

王 华, 胡锦涛, 胡冬南, 等. 不同肥料对油茶林土壤微生物及酶活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(6): 461–465.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.06.135

不同肥料对油茶林土壤微生物及酶活性的影响

王 华¹, 胡锦涛², 胡冬南³, 郭晓敏³

(1. 江西农业大学国土与资源环境学院, 江西南昌 330045; 2. 抚州职业技术学院生态旅游系, 江西抚州 344000;

3. 江西农业大学园林与艺术学院, 江西南昌 330045)

摘要:以赣无油茶无性系 (*Camellia oleifera* Abel) 为材料, 分别设施用油茶专用肥 (ZYF)、生物有机肥 (YJF)、复合肥 (FHF) 和不施肥 (CK) 4 个处理, 研究不同肥料处理下油茶林土壤微生物及土壤酶活性的季节变化。结果表明: 施用不同肥料对土壤细菌数量有明显的促进作用, 效果最好的是 ZYF; ZYF、YJF 施肥处理对于提高油茶林土壤中放线菌数量效果较好; 有机肥对提高土壤微生物量碳、土壤微生物量氮含量效果最好; YJF 施肥处理对提高脲酶活性效果最佳, 其次是 ZYF; 脲酶活性基本趋势为夏季含量最高, 秋季含量最低; YJF 施肥处理对于提高土壤酶整体效果最好。综合分析可知, 油茶林土壤微生物学特性之间具有密切的相关关系, 在一定程度上能表征土壤健康状况, 可作为评价土壤肥力的生物指标。

关键词:油茶; 肥料; 土壤微生物量; 土壤酶

中图分类号: S154.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)06-0461-04

油茶 (*Camellia oleifera* Abel) 是山茶科山茶属油脂含量较高且具有较高栽培经济价值的一类植物的总称。油茶集生态效益、经济效益、社会效益于一身, 对于推进山区综合开发、促进农民就业增收、维护国家粮油安全、加快国土绿化进程都具有十分重要的作用^[1]。研究表明, 科学合理地施肥能够促进油茶生长、改善光合作用、提高油茶产量等^[2-5]。根据肥料类型、作物特点及土壤性质, 选择合适的肥料进行科学施肥是提高养分利用效率, 争取油茶高产、优质、高效的必由之路。土壤微生物作为林地生态系统的重要成员, 参与物质循环、能量流动, 是土壤中最活跃的部分, 对土壤养分及其对林木营养供给有着重要意义^[6]。微生物群落结构变化直接影响土壤质量, 对土壤微生物种类进行区分和数量统计可以有效判断土壤的营养状况, 土壤酶是土壤生物化学过程的积极参与者, 其活性反映土壤中多种生物化学过程的强度, 它也是评价土壤肥力的重要指标^[7]。土壤微生物量一直被世界各国学者作为土壤质量的生物指标进行研究探讨, 不仅能够一定程度上反映土壤微生物总量, 而且能够反映土壤微生物活性^[8]。目前已有一些关于油茶林土壤微生物及酶活性的报道^[9-11]。本研究探讨油茶专用肥、有机肥、复合肥对油茶林土壤微生物学特性及土壤酶活性的影响, 旨在为油茶林合理施肥和改善土壤养分循环提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于江西省九江市庐山区海会镇, 该地属中国亚热带东部季风区域, 气候温和, 雨量充沛, 年均降水量为 1 437 mm, 年平均气温 15~18 ℃, 年平均日照时间 1 932 h, 成土母质主要为花岗岩、片麻岩、石英砂岩等, 土层深厚, 试验地前茬种植茶树。土壤 pH 值 4.4, 铵态氮 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 含量 28.48 mg/kg, 硝态氮 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) 含量 11.75 mg/kg, 全磷含量 1.95 mg/kg, 全钾含量 49.47 mg/kg, 油茶树龄 8 年, 栽植密度 2 500 株/hm²^[12]。

1.2 材料

赣油茶无性系由江西林业科学研究院提供。生物有机肥由江西农业大学和绿源生物工程有限公司共同研制, 有机质含量 30%、腐殖酸含量 20%、氮磷钾含量 6%, N:P₂O₅:K₂O = 1:1:1。油茶专用肥由江西农业大学研制, 氮磷钾含量 26.6%, N:P₂O₅:K₂O = 1:0.8:1, 添加硼砂、硫酸锌、氧化钙等中微量元素。复合肥从市场直接购买, 氮、磷、钾养分含量均为 15%。

1.3 试验设计

选择生长较为一致的 8 年生油茶, 采用随机区组试验设计, 重复 3 次, 设 4 个施肥处理: YJF, 生物有机肥 2 kg/(株·年); ZYF, 油茶无机专用肥 1 kg/(株·年); FHF, 复合肥 0.6 kg/(株·年); CK, 不施肥 (表 1)。施肥方法: 沟施法 (沿树冠滴水线挖环状沟施入), 分 2 次施入 (5 月、11 月初)。每个处理 20 株, 处理间设置保护行。2009 年起施肥。

1.4 样品采集

每个处理、每个样区分别在根区选 5 点 (靠近施肥点离油茶主根 50~60 cm), 采集 0~20 cm 的表层土壤, 并将 5 个点的土壤混匀, 过 2 mm 筛, 去掉根等杂物。一份自然风干用于土壤酶测定, 一份放入冰箱于 0~4 ℃ 保存, 用于土壤微生

收稿日期: 2015-05-06

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 31260194); 国际植物营养研究所 (IPNI) 项目 (编号: Jiangxi-29); 中央财政林业科技成果推广示范项目 (编号: [2011] TK056); 江西农业大学自然科学创新发展基金 (编号: 09004090)。

作者简介: 王 华 (1972—), 女, 江西鄱阳人, 博士, 高级实验师, 主要从事土壤微生物研究。E-mail: mengyiwanghua@sina.com。

通信作者: 郭晓敏, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事林地养分管理研究。E-mail: gxmjxau@163.com。

表 1 施肥试验处理

编号	处理	肥料类型	施肥量	施入氮磷钾养分量
			[kg/(株·年)]	[kg/(株·年)]
1	YJF	生物有机肥	2.0	0.12
2	ZYF	油茶无机专用肥	1.0	0.27
3	FHF	复合肥	0.6	0.27
4	CK	不施肥	0	0

物性质测定。采样时间分别为:2012 年 6 月 28 日(夏)、2012 年 9 月 27 日(秋)、2013 年 1 月 12 日(冬)、2013 年 3 月 22 日(春)。

1.5 方法

采用平板稀释法进行微生物菌落计数。采用牛肉膏蛋白胨培养基培养细菌,采用高氏一号培养基培养放线菌,采用马丁孟加拉红培养基培养真菌^[13]。采用高锰酸钾滴定法测定土壤过氧化氢酶活性,其活性以 1 g 土壤 1 h 内消耗 0.1 mol/L KMnO₄ 体积(mL)表示。采用二硝基水杨酸比色法测定土壤蔗糖酶活性,其活性以 1 g 土壤在 37 ℃在 24 h 释放的葡萄糖质量(mg)表示;采用磷酸苯二钠比色法测定磷酸酶活性,其活性以 24 h 后 1 g 土壤所含磷质量(mg)表示;采用苯酚比色法测定土壤脲酶活性,其活性以 24 h 后 100 g 土壤中 NH₃-N 质量(mg)表示^[14]。采用三氯甲烷熏蒸提取法测定土壤微生物量碳。采用熏蒸提取-茚三酮比色法^[15]测定土壤微生物量氮。

1.6 数据处理

运用 Excel 软件处理数据,运用 SPSS17.0 软件统计并分析相关数据。

2 结果与分析

2.1 不同肥料处理下土壤微生物数量的季节变化

细菌、放线菌及真菌是构成土壤微生物群体的主要种类,在土壤有机物质分解、矿化、营养循环中起重要作用,其数量在一定程度上可以表征土壤肥力水平。由表 2 可知,春季施用 YJF、ZYF、FHF 细菌数量较 CK 显著增加;夏季、秋季、冬季不同肥料处理下细菌数量均存在显著差异;夏季不同肥料处理下细菌数量由高到低依次为:ZYF > FHF > YJF > CK;秋季不同肥料处理下细菌数量由高到低依次为:YJF > ZYF > FHF > CK;冬季不同肥料处理下细菌数量由高到低依次为:ZYF > YJF > FHF > CK。ZYF、YJF、FHF 处理下油茶土壤中细菌数量与 CK 相比,年平均量分别增长 114.16%、68.23%、50.64%。由此可见,施用不同肥料对土壤细菌数量有明显的促进作用,效果最好的是 ZYF。这可能是由于专用肥中添加的钙、硼、锌等中微量元素使得缺素土壤养分均衡,从而有利于细菌生长繁殖。不同施肥处理下细菌数量随季节的变化规律基本一致,秋季细菌数量最多,其次是夏季,冬季、春季细菌数量较少。夏季、秋季水热状况良好,细菌数量呈明显上升趋势;秋季油茶林地上部分杂草枯萎,果实采摘前进行除草使得死亡植株覆盖在土壤表层,增加了土壤有机质含量,有利于细菌的生长;春季、冬季气温低,细菌数量偏少。

表 2 不同肥料处理油茶林土壤微生物数量季节变化

施肥处理	细菌数量(×10 ⁷ CFU/g)				放线菌数量(×10 ⁵ CFU/g)				真菌数量(×10 ⁴ CFU/g)			
	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
YJF	2.94 ^{ac}	4.14 ^{yb}	9.16 ^{aa}	3.13 ^{bc}	11.42 ^{ac}	22.94 ^{ba}	14.09 ^{ab}	13.40 ^{ab}	7.60 ^{ya}	4.64 ^{yc}	6.65 ^{bb}	3.67 ^{yb}
ZYF	2.91 ^{ac}	7.74 ^{aa}	8.14 ^{ba}	5.88 ^{ab}	10.41 ^{bc}	29.65 ^{aa}	12.91 ^{bb}	10.69 ^{yc}	8.63 ^{ba}	6.05 ^{bc}	7.79 ^{ab}	4.51 ^{bd}
FHF	2.79 ^{ac}	5.60 ^{bb}	6.63 ^{ya}	2.33 ^{yc}	10.15 ^{bc}	19.43 ^{ya}	11.75 ^{yb}	12.34 ^{bb}	9.75 ^{aa}	6.86 ^{ab}	5.60 ^{yc}	5.80 ^{ac}
γK	2.04 ^{bb}	2.27 ^{ob}	5.27 ^{ca}	1.93 ^{ob}	8.50 ^{yd}	16.77 ^{ca}	11.03 ^{ob}	9.42 ^{oc}	6.79 ^{ca}	2.92 ^{oc}	5.08 ^{ob}	1.89 ^{od}

注:同列数据后不同希腊字母表示同一季节不同施肥处理间差异显著(P<0.05),同行数据后不同小写字母表示不同季节间同一施肥处理间差异显著(P<0.05)。

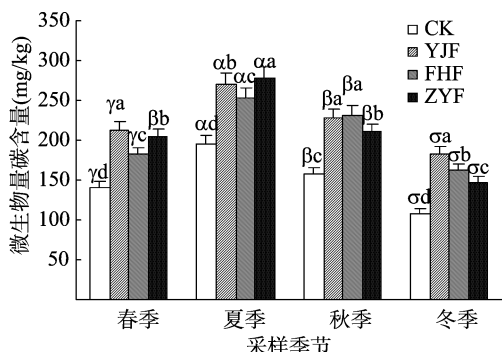
由表 2 还可可见,不同施肥处理下,春季与秋季放线菌数量变化趋势为:YJF > ZYF > FHF > CK,夏季为:ZYF > YJF > FHF > CK,冬季为:YJF > FHF > ZYF > CK。与 CK 相比,ZYF 处理下,放线菌数量年平均量增加了 39.23%,YJF、FHF 处理下,放线菌数量年平均量分别增加了 35.30%、17.40%。ZYF 和 YJF 施肥处理对于提高油茶林土壤中放线菌数量效果较好。油茶专用肥配方以及有机肥中的有机质及腐殖质为放线菌生长繁殖提供了较好的土壤环境,使得放线菌数量增加。土壤微生物的季节动态变化是一个较为复杂的问题,受土壤类型、植物群落、气候条件、土壤营养状况等因素的影响,夏季土壤放线菌数量最多与夏季气温高及土壤水分状况有利于放线菌生长等因素有关。施用不同肥料对土壤中真菌数量均有显著促进作用,不同施肥处理下,春季、夏季、冬季真菌数量变化规律为:FHF > ZYF > YJF > CK;秋季为:ZYF > YJF > FHF > CK。与 CK 相比,FHF、ZYF、YJF 施肥处理下油茶土壤中真菌数量年平均量分别增长 67.88%、61.68%、35.16%。FHF 施肥处理对于增加土壤中真菌数量整体效果最佳,其次是 ZYF 处理。复合肥氮磷钾含量对真菌数量有较大影响,氮磷钾含

量较高的复合肥与专用肥有利于真菌数量增加,含量较低的有机肥增加效果不如它们。土壤中真菌的数量具有明显的季节变化规律,春季最多,其次是秋季、夏季,冬季真菌数量最少。真菌数量与土壤温度、含水量等有关,春季气温回升,土壤湿润有利于真菌生长。冬季气温低,土壤干燥不利于真菌繁殖,因而数量减少。

2.2 不同肥料处理油茶林土壤微生物量碳、氮的变化

由图 1 可知,春季土壤微生物量碳含量由高到低依次为:YJF > ZYF > FHF > CK,夏季土壤微生物量碳含量由高到低依次为:ZYF > YJF > FHF > CK,秋季土壤微生物量碳含量由高到低依次为:FHF > YJF > ZYF > CK,冬季土壤微生物量碳含量由高到低依次为:YJF > FHF > ZYF > CK。YJF、ZYF、FHF 施肥处理下油茶土壤中土壤微生物量碳含量与 CK 相比年平均量分别增加 47.92%、39.17%、37.36%。

由图 2 可见,春季土壤微生物量氮含量由高到低依次为:YJF > ZYF > FHF > CK,夏季土壤微生物量氮含量由高到低依次为:YJF > ZYF > FHF > CK;秋季土壤微生物量氮含量由高到低依次为:YJF > FHF > ZYF > CK,冬季土壤微生物量氮含



不同希腊字母表示同一施肥处理下不同季节间土壤微生物量碳(氮)含量差异显著($P < 0.05$);不同小写字母表示同一季节不同施肥处理间土壤微生物量碳(氮)含量差异显著($P < 0.05$)。下图同

图1 不同肥料处理土壤微生物量碳含量的季节变化

量由高到低依次为: YJF > FHF > ZYF > CK。YJF、FHF、ZYF 处理油茶土壤中土壤微生物量氮含量与 CK 相比年平均量分别增加 53.01%、27.32%、19.33%。有机肥对提高土壤微生物量碳、土壤微生物量氮含量效果最好,有机肥富含有机质、腐殖酸,可有效改善和增加土壤中可培养及不可培养的微生物群落。有机肥处理有效增加土壤微生物量,在改善土壤养分转化和循环、提高土壤肥力方面发挥着积极作用。夏季和秋季土壤微生物量碳和氮含量较春季、冬季高,这可能是由于夏季、秋季气温及降水丰富等条件有利于微生物生长。

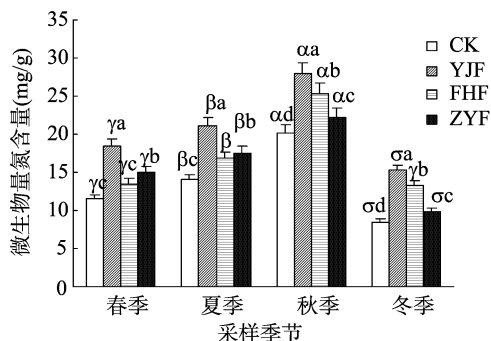


图2 不同肥料处理土壤微生物量氮含量的季节变化

2.3 不同肥料处理土壤酶的季节变化

由图 3 可知,FHF、ZYF、YJF 处理土壤中蔗糖酶活性与 CK 相比年平均量分别增长 42.34%、22.28%、18.50%。由此可见,FHF 处理对提高蔗糖酶活性效果最好。FHF、ZYF、YJF 处理下不同季节土壤中蔗糖酶活性表现一致,春季含量显著高于其他季节,夏季、秋季、冬季之间蔗糖酶活性无显著差异。由图 4 可知,春季 YJF 和 ZYF 处理下油茶林土壤中脲酶活性无显著差异,这 2 种处理脲酶活性均显著高于 FHF 处理,CK 处理下油茶林土壤中脲酶活性最低。夏季不同施肥处理下脲酶活性基本趋势为 ZYF > YJF > FHF > CK,秋季为 YJF > ZYF > FHF > CK,冬季不同施肥处理间脲酶活性均存在显著差异: YJF > FHF > ZYF > CK。与 CK 相比, YJF、ZYF、FHF 施肥处理下脲酶活性年均增长率分别为: 28.38%、23.83%、17.73%。YJF 施肥处理对提高脲酶活性效果最佳,其次是 ZYF 处理。同一季节间脲酶活性基本趋势为夏季含量最高,秋季含量最低。

由图 5 可知,春季 FHF 和 ZYF 施肥处理下土壤过氧化氢酶活性无显著差异,含量均高于 YJ 处理 F,CK 最低。夏季

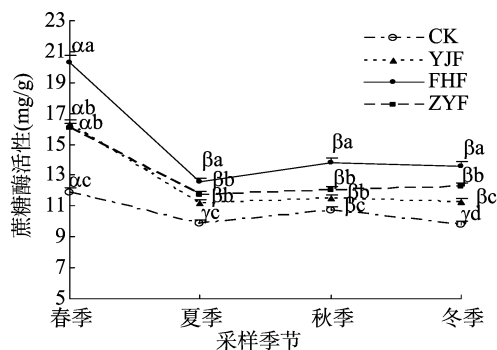


图3 不同施肥处理下蔗糖酶活性季节变化

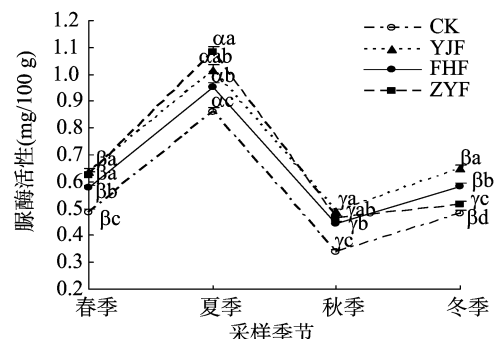


图4 不同施肥处理下脲酶活性季节变化

ZYF、YJF、FHF 施肥处理下土壤过氧化氢酶活性无显著差异,都显著高于 CK。秋季施肥处理下土壤过氧化氢酶活性由高到低依次为: YJF > FHF > ZYF > CK。冬季 YJF 处理下土壤过氧化氢酶活性最大,其次是 FHF、ZYF 处理,CK 最低。YJF、FHF、ZYF 处理与 CK 相比,过氧化氢酶活性年平均量分别增加 15.72%、11.11%、8.8%。对于提高过氧化氢酶活性,YJF 施肥处理最好。不同季节间过氧化氢酶活性均存在显著差异,且各处理活性大小均为:夏季 > 秋季 > 春季 > 冬季。

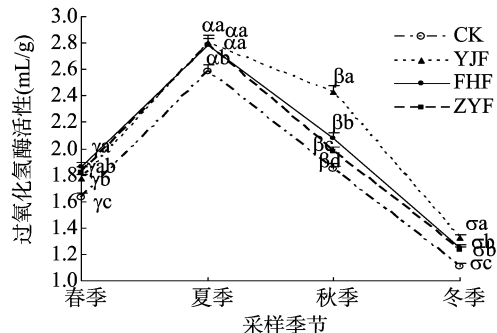


图5 不同肥料处理下过氧化氢酶活性季节变化

从图 6 可以看出,春季 ZYF、YJF、FHF 施肥处理下磷酸酶活性无显著差异,但均显著高于 CK。夏季不同施肥处理下磷酸酶活性由高到低依次为: ZYF > FHF > YJF > CK。秋季不同施肥处理下磷酸酶活性由高到低依次为: YJF > ZYF > FHF > CK。冬季磷酸酶活性由高到低依次为: ZYF > YJF > FHF > CK。与 CK 相比,ZYF、YJF、FHF 处理下磷酸酶活性年平均增长率分别为 14.20%、12.12%、8.57%。ZYF 处理对提高磷酸酶活性最佳,其次是 YJF 处理。ZYF 处理下夏季和秋季土壤磷酸酶活性无显著差异,春季和冬季间无显著差异。YJF 和 CK 处理下,秋季土壤磷酸酶活性最高、其次是夏季,

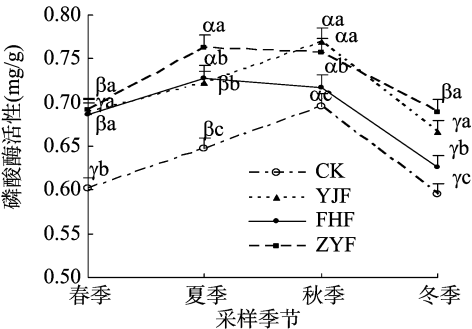


图6 不同肥料处理下磷酸酶活性季节变化

春季、冬季较低。FHF 处理下夏季和秋季土壤磷酸酶活性较高,其次是春季,冬季最低。施肥使土壤蔗糖酶、脲酶、过氧化氢酶、磷酸酶活性明显增强。YJF 施肥处理对于提高土壤酶活性整体效果最好,YJF 除了具有一定的肥效作用外,还具有功能微生物所起到的功效作用。土壤酶活性与功能微生物代

谢活性密切相关,因此 YJF 有利于改善和提高油茶林土壤内部的土壤酶活性。不同施肥处理下土壤酶活性季节动态变化趋势复杂,蔗糖酶在春季含量较高可能与土壤真菌数量有关;其他酶在夏季含量较高,可能与微生物数量、土壤温度、水分状况等因素有关。

2.4 不同肥料处理下油茶林土壤微生物特性及酶活性相关性分析

从表 3 可以看出,细菌数量与过氧化氢酶、磷酸酶以及微生物量碳、微生物量氮之间存在极显著相关;放线菌与过氧化氢酶、脲酶、磷酸酶以及微生物量碳之间存在极显著相关;真菌与蔗糖酶、磷酸酶及微生物量碳之间存在显著或极显著相关;土壤微生物量碳与土壤微生物量氮之间也存在极显著相关。由此可见,油茶林土壤微生物学特性之间具有密切的相关关系,它们在一定程度上能表征土壤健康状况,可作为评价土壤肥力的生物指标。

表 3 不同肥料处理下油茶林土壤微生物性质间以及酶活性间相关性分析

类别	细菌	放线菌	真菌	蔗糖酶	过氧化氢酶	脲酶	磷酸酶	微生物量氮	微生物量碳
细菌	1.000								
放线菌	0.383 **	1.000							
真菌	0.178	-0.117	1.000						
蔗糖酶	-0.192	-0.281	0.792 **	1.000					
过氧化氢酶	0.449 **	0.762 **	0.163	-0.113	1.000				
脲酶	0.002	0.875 **	-0.080	-0.102	0.682 **	1.000			
磷酸酶	0.853 **	0.516 **	0.378 **	0.059	0.635 **	0.258	1.000		
微生物量氮	0.714 **	0.259	0.256	-0.037	0.551 **	-0.036	0.748 **	1.000	
微生物量碳	0.532 **	0.782 **	0.298 *	0.079	0.860 **	0.685 **	0.771 **	0.651 **	1.000

注:“**”表示在 0.01 水平(双侧)上极显著相关;“*”表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

3 结论与讨论

施肥是治理油茶低产问题的关键生产技术措施,不同的肥料与土壤营养的循环及健康状况密切相关。土壤微生物数量、微生物生物量以及土壤酶活性受施肥方式、植物根际分泌物、温度、降水量等多种因素共同影响。本试验结果表明,不同肥料处理下油茶林土壤中微生物数量均增加,效果最佳的是油茶专用肥。油茶专用肥是根据对土壤养分含量特点的分析 and 油茶的需肥规律,结合当地的习惯施肥水平、自然气候条件,因地制宜地研制的。除了含氮、磷、钾养分外,油茶专用肥中还根据当地土壤缺乏状况添加了钙、镁等中微量元素。由于土壤中的养分元素是多样的,不同土壤中养分丰缺程度也各不相同,土壤肥力水平对微生物的影响非常复杂。土壤微生物的生命活动不仅需要能源,也需要生命元素,土壤养分限制因子及其水平会影响到微生物的生命活动。因此,油茶专用肥配方养分比较全面均衡,有利于微生物菌落的生长繁殖。

土壤微生物量占土壤有机质的比例很低,但它是土壤中最为活跃的成分,在土壤碳、氮、磷等循环过程中起着重要的作用。本研究结果表明,施肥处理能增加油茶林土壤微生物量碳及土壤微生物量氮含量,其中施用生物有机肥对提高油茶林土壤中土壤微生物量碳、土壤微生物量氮含量效果最好。有机肥中有机质和腐殖酸含量高,为土壤生物创造良好的微

生态环境,可有效增加微生物群落。施用有机肥不但增加了土壤养分,同时也为微生物生长提供充足的碳源。有机质可被土壤微生物吸收并成为其机体的一部分,这样不仅提高了土壤有机碳的积累,而且提高了土壤的微生物生物量。土壤营养元素循环中,土壤酶也起着重要的作用,土壤中与物质和能量转化有关的生物化学过程都是在土壤酶的作用下进行的。土壤酶活性分析结果显示,油茶林土壤中蔗糖酶、脲酶、磷酸酶、过氧化氢酶活性均表现为施肥处理高于不施肥,生物有机肥整体效果较好。生物有机肥中的有机养分、无机养分及有益微生物既能够互相促进提高肥效,直接为土壤微生物提供有机能源,又能够通过改善根际土壤环境促进微生物的繁衍并延缓土壤微生物的衰减速率,使其长时间保持旺盛的生命力,从而能够激活脲酶、蔗糖酶、磷酸酶、过氧化氢酶等土壤有益酶的生物活性。此外,有机肥本身带有外源酶,有利于土壤酶活性的提高,因此施生物有机肥具有很好的培肥增产效果。

综上所述,施肥有利于油茶林土壤微生物增加和土壤酶活性提高,尤其是油茶专用肥和生物有机肥。因此,在生产实践中应改变以往只施复合肥的模式,加强油茶专用肥和生物有机肥的应用,改良土壤,提高土壤肥力。本试验结果显示,土壤微生物和酶活性能较早地反映或预示土壤变化,所以可以作为跟踪土壤质量的生物指标,可用于科学评价土壤健康质量和可持续发展的潜力预测。

曾艳,李征,张静涵,等. 不同施肥类型下设施农业土壤质量的累积特征[J]. 江苏农业科学,2016,44(6):465-469.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.06.136

不同施肥类型下设施农业土壤质量的累积特征

曾艳¹,李征¹,张静涵²,安树青¹,冷欣¹,李宁¹

(1. 南京大学生命科学学院,江苏南京 210046; 2. 南京大学常熟生态研究院,江苏常熟 215500)

摘要:以江苏省南京地区设施农业土壤为对象,研究了施化肥为主和施有机肥2种施肥类型下,设施农业土壤的基本性质和养分含量在纵向剖面的累积特征。结果表明:设施农业中,施化肥为主表层土壤酸化现象明显,施有机肥表层土壤盐渍化现象明显。2种施肥类型下表层土壤各养分含量均显著高于露天土,施有机肥耕作方式在提高土壤养分方面整体优于施化肥为主。设施农业土壤在纵向剖面累积特征明显,施化肥为主的酸化现象在0~20 cm土层明显,盐分含量在各土层中稳定,土壤全氮、全磷含量同时出现表层聚集和向下迁移的特征,其中底层累积更为明显;施有机肥耕作方式下土壤酸化主要集中在20~60 cm,土壤盐分、全氮、全磷含量变化均在0~20 cm土层累积较多。设施农业中长期高投入的施肥,无论施化肥为主或有机肥为主,土壤均出现不同程度的酸化、盐渍化和养分累积现象,因此设施农业中应采取合理施肥措施,减少持续施肥时间较长区域的有机肥、氮肥、磷肥的施用量,以改善土壤质量恶化状况。

关键词:设施农业;有机肥;化肥;养分;累积

中图分类号: S158 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)06-0465-05

设施农业是通过现代农业工程和技术改变自然环境,使植物获取生长所需的温度、湿度、光照、水肥等条件,进而达到有效生产并获得较高产出的农业^[1]。设施农业因其单产高、受季节影响小等优点,可大幅提高土地利用效率,有效解决人多地少地区的农业持续发展问题,是我国蔬菜生产的重要方式之一^[2]。在设施农业高投入、高产出的生产模式下,人们

往往忽视了由此产生的环境问题,尤其是土壤环境质量恶化,它不仅影响了设施农业可持续发展,也对农产品安全及生态环境造成了不利影响^[3]。设施农业高温、高湿、高蒸发、无雨水淋溶的特性容易诱发土壤质量问题的产生,土壤酸碱性变化、盐分积累、养分富集、蔬菜品质下降甚至导致部分种植年限较长的大棚不适宜蔬菜生产^[4-6]。不同类型肥料合理施用对于保障设施农业土壤环境健康具有重要意义。化肥是采用化学或物理方法制成,含有农作物生长需要的一种或几种营养元素,施用见效快,但容易造成土壤质量下降、营养失调,加剧土壤磷、钾的耗竭,导致硝态氮累积^[7]。有机肥通常是指农牧业的废弃物(包括动植物的残体、粪便等)经过发酵、腐熟等过程制成的肥料,不仅含有植物所必需的大量元素、微量元素,还含有丰富的有机养分,能促进土壤中微生物的繁殖,

收稿日期:2015-04-30

基金项目:公益性行业(环保)科研专项(编号:20110918)。

作者简介:曾艳(1989—),女,贵州德江人,硕士研究生,从事湿地生态多样性研究。E-mail: zengyan2206@163.com。

通信作者:李宁,博士后,从事群落生态学研究方向。E-mail: lining196@126.com。

参考文献:

- [1] 李志刚,于卫平,李健. 我国油茶研究与产业化现状综述[J]. 农业科技通讯,2011(6):8-11.
- [2] 胡冬南,游美红,袁生贵,等. 不同配方施肥对幼龄油茶的影响[J]. 西北林学院学报,2005,20(1):94-97.
- [3] 赵中华,郭晓敏,李发凯,等. 不同施肥处理对油茶光合生理特性的影响[J]. 江西农业大学学报,2007,29(4):576-581.
- [4] 胡玉玲,胡冬南,周城师,等. 施肥对赣无系列油茶叶片SPAD值及养分的影响[J]. 林业科技开发,2011,25(2):20-23.
- [5] 胡冬南,胡玉玲,牛德奎,等. 施肥配比与芸薹素内酯对油茶生长的影响研究[J]. 林业科学研究,2011,24(4):505-511.
- [6] Moscatelli M C, Fonck M, de Angelis P, et al. Mediterranean natural forest living at elevated carbon dioxide: soil biological properties and plant biomass growth[J]. Soil Use and Management, 2001, 17(3): 195-202.
- [7] 章家恩,刘文高,胡刚. 不同土地利用方式下土壤微生物数量

- 与土壤肥力的关系[J]. 土壤与环境,2002,11(2):140-143.
- [8] 陶水龙,林启美,赵小蓉. 土壤微生物量研究方法进展[J]. 土壤肥料,1998(5):15-18.
- [9] 周国英,陈小艳,李倩茹,等. 油茶林土壤微生物生态分布及土壤酶活性的研究[J]. 经济林研究,2001,19(1):9-12.
- [10] 郝艳,刘君昂,周国英,等. 不同抚育措施对油茶林土壤养分微生物及酶活性的影响[J]. 林业资源管理,2008(6):97-101.
- [11] 郭春兰,张露,雷蕾,等. 不同林龄油茶林土壤酶活性及养分特征[J]. 草业科学,2012,29(11):1647-1654.
- [12] 周裕新,胡玉玲,甘青,等. 施肥与芸薹素内酯对赣无油茶叶片养分和生长的影响[J]. 西南林业大学学报,2012,32(2):1-6.
- [13] 林先贵. 土壤微生物研究原理与方法[M]. 北京:高等教育出版社,2010.
- [14] 关松荫. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京:农业出版社,1986:260-332.
- [15] 吴金水,林启美,黄巧云,等. 土壤微生物生物量测定方法及其应用[M]. 北京:气象出版社,2006:54-74.