

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2013-0011

小草草玉梅花序水平上雌性适合度成分变化

胡 春¹, 刘左军¹, 赵志刚², 袁惠君¹, 任红梅¹

(1. 兰州理工大学生命科学与工程学院, 甘肃 兰州 730050;

2. 兰州大学干旱与草地生态教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要:生活在高寒地区的植物究竟会采取何种繁殖对策来保障其雌性繁殖成功,已经引起了很多学者的关注。本研究通过野外调查采样对青藏高原东缘多年生草本植物小草草玉梅(*Anemone rivularis* var. *flore-minore*)花序水平上不同级别枝条部位雌性适合度成分变异进行了研究。发现随着花从一级枝到三级枝开放的次序,小草草玉梅每花胚珠数和每果种子质量在不同生境中表现不同。每果种子数均以二级枝最高;每果单个种子质量由一级枝向三级枝显著降低($P < 0.001$);而结籽率和雌性分配均不依赖于花序枝级部位;各雌性适合度成分间均存在正相关关系。

关键词:花序; 雌性分配; 小草草玉梅; 权衡; 位置效应

中图分类号: Q943 文献标识码: A 文章编号: 1001-0629(2014)01-0095-07*

Intra-inflorescence variation in female fitness components in *Anemone rivularis* var. *flore-minore*

HU Chun¹, LIU Zuo-jun¹, ZHAO Zhi-gang², YUAN Hui-jun¹, REN Hong-mei¹

(1. School of Life Science and Engineering of Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;

2. Drought and Grassplot Ecology Key Laboratory of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: It has been noticed that the plants in the alpine region should adopt different reproductive strategies to ensure the successful female reproduction. The variations of female fitness components of intra-inflorescence were investigated in different branch positions in the perennial hermaphrodite herb *Anemone rivularis* var. *flore-minore* from the Qinghai-Tibet Plateau. The results showed that ovule number per flower and mean seed weight per fruit varied with the flowers' open order from the first branch to the third branch in different habitats. The seed number per fruit at the second branch was highest, while single seed weight per fruit significantly decreased ($P < 0.001$) from the first branch to the third branch. The seed-setting rate and female allocation did not depend on inflorescence branch part, whereas there were significantly positive correlations between female fitness components.

Key words: inflorescence; female allocation; *Anemone rivularis* var. *flore-minore*; trade-off; positional effect

Corresponding author: LIU Zuo-jun E-mail: zuojunl@lut.cn

两性花是植物最普遍的性配置方式,在两性花植物中,适合度成分会随着不同种群^[1]、同种群内的

不同个体^[2]或同花序不同部位的变化而变化^[3]。目前,人们常关注于植物花序水平上雌性适合度成分

* 收稿日期: 2013-01-07 接受日期: 2013-04-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30960066)

第一作者: 胡春(1987-),女,甘肃庆阳人,在读硕士生,主要从事环境生物修复方向工作。E-mail: huchun19872006@126.com

通信作者: 刘左军(1957-),男,甘肃兰州人,教授,硕导,主要从事环境生物修复技术研究。E-mail: zuojunl@lut.cn

变异的原因和机制。研究发现,花序内不同小花之间的地位并不平等,花序水平上的雌性适合度成分常与开花顺序或所处部位有关。不论是顶向还是基向发育的花序,都存在位置效应,较早开放的花得到的资源比较晚开放的花多,表现出较高的结实率和种子质量^[4]。在向顶开花的植物中,每花胚珠数、结籽率和每果种子数、种子质量常由基部向顶部逐渐降低^[5]。向基开花的植物每花胚珠数、结籽率和每果种子数则由顶部向基部降低^[6]。也有少数研究证明,每果结籽率与所处部位无关^[7]。

生活史理论认为,植物可供生殖的资源是有限的,竞争同一资源库的两个或多个器官之间存在权衡关系^[8]。权衡关系可能存在于雄蕊与雌蕊生产或花与果实生产之间,也可能存在于构件的数量与大小之间,如花数目与大小生产或每果种子数与大小生产等^[9]。由不同数量的花组成的花序在各组成成分(花、种子)之间存在着不同程度的竞争问题,造成花序不同部位的组成成分在数量、大小上有所差异。

以往的研究多关注外部环境对植物雌性分配的影响,忽略了植物花序内的变异。小花草玉梅(*Anemone rivularis* var. *flore-minore*)是毛茛科(Ranunculaceae)银莲花属多年生草本植物^[10],主花序为总状花序,主花轴通常产生数个侧枝(每个侧枝1~4朵小花不等),花两性,排列为聚伞花序,从一级枝向三级枝依次开放。笔者所在的课题组(高寒草甸常见银莲花属植物繁殖对策及适应性研究)前期观察发现,小花草玉梅花序内不同部位的果实在种子大小等特征上存在差异。因此,推测该物种花序内不同部位的雌性适合度成分不同。为了探究产生这一现象的影响因素和相互间的权衡关系,本研究探讨青藏高原东部高寒草甸和亚高寒草甸生态系统中优势毒杂草小花草玉梅花序内不同部位果实的雌性适合度成分,即每花胚珠数、每果种子数、每果

种子质量、单个种子数、单个种子质量、结籽率和雌性分配的变化情况,分析各成分是否与所处的位置以及生境条件有关,并对各成分间是否存在权衡以及存在何种权衡关系进行研究,以期为青藏高原东缘生境条件下植物种子生产在果序内不同部位间及生境间的变化提供依据,了解和掌握小花草玉梅繁殖对策,为寻求有效的防治途径提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料为青藏高原东部高寒草甸区分布的小花草玉梅。

1.2 试验地点

试验地点为甘肃省的合作和玛曲(阿孜)。合作(34°55' N, 102°53' E),年均气温 2.0 °C,月均温从1月的-8.9 °C到8月的11.5 °C,年均降水量 550 mm,植被属亚高山草甸类型^[11]。玛曲(35°58' N, 101°53' E),位于青藏高原东北部,平均气温 1.2 °C,年降水量 620 mm,属高寒草甸植被类型^[12]。观测点的基本情况如表 1 所示。

1.3 试验方法

于 2011 年 8 月小花草玉梅果实成熟时,在合作和玛曲实验站分别随机选取 50~60 株植株,对每植株的果序分枝数量、不同枝级的果实数量、每果胚珠数、每果种子数、种子产量及每果种子质量进行统计,分别在 80 °C 下烘干至质量恒定不变,用电子天平称量。其中,结籽率=种子数/胚珠数×100%;雌性分配=种子质量/果实质量×100%。

1.4 数据分析

花序内不同枝级雌性分配、种子的性状差异采用重复测量方差分析,生境与种子位置对种子性状的影响采用双因素方差分析,以上所有数据分析均采用 SPSS 19.0 统计软件分析完成。

表 1 观测样地基本情况

Table 1 The micro-environment of observation sites

采样地 Location	海拔 Altitude/m	坡向 Slope aspect	光照 Light	土壤肥力 Soil fertility	草地类型 Grassland types	植株数 Plant number
合作 Hezuo	2 973	阳坡 Light slope	良好 Sunny	较肥沃 Relative fertility	亚高寒草甸 Sub-alpine meadow	45
玛曲(阿孜) Maqu(Azi)	3 544	阳坡 Light slope	良好 Sunny	肥沃 Fertility	高寒草甸 Alpine meadow	45

2 结果与分析

2.1 小花草玉梅花序不同枝级位置雌性适合度成分变化

枝级不同表明小花草玉梅生殖构件着生的空间位置不同,不同位置的枝条其光合营养与水分、养分供给不同。自然条件下小花草玉梅花序内不同枝级部位雌性适合度各成分在不同生境之间存在着差异,但差异程度各异(图1、表2)。同一生境条件下,小花草玉梅从花序的一级枝到三级枝结籽率差异不显著($P > 0.05$),但单个种子质量显著减少($P <$

0.01),而且玛曲阿孜样地中的胚珠数也显著减少($P < 0.05$)。另外,玛曲阿孜样地的雌性适合度成分明显高于合作样地(图1),这表明随着海拔的升高,种子的相关性状明显提高,同时,经过野外观察还发现,玛曲阿孜样地中植株高度总体高于合作样地,说明小花草玉梅单个种子质量等部分特征在不同生境中的变化很大程度上可能与植株大小有关,而且还可能受遗传因素的控制,具有一定的遗传稳定性。不同生境中,合作样地的胚珠数、单果种子数、单果种子质量在花序的不同部位间表现为二级枝显著高于一级枝和三级枝($P < 0.01$),而一级枝

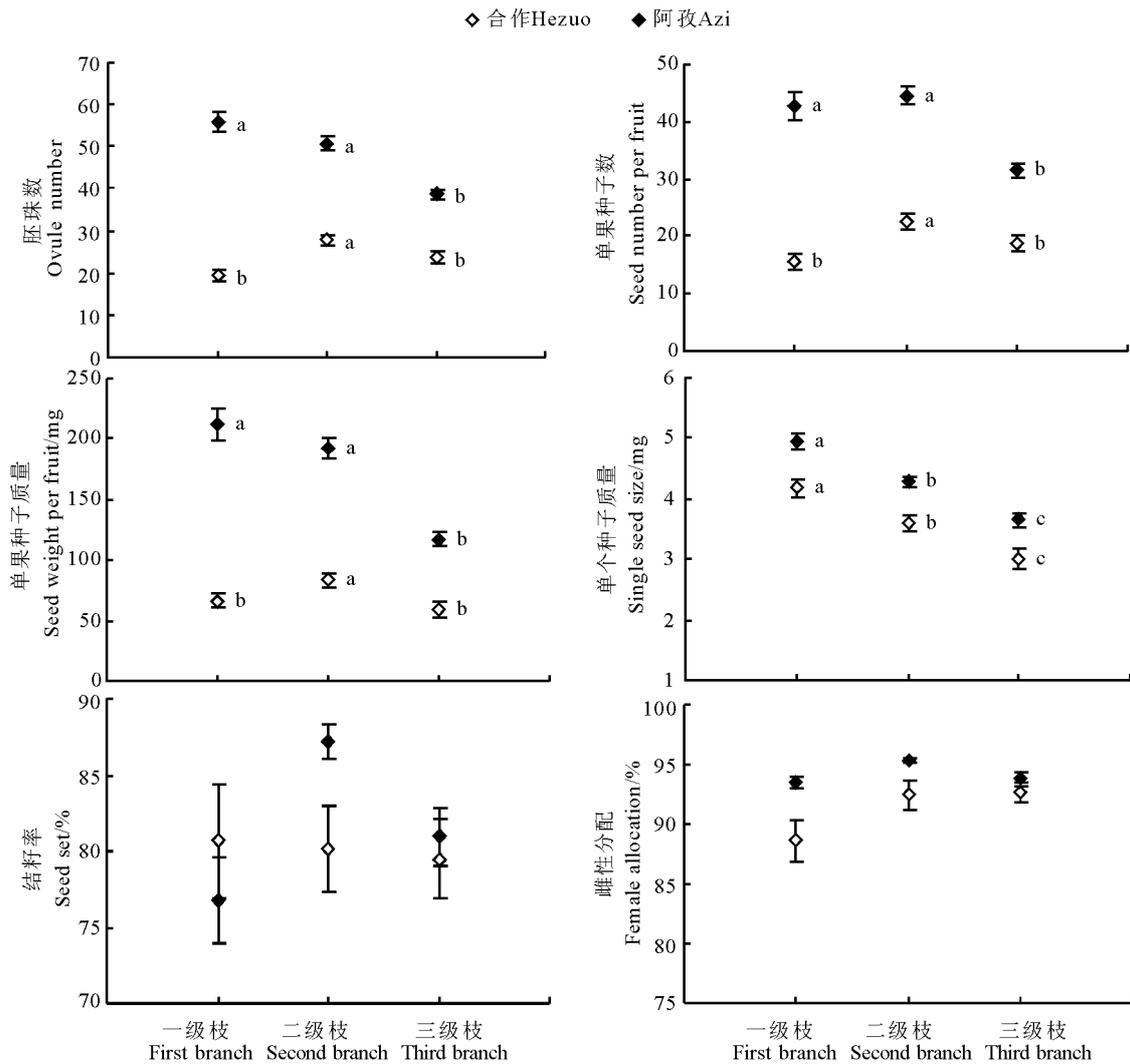


图1 花序内不同枝级部位雌性适合度成分的变化

Fig. 1 Variation in female fitness components among different branch positions within an inflorescence

注:误差条线图代表平均值±标准误;图中不同小写字母表示同一生境不同枝级部位有显著差异($P < 0.05$)。

Note: Bars indicate Mean±SE; Different lower case letters mean significant different among different branch positions within the same habitats at 0.05 level.

表2 花序内不同枝级部位雌性适合度成分差异的方差分析

Table 2 Analysis of variance on female fitness components among different branch positions within an inflorescence

地点 Location	项目 Item	胚珠数 Ovule number	每果种子数 Seed number per fruit	结籽率 Seed set/%	每果种子质量 Seed weight per fruit/g	单个种子质量 Single seed weight/mg	雌性分配 Female allocation/%
合作 Hezuo	<i>df</i>	2	2	2	2	2	2
	<i>F</i>	5.627	6.081	1.000	5.673	24.461	5.120
	<i>P</i>	**	**	ns	**	***	*
玛曲(阿孜) Maqu(Azi)	<i>df</i>	2	2	2	2	2	2
	<i>F</i>	4.607	2.621	2.005	6.181	21.974	2.096
	<i>P</i>	*	ns	ns	*	***	ns

注: *、**和***分别表示在0.05、0.01和0.001水平上差异显著; ns表示差异不显著($P>0.05$)。下同。

Note: *, ** and *** mean significant difference at 0.05, 0.01 and 0.001 level, respectively, and ns mean no significant difference at 0.05 level. The same below.

和三级枝差异不显著($P>0.05$),但阿孜样地则表现出三级枝显著低于一级和二级枝($P<0.05$),同时一级枝和二级枝间差异不显著($P>0.05$),说明果序部位及生境条件共同对其产生影响。同时花序内不同位置间的结籽率和雌性分配在两样地间均差异不显著,表明小花草玉梅构件在个体内空间分布对结籽率和雌性分配无显著影响。

小花草玉梅的胚珠数、每果种子数和每果种子质量不仅与种子生产的位置和生境相关($P<0.01$),而且还与两者的交互作用相关($P<0.01$),说明小花草玉梅种子性状的变异受到了部位和样地(生境)交互作用的影响,但结籽率与果实着生的部位和样地均无关,表明结籽率是一个相对独立的性状,它并不随生境和种子生产部位的变化而变化。另外,在生境间和位置间交互作用下的单个种子质量无显著差异($P>0.05$),说明该物种单个种子质量可能存在一定程度的可塑性(表3)。

2.2 雌性适合度成分间的相关性

不同生境条件下,小花草玉梅所有种子性状间均呈现出不同程度的正相关关系(表4),表明小花草玉梅雌性适合度成分间存在着权衡关系,除结籽率、单个种子质量和雌性分配与胚珠数之间的相关程度较低外,合作样地其余各性状间显著相关,而玛曲阿孜样地中,单个种子质量与每果种子数、结籽率和雌性分配间相关性不显著。说明生境条件对小花草玉梅种子性状产生了一定程度的影响。

3 讨论

3.1 花序不同枝级雌性适合度成分变化

植物分配对花序内不同位置果实资源上的差异通常认为是由资源竞争效应或结构效应引起的,并已得到了部分研究的支持^[13-14]。二者在发生时间上存在差异^[15],其相对重要性随着物种或种内花器官^[14]的变化而变化。虽然一些结果支持资源限制

表3 生境与枝级部位对种子生产特性的影响

Table 3 Effects of habitats and branch positions on seed production characteristics

变异来源 Variation source	<i>df</i>	胚珠数		每果种子数		结籽率		每果种子质量		单个种子质量	
		Ovule number		Seed number per fruit		Seed set		Seed weight per fruit		Single seed weight	
		<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
位置 Location(L)	2	4.840	**	5.700	**	2.695	ns	8.734	***	36.043	***
样地 Sample plot(S)	1	274.703	***	196.220	***	0.293	ns	191.656	***	28.517	***
位置×样地 L×S	2	23.022	***	9.836	**	1.523	ns	13.669	***	0.052	ns

表4 雌性适合度成分间的相关性分析

Table 4 Correlation analysis of female fitness components

指标 Parameter	胚珠数 ON	每果种子数 SNPF	结籽率 SS	每果种子质量 SWPF	单个种子质量 SW	雌性分配 FA
胚珠数 ON	—	0.878***	0.091	0.770***	0.181	0.163
每果种子数 SNPF	0.764***	—	0.537***	0.905***	0.237	0.487***
结籽率 SS	0.015	0.602***	—	0.508***	0.170	0.827***
每果种子质量 SWPF	0.616***	0.907***	0.635***	—	0.606***	0.450***
单个种子质量 SW	0.137	0.463**	0.567***	0.753***	—	0.174
雌性分配 FA	0.294	0.637***	0.730***	0.620***	0.533***	—

注: **和***分别表示在0.01和0.001水平上显著相关;对角线以上为阿孜样地中的各种子性状间相关系数;对角线以下为合作样地中的相关系数。

Note: **, *** mean significant correlation at 0.01 and 0.001 level; Correlation coefficients for Maqu sample plot are given above the diagonal; values for Hezuo sample plot are given below the diagonal; ON, Ovule number; SNPF, Seed number per fruit; SS, Seed set; SWPF, Seed weight per fruit; SSW, Single seed weight; FA, Female allocation.

假说^[16],还有一些研究发现是资源限制和位置效应同时作用的结果^[3]。关于由位置效应引起的花资源分配变化的大多研究都表明,花序发育的内在因素决定了最先发育的花能够产生更多的胚珠^[5,15]。在许多逐级开花的植物中,如果早开的花比晚开的花较早形成果实,那么早开的花在获取资源方面占有优势,往往会产生更多的胚珠^[17]。但研究黄帚橐吾(*Ligularia virgaurea*)时发现,花序内晚开花的胚珠数大于早开花的胚珠数^[18]。同时对其它一些物种的研究发现,花序内不同位置果实获得的资源与所处位置间存在着资源竞争^[16]。Diggle^[5]的研究结果表明,即使不存在果实与花竞争的情况,花序上早开的花仍然会形成更多的胚珠,由此推测花序上每花胚珠的数量是由花序自身结构决定的(结构效应)。茄属(*Solanum*)植物雌性适合度(果实和种子发育)的机会从果序基部到顶部明显减少,表明也存在结构效应^[19]。Liu和Huang^[14]发现桔梗科甘孜沙参(*Adenophora jasionifolia*)花序内不同位置花的性分配随发育阶段的变化而变化,其中,胚珠的生产是由结构效应决定的,而种子生产(种子数和结籽率)则是由资源竞争造成的;蒜叶婆罗门参(*Tragopogon porrifolius*)头状花序内从第一朵花到最后一朵花的果实大小依次减小,Torices和Méndez^[20]认为是受结构效应和资源竞争共同影响的结果。

对小花草玉梅花序内的研究发现,小花草玉梅花序不同枝级上每果(花)胚珠数在不同生境中表现不同,阿孜样地表现为从一级枝向三级枝逐渐降低,

合作样地二级枝上的胚珠数最多,但Hiraga和Sakai^[21]研究发现,*Lobelia sessiliflora*花序中每朵花的平均花粉数和胚珠数从上到下是递增的;与晚开放的三级枝上的花相比,早开放的一级和二级枝上的花发育的种子较大,而结籽率和雌性分配无变化,但种子数量却表现出二级枝上的最多;而Zhao等^[22]在研究*Aconitum gymnantrum*时发现花序基部的花,种子产量高于顶部,表明采用资源竞争学说不能合理地解释小花草玉梅花序内这种分布格局。因此,小花草玉梅花序上不同枝级部位胚珠数的变化很可能与所处的生境条件有关。刘左军等^[23]对黄帚橐吾的研究已发现,其种子生产呈现顶部>基部的变化趋势,且不受生境条件的影响,存在着位置效应。另外,用双因素方差分析检验果实位置与生境对种子性状的影响时发现,结籽率可能是一个相对独立的性状,它并不随生境和种子生产部位的变化而变化;胚珠数、每果种子数和每果种子质量不仅与种子生产的位置和生境有关,而且还与两者的交互作用有关;在生境间和位置间交互作用下的单个种子质量无显著差异,说明该物种单个种子质量可能存在一定程度的可塑性。

以往大多数研究结果表明,花序较早发育的果实产生的种子数最多,每果种子质量最大,结籽率最高^[3,5]。操国兴等^[8]发现玉簪(*Hosta plantaginea*)花序水平上每果种子质量不因部位而变化。在许多两性花植物连续开花的花序内,较早开放的花首先产生胚珠并较早发育种子,从而使花序内结籽率从

早开花到晚开花依次降低^[3,5]。本研究中小花草玉梅花序不同枝级部位每果种子质量在不同生境中表现不同,但都以三级枝最低,每果种子数在二级枝上最多,而不同枝级部位果实的结籽率没有明显的差异。虽然早开放的花与晚开放的花在果实间的资源竞争是常见的现象,但花粉的数量和品质也会影响植物果实和种子的成熟^[4]。由于本试验是在自然条件下进行的,没有进行人工辅助授粉,对于小花草玉梅果实和种子的成熟是否也受到花粉的数量和品质的影响有待于后续研究。

有关植物花序上不同部位单个种子大小变化的研究较少^[3]。同样是向顶开花的两种植物,玉簪^[8]单个种子质量由花序基部向顶部增加,而 *Aquilegia canadensis*^[3] 则相反。本研究中小花草玉梅的单个种子质量由一级枝向三级枝逐渐降低,花序上不同部位单个种子大小的变化可能与每果种子数量有关。

3.2 小花草玉梅雌性适合度成分间的权衡关系

Lloyd^[9]认为重复生产的构件或产物在数量与大小间应普遍存在权衡关系。小花草玉梅雌性适合

度成分间均存在显著的正相关关系。前人研究了植物每果种子数量与单个种子大小间的关系^[8],发现二者之间存在显著的负相关关系。本研究中,小花草玉梅每果种子数量与单个种子大小间仅在合作样地中达到了显著正相关关系。因此,本研究认为每果种子数量与单个种子大小之间是否存在权衡关系取决于研究的材料本身和其生长的环境。

4 结论

综上所述,小花草玉梅种子生产在枝级部位间呈现出不同的变化趋势,存在着弱的位置效应且受生境条件的影响,不同花序部位种子的差异可能是该物种所固有的特征,高海拔更有利于种子表现其位置效应。另外,雌性适合度成分间均存在着权衡关系。

致谢:感谢兰州大学高寒草甸与湿地生态系统定位研究合作分站与玛曲分站点为试验的正常展开提供了保障条件。野外采样过程中得到实验站管理员桑杰的帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献

- [1] Parachnowitsch A L, Elle E. Variation in sex allocation and male-female trade-offs in six populations of *Collinsia parviflora* (scrophulariaceae S. L)[J]. American Journal of Botany, 2004, 91(8): 1200-1207.
- [2] Klinkhamer P G L, de Jong T J, Metz H. Sex and size in cosexual plants[J]. Trends in Ecology and Evolution, 1997, 12(7): 260-265.
- [3] Klüber A, Eckert C G. Sequential decline in allocation among flowers within inflorescences: Proximate mechanisms and adaptive significance[J]. Ecology, 2004, 85(6): 1675-1687.
- [4] 马晓丽, 谭敦炎, 李欣蓉. 蒙古沙冬青花序内性分配的变化、传粉者运动与繁殖成功[J]. 生物多样性, 2011, 19(4): 423-440.
- [5] Diggle P K. Architectural effects and the interpretation of patterns of fruit and seed development[J]. Annual Reviews of Ecology and Systematics, 1995, 26: 531-552.
- [6] Brunet J. Male reproductive success and variation in fruit and seed set in *Aquilegia caerulea* (Ranunculaceae)[J]. Ecology, 1996, 77(8): 2458-2471.
- [7] Zimmerman J K, Aide T M. Patterns of fruit production in a neotropical orchid: Pollinator vs. resource limitation[J]. American Journal of Botany, 1989, 76(1): 67-73.
- [8] 操国兴, 严娟, 李燕, 季萍. 玉簪花序水平上雌性适合度成分变化及种子数量与大小权衡关系研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(6): 147-150.
- [9] Lloyd D G. Selection of offspring size at independence and other size-versus-number strategies[J]. American Naturalist, 1987, 129(13): 800-817.
- [10] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 69-71.
- [11] 杜国祯, 王刚. 甘南亚高山草甸人工草地的演替和质量变化[J]. 植物学报, 1995, 37(4): 306-313.
- [12] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 624-649.

- [13] 艾沙江·阿不都沙拉木,谭敦炎,吾买尔夏提·塔汉. 新疆郁金香营养生长、个体大小和开花次序对繁殖分配的影响[J]. 生物多样性,2012,20(3):391-399.
- [14] Liu C Q, Huang S Q. Does the relative importance of resource competition and architectural effect in floral variation vary with stages of floral ontogeny[J]. Journal of Systematics and Evolution,2012,50(2):119-124.
- [15] 樊宝丽,赵志刚,孟金柳,杜国祯. 露蕊乌头(*Aconitum gymnantrum* Maxim)花序内位置依赖的性分配[J]. 生态学报,2008,28(6):2909-2915.
- [16] Medrano M, Guitin P, Guitin J. Patterns of fruit and seed set within inflorescences of *Pancreatium aritimum* (Amaryllidaceae), nonuniform pollination, resource limitation, or architectural effects[J]. American Journal of Botany, 2000, 87(4):493-501.
- [17] Thomson J D. Deployment of ovules and pollen among flowers within inflorescences[J]. Evolutionary Trends in Plants, 1989, 3(1):65-68.
- [18] 谢田朋,杜国祯,张格非,赵志刚. 黄帚橐吾种子生产的花序位置效应及其对幼苗建植的影响[J]. 植物生态学报,2010,34(4):418-426.
- [19] Diggle P K, Miller J S. Architectural effects mimic floral sexual dimorphism in *Solanum*(Solanaceae)[J]. American Journal of Botany,2004,91(12):2030-2040.
- [20] Torices R, Méndez M. Fruit size decline from the margin to the center of capitula is the result of resource competition and architectural constraints[J]. Oecologia,2010,164(4):949-958.
- [21] Hiraga T, Sakai S. The effects of inflorescence size and flower position on biomass and temporal sex allocation in *Lobelia sessiliflora*[J]. Plant Ecology,2007,188(2):205-214.
- [22] Zhao Z G, Meng J L, Fan B L, Du G Z. Reproductive patterns within racemes in protandrous *Aconitum gymnantrum* (Ranunculaceae): Potential mechanism and among family variation[J]. Plant Systematics and Evolution,2008,273(3):247-256.
- [23] 刘左军,杜国祯,陈家宽,刘振恒,董高生,马建云. 影响黄帚橐吾种子生产的因素 I. 生境和花序结构[J]. 植物生态学报,2003,27(5):677-683.

(责任编辑 王芳)

《草业科学》第9届编辑委员会

顾 问:任继周

主 编:侯扶江

副 主 编:胡自治 张自和 蒋文兰

编 委:(以姓氏笔划为序)

丁连生	万力生	王 岭	王宗礼	王明昶	王春喜	王晓斌	瓦庆荣	白原生
任继周	刘加文	刘自学	刘连贵	刘国道	刘富渊	朱邦长	牟新待	许 鹏
许令妊	负旭疆	张自和	张英俊	张新跃	李守德	李学森	李建龙	李青丰
李毓堂	李镇清	杨中艺	杨志民	杨知建	苏大学	陈佐忠	周 禾	周道玮
武艳培	泽 柏	郎百宁	侯扶江	南志标	胡自治	荣威恒	赵晓英	凌 焱
贾幼陵	曹致中	黄文惠	彭立鸣	程积民	蒋文兰	谢应忠	韩贵清	韩烈保
雍世鹏	蔡庆生							