

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

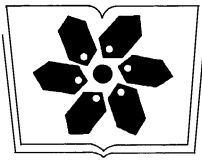
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第18期 Vol.31 No.18 **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 18 期 2011 年 9 月 (半月刊)

目 次

高寒矮嵩草草甸冬季 CO ₂ 释放特征	吴 琴, 胡启武, 曹广民, 等 (5107)
开垦对绿洲农田碳氮累积及其与作物产量关系的影响	黄彩变, 曾凡江, 雷加强, 等 (5113)
施氮对几种草地植物生物量及其分配的影响	祁 瑜, 黄永梅, 王 艳, 等 (5121)
浙江天台山甜槠种群遗传结构的时空自相关分析	祁彩虹, 金则新, 李钧敏 (5130)
大兴安岭林区不同植被对冻土地温的影响	常晓丽, 金会军, 于少鹏, 等 (5138)
樟子松树轮不同组分的稳定碳同位素分析	商志远, 王 建, 崔明星, 等 (5148)
内蒙古不同类型草地叶面积指数遥感估算	柳艺博, 居为民, 朱高龙, 等 (5159)
杭州西湖北里湖荷叶枯落物分解及其对水环境的影响	史 绮, 焦 锋, 陈 莹, 等 (5171)
火干扰对小兴安岭落叶松-苔草沼泽温室气体排放的影响	于丽丽, 牟长城, 顾 韩, 等 (5180)
黄河中游连伯滩湿地景观格局变化	郭东罡, 上官铁梁, 白中科, 等 (5192)
黄土区次生植被恢复对土壤有机碳官能团的影响	李 婷, 赵世伟, 张 扬, 等 (5199)
我国东北土壤有机碳、无机碳含量与土壤理化性质的相关性	祖元刚, 李 冉, 王文杰, 等 (5207)
黄土旱塬裸地土壤呼吸特征及其影响因子	高会议, 郭胜利, 刘文兆 (5217)
宁南山区典型植物根际与非根际土壤微生物功能多样性	安韶山, 李国辉, 陈利顶 (5225)
岩溶山区和石漠化区表土孢粉组合的差异性——以重庆市南川区为例	郝秀东, 欧阳绪红, 谢世友 (5235)
夏蜡梅及其主要伴生种叶的灰分含量和热值	金则新, 李钧敏, 马金娥 (5246)
苏柳 172 和垂柳对 Cu ²⁺ 的吸收特性及有机酸影响	陈彩虹, 刘治昆, 陈光才, 等 (5255)
导入 <i>TaNHX2</i> 基因提高了转基因普那菊苣的耐盐性	张丽君, 程林梅, 杜建中, 等 (5264)
空气湿度与土壤水分胁迫对紫花苜蓿叶表皮蜡质特性的影响	郭彦军, 倪 郁, 郭芸江, 等 (5273)
黄土高原旱塬区土壤贮水量对冬小麦产量的影响	邓振镛, 张 强, 王 强, 等 (5281)
咸阳地区近年苹果林地土壤含水量动态变化	赵景波, 周 旗, 陈宝群, 等 (5291)
苗药大果木姜子挥发油成分变化及其地理分布	张小波, 周 涛, 郭兰萍, 等 (5299)
环境因子对小球藻生长的影响及高产油培养条件的优化	丁彦聪, 高 群, 刘家尧, 等 (5307)
不同基质对北草蜥和中国石龙子运动表现的影响	林植华, 樊晓丽, 雷焕宗, 等 (5316)
安徽沿江浅水湖泊越冬水鸟群落的集团结构	陈锦云, 周立志 (5323)
黑胸散白蚁肠道共生锐滴虫目鞭毛虫的多样性分析与原位杂交鉴定	陈 文, 石 玉, 彭建新, 等 (5332)
基于熵权的珠江三角洲自然保护区综合评价	张林英, 徐颂军 (5341)
专论与综述	
中小尺度生态用地规划方法	荣冰凌, 李 栋, 谢映霞 (5351)
土地利用变化对土壤有机碳的影响研究进展	陈 朝, 吕昌河, 范 兰, 等 (5358)
海洋浮游植物与生物碳汇	孙 军 (5372)
多年冻土退化对湿地甲烷排放的影响研究进展	孙晓新, 宋长春, 王宪伟, 等 (5379)
生源要素有效性及生物因子对湿地土壤碳矿化的影响	张林海, 曾从盛, 仝 川 (5387)
生态网络分析方法研究综述	李中才, 徐俊艳, 吴昌友, 等 (5396)
研究简报	
不同群落中米氏冰草和羊草的年龄结构动态	金晓明, 艾 琳, 刘及东, 等 (5406)
主题分辨率对 NDVI 空间格局的影响	黄彩霞, 李小梅, 沙晋明 (5414)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 314 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-09



封面图说: 在树上嬉戏的大熊猫——大熊猫是中国的国宝, 自然分布狭窄, 数量极少, 世界上仅分布在中国的四川、陕西、甘肃三省的部分地区, 属第四纪冰川孑遗物种, 异常珍贵。被列为中国国家一级重点保护野生动物名录, 濒危野生动植物种国际贸易公约绝对保护的 CITES 附录一物种名录。瞧, 够得上“功夫熊猫”吧。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

金则新, 李钧敏, 马金娥. 夏蜡梅及其主要伴生种叶的灰分含量和热值. 生态学报, 2011, 31(18): 5246-5254.

Jin Z X, Li J M, Ma J E. Ash content and caloric value in the leaves of *Sinocalycanthus chinensis* and its accompanying species. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(18): 5246-5254.

夏蜡梅及其主要伴生种叶的灰分含量和热值

金则新*, 李钧敏, 马金娥

(台州学院生态研究所, 临海 317000)

摘要: 分别于 2006 年 7 月、10 月和 2007 年 4 月, 对全光照、林缘和林下 3 种光环境下夏蜡梅及群落中 35 种主要植物叶的灰分含量和去灰分热值进行测定, 分析它们在光合作用中对太阳能的固定和积累能力。不同光环境下夏蜡梅叶灰分含量的大小顺序都是全光照>林缘>林下, 10 月 3 种光环境下夏蜡梅叶灰分含量均高于 4 月和 7 月, 均差异显著。4 月、7 月和 10 月, 林下和全光照环境下的叶去灰分热值呈先下降后上升的趋势, 而林缘中叶去灰分热值却逐渐下降。群落各层植物的灰分含量大小顺序为草本层>灌木层>间层>乔木层, 夏蜡梅灰分含量略低于灌木层灰分含量的平均值; 各层次植物平均去灰分热值大小顺序为乔木层>灌木层>草本层>间层, 夏蜡梅平均去灰分热值低于间层。多数植物不同季节叶的灰分含量、去灰分热值均以 10 月最高。

关键词: 夏蜡梅; 伴生植物; 叶; 灰分含量; 热值

Ash content and caloric value in the leaves of *Sinocalycanthus chinensis* and its accompanying species

JIN Zexin*, LI Junmin, MA Jine

Institute of Ecology, Taizhou University, Linhai 317000, China

Abstract: Caloric value, referring to the combustion heat of specific dry mass, was applied to describe energy patterns in ecological processes. Caloric value is a useful tool to study energy transfer and flow efficiency, which can provide information about plant growth, development, and competitive ability. *Sinocalycanthus chinensis*, the only representative of *Sinocalycanthus* genus belonging to the family of Calycanthaceae, is an endangered shrub endemic to China. In order to evaluate the potential of *S. chinensis* and co-occurring species to utilize solar energy, the ash content and caloric value in the leaves of *S. chinensis* and 35 accompanying species at different habitats (full sunlight, forest understory, forest edge) were analyzed and compared in Spring, Summer, and Fall. The ash content in the leaves of *S. chinensis* varied among different habitats, and was highest in full sun habitats, intermediate in edge habitats, and lowest in the forest understory. Ash content varied over time, and was significantly higher in October than in April and July. From April to October, the ash-free caloric value in the leaves of *S. chinensis* at the forest edge decreased gradually, while that under forests and full sunlight decreased first in July, then increased again in October. The dynamics of the ash content and ash-free caloric value in the leaves of *S. chinensis* indicated that they would be affected by the ecological factors in different seasons and different habitats. The ash content varied among plant species at different strata in the community. The herb strata had the highest ash content, followed by the shrub strata, followed by the vine strata. The tree strata had the lowest ash content. The ash content of *S. chinensis* was slightly lower than the mean ash content of other shrub taxa. The mean ash-free caloric value in leaves also varied across strata. The tree layer had the highest caloric value, followed by the shrub layer, followed by the herb layer, with the vine layer having the lowest caloric value. The mean ash-free caloric value in the leaves of *S. chinensis*

基金项目: 国家自然科学基金项目(30870392); 浙江省自然科学基金项目(Y3080460)

收稿日期: 2010-10-22; **修订日期:** 2011-06-27

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jzx@tzc.edu.cn

was lower than that in the leaves of plant species at shrub layer. The ash content and ash-free caloric value of most plant species in the community reached a peak in October. The lower ash content and ash-free caloric value compared with the other shrub taxa might indicate that *S. chinensis* had low ability to transfer solar energy and turn it into organics, which might contribute to the low competition ability of *S. chinensis* in the community. The result could provide important information for exploring the endangered mechanisms and the evaluation of the growth and development of plant species in the community dominated by *S. chinensis* and before establishing the conservation strategies of this species.

Key Words: *Sinocalycanthus chinensis*; accompanying species; leaves; ash content; ash-free caloric value

植物热值是植物含能产品能量水平的一种量度,可反映植物对太阳辐射能的利用情况,也是评价植物营养成分的标志之一^[1]。应用能量的概念研究植物群落比单纯用干物质测定更能反映出植物对自然资源的利用状况^[2]。植物的贮存能量是其净初级生产力的反映,可通过热值的测定来估算,而初级生产力又与某些矿质元素含量的动态变化有关。研究热值的变化对于提高生态系统生产力与改进系统能流输入、提高生态系统能量输出与效率有重要意义。植物热值研究的意义在于热值能反映组织中各种生理活动的变化和植物生长状况的差异,是植物生长状况的一个有效指标^[3-4]。

夏蜡梅(*Sinocalycanthus chinensis*)属蜡梅科(Calycanthaceae)夏蜡梅属(*Sinocalycanthus*)落叶灌木,为中国特有的单种属植物,主要分布于浙江省临安市西部狭小的范围内、天台县龙溪乡岭里村的山坡上和安徽省绩溪县龙须山。夏蜡梅初夏开花,花白色,具有很高的观赏价值。夏蜡梅与北美洲的美国夏蜡梅间断分布,是大陆板块漂移学说有力的证据之一,具有重要的植物系统学研究价值。此外,夏蜡梅的叶对感冒、咳嗽、气喘有一定的功效^[5]。由于植被的破坏和挖掘野生苗木,致使原本狭窄的夏蜡梅生境更加恶化,且个体数量日益减少,野生资源十分有限,趋于濒临灭绝的境地,被列为国家2级重点保护植物^[6],为了更好地保护和利用夏蜡梅资源,有必要对夏蜡梅的濒危机理进行研究。对植物的热值研究,不仅能为生态系统能流分析提供重要依据,而且对植物的生长发育、营养物质含量以及植物的适应能力和竞争能力等方面的研究都会有一定的启示。目前对夏蜡梅种群及其群落热值方面的研究尚见未报道。

本文通过对夏蜡梅及其群落中主要植物叶的灰分含量、热值及其季节变化的研究,从能量的角度探讨夏蜡梅对太阳辐射能的利用状况,并与群落中其他物种相比较,揭示夏蜡梅在群落中积累能量的能力,探讨影响夏蜡梅热值大小的因素,进而阐明夏蜡梅的濒危机制,为夏蜡梅繁衍和复壮提供理论依据。

1 研究方法

1.1 自然概况

样地位于浙江省临安市大明山风景区内,海拔900 m,坡向NE50°,属于亚热带湿润型季风气候。据临安市昌化气象站20 a的资料统计:年平均气温15.3℃,极端最高气温41.9℃,极端最低气温-13.3℃,全年无霜期228 d,年平均降水量1446.7 mm,相对湿度80%以上。群落土壤是由花岗岩发育而成的山地黄壤,土层深厚,疏松湿润,富含有机质,pH值4.6—5.5。

夏蜡梅生长在海拔550—1200 m的中山地带。在较荫蔽湿润的环境中生长旺盛,更新良好,以溪沟两旁的沟谷地段及常绿阔叶林下较为集中,成为常绿阔叶林下木层的优势种。该群落的垂直结构可分为乔木层、灌木层和草本层。乔木层主要树种有木荷(*Schima superba*)、小叶青冈(*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*)、短柄枹(*Quercus serrata* var. *brevipetiolata*)、蓝果树(*Nyssa sinensis*)等,重要值大于5的前12种植物见表1。灌木层以夏蜡梅为第1优势种,主要伴生植物有盐肤木(*Rhus chinensis*)、水马桑(*Weigela japonica* var. *sinica*)、马银花(*Rhododendron ovatum*)等,其它重要值大于5的植物还有8种(表1)。草本层植物主要有悬铃木叶苎麻(*Boehmeria platanifolia*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、臭节草(*Boenninghausenia albiflora*)等,重要值大于5的共有8种植物(表1)。间层不发达,主要植物有葛藤(*Pueraria lobata*)、大血藤(*Sargentodoxa cuneata*)、南五味子(*Kadsura longipedunculata*)。

1.2 植物叶热值和灰分含量的测定

1.2.1 叶的采集及处理

于2006年7月(夏季)、10月(秋季)和2007年4月(春季)在样地内,选择乔木、灌木、间层和草本各层代表植物共35种。乔木、灌木采集树冠外侧的成熟叶,间层和草本也采集成熟叶,用保鲜袋分装带回实验室洗净,经105℃杀青10 min后80℃烘干至恒重,磨粉处理后过筛贮存备用。

1.2.2 热值的测定

用GR-3500型微电脑氧弹式热量计(长沙仪器厂,中国)测定各叶样品的干重热值(Gross caloric value, GCV),每样品重复测定3次,重复测定值相差不超过0.2 kJ/g。

1.2.3 灰分含量(AC)的测定

灰分含量(AC)的测定采用干灰分法,将样品置于300℃马福炉中碳化2 h,再在550℃下灰化4 h,炉温200℃以下时移入干燥器内冷却至室温后称重。计算去灰分热值(Ash-free caloric value, AFCV), $AFCV = GCV / (1 - AC)^{[7]}$ 。

1.3 数据处理

使用Excel软件对测定值进行常规的统计分析并作图,数据采用平均数±标准差表示;采用SPSS11.5统计软件用单因素方差分析(One way ANOVA)对以上数据进行差异的显著性检验。若方差齐性,采用LSD方法进行多重比较检验;若方差不齐性,采用Dunnett's T3进行多重比较检验。

2 研究结果

2.1 不同生境夏蜡梅叶灰分含量的季节变化

不同生境夏蜡梅叶灰分含量的季节变化见图1。在4月和7月,林下、林缘和全光环境下夏蜡梅叶灰分含量的大小顺序都是全光照>林缘>林下,但它们之间的差异不显著。10月夏蜡梅叶的灰分含量也是全光照>林缘>林下,它们之间均差异显著。此外,3种光环境下,夏蜡梅叶的灰分含量10月均显著高于4月和7月。

2.2 不同生境夏蜡梅叶去灰分热值的季节变化

不同生境夏蜡梅叶的去灰分热值见图2,林下和全光照生境下叶的去灰分热值呈先下降后上升的趋势。经方差分析,林下以及全光照生境中3个月之间夏蜡梅叶去灰分热值均差异显著。而林缘中夏蜡梅叶去灰分热值却逐渐下降,3个月之间也差异显著。

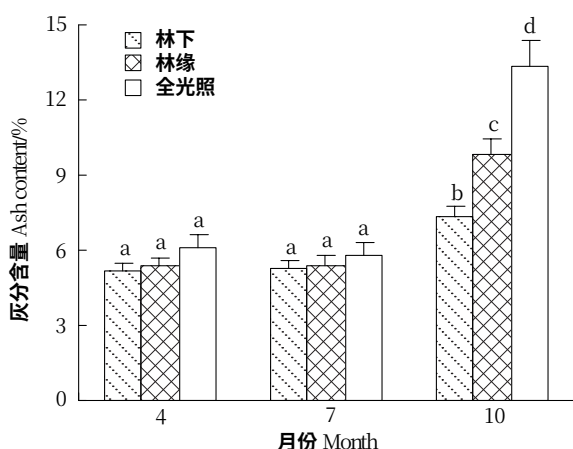


图1 不同生境下夏蜡梅叶灰分含量的季节变化

Fig. 1 The seasonal changes of the ash content in the leaves of *Sinocalycanthus chinensis* in different habitats

数据以平均数±标准差表示;不同字母表示0.05水平差异显著

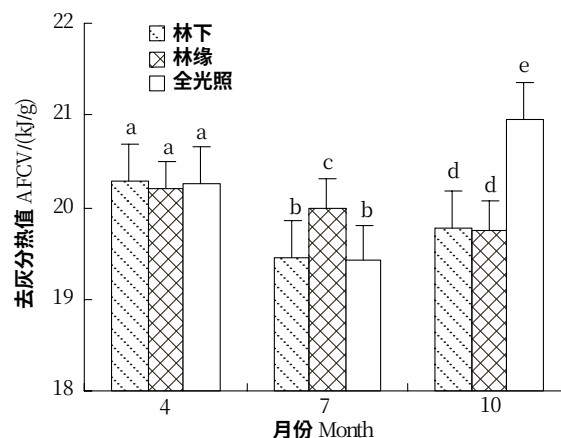


图2 不同生境下夏蜡梅叶去灰分热值的季节变化

Fig. 2 The seasonal changes of the ash free caloric value (AFCV) in the leaves of *Sinocalycanthus chinensis* in different habitats

数据以平均数±标准差表示;不同字母表示0.05水平差异显著

夏蜡梅在不同光环境下其去灰分热值也有差异。4 月,林下、林缘和全光照下的夏蜡梅叶的去灰分热值没有显著差异。7 月,林缘环境的夏蜡梅叶去灰分热值显著高于林下、全光照,林下与全光照差异不显著。10 月,全光照下的夏蜡梅叶去灰分热值高于林下、林缘,差异显著,林下与林缘之间差异不显著。

2.3 夏蜡梅及主要伴生植物叶灰分含量

不同植物叶灰分含量有很大差异,从表 1 中可以看出,乔木层 12 种植物不同季节叶的平均灰分含量介于 3.05%—9.38% 之间,青钱柳(*Cyclocarya paliurus*)最高、其次是香果树(*Emmenopterys henryi*)、第 3 是细齿稠李(*Padus obtusata*)、最低是山鸡椒(*Litsea cubeba*)。常绿植物小叶青冈、木荷的含量也较低,落叶植物的平均值(6.59%)>常绿植物(5.30%)。

表 1 不同层次植物叶灰分含量和去灰分热值的变化

Table 1 The change of AC and AFCV in leaves of different layer species

层次 Layer	种类 Species	指标 Index	4 月 April	7 月 July	10 月 October	平均 Average
乔木层 Tree layer	细齿稠李 <i>Padus obtusata</i>	AC *	7.40a	7.43a	8.01a	7.61
		AFCV * *	20.11a	20.73b	22.06c	20.97
	豹皮樟	AC	7.53a	4.11b	4.67c	5.44
	<i>Litsea coreana</i> var. <i>sinensis</i>	AFCV	22.51a	22.24b	23.04c	22.60
	交让木	AC	6.33a	6.90a	7.60b	6.94
	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	AFCV	20.37a	19.60b	20.93c	20.30
	小叶青冈	AC	4.71a	5.08b	5.90c	5.23
	<i>Cyclobalanopsis myrsinaefolia</i>	AFCV	19.57a	21.17a	22.89b	21.21
	木荷 <i>Schima superba</i>	AC	4.85a	2.59b	3.35b	3.60
		AFCV	19.90a	21.82b	24.34c	22.02
	樟木 <i>Sassafras tzumu</i>	AC	6.60a	5.09b	5.06b	5.58
		AFCV	22.60a	22.57a	24.00b	23.05
	蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	AC	6.44a	4.89a	7.54b	6.29
		AFCV	19.58a	19.58a	21.14b	20.10
	枫香树	AC	4.75a	5.67a	8.21b	6.21
	<i>Liquidambar formosana</i>	AFCV	19.36a	19.95b	20.89c	20.07
	山鸡椒 <i>Litsea cubeba</i>	AC	3.30ab	2.52a	3.31b	3.05
		AFCV	20.37a	20.96b	21.21c	20.84
	香果树 <i>Emmenopterys henryi</i>	AC	7.25a	7.34a	9.69b	8.09
		AFCV	20.22a	20.41b	21.84c	20.82
	短柄枹	AC	5.67a	6.32a	7.44b	6.48
	<i>Quercus serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i>	AFCV	19.63a	19.95b	21.11c	20.23
	青钱柳 <i>Cyclocarya paliurus</i>	AC	8.63a	10.71b	8.79a	9.38
		AFCV	21.14a	20.87b	22.79c	21.6
灌木层 Shrub layer	野鸦椿 <i>Euscaphis japonica</i>	AC	6.59a	9.42b	12.41c	9.47
		AFCV	20.22a	19.79b	20.97c	20.33
	山榿 <i>Lindera reflexa</i>	AC	4.62a	5.24a	6.47b	5.44
		AFCV	21.08a	21.35b	22.30c	21.58
	鸡桑 <i>Morus australis</i>	AC	9.42a	12.69b	16.54c	12.88
		AFCV	20.37a	19.56b	20.43a	20.12
	长叶冻绿 <i>Rhamnus crenata</i>	AC	6.24a	6.52ab	7.13b	6.63
		AFCV	20.44a	20.93b	21.91c	21.10
	夏蜡梅	AC	6.12a	5.82a	13.35b	8.43
	<i>Sinocalycanthus chinensis</i>	AFCV	20.27a	19.41b	21.15c	20.27
	马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	AC	4.96a	5.72ab	5.75b	5.48
		AFCV	20.64a	20.38b	22.20c	21.07
	水马桑	AC	5.69a	6.66b	7.01b	6.45
	<i>Weigela japonica</i> var. <i>sinica</i>	AFCV	19.35a	20.67b	21.26c	20.43

续表

层次 Layer	种类 Species	指标 Index	4 月 April	7 月 July	10 月 October	平均 Average
间层 Viana layer	腊莲绣球 <i>Hydrangea strigosa</i>	AC	6.13a	9.10b	10.52c	8.56
		AFCV	19.11a	19.22a	19.80b	19.38
	灰白腊瓣花 <i>Corylopsis</i>	AC	10.03a	8.99b	10.35a	9.79
	<i>glandulifera</i> var. <i>hypoglauca</i>	AFCV	20.51a	19.47b	19.94c	19.97
	中国旌节花	AC	7.95a	10.44b	12.86c	10.42
	<i>Stachyurus chinensis</i>	AFCV	19.61a	19.90b	21.29c	20.27
	棣棠 <i>Kerria japonica</i>	AC	4.94a	4.79a	7.36b	5.69
		AFCV	20.40a	19.74b	22.30c	20.81
	盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	AC	7.72a	8.53a	7.81a	8.02
		AFCV	21.20a	21.63b	23.77c	22.20
	葛藤 <i>Pueraria lobata</i>	AC	10.74a	9.42b	10.78a	10.32
		AFCV	20.52a	21.05b	22.05c	21.21
草本层 Herb layer	大血藤 <i>Sargentodoxa cuneata</i>	AC	7.02a	8.44b	11.09c	8.85
		AFCV	20.07a	19.30b	20.35c	19.91
	南五味子	AC	6.23a	6.80a	5.18b	6.07
	<i>Kadsura longipedunculata</i>	AFCV	20.59a	19.74b	20.67a	20.33
	悬铃木叶苎麻	AC	17.94a	13.69b	20.77c	17.47
	<i>Boehmeria tricuspidis</i>	AFCV	19.74a	19.67a	20.96b	20.13
	珍珠菜 <i>Lysimachia clethroides</i>	AC	5.81a	6.80b	8.70c	7.11
		AFCV	18.77a	19.99b	20.00b	19.59
	三脉紫菀 <i>Aster ageratoides</i>	AC	10.61a	16.30b	15.57b	14.16
		AFCV	20.67a	20.29b	21.91c	20.96
	博落回 <i>Macleaya cordata</i>	AC	8.86a	8.57a	12.47b	9.97
		AFCV	21.03a	20.52b	22.01c	21.17
	臭节草 <i>Boenninghausenia</i>	AC	7.31a	4.91b	10.39c	7.54
	<i>albiflora</i>	AFCV	20.14a	19.67b	21.95c	20.59
	五节芒 <i>Miscanthus floridulus</i>	AC	4.99ab	4.46a	5.49b	4.98
		AFCV	19.18a	19.73b	20.82c	19.91
	一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	AC	9.14a	10.60b	13.03c	10.92
		AFCV	19.98a	20.06a	21.66b	20.58
	紫萁 <i>Osmunda japonica</i>	AC	6.23	8.96b	13.14c	9.44
		AFCV	20.59a	20.99ab	21.03b	20.87

* 灰分含量 AC/%; ** 去灰分热值 AFCV / (kJ/g); 数据以平均数±标准差表示;不同字母表示 0.05 水平差异显著

灌木层 12 种植物不同季节叶的平均灰分含量为 5.44%—12.88%, 最高为鸡桑 (*Morus australis*)、其次是中国旌节花 (*Stachyurus chinensis*)、第 3 是灰白腊瓣花 (*Corylopsis glandulifera* var. *hypoglauca*)、最低是山柃 (*Lindera reflexa*)。夏蜡梅的灰分含量居中, 常绿植物马银花的灰分含量也较低。

草本 8 种植物不同季节叶的平均灰分含量介于 4.98%—17.47% 之间, 最高者是悬铃木叶苎麻、其次是三脉紫菀 (*Aster ageratoides*)、第 3 是一年蓬, 最低是五节芒。间层植物不同季节叶的平均灰分含量高低依次为葛藤>大血藤>南五味子。

对群落中不同层次植物不同季节叶的平均灰分含量进行分析, 从图 3 中可以看出, 群落中不同层次植物叶的平均灰分含量大小顺序为草本层>灌木层>间层>乔木层, 各层次间的差异不显著。夏蜡梅的灰分含量略低于灌木层灰分含量的平均值。

植物叶片灰分含量高低直接与植物组织内的元素含量有关, 受多重因素的影响, 其中植物自身遗传特性的影响最为显著^[8]。本研究显示, 不同植物种类叶的灰分含量虽然无明显的规律, 但从总体上看, 多数草本植物叶的灰分含量高于木本植物, 而在木本植物中, 多数落叶植物叶的灰分含量高于常绿植物。

从表 1 中还可看出, 植物不同季节叶的灰分含量变化趋势各不相同。乔木层中, 豹皮樟、木荷叶的灰分含

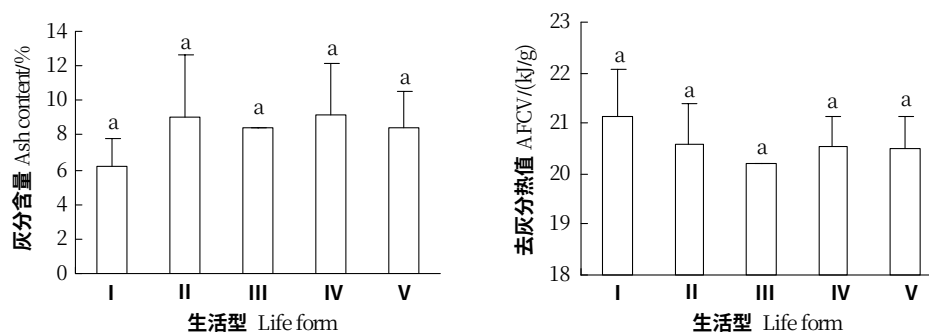


图3 夏蜡梅(冠层)叶灰分含量和去灰分热值在整个群落中的地位

Fig. 3 The status of ash content and ash free calorical value in the leaves of *Sinocalycanthus chinensis* in the community

I. 乔木层 Tree layer; II. 灌木层 Shrub layer; III. 夏蜡梅(冠层) *Sinocalycanthus chinensis* (Canopy); IV. 草本层 Herbs layer; V. 间层 Viana layer

量4月>10月>7月,豹皮樟3个月之间均差异显著;木荷4月与7月、10月差异显著。檫木叶的灰分含量为4月>7月>10月,4月与7月、10月之间差异显著。小叶青冈、交让木、枫香树、香果树、短柄枹、细齿稠李叶的灰分含量为10月>7月>4月,小叶青冈3个月之间均差异显著;交让木、枫香树、香果树、短柄枹10月与4月、7月差异显著;细齿稠李3个月之间均无显著差异。蓝果树、山鸡椒叶的灰分含量为10月>4月>7月,蓝果树10月与4月、7月差异显著;山鸡椒10月与7月差异显著;青钱柳叶的灰分含量为7月>10月>4月,7月与4月、10月差异显著。

灌木层的12种植物中,野鸦椿、鸡桑、腊莲绣球、中国旌节花、马银花、山榿、长叶冻绿、水马桑叶的灰分含量为10月>7月>4月,野鸦椿、鸡桑、腊莲绣球、中国旌节花3个月之间均差异显著;长叶冻绿、马银花10月与4月差异显著;水马桑4月与10月、7月差异显著;山榿10月与4月、7月差异显著。夏蜡梅、棣棠、灰白腊瓣花叶的灰分含量是10月>4月>7月,夏蜡梅、棣棠10月显著高于4月、7月;灰白腊瓣花10月、4月与7月差异显著。盐肤木7月>10月>4月,但3个月差异均不显著。

草本植物中,一年蓬、紫萁、珍珠菜叶的灰分含量是10月>7月>4月,3个月之间均差异显著;悬铃木、苎麻、臭节草、博落回、五节芒叶的灰分含量是10月>4月>7月,悬铃木、苎麻、臭节草3个月之间均差异显著;博落回10月与4月、7月差异显著;五节芒10月与7月差异显著。三脉紫菀叶的灰分含量是7月>10月>4月,7月、10月与4月差异显著。

间层植物中葛藤叶的灰分含量是10月>4月>7月,10月、4月与7月差异显著;大血藤叶的灰分含量是10月>7月>4月,3个月之间均显著差异;南五味子叶的灰分含量是7月>4月>10月,7月、4月与10月差异显著。

不同植物、不同生长发育时期叶的灰分含量各不相同,本研究的35种植物中,叶的灰分含量有春季最高的,如檫木、豹皮樟、木荷等;也有夏季最高的,如青钱柳;但多数植物叶的灰分含量秋季最高。

2.4 夏蜡梅及主要伴生植物叶去灰分热值

同一层次的植物种间去灰分热值也有很大的差异(表1),乔木层植物叶的平均去灰分热值以檫木最高、豹皮樟次之、木荷第3、枫香树最低。樟科植物的平均值为22.17 kJ/g,常绿植物的平均值为21.53 kJ/g,落叶植物的平均值为20.96 kJ/g。由此可看出,通常樟科植物的去灰分热值较高,常绿、革质叶的去灰分热值大于落叶植物。灌木层植物叶的平均去灰分热值以盐肤木最高、山榿次之、第3为长叶冻绿、腊莲绣球最低。草本植物叶的平均去灰分热值以博落回最高、三脉紫菀次之、紫萁第3、珍珠菜最低。间层植物叶的平均去灰分热值高低是葛藤>南五味子>大血藤。不同层次植物叶的平均去灰分热值如图3所示,其大小顺序为乔木层>灌木层>草本层>间层,但各层次间差异不显著。夏蜡梅叶的去灰分热值均低于各层次植物的平均值(图3)。

从表1中还可看出,植物不同季节叶的去灰分热值变化趋势各不相同,乔木层中,细齿稠李、木荷、枫香

树、山鸡椒、香果树、短柄枹、小叶青冈、蓝果树叶的去灰分热值为 10 月>7 月>4 月,细齿稠李、木荷、枫香树、山鸡椒、香果树、短柄枹 3 个月之间均差异显著;小叶青冈、蓝果树 10 月与 4 月、7 月差异显著。豹皮樟、交让木、青钱柳、檫木叶的去灰分热值为 10 月>4 月>7 月,豹皮樟、交让木、青钱柳 3 个月之间均差异显著;檫木 10 月与 4 月、7 月差异显著。

灌木层中,野鸦椿、马银花、棣棠、夏蜡梅、鸡桑叶的去灰分热值为 10 月>4 月>7 月,野鸦椿、马银花、棣棠、夏蜡梅 3 个月之间均差异显著;鸡桑 4 月、10 月显著高于 7 月。山榿、长叶冻绿、水马桑、中国旌节花、盐肤木、腊莲绣球叶的去灰分热值为 10 月>7 月>4 月,山榿、长叶冻绿、水马桑、中国旌节花、盐肤木 3 个月之间均差异显著;腊莲绣球 10 月与 4 月、7 月差异显著。灰白腊瓣花叶的去灰分热值为 4 月>10 月>7 月,3 个月之间均差异显著。

草本植物中,三脉紫菀、博落回、臭节草、悬铃叶苧麻叶的去灰分热值为 10 月>4 月>7 月,三脉紫菀、博落回、臭节草 3 个月之间均差异显著;悬铃叶苧麻 10 月显著高于 4 月、7 月。五节芒、珍珠菜、一年蓬、紫萁叶的去灰分热值为 10 月>7 月>4 月,五节芒 3 个月之间均差异显著;珍珠菜 10 月、7 月与 4 月差异显著;一年蓬 10 月显著高于 4 月、7 月;紫萁 10 月显著高于 4 月。

间层植物中葛藤叶的去灰分热值为 10 月>7 月>4 月,3 个月之间均差异显著;大血藤、南五味子叶的去灰分热值为 10 月>4 月>7 月,大血藤 3 个月之间均差异显著;南五味子 10 月、4 月显著高于 7 月。

从以上分析可看出,植物不同季节叶的去灰分热值除灰白腊瓣花以 4 月最高外,其它多数植物均以 10 月最高。

3 讨论

灰分是指植物体矿质元素含量的总和,其高低可反映不同植物对矿质元素选择吸收与积累的特点^[8]。一般认为,老叶的灰分含量低于幼叶和成熟叶,这是因为春夏季是植物生长旺盛期,各种矿质元素的积累使其灰分含量相对较高,以满足生长发育的需要。随后在叶片衰老过程中由于呼吸消耗及碳水化合物、核酸、脂类和蛋白质等降解后小分子物质的外运,使叶片的质量及氮、磷、钾等元素的浓度随之下降^[9]。本研究的 35 种植物中,檫木、豹皮樟、木荷等叶的灰分含量春季最高;青钱柳叶的灰分含量夏季最高;而多数植物叶的灰分含量秋季最高。夏蜡梅在 3 种光环境下,不同季节叶的灰分含量均是秋季最高。表明不同植物不同生长发育时期叶的灰分含量不是固定不变的,而是因种而异的,受多种因素的影响。这可能在春季时,部分植物叶片处于生长初期,尚未发育成熟,叶片的光合能力较弱,吸收矿质元素的能力较差;也可能是叶片存在具有维持自身营养元素平衡的机制。因此,不同植物不同生长季节叶灰分含量的变化与其固有的遗传特性、生长发育节律或生殖对策有关^[8]。

植物热值与矿物质成分有关,燃烧后的灰分中主要为矿质元素,因而灰分含量较高的植物则干重热值较低,反之则干重热值较高^[10]。干重热值包含着部分在能量测定中不起作用的灰分,因此在比较不同植物种类的能量时,应去掉这部分灰分以求得较为准确的单位干物质能量即去灰分热值^[11]。夏蜡梅在不同光环境下去灰分热值有较大差异。春季林下、林缘和全光照下的夏蜡梅叶的去灰分热值没有显著差异。夏季林缘环境的夏蜡梅叶去灰分热值显著高于林下、全光照,林下与全光照无显著差异。秋季全光照下的夏蜡梅叶去灰分热值高于林下、林缘,差异显著,林下与林缘之间差异不显著。这是因为在春季,由于群落稀疏,3 种生境的光照条件相差不大,3 种生境中的夏蜡梅叶因光合作用而合成的有机物较接近,故它们的去灰分热值没有显著差异。在夏季,林下夏蜡梅由于受到了光照条件的限制,叶去灰分热值显著低于林缘生境。由于夏蜡梅是阴性植物,在夏季的强光条件下,全光照生境中容易引起光抑制而导致净光合速率下降^[12],积累的有机物减少,故其去灰分热值也显著低于林缘。在秋季,随着温度的降低,全光照生境中的夏蜡梅叶的光合作用仍较为旺盛,积累的有机物较多,而林缘、林下夏蜡梅由于受到了光照条件的限制,光合作用能力较弱,积累的有机物较少,故林下、林缘的去灰分热值低于全光照。

植物热值的差异,除受植物种本身遗传特性的制约外,还受光照、土壤、营养条件等因素的影响。不同层

次植物叶的平均去灰分热值从乔木层到灌木层再到草本层,各层次的平均去灰分热值是逐渐减小的,体现了热值从上到下递减与群落内光强从上到下递减相吻合的特点^[13]。出现这种群落内上层叶片比下层叶片热值高的主要原因可能与群落内光照强度有关。各群落乔木层叶片处于林冠上部,有较长的日照时间和充足的光能,从而可截获较多的太阳能,有利于植物的光合作用吸收和固定能量,因而热值高。而灌木层、草本层叶片处于荫蔽生境,可利用光能少,因而热值低。夏蜡梅叶的去灰分热值比群落中各层植物的平均值均低,表明夏蜡梅在光合作用中转化光能的水平低,积累有机物的能力弱。以往的研究也表明^[12],与其它伴生植物相比,夏蜡梅的日均光合速率、最大光合速率、水分利用效率和光合速率/呼吸速率都明显偏低,光合作用能力弱。在群落中的竞争和个体对环境的适应等方面将处于不利地位,这可能是夏蜡梅处于濒危状态的原因之一。

从乔木层植物中还可看出通常常绿、革质叶或樟科植物叶的去灰分热值较高。有研究表明,植物在能量生产中合成的基本物质是脂肪、蛋白质和碳水化合物,三者的热值是不同的,脂肪的热值(39.54 kJ/g)最高,蛋白质(23.64 kJ/g)次之,碳水化合物的热值(17.15 kJ/g)最低,在植物组织中这3种成分的含量变化直接引起热值的变化^[14]。因樟科植物的叶含挥发油使得热值较高;常绿植物为了抵御冬季寒冷的气候条件,叶常有一些特化性状以维持植物叶在冬季的正常生理功能,如角质层、蜡质层增厚以及细胞内油滴增加等。这些特化结构导致常绿植物叶内脂肪、蛋白质等高热值成分的大量积累,在一定程度上增加了其热值含量。

植物去灰分热值随季节变化的幅度和趋势因种而异,Wieigolaski and Kelvik 认为植物叶热值的季节变化趋势因不同种类而不同或相似^[15],如 James 等研究发现叶热值在春季最高^[16],Singh 等报道了印度萨瓦纳群落中草本植被地上部分热值在秋季最高^[17]。又如秦岭林区 15 种灌木热值的季节变化可分为 3 种类型,即平滑型(占总数 47%)、递增型(33%)和“V”字型(20%)^[18]。本研究的 35 种植物中,不同季节叶的去灰分热值除灰白腊瓣花以春季最高外,其它多数植物均以秋季最高。不同植物因物候、环境等因子不同,叶片去灰分热值高低在春季和夏季较无规律可循,但从夏季到秋季,由于温度逐渐降低,植物的生长减慢,但叶的光合作用仍比较旺盛,植物开始积累有机物质来增强抗寒能力,因而热值明显提高。

夏蜡梅叶的去灰分热值在春、夏和秋 3 季,林下和全光照生境下的叶去灰分热值呈先下降后上升的“V”字形变化趋势,而林缘中夏蜡梅叶去灰分热值却逐步下降,这说明植物的热值与其所处的生态环境密切相关。

References:

- [1] Lin Y M, Zheng M Z, Lin P, Chen S H. Ash content and caloric value in leaves of garden bamboo species. *Journal of Xiamen University: Natural Science*, 2000, 39(1): 136-141.
- [2] Lin Y M, Li Z B, Chen Y Y, Lin P. Caloric values in leaves of some bamboo species in the Bamboo Garden of Hua'an County, Fujian. *Chinese Bulletin of Botany*, 2001, 18(3): 356-362.
- [3] Wang W Q, Lin P. Study on the phenology and seasonal dynamics of calorific values of the leaves of mangroves in Jiulong estuary. *Acta Oceanologica Sinica*, 2003, (S2): 218-224.
- [4] Tan Z Q, Lin Y M, Ding Y L, Liao Q L, Lin P. Monthly changes in caloric values of five shrubby palmar species leaves. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(7): 1135-1138.
- [5] Ni S F, Pan Y J, Fu C X, Wu P, Chen Y C. GC/MS analysis of volatile oil from *Calycanthus chinensis*. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 2003, 31(11): 1405-1405.
- [6] Fu L G, Jin J M. *China Plant Red Data Book: Rare and Endangered Plants*, Vol 1. Beijing: Science Press, 1992: 106-197.
- [7] Chen B, Yang Y C, Zhou Y. Caloric values of seven dominant species in Tiantong National Forest Park, Zhejiang Province, China. *Journal of East China Normal University: Natural Science*, 2006, (2): 105-111.
- [8] Hao C Y, Liu P. The caloric value of the dominant plant species of a *Heptacodium miconioides* forest at Bei Mountain, Zhejiang Province, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(6): 1709-1717.
- [9] Tan Z Q, Lin Y M, Xiang P, Ding Y L, Peng Z Q. Caloric value and ash content in the leaves at the different development stages of five *Ficus* species. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 2003, 20(3): 264-267.
- [10] Lin C C. Calorific values and nutrient composition of the leaves of monsoon evergreen broad-leaved forest and some forest-edge plants on Gushan

- Mountain in Fuzhou. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(6): 832-836.
- [11] Reiner W A, Reiners N M. Comparison of oxygen-bomb combustion with standard ignition techniques for determining total ash. *Ecology*, 1972, 53(1): 132-136.
- [12] Ma J E, Jin Z X, Zhang W B. The diurnal changes of photosynthesis in the endangered plant *Sinocalycanthus chinensis* and its accompanying plants. *Bulletin of Botanical Research*, 2007, 27(6): 708-714.
- [13] Ren H, Peng S L, Liu H X, Cao H L, Huang Z L. The caloric value of main plant species at Dinghushan, Guangdong, China. *Acta Phytocologica Sinica*, 1999, 23(2): 148-154.
- [14] Zu Y G. Introduction to Energy Ecology. Changchun: Jilin Science and Technology Press, 1990: 1-254.
- [15] Wielgolaski F E, Kelvik S. Energy content and use of solar radiation of Feunoseandian Tundra plants//Wielgolaski F E, ed. Feunoseandian Tundra Ecosystem Part 1: Plants and Microorganisms. Berlin: Springer Press, 1975: 201-207.
- [16] James C D, Landsberg J, Morton S R. Provision of watering points in the Australian arid zone: a review of effects on biota. *Journal of Arid Environments*, 1999, 41: 87-121.
- [17] Singh J S, Yadava P S. Caloric values of plant and insect species of a tropical grassland. *Oikos*, 1973, 24(2): 186-194.
- [18] Wang D X, Lei R D, Shang L B, Liu X Q. Gross caloric values of main tree and shrub species in Qinling Forest Region. *Journal of Northwest Forestry University*, 1999, 14(1): 54-58.

参考文献:

- [1] 林益明, 郑茂钟, 林鹏, 陈松河. 园林竹类植物叶的热值和灰分含量研究. *厦门大学学报: 自然科学版*, 2000, 39(1): 136-141.
- [2] 林益明, 黎中宝, 陈奕源, 林鹏. 福建华安竹园一些竹类植物叶的热值研究. *植物学通报*, 2001, 18(3): 356-362.
- [3] 王文卿, 林鹏. 九龙江口红树植物叶片热值的季节变化及物候学的研究. *海洋学报*, 2003, (S2): 218-224.
- [4] 谭忠奇, 林益明, 丁印龙, 廖启料, 林鹏. 五种丛生状棕榈植物叶热值的月变化研究. *应用生态学报*, 2004, 15(7): 1135-1138.
- [5] 倪士峰, 潘远江, 傅承新, 吴平, 陈玉成. 夏蜡梅挥发油气相色谱-质谱研究. *分析化学*, 2003, 31(11): 1405-1405.
- [6] 傅立国, 金鉴明. 中国植物红皮书-稀有濒危植物(第一册). 北京: 科学出版社, 1992: 106-197.
- [7] 陈波, 杨永川, 周莹. 浙江天童常绿阔叶林内七种优势植物的热值研究. *华东师范大学学报: 自然科学版*, 2006, (2): 105-111.
- [8] 郝朝运, 刘鹏. 浙江北山七子花群落主要植物叶热值. *生态学报*, 2006, 26(6): 1709-1717.
- [9] 谭忠奇, 林益明, 向平, 丁印龙, 彭在清. 5种榕属植物不同发育阶段叶片的热值与灰分含量动态. *浙江林学院学报*, 2003, 20(3): 264-267.
- [10] 林承超. 福州鼓山季风常绿阔叶林及其林缘几种植物叶热值和营养成分. *生态学报*, 1999, 19(6): 832-836.
- [12] 马金娥, 金则新, 张文标. 濒危植物夏蜡梅及其伴生植物的光合日进程. *植物研究*, 2007, 27(6): 708-714.
- [13] 任海, 彭少麟, 刘鸿先, 曹洪麟, 黄忠良. 鼎湖山植物群落及其主要植物的热值研究. *植物生态学报*, 1999, 23(2): 148-154.
- [14] 祖元刚. 能量生态学引论. 长春: 吉林科学技术出版社, 1990: 1-254.
- [18] 王得祥, 雷瑞德, 尚廉斌, 刘雪琴. 秦岭林区主要乔、灌木种类能量背景值测定分析. *西北林学院学报*, 1999, 14(1): 54-58.

CONTENTS

CO ₂ emission from an alpine <i>Kobresia humilis</i> meadow in winters	WU Qin, HU Qiwu, CAO Guangmin, et al (5107)
Effect of cultivation on soil organic carbon and total nitrogen accumulation in Cele oasis croplands and their relation to crop yield	HUANG Caibian, ZENG Fanjiang, LEI Jiaqiang, et al (5113)
Biomass and its allocation of four grassland species under different nitrogen levels	QI Yu, HUANG Yongmei, WANG Yan, et al (5121)
Small-scale spatial patterns of genetic structure in <i>Castanopsis eyrei</i> populations based on autocorrelation analysis in the Tiantai Mountain of Zhejiang Province	QI Caihong, JIN Zexin, LI Junmin (5130)
Influence of vegetation on frozen ground temperatures the forested area in the Da Xing'anling Mountains, Northeastern China	CHANG Xiaoli, JIN Huijun, YU Shaopeng, et al (5138)
Analysis of stable carbon isotopes in different components of tree rings of <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	SHANG Zhiyuan, WANG Jian, CUI Mingxing, et al (5148)
Retrieval of leaf area index for different grasslands in Inner Mongolia prairie using remote sensing data	LIU Yibo, JU Weimin, ZHU Gaolong, et al (5159)
Decomposition of lotus leaf litter and its effect on the aquatic environment of the Beili Lake in the Hangzhou West Lake	SHI Qi, JIAO Feng, CHEN Ying, et al (5171)
Effects of fire disturbance on greenhouse gas emission from <i>Larix gmelinii</i> - <i>Carex schmidtii</i> forested wetlands in XiaoXing'an Mountains, Northeast China	YU Lili, MU Changcheng, GU Han, et al (5180)
Wetland landscape transition pattern of Lianbo Beach along the Middle Yellow River	GUO Donggang, SHANGGUAN Tieliang, BAI Zhongke, et al (5192)
Effect of revegetation on functional groups of soil organic carbon on the Loess Plateau	LI Ting, ZHAO Shiwei, ZHANG Yang, et al (5199)
Soil organic and inorganic carbon contents in relation to soil physicochemical properties in northeastern China	ZU Yuangang, LI Ran, WANG Wenjie, et al (5207)
Characteristics of soil respiration in fallow and its influencing factors at arid-highland of Loess Plateau	GAO Huiyi, GUO Shengli, LIU Wenzhao (5217)
Soil microbial functional diversity between rhizosphere and non- rhizosphere of typical plants in the hilly area of southern Nixia	AN Shaoshan, LI Guohui, CHEN Liding (5225)
Differences in the surface palynomorph assemblages on a karst mountain and rocky desertification areas: a case in Nanchuan District, Chongqing	HAO Xiudong, OUYANG Xuhong, XIE Shiyu (5235)
Ash content and caloric value in the leaves of <i>Sinocalycanthus chinensis</i> and its accompanying species	JIN Zexin, LI Junmin, MA Jine (5246)
Uptake kinetic characteristics of Cu ²⁺ by <i>Salix jiangsuensis</i> CL J-172 and <i>Salix babylonica</i> Linn and the influence of organic acids	CHEN Caihong, LIU Zhikun, CHEN Guangcai, et al (5255)
Introduction of <i>TaNHX2</i> gene enhanced salt tolerance of transgenic puna chicory plants	ZHANG Lijun, CHENG Linmei, DU Jianzhong, et al (5264)
Effects of air humidity and soil water deficit on characteristics of leaf cuticular waxes in alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	GUO Yanjun, NI Yu, GUO Yunjiang, et al (5273)
Influence of water storage capacity on yield of winter wheat in dry farming area in the Loess Plateau	DENG Zhenyong, ZHANG Qiang, WANG Qiang, et al (5281)
Research of dynamic variation of moisture in apple orchard soil in the area of Xianyang in recent years	ZHAO Jingbo, ZHOU Qi, CHEN Baoqun, et al (5291)
Volatile oil contents correlate with geographical distribution patterns of the miao ethnic herb <i>Fructus Cinnamomi</i>	ZHANG Xiaobo, ZHOU Tao, GUO Lanping, et al (5299)
Effect of environmental factors on growth of <i>Chlorella</i> sp. and optimization of culture conditions for high oil production	DING Yancong, GAO Qun, LIU Jiayao, et al (5307)
The effects of substrates on locomotor performance of two sympatric lizards, <i>Takydromus septentrionalis</i> and <i>Plestiodon chinensis</i>	LIN Zhihua, FAN Xiaoli, LEI Huanzong, et al (5316)
Guild structure of wintering waterbird assemblages in shallow lakes along Yangtze River in Anhui Province, China	CHEN Jinyun, ZHOU Lizhi (5323)
Phylogenetic diversity analysis and <i>in situ</i> hybridization of symbiotic Oxymonad flagellates in the hindgut of <i>Reticulitermes chinensis</i> Snyder	CHEN Wen, SHI Yu, PENG Jianxin, et al (5332)
An entropy weight approach on the comprehensive evaluation of the Pearl River Delta Nature Reserve	ZHANG Linying, XU Songjun (5341)
Review and Monograph	
On planning method of mesoscale and microscale ecological land	RONG Bingling, LI Dong, XIE Yingxia (5351)
Effects of land use change on soil organic carbon: a review	CHEN Zhao, LÜ Changhe, FAN Lan, et al (5358)
Marine phytoplankton and biological carbon sink	SUN Jun (5372)
Effect of permafrost degradation on methane emission in wetlands: a review	SUN Xiaoxin, SONG Changchun, WANG Xianwei, et al (5379)
A review on the effects of biogenic elements and biological factors on wetland soil carbon mineralization	ZHANG Linhai, ZENG Congsheng, TONG Chuan (5387)
A review of studies using ecological network analysis	LI Zhongcai, Xu Junyan, WU Changyou, et al (5396)
Scientific Note	
Dynamics of age structures on <i>Agropyron michnoi</i> and <i>Leymus chinensis</i> in different communities	JIN Xiaoming, AI Lin, LIU Jidong, et al (5406)
The impact of thematic resolution on NDVI spatial pattern	HUANG Caixia, LI Xiaomei, SHA Jinming (5414)

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 18 期 (2011 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 18 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@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.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