

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.05.023

北川驴蹄草种群分布格局研究

王虹¹, 王艳玫¹, 胡进耀^{1,2*}, 朱云东³

(1. 绵阳师范学院, 四川 绵阳 621000; 2. 绵阳市蜀创农业科技有限公司, 四川 绵阳 621000;
3. 北川林业局, 四川 绵阳 621000)

摘要:对北川驴蹄草(*Caltha dysosmoides*)的种群分布格局进行相关研究分析,旨在为更好的保护和开发利用提供相关数据。以北川竹林沟保护站巡护点(E104°13'20.2", N32°13'9.5")为中心设置9个样地,调查北川驴蹄草174丛共计796株。通过等距取样法将其分为20个样方,采用方差/均值比率法分析北川驴蹄草的种群分布格局。结果表明:20个样方中1-a,1-d,2-b,2-c,2-d,2-e,2-f,4-a,5-a,6-a,6-b,7-a,7-b,8-a,9-a为集群分布;1-b,1-c,2-a,2-g,7-c为均匀分布。

关键词:北川驴蹄草;种群;分布格局

中图分类号:Q949.746.5 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2017)05-0097-04

Studies of Population Distribution Patterns of *Caltha dysosmoides*

WANG Hong¹ WANG Yan-mei¹ HU Jin-yao^{1,2*} ZHU Yun-dong³

(1. Mianyang Normal University, Mianyang 621000, China; 2. Mianyang Shu Chuang Agricultural Science and Technology Co. Ltd., Mianyang 621000, China; 3. Beichuan Forestry Bureau, Mianyang 621000, China)

Abstract: Analysis was made of the population distribution pattern of *Caltha dysosmoides*, aiming to provide data for the protection and exploitation. A survey was conducted around patrolling point of Beichuan bamboo ditch protection station (E104°13'20.2", N32°13'9.5"). During the investigation, 9 plots were set, and there were 796 plants in 174 groves of *Caltha dysosmoidea*, which were divided into 20 samples by equidistant sampling method, and with variance/mean ratio method, the population distribution pattern of the *Caltha dysosmoidea* was analysed. The results showed that the 1-a, 1-d, 2-b, 2-c, 2-d, 2-e, 2-f, 4-a, 5-a, 6-a, 6-b, 7-a, 7-b, 8-a, 9-a were clump distribution in 20 samples, and the 1-b, 1-c, 2-a, 2-g, 7-c were uniformly distributions.

Key words: *Caltha dysosmoides*, Population, Distribution pattern

驴蹄草(*Caltha palustris* L.),又名沼泽金盏花、马蹄草,是毛茛科驴蹄草属的多年生草本植物。常生长于山谷溪边或湿草甸区,有时也生长在林下较阴湿处,我国多分布于四川省的北部。北川驴蹄草

一般高15 cm~50 cm,茎直立,空心;基生叶2片~7片,草质,有长柄,心形或肾形,边缘具有密生小牙齿;幼苗叶片为深紫红色,老叶有绿紫两色;萼片5片~9片,呈倒挂金钟形,深红色或略带黄色。花型

收稿日期:2017-07-11

基金项目:片口保护区2014年省级财政林业自然保护区建设项目,(2015)29号。

作者简介:王虹,(1992-)男,硕士研究生,绵阳师范学院环境工程专业。

通讯作者:胡进耀(1978-)男,教授,研究方向:生态系统安全保护与维护。

花色十分靓丽,可以供观赏使用。此外也可供药用,有除风、散寒之效亦可用于治疗烧伤,毒蛇咬伤等^[1-3]。目前,国内外许多学者对驴蹄草属植物进行研究。赵井云^[1]等人,通过对薄叶驴蹄草形态特征、生长习性等的研究,分析了薄叶驴蹄草在哈尔滨市园林绿化中的应用前景与方法。朱斌^[2]等人测定了驴蹄草植株的植物化学成分,为其植物化学资源的开发利用奠定了理论基础。宋萍^[3]等人利用扫描电镜观察驴蹄草和川陕金莲花花器官的发生和发育过程,研究结果表明这两个属不应当属于同一个族等。然而,对北川驴蹄草的研究十分有限,仅谢欢欢等^[4]对北川驴蹄草的群落特征进行了相关的研究。

北川驴蹄草生境分布十分狭窄、种群和个体数量极少,加之北川驴蹄草分布区内生长有大量高价值的药用植物如重楼、天麻等,导致该物种的生境在一定程度上易遭到人为的破坏。而且北川驴蹄草的生境十分特殊,当其生境受到破坏时,其种群也将受到毁灭性的打击。极小种群野生植物(*plant species with extremely small populations, PSESP*)指的是生境分布狭窄、或生境破碎化、长期受到外界因子干扰进而出现种群退化,种群和个体数量都极少,且低于最小可存活种群水平,甚至随时灭绝的野生植物种类^[5]。北川驴蹄草虽然是新发现的物种,但也有着极小种群野生植物的特质,如何采取有效措施对其进行深入保护,防止该种野生灭绝是一个亟待解决的问题。植物种群的分布格局是植物生态学的重要研究内容,它是指种群内的个体在其水平空间的配置状况或分布情况,是由种群特性及环境条件等的影响所决定的,是该种群对其生境长期适应和选择的结果,它反映了种群个体在水平空间上的彼此组配方式以及相互关系^[6-12]。研究北川驴蹄草种群的分布格局,有助于揭示其种群的动态变化和种群格局的形成原因,还可以为其和极小种群野生植物的保护和 PSESP 种群调查和分析方法的完善提供理论依据^[13-16]。

1 研究区概况

研究区域位于四川省北川县片口自然保护区,地理坐标为:104°10'~104°26'E,32°02'~32°12'N,面积为88.3 km²。保护区位于四川盆地西缘,龙门

山西侧,青藏高原东南向,岷山中段;与平武泗耳自然保护区交界;地势东北高,西南低,北端六角顶海拔3 320 m,南端任仲岭海拔1 100 m。气候为亚热带山地气候,空气较为湿润。全年降水量在800 mm左右,主要集中在7月~10月份,夏季的最高气温在25℃左右,冬季的最低气温可达-15℃。保护区内植被类型有亚热带山地常绿落叶阔叶林、亚热带落叶阔叶林、中山亚高山竹林、亚热带针叶落叶阔叶混交林和亚热带常绿针叶林等5种。生态系统完整,保存了完好的地带性原生生物群落,植物区系南北渗透较明显^[17-21]。栖息着大熊猫、金丝猴、羚牛以及多种珍禽异兽。

2 研究方法

2.1 格局类型的判定

在以北川竹林沟保护站巡护点(E104°13'20.2",N32°13'9.5")为中心进行野外调查的过程中,主要发现9个相互独立的生长北川驴蹄草的点。以这9个点作为样地,根据实际情况采用等距离取样法将1号~9号样地分为10 m×10 m的样方。除去等距取样中只有一丛植株的样方,剩余的样方共计20个,并对这20个样方进行了相关的数据分析。判定种群分布格局的方法众多,本文采用方差/均值比率法^[9],使用取样所得数据,计算方差和均值的比率。

2.2 聚集强度指数的测定

聚集强度可用来度量一个种群分布格局的聚集程度,还可用来比较同一种群在不同的生境或者不同的时间的聚集强度变化;或比较不同的种群在同类生境或者相同时间所呈现的聚集情况。不同的指标,并不是不同的测度同一种群的聚集强度的方法,而是从不同的角度来衡量种群的聚集特性^[22-25]。本文采用以下6个不同的聚集指数对20个样方中的北川驴蹄草种群聚集强度进行计算分析^[16]。

2.3 数据分析

运用软件 Excel 2010 进行数据处理,采用 t 检验分析均值间差异。

3 结果与分析

3.1 北川驴蹄草的群落分布情况

通过对北川驴蹄草的调查共找到9片独立生长的北川驴蹄草样地,具体的样地概况见表1。

表 1 北川驴蹄草样地基本情况

Tab. 1 Basic conditiona of the *Caltha dyaoamoidea*

样地	样地类型	经度	纬度	海拔 (m)	个体总数 (株)	丛数
1	林下沟地	E104°13'18"	N32°13'7.9"	2420	92	26
2	林下沟地	E104°13'21.7"	N32°13'10"	2425	519	111
3	林下沟地	E104°13'29.2"	N32°13'6.9"	2442	1	1
4	林下沟地	E104°13'30.7"	N32°13'7.6"	2436	24	3
5	林下坡地	E104°13'33"	N32°13'6.6"	2416	29	3
6	林下沟地	E104°13'31.6"	N32°13'6.2"	2429	52	10
7	林下沟地	E104°13'33.8"	N32°13'3.7"	2400	48	11
8	林下坡地	E104°13'33.7"	N32°13'4.3"	2433	25	7
9	林下灌木丛	E104°13'33.6"	N32°13'5.4"	2417	6	2

3.2 北川驴蹄草种群分布格局

通过对调查数据的分析得到的表 2,表中数据显示 1-a,1-d,2-b,2-c,2-d,2-e,2-f,4-a,5-a,6-a,6-b,7-a,7-b,8-a,9-a 的 $A^2/(X)$ 均大于 1;1-b,1-c,2-a,2-g,7-c 的 $A^2/(X)$ 均小于 1,通过 t 检验,可确定北川驴蹄草的分布格局。根据表 2 中个样方的 t 值大小,可以判断北川驴蹄草 1-a,1-d,2-b,2-c,2-d,2-e,2-f,4-a,5-a,6-a,6-b,7-a,7-b,8-a,9-a 趋于集群分布,而 1-b,1-c,2-a,2-g,7-c 趋于均匀分布。

用 6 种不同的聚集指数对 20 个样方的聚集强度进行分析(表 3)。从表 3-3 可知,1-a,1-d,2-b,2-c,2-d,2-e,2-f,4-a,5-a,6-a,6-b,7-a,7-b,8-a,9-a 的丛生指数、负二项参数等的指数均符合集群分布种群的特征,而 1-b,1-c,2-a,2-g,7-c 的各项指标符合均匀分布的特征。

表 2 方差/均值比率法测定的北川驴蹄草种群分布格局

Tab. 2 The diatribution pattern of the population of *Caltha dyaoamoidea*, measured by the variance ratio method

样地号	样方号	植株丛数	植株颗数	(X)	A ²	A ² /(X)	t 值	格局类型
1	1-a	14	33	2.36	8.09	3.43	6.20	集群分布
	1-b	2	20	10.00	8.00	0.80	0.14	均匀分布
	1-c	6	18	3.00	2.40	0.80	0.32	均匀分布
	1-d	3	11	3.67	8.33	2.27	1.27	集群分布
2	2-a	2	11	5.50	0.50	0.09	0.64	均匀分布
	2-b	37	190	5.14	29.95	5.83	20.50	集群分布
	2-c	50	272	5.44	28.25	5.19	20.76	集群分布
	2-d	16	128	8.00	39.07	4.88	10.63	集群分布
	2-e	12	31	2.58	2.99	1.16	0.37	集群分布
	2-f	18	62	3.44	25.44	7.39	18.62	集群分布
	2-g	12	15	1.25	0.75	0.60	0.94	均匀分布
4	4-a	3	24	8.00	37.00	4.63	3.63	集群分布
	5-a	3	26	8.67	44.33	5.12	4.12	集群分布
6	6-a	7	26	3.71	3.90	1.05	0.09	集群分布
	6-b	2	20	10.00	128.00	12.80	8.34	集群分布
7	7-a	4	15	3.75	4.92	1.31	0.38	集群分布
	7-b	4	17	4.25	10.92	2.57	1.92	集群分布
	7-c	2	4	2.00	0.00	0.00	0.71	均匀分布
8	8-a	7	25	3.57	7.62	2.13	1.96	集群分布
	9-a	2	6	3.00	8.00	2.67	1.18	集群分布

表 3 种群聚集强度测定结果

Tab. 3 Results of aggregation strength determination of population

样地号	样方号	丛生指数	负二项参数	平均拥挤度	聚块性指数	Green 指数	Cssaie 指标	
1	1-a	2.43	0.97	4.79	2.03	0.36	1.03	
	1-b	-0.20	-50.00	9.80	0.98	-3.00	-0.02	
	1-c	-0.20	-15.00	2.80	0.93	-0.32	-0.07	
	1-d	1.27	2.88	4.94	1.35	1.83	0.35	
	2	2-a	-0.91	-6.05	4.59	0.83	-6.00	-0.17
		2-b	4.83	1.06	9.97	1.94	0.66	0.94
		2-c	4.19	1.30	9.63	1.77	0.45	0.77
2	2-d	3.88	2.06	11.88	1.49	2.00	0.49	
	2-e	0.16	16.31	2.74	1.06	-0.05	0.06	
	2-f	6.39	0.54	9.83	2.85	1.23	1.85	
	2-g	-0.40	-3.13	0.85	0.68	-0.14	-0.32	
	4	4-a	3.63	2.21	11.63	1.45	14.00	0.45
	5	5-a	4.12	2.11	12.78	1.47	17.33	0.47
6		6-a	0.05	72.43	3.77	1.01	-0.13	0.01
	6-b	11.80	0.85	21.80	2.18	117.00	1.18	
7	7-a	0.31	12.05	4.06	1.08	0.06	0.08	
	7-b	1.57	2.71	5.82	1.37	1.89	0.37	
	7-c	-1.00	-2.00	1.00	0.50	-3.00	-0.50	
8	8-a	1.13	3.15	4.70	1.32	0.51	0.32	
	9	9-a	1.67	1.80	4.67	1.56	4.00	0.56

4 讨论

群落中的个体的分布格局,与种群的特性有关,也受到生境条件或种群间相互作用的影响。同时植物种群的分布格局会随植物群落的发展,种群内部的个体对该群落内的环境资源的利用等的竞争,形成不同的分布格局^[26]。通过对群落的种群分布格局的测定,可以揭示群落的空间结构特征和群落内物种间的相互关系和相互影响。

本研究发现,北川驴蹄草种群的空间分布格局在不同的群落中是不同的,呈集群和均匀分布两种类型,以集群分布为主,样方中有 5 个样方测定结果为均匀分布,其余为集群分布。这主要与北川驴蹄草的发生和发展特性和其所处的生境密切相关。北川驴蹄草为喜阴植物,9 片样地中所处的群落光照较弱,是北川驴蹄草适宜生长的生境,随着其所在的群落的演替进程的改变,会逐步影响北川驴蹄草对光因子的获得,由于生存竞争,其分布格局也逐渐发生着变化。另外北川驴蹄草的个体数量非常少,种子千粒重约 0.37 g,因此种子的散布具有较强的偶然性,如人或动物践踏、携带、风和水的运输等,所以在分布上新萌发的植株固着生长存在较大的偶然性,但是北川驴蹄草是多年生草本,具有性繁殖和营

养繁殖两种繁殖方式,所以在生长分布上老植株的生长基本为固着生长。从年龄结构来看,集群分布的样方中老植株居多,均匀分布的样方以新生植株为主,所以北川驴蹄草的生物学特性和生境决定了北川驴蹄草种群的分布格局类型。加强监测巡护,尤其是花期的巡护工作,可有效的保护北川驴蹄草分布格局不受人干扰,保障其群落的正常演替。

参考文献:

- [1] 赵井云. 薄叶驴蹄草在哈尔滨市园林绿化中应用技术研究[J]. 科技致富向导, 2013(19).
- [2] 朱斌. 驴蹄草化学成分的研究[D]. 西北农林科技大学, 2012.
- [3] 宋萍, 田先华, 任毅. 驴蹄草属和金莲花属(毛茛科)花器官的形态发生及系统学意义[J]. 植物分类学报, 2007, (06): 769 ~ 782.
- [4] 谢欢欢, 何周窈, 胡进耀, 等. 北川片口驴蹄草(*Caltha palustris*)群落特征研究[J]. 四川林业科技, 2016, (06): 97 ~ 100.
- [5] 杨文忠, 向振勇, 张珊珊, 等. 极小种群野生植物的概念及其对我国野生植物保护的影响[J]. 生物多样性, 2015, (03): 419 ~ 425.
- [6] Masaki T, Ota T, Sugita H, et al. Structure and dynamics of tree populations within unsuccessful conifer plantations near the Shirakami Mountains, a snowy region of Japan. [J]. *Forest Ecology & Management*, 2004, 194(1): 389 ~ 401.
- [7] 蒋雪琴, 刘艳红, 赵本元. 湖北神农架地区巴山冷杉(*Abies fargesii*)种群结构特征与空间分布格局[J]. 生态学报, 2009, (05): 2211 ~ 2218.
- [8] Yan S J, Wei H, Cheng - Zhen W U. Population structure and spatial pattern of *Celtis sinensis* on Langqi Island of Minjiang Estuary [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2011, 30(2): 221 ~ 226.
- [9] 张炜银, 李鸣光, 梁士楚, 等. 外来杂草薇甘菊种群分布格局研究[J]. 广西植物, 2003, (04): 303 ~ 306.
- [10] 王祎玲, 张钦弟, 郝晓杰, 等. 山西七里峪茶条槭的种群结构与空间分布格局[J]. 西北植物学报, 2012, (05): 1027 ~ 1035.
- [11] 朱建雯, 谭敦炎, 陈敬峰. 高山红景天种群分布格局的研究[J]. 干旱区研究, 1999, (02): 16 ~ 19.
- [12] Yun F, Ke - Ming M A, Zhang Y X, et al. Life history characteristics and spatial pattern of *Quercus liaotungensis* population in Dongling Mountain of Beijing, China [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(8): 1443 ~ 1448.
- [13] Wang X, Han S, Zou C, et al. [Geostatistical analysis of the pattern of *Betula ermanii* population in Changbai Mountain]. [J]. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 2002, 13(7): 781 ~ 784.
- [14] He D, Wei X Z, Li L F, et al. Population structure and dynamics of *Cercidiphyllum japonicum* in riparian zones of the Shennongjia mountainous region, central China. [J]. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2009, 33(3): 469 ~ 481.
- [15] Liu J Q, Yang J H, Zhu G. Life histories of endangered *Astragalus membranaceus* population [J]. *Pratacultural Science*, 2011, 28(2): 180 ~ 184.
- [16] 于传宗, 慕宗杰, 特日格勒. 植物种群空间分布格局的研究方法[J]. 畜牧与饲料科学, 2008, (05): 40 ~ 42.
- [17] Wiegand Thorsten, Moloney, Kirk A. Rings, circles, and null - models for point pattern analysis in ecology [J]. *Oikos ruary*, 2004, 104(2): 209 ~ 229.
- [18] 胡进耀. 四川片口省级自然保护区综合科学考察报告[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015. 12.
- [19] 胡进耀. 四川小寨子沟国家级自然保护区综合科学考察报告[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015. 04.
- [20] 《卧龙植被及资源植物》编写组. 卧龙植被及资源植物[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1987: 1 ~ 10.
- [21] 《四川中药志》协作编写组. 四川中药志[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1987: 1 ~ 10.
- [22] 张金屯, 孟东平. 芦芽山华北落叶松林不同龄级立木的点格局分析[J]. 生态学报, 2004, (01): 35 ~ 40.
- [23] Wiegand T, Gunatilleke S, Gunatilleke N, et al. Analyzing the spatial structure of a Sri Lankan tree species with multiple scales of clustering [J]. *Ecology*, 2007, 88(12): 3088 ~ 3102.
- [24] Mrt D, Powell R D. A new method for characterizing point patterns in plant ecology [J]. *Journal of Vegetation Science*, 2001, 12(5): 597 ~ 608.
- [25] 杨洪晓, 张金屯, 吴波, 等. 毛乌素沙地油蒿种群点格局分析[J]. 植物生态学报, 2006, (04): 563 ~ 570.
- [26] 王国严, 方江平, 许新勇, 等. 雅鲁藏布江中游干旱沙地砂生槐种群结构与点格局分析[J]. 中国沙漠, 2010, (05): 1092 ~ 1098.

3.3 加强防火工作人员待遇,提高防火积极性

针对森林火灾潜在性强、防控困难等特点,森林防火工作要求加强值班制度,坚持 24 小时值班,确保政令畅通。森林防火工作于气象、应急、地震等部门有同样、同等的工作责任和要求,但在值班补助、轮休等待遇上存在很大的差距,大大降低了防火值班人员的工作积极性和责任心。建议上级有关部门出台相同的待遇政策文件,增强防火工作人员的责任心。

针对森林防火期时间长,任务重。一旦有火情,防火工作人员不分昼夜第一时间赶扑现场,了解、掌握火情动态,及时反馈,为指挥扑救和趋势研判提供依据。火情发生后防火工作人员出勤后家人和领导经常是提心吊胆。建议对森林防火工作人员购买人身意外保险等,加强特殊岗位待遇,提高森防火工作人员的积极性。

总之,加强预防高原地区森林防火工作功在当代,利在千秋,在森林防火各项工作中,始终坚持“预防为主、积极消灭”的方针,加强对林区群众和外来人员的宣传教育力度,切实贯彻落实“既要金山银山,更要青山绿水”的理念,从群众、从小孩、从外来人员、从机关干部、从单位、从企业等不同人员、

不同群体抓好森林防火这项长期性、复杂性、突发性大的生态工作。始终牢记通过发动广大人民群众的力量做森林防火工作,才是永保高原森林生态资源安全之路。

参考文献:

- [1] 杨兆西. 川西北高原林区森林航空直接灭火探讨[C]. //第三届中国林业学术大会论文集. 2013:1~5.
- [2] 王景华,李德,陈锋,等. 四川省森林火灾空间分布及趋势变化研究[J]. 森林防火,2012,(2):26~30.
- [3] 焦连营. 高原火灾特点及指挥扑救中应把握的几个问题[J]. 森林防火,2006,(2):41~43.
- [4] 赵永辉,王勇. 川西北高原森林火险与气象条件关系分析[J]. 北京农业,2012,(9):116~117.
- [5] 杨芳. 浅谈阿坝州若尔盖县森林防火工作的现况与对策[J]. 农家科技(下旬刊),2016,(2):239~239.
- [6] 王景华,牛树奎,李德,等. 基于 AHP 的攀枝花市一般森林火灾影响因素研究[J]. 广东农业科学,2012,39(17):233~236.
- [7] 龙志华. 川西高原航空护林探索[J]. 环境保护,2000,(1):20.
- [8] 王荷秀,慕建利,侯建忠,等. 陕西省林火灾害及预防对策[J]. 1997,(4):34.
- [9] 李艳梅,王静爱,雷勇鸿,等. 基于承灾体的中国森林火灾危险性评价[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),2005,41(1):92~96.
- [10] 展趋势[J]. 经济林研究,2008,26(3):119~126.
- [11] 郭从善. 核桃及其加工与利用[J]. 粮油食品科技,1999,(7):23~25.
- [12] 联合国粮农组织数据库. [DB/OL]. [2017-08-04]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- [13] 任欢,马惠兰,唐洪松. 中国核桃进出口贸易问题与对策研究[J]. 中国林业经济,2015,130(1):50~53.
- [14] 冯连芬,吕芳德,张亚萍,等. 我国核桃育种及其栽培技术研究进展[J]. 经济林研究,2006,24(2):69~73.
- [15] 赵登超,侯立群,韩传明. 我国核桃新品种选育研究进展[J]. 经济林研究,2010,28(1):118~121.
- [16] 白仲奎,李婉秋. 世界核桃产销形势与我国的对策[J]. 河北果树,1997,(4):5~7.
- [17] 严波. 国内外核桃生产概况和甘肃省陇南市核桃产业开发方略[J]. 经济林研究,2008,26(1):98~102.
- [18] 李冰,樊金拴,李红娟. 我国核桃产业现状及发展对策. 防护林科技[J],2012,1,76~79.
- [6] Simopoulos A P. Omega - 6/Omega - 3 essential fatty acid ratio and chronic diseases[J]. Food Rev Int,2004,20(1):77~99.
- [7] Bayturan O, Tuzcu EM, Lavoie A, et al. The metabolic syndrome, its component risk factors, and progression of coronary atherosclerosis[J]. Arch Int Med,2010,170(5):478~484.
- [8] Pan A, Sun Q, Manson JE, et al. Walnut consumption is associated with lower risk of type 2 diabetes in women[J]. J Nutr,2013,143(4):512~518.
- [9] Solar A, Colaric M, Usenik V, et al. Seasonal variations of selected flavonoids, phenolic acids and quinones in annual shoots of common walnut (*Juglans regia* L)[J]. Plant Sci,2006,170(3):453~461.
- [10] Reiter R J, Tan D X, Manchester L C, Tan D X, et al. Melatonin in walnuts: Influence on levels of melatonin and total antioxidant capacity of blood[J]. Nutrition,2005,21(9):921~925.
- [11] 高海生,朱凤妹,李润丰. 我国核桃加工产业的生产现状与发

(上接第 108 页)