

小檗科鬼臼亚科种子大小变异式样 及其生物学意义

Q949.746.8

马绍宾^{1,2}, 姜汉侨¹

(1. 云南大学生物系, 昆明 650091; 2. 中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650205)

摘要: 分析了小檗科鬼臼亚科 4 个属代表植物桃儿七、川八角莲、南方山荷叶以及足叶草种子大小及其变异式样并对该变异式样的生物学意义予以了分析。结果显示: ①在 4 种植物干种子中, 以川八角莲最重, 为 37.24 ± 6.71 mg, 桃儿七次之, 为 36.56 ± 4.54 mg, 足叶草最轻, 为 19.01 ± 3.21 mg, 南方山荷叶较足叶草稍重, 为 23.22 ± 3.26 mg; ②每种植物均存在一定比例的活力低下种子, 其中以桃儿七最低, 为 1.0%, 川八角莲最高, 为 6.0%, 南方山荷叶与足叶草分别为 4.5% 及 3.5%; ③种子形态变异大小与传粉方式具有较大的关系, 异花授粉植物种子形态变异较大, 而自花授粉植物种子形态变异较小; ④种子大小与植物生活环境有密切的关系, 生活在稳定、荫蔽度高以及干旱生境中的种具有较大的种子, 而生活在开旷、受干扰严重或潮湿生境中的种类具有较小的种子; 桃儿七种子大小与海拔高度成负相关。⑤在种间, 种子大小与植株产果数、果实大小以及果实内种子数量无明显的相关性, 但一般与单株产种子数量成负相关; 在种内, 种子大小与果实内种子数成负相关, 与果实大小成负相关。

关键词: 南方山荷叶; 桃儿七; 川八角莲; 足叶草; 种子大小; 进化

中图分类号: Q944.33 **文献标识码:** A

Study on the seed weight and seed size variation pattern and their biological significance in Podophylloideae (Berberidaceae)

MA Shao-bin^{1,2}, JIANG Han-qiao¹

(1. Biology Department, Yunnan University, Kunming 650091; 2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Science, Kunming 650205)

Abstract: The seed weight and seed size and their variation pattern of four species (including *Sinopodophyllum hexandrum*, *Dysosma veitchii*, *Diphylleia sinensis* and *Podophy-*

收稿日期: 1999-02-01

基金项目: 国家自然科学基金及云南省科委应用基础研究基金资助项目

llum peltatum) in Podophylloideae (Berberidaceae) have been detailly analysed, the result shows that: ① In the four species, *Dysosma veitchii* has biggest seed, the seed weight is 37.24 ± 6.71 mg, *Sinopodophyllum hexandrum* has smaller seed, its seed weight is 36.56 ± 4.54 mg; *Podophyllum peltatum* has smallest seed, the seed weight is 19.01 ± 3.21 mg, the seed of *Diphylleia sinensis* is somewhat weight than that of *Podophyllum peltatum*, its weight is 23.22 ± 3.26 . ② All species contains a partion of nonviale seed, the percentage for *Sinopodophyllum hexdrabum* is 1.0%, *Dysosma veitchii* is 6.0%, *Diphylleia sinensis* is 5.0% and *Podophyllum peltatum* is 3.5%. ③ The variation pattern of seed size has close relationship with pollination, allogamy species has larger variation than that of autogamy species. ④ Seed size and seed weight has close relationship with plant living environment, those species which living in the environment of stable, less disturbed and high coverage degree has bigger and weighter seed than those living in open, frequently disturbed and damp environment. Different populations of a species have different seed weight, a example is that seed weight of *Sinopodophyllum hexandrum* is close related with altitude, the higher altitude, the lighter of seed weight. ⑤ Among species, seed weight has no obviously relationship with fruit number, fruit size and seed number in the fruit, but the larger seed number a plant produces, the lighter is its seed weight. But within species, seed weight has close relationship with seed number in fruit, the more seed in a fruit, the lighter its seed weight, and usually the larger the fruit, the lighter seed it contains.

Key words: *Diphylleia sinensis*; *Sinopodophyllum hexandrum*; *dysosma veitchii*; *podophyllum peltatum*; seed size; evolution

种子是种子植物进行有性生殖的最重要器官之一,是联系上下代植物体的纽带。从进化的观点看,种子的生物学功能有三:一是繁殖,植物通过种子传递遗传物质,并使种族得以繁衍;二是散布,通过种子的散布使植物得以扩大其分布区,从而尽量占据不同的生境,为分化奠定基础;三是植物利用种子度过不良的外界环境条件。种子的生物学特性是为这三个功能服务的,是这三个矛盾方面相互协调的产物。种子大小表示了种子内营养物质的多少,是种子的重要生物学特性之一。因此,通过比较分析近缘种类间种子大小,有可能为了解它们的生态适应过程和系统发育过程提供一些资料。

鬼臼亚科是小檗科中仅包含有 *Diphylleia*, *Dysosma*, *Podophyllum* 及 *Sinopodophyllum* 4 属 15 种的一个小类群。在小檗科中,这 4 个属由于具有盾状着生的叶,茎中具多数散生维管束,花不具蜜腺,浆果、含鬼臼毒素等一些特殊的特征而被看作是一个自然而相对独立的类群^[1]。在鬼臼亚科 4 个属中,山荷叶属 (*Diphylleia*) 3 种:南方山荷叶 (*D. sinensis*) 特产于我国,日本山荷叶 (*D. grayi*) 局限分布于日本北部及萨哈林群岛,北美山荷叶 (*D. cymosa*) 分布于北美东部;这 3 种植物的地理分布为典型的东亚北美间断分布^[2]。八角莲属 (*Dysosma*) 8~10 种,为我国特有属,主要分布于华南、华东及西南地区。桃儿七属

只有桃儿七(*Sinopodophyllum hexandrum*)1种,分布于喜马拉雅及邻近地区。足叶草属亦只有足叶草(*Podophyllum peltatum*)1种,分布于北美东部^[3]。我国是这类植物的分布中心与多样性中心,在4属15种植物中,我国分布有3属12种。该类群由于在系统学研究上的重要性^[1]以及潜在的经济价值^[4],已得到多方面的研究^[1],但有关种子生物学特性方面的研究尚未见有报道,本文进行了这方面的研究。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供本项研究用的种及其来源见表1。

表1 研究材料及来源

Table 1 The sources of studied material

分类群 Taxon	采集地点及海拔 Locality and altitude	采集日期 Collection date
南方山荷叶 <i>D. sinensis</i>	云南中甸仙人洞(3300 m), Yunnan, Zhongdian, Xi-anrendong	1993. 9. 8
川八角莲 <i>D. vertchii</i>	云南禄劝茂山(2100 m), Yunnan, Luquan, Maushan	1997. 11. 10
足叶草 <i>P. peltatum</i>	由美国 Oberlin College David H. Banguiz 教授提供	1995. 8
桃儿七 <i>S. hexandrum</i>	云南中甸纳帕海(3300 m), Yunnan, Zhongdian, Napahai	1998. 8. 25
	云南中甸毕桑谷(3400 m), Yunnan, Zhongdian, Bisanggu	1998. 8. 26
	云南中甸属都河(3500 m), Yunnan, Zhongdian, Shuduhe	1998. 8. 27
	云南中甸碧塔海(3650 m), Yunnan, Zhongdian, Bitahai	1998. 8. 28
	云南中甸虹山(3750 m), Yunnan, Zhongdian, Hongshan	1998. 9. 03

凭证标本:南方山荷叶:M95005, M94013;川八角莲:M93020, M94005;桃儿七:M95006, M94003。

Vouchers: *Dr. sinensis*; M95005, M94013; *Dy. vertchii*; M93020, M94005; *S. hexandrum*; M95006, M94003.

1.2 研究方 法

采集上述4种植物已充分成熟的种子。桃儿七在果实为桔红色并变软时种子已发育充分,采集果实并清理出包含在胎座内的种子,此时种子为红褐色(种子尚未发育充分时,种皮为白色,果实为绿色);在不同海拔高度和生境条件下的居群内各采集50枚桃儿七果实,称量其重量并统计种子数,在种子干燥后称量每一枚果实内的平均种子重量,分析单粒种子平均重量与果实大小、果实内种子数、海拔以及生境的关系。南方山荷叶在种子已充分发育成熟时果实为蓝黑色,采集果实并清理出种子,此时种子为红褐色(尚未成熟的种子种皮为白色);川八角莲在果实为鲜红色且变软时采集果实并清理出种子,成熟种子的种皮为白色;足叶草在果实为黄色且微变软时采集,清理出果实内的种子,已充分发育成熟的种子为红褐色。对4种植物按不同的果实用电子天平仔细称量200粒左右种子的重量并用游标卡尺按不同的果实量取200粒左右种子的厚度、宽度及长度,得到的数据用SAS统计软件进行数理统计分析,并分析种子大小变异式样的生物学意义。文中涉及到的有关4种植物的生物学特性主要来源于作者的实验观察,部分来源于文献。

供本文研究的5个桃儿七居群海拔高度见表1。生境状况简要描述如下:居群I,纳帕海居群(POP NPH);生境潮湿至干燥,个体在居群内主要为丛生,少数为单生;居群中乔木层主要由一些落叶种类和云杉组成,盖度为10%~50%;灌木层中等发达,盖度为0%~30%;草本层发达,盖度为10%~60%左右。居群II,毕桑谷居群(POP BSG),生境较干燥,个体在居群内主要为单生;乔木层主要为桦木和云杉,盖度为0%~40%;灌木层较少,盖度为0%~20%;草本层较发达,盖度为10%~70%。居群III,属都河居群(POP SDH),该居群生境较潮湿,个体在居群内为丛生或单生;乔木层主要为柳树,盖度为0%~40%;灌木层不发达,盖度为0%~20%;草本层亦较少,盖度为0%~30%。居群IV,碧塔海居群(POP BTH),该居群生境潮湿,个体在居群内丛生或单生;乔木层发达,主要为柳或冷杉,盖度在10%~70%;灌木层很少,盖度为0%~30%;草本层亦较少,盖度为0%~40%左右。居群V,虹山居群(POP HS),该居群生境较干燥,个体在居群为丛生或单生;乔木层主要为冷杉和柳,盖度为10%~50%;灌木层较少,主要为绣线菊,盖度为0%~30%;草本层较少,盖度为0%~20%。5个居群生境潮湿状况为:碧塔海居群>纳帕海居群>毕桑谷居群≈属都河居群≈虹山居群;总的盖度(荫蔽度)状况为:碧塔海居群>纳帕海居群>属都河居群≈虹山居群≈毕桑谷居群。

2 结果与分析

2.1 种子质量及其变异式样

通过对桃儿七、南方山荷叶、川八角莲与足叶草各200粒干种子重量进行统计分析表明,在4种植物中,以川八角莲种子最重,为 37.27 ± 6.71 mg,桃儿七次之,为 36.56 ± 0.3 mg,足叶草最轻,为 19.01 ± 3.21 mg,南方山荷叶则较足叶草稍重,为 23.22 ± 3.26 mg。在4种植物中,以桃儿七种子重量变异最小,变异系数仅为12.41,川八角莲与足叶草种子重量变异最大,变异系数分别为17.99及16.88,南方山荷叶种子重量变异状况介于上述两者之间,变异系数为14.02(4种植物种子重量及其变异的具体状况见表2,图1)。

表2 桃儿七、川八角莲、南方山荷叶及足叶草种子重量(mg)及其变异状况

Table 2 Seed weight (mg) and its variation in *S. hexandrum*, *D. verticillata*, *D. sinensis* and *P. peltatum*

分类群 Taxon	观测数 N	最小值 Mini	最大值 Maxi	变异 范围 Range	平均值 Mean	标准差 Std Dev	标准误 Std Er	变异系数 CV
<i>S. hexandrum</i>	200	20.20	46.60	26.4	36.56	4.540	0.3210	12.41
<i>Dy. verticillata</i>	200	16.70	57.20	40.5	37.27	6.707	0.4742	17.99
<i>D. sinensis</i>	200	11.50	32.60	21.1	23.22	3.256	0.2302	14.02
<i>P. peltatum</i>	200	9.50	35.10	25.6	19.01	3.209	0.2269	16.88

从图1可看出,在4种植物中,均含有一定比例的活力低下种子。活力低下种子是指胚发育不完善,不具有萌发能力或萌发后产生的幼苗十分弱小,不能很好成长的种子。这种种子在重量上表现为较轻,且其与正常种子重量间具有较大的间隔,正常种子的重量为一连续分布的数量性状(图1)。桃儿七正常种子的重量为26.10~46.60 mg,活力低下种子则重量小于20.91 mg;川八角莲正常种子的重量为27.20~57.20 mg,活力低下种子重量小于24.90 mg;南方山荷叶正常种子重量为17.40~32.6 mg,活力低下种子重量小于16.50 mg;足叶草正常种子重量为13.1~35.10 mg,活力低下种子重量小于11.90

mg。在4种植物中,桃儿七活力低下种子所占比例最少,仅为1.0%;而其余3个种活力低下种子具有较高的比例,川八角莲最高,为6.0%,南方山荷叶次之,为5.0%;足叶草为3.5%(图1,表4)。

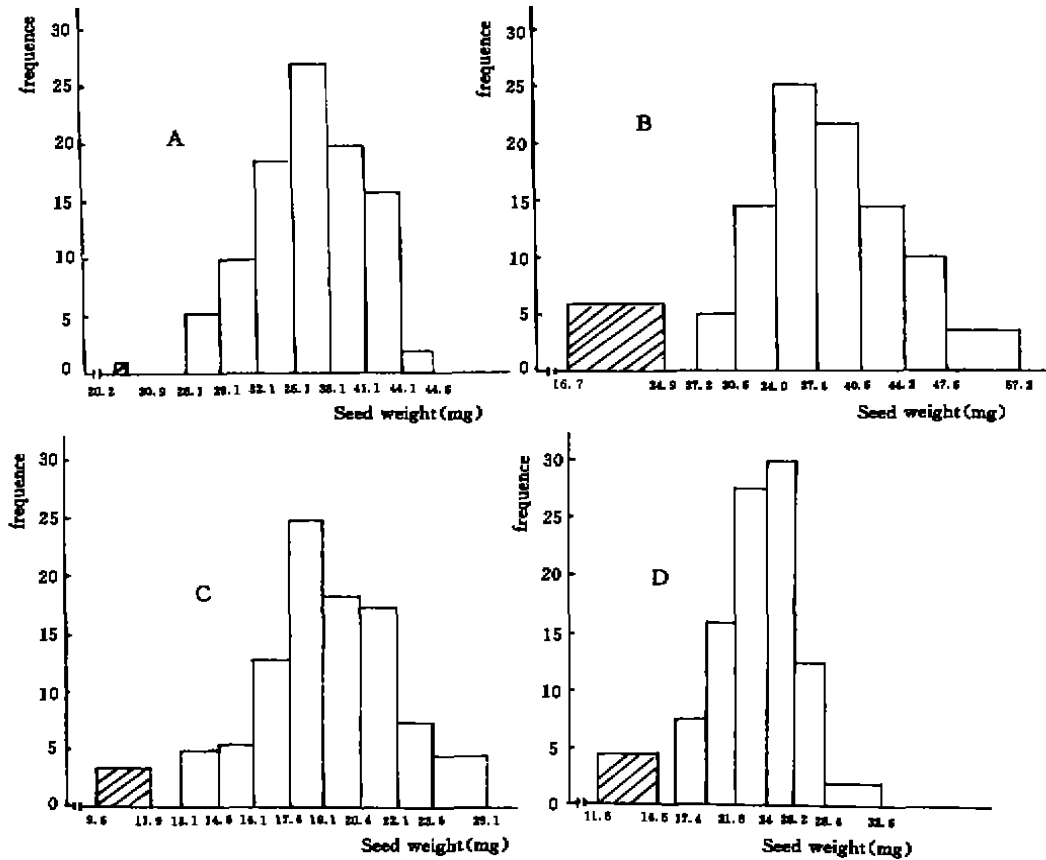


图1 桃儿七、川八角莲、南方山荷叶及足叶草种子重量变异式样
(带纹条为活力低下种子及其所占比例)

Fig. 1 The variation pattern of seed weight in *S. hexandrum* (A), *Dy. veitchii* (B), *P. peltatum* (D) and *Di. sinensis* (C). (Strip bars indicate nonviable seed and their percentage)

2.2 种子形态大小及其变异式样

在种子形态大小方面,其变异状况与种子重量相似,以桃儿七变异最小,而其余3种植物的形态变异状况大致相近,但都较桃儿七大。在种子长度、厚度及宽度3个形态指标中,长度在所有种类中均是一个较为稳定指标,其变异较小,而种子厚度及宽度具有较大的变异。干燥的桃儿七种子为卵状三角形,长4.25~5.76 mm,宽2.70~4.84 mm,厚2.28~3.86 mm;足叶草种子为扁平肾形,长3.52~6.86 mm,宽2.40~5.00 mm,厚1.08~2.12 mm;川八角莲种子变异较大,通常为饱满的肾形或卵球形,长3.24~6.12 mm,宽3.00~4.92 mm,厚1.70~3.64 mm;南方山荷叶的种子在外形上较不规则,通常为三角形、肾形,长3.54~6.34 mm,宽1.94~3.74 mm,厚1.04~3.00 mm(表3)。

2.3 种子重量、形态大小变异式样与传粉的关系

从表4中可以看出,在4种植物中,自花授粉的种类(桃儿七与川八角莲)具有较大的种子,而异花授粉的种(足叶草与南方山荷叶)具有相对较小的种子,但授粉方式与种子大小之间的生物学意义尚不清楚。4种植物种子在形态上的变异状况和传粉方式密切相关,

表3 桃儿七、川八角莲、南方山荷叶及足叶草种子形态大小及其变异式样

Table 3 The seed size (unit: mm) and its variation pattern in *S. hexandrum*, *Dy. veitchii*, *Di. sinensis* and *P. peltatum*

分类群 Taxon	观测 项目 Item	观测数 N	最小值 Minj	最大值 Maxi	变异 范围 Range	平均值 Mean	标准差 Std dev	标准误 Std E	变异 系数 CV
桃儿七	Length	210	4.24	5.76	1.52	5.14	0.268	0.0185	5.216
	Wide	210	2.70	4.84	2.14	3.79	0.277	0.0191	7.313
	Thick	210	2.28	3.86	1.58	2.91	0.257	0.0177	8.735
	L/W	210	1.06	2.09	1.03	1.36	0.118	0.0081	8.627
	L/T	210	1.29	2.39	1.10	1.77	0.215	0.0148	12.144
川八角莲	Length	205	3.24	6.12	2.88	5.14	0.353	0.0217	6.872
	Wide	205	3.00	4.92	1.92	3.83	0.383	0.0268	10.016
	Thick	205	1.70	3.64	1.94	2.73	0.317	0.0221	11.622
	L/W	205	0.78	1.91	1.13	1.36	0.170	0.0118	12.515
	L/T	205	1.22	2.91	1.69	1.91	0.240	0.0167	12.563
足叶草	Length	206	3.52	6.86	3.34	5.43	0.650	0.0452	11.968
	Wide	206	2.40	5.00	2.60	3.57	0.384	0.0268	10.745
	Thick	206	1.08	2.12	1.04	1.58	0.197	0.0137	12.439
	L/W	206	1.03	2.50	1.47	1.54	0.265	0.0185	17.245
	L/T	206	1.81	5.66	3.85	3.50	0.703	0.0490	20.090
南方山荷叶	Length	221	3.54	6.34	2.80	4.98	0.437	0.0292	8.770
	Wide	221	1.94	3.74	1.80	3.06	0.328	0.0225	10.730
	Thick	221	1.04	3.00	1.96	2.25	0.305	0.0204	13.519
	L/W	221	1.19	2.27	1.08	1.65	0.205	0.0137	12.471
	L/T	221	1.57	3.44	1.86	2.24	0.304	0.0208	13.558

L/T; Seed length/seed thick, L/W; Seed length/seed wide. 表中种子长度、厚度及宽度的单位均为毫米(mm)。

自花授粉的桃儿七与川八角莲,其种子在长度、宽度及厚度上的变异较异花授粉的南方山荷叶及足叶草小。这可能是由于自花授粉的种类,其基因间交流较少,种子在形态上更为一致,而异花授粉的种类,由于个体间常存在基因的交流,因此其种子在形态上常具有较大的变异。这是总的情况,具体到每一种,则情况有所差别。异花授粉的种,其种子重量及形态上的变异均匀地分布在各粒种子间,而自花授粉的种类变异的状况是:同一果实内的种子间常较一致,而不同果实间的种子常有较大的差别。桃儿七虽然是自花授粉,但在个体间常存在一定的杂交,因此这种现象不突出。在川八角莲中,由于它是一种严格的自花授粉植物,个体间存在严格的隔离机制,因此,各个个体间的种子常存在很大的差异,但个体内的种子则在形态上较为一致。

2.4 种子重量、形态大小与生活环境的的关系

在所研究4种植物中,川八角莲生活在常绿阔叶林下,生境荫蔽度最高,具有最大的种子;足叶草生活在落叶阔叶林下,生境较为开旷,具有最小的种子;桃儿七与南方山荷叶

生活环境中的荫蔽度相近,但南方山荷叶生活的生境较桃儿七潮湿,在两种植物中,桃儿七具有较大的种子(表5)。从这一点可看出种子重量和该种植物生活的生态环境具有密切的关系,凡生产在稳定、受干扰较小的种(如川八角莲)具有较大的种子,而生活在开旷、易受干扰生境中的种具有较小的种子(如足叶草)。从这点上看,桃儿七具有较大种子是一种非适应性状,其种子有向减小进化的趋势。种子重量大小表示种子中营养成分的多少,

表4 桃儿七、山荷叶、川八角莲及足叶草种子重量、种子重量及种子形态变异系数与传粉方式的关系

Table 4 The relationship between seed weight, CV of seed weight, Seed size and pollination in four Podophylloideae species

类群 Taxon	种子大小(毫克) Seed weight (mg)	种子变异系数 CV of seed				传粉方式 ¹⁾ Pollination
		SWE	SLE	SWI	STH	
<i>S. hexandrum</i>	36.56±4.54	12.41	5.2	7.3	8.7	自花授粉
<i>Dy. verticillata</i>	37.27±6.71	17.99	6.9	10.0	11.6	自花授粉
<i>Di. sinensis</i>	23.22±3.26	14.02	8.8	10.7	13.5	异花授粉
<i>P. peltatum</i>	19.01±3.21	16.88	12.0	10.7	12.4	异花授粉

SWE, Seed weight, SLE, Seed length, SWE, Seed wide, STH, Seed thick.

1) 资料来源于文献[5~7]。

因而必然和种子萌发后幼苗所生活的环境密切相关。如果幼苗生活的环境较开阔、阳光照射充分,则植物种子平均较小,因为种子萌发后即能通过光合作用制造营养物质,无须再从种子补充营养,因而每粒种子较小,这样母株可以最经济地利用能量并在相同条件下,每棵植株有机会产生较多的种子,从而提高繁殖力。但如果幼苗生长的环境较为荫蔽,则幼苗不易通过光合作用来维持前期的生长,它必须从种子内得到部分营养补充。因此,生活在这种生活环境之内的种其种子要偏大一些(如川八角莲)。种子大小与幼苗所能得到的光合作用量成反比。

表5 种子大小与环境的关系

Table 5 The relationship between seed weight and habitats

分类群 Taxa	种子大小(毫克) Seed weight (mg)	生境 Habitant
<i>S. hexandrum</i>	36.56±4.54	生活于开阔的具有次生植被的环境中,荫蔽度为0%~80%,生境潮湿或干燥 ^[8] 。
<i>Dy. verticillata</i>	37.27±6.71	生活于常绿阔叶林下,荫蔽度很高(20%~100%),生境较潮湿 ^[9] 。
<i>Di. sinensis</i>	23.22±3.26	生活于针叶林、针阔叶混交林、竹林下;分布于溪流边、渗水的山坡,生境十分潮湿,荫蔽度20%~100% ^[2] 。
<i>P. peltatum</i>	19.01±3.21	开旷的落叶阔叶林、柞林及北美鹅掌楸林,荫蔽度为40%~80%,生境潮湿或干燥 ^[6] 。

种子大小除了和幼苗生活的生态环境有关外,还可能和种类间的系统发育关系有关。从表3中可看出,桃儿七种子与川八角莲种子在大小上十分相似,但桃儿七和川八角莲在生态上却占据着不相同的环境,这是否意味着桃儿七和川八角莲具有较为密切的关系,目前普遍认为,桃儿七是由八角莲属进化而来的,二者之间具有较为密切的关系^[1]。这样,桃儿七较为大的种子是从其祖先继承而来的,它还未能根据新的环境条件作出反应,桃儿七从八角莲分化而来的时间可能不是很长。

种子大小还和将来萌发环境具有密切的关系,如果植物的生境能够保证种子将来有良好的萌发条件,则植物主要增加种子的重量,以保证能够得到健壮的幼苗。如果种子的萌发条件不稳定,则植物将产生多而较为小型的种子,以便其中一些种子能够遇到适宜的萌发条件。因此大种子的种类常生活在稳定而生长竞争较为激烈的环境中(川八角莲),而小种子的种类常见于易受干扰和经常性变化的环境中(足叶草)。

种内不同居群具有不同的种子大小,在对桃儿七 5 个居群种子进行巢式分析结果表明(表 6),在种子重量的所有方差中,由于居群间差异所造成的方差占 72.709%,而居群内个体间差异所造成的方差只占 27.291%。这说明种子大小在种内的不同居群间亦具有显著差异,这种差异具有重要的生态适应意义,种子大小不仅和种的特性有关,也和其具体生活的环境有关。

表 6 桃儿七 5 个不同居群种子重量巢式分析

Table 6 Nested analysis of seed weight (mg) in *S. hexandrum*

变异来源 Variance source	自由 Degree of freedom	方差总和 Sum of squares	平均方差 Mean squares	方差分量 Variance component	所占百分比 Percent of total
总变异	304	19226	63.25	74.463	100.000
居群间	4	13130	3282.45	54.141	72.709
居群内	300	6096	20.32	20.322	27.291
个体间误差	0	0	0	0	0

单粒种子重量平均值=31.01(mg),平均标准误=3.380。

在桃儿七不同居群中,种子大小和海拔高度成明显的负相关,单粒干种子重量随海拔高度的增加而减小(表 7)。对于这一现象的生物学意义目前尚了解不多。可能是由于随着海拔高度的增加,桃儿七居群受外界环境干扰更为严重(主要是冰雪,桃儿七开花时,在高海拔地区时常还会下雪,有些个体受冻害后不能结实,并且这种现象随海拔高度的增加而突出),部分个体不能结实需要增加能正常结实个体的结实率,从而弥补因冻害而造成的损失。

表 7 桃儿七 5 个居群果实内种子平均重量与果实内种子数、果实大小及海拔的关系

Table 7 The relationship between seed weight and altitude, seed number in fruit, fruit weight

居群 POP	海拔(m) Altitude (m)	观测 果数 N	种子重量 (单位:mg) Seed weight	果实内种子数 Seed number	鲜果实重量 (单位:克) Fruit weight (g)
纳帕海(NPH)	3300	50	41.10±3.52	40.02±23.00	12.06±5.94
毕桑谷(BSG)	3400	50	32.28±5.12	44.74±20.49	14.05±8.03
属都河(SDH)	3500	50	33.80±4.78	47.92±31.65	11.06±11.31
碧塔海(BTH)	3600	50	31.22±4.33	70.32±36.87	14.92±7.59
虹山(HS)	3750	50	21.06±4.33	80.58±45.98	16.05±7.14

2.5 种子大小与其它繁殖器官的关系

从表 8 中可看出,种子大小是一个相对较稳定的性状,每个种均有自己独特的种子大

小,种子大小与植物体开花多少无关,和植株结果数无关,与果实内种子数亦无关系。在不同的种间,种子重量是一个相对稳定的性状,每个种的种子重量虽然具有较大变异幅度,但每个种均具有自己特征性的种类重量。在同一种内的不同居群间,单粒种子干重和果实内种子呈现明显的负相关,从表 7 可看出,果实内种子数越多,单粒种子越轻,两者间的关系可用一元线性回归方程表示为: $Y=34.147-0.05607X(N=304, P<0.0001)$ (Y 为单粒种子干重, X 为果实内种子数, N 为进行分析的果实数)。单粒种子干重和果实重量亦呈现出明显的负相关性,果实越大(重),果实内单粒种子平均重量越轻,反之亦然,两者间的关系可用一元线性回归方程表示为: $Y=33.523-0.0234X(N=304, P<0.0001)$ (Y 为单粒种子干重, X 为果实鲜重, N 为进行分析的果实数)。

表 8 种子大小与果实数、果实内种子数及个体产种子数间的关系

Table 8 The relationship between seed weight fruit number, seed number per fruit and per individual and fruit size

分类群 Taxa	种子大小 (毫克) SW(mg)	单株平均 果实数 AFNPR	单果平均 种子数 ASNPF	单株平均 种子数 TSNOPR	果实大小 Fruit size Length × Wide (cm)
<i>S. hazundrum</i>	36.56±4.54	1	61.76	61.76	6.08×3.07
<i>Dy. veitchii</i>	37.27±6.71	1.75	12.90	22.65	4.78×3.11
<i>Di. sinensis</i>	23.22±3.26	15.60	4.00	62.40	1.25×1.75
<i>P. peltatum</i>	19.01±3.21	1	31.00	31.00	4.00×3.00

SW: Seed weight; AFNPR: Average fruit number per stem; ASNPF: Average seed number per fruit; TSNOPR: Total seed number per stem.

3 结 论

在所研究的 4 种小檗科鬼臼亚科植物中,不同的属、种具有不同的种子形态、大小和重量,种子大小是种的特征之一。在种内,种子大小是一个数量性状,在一定范围内连续变化。种子大小除了受种的特性决定外,还和许多生态因素有关,其大小变化无论在种间或种内均具有重要的生态适应意义。就变异状况而言,异花授粉的种具有较大变异幅度,且变异均匀地分散在每个果实的不同种子间,自花授粉的种则具有较小的变异幅度,同一果实内的种子具有相近的大小,而不同果实来源的种子则可能有较大的差别。不同的种生活在不同的环境中,具有大小不同的种子,环境因子是影响种子大小的重要因素之一。一般而言,生活在荫蔽度高、稳定生境中的种常具有较大的种子,而生活在开旷、易受干扰环境中的种常具有相对较小的种子;此外生活在潮湿生境中的种比生活于较干旱生境中的种具有较小的种子。同一种内不同居群间种子大小亦有此现象。在桃儿七中,不同居群的种子常具有较大的差异,而同一居群内的种子在大小上较为一致。协方差分析(巢式分析)表明,在桃儿七种子重量的所有方差中,居群间方差占据主导地位,而居群内个体间方差只占从属地位。桃儿七种子大小和海拔高度具有明显的相关性,分布在高海拔的居群具有较小的种子,分布在较低海拔的居群具有较大的种子。在不同的种间,种子大小与果实大小、果实内种子数之间看不出明显的相关性,但和植株产种子数成负的相关性。对桃儿七种子

大小与果实大小、果实内种子数进行的相关性分析表明,种子大小与果实内种子数、果实大小成负相关,较大而具有较多种子的果实常具有较小的种子,而较小,具有较少种子的果实常具有较大的种子。

种子大小虽是一种简单的生物学现象,但包含着丰富的内容,种子大小具有重要的生态适应意义,和许多生态因素有关,要深入分析影响种子大小的生态因子,尚需进行精心的实验设计和细致的工作。

参考文献:

- [1] 马绍宾,胡志浩.小檗科鬼臼亚科的地理分布与系统发育[J].云南植物研究,1997,19(1):48~56.
- [2] TSUN-SHEN YING, TERABAYASHI S, BAUFFORD D E. A monography of *diphyllia* (Berberidaceae)[J]. *Journal of the Arnold Arboretum*, 1984, 55: 57~94.
- [3] 应俊生.小檗科八角莲属和桃儿七属(新属)的研究[J].植物分类学报,1979,17(1):14~23.
- [4] 陈懿亨.国产鬼臼类药用植物资源研究[J].药学学报,1979,17(1):101~107.
- [5] 马绍宾,徐正尧,胡志浩.桃儿七繁殖生物学研究[J].西北植物学报,1997,17(1):49~56.
- [6] SWANSON S D, SOHMER S H. The biology of *Podophyllum peltatum* L. (Berberidaceae), the mayapple. 1. The transfer of pollen and success of sexual reproduction[J]. *Bull. Torrey Bot. Club.*, 1976, 103: 223~226.
- [7] 徐正尧,马绍宾,胡昌平,等.桃儿七传粉生物学特性及其在进化上的意义[J].武汉植物学研究,1997,15(3):223~227.
- [8] 马绍宾,胡志浩.桃儿七分布格局与生态适应的初步研究[J].武汉植物学研究,1996,14(1):47~54.
- [9] 庄平,吴荃,邹家林,等.峨嵋山八角莲属植物的生态学与生物学特性研究[J].武汉植物学研究,1993,11(1):41~46.