

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201311024

曾羽,陈兴福,邹元锋,等. 高海拔地区不同海拔对菊花植株生长与品质的影响[J]. 广西植物, 2015, 35(4):546-550

Zeng Y, Chen XF, Zou YF, et al. Effects of different altitudes on plant growth and quality of chrysanthemum at high altitude[J]. *Guihaia*, 2015, 35(4): 546-550

# 高海拔地区不同海拔对菊花植株生长与品质的影响

曾羽<sup>1,2</sup>, 陈兴福<sup>1,2\*</sup>, 邹元锋<sup>1,2</sup>, 孟杰<sup>1,2</sup>, 杨文钰<sup>1,2</sup>, 江渝<sup>3</sup>

(1. 农业部西南作物生理生态与耕作重点实验室, 四川温江 611130; 2. 四川农业大学农学院, 四川温江 611130; 3. 宝兴县茂源农业科技开发有限公司, 四川宝兴 625700)

**摘要:** 通过田间测定引种栽培于四川省宝兴县不同海拔高度菊花植株的株高、地径、分枝数等营养生长指标及花数量、花重量、花直径、花厚度等生殖生长指标, 采用高效液相色谱法测定菊花样品的绿原酸含量、木犀草苷含量、异绿原酸 A 含量等主要品质指标, 并对测得数据进行方差分析和相关性分析, 研究比较高海拔地区不同海拔高度对菊花植株生长与品质的影响。结果表明: 海拔梯度对菊花株高、花数、花重量、花直径、花厚度、木犀草苷含量和异绿原酸 A 含量均有显著影响( $P > 0.05$ ), 对地径、分枝数和绿原酸含量无显著影响( $P < 0.05$ ), 其中株高、花数和花直径与海拔梯度相关性显著( $P < 0.05$ )。除分枝数和地径外, 高海拔地区不同海拔高度对菊花植株的生长影响较大, 在一定海拔范围内(2 051~2 405 m), 海拔高度对菊花品质形成的影响较小, 据 2010 版《药典》对菊花有效成分最低限量标准, 海拔 2 051~2 598 m 所产的菊花均符合药用条件, 以海拔 2 329 m 左右所产的菊花品质较佳。研究结果可为高海拔地区引种栽培菊花提供理论依据。

**关键词:** 海拔; 菊花; 生长; 品质

中图分类号: Q948.114 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2015)04-0546-05

## Effects of different altitudes on plant growth and quality of chrysanthemum at high altitude

ZENG Yu<sup>1,2</sup>, CHEN Xing-Fu<sup>1,2\*</sup>, ZOU Yuan-Feng<sup>1,2</sup>,  
MENG Jie<sup>1,2</sup>, YANG Wen-Yu<sup>1,2</sup>, JIANG Yu<sup>3</sup>(1. *Southwest Crop Physiological Ecology And Farming Key Laboratory, The Ministry of Agriculture, Wenjiang 611130, China*; 2. *College of Agronomy, Sichuan Agriculture University, Wenjiang 611130, China*;  
3. *Mao Yuan Agricultural Science and Technology Development Co. Ltd, Baoxing 625700, China*)

**Abstract:** In this paper, the main vegetative growth indexes of chrysanthemum such as height of plant, number of ground stem diameter, number of branches and the main reproductive growth indexes of chrysanthemum such as number of flower, weight of flower, diameter of flower, thickness of flower which were introduced and cultivated at different altitude in Baoxing of Sichuan Province were measured by field trials and the main quality indexes of the chrysanthemum samples such as content of Chlorogenic acid, contents of Luteolin and Isochlorogenic acid A were measured by laboratory analysis. The measured data were proessed by variance and correlation analysis to find the difference of plant growth and quality for medication of chrysanthemum which were introduced and cultivated at different altitude at high altitude area. The results showed that the vegetable growth index such as height of plant, the reproductive growth indexes such as number of flower, weight of flower, diameter of flower, thickness of flower and the quality indexes such as content of

收稿日期: 2014-08-13 修回日期: 2014-11-19

基金项目: 四川省育种攻关项目(2011NZ0098-12-01)

作者简介: 曾羽(1987-), 男, 四川彭州人, 硕士研究生, 研究方向为川产道地及特色药材生理生态与栽培, (E-mail) 693492358@qq.com。

\*通讯作者: 陈兴福, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为川产道地及特色药材生理生态与栽培, (E-mail) chenxf64@sohu.com。

Luteolin and Isochlorogenic acid A of chrysanthemum were affected significantly by the elevation gradient at high altitude area ( $P > 0.05$ ). The vegetable growth indexes such as diameter of ground stem, number of braches and the quality index such as content of Chlorogenic acid of chrysanthemum were affected insignificantly by the elevation gradient at high altitude area ( $P < 0.05$ ). The vegetable growth index such as height of plant and the quality indexes such as number of flower, diameter of flower of chrysanthemum had a significant correlation with the elevation gradient at high altitude area ( $P < 0.05$ ). The elevation gradient at high altitude area had a significant effects on the plant growth of chrysanthemum exclude a few vegetable growth indexes such as the number of braches and diameter of ground stem. Within a certain range of altitudes (2 051–2 405 m) at high altitude area, the elevation gradient had insignificant effects on the quality formation of chrysanthemum. The quality of chrysanthemum all met the medicinal condition within the altitude of 2 051–2 598 m according to the minimum limits standard of active ingredients of chrysanthemum in the “Pepole’s Republic of China Pharmacopoeia (2010 edition)” and the chrysanthemum had a best quality for medication which were introduced and cultivated around the altitude of 2 329 m. This study provided a theoretical basis for the introduction and cultivation of chrysanthemum for medication in the high altitude area.

**Key words:** altitude; chrysanthemum; growth; quality

菊花是我国常用大宗药材之一,2010年版《中国药典》(下称《药典》)收录的菊花为菊科植物菊(*Chrysanthemum morifolium*)的干燥头状花序,具有散风清热、平肝明目、清热解毒之功效(国家药典委员会,2010)。近年临床研究表明,菊花具有抗炎、抗病毒、抗肿瘤、抗衰老的作用(张健等,2006)。

菊花的适应性很强,喜凉,较耐寒,通常栽培于低海拔地区,由于菊花的传统种植区常年种植菊花,加之土壤盐渍化和化肥农药的使用,出现了菊花产量下降、品质劣化、病虫害加重的现象(宋文玲等,2010)。随着中医药事业及保健行业的发展,夏桑菊、菊花茶等常见于人们的日常生活中,人们对食品药品质量及安全的越发重视,让现有的菊花生产不能满足人们的需求。不同海拔,温度、土壤结构、气候等均会存在一定差异,因此对植物的生长也会有不同影响。目前,相关研究主要集中在海拔对植物繁殖的影响上(张挺峰等,2006;赵方等,2008),而对植物生长影响的研究则相对较少。硃磬乡地处高海拔山区,是雅安市宝兴县重要的旅游区,也是宝兴县重点发展的中药材种植区。为了有效利用硃磬乡优良的生态环境资源,建立有机菊花生产基地,本研究以菊花植株生长及其产品有效成分含量为考察指标,首次研究高海拔地区不同海拔高度对菊花植株生长与品质的影响,以期在菊花在高海拔地区种植提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验材料

Agilent 1100 高效液相色谱仪(美国安捷伦公

司),KQ-400KDZ 数控超声波清洗器(昆山超声仪器有限公司),MILLI-Q 型超纯水系统(美国密理博公司)。甲醇为分析纯,乙腈为色谱纯(费希尔公司)。绿原酸对照品(成都曼思特生物科技有限公司),异绿原酸 A 对照品(成都曼思特生物科技有限公司),木犀草苷对照品(成都曼思特生物科技有限公司)。菊花样品采于四川省雅安市宝兴县硃磬乡不同海拔种植点,每点采摘 2/3 开放的“头水花”0.5 kg,经四川农业大学陈兴福教授鉴定为菊科植物菊(*Chrysanthemum morifolium*)的头状花序。材料采集信息详见表 1。

表 1 材料采集信息

Table 1 Material collected information

海拔范围 Altitude range (m)	采样点数 Sampling points	生境类型 Habitat types	平均海拔 Average altitude (m)	采样时间 Sampling time
2 040~2 060	5	向阳玉米地 Cornfield facing to the sun	2 051	2011-10-21
2 220~2 240	5	向阳玉米地 Cornfield facing to the sun	2 228	2011-10-19
2 320~2 340	5	向阳玉米地 Cornfield facing to the sun	2 329	2011-10-18
2 390~2 410	5	向阳玉米地 Cornfield facing to the sun	2 405	2011-10-17
2 590~2 610	5	向阳玉米地 Cornfield facing to the sun	2 598	2011-10-15

### 1.2 生长指标的测定

每个采样点随机选择 30 株菊花,用卷尺测量并计算单株平均高度,用游标卡尺测量并计算单株平均地径,统计并计算单株平均分枝数、花数。

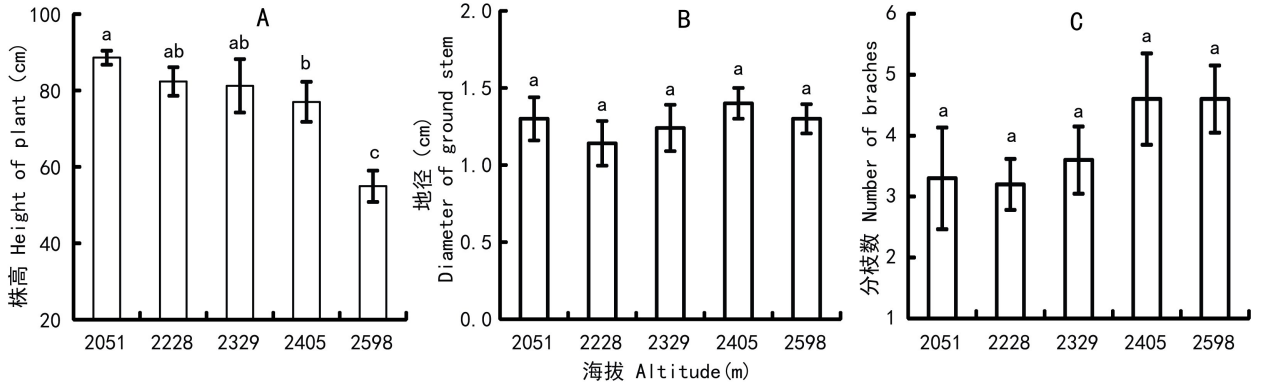


图 1 海拔对菊花营养生长的影响 A. 株高; B. 地径; C. 分枝数。不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Fig. 1 Effects of altitude on vegetative growth of chrysanthemum A. Height of plant; B. Number of ground stem diameter; C. Number of branches. Different lowercase letters indicate significant differences at the 0.05 level. The same below.

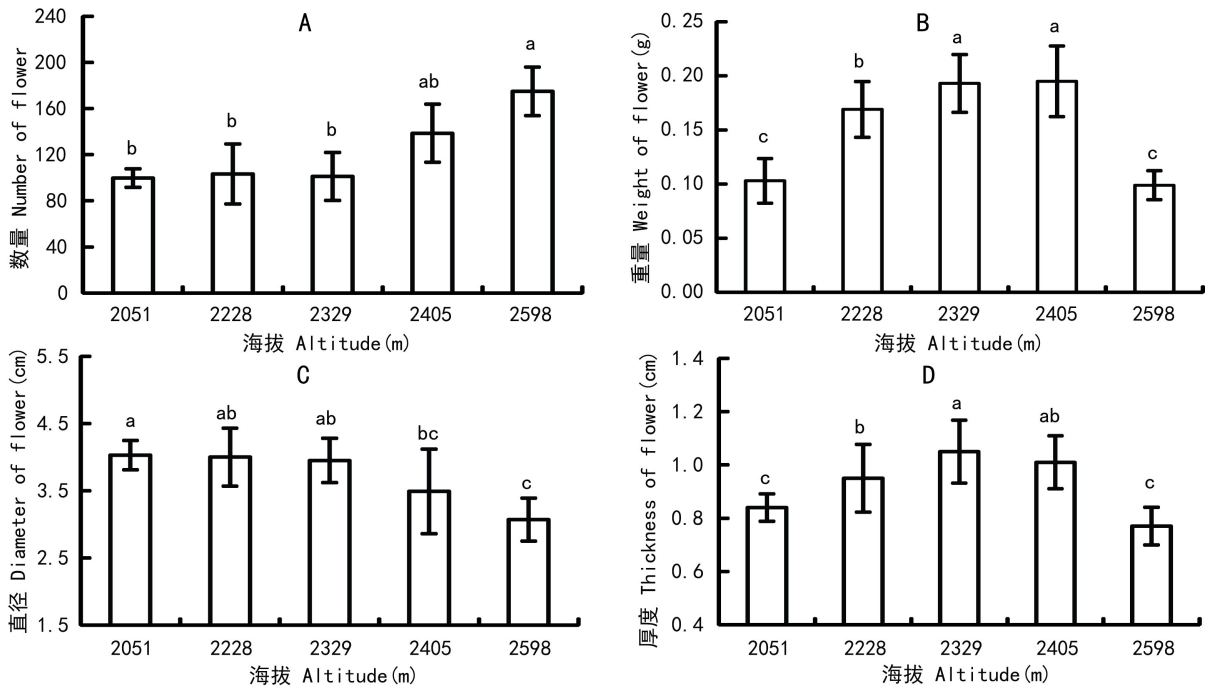


图 2 海拔对菊花生殖生长的影响 A. 花数量; B. 花重量; C. 花直径; D. 花厚度。

Fig. 2 Effects of altitude on reproductive growth of chrysanthemum A. Number of flower;

B. Weight of flower; C. Diameter of flower; D. Thickness of flower.

每点随机选取 30 朵菊花,用游标卡尺测量并计算单朵平均直径、厚度,用电子天平称定并计算单朵平均重量。

### 1.3 品质指标的测定

菊花样品于 60 °C 烘干、粉碎后,采用高效液相色谱法测定其中绿原酸、木犀草苷和异绿原酸 A 含量。样品溶液、对照品溶液的制备及色谱条件均参照《中华人民共和国药典》(2010 年版,一部)菊花项下方法和条件(国家药典委员会,2010)。

### 1.4 数据分析

应用软件 SPSS19.0 对数据进行统计分析,分析前用 One-Sample K-S Test 进行正态分布检验,对于符合正态分布的变量进行 One-Way ANOVA、Multiple Comparisons Test 及 pearson 相关分析。划分 2 051 m 为相对低海拔、2 228 m 为相对中低海拔、2 329 m 为相对中海拔、2 405 m 为相对中高海拔、2 598 m 为相对高海拔。菊花品质用绿原酸、木犀草苷和异绿原酸 A 总量表示。

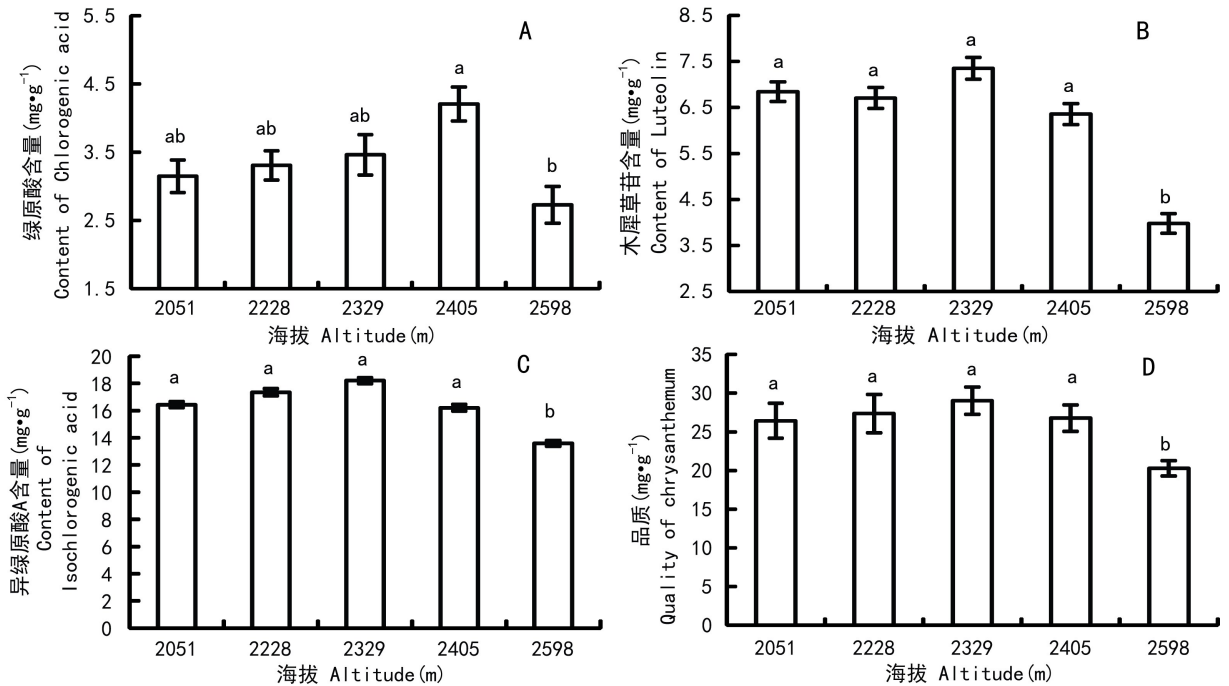


图 3 海拔对菊花品质的影响 A. 绿原酸含量; B. 木犀草苷含量; C. 异绿原酸 A 含量; D. 品质。\* 表示  $P < 0.05$ , \*\* 表示  $P < 0.01$ 。

Fig. 3 Effects of altitude on quality of chrysanthemum A. Content of chlorogenic acid; B. Content of luteolin; C. Content of isochlorogenic acid A; D. Quality of chrysanthemum. \* Indicates  $P < 0.05$ , \*\* indicates  $P < 0.01$ .

## 2 结果与分析

### 2.1 海拔对菊花植株生长的影响

2.1.1 海拔对菊花营养生长的影响 菊花株高受到海拔梯度的显著影响,低海拔与中高、高海拔间及高海拔与各海拔间差异显著,其余差异不显著(图 1:A),随着海拔升高呈现降低趋势并与海拔高度显著负相关( $r = -0.923, P = 0.025$ )。菊花地径和分枝数受海拔梯度影响均不显著(图 1:B, C),随着海拔升高前者呈现波动趋势后者呈先平稳再增加后又平稳的趋势,均与海拔高度的相关性不显著(地径: $r = 0.296, P = 0.629$ ;分枝数: $r = 0.872, P = 0.054$ )。

2.1.2 海拔对菊花生殖生长的影响 菊花花数量、重量、直径和厚度均受到海拔梯度的显著影响,其中花数量低海拔至中高海拔间及中高海拔与高海拔间差异不显著,其余差异均显著(图 2:A),随着海拔升高呈现先平稳后增加的趋势并与海拔高度显著正相关( $r = 0.900, P = 0.037$ )。花重量低海拔与高海拔之间及中海拔与中高海拔间差异不显著,其余差异均显著(图 2:B),随着海拔升高呈现先增加后减小的趋势,与海拔高度相关性不显著( $r = 0.049, P =$

$0.737$ )。花直径低海拔与中高、高海拔间及高海拔与低、中低和中海拔间差异显著,其余差异不显著(图 2:C),随着海拔升高呈现先平稳后减少的趋势并与海拔高度显著负相关( $r = -0.902, P = 0.037$ )。花厚度中高海拔与中低、中海拔间及低海拔与高海拔之间差异不显著,其余差异均显著(图 2:D),随着海拔升高呈现先增加后减少的趋势,与海拔高度的相关性不显著( $r = -0.149, P = 0.811$ )。

### 2.2 海拔对菊花品质的影响

菊花绿原酸含量受海拔梯度影响不显著,但中高海拔与高海拔间存在显著差异(图 3:A)。木犀草苷和异绿原酸 A 含量均受到海拔梯度的显著影响,高海拔与各海拔间差异显著,其余差异不显著(图 3:B, C)。随着海拔升高,各成分含量均呈现先升高后降低的趋势,其中绿原酸和异绿原酸 A 含量与海拔高度相关性不显著(绿原酸: $r = -0.065, P = 0.817$ ;异绿原酸 A: $r = -0.505, P = 0.055$ ),木犀草苷含量则与海拔高度显著负相关( $r = -0.594, P = 0.020$ )。海拔梯度对菊花品质有显著影响,高海拔与各海拔间差异显著,其余差异不显著(图 3:D),随着海拔升高,菊花品质先升高后下降,与海拔高度相关性不显著( $r = -0.641, P > 0.05$ )。

### 3 讨论与结论

#### 3.1 海拔对菊花植株生长的影响

菊花株高受到海拔梯度的显著影响,随海拔升高而降低,这与谭亚玲等(2009)和 Li *et al.*(2008)的研究结果一致,这种结果可能由两个原因引起:第一,高海拔地区随海拔升高,紫外线增强,而紫外线能抑制植物茎的生长(强维亚等,2004),随着紫外线强度增加菊花植株也越来越矮。第二,高海拔地区随海拔升高,植物叶片功能由支持营养生长逐渐转变为支持生殖生长(屈云慧等,2007),有机物分配减少导致菊花株高降低。菊花地径随海拔升高表现出波动性,但变化不显著,到了高海拔(2 598 m)表现出有下降趋势,通过 Körner *et al.*(1987)的研究结果可以推测,海拔 2 598 m 后,菊花地径将随海拔升高而减小。菊花分枝数在中低海拔至中高海拔(2 228~2 405 m)有少量增加,但增加量不显著,可能由于花数的增加促进了少量分枝的增加,具体原因有待进一步研究。

菊花花数量、重量、直径和厚度均受到海拔梯度的显著影响,其中花数量在中海拔至高海拔(2 329~2 598 m)有显著增加,研究表明,随着海拔升高,高山生态系统中的昆虫种类和活动能力均逐渐降低(Bingham *et al.*,1998),降雨量通常逐渐增加且具有不可预见性(Körner,1999),增加了对花粉的冲刷作用,而雨水冲刷能明显降低花粉的活力和数量(Huang *et al.*,2002;Sun *et al.*,2008),导致菊花传粉受限和受精率降低,因此菊花通过增加花的数量,提高对传粉昆虫的吸引力以增加传粉及受精几率。随海拔升高花重量先增加后减少,在中高海拔(2 405 m)达到最大,说明在高海拔地区一定海拔范围内(2 051~2 405 m)有利于菊花花生物量的积累,海拔再升高则花生物量减少。随海拔升高,花直径先平稳后减小,花厚度先增加后减小,均在中高海拔(2 405 m)开始减小,说明低海拔(2 051 m)至中海拔(2 329 m)菊花生殖器官的生长变化主要表现为纵向生长,海拔继续升高,则在纵横方向上均变小。

#### 3.2 海拔对菊花品质的影响

绿原酸、木犀草苷和异绿原酸 A 是菊花重要的有效成分,其含量的高低决定了菊花品质的好坏。结果表明,各海拔菊花中 3 成分含量均高于《药典》规定值,说明高海拔地区一定海拔范围内所产菊花

符合药用条件,3 成分含量均随海拔升高呈先升高后降低的趋势,这与紫茎泽兰绿原酸含量随海拔变化趋势相同(宋晓静等,2010),且均在高海拔(2 598 m)处显著降低,说明菊花的次生代谢在海拔 2 598 m 受到较大影响。海拔梯度对绿原酸含量影响不显著,而对木犀草苷和异绿原酸 A 含量有显著影响,说明在海拔升高过程中,菊花次生代谢的调控,可能主要通过改变木犀草苷和异绿原酸 A 的含量,以适应环境变化。随着海拔升高,菊花品质先升高后降低,在中海拔(2 329 m)达到最佳,到高海拔(2 598 m)显著降低。大多数药材的品质形成需要一定的温度、降雨量和光照条件(言勇等,2009)。这说明海拔 2 329 m 左右的环境条件较适合菊花品质形成,海拔 2 598 m 的环境条件已不利于菊花品质的形成。

#### 参考文献:

- Bingham RA, Orthner AR. 1998. Efficient pollination of alpine plants[J]. *Nature*, **391**(1):238-239
- ChPC(国家药典委员会). 2010. Pharmacopoeia of the People's Republic of China(中华人民共和国药典)[S]. Beijing(北京): China Medical Science Press(中国医药科技出版社):292
- Huang SQ, Takahashi Y, Dafni A. 2002. Why does the flower stalk of *Pulsatilla cernua* (Ranunculaceae) bend during anthesis [J]. *Am J Bot*, **89**(10):1 599-1 603
- Körner CH, Renhardt U. 1987. Dry matter partitioning and root length/leaf area ratios in herbaceous perennial plants with diverse altitudinal distribution[J]. *Oecologia*, **74**(3):411-418
- Körner C. 1999. *Alpine Plant Life*[M]. Heidelberg:Springer
- Li YH, Luo TX, Lu Q. 2008. Plant height as a simple predictor of the root to shoot ratio:evidence from alpine grasslands on the Tibetan Plateau[J]. *J Veg Sci*, **19**(2):245-252
- Qu YH(屈云慧), Xu YT(徐延涛), Xiong L(熊丽), *et al.* 2007. Study on the radialization breeding of *Aconitum carmichaeli*(切花乌头的辐射诱变技术初报)[J]. *Southwest Chin J Agric Sci*(西南农业学报), **20**(5):1 138-1 139
- Qiang WY(强维亚), Yang H(杨晖), Chen T(陈拓), *et al.* 2004. Effect of the combination of cadmium and UV-B radiation on soybean growth(镉和增强紫外线-B辐射复合作用对大豆生长的影响)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **15**(4):697-700
- Sun JF, Gong YB, Renner SS, *et al.* 2008. Multifunctional bracts in the dove tree *Davidia involucreata* (Nyssaceae: Cornales): Rain protection and pollinator attraction[J]. *Am Nat*, **171**(1):119-124
- Song WL(宋文玲), Dai CC(戴传超), Liu XZ(刘晓珍), *et al.* 2010. The effect of different endophytic fungi on chrysanthemum morifolium output and quality(不同内生真菌对菊花产量和品质的影响)[J]. *J Chin Med Mat*(中药材), **33**(1):4-7
- Song XJ(宋晓静), Guo Z(郭珍), Yuan HX(袁红霞), *et al.* 2010. Variations in chlorogenic acid content in *Eupatorium adenophorum* speng from different area, elevation and harvest time (不同部位、不同海拔及不同生长阶段紫茎泽兰中绿原酸含量(下转第 519 页 Continue on page 519 )