

农药和菌渣对三峡库区油桐生长及土壤化学性质的影响*

万盼, 刘芸, 黄小辉, 熊兴政, 欧阳
(西南大学资源环境学院林学系, 重庆400716)

摘要:以三峡库区乡土树种油桐(*Vernicia fordii*)幼苗为材料,在盆栽条件下,研究了百草枯和氟戊·乐果在正常使用剂量(百草枯原药:水=1:750,氟戊·乐果原药:水=1:1000)处理下,底施适量菌渣(每盆0.5 kg)后油桐幼苗生长状况及土壤理化性质变化。结果表明,未施菌渣的土壤在施用百草枯和氟戊·乐果3个月后,土壤有机质和全N含量比未施药土壤(CK)低,而土壤碱解N、全P、全K、有效P、速效K含量及pH值则高于CK(百草枯处理的土壤全K比对照低除外),油桐幼苗株高和地径生长均受到抑制,但差异不显著;施加菌渣的土壤,再按照同样方法施用两种农药3个月后,与同处理无菌渣土壤相比,土壤有机质、碱解N、全N含量均显著增加($p<0.05$),全P、全K、有效P、速效K含量及pH值均显著降低($p<0.05$),油桐幼苗生长量(株高和地径)显著提高($p<0.05$)。研究提示,即使在正常剂量下使用百草枯与氟戊·乐果也在一定程度上影响了油桐幼苗对土壤养分的吸收及自身生长,降低土壤有机质含量,长期使用将导致土壤板结;而以菌渣作为底肥,有利于油桐幼苗对土壤养分的吸收,促进幼苗生长,且可以防止土壤板结,对在三峡库区进行科学农业生产和减轻面源污染具有指导意义。

关键词:百草枯;氟戊·乐果;菌渣有机肥;土壤理化性质;油桐;株高;地径;三峡库区

中图分类号:Q948.1;S714.2

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2015)02-0044-06

近些年来,农业生产中滥施农药对土壤肥力产生了负面影响,导致土壤板结、质量下降^[1]。农药不合理使用不仅可导致农田土壤大面积污染,同时农药本身还可通过挥发、扩散等形式在土壤中迁移,致使河流、湖泊等水体均受到不同程度的污染^[2]。在中国,三峡库区面源污染已经成为制约当地经济发展的一个重大环境问题,如何减轻和治理库区土壤与水体的污染,已引起了国内学者的高度关注^[3]。

菌渣是栽培食用菌后的培养基废料,可作为廉价、优质的有机肥料用于农业生产中。有研究表明,菌渣可以降解土壤中除草剂等农药^[4],具有供应养分和改良土壤的双重作用^[5]。随着食用菌生产规模不断增加,以菌渣作为减轻土壤农药污染及补充土壤有机质材料,具有重要的研究意义和应用价值。目前国内学者关于菌渣作为有机肥料的研究主要集中在菌渣还田对土壤物理性质^[6]、化学性质^[7]、养分^[8]、酶活性^[9]及作物生长方面影响研究,但对菌渣改良土壤农药污染方面的研究少有报道。

油桐(*Vernicia fordii*)作为重庆市的优良乡土树种,在三峡库区栽培历史悠久,近年来相关种植业发展迅速^[10]。然而在营林初期,为保证油桐幼苗存活和生长而长期施用农药的现象十分普遍,这对油桐幼苗和土壤环境可能产生一定的不良影响。本研究以三峡库区的油桐为实验材料,按正确剂量施用农药百草枯和氟戊·乐果,分析底施菌渣后油桐幼苗生长状况及土壤理化性质变化,初步探讨了菌渣有机肥和农药处理对油桐幼苗生长及土壤理化性质的影响,为菌渣在油桐种植中的应用、农药污染的土壤改良和减轻三峡库区农业面源污染提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 供试油桐幼苗。2012年4月下旬在西南大学温室的试验田中进行播种育苗。将采集于重庆三峡库区的

* 收稿日期:2014-09-10 修回日期:2014-11-21 网络出版时间:2015-01-22 11:57

资助项目:国家自然科学基金(No. 31370602);林业公益性行业科研专项(No. 201104043);西南大学资源环境学院大学生科技创新“光炯”培养重点项目(No. 20130215)

作者简介:万盼,男,研究方向为森林培育,E-mail:wp7413841@163.com;通讯作者:刘芸,教授,E-mail:liuyun19970205@163.com

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20150122.1157.027.html

油桐优势母树的种子均匀点播在试验田中,待萌芽后长至 5 cm 左右以供试验。

2) 农药的配备。百草枯(鹰人牌,普朗克生化工业有限公司生产,有效成分含量为 20%,剂型:水剂);氰戊·乐果(烈克牌,重庆井口农药有限公司生产,含量为 22%)。百草枯以原药:水=1:750 进行稀释,氰戊·乐果以原药:水=1:1000 进行稀释。

3) 供试菌渣有机肥。2012 年 3 月份收集于重庆北碚当地用于栽培食用菌的桑枝菌渣,主要成分中有机 C、全 N、全 P、全 K 等含量分别为 365.34、29.95、1.73、3.66 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

1.2 实验设计

2012 年 7 月中旬,准备高 35 cm、口径 30 cm 的盆钵 50 个,每盆装 7 kg 土壤(紫色土,采集于试验地附近),试验土壤肥力为中等,pH 值为 8.44,有机质、全 N、全 P、全 K、碱解 N 等含量分别为 30.76、1.69、1.47、21.25、52.83 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效 P 和速效 K 含量分别为 119.17、192.00 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。将上述盆钵随机分为 5 组,每 10 盆为 1 组,每组进行不同处理:1) T(百):喷施百草枯;2) T(百+菌渣):底施菌渣有机肥,再喷施百草枯;3) T(乐):喷施氰戊·乐果;4) T(乐+菌渣):底施菌渣有机肥,再喷施氰戊·乐果;5) CK:喷施去离子水作为对照。药液及去离子水喷施量为每盆 38 mL,菌渣有机肥施用量为每盆 0.5 kg,农药和菌渣有机肥均与土壤充分混合。选择试验田中长势一致的油桐幼苗 50 株,将其移栽到盆钵中,每盆 1 株,然后测定每株油桐生长指标即株高和地径。2012 年 10 月 18 日,再次测定油桐的上述生长指标,并取每盆油桐的土壤进行土壤理化性质测定。

1.3 测定目标与方法

1.3.1 土壤理化性质的测定 待所采土壤自然风干后,据土壤各指标如 pH 值、N、P、K、有机质含量等测定所需土壤粒径大小过筛,供测。土壤 pH 值采用 2.5:1 水土比,用电位计法测定;有机质采用硫酸-重铬酸钾氧化-油浴(容量法)测定;全 N 采用硫酸钾-硫酸铜-硒粉消煮,定氮仪自动分析法测定;碱解 N 采用碱解扩散法测定;全 P 采用硫酸-高氯酸消煮-钼锑抗比色法测定;有效 P 采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定;全 K 采用氢氧化钠熔融-火焰光度计法测定;速效 K 采用中性乙酸铵提取-火焰光度计法测定。上述指标具体测定方法见文献[11]。

1.3.2 油桐生长指标的测量 采用直接测量法于 2012 年 8 月和 10 月分别测定每盆油桐的株高和地径。

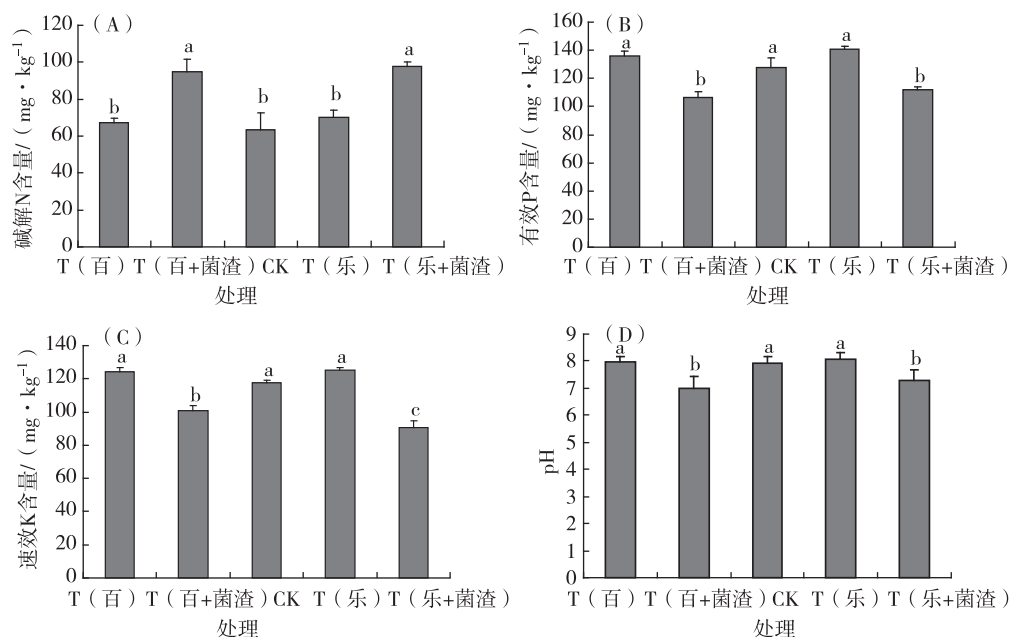
1.4 统计分析

实验数据均采用“平均值±标准差”表示,用 Excel 2003 进行数据整理和作图,采用 SPSS 18.0 软件进行有关统计分析,统计分析中的显著水平设置为 $p < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 菌渣有机肥对农药处理下油桐栽培土壤理化性质的影响

2.1.1 土壤碱解 N、有效 P、速效 K 及 pH 值 碱解 N 含量表示土壤供应速效氮的能力,反映植物可以利用的 N。从图 1A 可以看出,土壤在百草枯与氰戊·乐果处理下,碱解 N 含量分别比 CK 高 6.8% 和 11.4%;但差异不显著;而土壤底施菌渣,百草枯与氰戊·乐果处理下,碱解 N 含量比同处理无菌渣土壤分别高 49.9% 和 54.5%,差异显



注:图中不同字母表示组间差异显著($p < 0.05$),下同。

图 1 不同处理条件下土壤碱解 N、有效 P、速效 K 含量及 pH

Fig. 1 The nitrogen, effective P and available K contents & pH of soil under different conditions

著($p < 0.05$)。可以认为,菌渣有机肥能够有效缓解农药对土壤碱解 N 的影响,大幅增加了土壤碱解 N 含量。由图 1B、C 可知,土壤在百草枯与氰戊·乐果处理下,有效 P 和速效 K 含量均比 CK 高,但差异不显著;而底施菌渣土壤在百草枯和氰戊·乐果处理下,有效 P 和速效 K 含量均显著低于同处理无菌渣土壤($p < 0.05$)。图 1D 显示,与 CK 相比,土壤在百草枯与氰戊·乐果处理下 pH 值稍有升高,但差异不显著;施加菌渣并在两种农药处理下,土壤 pH 值比同处理无菌渣土壤分别降低 14.1% 和 9.6%,且差异显著($p < 0.05$)。

2.1.2 土壤有机质、全 N、全 P 及全 K 有机质是土壤固相的重要组分,是土壤重要的肥力指标^[12]。图 2A 显示,百草枯与氰戊·乐果处理下,土壤有机质含量分别比 CK 低 1.6% 和 3.0%,但差异不显著;而土壤施加菌渣后,百草枯与氰戊·乐果处理下的土壤有机质含量分别比同处理无菌渣条件下增高 76.3% 和 162.5%,且差异显著($p < 0.05$)。图 2B 表明,百草枯与氰戊·乐果处理下的土壤全 N 含量低于对照 CK,但差异不显著;土壤施加菌渣后,百草枯与氰戊·乐果处理下的土壤全 N 含量分别比同处理无菌渣土壤显著提高 36.0% 和 104.3% ($p < 0.05$)。由图 2C、D 可知,土壤在百草枯与氰戊·乐果处理下,全 P 和全 K 含量均比 CK 高(百草枯处理的土壤

全 K 低于 CK 除外),但无显著差异;而底施菌渣后,百草枯与氰戊·乐果处理下,土壤全 P 和全 K 含量却比同处理无菌渣均显著降低($p < 0.05$)。

2.2 菌渣有机肥对农药处理下油桐幼苗生长的影响

图 3A 显示无菌渣处理时,百草枯与氰戊·乐果处理下油桐幼苗株高增长量分别比 CK 低 6.6% 和 4.8%,但差异不显著。当土壤底施菌渣后,百草枯与氰戊·乐果处理下植株株高增长量分别比仅进行两种农药处理的植株显著提高 38.1% 和 28.3% ($p < 0.05$)。这表明,菌渣有机肥处理能解除百草枯与氰戊·乐果对油桐株高生长的抑制,促进株高生长。同样,菌渣有机肥的这种效果在油桐地径生长中也得到了相同体现(图 3B)。

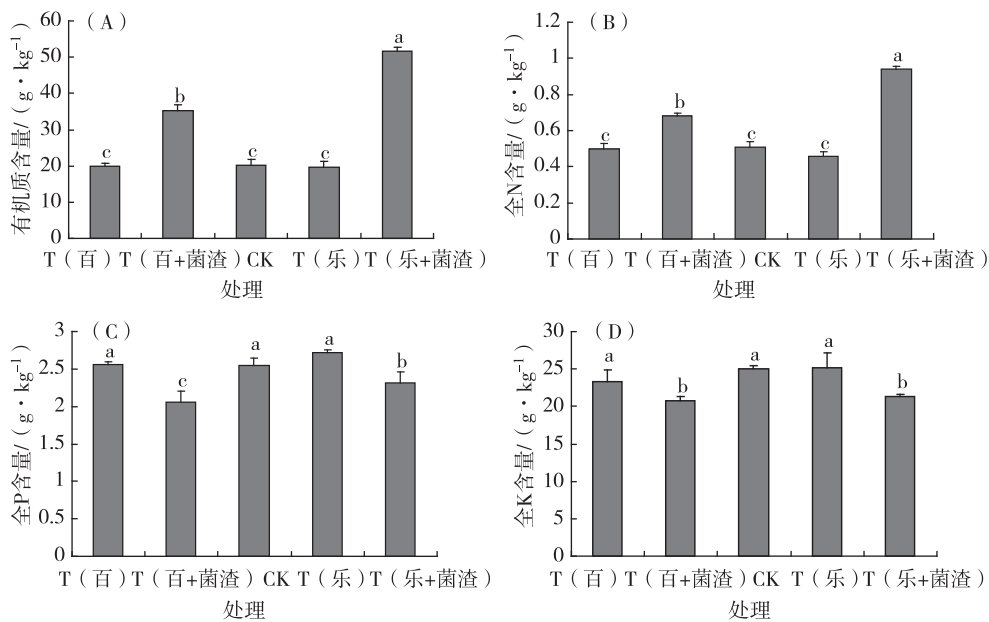


图 2 不同处理条件下土壤有机质、全 N、全 P 和全 K 含量

Fig. 2 The organic, total N, total P and total K contents of soil under different conditions

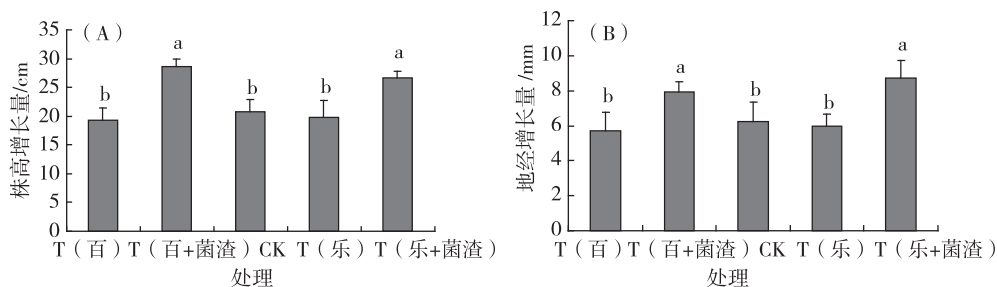


图 3 不同处理条件下油桐株高和地径的增长量

Fig. 3 The growth amount of height and ground diameter of *V. fordii* under different conditions

3 讨论

3.1 农药和菌渣有机肥处理下油桐土壤理化性质的变化

本研究结果表明,两种农药处理下土壤 pH 值均表现出随菌渣有机肥施用出现降低的趋势。未施菌渣的土壤在百草枯与氰戊·乐果处理下 pH 值升高,但相关原因尚不清楚,有待进一步研究。当土壤底施菌渣,再喷施同样剂量的百草枯或氰戊·乐果,土壤 pH 值却显著降低($p < 0.05$),这与谢修鸿等人^[7]研究结果相一致,原因

在于菌渣有机物分解产生有机酸降低了土壤 pH 值。另外,菌渣有机肥含有丰富的有机质,有机质不仅对有机农药有增溶作用,而且对有机农药还具有吸附作用,且这种吸附作用随土壤有机质含量的增加而增强^[13]。因此,菌渣有机肥能够缓解农药对土壤 pH 值的影响。

菌渣有机肥也改变了两种农药处理下土壤有机质含量。有机质作为土壤的一个重要核心,与土壤理化性质具有紧密关系^[14]。幕平等^[15]研究表明,秸秆还田能有效增加耕层土壤有机质含量;温广蝉等人^[16]研究发现,菌渣有机肥还田(稻田)能有效增加土壤有机质含量。本研究结果表明,未施用菌渣的土壤在农药处理下有机质含量减少。这可能是由于农药促进土壤有机质分解,消耗了土壤中的有机质所致。然而施用菌渣后,农药处理下的土壤有机质含量明显增加。其中原因在于菌渣主要成分为桑枝木屑、作物秸秆及残余菌丝蛋白等,是一种富含有机质的生物有机肥^[17];虽然农药降低了土壤自身的有机质含量,但菌渣的施用又增加了土壤有机质含量。

菌渣有机肥还影响了两种农药处理下土壤 N、P、K 元素含量。土壤自身的 N、P、K 主要来源于土壤有机质的矿化^[18]。百草枯与氰戊·乐果处理下土壤碱解 N、全 P、全 K 含量均比 CK 高(全 N 含量低于 CK 除外),这说明农药处理下土壤养分未被油桐幼苗很好吸收,其中原因可能是农药抑制了土壤酶的生化活性,导致土壤养分不能被活化,难以被植物吸收^[19]。菌渣的施用使土壤碱解 N 和全 N 含量显著增加,这与许多研究相符^[20-21],即菌渣有机肥提高了土壤的矿质 N 含量、N 矿化率。这是由于菌渣有机肥施入土壤后,改善了土壤环境状况,为土壤微生物生长提供了充足的营养并促进了它们的繁殖,从而增加了土壤微生物总量并提高了土壤酶活性^[22],进而加快了有机质的矿化并释放出更多的营养元素。此外,菌渣中含有大量的粗蛋白,对土壤全 N 含量具有提升作用^[23]。然而,菌渣有机肥的施用反而使土壤全 P 和全 K 含量降低,原因可能在于土壤微生物增加可进一步活化土壤的养分^[24],进而促进了油桐幼苗生长对 P 和 K 更好的吸收利用;同时,菌渣分解产生的有机酸也可以减少 P 和 K 的固定,有利于油桐对 P 和 K 的吸收。

3.2 农药和菌渣有机肥处理对油桐幼苗生长的影响

有研究发现,有机肥能够促进铅胁迫下小麦生长^[25];刘海英等人^[26]研究表明,施用有机肥能够促进盐胁迫下小麦幼苗生长。本研究结果表明,两种农药均抑制了油桐幼苗生长,土壤施用菌渣有机肥对油桐幼苗生长抑制作用具有显著的缓解效应($p < 0.05$),提高了油桐生长量;这与前人研究结果相符^[27]。一方面,农药处理下土壤 pH 值升高,使土壤趋于碱性;而油桐生长的最适土壤是中性或偏酸性,菌渣有机肥降低了土壤 pH 值,利于油桐生长。另一方面,菌渣有机肥的施用使农药处理下土壤养分得到了补充,为油桐生长提供了大量有机质和 N、P、K 营养元素。菌渣本身还具有 Cu、Zn、Fe、Mn 等微量元素,这些元素能够提高植物酶活性,促进植物生长。另外,菌渣中含有一些菌丝体在生长过程中会分泌出某些激素物质和特殊酶,而这些酶可以把复杂的有机物分解成容易被植物吸收的营养物质,进而促进植物对营养物质的吸收和利用。据此可以认为,在以上综合作用下,农药对油桐幼苗生长的抑制作用得到了缓解。

4 结论

三峡库区是中国油桐的主产区之一,在油桐种植过程中,必须注重农药施用给土壤和环境带来的危害。在本研究范围内,百草枯与氰戊·乐果均降低土壤有机质和全 N 含量,不利于油桐幼苗对土壤养分吸收及自身生长,并且长期施用将导致土壤板结;而土壤施用菌渣有机肥能够有效缓解百草枯与氰戊·乐果对土壤理化性质和油桐生长的影响,即改善了油桐生长的土壤酸碱性,提高了土壤有机质和 N 含量,并促进油桐幼苗对土壤养分的吸收,提高了幼苗生长量(株高和地径),也可以避免因长期使用农药和化肥引起的土壤板结及污染,这对于三峡库区实施生态环境保护和进行科学的农业生产具有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] 李少南. 农药对土壤微生物生物群落的副作用的研究方法[J]. 生态毒理学报, 2010, 5(1): 18-25.
Li S N. Methods for detecting side-effect of pesticides to soil microbial communities[J]. Asian Journal of Ecotoxicology, 2010, 5(1): 18-25.
- [2] 郭荣君, 李世东, 章力建, 等. 土壤农药污染与生物修复研究进展[J]. 中国生物防治, 2005, 21(3): 129-135.
Guo R J, Li S D, Zhang L J, et al. Soil contamination by chemical pesticides and its bioremediation [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2005, 21(3): 129-135.
- [3] 李培军, 刘宛, 孙铁珩, 等. 我国污染土壤修复研究现状与展望[J]. 生态学杂志, 2006, 25(12): 1544-1548.

- Li P J, Liu W, Sun T H, et al. Remediation of contaminated soil: its present research situation and prospect[J]. Chinese Journal of Ecology, 2006, 25(12): 1544-1548.
- [4] Ribas L C C, Mendon M M, Camellini C M, et al. Use of spent mushroom substrates from *Agricus subrufescens* (syn. *A. blazei*, *A. brasiliensis*) and *Lentinula edodes* productions in the enrichment of a soil based potting media for lettuce (*Lactuca sativa*) cultivation: growth promotion and soil bioremediation[J]. Bioresource Technology, 2009, 100(20): 4750-4757.
- [5] 谢修鸿, 梁运江, 李玉. 黑木耳菌糠改良苏打盐碱土效果研究[J]. 水土保持学报, 2008, 22(5): 130-152.
Xie X H, Liang Y J, Li Y. Effect of waste material cultured *Auricularia auricular* on soda alkali-saline soil improvement[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2008, 22(5): 130-152.
- [6] 郝秀丽. 菌糠改良保护地土壤田间持水量的效果研究[J]. 杂粮作物, 2010, (4): 306-307.
Hao X L. Effect of mushroom waste on soil improvement [J]. Rain Fed Crops, 2010, 30(4): 306-307.
- [7] 谢修鸿, 李玉. 姬松茸菌糠改良苏打盐碱土对土壤化学性质及牧草生长的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2010, 32(5): 518-522.
Xie X H, Li Y. Effect of waste material cultured *Agricus blazei* on chemical characteristics of soda alkali-saline soil and growth of forage grass[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2010, 32(5): 518-522.
- [8] 任秋容. 菌渣还田腐解特性及其对土壤养分和作物产量的影响研究[D]. 四川雅安: 四川农业大学, 2009.
Ren Q R. Study on decomposition characteristics of edible fungus waste material return to soil and its effect on soil fertility and crop yields[D]. Ya'an Sichuan: Sichuan Agricultural University, 2009.
- [9] 黄春. 成都平原稻麦轮作下菌渣有机肥还田对土壤酶活性的影响[D]. 四川雅安: 四川农业大学, 2010.
Huang C. Effects of field return of fungal residues on soil enzyme activities in a paddy soil under a rice-wheat rotation in Chengdu plain[D]. Ya'an Sichuan: Sichuan Agricultural University, 2010.
- [10] 杨世琦, 高阳华, 罗孳孳, 等. 重庆市油桐气候区划精细化研究[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2013, 35(7): 1-7.
Yang S Q, Gao Y H, Luo Z Z, et al. A GIS-based research of climate regionalization for tung oil tree planting in Chongqing[J]. Journal of Southwest University: Natural Science Edition, 2013, 35(7): 1-7.
- [11] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
Lu R K. Chemical analysis of soil agriculture[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1999.
- [12] Karlen D L, Rosek M J, Gardner J R, et al. Conservation reserve program effects on soil quality indicators[J]. Journal of soil and water conservation, 1999, 54(1): 439-444.
- [13] 方晓航, 仇荣亮. 农药在土壤环境中的行为研究[J]. 土壤与环境, 2002, 11(1): 94-97.
Fang X H, Qiu R L. Behavior of pesticide in soil environment[J]. Soil and Environmental Sciences, 2002, 11(1): 94-97.
- [14] Smith O H, Petersen G W, Needelman B A. Environmental indicators of agro ecosystems[J]. Adv Agron, 2000, 69: 75-97.
- [15] 慕平, 张恩和, 王汉宁, 等. 连续多年秸秆还田对玉米耕层土壤理化性状及微生物量的影响[J]. 水土保持学报, 2011, 25(5): 81-85.
Mu P, Zhang E H, Wang H N, et al. Effects of continuous returning straw to maize till soil on chemical character and microbial biomass[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2011, 25(5): 81-85.
- [16] 温广蝉, 叶正钱, 王旭东, 等. 菌渣有机肥还田对稻田土壤养分动态变化的影响[J]. 水土保持学报, 2012, 26(3): 82-86.
Weng G C, Ye Z Q, Wang X D, et al. Effects of edible fungus residue on dynamic changes of soil nutrients in paddy field[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2012, 26(3): 82-86.
- [17] 陈翠玲. 食用菌栽培废料养分含量分析[J]. 河南农业科学, 2002(4): 28-29.
Chen C L. Analysis on nutrient contents of cultivation waste of edible mushroom[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2002(4): 28-29.
- [18] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 192-214.
Huang C Y. Soil Sciences[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000: 192-214.
- [19] 和文祥, 郑粉莉, 田海霞. 氧化乐果对土壤酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(12): 4282-4287.
He W X, Zheng F L, Tian H X. Effect of omethoate on soil enzyme activities[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2009, 42(12): 4282-4287.
- [20] 王斯佳, 韩晓增, 侯雪莹. 长期施肥对黑土氮素矿化与硝化作用特征的影响[J]. 水土保持学报, 2008, 22(2): 170-174.
Wang S J, Han X Z, Hou X Y. Impact of long-term fertilization on nitrogen mineralization and nitrification on in black soil[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2008, 22(2): 170-174.
- [21] 胡诚, 曹志平, 胡菊, 等. 长期施用生物有机肥土壤的氮矿化[J]. 生态学报, 2009, 29(4): 2080-2086.
Hu C, Cao Z P, Hu J, et al. Soil nitrogen mineralization in long-term application of biological-organic manure[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(4): 2080-2086.
- [22] 张泽, 谢放, 李建宏. 香菇菌渣有机肥对土壤微生态的影

- 响[J]. 环境污染与防治, 2013, 35(4): 75-80.
Zhang Z, Xie F, Li J H. Study on the effect of mushroom residue on micro-ecology of soil[J]. Environmental Pollution and Control, 2013, 35(4): 75-80.
- [23] 武玲, 陆雅萍, 丁泽华, 等. 草菇菌糠还田对大棚土壤肥力和黄瓜产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(5): 372-374.
Wu L, Lu Y P, Ding Z H, et al. Effects of returning field of mushroom residue on soil properties and productivity of cucumber in greenhouse[J]. Henan Agricultural Sciences, 2013, 41(5): 372-374.
- [24] 杨珍平, 张翔宇, 苗果园. 施肥对生土地谷子根苗生长及根际土壤酶活性和微生物种群的影响[J]. 核农学报, 2010, 24(4): 802-808.
Yang Z P, Zhang X Y, Miao G Y. Effects of fertilizing on millet root-shoot growth, rhizospheric soil enzyme and microbe in immature soil in north china[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2010, 24(4): 802-808.
- [25] 乔莎莎, 张永清, 杨丽雯, 等. 有机肥对铅胁迫下小麦生长影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(4): 1094-1100.
Qiao S S, Zhang Y Q, Yang L W, et al. Effects of organic manure on wheat growth under lead stress[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2011, 22(4): 1094-1100.
- [26] 刘海英, 崔长海, 赵倩, 等. 施用有机肥环境下盐胁迫小麦幼苗长势和内源激素的变化[J]. 生态学报, 2011, 31(15): 4215-4224.
Liu H Y, Cui C H, Zhao Q, et al. Effects of organic fertilizer on growth and endogenous hormone contents of wheat seedlings under salt stress[J]. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(15): 4215-4224.
- [27] 王晓娟, 贾志宽, 梁连友, 等. 不同有机肥量对旱地玉米光合特性和产量的影响[J]. 应用生态学报, 2012, 23(2): 419-425.
Wang X J, Jia Z K, Liang L Y, et al. Effects of organic fertilizer application rate on leaf photosynthetic characteristics and grain yield of dryland maize[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2012, 23(2): 419-425.

Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

Effects of Pesticides and Mushroom Residue on Growth and Soil Physical-chemical Properties in Tung Oil Tree of the Three Gorges Reservoir Area

WAN Pan, LIU Yun, HUANG Xiaohui, XIONG Xingzheng, OU Yang

(Department of Forestry, College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: A pot experiment was conducted to studying the growth condition of tung oil tree seeding in the Three Gorges Reservoir Area and changes of soil physical and chemical properties under the paraquat (1 : 750) and fenvalerate-dimethoate (1 : 1 000) by mushroom residue. Results show that: 1) In the soil without mushroom residue, after using usual concentration of paraquat and fenvalerate-dimethoate for 3 months, the contents of organic matter and total N were lower than CK, but the contents of the nitrogen, total P, effective P, total K, available K and pH were higher than CK (but the content of total K was lower than CK under paraquat), and the growth of height and ground diameter were restricted, but the difference was not significant; 2) After applying mushroom residue in the soil, the contents of organic, nitrogen, total N, seeding height and ground diameter obviously were increased but the contents of total P, total K, effective P, available K and pH were decreased ($p < 0.05$). This study suggests that paraquat and fenvalerate-dimethoate have an effect on the soil physical-chemical properties in a normal way. They will go against tung oil tree seeding absorbing nutrients from the soil and growth, which can make soil harden by long-term application of pesticides. Applying mushroom residue in the soil, which can mitigated the impact of pesticides on soil physical and chemical properties, making the soil nutrients be absorbed and seeding growth. Furthermore, applying mushroom residue in the soil can prevent soil hardening. So, this study provides a scientific guidance for agricultural production and reducing non-point source pollution of agriculture in the Three Gorges Reservoir Area.

Key words: paraquat; fenvalerate-dimethoate; mushroom residue; soil physical-chemical; tung oil tree; plant height; ground diameter; Three Gorges Reservoir Area

(责任编辑 方 兴)