

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

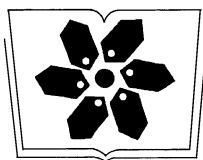
Acta Ecologica Sinica



第32卷 第8期 Vol.32 No.8 **2012**

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 32 卷 第 8 期

2012 年 4 月 (半月刊)

目 次

东北地区 5 种阔叶树苗木对火烧的生理响应.....	王 荣, 胡海清 (2303)
梭梭木虱发生规律及其影响因子.....	李粉莲, 吴雪海, 王佩玲, 等 (2311)
基于遥感降尺度估算中国森林生物量的空间分布.....	刘双娜, 周 涛, 舒 阳, 等 (2320)
流域景观格局与河流水质的多变量相关分析.....	赵 鹏, 夏北成, 秦建桥, 等 (2331)
内蒙古达赉湖地区赤狐生境选择及生境景观特征分析.....	张洪海, 李成涛, 窦华山, 等 (2342)
雅鲁藏布江流域底栖动物多样性及生态评价.....	徐梦珍, 王兆印, 潘保柱, 等 (2351)
用组合模型综合比较的方法分析气候变化对朱鹮潜在生境的影响.....	翟天庆, 李欣海 (2361)
2010 年牧区 2 代草地螟成虫迁飞的虫源分析	张 丽, 张云慧, 曾 娟, 等 (2371)
基于细胞色素 b 基因的中国岩羊不同地理种群遗传差异分析.....	李楠楠, 刘振生, 王正寰, 等 (2381)
喀斯特峰丛洼地不同退耕还林还草模式的土壤微生物特性.....	鹿士杨, 彭晚霞, 宋同清, 等 (2390)
永定河沿河沙地杨树人工林生态系统呼吸特征.....	方显瑞, 张志强, 查同刚, 等 (2400)
基于湿地植物光谱的水体总氮估测.....	刘 克, 赵文吉, 郭逍宇, 等 (2410)
背瘤丽蚌 F 型线粒体基因组全序列分析	陈 玲, 汪桂玲, 李家乐 (2420)
流域“源-汇”景观格局变化及其对磷污染负荷的影响——以天津于桥水库流域为例	李崇巍, 胡 婕, 王 飒, 等 (2430)
线虫群落对抚顺煤矸石山周边土壤可溶性盐污染的响应.....	张伟东, 吕 莹, 肖 莹, 等 (2439)
地上竞争对林下红松生物量分配的影响.....	汪金松, 范秀华, 范 娟, 等 (2447)
湿地松和马尾松人工林土壤甲烷代谢微生物群落的结构特征.....	王 芸, 郑 华, 陈法霖, 等 (2458)
马尾松和杉木树干韧皮部水溶性糖 $\delta^{13}\text{C}$ 值对气象因子的响应	卢钰茜, 王振兴, 郑怀舟, 等 (2466)
沙坡头人工植被演替过程的土壤呼吸特征.....	高艳红, 刘立超, 贾荣亮, 等 (2474)
豫西刺槐能源林的热值动态.....	谭晓红, 刘诗琦, 马履一, 等 (2483)
铁皮石斛种子的室内共生萌发	吴慧凤, 宋希强, 刘红霞 (2491)
红光与远红光比值对温室切花菊形态指标、叶面积及干物质分配的影响	杨再强, 张继波, 李永秀, 等 (2498)
扑草净对远志幼苗根系活力及氧化胁迫的影响.....	温银元, 郭平毅, 尹美强, 等 (2506)
地表臭氧浓度增加和 UV-B 辐射增强及其复合处理对大豆光合特性的影响	郑有飞, 徐卫民, 吴荣军, 等 (2515)
AMF 对喀斯特土壤枯落物分解和对宿主植物的养分传递	何跃军, 钟章成, 董 鸣 (2525)
传统豆酱发酵过程中细菌多样性动态.....	葛菁萍, 柴洋洋, 陈 丽, 等 (2532)
定位施肥对紫色菜园土磷素状况的影响.....	孙倩倩, 王正银, 赵 欢, 等 (2539)
基于生态需水保障的农业生态补偿标准.....	庞爱萍, 孙 涛 (2550)
保障粮食安全造成的生态价值损失评估模型及应用.....	芦蔚叶, 姜志德, 张应龙, 等 (2561)
专论与综述	
疏浚泥用于滨海湿地生态工程现状及在我国应用潜力.....	黄华梅, 高 杨, 王银霞, 等 (2571)
问题讨论	
厌氧氨氧化菌群体感应系统研究.....	丁 爽, 郑 平, 张 萌, 等 (2581)
基于形态结构特征的洞庭湖湖泊健康评价.....	帅 红, 李景保, 夏北成, 等 (2588)
研究简报	
黄土高原不同树种枯落叶混合分解效应.....	刘增文, 杜良贞, 张晓曦, 等 (2596)
不同经营类型毛竹林土壤活性有机碳的差异.....	马少杰, 李正才, 王 斌, 等 (2603)
干旱对辣椒光合作用及相关生理特性的影响	欧立军, 陈 波, 邹学校 (2612)
硅和干旱胁迫对水稻叶片光合特性和矿质养分吸收的影响	陈 伟, 蔡昆争, 陈基宁 (2620)



封面图说: 红树林粗大的气生根——红树林是热带、亚热带海湾及河口泥滩上特有的常绿灌木或乔木群落。由于海水环境条件特殊, 红树林植物具有一系列特殊的生态和生理特征。其中之一就是气根, 红树从根部长出许多指状的气生根露出海滩地面, 以便在退潮时甚至潮水淹没时用以通气, 故称呼吸根。在中国, 红树林主要分布在海南、广西、广东和福建省沿海, 它一般分布于高潮线与低潮线之间的潮间带, 往往潮差越大, 红树的呼吸根就长得越高越粗大。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201110151529

杨再强, 张继波, 李永秀, 彭晓丹, 张婷华, 张静. 红光与远红光比值对温室切花菊形态指标、叶面积及干物质分配的影响. 生态学报, 2012, 32(8): 2498-2505.

Yang Z Q, Zhang J B, Li Y X, Peng X D, Zhang T H, Zhang J. Effects of red/far red ratio on morphological index, leaf area and dry matter partitioning of cut chrysanthemum flower. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(8): 2498-2505.

红光与远红光比值对温室切花菊形态指标、 叶面积及干物质分配的影响

杨再强^{1,2,*}, 张继波¹, 李永秀¹, 彭晓丹¹, 张婷华¹, 张 静¹

(1. 南京信息工程大学江苏省农业气象重点实验室, 南京 210044; 2. 南京信息工程大学应用气象学院, 南京 210044)

摘要:以切花菊品种‘神马’(*Chrysanthemum morifolium* Ramat ‘Jinba’)为试材,于2010—2011年设计不同红光(R:(660±10)nm)与远红光(FR:(730±10)nm)比值(R/FR分别为0.5、2.5、4.5、6.5)的LED灯照射处理,研究不同R/FR值对温室切花菊形态指标、叶面积形成及干物质分配的影响。结果显示R/FR=2.5处理的植株叶片数、株高、茎粗、花径、叶面积及总干重均为各个处理中最高,R/FR=0.5处理的节间最长。所有R/FR处理的单株地上干物质重量与光质处理天数呈指数-线性模型。随处理天数的增加不同R/FR值处理菊花植株地上部分及地下部分干物质分配指数差异均不显著,叶片和花的干物质分配指数随处理天数的增加分别呈降低和升高的趋势,茎干物质分配指数则呈现先升高后降低的趋势,R/FR=2.5处理下,菊花叶片干物质分配指数和花干物质分配指数最高,而茎干物质分配指数却为最低;R/FR=6.5处理茎干物质分配指数最高,叶片干物质分配指数最低;0.5处理花朵干物质分配指数最低,说明远红光比例增加能够促进干物质向茎中分配,R/FR=2.5处理利于干物质向花朵中分配。

关键词:菊花;R/FR;叶面积;干物质分配

Effects of red/far red ratio on morphological index, leaf area and dry matter partitioning of cut chrysanthemum flower

YANG Zaiqiang^{1,2,*}, ZHANG Jibo¹, LI Yongxiu¹, PENG Xiaodan¹, ZHANG Tinghua¹, ZHANG Jing¹

1 Jiangsu Key laboratory of Agricultural Meteorology, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China

2 College of Applied Meteorology, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China

Abstract: Chrysanthemum is one of the four most important cut flowers in the world and is also China's main export flower. To study the effects of the red to far red ratio of light on the morphological index, leaf area, and dry matter partitioning of chrysanthemum, experiments were conducted in the experimental greenhouse of Nanjing University of Information Science and Technology from October 2010 to February 2011. The greenhouse was 9.6 m wide and 30.0 m long, with top and shoulder heights of 5.0 m and 4.5 m, respectively. The experimental material was *Chrysanthemum morifolium* Ramat. cv. ‘Jingba’). The plants were transplanted on 6 October, when the seedlings were approximately 20 cm high with 6—10 leaves. A mixture of vermiculite and perlite with a volume ratio of 2:1 was used as the culture substrate. The planting space was 20 cm × 20 cm in size. During the vegetative growth phase, fluorescent lamps (photosynthetically active radiation (PAR) = 200 μmol·m⁻²·s⁻¹) were used to supplement the light for 5 h (18:00—23:00) to extend the illumination time. When the plant height reached 50 cm, natural light was shaded using black plastic film, and LED light sources with four

基金项目:国家自然科学基金项目(41075087);公益(气象)行业科研专项(GYHY(QX)200906023);公益(气象)行业科研专项(GYHY(QX)201006028);江苏省科技支撑项目(BE2010734)

收稿日期:2011-10-15; 修订日期:2012-02-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yzq@nuist.edu.cn

different R:FR ratios were used to produce short-day treatments. Each LED light source consisted of 360 evenly and proportionally arranged red and far-red LED lamps. The red (R: (660±30) nm): far-red (FR: (730±30) nm) energy ratios of the four experimental treatments were 0.5, 2.5, 4.5, and 6.5. The LED light sources (50 cm long × 50 cm wide) were fixed 15 cm above the canopy. Each treatment had 30 chrysanthemum plants. All plants were irrigated with a nutrient solution with a conductivity of 1.5 ms/cm (200 µg/g N; 80 µg/g P; 170 µg/g K). The morphological index was calculated for each plant based on leaf number, plant height, internode length, stem diameter, flower diameter, whole-plant diameter, total leaf area, and dry matter partitioning. The maximum plant leaf number, plant height, stem diameter, flower diameter, leaf area and total dry weight of chrysanthemum occurred at R:FR = 2.5, and the longest internodes were at R/FR=0.5. The relationship between the shoot dry-matter weight per plant and the value of R:FR in all treatments was best described with a exponential-linear model. As the duration of R:FR treatment increased, the shoot and root dry-matter partitioning indices did not significantly differ overall, while the leaf dry-matter partitioning index decreased, the stem dry-matter partitioning index initially increased and then decreased, and the flower dry-matter partitioning index increased. At R:FR=2.5, the chrysanthemum leaf and flower dry-matter partitioning indices were the highest, while the stem dry-matter partitioning index was the lowest; however, the stem dry-matter partitioning index was the highest and the leaf dry-matter partitioning index was the lowest at R/FR=6.5, and the flower dry-matter partitioning index was the lowest at R/FR=0.5. We conclude that increasing the far-infrared component of light was not conducive to increasing flower dry matter, but increasing the proportion of red light can promote stem dry-matter accumulation and a red: far red ratio of 2.5 can improve dry matter transfer into flowers.

Key Words: Chrysanthemum; R/FR; leaf area; dry matter distribution

植物吸收光谱具选择性,不同光质成分对植物形态建成、光合作用和物质代谢的调节作用各不相同^[1-3]。近年来,利用光质调节设施作物生长发育的研究倍受国内外学者关注^[4-6]。已有研究表明,红光与远红光对作物基因表达^[7]、发育^[8,9]和叶片衰老^[10]等均有调控作用。Yamada 等^[11]研究发现低 R/FR 值夜间补光(22:00—3:00)处理可以促进洋梗桔的花芽分化,而高 R/FR 值处理会延迟洋梗桔的花芽分化,促进或延迟花芽分化的临界 R/FR 比值为 5.3;且不同 R/FR 值补光处理与对照处理现蕾时间相差天数与 R/FR 值呈对数函数。Leuchner 等^[12]证实光合作用速率随 R/FR 比值呈非线性增加关系。McMahon 和 Kelly^[13]研究表明在‘Spears’在 CuSO₄ 滤光片下,菊花叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素及总干重增加,叶面积减少。Rosa 等^[14]用远红光照射(低 R/FR 值)的松树幼苗,茎干高度增加、总干重减少。Li 等^[15]发现高 R/FR 值处理可抑制菊花节间生长和叶面积增大。Robin 等^[16]研究表明低 R/FR 值抑制苜蓿分枝(侧芽)产生和茎节数增长,增加植株叶面积。此外,植物生长发育对 R/FR 值大小的敏感性也存在较大差异,Kurepin 等^[17]认为植物对 R/FR 值的反应在 0.2—1.5 间最为敏感,R/FR 值高于 5.0 以后对植物的调节作用不明显,R/FR 值在 0—4.6 范围内,非洲菊节间长度随 R/FR 值增加而缩短。前人研究证实红光能降低植物体内源赤霉素(GA)的含量,从而减少节间长度和植株高度,而远红光(FR)能提高赤霉素的含量,增加节间长度^[18]。

菊花(*Chrysanthemum morifolium* Ramat.)是世界四大切花之一,也是我国重要的出口花卉;目前关于不同 R/FR 值对菊花外观品质的影响机理及数量关系仍不清楚。本研究利用 LED 光源设计了不同 R/FR 值处理试验,研究不同 R/FR 值对单头切花菊的叶面积扩展、干物质生产及分配等的影响,从而揭示 R/FR 值影响切花菊品质形成的机理,以期利用光质调控设施菊花生长发育和品质提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2010 年 10 月至 2011 年 2 月在南京信息工程大学试验温室(Venlo)内进行,温室顶高 5.0 m,肩高 4.5 m,宽 9.6 m,长 30.0 m。供试菊花品种为‘神马’(*Chrysanthemum morifolium* Ramat ‘Jinba’),于 2010 年

10月6日定植,定植时苗高约20 cm,叶片数6—10片;定植的株行距为20 cm×20 cm,采用基质栽培,基质为蛭石和珍珠岩,体积比为2:1。植株营养生长期用日光灯(PAR为200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)补光5 h (18:00—23:00)以延长光周期,当苗高达50 cm时,在温室内离地面1.5 m高处搭架,设计不同R:FR值LED光源短日处理,短日处理光照时间为10h(08:00—17:00)。红光和远红光的波长分别为(660±30) nm和(730±30) nm (25℃时),利用两种LED灯组合得到不同R:FR比值,R与FR的能量比设计0.5、2.5、4.5、6.5共4个处理,每个处理由360只LED灯组成,红光和远红光的LED灯按比例均匀排列,光源面积为50 cm×50 cm,根据植株生长状况,调节灯与冠层的距离为15 cm,调节光强,保证植株顶端的光强为1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,每处理菊花植株30株。为了避免外界光源影响,在灯架四周利用黑色塑料薄膜遮光。所有植株用营养液施肥,营养液的电导度为1.5 ms/cm(200 $\mu\text{g/g}$ N; 80 $\mu\text{g/g}$ P; 170 $\mu\text{g/g}$ K)。

1.2 作物数据的测定

定植后每隔7 d测定各处理3株的株高、茎粗、出叶数、节间长(株高/叶片数)、叶面积;每隔15 d破坏性取样3株,测定器官鲜重和干重;现蕾后每隔3 d测定花径。利用叶模法计算得到单株叶面积。

1.3 器官干物质的测定与分配指数的计算

在补光处理后分别于第15、30、45、60天,进行破坏性取样,每隔间3株,将各植株分为根、茎、叶和花4部分,105℃杀青5 min,然后在85℃烘干至恒重,采用精度为0.001 g的电子天平测定各器官干重。地上部分分配指数是地上部分干重占总干重的比例。地上部分各器官的分配指数是指植株各器官的干重占地上部分总干重的比例。在干物质分配研究中,假定干物质首先在地上部分与地下部分之间进行分配,然后地上部分干物质再向茎、叶、花中分配,干物质分配指数按下列公式计算:

$$\text{PIS} = \text{WSH} / \text{WT} \quad (1)$$

$$\text{PIR} = 1 - \text{PIS} \quad (2)$$

$$\text{PIST} = \text{WST} / \text{WSH} \quad (3)$$

$$\text{PIL} = \text{WL} / \text{WSH} \quad (4)$$

$$\text{PIF} = \text{WF} / \text{WSH} \quad (5)$$

式中,PIS为地上部分干物质分配指数,PIR为根干物质分配指数。PIST、PIL和PIF分别为茎、叶和花干物质分配指数。WSH为单株地上部分干重(g/株),WT为单株总干物量(g/株)。WS、WL和WF分别为单株茎、叶和花干重(g/株)。

2 结果与分析

2.1 不同R/FR值处理对菊花形态指标的影响

不同R/FR值处理下菊花的叶片数、株高、节间长随处理时间的变化见表1。从表1可以看出,不同R/FR值处理下菊花的叶片数、株高、节间长均随处理天数的增加而增加。其中,叶片数以R/FR=2.5处理增加最为显著,当R/FR处理至60 d时,叶片数由大到小的R/FR顺序为:2.5、4.5、0.5、6.5,且0.5处理与6.5处理差异不显著;2.5处理增长量最大,短日处理60 d后,株高由大到小的R/FR顺序为:2.5、0.5、6.5、4.5;R/FR处理15 d后不同R/FR值处理节间长差异不显著,60 d后以R/FR=0.5处理和R/FR=6.5处理节间长最大,R/FR=4.5处理节间长最小。R/FR值为2.5时,叶片数和株高均为最高,而节间长则较低;R/FR值为0.5和6.5时,叶片数和株高均较低,节间长均为最高;R/FR值为4.5时,叶片数较多,而株高及节间长均为各处理最低。不同R/FR值处理下菊花花茎均随处理后天数的增加而增加,收获时花径由大到小的R/FR的顺序为:2.5、4.5、0.5、6.5。

2.2 不同R/FR值处理对菊花叶面积的影响

不同R/FR值处理下菊花叶面积随处理天数的增加而增加(图1),且R/FR处理的后30 d叶面积的增长幅度明显大于处理的前30 d。菊花叶面积由大到小的R/FR顺序为:2.5、4.5、0.5、6.5。不同R/FR值处理下菊花叶面积与光质处理天数之间关系可以用logistic模型^[5]模拟,即:

$$LA = LAm / (1 + \exp(a_1 - a_2 t)) \quad (6)$$

式中, LA 为单株叶面积, LAm 为不同 R/FR 处理下菊花的最大叶面积, t 处理天数, a_1, a_2 常数, 且 a_2 表示菊花的日生长量。模型中的参数 a_1, a_2 值见表 2。2.5 处理下 a_2 显著大于其它处理, 表明 2.5 处理菊花的日生长量最大, 由大到小的顺序: 2.5、4.5、6.5、0.5。

表 1 不同 R/FR 值处理对菊花的叶片数、株高、节间长、茎粗和花径的影响

Table 1 Effects of different R/FR ratio on leaf number, plant height, internode length, diameter of stem and diameter of flower of chrysanthemum

	R/FR	处理后天数 Days after treatment/d			
		15	30	45	60
叶片数	0.5	24.4±1.7a	29.6±2.4b	34.3±2.8b	39.8±2.9b
Leaf number	2.5	25.3±1.9a	33.1±1.6a	37.8±2.4a	45.2±3.6a
	4.5	24.7±3.1a	30.6±2.7b	38.5±2.5a	41.4±3.5b
	6.5	23.5±2.6a	31.4±2.8a	35.9±3.1b	39.6±3.7b
株高/cm	0.5	54.4±4.6a	78.1±5.4a	95.1±7.3b	117.8±9.7b
Plant height	2.5	54.7±4.4a	73.6±6.5b	99.7±8.8a	123.6±10.3a
	4.5	53.0±3.8a	78.9±5.9a	93.6±9.4b	108.3±11.2c
	6.5	50.2±4.9a	75.2±7.1b	90.7±5.4c	113.9±10.6b
节间长/cm	0.5	2.2±0.16a	2.6±0.11a	2.8±0.23a	2.9±0.19a
Internode length	2.5	2.2±0.18a	2.2±0.15c	2.6±0.22b	2.7±0.21b
	4.5	2.1±0.20a	2.6±0.11a	2.4±0.17c	2.6±0.17b
	6.5	2.1±0.13a	2.4±0.15b	2.5±0.11b	2.8±0.21a
茎粗/mm	0.5	2.2±0.16a	2.6±0.11a	2.8±0.23a	2.9±0.19a
Diameter of stem	2.5	2.2±0.18a	2.2±0.15c	2.6±0.2b	2.7±0.21b
	4.5	2.1±0.20a	2.6±0.11a	2.4±0.17c	2.6±0.17b
	6.5	2.1±0.13a	2.4±0.15b	2.5±0.11b	2.8±0.21a
花径/cm	0.5	3.1±0.41a	3.6±0.35a	4.7±0.42b	5.8±0.63b
Diameter of flower	2.5	3.3±0.32a	3.8±0.24a	5.1±0.46a	6.3±0.48a
	4.5	3.2±0.21a	3.5±0.26b	4.9±0.52a	6.4±0.35a
	6.5	2.6±0.16b	3.4±0.33b	4.4±0.44b	5.5±0.66b

采用邓肯新复极差法分析, 不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著

表 2 不同 R/FR 值处理对菊花叶面积指数模拟模型参数的影响

Table 2 The parameters for leaf area index simulation model of chrysanthemum under different R/FR ratio

R/FR	LAm	a_1	a_2	R^2	Se
0.5	2075.07c	1.536c	0.0648	0.995	94.23
2.5	2315.98a	1.558 b	0.0715	0.993	109.65
4.5	2236.88b	1.585 a	0.0674	0.992	128.69
6.5	1908.74c	1.529 c	0.0658	0.997	64.37

2.3 不同 R/FR 值处理对菊花干物质生产的影响

不同 R/FR 值处理下菊花的地上部分干重随处理天数的变化见图 2, 不同 R/FR 值处理下菊花总干重随处理天数的增加而增加, 光质处理初期(光质处理前 30 d)不同 R/FR 值处理菊花地上部分干重差异不大, 当光质处理到 60 d 后, 菊花地上部分由大到小的 R/FR 顺序为 2.5、4.5、6.5、0.5, 且 0.5 处理与 6.5 处理差异不显著。单位面积不同杆数菊花的地上部分干重(DWS)与定植后天数的关系服从指数—线性函数^[19], 即菊花干物质积累可分两个阶段: 在定植后到冠层封行前, 由于植株光照充分, 植株地上部分干物质呈现指数增长; 在冠层封行后至收获前, 冠层截获光合有效辐射不再增加, 植株地上部分干物质积累与定植后天数呈

线性关系增长。因此,可用指数—线性模型模拟菊花地上部分干物质积累的全过程:

$$DWS = (Cm/Rm) \times \ln(1 + \text{Exp}(Rm(t - t_0))) \quad (7)$$

式中, DWS 表示单位面积地上部分干重(g/m²), t 表示定植后天数(d), Cm 为线性阶段地上部分干重最大生长速率(g/d), Rm 为指数阶段地上部分干重相对最大生长速率(g g⁻¹ d⁻¹ m⁻²), Tb 为菊花植株封行的天数(d)。利用 spss11.0 拟合得到不同 R/FR 值处理的模型参数(表 3), Cm 和 Rm 由大到小的 R/FR 值顺序: 2.5、4.5、6.5、0.5; R/FR 处理后到冠层封行的时间在 28—33 d 间, R/FR 为 2.5 处理的冠层封行的时间最短, 线性阶段地上部分干重的最大生长率和指数阶段相对最大生长率均最高, 0.5 处理最小。

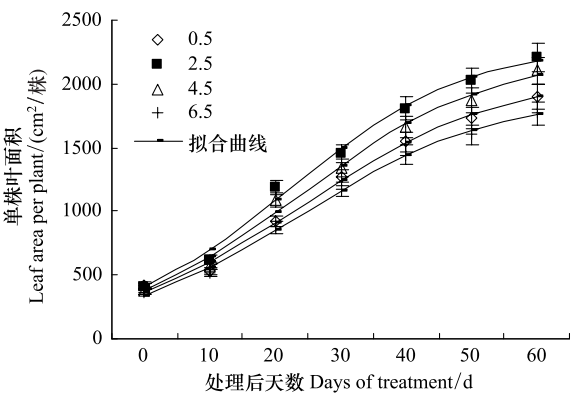


图1 不同 R/FR 值处理对菊花叶面积的影响
Fig. 1 Effects of different R/FR ratio on leaf area of chrysanthemum

表 3 不同 R/FR 值处理下菊花干物质模拟模型参数的变化

Table 3 The parameters for dry mass simulation model of chrysanthemum under different R/FR ratio					
R/FR 值	Cm	Rm	t ₀	R ²	Se
0.5	0.490c	0.043c	29b	0.983	0.886
2.5	0.581a	0.114a	28b	0.975	0.812
4.5	0.519b	0.087b	33a	0.991	0.657
6.5	0.0495c	0.052c	31a	0.982	0.816

2.4 不同 R/FR 值处理对菊花干物质分配指数的影响
随处理天数的增加不同 R/FR 值处理菊花地上部分干物质分配指数差异不显著, 地下部分干物质分配指数差异也不明显。且在整个光质处理期间菊花地上部分干物质分配指数及地下部分干物质分配指数变化幅度不大, 不同 R/FR 值处理下菊花地上部分干物质分配指数均在 0.9 左右, 而菊花地下部分干物质分配指数则在 0.1 左右。除 R/FR=2.5 处理外, 其他各处理的菊花叶片干物质分配指数都随处理天数的增加呈降低趋势, 0.5 处理和 4.5 处理在处理 60 d 达到最小, 而 6.5 处理则在处理后 45 d 达到最小。R/FR=2.5 处理下菊花叶片干物质分配指数随处理天数的增加呈先升高后降低的趋势, 在光质处理 30 d 时达到最大。菊花叶片干物质分配指数由大到小的 R/FR 值顺序为 2.5、0.5、4.5、6.5(图 3)。

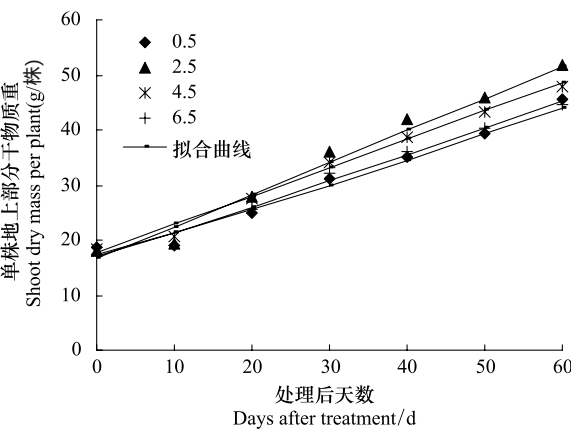


图2 不同 R/FR 值处理对菊花干物质总量的影响
Fig. 2 Effects of different R/FR ratio on total dry mass of chrysanthemum

不同 R/FR 值处理下菊花茎干物质分配指数随处理天数的增加均呈先升高后降低的趋势, 6.5 处理、4.5 处理和 0.5 处理均在光质处理 30 d 后达到最大, 而 2.5 处理则在光质处理后 45 d 达到最大。菊花茎干物质由大到小的 R/FR 值顺序为: 6.5、4.5、0.5、2.5, 各处理下叶片干物质分配指数的大小顺序与茎干物质分配指数的大小顺序相反。随着光质处理天数的增加, 各 R/FR 值处理下菊花花干物质分配指数均呈增加的趋势, 且花干物质分配指数由大到小的 R/FR 顺序为: 2.5、4.5、6.5、0.5, 且 2.5 处理花干物质分配指数在处理 30 d 的增长幅度显著大于其他处理。2.5 处理下, 菊花叶片干物质分配指数和花干物质分配指数最高, 而茎干物

质分配指数却为最低,说明随着处理天数的增加茎的干物质积累向花和叶片发生的转移;4.5 处理下叶片干物质分配指数较低,而茎干物质分配指数和花干物质分配指数较高,说明随着处理天数的增加叶片的干物质积累向茎和花发生了转移;0.5 处理下叶片干物质分配指数较高,茎干物质分配指数较低,而花干物质分配指数最低;6.5 处理下叶片干物质分配指数最低,茎干物质分配指数最高,花干物质分配指数较低;说明 0.5 处理和 6.5 处理均不利于干物质向花的转移(图 3)。

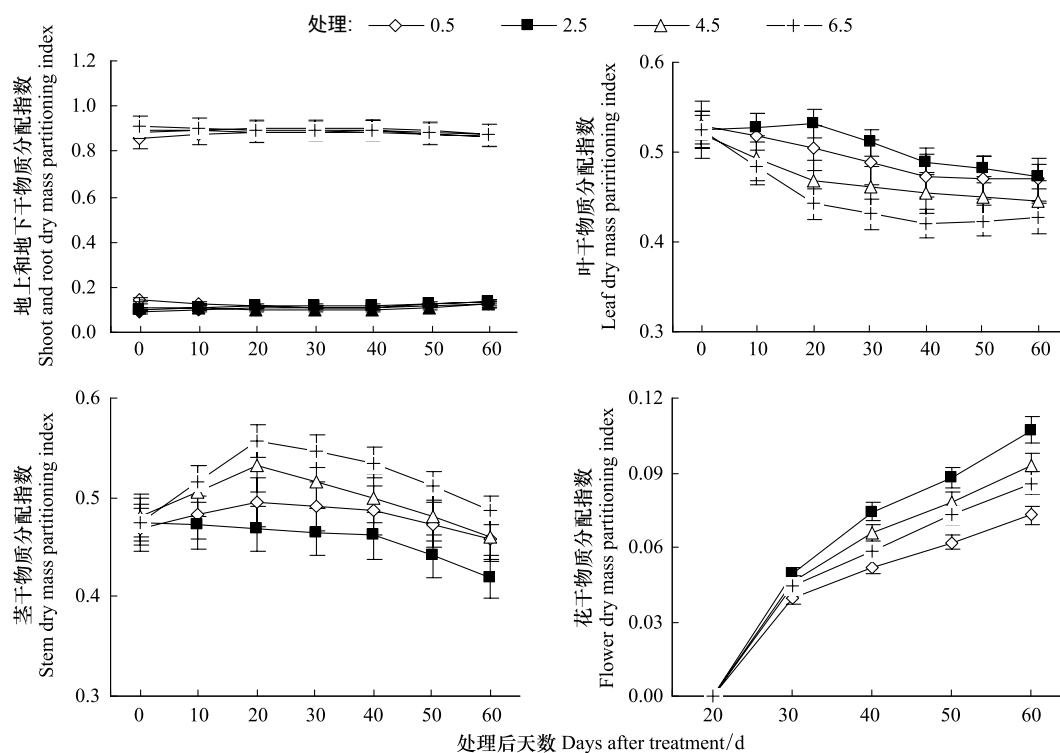


图 3 不同 R/FR 值处理对菊花干物质分配指数的影响

Fig. 3 Effects of different R/FR ratio on partitioning index of chrysanthemum dry mass

3 讨论与结论

本试验表明菊花叶片数、株高、茎粗、花茎及叶面积均以 $R/FR=2.5$ 处理最高,这与 Li 和 Kubota^[20] 报道的补充远红光可以显著增加作物的鲜重、干重、茎长、叶长和叶宽的结论基本一致。该研究与 Li 等^[15] 报道的 $R/FR=2.2$ 处理 4 周后菊花株高降低结论不一致,这可能与研究材料和菊花光质处理时期不同所致,本研究品种是单头切花菊品种‘Jinba’,而 Li 等研究的多头小菊‘Bright Golden Anne’,不同品种对光质的反应差异较大。前人研究证实红光能降低植物体内源赤霉素(GA)的含量,从而减少节间长度和植株高度,而远红光(FR)能提高赤霉素的含量,增加节间长度^[18,21-22]。Kurepin 等^[17] 研究表明: R/FR 比值降低可以促进向日葵茎伸长,这主要是由于向日葵下胚轴和节间的生长素含量降低造成的。因此,今后需要进一步研究不同 R/FR 处理对节间内源激素的影响。

干物质在作物各器官的分配受多种环境因子及内源激素的影响,前人研究表明增加红光成份处理提高了温室植株株高、叶面积、叶绿素含量、叶片光合速率、干物质产量,促进同化产物向营养器官分配^[4,24-25]。菊花干物质积累增加,但不同处理下分配到各器官的比例不同, $R/FR=2.5$ 处理下,菊花叶片和花干物质分配指数均最高,而茎干物质分配指数却为最低,本研究表明茎干物质分配指数以 $R/FR=6.5$ 处理最高,这与 Marcuvitz 等^[23] 报道的高 R/FR 可以减少三叶草植株的生长和枝蔓的结论基本一致。

不同光质对细胞色素影响较大,从而影响干物质积累。前人研究表明,高 R/FR 值处理的葡萄^[3]、草莓^[24]、多头菊‘Spears’^[13] 叶片中叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量均显著增加。魏星等^[25] 也证实 R/FR

值增加有利于菊花叶片叶绿素 b 的合成。为了进一步揭示 R/FR 值对菊花生长的影响机理,应该深入 R/FR 对温室切花菊植株细胞色素的影响。

本研究利用控制试验系统探讨了温室切花菊的形态指标、叶面积和干物质生产与分配对 R/FR 值的响应,结果显示植株叶片数、株高、茎粗、花茎、叶面积、总干重、花叶片干物质分配指数和花干物质分配指数均以 R/FR=2.5 处理最高,茎干物质分配指数以 R/FR=6.5 处理最高,R/FR=0.5 处理节间长度最长,但叶片和花的干物质分配指数最低;所有 R/FR 处理的单株地上干物质重量与光质处理天数较好符合指数-线性生长模型,不同 R/FR 值处理菊花地上部分及地下部分干物质分配指数差异均不显著,叶片干物质分配指数都随处理天数的增加呈降低,花干物质分配指数与之相反,茎干物质分配指数随处理天数的增加均呈先升高后降低,结果表明:增加远红外成分不利于花干物质分配,红光比例增加促进茎干物质分配,R/FR=2.5 处理利于花干物质分配。

References:

- [1] Ascencio-Cabral A, Gutiérrez-Pulido H, Rodríguez-Garay B, Gutiérrez-Mora A. Plant regeneration of *Carica papaya* L. through somatic embryogenesis in response to light quality, gelling agent and phloridzin. *Scientia Horticulturae*, 2008, 118(2): 155-160.
- [2] Runkle E S, Heins R D. Stem extension and subsequent flowering of seedlings grown under a film creating a far-red deficient environment. *Scientia Horticulturae*, 2002, 96(1/4): 257-265.
- [3] Poudel P R, Kataoka I, Mochioka R. Effect of red- and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2008, 92(2): 147-153.
- [4] Blom T J, Zheng Y B. The response of plant growth and leaf gas exchange to the speed of lamp movement in a greenhouse. *Scientia Horticulturae*, 2009, 119(2): 188-192.
- [5] Larsen R U, Nothnagl M. Re-constructing data of leaf area increment in the greenhouse pot chrysanthemum cultivar 'Lompoc'. *Scientia Horticulturae*, 2008, 117(1): 63-68.
- [6] Cemek B, Demir Y. Testing of the condensation characteristics and light transmissions of different plastic film covering materials. *Polymer Testing*, 2005, 24(3): 284-289.
- [7] Azari R, Tadmor Y, Meir A, Reuveni M, Evenor D, Nahon S, Shlomo H, Chen L, Levin I. Light signaling genes and their manipulation towards modulation of phytonutrient content in tomato fruits. *Biotechnology Advances*, 2010, 28(1): 108-118.
- [8] Kim S Y, Hwang S J, Lee I J, Shin D H, Park S T, Yeo U S, Kang H W. Effect of Light on endogenous levels of gibberellin and abscisic acid in seed germination of photoblastic weedy rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 2009, 12(3): 149-152.
- [9] Murtas G, Millar A J. How plants tell the time. *Current Opinion in Plant Biology*, 2000, 3(1): 43-46.
- [10] Causin H F, Jauregui R N, Barneix A J. The effect of light spectral quality on leaf senescence and oxidative stress in wheat. *Plant Science*, 2006, 171(1): 24-33.
- [11] Yamada A, Tanigawa T, Suyama T, Matsuno T, Kunitake T. Red: far-red light ratio and far-red light integral promote or retard growth and flowering in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Scientia Horticulturae*, 2009, 120: 101-106.
- [12] Leuchner M, Menzel A, Werner H. Quantifying the relationship between light quality and light availability at different phenological stages within a mature mixed forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2007, 142(1): 35-44.
- [13] McMahon M J, Kelly J W. CuSO₄ filters influence flowering of Chrysanthemum cv. Spears. *Scientia Horticulturae*, 1999, 79(3/4): 207-215.
- [14] de la Rosa T M, Aphalo P J, Lehto T. Effects of far-red light on the growth, mycorrhizas and mineral nutrition of Scots pine seedlings. *Plant and Soil*, 1998, 201(1): 17-25.
- [15] Li S M, Rajapakse N C, Young R E, Qi R. Growth responses of chrysanthemum and bell pepper transplants to photosensitive plastic films. *Scientia Horticulturae*, 2000, 84(3/4): 215-225.
- [16] Robin C, Hay M J M, Newton P C D. Effect of light quality (red: far-red ratio) and defoliation treatments applied at a single phytomer on axillary bud outgrowth in *Trifolium repens* L.. *Oecologia*, 1994, 100(3): 236-242.
- [17] Kurepin L V, Walton L J, Reid D M. Interaction of red to far red light ratio and ethylene in regulating stem elongation of *Helianthus annuus*. *Plant Growth Regulation*, 2007, 51(1): 53-61.
- [18] Li W Z, Chinnappa C C. Isolation and characterization of *PHYC* gene from *Stellaria longipes*: differential expression regulated by different red/far-red light ratios and photoperiods. *Planta*, 2004, 220(2): 318-330.
- [19] Lee J H, Goudriaan J, Challa H. Using the expolinear growth equation for modelling crop growth in year-round cut chrysanthemum. *Annals of*

- Botany, 2003, 92(5): 697-708.
- [20] Li Q, Kubota C. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. Environmental and Experimental Botany, 2009, 67(1): 59-64.
- [21] Li S M. Light quality control film in application in the manufacture of horticultural facilities. China Vegetables (supplementary issue), 2000, 54-57.
- [22] Chen J, Chen Q L, Weng J, Liu Y, Cheng Z H, Xu C H. Effect of illumination with different red/far-red ratios on anthocyanidin synthesis in tomato seedling leaves. Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica, 2004, 24 (10): 1773-1778.
- [23] Marcuvitz S, Turkington R. Differential effects of light quality, provided by different grass neighbours, on the growth and morphology of *Trifolium repens* L. (white clover). Oecologia, 2000, 125(2): 293-300.
- [24] Nhut D T, Takamura T, Watanab H, Okamoto K, Tanaka M. Responses of strawberry plantlets cultured *in vitro* under super bright red and blue light-emitting diodes (LEDs). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2003, 73(1): 43-52.
- [25] Wei X, Gu Q, Dai Y J, Xu Z G. Different Light Qualities on Growth of Chrysanthemum (*Dendranthema morifolium*) Plantlets in vitro. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(12): 344-349.

参考文献:

- [21] 李书民. 光质调控薄膜在设施园艺生产中的应用. 中国蔬菜, 2000, (增刊): 54-57.
- [22] 陈静, 陈启林, 翁俊, 刘源, 程智慧, 徐春和. 不同红光/远红光比例(R/FR)的光照影响番茄幼苗叶片中花青素合成的研究. 西北植物学报, 2004, 24 (10): 1773-1778.
- [25] 魏星, 顾清, 戴艳娇, 徐志刚. 不同光质对菊花组培苗生长的影响. 中国农学通报, 2008, 24(12): 344-349.

CONTENTS

Physiological responses of five deciduous broad-leaved tree seedlings in the Northeast Area of China to burning	WANG Rong, HU Haiqing (2303)
The occurrence regularity of psyllid in <i>Haloxylon</i> spp and its influencing factors	LI Fenlian, WU Xuehai, WANG Peiling, et al (2311)
The estimating of the spatial distribution of forest biomass in China based on remote sensing and downscaling techniques	LIU Shuangna, ZHOU Tao, SHU Yang, et al (2320)
Multivariate correlation analysis between landscape pattern and water quality	ZHAO Peng, XIA Beicheng, QIN Jianqiao, et al (2331)
Red fox habitat selection and landscape feature analysis in the Dalai Lake Natural Reserve in Inner Mongolia	ZHANG Honghai, LI Chengtao, DOU Huashan, et al (2342)
Research on assemblage characteristics of macroinvertebrates in the Yalu Tsangpo River Basin	XU Mengzhen, WANG Zhaoyin, PAN Baozhu, et al (2351)
Climate change induced potential range shift of the crested ibis based on ensemble models	ZHAI Tianqing, LI Xinhai (2361)
Analysis of the sources of second generation meadow moth populations that immigrated into Chinese pastoral areas in 2010	ZHANG Li, ZHANG Yunhui, ZENG Juan, et al (2371)
Genetic diversity based on cytochrome <i>b</i> gene analysis of different geographic populations of blue sheep in China	LI Nannan, LIU Zhensheng, WANG Zhenghuan, et al (2381)
Soil microbial properties under different grain-for-green patterns in depressions between karst hills	LU Shiyang, PENG Wanxia, SONG Tongqing, et al (2390)
Ecosystem and soil respiration of a poplar plantation on a sandy floodplain in Northern China	FANG Xianrui, ZHANG Zhiqiang, ZHA Tonggang, et al (2400)
Estimating total nitrogen content in water body based on reflectance from wetland vegetation	LIU Ke, ZHAO Wenji, GUO Xiaoyu, et al (2410)
Analysis on complete F type of mitochondrial genome in <i>Lamprotula leai</i>	CHEN Ling, WANG Guiling, LI Jiale (2420)
The source-sink landscape pattern change and its effect on phosphorus pollution in Yuqiao watershed	LI Chongwei, HU Jie, WANG Sa, et al (2430)
Responses of soil nematode communities to soluble salt contamination around Gangue hill in Fushun	ZHANG Weidong, LV Ying, XIAO Ying, et al (2439)
Effect of aboveground competition on biomass partitioning of understory Korean pine (<i>Pinus koraiensis</i>)	WANG Jinsong, FAN Xiuhua, FAN Juan, et al (2447)
Research of methane metabolic microbial community in soils of slash pine plantation and Masson pine plantation	WANG Yun, ZHENG Hua, CHEN Falin, et al (2458)
$\delta^{13}\text{C}$ values of stem phloem water soluble sugars of <i>Pinus massoniana</i> and <i>Cunninghamia lanceolata</i> response to meteorological factors	LU Yuxi, WANG Zhenxing, ZHENG Huaizhou, et al (2466)
Soil respiration patterns during restoration of vegetation in the Shapotou area, Northern China	GAO Yanhong, LIU Lichao, JIA Rongliang, et al (2474)
Dynamics of caloric value of <i>Robinia pseudoacacia</i> L. energy forest in the west of Henan Province	TAN Xiaohong, LIU Shiqi, MA Luyi, et al (2483)
<i>Ex-situ</i> symbiotic seed germination of <i>Dendrobium catenatum</i>	WU Huifeng, SONG Xiqiang, LIU Hongxia (2491)
Effects of red/far red ratio on morphological index, leaf area and dry matter partitioning of cut chrysanthemum flower	YANG Zaiqiang, ZHANG Jibo, LI Yongxiu, et al (2498)
Effect of prometryne on root activity and oxidative stress of <i>Polygala tenuifolia</i> Willd. seedling roots	WEN Yinyuan, GUO Pingyi, YIN Meiqiang, et al (2506)
Combined effects of elevated O_3 concentration and UV-B radiation on photosynthetic characteristics of soybean	ZHENG Youfei, XU Weimin, WU Rongjun, et al (2515)
Nutrients transfer for host plant and litter decomposition by AMF in Karst soil	HE Yuejun, ZHONG Zhangcheng, DONG Ming (2525)
The dynamics of bacteria community diversity during the fermentation process of traditional soybean paste	GE Jingping, CHAI Yangyang, CHEN Li, et al (2532)
Effect of site-specific fertilization on soil phosphorus in purple garden soil	SUN Qianqian, WANG Zhengyin, ZHAO Huan, et al (2539)
A method of determining standards for ecological compensation in agricultural areas, giving priority to environmental flows in water allocation	PANG Aiping, SUN Tao (2550)
The loss of ecosystem services value caused by food security assessment model and its application	LU Weiye, JIANG Zhide, ZHANG Yinglong, et al (2561)
Review and Monograph	
Review of the current situation of coastal ecological engineering using dredged marine sediments and prospects for potential application in China	HUANG Huamei, GAO Yang, WANG Yinxia, et al (2571)
Discussion	
Quorum sensing in anaerobic ammonium oxidation bacteria	DING Shuang, ZHENG Ping, ZHANG Meng, et al (2581)
Health evaluation of Dongting Lake based on morphological characters	SHUAI Hong, LI Jingbao, XIA Beicheng, et al (2588)
Scientific Note	
Effects of mix-leaf litter decomposition of different trees in the Loess Plateau	LIU Zengwen, DU Liangzhen, ZHANG Xiaoxi, et al (2596)
Changes in soil active organic carbon under different management types of bamboo stands	MA Shaojie, LI Zhengcai, WANG Bin, et al (2603)
Effects of drought stress on photosynthesis and associated physiological characters of pepper	OU Lijun, CHEN Bo, ZOU Xuexiao (2612)
Effects of silicon application and drought stress on photosynthetic traits and mineral nutrient absorption of rice leaves	CHEN Wei, CAI Kunzheng, CHEN Jining (2620)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

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 32 卷 第 8 期 (2012 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 8 2012

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:1000717	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