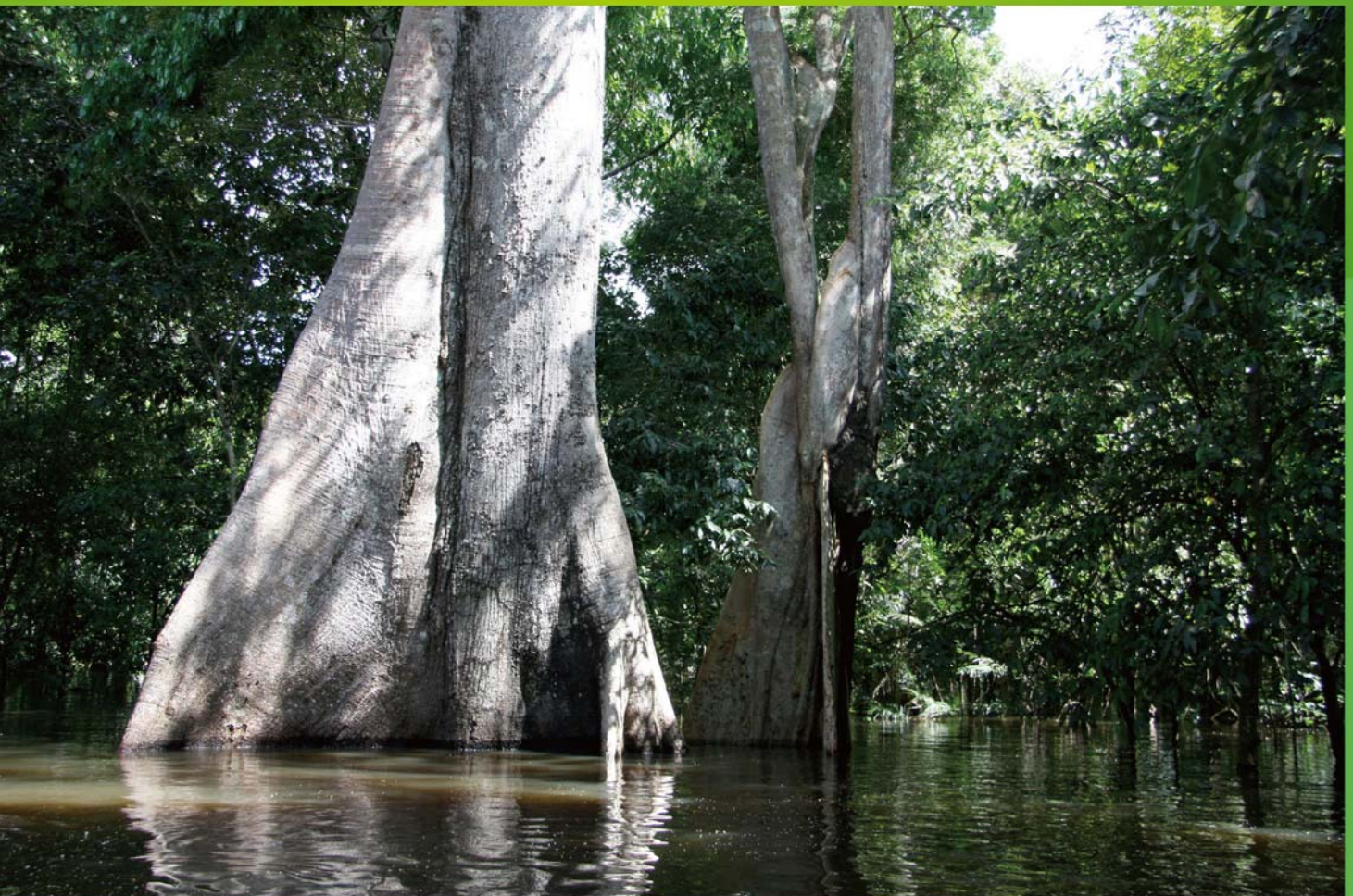


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第8期 Vol.31 No.8 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 8 期

2011 年 4 月 (半月刊)

目 次

塔里木河下游胡杨径向生长与地下水的关系·····	安红燕,徐海量,叶 茂,等 (2053)
冲积平原区高程因子对土壤剖面质地构型的影响——以封丘县为例·····	檀满枝,密术晓,李开丽,等 (2060)
臭氧胁迫对大豆叶片抗坏血酸-谷胱甘肽循环的影响·····	王俊力,王 岩,赵天宏,等 (2068)
重要理化因子对小球藻生长和油脂产量的影响·····	张桂艳,温小斌,梁 芳,等 (2076)
北亚热带马尾松净生产力对气候变化的响应·····	程瑞梅,封晓辉,肖文发,等 (2086)
亚热带沟叶结缕草草坪土壤呼吸·····	李熙波,杨玉盛,曾宏达,等 (2096)
UV-B 辐射对马尾松凋落叶分解和养分释放的影响·····	宋新章,张慧玲,江 洪,等 (2106)
干旱胁迫下内生真菌感染对羽茅的生理生态影响·····	韩 荣,李 夏,任安芝,等 (2115)
蜜环菌对锌的耐性和富集特性·····	朱 林,程显好,李维焕,等 (2124)
干旱荒漠区狭叶锦鸡儿灌丛扩展对策·····	张建华,马成仓,刘志宏,等 (2132)
黄土高原区不同植物凋落物搭配对土壤微生物量碳、氮的影响·····	王春阳,周建斌,夏志敏,等 (2139)
内蒙古典型草原克氏针茅与冰草的生存策略·····	孙 建,刘 苗,李胜功,等 (2148)
荒漠沙柳根围 AM 真菌的空间分布·····	贺学礼,杨 静,赵丽莉 (2159)
开放式昼夜不同增温对单季稻影响的试验研究·····	董文军,邓艾兴,张 彬,等 (2169)
醉马草免培养内生细菌的多样性·····	张雪兵,史应武,曾 军,等 (2178)
河南生态足迹驱动因素的 Hi_PLS 分析及其发展对策·····	贾俊松 (2188)
禹城市耕地土壤盐分与有机质的指示克里格分析·····	杨奇勇,杨劲松,余世鹏 (2196)
旋覆花提取物对朱砂叶螨的生物活性及酶活性的影响·····	段丹丹,王有年,成 军,等 (2203)
白洋淀湖滨湿地岸边带氨氧化古菌与氨氧化细菌的分布特性·····	叶 磊,祝贵兵,王 雨,等 (2209)
干旱胁迫条件下 6 种喀斯特主要造林树种苗木叶片水势及吸水潜能变化·····	王 丁,姚 健,杨 雪,等 (2216)
桉树人工林物种多样性变化特征·····	刘 平,秦 晶,刘建昌,等 (2227)
海河流域湿地生态系统服务功能价值评价·····	江 波,欧阳志云,苗 鸿,等 (2236)
芦苇在微咸水河口湿地甲烷排放中的作用·····	马安娜,陆健健 (2245)
云南不同土壤铅背景值下大叶茶种群对铅的吸收积累特征及其遗传分化·····	刘声传,段昌群,李振华,等 (2253)
长江口和杭州湾凤鲚胃含物与海洋浮游动物的种类组成比较·····	刘守海,徐兆礼 (2263)
江西大岗山地区 7—9 月降水量的重建与分析·····	乔 磊,王 兵,郭 浩,等 (2272)
山核桃免耕经营的经济效益和生态效益·····	王正加,黄兴召,唐小华,等 (2281)
基于 GIS 的广州市中心城区城市森林可达性分析·····	朱耀军,王 成,贾宝全,等 (2290)
专论与综述	
土壤呼吸温度敏感性的影响因素和不确定性·····	杨庆朋,徐 明,刘洪升,等 (2301)
植物代谢速率与个体生物量关系研究进展·····	程栋梁,钟全林,林茂兹,等 (2312)
耕地生态补偿实践与研究进展·····	马爱慧,蔡银莺,张安录 (2321)
问题讨论	
元谋干热河谷三种植被恢复模式土壤贮水及入渗特性·····	刘 洁,李贤伟,纪中华,等 (2331)
研究简报	
中微量元素和有益元素对水稻生长和吸收镉的影响·····	胡 坤,喻 华,冯文强,等 (2341)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 296 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-04



封面图说:巴西热带雨林——美丽的巴西北部玛瑙斯热带雨林景观。位于南美洲的亚马逊河是世界上流域最广、流量最大的河流,孕育了世界面积最大的热带雨林,雨林中蕴藏着极丰富的生物资源。

彩图提供:中国科学院生态环境研究中心徐卫华博士 E-mail:xuweihua@rcees.ac.cn

山核桃免耕经营的经济效益和生态效益

王正加¹, 黄兴召¹, 唐小华², 黄坚钦¹, 钱莲芳¹, 黎章矩^{1,*}

(1. 浙江林学院 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 浙江 临安 311300; 2. 淳安县林业局, 浙江 淳安 311300)

摘要: 免耕经营能够有效的提高经济和生态效益, 防止水土流失, 保护林下植被和增加土壤有机质。浙江杭州地区山核桃长期免耕, 取得良好的经济和生态效益。调查了主产区临安市、淳安县 4 个重点乡镇, 5 个重点村和 215 户的亩产及人均山核桃收入, 分析免耕经营前后土壤肥力变化情况。结果表明: 4 个重点乡镇成林平均亩产山核桃 74.68 kg, 产值 2987 元/666.7 m², 人均山核桃收入 7028 元; 5 个重点村平均单产为 95.1 kg/666.7 m², 产值 2800 元/666.7 m², 人均山核桃收入 14818.9 元; 215 户近 4a 平均单产为 125.03 kg/666.7 m², 产值 5001 元/666.7 m², 投入产出之比达 1:8 以上。土壤分析表明, 施肥前 25a 土壤有机质含量、土层厚度保持不变, 而全氮、全磷、水解氮、速效磷均缓慢上升; 免耕加施肥后, 土壤肥力显著提高, 产量成倍增加, 产量年变异系数由施肥前的 39.76% 下降到 19.60%。由于重点产区山核桃纯林过于集中连片, 水源涵养功能下降, 病虫害日趋严重; 同时存在施肥过量, 肥料配比失调, 林地土壤含氮量全部超标, 含钾量严重不足的问题, 今后施肥必须注意“控氮、稳磷、增钾”。

关键词: 山核桃; 免耕经营; 经济效益; 生态效益

Analysis on economic and ecological benefits of no-tillage management of *Carya cathayensis*

WANG Zhengjia¹, HUANG Xingzhao¹, TANG Xiaohua², HUANG Jianqin¹, QIAN Lianfang¹, LI Zhangju^{1,*}

1 A Nurturing Station for the State Key Laboratory of Subtropical Silviculture, Zhejiang A & F University, Lin'an, Zhejiang 311300, China

2 Forestry Administration of Chun'an; Chun'an Zhejiang 311700, China

Abstract: Long-term no-tillage management technology of hickory (*carya cathayensis*) is extended in Hangzhou, Zhejiang and good benefit is obtained. Investigation in the main producing areas of hickory in Lin'an and Chun'an city was carried out. The results showed that the yield was 74.68 kg/666.7 m² (2987 yuan/666.7 m²) and the per capita income was 7028 yuan in the four key towns, and the yield was 95.1 kg/666.7 m² (2800 yuan/666.7 m²) and the per capita income was 14,818.9 yuan in the five key villages. The average yield was 125.03 kg/666.7 m² (5,001 yuan/666.7 m²) and Investment Return Ratio was more than 1:8 after random investigation of 215 forest owners for nearly 4 years. In the total costs, the harvesting cost was the largest, more than 51.81%, followed by fertilization (including labor costs) for 27.26%, then spraying for 6.45%, and the others, which consists of peeling costs, saling costs, tending costs, labor costs and so on. For example of Changmo Ling, due to all hickory cultivation process managed by employees, the input-output ratio is only 1:3.66. However, the mean income reached 3000 yuan/666.7 m² in 2007. There are 230000 mu of hickory forest lands which produced more than 1.2 billion yuan in Lin'an and the economic benefit was one of the topest in the economic forest in Zhejiang as well as China. No-Tillage management is beneficial to protecting the undergrowth and controlling water and soil erosion. Thus, it improved soil moisture, increased soil organ and maintained nutrient cycling by covering the undergrowth in hickory land after cutting on timely. Soil analysis demonstrated that soil organic content and soil layer unchanged during the unfertilized years, while the total nitrogen, phosphorus and hydrolysable nitrogen increased slowly. Soil fertility was improved. Yield was multiplied. The coefficient of variation decreased from 39.76% to 19.60% between

基金项目: 国家自然科学基金(30872047); 浙江省科技厅重大项目(2007C12023); 浙江省自然科学基金重点项目(Z307534); 浙江林学院 B 类创新团队项目(2007); 浙江林学院博士启动基金(2351000754)资助

收稿日期: 2010-04-06; 修订日期: 2010-10-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wzj@zafu.edu.cn

no-fertilization and fertilization. The average yields reached 985.50kg/hm² after fertilization between 2006 to 2009, which yields of the later was 2.47 times that of the former. The protection and improvement of ecological condition is the basis of high output and efficiency in the hickory forest. The results also made known that pure hickory forest in key producing areas was over-concentrated, water contents declined, pests became more serious in the hickory forest. No-tillage management splits grass cover management of soil layer thickness was 58.0 cm, and often drop to the soil layer of biochemical was 50.6 cm, which fell by 7.4 cm across 5 years. There were also too much fertilization, breaking fertilizer ratio balance which caused excess of nitrogen content and serious shortage of potassium content. Compared 13 soil profiles soil of 2005 to classification standard national green food, total nitrogen and hydrolysable nitrogen were all exceeded, rich levels and moderate levels each were 5, less levels were 3 of hydrolysable nitrogen, no rich levels and less levels were 9 of available kalium. So attention must be paid to "controlling nitrogen, stabling phosphorus, improving potassium" in fertilizer in the near future.

Key Words: *Carya cathayensis*; no-tillage management; economic benefit; ecological benefit

农业上的免耕经营是防止土壤流失、风蚀和维护土地肥力的重要途径,已受到国内外的日益重视^[1-4],在我国南方,由于地形复杂、雨水充沛,频繁垦复的山地经济林,水土流失严重,土壤肥力下降,低产低效面貌长期得不到改变。如何以生态理念为指导,以保护、改善生态条件为手段,改变经济林的经营方式,达到“高产、优质、高效、生态、安全”^[5]的经营目标,将是经济林研究的重要课题之一。浙江杭州地区有 4.67 万 hm² 山核桃(*Carya cathayensis* Sarg.), 70% 分布于土层浅薄、岩石裸露、生态脆弱的石灰岩山地,由于长时期坚持免耕(不动土)经营,林下植被得到保护,水土流失得到有效控制。土壤肥力稳步提高,取得了大面积单产值 3000 元/666.7m² 以上,人均山核桃收入 7000 元以上,为山地经济林免耕经营提供了良好的范例。为了总结山核桃免耕经营的经验,本文对重点产区乡镇、村、户的山核桃面积、产量、产值和效益进行了调查,对不同栽培类型的土壤肥力等进行了测定分析,结果显示免耕经营下的山核桃不仅能有效的防止水土流失,更能省工省时,节约劳力,提高投入与产出比。

1 调查分析地区和研究方法

1.1 调查地区自然条件

浙江山核桃主要分布于浙江西部的临安、淳安两地(占杭州市 90%)。地理位置 N29°56′—30°23′, E118°51′—120°44′, 海拔 150—1100m。产区年平均气温 15.5—17℃, 最冷月 3—5℃, 最热月 27.5—29.5℃, 极端低温 -13—-15℃ (1000m 以上 -18℃), 极端高温 38—42℃, 年降雨量 1200—1600mm。母岩以石灰岩为主占 70% 以上, 其次为砂岩、花岗岩、板砂岩、凝灰岩。土壤以石灰土为主, 淋溶石灰土、红色石灰土、幼年石灰土, 及部分山地红壤、黄红壤, 800m 海拔以上有部分黄壤。林地坡度 15° 以上占 80%, 30% 以上达 30°—60°。

1.2 调查研究方法

1987 年和 2005 年两次调查不同地质、土壤类型山核桃林地土壤肥力状况, 选择代表性地段(林相, 产量处中等水平), 设 30m×30m 标准地, 挖掘土壤剖面, 分 A、B 层采集土样, 风干过筛后供分析。1987 年分析剖面 14 个, 其中石灰土 7 个, 花岗岩发育的黄壤、黄红壤 4 个, 砂岩、板岩发育的土壤 3 个, 土壤营养元素分析按中国土壤学会所编《土壤农业化学分析》方法由中国水稻所代为分析; 2005 年分析剖面 13 个, 其中 12 个采样地点与 1987 年相同, 土壤营养成分分析按鲁如坤所著《土壤农业化学分析法》^[6] 进行。部分科技示范户土壤分别于 1962、1987、2005 年 3 次跟踪调查分析; 2005 年同时调查了同一立地条件下免耕经营剖面 14 个与经常垦复经营剖面 12 个。

产量效益调查, 对科技示范户(联系户)山核桃林的管理、产量和效益进行长期记载统计, 2005 年 5 月 18 日—6 月 20 日, 在临安市, 淳安县林业局、科技局、产区林业站参与下调查两县市重点乡镇、村、户近 4a 山核桃投产面积、产量、产值和投入之比。同时查阅了临安市统计年鉴和重点乡镇有关山核桃的统计资料作为印

证,分析山核桃免耕经营下的生态经济效益。实际调查了4个重点乡镇,5个重点村,215户农户,调查地点涉及山核桃分布区的80%以上。

2 结果与分析

2.1 山核桃种仁的营养价值

山核桃为我国特有的重要干果和木本油料树种。风味香脆、营养丰富。本研究测定结果显示,山核桃种仁含蛋白质10%以上,含17种氨基酸,人体必需的氨基酸占氨基酸总数的38.94%;VC含量超过一般干果;钙、镁、钾、磷等人体必需的大量矿物元素含量较为丰富,其含量为核桃的4.09倍,扁桃的3.45倍,薄壳山核桃的1.25倍,是重要的强身、保护心、脑血管的保健食品。种仁含油率70%—75%,干果出油率28%以上,脂肪酸组成主要为油酸及亚油酸,其中不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的88.39%—95.78%,不饱和脂肪酸及亚油酸含量均高于油橄榄、薄壳山核桃、油茶等木本油料^[7-10],属于优质食用油。大面积产油量高达18kg/666.7m²高于大核桃1倍、油茶4—5倍。

2.2 山核桃的经济效益

2.2.1 山核桃的产量与产值

本次研究调查了主产区临安市、淳安县4个重点乡镇,5个重点村2006—2009年实际产量与收入情况(表1),重点村的215户农户产量与收入情况(表2)。结果显示:4个乡镇山核桃平均单产74.68kg/666.7m²,平均单产值2987.39元/666.7m²,人均山核桃收入7028.32元;5个村平均山核桃单产95.01kg/666.7m²,单产值3800.43元/666.7m²,人均山核桃收入14818.94元。其中岛石镇2006年全镇山核桃收入超过10万元以上的有480户、5万元以上的2150户;32个村山核桃林收入超百万元,8个村超千万元,全镇山核桃产值(含加工增值)达3亿元。215户近3—7a山核桃平均单产123.72kg/666.7m²,平均单产值5001.16元/666.7m²,平均户收入16080.37元。其中瑶山乡、横路乡、清凉峰为老产区,户均山核桃收入27000—34000元之间;临安湍口镇洪岭村、淳安王阜乡童川村周土坞和淳安王阜乡童川村户均收入为13678元、14405.1元和15094.6元,较平均值低,主要原因为3个村新投产林比例较大,大部分未进入盛产期;临安东溪村户均收入为9874.6元,主要原因是2005年-18℃以下产生严重冻害导致本年度零收入。

表1 重点乡镇山核桃收入状况

Table 1 The income situation of hickory townships

地点 Location	投产面积 Production area /(×666.7m ²)	年产量/t Annual yield/t	年均单产 Average yield per- (kg/666.7m ²)	产值 Value /(元/666.7m ²)	人口数量 Population 人	人均产量 Output per person/kg	人均年产值 Average annual per capita output/元
L1	18000	1180.0	65.55	2622.2	9571	123.28	4931.56
L2	54340	4500.0	82.81	3112.48	18761	239.86	9594.37
L3	15000	1212.0	80.8	3232.0	9838	123.19	4927.0
L4	19000	1050.0	55.26	2210.5	7030	214.08	8563.3
合计 Sum (平均 Average)	106340	7942.0	74.68	2987.39	45200	175.71	7028.32
L5	5000	425.0	85.00	3400.0	1037	409.83	16393.4
L6	2000	325.0	163.47	6539.5	497	653.90	26156.0
L7	3600	305.54	84.48	3948.9	1218	250.85	10034.4
L8	2400	179.19	74.66	2986.4	581	298.65	11946.1
L9	800	76.42	95.82	3817.0	336	227.45	9098.1
合计 Sum (平均 Average)	13800	1311.15	(95.01)	(3800.43)	3669	(370.47)	(14818.94)

L1:淳安县瑶山乡,L2:临安市岛石镇,L3:临安市横路乡,L4:临安市新桥乡,L5:岛石镇银坑村,L6:岛石镇白坑村,L7:楼下村,L8:张家村,L9:下塔村

表2 生产户的山核桃产量与收入情况统计

Table 2 The production of income situation about hickory households

地点 Location	户数/户 Household numbers	产量年度 Years of production	平均单产干籽 Average seed yield per-666.7m ² /kg	平均产值/元 Value of average yield per-666.7m ²	户均收入/元 Revenue per households
L1	5	2006—2009	105.65	4648.78	13678
L2	5	2007—2009	132.03	5281.0	16718
L3	78	2003—2007	105.09	4203.6	14405.1
L4	8	2006—2009	108.19	4327.5	28500.0
L5	4	2006—2009	174.83	6994.4	27496.8
L6	1	2002—2008	98.57	3942.8	9874.6
L7	4	2004—2009	148.70	5946.0	34276.7
L8	106	2006—2008	116.63	4665.2	15094.6
L9	4	2006—2008	115.64	4625.7	24176.8
合计 Sum (平均 Average)	215		123.72	5001.16	16080.37

L1: 临安湍口镇洪岭村, L2: 淳安夏中村, L3: 淳安王阜乡童川村周土坞, L4: 淳安瑶山乡, L5: 临安横路乡丁村谢家桥, L6: 临安上溪村, L7: 临安清凉峰镇株柳村, L8: 淳安王阜乡童川村, L9: 汾口、瑶山、姜家、临歧

2.2.2 山核桃栽培的直接经济效益

山核桃栽培管理的支出主要是施肥、农药、采收工资及其他抚育管理、产品加工、包装、储运等开支,表3是根据有代表性11个科技示范户(联系户)的历年开支记录统计结果。从表3可以看出各项开支中最大的是采收工资,占总开支的51.81%以上,其次是施肥(含工资)约占27.26%,喷药占6.45%,其它开支占14.48%,其它开支主要包括果实机器脱皮、翻晒、加工出售、林地抚育及招待工人吃住等。由于山核桃单产较高、价格高,一般农户投入与产出之比平均可达1:8以上,是经济林中栽培效益最好的经济树种之一。凌长木户由于自己没有劳力,山核桃栽培全过程施肥等全部靠雇工,所以投入产出之比仅1:3.66,尽管如此,该户2007年70×666.7m²山核桃净收入约21万元,平均每亩净收入达3000元。

2.3 山核桃林地经营的生态效益

2.3.1 免耕经营有利于生态保护和产量稳定

调查结果显示:临安市解放前保留下来的0.8万hm²山核桃老林,长期坚持不翻耕土地,每年山核桃采收前进行劈草抚育,劈下的杂草铺于林地以利于夏季降温保湿,有效地控制了水土流失,即使在35°以上陡坡也少有水土流失现象。2009年调查上溪毛塔村山核桃林,其坡度为30°以上,免耕经营林份,林下植被良好,树龄在30—60年生,单产干果120kg/666.7m²,平均单产值达到4800元,至今结果良好;岛石镇下塔村47hm²70年生以上免耕老林,平均单产98.85kg,平均单产值3954元;该村胡汉平户的5.52×666.7m²免耕山核桃林,2005—2009年平均单产173kg/666.7m²,年均单产值11340元/666.7m²。

2.3.2 免耕经营下土壤营养成份的变异

表4是列出了胡汉平科技示范户在海拔410m、15°坡度,80多年生山核桃林地43a间土壤肥力变化情况,从表4可以看出,免耕经营43a,土层厚度和pH值没有变化,土壤全氮、水解氮及速效钾、速效磷和产量均缓慢提高。从2002年开始,该户在免耕条件下劈下林下杂草如麦冬、沿阶草、石蒜、蜈蚣蕨以及菊科、豆科植物覆盖地面,有效的增加了土壤的有机营养,故从1987—2005年间测得的土壤全氮、水解氮及速效钾、速效磷等成分显著的提高,产量也大幅度提升。

2.3.3 免耕和施肥土壤肥力变异

山核桃在20世纪90年代以前一直处于半野生状态,从来没有施肥习惯。“以粮为纲”年代,在“向山要肥,山肥下田”的口号下。有的地方还将山核桃林下表土刮下肥田,而导致山核桃大幅度减产。进入90年代后随着山林承包到户和市场价格提高,山核桃开始普遍施肥。为了解免耕和施肥对土壤肥力和产量的影响,

表 3 科技示范户(联系户)山核桃生产效率分析

Table 3 Hickory production efficiency analysis on scientific demonstration households											
地点 Location	姓名 Name	投产面积 Production area /(666.7m ²)	产量年限 Years of production /a	平均单产 Average yield per-666.7m ² / (kg/666.7m ²)	年平均 总产值 Average annual total value/元	年单产 Average annual value per-666.7m ² /元	年各项支出/元 Every years costs			投入产出比 Input-output ratio	
							施肥 Fertilization	农药 Pesticides	采收费用 Harvest cost 其他费用 Other costs		
L1	胡汉平	5.52	2003—2009	173.64	☆57509.5	10418.4	3000.0	500.0	5000.0	9000.0	1:6.38
L2	张跃伟	8	2007—2009	172.26	41342.4	6890.4	1500.0	350.0	2000.0	4150.0	1:9.96
L3	莫孝忠	6	2004—2009	155.16	37237.0	6206.16	1000.0	200.0	2700.0	4700.0	1:7.92
L4	王国才	5	2007—2009	120.0	28800.0	5760.0	500.0	250.0	3000.0	3750.0	1:7.68
L5	汪德彪	3.5	2007—2009	104.67	14653.3	4186.7	250.0	200.0	600.0	1050.0	1:13.95
L6	方妙根	8	2006—2009	125.0	40000.0	5000.0	1200.0	200.0	1100.0	2500.0	1:16.0
L6	毛剑军	7.0	2006—2009	94.20	☆31000.0	4429.0	1000.0	400.0	1000.0	4000.0	1:7.75
L6	王利军	6	2006—2009	95.00	30400.0	5066.6	2000.0	300.0	3000.0	5300.0	1:5.73
L6	董荣琪	4	2006—2009	148.5	23760.0	5940.0	600.0	200.0	1500.0	2800.0	1:8.48
L7	龚乌荣	6	2005—2009	152.58	36620.0	6103.0	1000.0	250.0	3000.0	4750.0	1:7.71
平均 Average		5.90		134.10	34132.22	6000.03	1205.0	285.0	2290.0	4420.0	1:8.13
占总支出比例/% Ratio of costs						27.26		6.45	51.81	100.0	
L8	凌长木	70	2007—2009	95.00	280000.0	4000.0	16000.0	7000	32500.0	76500.0	1:3.66
占总支出比例/% Ratio of costs						20.91		9.15	42.49	100.0	

L1: 岛石镇下塔村, L2: 横路乡谢家桥村, L3: 清凉峰镇株柳村, L4: 淳安王阜乡童川村, L5: 淳安临歧镇夏中村, L6: 淳安瑶山乡浪洞村, L7: 临安横路乡丁村, L8: 临安岛石镇新二村

表 4 岛石镇下塔村棺材坞不同年度土壤分析

Table 4 Soil analyzed for different years on the village of Guan-cai-wu Xia ta Dao shi										
年份 Years	坡度 Slope	土壤剖面层次 Level of Soil profile	土层厚度 Soil layer/cm	pH	有机质含量 Organic matter content/%	全氮 Total nitrogen /%	水解氮 Hydrolyzable nitrogen/(mg/kg)	速效磷 Available Phosphorus /(mg/kg)	速效钾 Available potassium /(mg/kg)	单产干果量 Seed yield per-mu /(kg/666. 7m ²)
1962	15°	A	0—40	6.9	1.93	0.101	30.0	10.0	61.0	51.6
		B	41—66	7.0	0.98	0.089	10.0	2.0	27.5	
1987	15°	A	0—35	6.5	1.92	0.130	78.6	12.6	59.0	79.8
		B	35—69	6.9	0.89	0.090	47.0	4.7	32.8	
2005	15°	A	0—38	6.8	3.67	0.227	252.0	16.7	60.0	171.6
		B	38—68	6.8	1.44	0.118	133.0	28.2	35.0	

分别于1987年(施肥前)和2005年(施肥后)分析同一林地的土壤肥力状况(表5)。从表5可以看出:普遍施肥以后,土壤pH值、全氮、全磷都有增加;水解氮由原来的55.90 mg/kg增至192.78 mg/kg,速效磷由原来的2.26 mg/kg增至17.35 mg/kg,这与施用尿素、复合肥和过磷酸钙较多有关;而全钾、速效钾则由原来的1.352 mg/kg和63.82 mg/kg下降至0.758 mg/kg和46.82 mg/kg。究其原因可能与山核桃喜钾、需钾量大和钾离子易流失有关。据分析山核桃种子含钾量0.4%,果皮含钾量达0.8%,单产1500 kg/hm²干果的山核桃林每年要带走36 kg氧化钾,约为277 kg复合肥的含钾量。临安市有15000 hm²山核桃成林,施肥前的1980—1990年平均单产山核桃388.35 kg/hm²,产量年变异系数39.76%,而施肥后的2006—2009年平均单产958.50 kg/hm²,后者产量为前者的2.47倍,产量年变异系数下降到19.60%,故免耕施肥能有效地提高了土壤肥力水平,使山核桃产量大幅度提高,基本实现了丰产稳产的目标。

表5 免耕和施肥土壤肥力变异情况

Table 5 Soil fertility variation between no-tillage and fertilization management

年份 Years	土壤剖面数 Number of soil profile	剖面层次 Level of soil profile	土层厚度 Soil layer /cm	pH	有机质含量 Organic matter content /%	全氮 Total nitrogen /%	全磷 Total phosphorus /%	全钾 Total potassium /%	水解氮 Hydrolyzable nitrogen /(mg/kg)	速效磷 Available phosphorus /(mg/kg)	速效钾 Available potassium /(mg/kg)
1987	14	A	27.14	5.96	2.10	0.173	0.124	1.305	63.95	3.186	82.06
		B	37.14	6.07	1.29	0.108	0.101	1.399	47.85	1.333	52.00
		平均	(64.28)	6.02	1.68	0.139	0.116	1.352	55.90	2.26	63.82
2005	13	A	31.00	6.08	2.11	0.179	0.126	0.829	209.98	17.62	55.38
		B	36.61	6.40	1.16	0.117	0.120	0.688	145.92	17.08	38.26
		平均	(67.61)	6.24	1.68	0.148	0.123	0.758	192.78	17.35	46.82
均值比较 Comparing the average /%	1987		100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2005		105.18	103.6	100	106.47	106.03	56.06	344.86	767.70	73.36

2.3.4 相同立地条件不同经营方式下土壤理化性质变化

表6是2005年在岛石镇下塔村选择的相同立地条件下,一种是5a内免耕劈草覆盖经营和另一种是5a内经常垦复经营的两种不同经营模式的土壤理化性质分析。从表6可知相同立地条件两种不同经营方式土壤理化性质有着明显的变化,免耕劈草覆盖经营的土层变厚,土层厚度为58.0 cm,而经常垦复的土层厚度下降至50.6 cm,下降了7.4 cm;经常垦复的土层土壤容重和速效磷明显增加,导致土壤结构破坏、透气性变差、保水保肥能力下降,土壤出现严重板结,其中速效磷的增加与用户垦复后常施磷钾肥等有关;免耕劈草复盖经营除了土层变厚外,其土壤有机质含量、全氮、全磷、速效钾、阳离子代换量和盐基饱和度均比经常垦复的土层含量要高。土壤剖面的A层变化更加明显,有机质含量从2.11%下降至1.78%,全氮、速效钾、盐基饱和度和阳离子代换量分别由0.33%、63.38 mg/kg、19.23 mg/kg和71.21%下降至0.154%、51.41 mg/kg、16.45 mg/kg和75.98%。造成的原因主要是经常垦复的土层表面结构疏松,林下植被破坏,水土流失严重,土壤无机胶体、有机胶体和有机、无机复合胶体含量下降,土壤结构破坏,矿质元素流失,阳离子代换量和盐基饱和度下降,整个土壤肥力下降。

3 讨论

3.1 山核桃是石灰土上生长的生态经济树种

生态经济树种是指对特定的产地条件(如沙地、盐碱地、石灰土等)有较强的生态适应性,生长发育良好,并能产生较高的生态效益和经济效益的树种。山核桃是适宜石灰土上发展的经济树种。杭州近4.7万hm²山核桃约3.3万hm²分布于石灰土上,临安市有3.26万hm²石灰岩山地,其中2.7万hm²以上发展山核桃。目前单产120 kg/666.7 m²以上,单产值4500元/666.7 m²以上的丰产林均为石灰土,在我国南方湘、鄂、桂、

黔、滇、渝等省市有 30 多万 km² 喀斯特地区(石灰岩),据国家林业局统计,其中 100000km²已成石漠化。而且每年以近 2000km²速度扩展。喀斯特地区属于我国 6 大贫困地区之一,有计划的在这些地区发展山核桃对改善当地生态条件、经济条件和实施国家木本油料战略储备都有重要意义。

3.2 免耕经营有效的提高了土壤肥力、改善了土壤结构

山核桃是我国的特色干果和木本油料树种,随着经济效益的提高,农民自觉经营的积极性随之提高,山核桃林地面积不断扩大,纯林化加剧,强度经营下林地生态环境日益恶化,水土流失、石漠化严重,病虫害加剧。从表 4—表 6 可以看出山核桃林地长期免耕经营能有效的保护生态环境、提高土壤的有机质和矿物质离子,很好的保持了土壤结构和肥力。目前在我国南方油茶、板栗等山地经济林和山地水果普通推广,产区挖山的垦复制度,造成水土流失严重,土壤肥力下降,低产低效的面貌长期得不到改变。课题组分析了 1983—1985 年浙江、安徽、湖北、湖南 4 省垦复的一般油茶林和垦复加施肥的油茶丰产林共 40 个土壤剖面的土壤肥力状况^[11-13],与 1987 年施肥前的山核桃林土壤肥力相比,发现后者土壤除全钾(母岩影响)外,全氮、全磷、速效磷、速效钾成倍于一般的油茶林,也显著高于油茶丰产林。传统认为垦复可以疏松土壤,增加土壤含水量,提高土壤通气性和土壤矿质营养的有效性,事实上土壤是否疏松、通气、达到“三相(气相、液相、固相)”平衡,关键是有机质含量和土壤结构^[1,4,14-15],频繁垦复(特别是坡地)破坏林下植被,水土流失严重,有机质缺乏,土壤无机胶体、有机胶体和有机、无机复合胶含量下降,土壤结构破坏,矿质元素流失,必然导致土壤容重提升,阳离子代换量和盐基饱和度下降,土壤的保肥能力和矿物元素的有效性降低,整个土壤肥力下降。

表 6 相同立地条件不同经营方式土壤理化性质分析
Table 6 Soil properties analysis of the same site conditions with different management

经营方式 Management	土壤剖面数 Number of soil profile	剖面层次 Level of soil profile	平均土层厚度 Average of soil layer/cm	土壤容重 Soil bulk density	pH	有机质含量 Organic matter content/%	全氮 Total nitrogen/%	全磷 Total phosphorus/%
免耕 No-tillage	14	A	19.4	1.29	5.93	2.11	0.179	0.126
		B	38.6	1.34	6.03	1.06	0.117	0.120
		平均	58.0	1.32	5.98	1.59	0.148	0.123
经常垦复 Often reclaimed	12	A	14.5	1.33	6.09	1.78	0.154	0.113
		B	36.1	1.42	6.15	1.01	0.102	0.117
		平均	50.6	1.38	6.12	1.40	0.128	0.115

经营方式 Management	土壤剖面数 Number of soil profile	剖面层次 Level of soil profile	全钾 Total potassium/%	速效磷 Available phosphorus /(mg/kg)	速效钾 Available potassium /(mg/kg)	阳离子代换量 Cation exchange capacity /(me/mg)	盐基饱和度 Base saturation/%	坡度/(°) Slope
免耕 No-tillage	14	A	0.83	10.62	63.38	19.23	75.98	10—35
		B	0.69	5.08	38.26	18.46	64.73	
		平均	0.76	7.85	50.82	18.85	70.36	
经常垦复 Often reclaimed	12	A	0.63	17.34	51.41	16.45	71.21	10—35
		B	0.54	12.05	27.91	13.36	62.26	
		平均	0.56	14.70	39.66	14.91	66.74	

3.3 免耕经营防止水土流失,有效保护生态环境

2009 年中央 1 号文件指出^[5],“发展现代农业,必须按照高产、优质、高效、生态、安全的要求。”保护和改善生态条件是实现高产、优质高效的基础,更是产品安全的根本保证。在我国南方地形复杂,雨水充沛的山地经济林,保护林下植被是保护生态条件的关键。因为生态破坏大多从植被破坏开始的,而要改善生态,植被起关键作用^[16]。林下植被在保持水土,涵养水源,改良土壤,增加碳汇,维持林分的营养循环中都起有重要作

用。本研究的部分山核桃林由于长期坚持免耕经营,水土流失得到有效控制,即使 30°以上陡坡也很少有水土流失现象。土壤检测表明,经营 43a 的林地,土壤厚度、土壤有机质含量没有下降,而土壤全氮、全磷、水解氮,有效磷则是逐渐上升。20 世纪 90 年代以后在免耕的基础上开始施肥,使土壤肥力显著提高,产量迅速上升,大面积产量达 62kg/666.7m² 以上,单产值近 3000 元/666.7m²,抽查 215 户,平均单产 125.03kg/666.7m²,单产值达 5001 元/666.7m²,投入产出比达 1:8 以上。许多研究表明,免耕能够影响土壤物理、化学和生物学性质,与传统耕作相比,免耕可有效地控制土壤水分蒸发^[17],因此免耕可增加土壤含水量^[18],提高土壤水分的有效性。最为重要的是免耕覆盖避免扰乱表层土壤,土壤有机质和全氮、全钾、全磷、速效磷和速效钾均高于免耕无覆盖的传统翻耕^[19-20]。同时免耕土壤系统能够提高土壤微生物的丰富度,增加土壤微生物含量^[21],增加土壤酶活性^[22]。目前山核桃林地面积不断扩大,新造山核桃林幼林和部分老林仍采取挖山垦复的经营方式,局部水土流失现象很严重,而且垦复后存在盲目施肥现象,肥量达 30kg/666.7m² 以上,远高于发达国家规定的施肥上限 225kg/hm²,而且一半是撒施,利用率不到 20%,临安市 2.7 万 hm² 山核桃林地年施肥量达 11200t 以上,按 20% 利用率折算,每年挥发流失化肥约 8000t,严重污染了环境。以 2005 年土壤分析数据(表 5)对照国家绿色食品土壤肥力分级标准^[19],13 个土壤剖面中土壤全氮、水解氮全部超标;速效磷丰富的 5 个,中等水平的 5 个,不足的 3 个;而速效钾丰余的为 0,中等的 4 个,不足的达 9 个。建议今后应严格控制施肥总量,在肥料配比上要注意“控氮、稳磷、增钾”。

致谢:感谢临安市科技局钱尧林,昌北区林业站谢培林,浙江林学院沈正法,淳安县临歧镇张保庭;感谢临安市林业局、淳安县林业局、昌北林业站等。

References:

- [1] Zhang T Q. World-wide sustainable development and traditional agriculture. World Science, 2003, 10: 38-39.
- [2] Burger J A. Management effects on growth, production and sustainability of managed forest ecosystems: past trends and future directions. Forest Ecology and Management, 2009, 258(10): 2335-2346.
- [3] Xue X K. Problems and solutions in developing the industrial raw material forest of China. China Forestry Science and Technology, 2009, 23(5): 5-9.
- [4] Hou Y Z. Science understanding the issues of developed eucalyptus forestry in southern China. World Forestry Research, 2006, 19(3): 71-76.
- [5] Bulletin of Seventh session of the Third Plenary Session of the Central Committee. Xinhua net, (<http://news.sina.com.cn/c/2008-10-12/185216440242.shtml>), 2008, 10.
- [6] Lu R K. Analyze Methods of Soil Agricultural Chemistry. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2000: 106-226.
- [7] Li Z J. Cultivation and Production of Pecan. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2003: 5-8.
- [8] Li Z J, Dai W S. China Torreya. Beijing: Science Press, 2007: 7-9.
- [9] Zhuang R L. China Camellia. Beijing: China Forestry Publishing House, 2008: 341-341.
- [10] Xi R T, Liu M J. China Nuts. Beijing: China Forestry Publishing House, 2005: 78, 149, 209.
- [11] Hong Y Y, Tang X H, Wang H. Pecan fertility survey. Journal of Zhejiang Forestry College, 1997, 17(6): 1-8.
- [12] Wu J S, Zeng Y R, Li Z J. Soil fertility and stand structure of high yield Camellia oleifera stands. Journal of Beijing Forestry University, 2009, 31(6): 203-208.
- [13] Li Z J, Zeng Y R, Dai W S. Studies on internal and external factors which related with low yield and poor benefit in Camellia oleifera. China Forestry Science and Technology, 2009, 23(5): 26-31.
- [14] Diver S, Ames G. Sustainable pecan production. ATTRA, 2000: 1-22.
- [15] Ye Z J, Chai X Z. Zhejiang Forestry Soil. Zhejiang Science and Technology Press, 1986: 308-318.
- [16] Johnston J M, Crossley D A. Forest ecosystem recovery in the southeast US: soil ecology as an essential component of ecosystem management. Forest Ecology and Management, 2002, 155(1/3): 187-203.
- [17] Zhang H L, Qin Y D, Zhu W S. Study on soil evaporation of no-tillage with mulch. Chinese Journal of Soil Science, 2003, 34(4): 259-261.
- [18] Wang J Z. Influence of protective farming on soil water of wheat field. Science of Soil and Water Conservation, 2007, 5(5): 71-74.
- [19] Yan J, Deng L J, Huang J. Effect of conservation tillage on soil physicochemical properties and crop yields. Chinese Agricultural Mechanization, 2005, (2): 31-34.

- [20] Sun J, Liu M, LI L J, Liu J H, Zhang X J. Influence of No-tillage and stubble on soil microbial biomass and enzyme activities in rain-fed field of Inner Mongolia. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(10): 5508-5515.
- [21] Zhang J, Yao Y Q, Jin K, Lu J J, Wang C H, Wang Y H, Li J H, Ding Z Q. Change of SMBC and SMBN under conservation tillage on sloping dry land. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2007, 21(4): 126-129.
- [22] Jang Y, Liang W J, Wen D Z. Effects of no-Tillage on soil biological properties in farmlands: a review. *Chinese Journal of Soil Science*, 2004, 35(3): 347-351.

参考文献:

- [1] 张田勘. 世界范围的可持续发展与传统农业. *世界科学*, 2003, 10: 38-39.
- [3] 薛秀康. 我国按树工业原料林发展中存在的问题与对策. *林业科技开发*, 2009, 23(5): 5-9.
- [4] 候元兆. 科学地认识我国南方发展按树速生丰产林问题. *世界林业研究*, 2006, 19(3): 71-76.
- [5] 十七届中央委员会第三次全体会议公报, 新华网(<http://news.sina.com.cn/c/2008-10-12/185216440242.shtml>), 2008, 10.
- [6] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 106-226.
- [7] 黎章矩. 山核桃栽培与加工. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2003: 5-8.
- [8] 黎章矩, 戴文圣. 中国香榧. 北京: 科学出版社, 2007: 7-9.
- [9] 庄瑞林. 中国油茶. 北京: 中国林业出版社, 2008: 341-341.
- [10] 郝荣庭, 刘孟军. 中国干果. 北京: 中国林业出版社, 2005: 78, 149, 209.
- [11] 洪游游, 唐小华, 王慧. 山核桃林土壤肥力的研究. *浙江林业科技*, 1997, 17(6): 1-8.
- [12] 吴家胜, 曾燕如, 黎章矩. 油菜丰产林土壤肥力与林分结构调查. *北京林业大学学报*. 2009, 31(6): 203-208.
- [13] 黎章矩, 曾燕如, 戴文圣. 油茶低产低效的内外影响因子调查. *林业科技开发*, 2009, 23(5): 26-31.
- [15] 叶仲节, 柴锡周. 浙江林业土壤. 浙江科学技术出版社, 1986: 308-318.
- [17] 张海林, 秦耀东, 朱文珊. 覆盖免耕土壤棵间蒸发的研究. *土壤通报*, 2003, 34(4): 259-261.
- [18] 王建政. 旱地小麦保护性耕作对土壤水分的影响. *中国水土保持科学*, 2007, 5(5): 71-74.
- [19] 严洁, 邓良基, 黄剑. 保护性耕作对土壤理化性质和作物产量的影响. *中国农机化*, 2005, (2): 31-34.
- [20] 孙建, 刘苗, 李立军, 刘景辉, 张星杰. 免耕与留茬对土壤微生物量 C、N 及酶活性的影响. *生态学报*, 2009, 29(10): 5508-5515.
- [21] 张洁, 姚宇卿, 金轲, 吕军杰, 王聪慧, 王育红, 李俊红, 丁志强. 保护性耕作对坡耕地土壤微生物量碳、氮的影响. *水土保持学报*, 2007, 21(4): 126-129.
- [22] 姜勇, 梁文举, 闻大中. 免耕对农田土壤生物学特性的影响. *土壤通报*, 2004, 35(3): 347-351.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 8 April, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

The relationship between <i>Populus euphratica</i> 's radial increment and groundwater level at the lower reach of Tarim River	AN Hongyan, XU Hailiang, YE Mao, et al (2053)
Influence of elevation factor on soil profile texture configuration: a case study of the alluvial plain of Fengqiu County	TAN Manzhi, MI Shuxiao, LI Kaili, et al (2060)
Effects of ozone on AsA-GSH cycle in soybean leaves	WANG Junli, WANG Yan, ZHAO Tianhong, et al (2068)
The effects of physical and chemical factors on the growth and lipid production of <i>Chlorella</i>	ZHANG Guiyan, WEN Xiaobin, LIANG Fang, et al (2076)
Response of net productivity of masson pine plantation to climate change in North Subtropical Region	CHENG Ruimei, FENG Xiaohui, XIAO Wenfa, et al (2086)
Soil respiration of <i>Zoysia matrella</i> turfgrass in subtropics	LI Xibo, YANG Yusheng, ZENG Hongda, et al (2096)
Effect of UV-B radiation on the leaf litter decomposition and nutrient release of <i>Pinus massoniana</i>	SONG Xinzhang, ZHANG Huiling, JIANG Hong, et al (2106)
Physiological ecological effect of endophyte infection on <i>Achnatherum sibiricum</i> under drought stress	HAN Rong, LI Xia, REN Anzhi, et al (2115)
Zinc Tolerance and Accumulation Characteristics of <i>Armillaria mellea</i>	ZHU Lin, CHENG Xianhao, LI Weihuan, et al (2124)
Expansion strategies of <i>Caragana stenophylla</i> in the arid desert region	ZHANG Jianhua, MA Chengchang, LIU Zhihong, et al (2132)
Effects of mixed plant residues from the Loess Plateau on microbial biomass carbon and nitrogen in soil	WANG Chunyang, ZHOU Jianbin, XIA Zhimin, et al (2139)
Survival strategy of <i>Stipa krylovii</i> and <i>Agropyron cristatum</i> in typical steppe of Inner Mongolia	SUN Jian, LIU Miao, LI Shengdong, et al (2148)
Spatial distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in <i>Salix psammophila</i> root-zone soil in Inner Mongolia desert	HE Xueli, YANG Jing, ZHAO Lili (2159)
An experimental study on the effects of different diurnal warming regimes on single cropping rice with Free Air Temperature Increased (FATI) facility	DONG Wenjun, DENG Aixin, ZHANG Bin, et al (2169)
Endophytic bacterial diversity in <i>Achnatherum inebrians</i> by culture-independent approach	ZHANG Xuebing, SHI Yingwu, ZENG Jun, et al (2178)
Hierarchical Partial Least Squares (Hi_PLS) model analysis of the driving factors of Henan's Ecological Footprint (EF) and its development strategy	JIA Junsong (2188)
Evaluation on spatial distribution of soil salinity and soil organic matter by indicator Kriging in Yucheng City	YANG Qiyong, YANG Jinsong, YU Shipeng (2196)
The toxicity of lupeol of <i>Inula britannica</i> on <i>Tetranychus cinnabarinus</i> and its effects on mite enzyme activity	DUAN Dandan, WANG Younian, CHENG Jun, et al (2203)
Abundance and biodiversity of ammonia-oxidizing archaea and bacteria in littoral wetland of Baiyangdian Lake, North China	YE Lei, ZHU Guibing, WANG Yu, et al (2209)
Changes of leaf water potential and water absorption potential capacities of six kinds of seedlings in Karst mount area under different drought stress intensities: Taking six forestation seedlings in karst Mountainous region for example	WANG Ding, YAO Jian, YANG Xue, et al (2216)
Comparison of structure and species diversity of <i>Eucalyptus</i> community	LIU Ping, QIN Jing, LIU Jianchang, et al (2227)
Ecosystem services valuation of the Haihe River basin wetlands	JIANG Bo, OUYANG Zhiyun, MIAO Hong, et al (2236)
Effects of <i>Phragmites australis</i> on methane emission from a brackish estuarine wetland	MA Anna, LU Jianjian (2245)
Genetic differentiation and the characteristics of uptake and accumulation of lead among <i>Camellia sinensis</i> populations under different background lead concentrations of soils in Yunnan, China	LIU Shengchuan, DUAN Changqun, LI Zhenhua, et al (2253)
Comparison of zooplankton lists between <i>Coilia mystus</i> food contents and collections from the Yangtze River Estuary & Hangzhou Bay	LIU Shouhai, XU Zhaoli (2263)
Reconstruction and analysis of July-September precipitation in Mt. Dagangshan, China	QIAO Lei, WANG Bing, GUO Hao, et al (2272)
Analysis on economic and ecological benefits of no-tillage management of <i>Carya cathayensis</i>	WANG Zhengjia, HUANG Xingzhao, TANG Xiaohua, et al (2281)
GIS-based analysis of the accessibility of urban forests in the central city of Guangzhou, China	ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (2290)
Review and Monograph	
Impact factors and uncertainties of the temperature sensitivity of soil respiration	YANG Qingpeng, XU Ming, LIU Hongsheng, et al (2301)
The advance of allometric studies on plant metabolic rates and biomass	CHENG Dongliang, ZHONG Quanlin, LIN Maozi, et al (2312)
Practice and the research progress on eco-compensation for cultivated land	MA Aihui, CAI Yinying, ZHANG Anlu (2321)
Discussion	
Soil water holding capacities and infiltration characteristics of three vegetation restoration models in dry-hot valley of Yuanmou	LIU Jie, LI Xianwei, JI Zhonghua, et al (2331)
Scientific Note	
Effects of secondary, micro- and beneficial elements on rice growth and cadmium uptake	HU Kun, YU Hua, FENG Wenqiang, et al (2341)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1~9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任:孔红梅

执行编辑:刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 8 期 (2011 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 8 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元