

郑扬波, 李明, 张梓豪, 等. EM 菌对连作广藿香扦插苗生长特性及土壤微生态的影响[J]. 华南农业大学学报, 2019, 40(2): 60-64.
ZHENG Yangbo, LI Ming, ZHANG Zihao, et al. Effect of EM on cutting growth characteristics and soil microecology of patchouli under continuous cropping condition[J]. Journal of South China Agricultural University, 2019, 40(2): 60-64.

EM 菌对连作广藿香扦插苗生长特性及土壤微生态的影响

郑扬波, 李明, 张梓豪, 李敬辉, 蔡淼

(广东药科大学 中药学院/国家中医药管理局岭南药材生产与开发重点实验室, 广东 广州 510000)

摘要:【目的】为了缓解广藿香 *Pogostemon cablin* 连作引起的减产减质的情况, 探究 EM 菌在广藿香连作中的应用潜力。【方法】设计 5 个处理组 (EM 菌以体积分数计): 园土 (对照土)、重茬土、重茬土+ 0.1% EM 菌活性液、重茬土+ 0.8% EM 菌活性液以及重茬土+ 1.6% EM 菌活性液, 并采用盆栽试验探究重茬土中添加 EM 菌对广藿香扦插苗生长特性以及根际微生态的影响。【结果】在培养基质中添加 EM 菌活性液的处理组较单一重茬土的根长、株高、鲜质量、根系活力以及叶绿素含量均显著升高, 且土壤细菌和放线菌数量增加, 土壤真菌数量减少, 土壤脲酶、蔗糖酶以及多酚氧化酶活性均显著提高。其中, 0.8% EM 菌活性液对广藿香扦插苗的生长特性以及根际微生态的影响最显著, 株高、鲜质量、根长、根系活力及总叶绿素含量较重茬土分别升高 70.34%、195.32%、101.52%、156.84% 和 195.33%; 0.8% EM 处理的土壤细菌和放线菌数量在培育第 40 天达到高峰, 土壤脲酶、蔗糖酶和多酚氧化酶活性在培育第 40 天达到峰值, 较重茬土分别升高 81.46%、54.26% 和 137.90%。【结论】在广藿香连作地块添加 EM 菌能够有效缓解连作障碍问题, 可作为广藿香连作栽培中良好添加物。

关键词: 广藿香; EM 菌; 连作; 扦插苗; 生长特性; 土壤微生态
中图分类号: S46 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-411X(2019)02-0060-05

Effect of EM on cutting growth characteristics and soil microecology of patchouli under continuous cropping condition

ZHENG Yangbo, LI Ming, ZHANG Zihao, LI Jinghui, CAI Miao

(School of Chinese Medicine, Guangdong Pharmaceutical University/Key Laboratory of State Administration of Traditional Chinese Medicine for Production &Development of Cantonese Medicinal Materials, Guangzhou 510000, China)

Abstract: 【Objective】To alleviate reductions in yield and quality caused by continuous cropping of patchouli (*Pogostemon cablin*), and explore the application potential of effective microorganisms (EM) in continuous cropping of patchouli. 【Method】We designed five treatment groups (EM were counted by volume faction): Garden soil (control soil), continuous cropping soil, continuous cropping soil + 0.1% EM, continuous cropping soil + 0.8% EM, and continuous cropping soil + 1.6% EM. Pot experiments were conducted to investigate the effects of EM addition on growth characteristics and soil microecology of patchouli cuttings. 【Result】Compared with the treatment of only continuous cropping soil, the root length, plant height, fresh weight, root activity and chlorophyll content of treatment groups with EM addition were significantly higher, the numbers of soil bacteria and actinomycetes increased, the number of fungi decreased, and soil urease, sucrase and polyphenol oxidase activities increased significantly. The 0.8% EM treatment had the most significant effect

on the growth characteristics and soil microecology of patchouli cutting seedlings, and plant height, fresh weight, root length, root activity and total chlorophyll content increased by 70.34%, 195.32%, 101.52%, 156.84% and 195.33% respectively. In the 0.8% EM treatment, the numbers of soil bacteria and actinomycetes peaked on the 40th day of cultivation, and soil urease, sucrase and polyphenol oxidase activities also peaked on the 40th day of cultivation, which were 81.46%, 54.26% and 137.90% higher than those in the treatment of only continuous cropping soil. 【Conclusion】 EM can effectively alleviate the problem of continuous cropping obstacles of patchouli, and can be used as a good additive in the continuous cropping of patchouli.

Key words: *Pogostemon cablin*; effective microorganisms; continuous cropping; cutting seedling; growth characteristic; soil microecology

广藿香 *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.为唇形科 Labiatae 刺蕊草属 *Pogostemon* 植物,以干燥地上部分入药,性辛、微温,具有芳香化湿,开胃止呕,发表解暑功效^[1],是著名中成药藿香正气丸、藿胆丸等以及现代中药制剂抗病毒口服液等多种药品的主要原料^[2]。在生产中发现,广藿香存在连作障碍,不仅严重影响产量,而且品质无法保证^[3]。

有益微生物菌群 (Ecological microorganisms, EM 菌) 由光合菌群、乳酸菌群、酵母菌群、放线菌群和丝状菌群等 5 大类 10 属 80 余种微生物以适当比例加以混合培养发酵而成^[4-5]。连作使土壤由高肥的“细菌型”向低肥的“真菌型”转化,根际病原真菌增多,根部病害加重,根系功能下降,导致产量降低^[6-7]。研究表明,EM 菌在畜牧业、农业以及生态环境建设等领域取得了很好的效果,施用 EM 菌能有效克服茄子和黄瓜的连作障碍^[8];EM 菌可减轻黄瓜重茬病害,降低土壤盐渍化程度^[9];在正常的农业生产管理条件下,增施 EM 菌对玉米、高粱均表现明显的增促效果,如促进作物生长,缩短生育期,提高叶绿素含量,改善光合作用,促进物质转移,增产增收^[10]。目前关于 EM 菌在广藿香连作障碍方面的研究鲜见报道。本研究通过在重茬土壤中施加 EM 菌肥的方法,研究 EM 菌肥对广藿香连作条件下,根际土壤微生物数量及土壤酶活性,旨在为缓解广藿香连作障碍提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料与处理

试验于 2015 年 6—12 月在广东药科大学中药学院药圃内进行,取连续单一种植广藿香主根区 10 cm 范围内土壤作为供试连作土壤(重茬土),以及从未种植广藿香的园土作为供试对照土壤(CK)。土壤取回后置于室内自然风干,除去石块和植物残体等杂质,过筛备用。用于扦插的广藿香母株取自

药圃,经李明教授鉴定为唇形科植物广藿香。

在生长健壮的母株上选择粗壮、节密、叶小而厚、长势基本一致、无病虫害的侧枝作为扦插苗,直接扦插于口径 22 cm,高 24 cm 塑料盆中,每盆 1 株,盆土为栽培广藿香的风干沙壤土,盆土质量约 5.0 kg,并在其上覆盖 50% 遮阳网,定期浇水和喷水,成活后常规管理。

EM 菌原液由浙江众益制药股份有限公司生产,施用前制作成 EM 活性液:将 EM 原液与等体积红糖水按 50 倍比例(体积比)用水稀释并搅均匀后(红糖先用热水溶化),置于密封容器内厌氧发酵,环境温度为(35±2)℃。发酵过程中及时放气,待 pH 降至 3.5±0.2,并有醇香发酵酸味,表明发酵成功,得到 EM 菌活性液,加水分别稀释得 EM 菌体积分数为 1.6%、0.8% 和 0.1% 的活性液备用。

1.2 试验设计

将已经扦插生根的广藿香扦插苗移栽到不同的培育基质中,各培养基质比例情况见表 1,共设 5 个处理组,每组 5 盆,每盆移植 3 株,每组处理重复 3 次。不同处理采用等量培育土。EM 菌活性液于移栽苗均匀洒在苗床面表面,2 d 后移栽并以根部滴灌的方式浇灌,每周 1 次,每次 100 mL。移栽盆口径 170 mm,底径 120 mm,高度 155 mm 移栽初期用塑料薄膜搭棚保温保湿,常规管理。培育的第 0、20、40、60 天,分别取广藿香主根区 10 cm 范

表 1 不同培养基质比例		
Table 1 Ratios of different culture substrates		
处理	φ (EM菌)/%	培育土
Treatment	EM content	Cultivation soil
CK	0	园土 Garden soil
0% EM	0	重茬土 Continuous cropping soil
0.1% EM	0.1	重茬土 Continuous cropping soil
0.8% EM	0.8	重茬土 Continuous cropping soil
1.6% EM	1.6	重茬土 Continuous cropping soil

围内(去除表层 2 cm 土壤)土壤作为供试连作土壤,检测土壤微生物数量以及土壤酶活性;在培育的第 60 天,测定广藿香植株的农艺性状指标。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 生长指标测定 按上述方法培育 2 周后,广藿香植株的株高、根长以及鲜质量按照常规方法测量。根系活力采用 TTC 法测定^[11],TTC 还原量表示脱氢酶活性并作为根系活力指标。总叶绿素含量测定采用浸提法^[12]。

1.3.2 土壤微生物数量测定 土壤微生物计数采用稀释平板法^[13];细菌分离培养采用牛肉膏蛋白胨琼脂平板表面涂布法;真菌采用马丁氏孟加拉红琼脂平板表面涂布法,在使用前加入体积分数为 1% 的链霉素;放线菌采用高氏 I 号培养基平板表面涂布法,结果以每克鲜土所含微生物菌落形成单位数量表示。

1.3.3 土壤酶活性测定 参照关松荫的方法^[14]:脲酶活性测定采用靛酚蓝比色法,以 24 h 后 1 g 土壤中 NH₃-N 的毫克数表示;蔗糖酶活性测定采用硫代硫酸钠滴定法,以 24 h 后 1 g 土壤消耗 0.1 mol·L⁻¹

硫代硫酸钠的毫升数表示;多酚氧化酶活性测定采用邻苯三酚比色法,以 24 h 后 100 g 土壤中紫色没食子素的毫克数表示。

1.4 数据分析

应用 SPSS 13.0 和 EXCEL 2003 进行数据分析和作图,采用 LSD 法进行处理间的多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 重茬土添加 EM 菌对广藿香扦插苗生长特性的影响

如表 2 所示,EM 菌添加到重茬土壤中,扦插苗株高、鲜质量、根长、根系活力和总叶绿素含量较单一重茬土壤基质(0% EM 处理)显著升高($P<0.05$)。其中 0.8% EM 处理的效果最显著,相较于 0% EM 处理,扦插苗的株高、鲜质量、根长、根系活力及总叶绿素含量显著升高,分别升高 70.34%、195.32%、101.52%、156.84% 和 195.33%;然而,相较于对照土,扦插苗的株高、根长、根系活力以及总叶绿素含量均没有明显差异($P>0.05$),仅扦插苗的鲜质量显著升高,较对照土升高了 59.94%。

表 2 EM 菌处理对广藿香扦插苗农艺性状的影响¹⁾
Table 2 Effect of EM treatment on agronomic traits of *Pogostemon cablin* cutting seedlings

处理 Treatment	株高/cm Plant height	鲜质量/g Fresh weight	根长/cm Root length	根系活力/(mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹) Root vitality	w(总叶绿素)/(mg·g ⁻¹) Total chlorophyll content
CK	16.10±3.15a	9.86±0.98c	10.17±2.01a	2.16±0.12a	2.38±0.12a
0% EM	11.80±2.87b	5.34±0.59d	6.60±3.54b	0.95±0.17c	1.07±0.21b
0.1% EM	14.45±2.01a	9.83±0.57c	9.16±3.67a	1.36±0.24b	2.33±0.20a
0.8% EM	20.10±3.90a	15.77±0.97a	13.30±4.11a	2.44±0.14a	3.16±0.12a
1.6% EM	17.00±3.21a	13.06±0.65b	11.80±3.97a	2.37±0.30a	2.76±0.17a

1) 同列数据后的不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$, LSD 法)
1) Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$, LSD test)

2.2 重茬土添加 EM 菌对广藿香扦插苗土壤微生物数量的影响

如表 3 所示,广藿香扦插苗移植在不同培养基质中土壤细菌、真菌、放线菌数量均有所差异。EM 菌添加到重茬土中,土壤细菌和放线菌数量均较重茬土显著增多,真菌数量较重茬土显著减少。随着培养时间的延长,细菌、真菌的数量呈现先增后减的趋势,而放线菌的数量呈现平稳增长的趋势。在 0.8% EM 处理中,在培育第 40 天,广藿香根际土壤细菌和放线菌数量达到高峰,根际土壤细菌和放线菌数量较对照土分别增加了 46.80% 和 54.88%;在整个培育过程中,0.8%EM 处理较 0% EM 处理均显著增加细菌及放线菌数量,显著降低

了广藿香根际土壤真菌数量。

2.3 重茬土添加 EM 菌对广藿香扦插苗土壤酶活性的影响

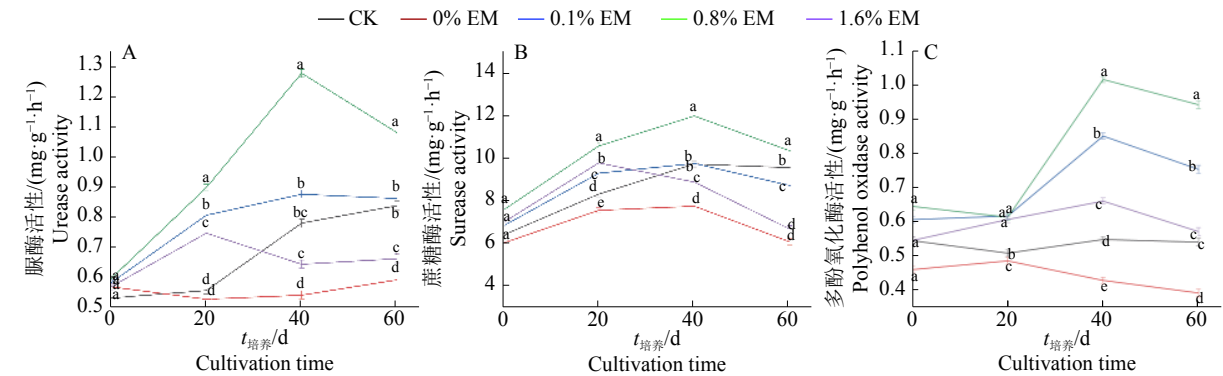
广藿香扦插苗根际土壤脲酶、蔗糖酶和多酚氧化酶活性在不同培养基质中均有显著性差异(图 1)。EM 菌肥添加到重茬土中,在不同培育时间内,3 种活性较对照土和重茬土呈显著升高的变化。在 0.8% EM 处理中,广藿香苗根际土壤脲酶、蔗糖酶和多酚氧化酶活性在培育第 40 天较对照土和 0% EM 处理显著升高,达到峰值;较对照土分别升高了 28.67%、23.05% 和 85.76%;较 0% EM 处理升高了 81.46%、54.26% 和 137.90%。

表 3 EM 菌处理对广藿香扦插苗根际土壤微生物种群数量的影响¹⁾

Table 3 Effect of EM treatment on the microbial population in rhizosphere soil of *Pogostemon cablin* cutting seedlings

微生物 Microorganism	处理 Treatment	t _{处理} /d Treatment time			
		0	20	40	60
细菌(×10 ⁷ cfu·g ⁻¹) Bacteria	CK	2.03±0.08b	2.15±0.05c	2.25±0.04b	2.20±0.07b
	0% EM	1.16±0.05e	1.28±0.03e	1.45±0.04e	1.44±0.03e
	0.1% EM	1.84±0.07d	1.95±0.04d	2.19±0.03c	2.06±0.05c
	0.8% EM	1.93±0.06c	2.69±0.05b	3.30±0.04a	2.93±0.04a
	1.6% EM	2.14±0.04a	2.95±0.06a	2.13±0.05d	1.80±0.03d
真菌(×10 ⁴ cfu·g ⁻¹) Fungus	CK	5.61±0.50e	6.25±0.43e	6.82±0.70e	6.91±0.44e
	0% EM	8.06±0.49b	9.48±0.63a	11.7±0.54a	12.4±0.49b
	0.1% EM	7.55±0.32d	9.33±0.49c	9.93±0.43c	13.0±0.32a
	0.8% EM	7.93±0.42c	8.37±0.45d	8.66±0.44d	9.07±0.42d
	1.6% EM	8.37±0.41a	9.41±0.39b	10.1±0.70b	10.6±0.49c
放线菌(×10 ⁶ cfu·g ⁻¹) Actinomycetes	CK	1.51±0.04b	1.62±0.05c	1.71±0.07c	1.70±0.07b
	0% EM	0.83±0.06e	0.86±0.05e	1.10±0.04e	1.07±0.08e
	0.1% EM	1.00±0.04d	1.33±0.03d	1.45±0.04d	1.26±0.04c
	0.8% EM	1.37±0.04c	1.86±0.05b	2.65±0.06a	2.08±0.04a
	1.6% EM	1.53±0.05a	2.12±0.03a	1.83±0.06b	1.23±0.05d

1) 同种微生物同列数据后的不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$, LSD 法)
1) Different lowercase letters of the same microorganism in the same column indicate significant difference ($P<0.05$, LSD test)



各图中, 相同培养时间的不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$, LSD 法)
In each figure, different lowercase letters of the same cultivation time indicate significant difference ($P<0.05$, LSD test)

图 1 EM 菌处理对广藿香扦插苗根际土壤酶活性的影响

Fig. 1 Effect of EM treatment on enzyme activities in rhizosphere soil of *Pogostemon cablin* cutting seedlings

3 讨论与结论

重茬土添加 EM 菌可显著促进广藿香的生长以及叶绿素含量的增加。研究表明, 施用 EM 菌能够提高根系从土壤中吸收肥水的能力^[15]; 而且施用 EM 菌能够使植物的株高、叶长、叶宽、总根数增加, 植株开展度、根系密集度均较好^[16]; 倪淑君等^[17]发现一定浓度 EM 菌能促进黄瓜的生长发育。施加 EM 菌后, 随着微生物的活动, 土壤中的有效氮、磷、钾含量增加, 或将土壤中一些作物不能直接利用的物质转换成可被吸收利用的营养物质, 或提高作物的

生产刺激物质, 或抑制植物病原菌的活动, 同时土壤中微生物活动产生大量的黏多糖, 与植物分泌的黏液及矿物胶体、有机胶体相结合, 促进土壤腐殖质的转化, 增进土壤蓄肥、保水能力, 改良土壤团粒结构, 改善土壤理化性质从而提高土壤肥力, 改善作物的营养条件, 最终对植株的生长起到促进作用。本研究中, 重茬土中添加 EM 菌, 能促进广藿香的生长发育, 从而缓解连作引起的生长抑制。

添加 EM 菌亦可显著提高根际细菌和放线菌的数量, 降低真菌数量, 从而改善具有较高生物活性的“细菌型”环境状况, 提高土壤酶活性, 促进

植物生长^[18-19]。EM 菌已在西洋参^[20]、茄子^[8]、黄瓜^[9]、大蒜^[21]等植物取得了很好的效果。土壤微生物在枯枝落叶分解、腐殖质合成、土壤养分循环、物质和能量代谢的过程中都起着十分重要的作用,土壤微生物的数量分布,不仅是土壤中有有机、无机养分以及土壤通气透水性能的反应,而且是土壤中生物活性的具体体现^[22]。本研究中,对照、重茬土壤中 3 大微生物类群的组成比例大体一致,即细菌最多,放线菌次之,真菌最少;随着连作年限的增加,土壤细菌、放线菌数量减少,但真菌数量持续增加;重茬土添加 EM 菌后,根际土壤中的细菌、放线菌数量明显增加,真菌数量则稍有所下降,与孙红霞等^[8]和刘素慧等^[21]的研究结果一致,这可能是由于 EM 菌是通过发酵将多属多种微生物混合培养,各微生物在生长过程中产生的物质及其分泌物,形成相互的基质和原料,通过共生、增殖关系形成的一个有益于植物生长的土壤微生物菌群结构。

土壤酶与土壤微生物一样是构成土壤肥力的重要而积极的因素,土壤酶在物质循环和转化过程中起着积极作用,是构成土壤生物活性的重要组成部分^[23]。土壤酶来源于植物根系及其残体、土壤动物及其遗骸和各种微生物的分泌活动,其中微生物的分泌活动是酶的主要来源^[24]。广藿香重茬土添加 EM 菌,增强了根际土壤脲酶、蔗糖酶、多酚氧化酶活性,即增强了土壤供应养分的能力,提高了土壤肥力,对于广藿香生长起了重要的有利作用,能有效缓解广藿香连作障碍问题。

综上所述,通过盆栽重茬土壤中添加 EM 菌肥的方法,可缓解广藿香连作对其生长、根系活力以及叶绿素含量的抑制,促进广藿香生长,提高其根系活力以及叶绿素含量;改善土壤状况,促进土壤细菌和放线菌的生长,抑制土壤真菌的生长;增强土壤脲酶、蔗糖酶以及多酚氧化酶的活性,改善土壤肥力。因此,在广藿香连作地块添加 EM 菌能够有效缓解连作障碍问题,EM 菌缓解连作障碍的相关机制需要进一步研究。

参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 2015 版. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 45.
[2] 林小桦, 贺红. 广藿香种质资源的研究现状及存在问题[J]. 现代中药研究与实践植物医生, 2005, 19(4): 60-62.
[3] 李玲梅, 李明. 广藿香根系分泌物的化感自毒作用研究[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(24): 5168-5171.
[4] 邢承华, 蔡妙珍, 于洪波. EM 有效微生物技术在环境

保护中的运用[J]. 微生物学杂志, 2007, 27(5): 93-97.
[5] 倪永珍, 李维炯. EM 技术应用研究[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1998: 47-61.
[6] PETRA M, SARI T. Interactions between plant species and mycorrhizal colonization on the bacterial community composition in the rhizosphere[J]. Appl Soil Ecol, 2005, 28(1): 23-36.
[7] 苏世鸣, 任丽轩, 霍振华, 等. 西瓜与旱作水稻间作改善西瓜连作障碍及对土壤微生物区系的影响[J]. 中国农业科学, 2008, 41(3): 704-712.
[8] 孙红霞, 武琴, 郑国祥, 等. EM 对茄子、黄瓜抗连作障碍和增强土壤生物活性的效果[J]. 土壤, 2001, 33(5): 264-267.
[9] 周晓芬, 杨军芳. 不同施肥措施及 EM 菌剂对大棚黄瓜连作障碍的防治效果[J]. 河北农业科学, 2004, 8(4): 89-92.
[10] 陈胜利. 玉米芯 EM 菌液处理及饲用方法[J]. 今日畜牧兽医, 2002, 18(2): 36.
[11] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
[12] 汤章城. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
[13] 李会娜, 刘万学, 戴莲, 等. 紫茎泽兰入侵对土壤微生物、酶活性及肥力的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(11): 3964-3971.
[14] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 农业出版社, 1986.
[15] 章家恩, 廖宗文. 试论土壤的生态肥力及其培育[J]. 土壤与环境, 2000, 9(3): 253-256.
[16] 房海波. EM 菌素在蔬菜上的应用效果研究[J]. 现代农村科技, 2011(3): 45.
[17] 倪淑君, 蒋欣梅, 刘思宇, 等. EM 对黄瓜根系发育及幼苗生长的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2013(4): 25-27.
[18] 孔庆宇, 秦嗣军, 等. EM 菌剂对甜樱桃幼苗根际微生物区系及根系呼吸的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2013, 44(4): 409-412.
[19] 陈胜利, 孙庆余, 李云波. EM 菌剂在种植业上的应用与促增效应[J]. 微生物杂志, 2002, 22(1): 63-64.
[20] 舒秀丽. 不同土壤处理对西洋参连作障碍的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2011.
[21] 刘素慧, 刘世琦, 张自坤, 等. EM 对连作大蒜根际土壤微生物和酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(3): 718-723.
[22] 刘福德, 姜岳忠, 刘颜泉, 等. 连作 I-107 杨树无性系苗圃地的土壤酶活性特征[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(2): 119-124.
[23] 刘占锋, 傅伯杰, 刘国华, 等. 土壤质量与土壤质量指标及其评价[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 901-913.
[24] KLOSE S, MOORE J M, TABATABAI M A. Aryl-sulfatase activity of microbial biomass in soils as affected by cropping systems[J]. Soil Sci Soc Am J, 1999, 29(1): 46-54.