

王 华,郭小敏,胡冬南. 不同类型肥料对油茶幼林土壤微生物特性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(7):252-255.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.07.060

不同类型肥料对油茶幼林土壤微生物特性的影响

王 华¹, 郭小敏², 胡冬南²

(1. 江西农业大学国土与资源环境学院,江西南昌 330045; 2. 江西农业大学园林与艺术学院,江西南昌 330045)

摘要:以油茶幼林为研究对象,探讨施用复合肥、油茶无机专用肥、生物有机肥对幼林土壤微生物学特性及土壤酶活性的影响。结果表明,施用复合肥、油茶专用肥、生物有机肥及生物有机肥与油茶专用肥混施时,油茶幼林土壤细菌、放线菌、真菌、氨化细菌、亚硝化细菌数量及土壤微生物量碳、微生物量氮、微生物量磷含量较不施肥有显著增加($P < 0.05$),脲酶、蔗糖酶、磷酸酶、过氧化氢酶等土壤有益酶生物活性有显著增大,其中,施用效果整体较好的是生物有机肥、生物有机肥与油茶专用肥混施;不同类型肥料对油茶幼林土壤微生物碳源代谢活性由高到低顺序为生物有机肥与油茶专用肥混施 > 油茶专用肥 > 生物有机肥 > 复合肥 > 不施肥。

关键词:油茶;施肥;土壤微生物;复合肥;专用肥;有机肥

中图分类号: S794.405 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)07-0252-04

近几年来,随着集体林权制度改革的不推进和全社会对油茶生态、经济及保健价值认识的逐步提高,各级政府和广大林农发展油茶的积极性高涨。全国油茶产业发展规划提出目标,力争 2020 年全国油茶种植总规模达到 466.7 万 hm^2 ,油茶产量达到 250 万 t。目前,江西等地是我国油茶主产区,通过荒地开垦、土地休整等栽种培育有大量油茶幼林^[1]。

土壤微生物作为林地生态系统中的重要成员,是土壤中最活跃的部分,对土壤养分及林木营养供给有着重要的意义^[2]。微生物群落结构变化将直接影响土壤质量,而对土壤微生物群落多样性和数量进行统计可有效判断土壤的营养状况^[3-4]。土壤酶是土壤生物化学过程的积极参与者,其活性强弱可反映土壤中生物化学过程的强度。土壤微生物量与土壤肥力、土壤健康关系十分密切,不仅在一定程度上能够反映土壤微生物的总量,而且能够反映土壤微生物的活性^[5]。

不同肥料对土壤肥力的影响有一定差异,而土壤微生物和酶的变化在肥料被利用过程中有着十分重要的作用。为保护油茶幼林林地土壤的微生态环境,改善土壤状况,促进油茶幼林生长发育,提高油茶品质和产量,本试验以油茶幼林为研

究对象,探讨油茶专用肥、有机肥、复合肥对油茶幼林土壤微生物特性及土壤酶活性的影响,为不同类型肥料在油茶林上的合理施用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

油茶幼林,位于江西省奉新县宋埠镇锁石村正邦集团油茶基地,2011 年进行全垦整地,2012 年 2 月造林。该林地地为红壤缓坡地,油茶幼苗选用长林系列容器苗,株行距为 3.5 m × 2 m,定植穴大小为 50 cm × 50 cm × 50 cm。

1.2 试验材料

赣无油茶无性系,由江西林业科学研究院提供;供试肥料选用目前油茶生产最常用、最典型的复合肥、油茶专用肥、生物有机肥,其中,生物有机肥含有机质 30%、腐殖酸 20%、氮磷钾养分含量为 6%,N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1;油茶专用肥含氮磷钾养分 26.6%,N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 0.8 : 1,并含有硼砂、硫酸锌、生石灰等一些中微量元素;复合肥含氮磷钾养分 45%,N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1。

1.3 试验设计

对 2 年生油茶幼林进行 5 种处理,分别为生物有机肥,每年施 2.0 kg/株,编号为 YJF;油茶无机专用肥,每年施 0.5 kg/株,编号为 ZYF;复合肥,每年施 0.3 kg/株,编号为 FHF;生物有机肥与油茶无机专用肥混施,施用量分别为每年 1.0、0.25 kg/株,编号为 YZF;不施肥为对照(CK)。采用沟

收稿日期:2018-01-10

基金项目:国家自然科学基金(编号:31260194);江西农业大学自然科学创新发展基金(编号:CX201103)。

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

[14]王学锋,尚 菲,刘修和,等. Cd、Ni 单一及复合污染对土壤酶活性的影响[J]. 环境工程学报,2014,8(9):4027-4034.

[15]赵 峰,湛 斌,李明顺. 锰及锰镉复合污染对镉矿区茶园土壤酶活性的影响[J]. 广西师范大学学报(自然科学版),2008,26(4):128-131.

[16]田海霞,和文祥,乔 园,等. Hg 的土壤酶效应初步研究[J]. 农业环境科学学报,2012,31(5):913-919.

[17]Bai L Y, Zheng X B, Li L F, et al. Effects of land use on heavy metal accumulation in soils and sources analysis[J]. Agricultural

Sciences in China,2010,9(11):1650-1658.

[18]罗 虹,刘 鹏,宋小敏. 重金属镉、铜、镍复合污染对土壤酶活性的影响[J]. 水土保持学报,2006,20(2):94-96,121.

[19]王 新,周启星. 土壤重金属污染生态过程、效应及修复[J]. 生态科学,2004,23(3):278-281.

[20]杨志新,刘树庆. Cd、Zn、Pb 单因素及复合污染对土壤酶活性的影响[J]. 土壤与环境,2000,9(1):15-18.

[21]孟庆峰,杨劲松,姚荣江,等. 单一及复合重金属污染对土壤酶活性的影响[J]. 生态环境学报,2012,21(3):545-550.

施法,于每年 5 月、11 月初分 2 次施入,连续施肥 2 年。每处理 20 株,重复 3 次。

1.4 样品采集

2015 年 4 月,离油茶主根 50~60 cm、靠近施肥点但不重叠处,采取 5 点取样法,采集 0~20 cm 的表层土;将 5 个点的土壤混匀,过 2 mm 筛,冰箱 0~4 ℃ 保存,待测。

1.5 测定内容与方法

真菌、细菌、放线菌菌落数量采用平板稀释法测定,细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基,放线菌采用高氏 1 号培养基,真菌采用马丁孟加拉红培养基;氨化细菌、亚硝化细菌数量采用稀释培养-最大或然数法^[6]测定;土壤微生物生物量碳、微生物量磷含量均采用三氯甲烷熏蒸提取法测定,土壤微生物量氮含量采用茚三酮比色法^[7]测定;以群落水平碳源利用类型为基础,用 BIOLOG 技术测定土壤微生物群落代谢功能特征。土壤过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定,以 1 g 土壤 1 h 内消耗 0.1 mol/L KMnO₄ 的体积数(mL)表示;土壤蔗糖酶活性采用二硝基水杨酸比色法测定,以 1 g 土壤 37 ℃ 温度下 24 h 所释放的葡萄糖质量(mg)表示;磷酸酶活性采用磷酸苯二钠比色法测定,以 24 h 后 1 g 土壤的磷含量(mg)表示;土壤脲酶活性采用苯酚比色法测定,以 24 h 后 100 g 土壤中 NH₃-N 含量(mg)表示^[8]。

1.6 数据处理

采用 Excel 2007 软件对试验数据进行录入、整理与统计,采用 SPSS 17.0 软件对数据进行方差和相关性分析,并采用

最小显著性差异法(LSD 法)进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同类型肥料对油茶幼林土壤微生物数量的影响

由表 1 可知,YJF、ZYF、FHF、YZF 处理的油茶幼林土壤细菌、放线菌、真菌、氨化细菌、亚硝化细菌数量较 CK 显著增加($P<0.05$),但不同类型肥料处理的增幅有异;YJF、YZF、ZYF、FHF 处理的油茶幼林土壤细菌数量分别比 CK 增加 74.38%、71.49%、64.05%、23.97%,YJF、ZYF、YZF 处理的土壤细菌数量相对较多,相互间差异不显著($P>0.05$),显著高于 FHF 处理;YJF、YZF、ZYF、FHF 处理的油茶幼林土壤放线菌数量分别比 CK 增加 42.91%、40.71%、38.68%、34.12%,YJF 处理的土壤放线菌数量相对最多,显著高于 FHF 处理;YJF、YZF、ZYF、FHF 处理的油茶幼林土壤真菌数量分别比 CK 增加 39.78%、36.89%、24.44%、19.11%,YJF、YZF 处理的土壤真菌数量相对较多,显著高于 FHF 处理;YZF、YJF、ZYF、FHF 处理的油茶幼林土壤氨化细菌和亚硝化细菌数量分别比 CK 增加 175.00%、122.56%、107.32%、59.76% 和 402.94%、222.06%、170.59%、144.12%,YZF 处理的土壤氨化细菌、亚硝化细菌数量相对最多,显著高于其他处理。因此,施用不同类型肥料可明显促进土壤微生物数量的增加,其中,YJF、YZF、ZYF 处理可大大促进细菌、真菌、放线菌数量的增加,而 YZF 处理可大大促进氨化细菌、亚硝化细菌数量的增加。

表 1 不同肥料处理油茶幼林土壤微生物数量的变化

处理	细菌数量 ($\times 10^6$ CFU/g)	放线菌数量 ($\times 10^5$ CFU/g)	真菌数量 ($\times 10^4$ CFU/g)	氨化细菌数量 ($\times 10^5$ CFU/g)	亚硝化细菌数量 ($\times 10^2$ CFU/g)
CK	2.42c	5.92c	4.50c	1.64d	0.68d
YJF	4.22a	8.46a	6.29a	3.65b	2.19b
FHF	3.00b	7.94b	5.36b	2.62c	1.66c
ZYF	3.97a	8.21ab	5.60ab	3.40b	1.84c
YZF	4.15a	8.33ab	6.16a	4.51a	3.42a

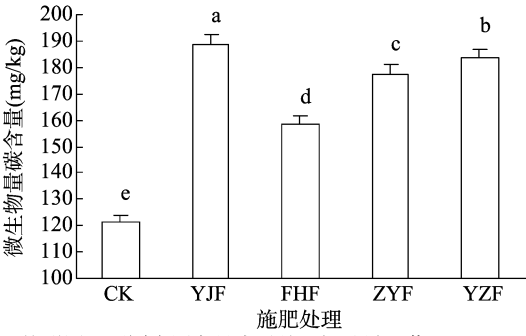
注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。表 2 同。

2.2 不同类型肥料对油茶幼林土壤微生物量的影响

2.2.1 土壤微生物量碳含量 由图 1 可知,不同类型肥料处理的油茶幼林其土壤微生物量碳含量存在显著性差异($P<0.05$),土壤微生物量碳含量高低顺序为 YJF 处理>YZF 处理>ZYF 处理>FHF 处理>CK,YJF、YZF、ZYF、FHF 处理的油茶土壤微生物量碳含量分别比 CK 增加 55.34%、50.91%、46.09%、36.74%。

2.2.2 土壤微生物量氮含量 由图 2 可见,除 YJF 和 ZYF 处理的土壤微生物量氮含量差异不显著($P>0.05$)外,其他不同肥料种类处理的油茶幼林土壤微生物量氮含量差异显著($P<0.05$);土壤微生物量氮含量高低顺序为 YZF 处理>YJF 处理>ZYF 处理>FHF 处理>CK,YZF、YJF、ZYF、FHF 处理的油茶土壤微生物量氮含量分别比 CK 增加 66.20%、42.05%、40.93%、24.85%。

2.2.3 土壤微生物量磷含量 微生物量磷是土壤有机磷最为活跃的部分,是植物磷营养非常重要的来源。由图 3 可知,除 YJF 和 FHF 处理的土壤微生物量磷含量差异不显著($P>0.05$)外,其他不同肥料种类处理的油茶幼林土壤微生物



柱形图上不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

图2、图3同

图1 不同肥料处理的土壤微生物量碳含量变化

量磷含量差异显著($P<0.05$);土壤微生物量磷含量高低顺序为 YZF 处理>ZYF 处理>YJF 处理>FHF 处理>CK,YZF、ZYF、YJF、FHF 处理的油茶幼林土壤微生物量磷含量分别比 CK 增加 159.93%、138.75%、117.31%、104.62%。

2.3 不同类型肥料对油茶幼林土壤微生物代谢功能的影响

由图4可见,不同类型肥料对土壤微生物的碳源利用表

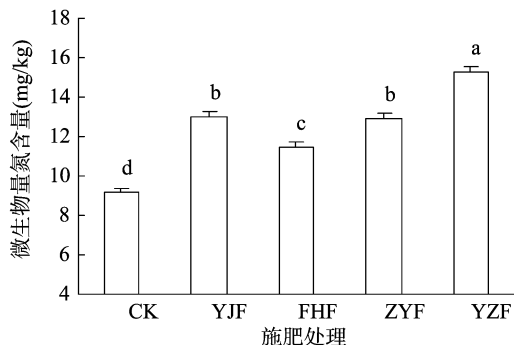


图2 不同肥料处理的土壤微生物量氮含量变化

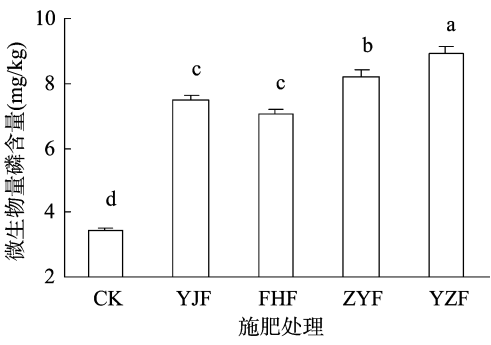


图3 不同肥料处理的土壤微生物量磷含量变化

现出明显的规律,随培养时间的延长,土壤微生物在 Biolog - Eco 板上的平均颜色变化率增大,即不同类型肥料对土壤微生物的碳源利用提高;各处理的碳源代谢活性在培养 48 h 内呈缓慢增长,48 ~ 96 h 呈快速增长,96 ~ 196 h 增速又趋于放缓,216 h 后几乎不增长。培养 96 h 内,不同处理对土壤微生物的碳源利用差异不明显,随培养时间的延长,各处理逐渐表现出差异,其碳源代谢活性大小顺序为 YZF 处理 > ZYF 处理 > YJF 处理 > FHF 处理 > CK。平均颜色变化率随时间的

变化速率可用来表征微生物好氧代谢的平均活性。由图 5 可见,随培养时间的延长,不同肥料种类处理的土壤微生物代谢活性增长速率变化规律基本一致,呈 0 ~ 24 h 先慢速增长、24 ~ 96 h 快速增长、96 ~ 192 h 快速下降、192 ~ 240 h 下降缓慢,并逐渐平稳的趋势,这可能与微生物生长的规律有关,微生物生长须经历适应期、指数生长期、平稳期、衰退期再到平稳期的过程。

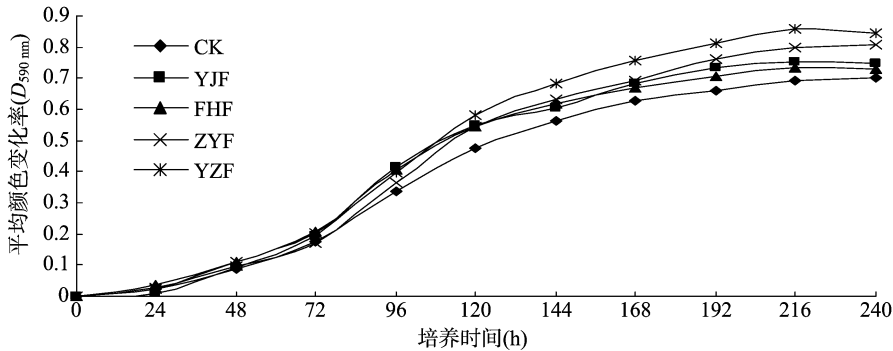


图4 不同肥料种类处理的土壤微生物在 Biolog-Eco 板上的平均颜色变化率

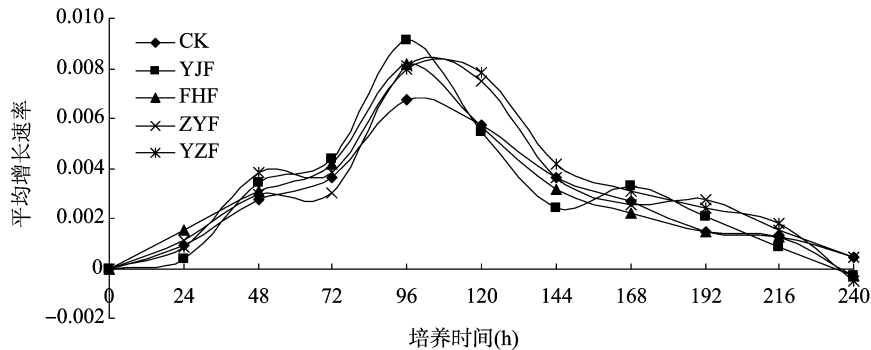


图5 不同肥料种类处理的土壤微生物 Biolog-Eco 板上平均颜色变化率的平均增长速率

2.4 不同类型肥料对油茶幼林土壤酶活性的影响

由表 2 可知,YJF、YZF、ZYF、FHF 处理的油茶幼林土壤蔗糖酶活性比 CK 分别增加 34.46%、33.92%、15.06%、12.48%,YJF 与 YZF 处理、ZYF 与 FHF 处理的两者之间差异不显著($P>0.05$),YJF 与 YZF 处理的土壤蔗糖酶活性显著高于其他处理($P<0.05$);FHF、YZF、YJF、ZYF 处理的油茶幼林土壤脲酶活性比 CK 分别增加 62.50%、15.63%、18.75%、34.38%,其中,FHF 处理的土壤脲酶活性相对最高,显著高于其他处理,YJF、YZF 处理的土壤脲酶活性相互间差异不显著;ZYF、FHF、YJF、YZF 处理的油茶幼林土壤过氧化氢酶活

性比 CK 分别增加 30.20%、28.19%、18.79%、14.77%,ZYF、FHF 处理的土壤过氧化氢酶活性相对较高,相互间差异不显著,显著高于其他处理;YJF、YZF、ZYF、FHF 处理的油茶幼林土壤磷酸酶活性比 CK 分别增加 24.56%、21.05%、19.30%、14.04%,YJF 处理的土壤磷酸酶活性相对最高,显著高于其他处理。因此,通过施用不同类型肥料,可显著提高油茶幼林土壤蔗糖酶、脲酶、过氧化氢酶、磷酸酶活性,其中,YJF、YZF 处理对提高土壤蔗糖酶活性相对较好,FHF 处理对提高土壤脲酶活性相对最好,ZYF、FHF 处理对提高土壤过氧化氢酶活性相对较好,YJF 处理对提高土壤磷酸酶活性效果相对最佳。

表 2 不同肥料类型处理对油茶幼林土壤酶活性的变化

处理	蔗糖酶活性 (mg/g)	脲酶活性 (mg/100 g)	过氧化氢酶 活性(mL/g)	磷酸酶 活性(mg/g)
CK	7.37c	0.32d	1.49d	0.57d
YJF	9.91a	0.38c	1.77b	0.71a
FHF	8.29b	0.52a	1.91a	0.65c
ZYF	8.48b	0.43b	1.94a	0.68b
YZF	9.87a	0.37c	1.71c	0.69b

3 结论与讨论

细菌、放线菌、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、矿化和营养物质循环中起到重要作用,其数量在一定程度上可表征土壤的肥力状况^[9],而氨化细菌和亚硝化细菌数量的变化会对土壤氮素的迁移转化过程和植物生产力产生影响^[10]。本试验以油茶幼林为研究对象,探讨施用复合肥(FHF)、油茶无机专用肥(ZYF)、生物有机肥(YJF)、生物有机肥与油茶专用肥混施(YZF)对幼林土壤微生物数量的影响,结果表明,YJF、ZYF、FHF、YZF处理的油茶幼林土壤细菌、放线菌、真菌、氨化细菌、亚硝化细菌数量较不施肥(CK)有显著增加($P < 0.05$),YJF、YZF、ZYF、FHF油茶幼林土壤中的细菌数量比CK分别增加74.38%、71.49%、64.05%、23.97%,放线菌数量比CK分别增加42.91%、40.71%、38.68%、34.12%,真菌数量比CK分别增加39.78%、36.89%、24.44%、19.11%,氨化细菌数量比CK分别增加122.56%、175.00%、107.32%、59.76%,亚硝化细菌数量比CK分别增加222.06%、402.94%、170.59%、144.12%。施用不同类型肥料可增加土壤微生物的数量,作用效果较好的是YJF、YZF处理,这可能与有机肥中含有腐殖质、有益菌等有利于菌落生长繁殖的物质有关。

土壤微生物量是土壤中最活跃的成分,在土壤碳、氮、磷等循环过程中发挥着重要作用。本研究结果表明,不同肥料种类处理可显著提高油茶幼林土壤微生物量碳、氮、磷含量;YJF、YZF、ZYF、FHF处理的油茶土壤微生物量碳含量比CK分别增加55.34%、50.91%、46.09%、36.74%,微生物量氮含量比CK分别增加42.05%、66.20%、40.93%、24.85%,微生物量磷含量比CK分别增加117.31%、159.93%、138.75%、104.62%。施用不同类型肥料可增加油茶幼林土壤微生物量碳氮磷含量,对提高油茶林土壤微生物量含量相对较好的是YZF、YJF处理,这可能一方面是由于有机肥中有机质、腐殖酸含量相对较高,为土壤生物创造了良好的微生态环境,进而可有效增加微生物群落,同时,有机质可被土壤微生物吸收并成为其机体的一部分,提高了土壤有机碳的积累;另一方面,有机肥单一使用、有机肥与油茶专用肥混施不但增加了土壤养分,同时也为微生物提供了充足的碳源。

不同类型肥料对土壤微生物的碳源利用表现出明显的规律,随培养时间的延长,土壤微生物在Biolog-Eco板上的平均颜色变化率增大,即不同类型肥料对土壤微生物的碳源利用提高,代谢活性增长速率变化表现出先慢速增长、再快速增

长、快速下降、后增长缓慢,并逐渐平稳的趋势,对不同类型肥料处理而言,土壤微生物碳源代谢活性大小顺序为YZF处理>ZYF处理>YJF处理>FHF处理>CK,而代谢活性增长速率的变化可能与微生物的生长规律有关。

土壤中营养元素循环、物质和能量转化等与土壤酶有密切关系,而施肥会对土壤酶活性产生影响^[11-12]。本试验结果显示,油茶幼林土壤中蔗糖酶、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,YJF、YZF、ZYF、FHF处理的土壤蔗糖酶活性比CK分别增加34.46%、33.92%、15.06%、12.48%,脲酶活性比CK分别增加18.75%、15.63%、34.38%、62.50%,过氧化氢酶活性比CK分别增加18.79%、14.77%、30.20%、28.19%,磷酸酶酶活性比CK分别增加24.56%、21.05%、19.30%、14.04%。不同肥料处理均能激活脲酶、蔗糖酶、磷酸酶、过氧化氢酶等土壤有益酶的生物活性。

施肥有利于增加油茶幼林土壤微生物数量,提高土壤重要酶的活性,而换个角度而言,土壤微生物、酶活性对施肥做出了敏感反应,可较早反映或预示土壤的变化,因此,可通过跟踪土壤质量相关生物指标作为科学评价土壤健康质量依据。

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] 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.
- [3] 郭春兰,张露,叶素琼,等. 赣西油茶人工林土壤微生物群落的多样性[J]. 经济林研究, 2015, 33(1): 25-32.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 关松荫. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京:农业出版社, 1986: 260-332.
- [9] 付修勇,井大炜,段晓尘,等. 不同施肥措施对德州市农田土壤生物学性状的影响[J]. 水土保持通报, 2017, 37(5): 76-80, 85.
- [10] 王文波,王延平,王华田,等. 杨树人工林连作与轮作对土壤氮素细菌类群和氮素代谢的影响[J]. 林业科学, 2016, 52(5): 45-54.
- [11] 施娟,刘艳红,王田涛,等. 有机肥与烟草专用肥配施对植烟土壤微生物和土壤酶活性的动态变化[J]. 土壤通报, 2017, 48(5): 1126-1131.
- [12] 张兵,苏淑钗,陈凤,等. 菌渣覆盖对榛子园土壤酶活性及理化性质的影响[J]. 经济林研究, 2015, 33(1): 33-38.