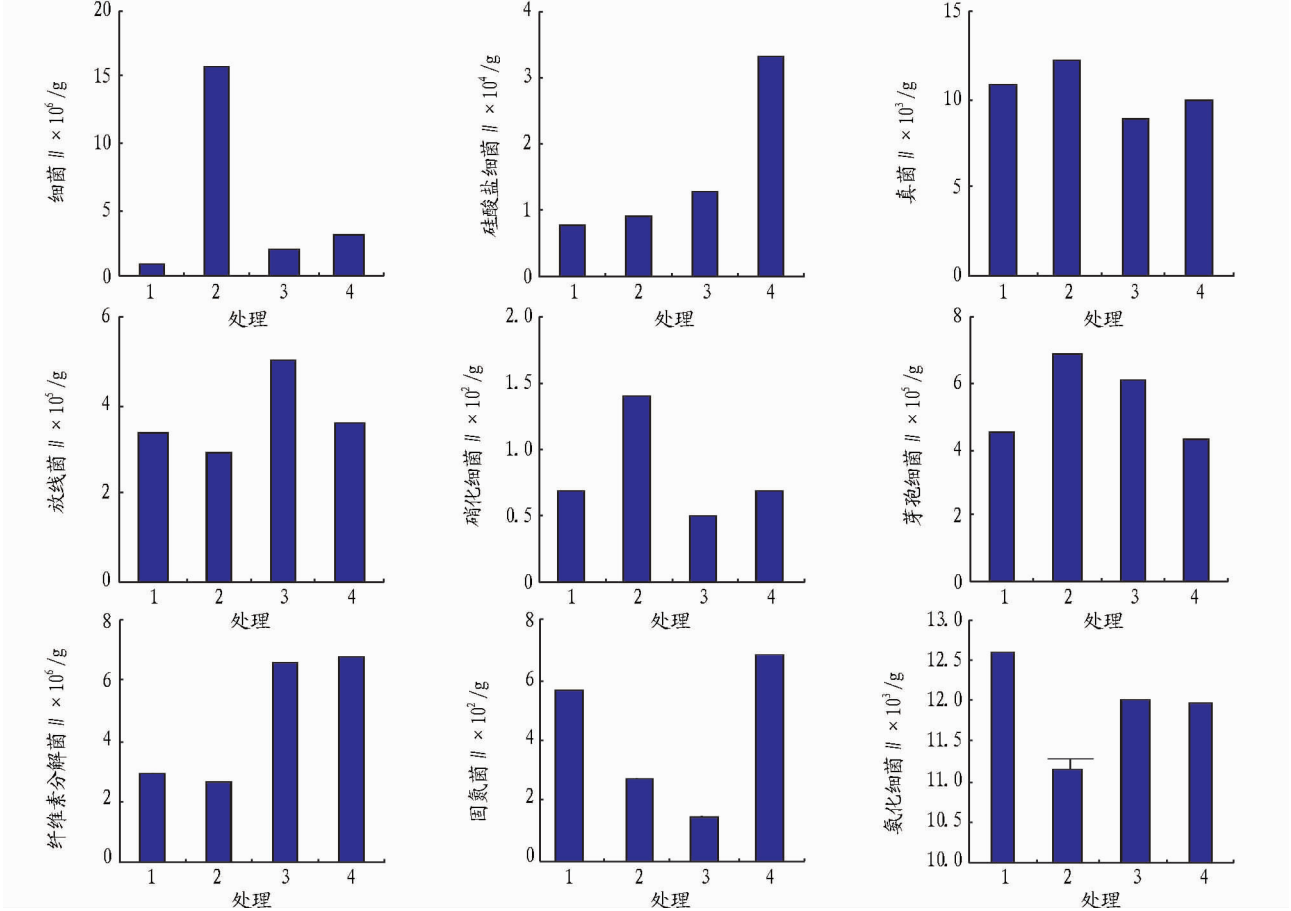
产质结果为大面积示范田统计数据。

2 结果与分析

2.1 土壤改良效果

2.1.1 微生物性状的比较。由图 1 可知,测定的 9 种微生物

中,施用生态有机肥的细菌、硅酸盐细菌、真菌、硝化细菌 4 种微生物量比 CK 都有所增加,其中细菌、硝化细菌有大幅度度的增加;其他 5 种在两地表现不一。这是因为生态有机肥中微生物活性因子具有选择性。



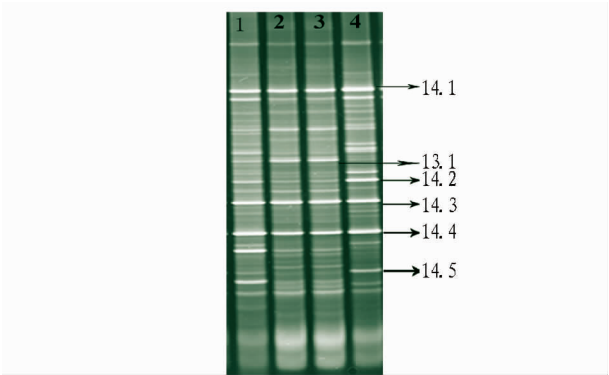
注:1. 邓州孔营 CK;2. 邓州孔营施用生态有机肥;3. 方城赵河 CK;4. 方城赵河施用生态有机肥。

图 1 部分微生物数量

由图 2 可知,施用土壤生态有机肥的微生物区系与 CK 有显著的差异。一方面,施用土壤生态有机肥条带比 CK 亮。测序结果表明,14.1 表示纤维单胞菌属、纤维化纤维菌、厄氏

的 CK 明亮条带(如 13.1)在施用土壤生态有机肥的处理中没有,而施用土壤生态有机肥的处理的增加了 14.2、14.3、14.5 等明亮条带。施用土壤生态有机肥的和绿肥掩青与 CK 相比增加的种类和数量也有所差异。土壤生态有机肥有增加微生物种类与数量的作用。

由图 3 可知,各处理非根际微生物与 CK 间存在差异,施用生态有机肥比绿肥掩青产生更大的差异。



注:1. 方城绿肥非根际;2. 方城对照非根际;3. 方城对照非根际;4. 方城施用生态有机肥非根际。

菌属、链霉菌属的一些种,说明微生物数量多。另一方面,施用土壤生态有机肥条带增多,如 14.2、14.3,说明微生物总类也有所增加。此外,优势菌群结构也发生了较大的变化,有

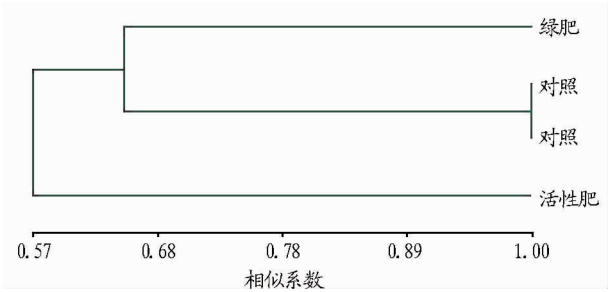
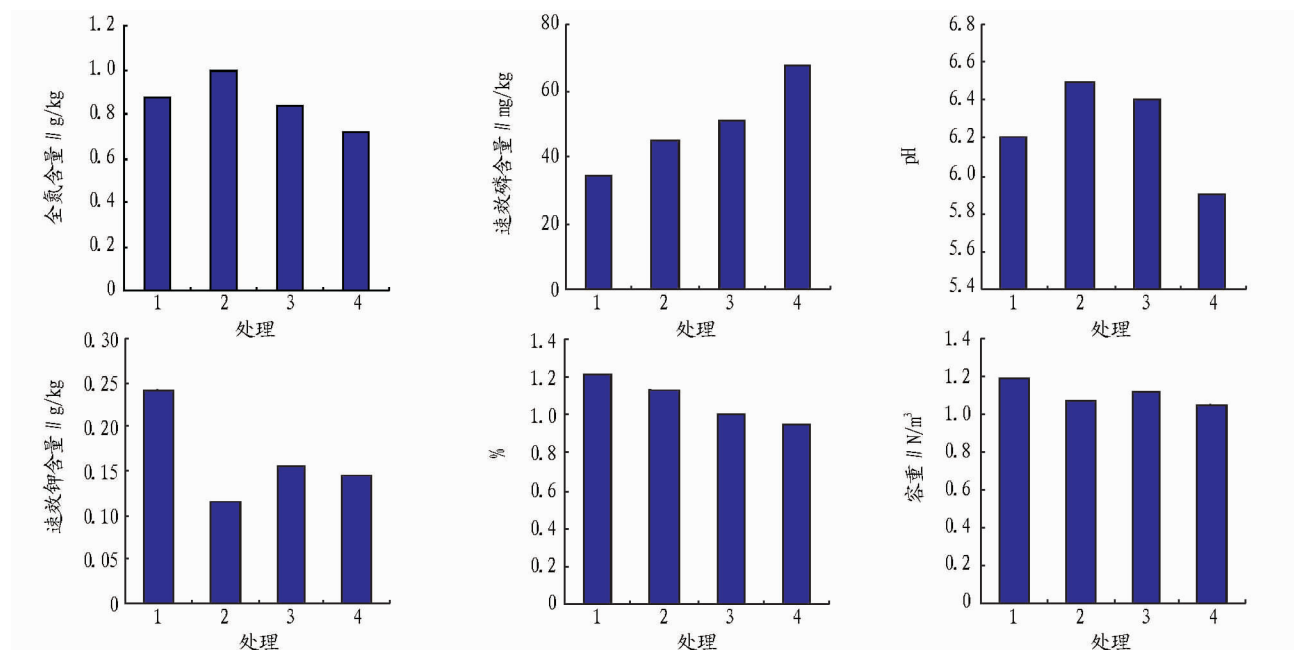


图 3 各处理土壤微生物 PCR-DGGE 图谱相似性分析

2.1.2 理化性状的比较。由图 4 可知,土壤生态有机肥使速效磷、速效钾、有机质和容重发生了一致性的改变,即烟叶生长后期土壤中速效磷含量升高,速效钾、有机质和容重降

低。这是因为生态有机肥能活化土壤中的养分。磷因为吸收相对慢表现为土壤中含量高;由于钾流动性强,吸收相对较快,速效钾含量低。由于提高微生物活性,活化土壤,少量

消耗土壤中的有机质。2007 年在配方中增添有机质量少,表现为土壤有机质的微量下调。由于微生物活化土壤,土壤团粒结构得到,改善容重降低。



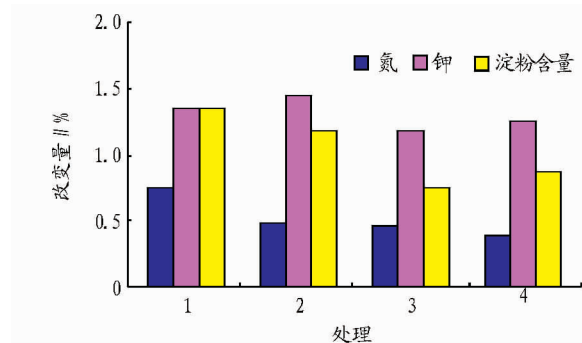
注:1. 邓州孔营 CK;2. 邓州孔营施用生态有机肥;3. 方城赵河 CK;4. 方城赵河施用生态有机肥。

图4 土壤理化性状的比较

2.2 烟叶质量改良效果 由图5可知,在测定的烟叶6个化学成分指标中,有4个得到了一致的改善,含Cl量降低,

总糖、还原糖、钾含量一致升高。

由图6可知,施用生态有机肥后致香物质主成分指标



注:1. 邓州孔营 CK;2. 邓州孔营施用生态有机肥;3. 方城赵河 CK;4. 方城赵河施用生态有机肥。

图5 烟叶化学成分比较

中苯甲醇和巨豆三烯酮2有一致的升高,其他指标没有一致的表现。苯甲醇中杏仁、樱桃甜香、巨豆三烯酮起着主要的发香作用,其香气与烟草协调一致,对卷烟的增香提调、去除杂气等有明显的作用。

由图7~10可知,糠醛、5-甲基糠醛、苯甲醛、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮1这5种致香物质表现为一致的升高,苯乙醛、β-大马酮表现为一致的降低,其他则没有一致的变化。

2.3 示范效果

2.3.1 农艺性状、抗病性比较。由图10可知,栽后40 d(6月10日)施用生态有机肥烟株最大叶长、最大叶宽、株高明显大于CK,叶数比CK多3片左右,说明处理烟株生长速度明显快于对照。

由图11可知,在成熟采收期(7月25日左右),施生态有

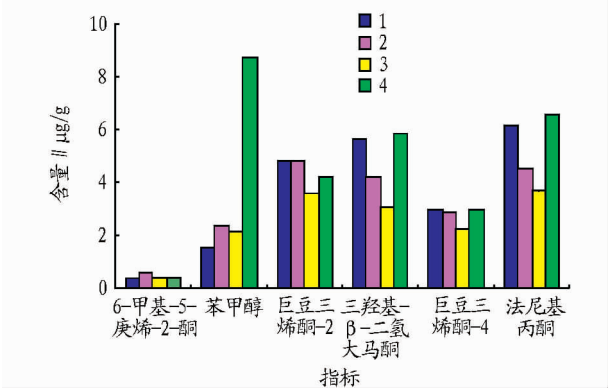
机肥烟株腰叶长宽明显大于CK,黑胥病、花叶病发病率比CK明显降低。

2.3.2 产质结果。由表2可知,处理比CK平均增产17.9%,增效20.2%,上等烟增加6.5个百分点。

3 结论

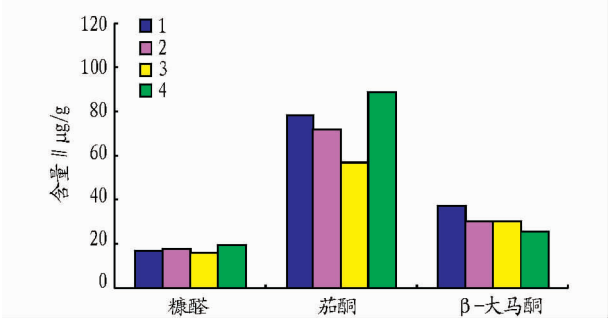
应用从土壤生物学性状着手改良烟区土壤的新理念,改变传统改良土壤的方法,开发新产品,通过创造微生物适宜生长条件来改良土壤,获得土壤改良的显著效果。

微生物总量与区系对烟叶产质有着重要的影响^[4]。土壤微生物是土壤中的活性胶体,具有较大的比表面积,代谢活动旺盛^[5-6]。土壤微生物承担着土壤中养分元素的循环和土壤矿物分解的推动力的作用。它的活动对土壤团粒结构形成与稳定起着决定性作用,能够改善土壤结构,反过来



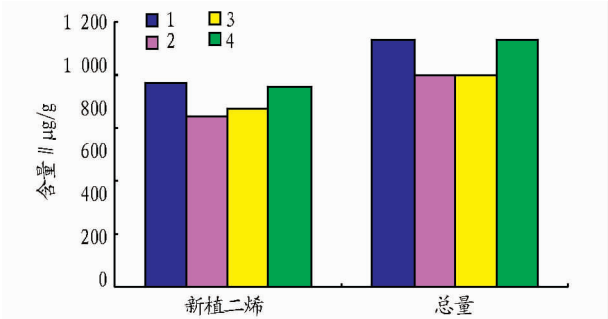
注:1. 邓州孔营 CK;2. 邓州孔营施用生态有机肥;3. 方城赵河 CK;
4. 方城赵河施用生态有机肥。

图 6 部分烟叶致香物质主成分指标的比较



注:1. 邓州孔营 CK;2. 邓州孔营施用生态有机肥;3. 方城赵河 CK;
4. 方城赵河施用生态有机肥。

图 7 糠醛、茄酮、β-大马酮等致香物质指标的比较



注:1. 邓州孔营 CK;2. 邓州孔营施用生态有机肥;3. 方城赵河 CK;
4. 方城赵河施用生态有机肥。

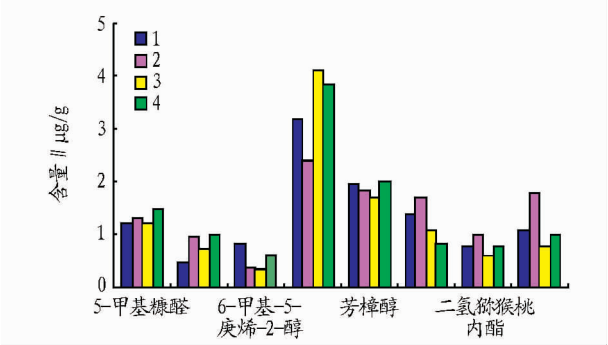
图 8 新植二烯的比较

表 2 产质比较

施肥方式	单产 kg/hm ²	上等烟 %	上中等烟 %	均价 元/kg	效益 元/hm ²
CK	2 265	48.8	90	10.2	1 540.2
处理	2 670	55.3	94	10.4	1 851.2

更加促进植物的生长^[7]。与 CK 相比,施用生态有机肥后细菌、硅酸盐细菌、真菌、硝化细菌 4 种微生物量都有所增加,其中细菌、硝化细菌有大幅度的增加。施用土壤生态有机肥的微生物区系与 CK 有显著的差异,改变了优势群落结构。土壤生态有机肥能活化土壤中的养分,促进磷、钾吸收,改善土壤团粒结构,容重降低。

施用生态有机肥后烟叶含 Cl 量降低,总糖、还原糖、钾



注:1. 邓州孔营 CK;2. 邓州孔营施用生态有机肥;3. 方城赵河 CK;
4. 方城赵河施用生态有机肥。

图 9 5-甲基糠醛、6-甲基-5-庚烯-2-醇、芳樟醇二氢猕猴桃内酯等致香物质指标的比较

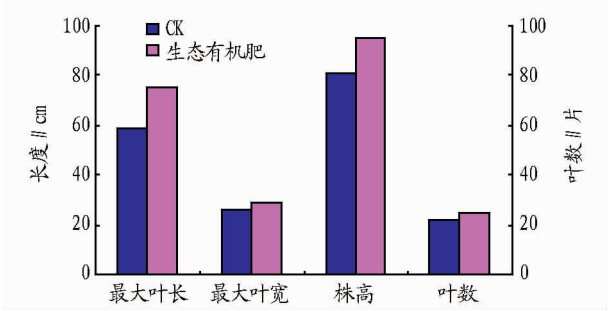


图 10 栽后 40 d 农艺性状的比较

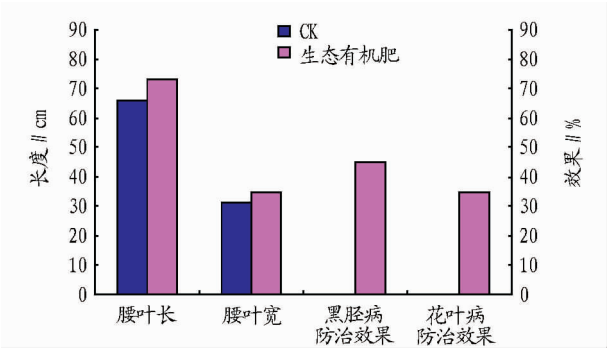


图 11 成熟采收期腰叶长宽与病害防治效果比较

含量一致升高,化学成分趋于协调,致香物质主成分指标中苯甲醇和巨豆三烯酮 2 有一致的升高。除苯乙醛、β-大马酮表现为一致的降低外,糠醛、5-甲基糠醛、苯甲醛、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮 1 这 5 种致香物质也表现为一致的升高。特别是巨豆三烯酮含量的增加对改善卷烟的气味有特别重要的意义^[8]。示范结果表明,施用生态有机肥可促进烟株生长,利于提高烟叶营养抗性,增强烟株抗逆性,增加烟叶叶面积,提高单产,提高烟叶品质和产值。

参考文献

[1] 姚占芳,吴云汉.微生物学实验技术[M].北京:气象出版社,1998:186-188.
[2] 王平,李阜棣,胡正嘉.小麦根圈中几类微生物群体数量比较的研究[J].华中农业大学学报,1994,13(4):318-324.
[3] 中国科学院南京土壤研究所微生物室.土壤微生物研究法[M].北京:科学出版社,1985:44-51.

3.2 短轮伐期桉树人工林生态系统氮储量及林分氮元素的维持 3 年、5 年生桉树人工林生态系统氮储量分别为 9 673.24、8 798.33 kg/hm², 土壤氮储量分别是植被层氮储量的 31.17、41.59 倍, 其中乔木层氮储量分别是 253.38、157.95 kg/hm², 两者之比为 1.58, 分别仅占生态系统氮储量的 2.62% 和 1.80%。何斌等^[27-28]对广西 1.5~4.5 年生尾叶桉人工林进行研究, 表明, 桉树人工林分的氮储量介于 80.46~229.01 kg/hm² 之间, 其林分氮储量随着年龄的增加而增加, 与该研究的结果不一致, 这可能与各地的立地条件、栽培品系及造林方式不同等有关。从氮储量的器官分配看, 3 年生的桉树人工林氮储量以树叶最高、侧根最低, 而 5 年生桉树氮储量则以树干最高、树叶次之, 最低是侧根, 与何斌等^[27-28]报道的 1.5~4.5 年生桉树均以树叶氮储量最高的结论不一致, 可能与七坡林场 5 年生桉树林分的乔木层树干生物量的比重大有关。

3.3 短轮伐经营行为对生态系统碳、氮积蓄的潜在影响 砍伐、炼山等短轮伐经营行为对生态系统碳、氮储量存在较大的影响, 但不同的措施其影响程度不同。在华南地区, 桉树砍伐的木材产品一般是连树皮分离林地。从表 1 可见, 木材(含树皮)的收获过程可能导致 3 年、5 年生的桉树人工林生态系统碳损失分别高达 21.91、29.70 t/hm², 占生态系统碳储量的 17.11%、19.05%, 表明木材收获对短轮伐期桉树人工林生态系统碳储量的影响较大。此外, 3 年、5 年生桉树干材获取对短轮伐期桉树人工林生态系统氮损失分别为 80.68、80.78 kg/hm², 仅占生态系统氮储量的 0.83%、0.92%, 说明木材收获对短轮伐期桉树人工林生态系统氮储量的影响较小。此外, 在伐后的桉树林地进行炼山作业, 一方面有利于桉树伐根的快速萌芽、形成二代桉树林或对伐桩的萌芽影响不大, 另一方面有利于桉树二代林的除草、施肥等作业, 但极易引起水土流失和营养元素的挥发或流失^[29-30], 然而桉树林砍伐后的剩余物燃烧可能会导致大量的碳氮损失, 同时也可能对土壤层碳、氮储量产生长期的、不可逆的潜在影响。从表 1 可见, 3 年、5 年生桉树人工林砍伐后炼山导致地面剩余物(包括树枝、树叶、林下植被层、凋落物等)的碳损失可能高达 7.83、7.73 t/hm², 分别占生态系统碳储量的 6.12% 和 4.73%。炼山过程导致的氮损失为 192.81、100.39 kg/hm², 仅占生态系统氮储量的 1.99%、1.14%。综上所述, 砍伐、炼山等短轮伐经营行为对桉树人工林生态系统碳储量影响较大, 而对桉树人工林生态系统氮储量影响略小。

参考文献

[1] 侯振宏, 张小全, 徐德应, 等. 杉木人工林生物量 and 生产力研究[J]. 中

国农学通报, 2009, 25(5): 97-103.

- [2] 彭少麟, 方炜. 南亚热带森林演替过程生物量 and 生产力动态特征[J]. 生态科学, 1995(2): 1-9.
- [3] CEULEMANS R, JANSSENS I A, JACH M E. Effects of CO₂ enrichment on trees and forests: lessons to be learned in view of future ecosystem studies[J]. Annals of Botany, 1999, 84: 577-590.
- [4] HUNGATE B A, DUKES J S, SHAW M R, et al. Nitrogen and climate change[J]. Science, 2003, 302: 1512-1523.
- [5] REICH P B, HOBBI E S, LEE T, et al. Nitrogen limitation constrains sustainability of ecosystem response to CO₂[J]. Nature, 2006, 440: 922-925.
- [6] 明安刚, 温远光, 李志志. 连栽桉树人工林及其林下植被的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(26): 14370-14371, 17376.
- [7] 温远光. 连栽桉树人工林植物多样性与生态系统功能关系的长期实验研究[D]. 成都: 四川大学, 2006.
- [8] 叶绍明, 温远光, 杨梅, 等. 连栽桉树人工林生产力和植物多样性及其相关性分析[J]. 西北植物学报, 2010, 30(7): 1458-1467.
- [9] 吴钿, 刘新田, 杨新华. 雷州半岛桉树人工林林下植物多样性研究[J]. 林业科技, 2003, 28(4): 10-13.
- [10] 梁宏温, 罗宏, 温远光, 等. 桉树林取代马尾松林对森林生态系统碳贮量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(6): 1168-1174.
- [11] 梁宏温, 温远光, 温琳华. 连栽对尾巨桉短周期人工林碳贮量的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(8): 4242-4250.
- [12] 朱宏光, 温远光, 梁宏温, 等. 广西桉树林取代马尾松林对植物多样性的影响[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(6): 149-153.
- [13] 钟宇, 张健, 刘泉波, 等. 巨桉人工林草本层主要种群的生态位分析[J]. 草业学报, 2010, 19(4): 16-21.
- [14] 王艳霞. 福建主要人工林生态系统碳贮量研究[D]. 福州: 福建农林科技大学, 2010.
- [15] 王华, 黄宇, 汪思龙, 等. 中亚热带几种典型森林生态系统碳、氮储存功能研究[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(3): 576-580.
- [16] 黄宇, 冯宗伟, 汪思龙. 杉木、火力楠纯林及其混交林生态系统 C、N 贮量[J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3146-3154.
- [17] 莫德祥, 吴庆标, 林宇, 等. 桂东南柳杉人工林碳氮储量及其分配格局[J]. 生态学杂志, 2012, 31(4): 794-799.
- [18] 张凯. 外来种桉树对土壤碳氮循环过程的影响[D]. 焦作: 河南理工大学, 2011.
- [19] 秦武明, 何斌, 韦善华, 等. 厚荚相思人工幼林生态系统碳贮量及其分布研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(32): 14089-14092.
- [20] 罗辑, 杨忠, 杨清伟. 贡嘎山森林生物量 and 生产力的研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 191-196.
- [21] 周玉荣, 余振良, 赵士洞. 我国主要森林生态系统碳储量和碳平衡[J]. 植物生态学报, 2000, 24(5): 518-522.
- [22] 杨玉盛, 郭剑芬, 林鹏, 等. 格氏栲天然林与人工林枯枝落叶层碳库及养分库[J]. 生态学报, 2004, 24(2): 359-367.
- [23] 许泉, 芮雯雯, 刘家龙, 等. 我国农田土壤碳氮耦合特征的区域差异[J]. 生态与农村环境学报, 2006, 22(3): 57-60.
- [24] 文启孝, 杜丽娟, 张晓华, 等. 土壤有机质研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1984: 256-271.
- [25] 陶玉华, 冯金朝, 马麟英, 等. 柳州市短周期桉树人工林生态系统碳储量研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(7): 80-84.
- [26] 陈婷, 温远光, 孙永萍, 等. 连栽桉树人工林生物量 and 生产力的初步研究[J]. 广西林业科学, 2005, 34(1): 8-12.
- [27] 何斌, 温远光, 周敏毅. 新栽培区尾叶桉人工林营养元素积累与分配特征[J]. 中南林业科技大学学报, 2008, 28(5): 11-15.
- [28] 朱宇林, 何斌, 杨钙仁, 等. 尾巨桉人工林营养元素积累及其生物循环特征[J]. 东北林业大学学报, 2012, 40(6): 8-11, 66.
- [29] 王辉阳. 不同林地清理方式和造林密度对巨尾桉生长的影响分析[J]. 江苏林业科技, 2007, 34(3): 9-12.
- [30] 李宝福, 蒋家淡, 洪长福, 等. 巨尾桉二代萌芽更新林地清理方式的研究[J]. 林业科学, 2003, 39(S1): 117-121.

(上接第 3803 页)

- [4] 沈笑天, 介晓磊, 刘国顺. 河南南阳烟区土壤生态因子的主成分分析[J]. 土壤通报, 2008, 39(2): 275-280.
- [5] 郭学军, 黄巧云, 赵振华, 等. 微生物对土壤环境中重金属活性的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2002, 8(1): 105-110.
- [6] WHITING S N, SOUZA D M, TERR Y N. Rhizosphere bacteria mobilize Zn

for hyperaccumulation by *Thlaspi caerulescens*[J]. Science and Technology, 2001, 35: 3144-3150.

- [7] 樊盛菊, 齐树亭, 武洪庆, 等. 盐生植物根际对土壤中微生物数量和酶活性的影响[J]. 河北大学学报: 自然科学版, 2006, 26(1): 38-41.
- [8] 王建林, 杨少龙, 许炎妹, 等. 巨豆三烯酮的合成及表征[J]. 光谱学与光谱分析, 2005, 25(3): 467-469.