

牧草间作对桉树人工林下土壤酶活性的影响

刘圳, 白昌军, 虞道耿 (1. 海南大学农学院, 海南儋州 571737; 2. 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 海南儋州 571737)

摘要 [目的] 研究牧草间作对桉树人工林下土壤酶活性的影响。[方法] 试验地内以桉树人工林林龄2年为第一代林, 选用5种牧草种植区的土壤样品作为人工林地间供试材料, 行带内杂草地土样作为对照, 采用随机区组设计, 在每个区组中选3个取样点, 每个取样点挖剖面, 测定土壤含水量、蔗糖酶、过氧化物酶和脲酶活性。[结果] 桉树人工林地间作牧草以后, 有效提高了林下土壤含水量; 蔗糖酶活性测定中糖蜜草样地的蔗糖酶活性提高幅度最大, 达到73.92%; 网脉臂形草样地的次之, 为46.85%; 脲酶活性测定中网脉臂形草样地的脲酶活性提高到19.11%, GCI581柱花草和糖蜜草样地的也有显著提高, 分别是10.07%和8.43%。[结论] 牧草间作能有效改善桉树人工林地土壤理化性状, 提高土壤肥力, 有效减缓土壤衰退。

关键词 桉树人工林; 含水量; 土壤酶; 活性

中图分类号 S792.39 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)12-05723-02

Study on the Effect of Forage Intercropping on the Soil Enzyme Activity under Eucalyptus Plantation

LIU Zhen et al (College of Agronomy, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737)

Abstract [Objective] The research aimed to study on effect of forage intercropping on soil enzyme activity under the eucalyptus plantation. [Method] With the 2-year-old eucalyptus plantation as the first generation forest in the experimental field, the soil sample from the areas planting 5 kinds of forage were selected as the tested materials in the plantation lands. With the soil samples in the weed ground of row belt as CK, the random block design was used and 3 sampling points were selected in every block. The profile was dug in every sampling point surface to measure the water content, invertase, peroxidase and urease activity in soil. [Result] When the forage was intercropped in the eucalyptus plantation, the water content of soil in the forest was increased effectively. In the invertase activity determination, the invertase activity in molasses grass sample land was greatest in elevating scope, being up to 73.92%, that in the sample land of net pulse armshape grass was second, being 46.85%. In the urease activity determination, the urease activity in the sample land of net pulse armshape grass was increased to 19.11% and that in GCI581 stylosanthes and the molasses grass sample lands were increased remarkably, being 10.07% and 8.43% resp. [Conclusion] The forage intercropping could effectively improve the soil physicochemical characters of eucalyptus plantation, and increase the soil fertility and mitigate the soil degradation effectively.

Key words Eucalyptus plantation; Moisture; Soil enzyme; Activity

桉树(*Eucalyptus*)原产于澳大利亚及其周围岛屿, 因其速生、丰产、优质、适应性强、用途广泛等优点, 在世界各地被广泛种植。我国自20世纪90年代中期以来, 桉树人工林发展迅速, 由1995年的66.3万 hm^2 发展到现在的200万 hm^2 以上, 年均增加13.3万 hm^2 , 增速居世界首位^[1]。但是, 也引起如土壤肥力下降、水土流失严重、生物多样性降低等一系列土壤问题。近年来的研究表明, 纯桉林的长期经营使得林下土壤理化性状衰退严重, 而通过作物的间作、套作和翻压填埋, 能有效改善桉树人工林地土壤理化性状, 减少地表径流和水土流失^[2-4]。

土壤酶是土壤有机体的代谢动力, 在生态系统中起着重要的作用, 与土壤理化性质、土壤类型、施肥、耕作以及其他农业措施等密切相关。其活性在土壤中的表现在一定程度上反映了土壤所处的状况, 且对环境等外界因素引起的变化较敏感, 成为土壤生态系统变化的预警和敏感指标^[5-6]。因此, 笔者研究了不同牧草的间作对桉树人工林下土壤酶活性的影响, 以期筛选出桉树人工林下适应性强的牧草品种提供依据。

1 材料与试验方法

1.1 试验地点与试验材料 试验地点位于海南省国营儋州林场新州工业区, 位于海南岛西部地区, 109°39'~109°53'27"E, 19°71'~19°88'N, 属热带季风气候, 年平均温度23.20℃, 年降水量一般在900mm, 且多集中在8~10月。旱季明显, 集中为11月~翌年5月。

试验地内桉树人工林林龄为2年, 为第一代林, 林分密

度为(1.5~2.0)m×4m。供试土壤样品为: 热研10号柱花草(*Stylosanthes guianensis* cv. Reyan No. 10)种植区土样; GCI581柱花草(*Stylosanthes guianensis* cv. Reyan GCI581)种植区土样; CIAT 17000圆叶决明(*Cassia rotundifolia* CIAT 17000)种植区土样; 网脉臂形草(*Brachiaria dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf)种植区土样; 糖蜜草(*Melinis minutiflora* Brauw.)种植区土样5种土壤样品, 以行带内杂草地土样作为对照(CK)。

1.2 试验设计与方法 试验采用随机区组设计, 共6个处理, 每个处理3次重复。在每个区组中选3个取样点, 每个取样点挖剖面分0~20cm、20~40cm两层。主要测定指标为土壤含水量、蔗糖酶、过氧化物酶和脲酶活性。

土壤含水量的测定采用土钻法取土并称鲜重, 然后在105℃的烘箱内烘干至恒重并称重, 计算出土壤含水量。

蔗糖酶采用3,5-二硝基水杨酸比色法, 酶的活性以1g土在37℃恒温培养箱中培养24h释放的葡萄糖的毫克数表示。

过氧化物酶采用1,2,3-邻苯三酚比色法, 酶的活性以100g土在30℃恒温培养箱中培养3h释放的紫色没食子素的毫克数表示。

脲酶采用苯酚钠比色法, 酶的活性以1g土在37℃恒温培养箱中培养24h释放的 NH_4^+ -N的毫克数表示。

1.3 数据处理 测试数据采用Excel进行前处理, 用SAS软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同月份参试样地土壤含水量情况 由表1可知, 参试样地~雨季期间土壤平均含水量分别为8.07、7.50、7.08、7.20和7.02g/100g, 与CK土壤平均含水量的6.00

基金项目 高等学校博士学科点专项科研基金项目(20060565002)。

作者简介 刘圳(1981-), 男, 四川彭州人, 硕士研究生, 研究方向: 热带牧草栽培学。

收稿日期 2009-01-21

g/100 g相比,分别提高了34.52%、25.13%、18.01%、20.07%和17.01%。因此,通过参试品种牧草的间作能有效提高土壤的含水量。

表1 参试样地土壤含水量

样地	8月	9月	10月
Sample sites	August	September	October
	7.83	7.55	8.82
	6.42	7.21	8.88
	6.52	6.53	8.18
	6.77	6.89	7.94
	6.79	6.53	7.73
CK	5.89	5.00	7.10

2.2 不同月份参试样地土壤蔗糖酶活性变化比较 土壤蔗糖酶源于植物根系和微生物的胞外酶,广泛存在于土壤中,是表征土壤微生物学活性的重要水解酶之一,对丰富土壤中能被植物和微生物利用的易溶性营养物质有着重要的作用。由表2可知,参试样地土壤中的蔗糖酶活性均具有显著的垂直分布特性,随着土层深度的增加而呈减弱趋势,即上层>下层,层次性比较明显;参试样地 ~ 蔗糖酶活性均较CK有显著提高,在整个雨季期间分别提高了34.48%、41.79%、35.36%、46.85%和73.92%;且8月份蔗糖酶活性变化由高到低为: > > > > > CK;9月份为: > > > > > CK;10月份为: > > > > > CK(图1)。其中,糖蜜草样地蔗糖酶活性提高最多,网脉臂形草次之。

表2 参试样地土壤蔗糖酶活性

样地	土层	8月	9月	10月
Sample sites	Soil layer	August	September	October
	0~20 cm	1.373	2.363	1.883
	20~40 cm	0.831	0.834	0.725
	0~20 cm	1.738	2.867	1.365
	20~40 cm	0.812	0.960	0.807
	0~20 cm	1.507	2.561	1.583
	20~40 cm	0.856	0.868	0.738
	0~20 cm	1.480	3.092	1.501
	20~40 cm	1.000	0.933	0.847
	0~20 cm	1.676	3.119	1.940
	20~40 cm	1.123	1.120	1.395
	0~20 cm	1.143	1.467	1.120
	20~40 cm	0.807	0.742	0.670

2.3 不同月份参试样地土壤脲酶活性变化比较 脲酶是一种专性酶,能专一性水解尿素,促其水解生成氨和CO₂,其中氨是植物氮素营养的直接来源。在微生物产生的脲酶作用下,分解植物可利用的物质,从而提高了土壤肥力。因此,脲酶活性可用来表征土壤中有机态氮的转化状况和土壤氮肥的供应程度。由表3可知,供试样地中的脲酶活性同样具有显著的垂直分布特性,都随着土层深度的增加而呈现减弱趋势,即上层>下层,层次性比较明显;参试样地 ~ 脲酶活性在整个雨季中均较CK有所提高,分别提高了7.23%、10.07%、2.47%、19.11%和8.43%;各月份各样地脲酶活性变化见图2。其中,网脉臂形草样地脲酶活性提高最多,而

GCI581 柱花草和糖蜜草也有显著提高。

表3 不同月份参试样地土壤脲酶活性

样地	土层	8月	9月	10月
Sample sites	Soil layer	August	September	October
	0~20 cm	4.581	5.320	3.904
	20~40 cm	3.369	4.181	1.904
	0~20 cm	5.110	7.469	2.274
	20~40 cm	4.332	5.228	1.756
	0~20 cm	4.523	6.469	2.052
	20~40 cm	4.306	5.107	1.793
	0~20 cm	5.533	6.478	2.941
	20~40 cm	4.893	5.339	2.200
	0~20 cm	5.523	6.080	2.385
	20~40 cm	4.131	5.209	1.978
CK	0~20 cm	5.084	4.848	2.348
	20~40 cm	4.226	4.570	1.941

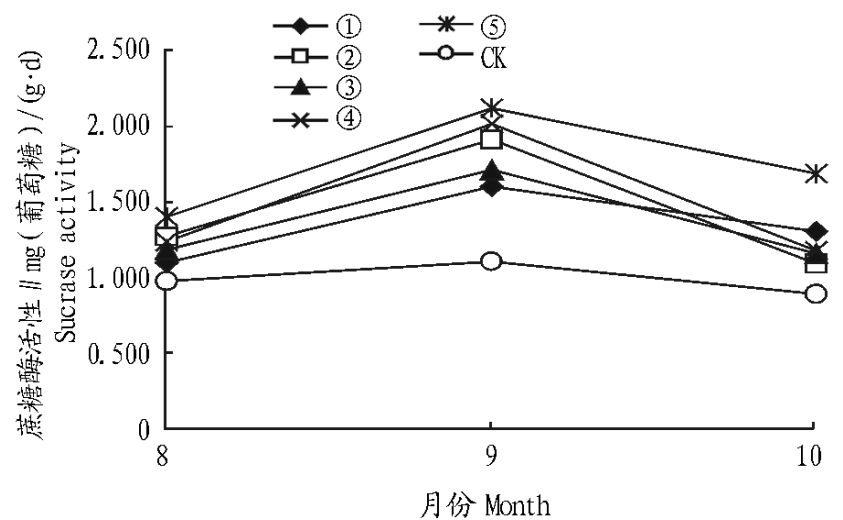


图1 参试样地土壤蔗糖酶活性的变化

Fig. 1 Changes of sucrase activity in test sample sites

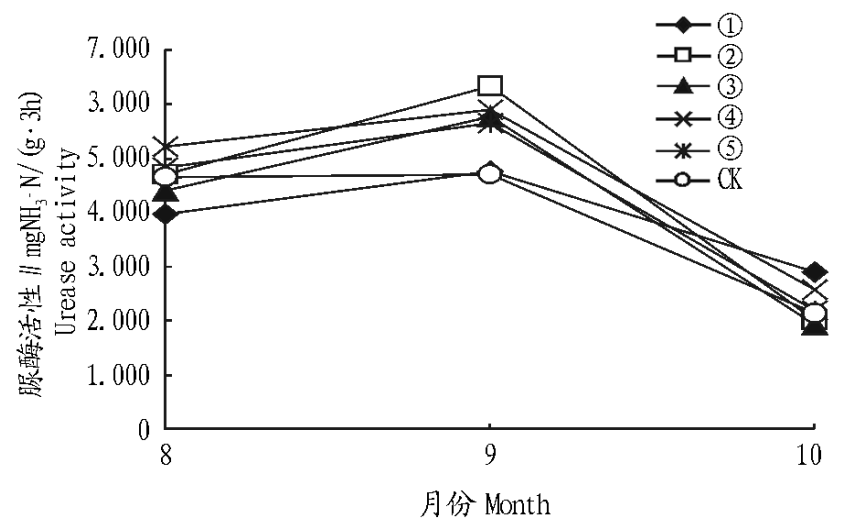


图2 参试样地土壤脲酶活性变化

Fig. 2 Changes of urease activity in test sample sites

表4 参试样地土壤过氧化物酶活性

样地	8月	9月	10月
Sample sites	August	September	October
	107.924	114.055	84.906
	105.664	112.066	89.516
	116.480	103.118	103.073
	119.011	106.734	95.390
	127.657	124.720	136.063
CK	96.837	101.943	91.866

插干造林的平均成活率为 99.50%，插干造林方式较植苗造林的平均成活率高出 10.25 个百分点。插干造林方式第 1 和第 2 年的树高平均净生长量分别为 3.75 和 3.60 m，分别较植苗造林高出 135.85% 和 9.09%。插干造林方式第 1 年胸径平均净生长量为 3.00 cm，比植苗造林方式低，但第 2 年则达到 4.34 cm，比植苗造林方式高出 28.02%。

2.2 不同造林方式造林成本分析 由表 2 可知，插干造林方式的造林成本为 1.06 元/株，前期管理成本为 0.18 元/株，合计 1.24 元/株。植苗造林方式的造林成本为 3.30 元/株，前期管理成本为 0.10 元/株，合计 3.40 元/株。插干造林方式在苗木成本、运输、栽植和抚育管理等方面所需的费用皆比植苗造林低，平均每株的造林成本降低了 2.16 元，降幅达 63.35%。

表 2 不同造林方式成本对比

Table 2 Comparisons of different afforestation methods 元/株

造林方式 Afforestation methods	造林成本 Afforestation cost			管理成本 Management cost			成本 合计 Total cost
	苗木 Seeding	运费 Freight	栽植 Planting	浇水 Watering	扶正 Righting	定苗 Final seedling	
植苗造林 Stock plant- ing afforestation	1.60	0.10	1.60	-	0.10	-	3.40
插干造林 Cutting afforestation	0.80	0.01	0.25	0.08	-	0.10	1.24

(上接第 5724 页)

2.4 不同月份参试样地土壤过氧化物酶活性变化比较 过氧化物酶促进过氧化氢的分解，有利于防止其对生物体的毒害作用，广泛存在于土壤中。研究表明，过氧化氢活性与土壤有机质含量有关，与微生物数量也有关。由表 4 可知，雨季期间各参试样地过氧化物酶活性总体较 CK 也有提高，~ 分别较 CK 提高 5.25%、5.50%、11.21%、10.48% 和 34.09%；其中，糖蜜草样地提高最多，圆叶决明和网脉臂形草样地过氧化物酶活性的提高也很显著。

3 结论与讨论

(1) 纯桉林的长期经营使得林下土壤理化性状衰退严重，桉树人工林地间作牧草以后，有效提高了林下土壤含水量，且土壤蔗糖酶、脲酶和过氧化物酶活性均有提升，有效改善了林地土壤肥力。

(2) 蔗糖酶活性测定中糖蜜草样地提升幅度最大，达到

3 讨论

(1) 杨树插干造林第 1 年高生长迅速，但粗生长不如植苗造林，可能是因为前期根系不发达，自身养分不足而引起的，高生长迅速可能与造林后以种代抚管理到位而似于育苗生长所致。

(2) 根据对插干造林的杨树根部土壤剖面调查，其根系主要分布在地面 50 cm 范围内，而下面约 30 cm 干部没有侧根，这可能是因为上层土壤熟化程度高，有机质丰富，而下层土壤含盐量较高，pH 值较大所致。但是由于插干造林没有开塘，且较植苗造林深，因而在沿海多风地区造林则较抗风害，节约了扶苗成本。

(3) 插干造林与植苗造林在同等条件下相比，具有造林成本低、成活率高等特点，可缩短造林时间，降低生产成本，提高经济效益。

该研究仅限于江苏东台沿海地区 35 杨初期生长的试验结果，其他研究尚待进一步深入。

参考文献

- [1] 缪桂成, 江成兰, 周梅, 等. 如东沿海垦区良种杨树引种栽培试验初报[J]. 江苏林业科技, 2006, 33(6): 33-36.
- [2] 王定胜, 王永昌, 张永忠, 等. 连云港市平原绿化建设几点思考[J]. 江苏林业科技, 2001, 28(3): 53-57.
- [3] 王定胜, 王玉芹, 黄建庭, 等. 35 杨等杨树无性系育苗不同密度对比试验[J]. 江苏林业科技, 2007, 34(2): 40-57.
- [4] 方升佐, 王明麻, 黄敏仁, 等. 江苏杨树资源培育与产业化[J]. 林业科技开发, 2004, 18(1): 3-5.
- [5] 孙国光, 刘素琴, 周娟梅. 35 杨等 6 个杨树新无性系造林试验结果报告[J]. 江苏林业科技, 2003, 30(5): 15-16.
- [6] 魏蕾, 曹帮华, 李建华, 等. 3 个杨树无性系生长特性的比较研究[J]. 山东农业大学学报, 2008, 39(2): 229-232.

73.92%，网脉臂形草样地次之，为 46.85%；脲酶活性测定中网脉臂形草样地提高达到 19.11%，GC1581 柱花草和糖蜜草样地也有显著提高，分别是 10.07% 和 8.43%；过氧化物酶活性测定中，糖蜜草样地提高最多，为 34.09%，圆叶决明和网脉臂形草样地分别提高了 11.21% 和 10.48%，效果显著。

(3) 通过参试品种牧草的间作能有效改善桉树人工林地土壤理化性状，提高土壤肥力，有效减缓土壤衰退；其中糖蜜草、网脉臂形草表现最为优秀，具有很好的开发和利用价值。

参考文献

- [1] 钱国钦. 桉树生态问题及发展思路[J]. 湖南林业科技, 2007(2): 67-70.
- [2] 茶正早, 黎世聪. 海南岛桉林土壤肥力的研究[J]. 热带作物学报, 1999, 20(2): 42.
- [3] 廖观荣, 林书蓉, 李淑仪, 等. 雷州半岛桉树人工林地力退化的成因与防治措施[J]. 土壤与环境, 2001, 11(3): 268-273.
- [4] 余雪标, 白发权, 徐大平, 等. 不同连栽代次桉树人工林的养分循环[J]. 热带作物学报, 1999(3): 60-66.
- [5] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [6] 严昶升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1988.