

谢双全,田琳,阎平,等. 鸢尾蒜繁殖适应特征[J]. 江苏农业科学,2013,41(6):152-154.

鸢尾蒜繁殖适应特征

谢双全,田琳,阎平,田丽娜

(石河子大学生命科学学院,新疆石河子 832003)

摘要:对鸢尾蒜 [*Ixiolirion tataricum* (Pall.) Herb.] 的物候生长、花部特征、性表达以及繁殖适应特征进行了研究,结果表明:(1)2011—2012 年连续 2 年对鸢尾蒜的物候观测生长周期为 63~72 d,花期为 10~12 d;营养生长期约为 34~35 d,约占生活史的 1/2,生殖生长期为 46~58 d,约占生活史的 4/5,与新疆其他早春类短命植物的物候生长规律具有一定的相似性和共性。(2)单花从蕾期到开放花部特征变化可分为 6 个时期,花药开裂早于柱头成熟,属于雄蕊先熟,为柱头探出式同型雌雄异位;雄蕊的花丝与花药均有分化,长、短雄蕊及花柱存在稳定的空间分离。(3)鸢尾蒜杂交指数以及花粉/胚珠比的测定表明,繁育系统为兼性异交型,部分自交亲和,需要传粉者,可能存在延迟自交和繁殖保障。鸢尾蒜的花部及性表达特征结果表明,在特定的生境条件下形成了与环境相适应的生长繁殖方式。

关键词:鸢尾蒜;物候;花部特征;性表达;兼性异交型

中图分类号: Q944.43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)06-0152-03

植物的物候是植物随着季节气候的变化产生的与之相适应的生长发育规律变化,是植物在生理上、形态上对环境适应性表现,物候学是生态学研究的重要内容之一^[1]。植物花大小、颜色,植物的花部综合特征观察,花内性器官的测定,交配系统的测定,以及传粉行为的观察等,有助于了解植物的繁殖方式与环境间的相互关系以及物种的形成,可对植物系统及演化的研究提供有效理论基础和科学依据。植物的物候变化、花部形态特征及性表达特征是植物受到环境条件的影响而产生相应的生长发育及繁殖策略的表现^[2-8]。

鸢尾蒜 [*Ixiolirion tataricum* (Pall.) Herb.] 隶属石蒜科 (Amaryllidaceae) 鸢尾蒜属^[9],是中国新疆特有分布种。国内主要分布于新疆天山北坡、准噶尔盆地南缘与西部的低山荒漠及平原荒漠,该区域的环境特点为:冬春季低温寒冷,夏季高温干热,降水量少,土壤微碱性,含水量少^[10]。本种为多年生早春类短命植物,3 月下旬出苗,4 月下旬至 5 月初开花,5 月底至 6 月初果实成熟,地上部分干枯结束生活史,地下部分鳞茎进入休眠期。生长周期短,花色艳丽,具有很高的观赏价值,也是当地的民族药用植物。目前,对鸢尾蒜的研究侧重于形态分类、地理分布以及种子萌发等方面,而对其繁殖适应特征的研究还未见报道。通过对鸢尾蒜物候变化规律的观察,并对花部特征的观察、性表达特征的测定,初步揭示鸢尾蒜的繁育系统与繁殖适应特征,丰富了鸢尾蒜基础植物学方面的研究,为保护和合理利用这一宝贵植物资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与观测地点

鸢尾蒜及试验样地,选自新疆石河子市东开发区仍保留

原始生境的鸢尾蒜自然居群,地处 44°304'N,86°113'E,土壤含水量 6.8%~10%、pH 值 8.14、电导率 140.5 mS/cm。

1.2 观测方法

1.2.1 物候观察 在自然居群中,选取 10 m×20 m 的样方,标记 50 株鸢尾蒜植株,参照《中国物候方法》等文献,于 2011 年至 2012 年每年 3 月初开始,分别记录萌动期、展叶期、现蕾期、始花期、盛花期、末花期、结实期、果熟期,对每个时期植株的形态特征进行观察,计算平均值和标准差。

1.2.2 花部综合特征的观察 盛花期于样方内随机采集 10 朵当天开放的单花,测量花冠直径、花瓣长度、花瓣宽度、雄蕊长度、雌蕊花柱长度、子房长度、子房直径,计算平均值和标准差,并进行差异性分析。标记 30 株鸢尾蒜单株,对开花动态进行连续观察并记载,记载每个时期单花发育状态。

1.2.3 性表达特征检测 (1)杂交指数的测定:按照 Dafni 的标准^[11],对鸢尾蒜花朵大小、开花行为进行测量及繁育系统的评判。(2)花粉及胚珠比检测:随机选取未开放的花蕾(花药未开裂)30 朵,固定于 FAA 中备用。从每朵花蕾中选取 3 个长雄蕊花药及 3 个短雄蕊花药,分别用 1.0 mmol/L 的 HCl 软化花药壁,定容至 5 mL,在振荡器上振动 60 s,摇匀后各取 5 μL 花粉液于载玻片上,在光学显微镜下观察,并记录花粉数,重复 10 次。同时,将每朵花的子房置于解剖镜下解剖后记录胚珠数。花粉/胚珠 = (单花长雄蕊花粉数 + 单花短雄蕊花粉数)/单花胚珠总数。依据 Cruden 的繁育系统标准^[12],判定繁育系统。

1.2.4 花粉活力及胚珠可授性检测 (1)花粉活力的测定:采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法^[13]对居群中不同时期单花的花粉活力进行测定。将不同时期单花的花药置于不同的载玻片上,滴 1 滴 TTC 溶液,5 min 后置于显微镜下观察,选择 3 个视野,每个视野计数 30 粒花粉,观察花粉的颜色变化,花粉变为紫红色表示花粉活力很强,花粉变粉红或浅粉色代表活力一般或活力较弱。花粉活力 = 紫红或浅红花粉数目/花粉总数目。(2)胚珠可授性的检测:采用联苯胺法^[13]对不同时期单花的柱头可授性进行检测。取不同时期单花的柱头放置

收稿日期:2013-03-16

基金项目:国家科技基础条件平台建设项目(编号:2005DKA21006)。

作者简介:谢双全(1987—),女,硕士研究生,主要从事资源植物方面研究。E-mail:740151464@qq.com。

通信作者:阎平,教授。E-mail:yanpzhw@sina.com。

在玻片上,滴 1 滴聚苯胺溶液,观察柱头有无气泡产生。若有大量气泡产生说明柱头可授性非常强,气泡较少说明可授性较弱,若无气泡产生说明柱头无可授性。

对访花昆虫进行初步观察,样地内标记 1 朵单花,对访花昆虫的种类、访花时间、访花频率进行记录,连续观察 4 d。

1.2.5 数据分析 利用 Excel 及 SPSS 17.0 统计分析软件对数据进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 鸢尾蒜物候特点

2011—2012 年连续 2 年对鸢尾蒜物候期观察对比研究,

表 1 鸢尾蒜物候期

年份	物候期(月-日)								生活周期 (d)
	萌动期	展叶期	现蕾期	始花期	盛花期	末花期	结实期	落果期	
2011	03-25	03-30	04-08	04-26	04-28	05-08	05-09	05-06	72
2012	03-18	03-25	04-04	04-19	04-22	04-29	05-01	05-20	63

2 年的观察结果,鸢尾蒜通常于 3 月中下旬萌动,3 月下旬展叶,4 月上旬现蕾,4 月中下旬开花,花期约 10~12 d,5 月上旬结实,5 月下旬至 6 月上旬落果,地上部分生活周期约 63~72 d,其中营养生长为 34~35 d,约占生活史的 1/2,生殖生长为 46~58 d,约占生活史的 4/5。

观察发现 2012 年比 2011 年萌发早,生活史短,主要原因是 2012 年春季升温较早,降水量比 2011 年少,植物在不利条件下生命周期缩短,促进地下物质的积累,在严酷环境条件下是自我保护的一种适应方式。

2.2 鸢尾蒜花部综合特征

2.2.1 鸢尾蒜盛花期花部特征的生物量测定 外花被片长度为 2.98~3.024(3.01±0.022) cm、宽度为 0.425~0.431(0.43±0.003) cm,内轮花被片长 2.982~3.024(3.00±0.021) cm、宽 0.611~0.629(0.62±0.009) cm;长雄蕊长 2.397~2.405(2.40±0.004) cm,短雄蕊长 1.605~1.615(1.61±0.005) cm;雌蕊花柱长 2.729~2.758(2.74±0.016) cm,子房长 0.603~0.617(0.61±0.007) cm。

对鸢尾蒜的长雄蕊、短雄蕊及花柱长度相互比较进行差异性分析:长雄蕊与短雄蕊长度差异极显著,长雄蕊极显著高于花柱的长度,短雄蕊极显著短于花柱的长度,表明长雄蕊、短雄蕊与花柱长度存在稳定的空间分离(图 1)。

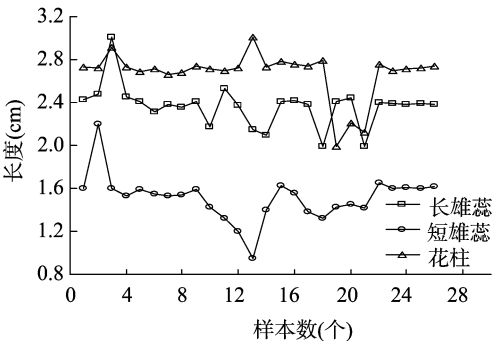


图 1 鸢尾蒜长雄蕊、短雄蕊、花柱长度比较

2.2.2 鸢尾蒜单花开放的花部特征 花部特征变化可分为 6 个时期。第 1 时期:花朵未开放,花蕾绿色;长短雄蕊长度差异较小,花丝白色,花药乳白色;花柱白色,花柱较短、包被

结果表明:(1)2011 年鸢尾蒜的萌动期始于 3 月 25 日,现蕾期为 4 月 8 日,4 月 26 日进入始花期(5% 开花),5 月 8 日进入末花期,开花期为 12 d;6 月 5 日落果,地上部分干枯结束生活史,生命周期长达 72 d,其中营养生长为 34 d,约占生活史的 1/2,生殖生长为 58 d,约占生活史的 4/5。(2)2012 年的萌动期在 3 月 18 日,比 2011 年提前 7 d,4 月 4 日进入现蕾期,4 月 19 日进入始花期,4 月 29 日进入末花期,花期 10 d;5 月 20 日进入落果期,地上部分干枯结束生活史,生命周期为 63 d,其中营养生长为 35 d,约占生活史的 1/2,生殖生长为 46 d,约占生活史的 4/5(表 1)。

在两轮雄蕊内,柱头未开裂。第 2 时期:花蕾下部出现紫色纵脉;长、短雄蕊均增长,花丝顶部紫色,花药浅黄色;柱头浅紫色。第 3 时期:花蕾下部 50% 为紫色,上部出现紫色纵脉;花丝上半部为紫色,花药浅黄色;柱头及花柱上半部为紫色,柱头裂片未打开。第 4 时期:花蕾浅紫色;花丝紫色,花药黄色,并开裂散粉;花柱紫色,柱头未开裂。第 5 时期:花被片微微展开,花被片深紫色;花丝紫色,花药开始大量散粉;柱头未开裂或少数开裂。第 6 时期:花被片完全展开;花药由于散粉而体积变小,花柱探出花朵,柱头完全开裂。

从第 1 至第 6 期,亦即从蕾期到花完全开放,单花长度与直径,花柱与子房的长度,以及花丝的长度都呈逐渐增长、增大趋势,而花药则相反,逐渐干缩变短。

雌雄异位包括同型雌雄异位和异型雌雄异位,鸢尾蒜属同型雌雄异位中的柱头探出式雌雄异位,是植物避免自身雄性干扰、避免自交的一种繁殖方式。在花蕾发育过程中,雄蕊先于雌蕊发育;当花蕾处于第 1 至第 4 时期时,雌蕊短于雄蕊;雄蕊在第 4 时期发育成熟,开始散粉,此时柱头未开裂,避免了自花花粉落至柱头上;至第 6 时期,雌蕊迅速生长并高于雄蕊,出现雌雄蕊异位,此时雌雄蕊异位距离达到最大值,柱头开裂具有较强的可授性,开放的花朵吸引大量的访花昆虫携带异花花粉至柱头;开花 2 d 后,花丝向花柱靠拢,将自花花粉携带至柱头。在不利的异花传粉条件下,自花花药能够为柱头提供自花花粉。

鸢尾蒜的雄蕊共 2 轮 6 枚,花蕾发育过程中,花丝逐渐伸长,花药渐渐变小,花丝分化为长花丝和短花丝,长雄蕊的花药比短雄蕊的花药体积小,既存在花丝分化又存在花药分化。花内雄蕊分化可能存在吸引传粉者,保护正常的花药和花粉,降低花粉竞争,实行延迟自交和繁殖保障及降低花内雌雄干扰等功能。对鸢尾蒜的雄蕊分化的功能及意义还有待进一步研究。

2.3 鸢尾蒜性表达特征

2.3.1 交配系统 杂交指数:开放的鸢尾蒜花朵直径为 3.309~3.375 cm,花药开裂早于柱头成熟,属于雄蕊先熟,柱头与花药空间分离,鸢尾蒜杂交指数为 4,繁育系统类型为异交型,部分自交亲和,需要传粉者。花粉/胚珠比:鸢尾蒜长雄蕊花粉数平均值为 55 166 粒/单花,短雄蕊花粉数为 61 100

粒/单花,单花雄蕊花粉粒数 = 116 266.7 粒;鸢尾蒜胚珠数为 58.2 粒/单花;花粉数/胚珠数 = 1 997.7。比较 $244.7 < \text{花粉数/胚珠数} < 2\,588.0$,繁育系统属于兼性异交型。

杂交指数以及花粉/胚珠比的测定结果表明,鸢尾蒜属兼性异交型植物,这种交配方式说明鸢尾蒜可能存在延迟自交和繁殖保障。由于鸢尾蒜生长区域早春低温、多风、降水量少、土壤盐碱化等环境条件,对植物的开花过程及传粉媒介的活动具有不利影响,鸢尾蒜生长在恶劣的环境中,传粉昆虫的种类较少,在开花、传粉过程中,经常面临着环境因素干扰及传粉昆虫缺乏而导致繁殖失败,在漫长的进化过程中,它们通过自交兼异交的方式提高传粉率,提高了繁殖成功率。鸢尾蒜的花粉数及胚珠数较多,也是在恶劣环境下提高繁殖方式的一种表现。鸢尾蒜的性表达特征是在对生长环境的长期适应与进化过程中形成的。

2.3.2 鸢尾蒜花粉活力及柱头可授性 鸢尾蒜单花开放 6 个时期花粉活力检测比较结果,在第 1 时期至第 3 时期,花蕾中的花粉均无活力;第 4 时期花蕾中花药刚开裂,花粉活力为 0.911;在第 5 时期花被片微微展开,花药开始大量散粉,花粉活力最高,达到 0.944;第 6 时期花被片完全展开,花药由于散粉而体积变小,花粉活力为 0.733。花粉活力在单花即将开放前最高,随着花被完全展开而慢慢降低。

表 2 鸢尾蒜花粉活力及胚珠可授性

开花时期	花粉活力	柱头可授性
第 1 期	—	—
第 2 期	—	—
第 3 期	—	—
第 4 期	0.911	—
第 5 期	0.944	- / +
第 6 期	0.733	++ / +++

注:“—”代表花粉无活力,“-”代表柱头无可授性,“+”代表柱头可授性较弱,“++”代表柱头可授性较强,“+++”代表柱头可授性极强。

鸢尾蒜单花柱头可授性检测比较:在第 1 时期至第 4 时期,花蕾柱头无可授性;第 5 时期花朵柱头具有较低可授性;第 6 时期花柱探出花朵,柱头完全开裂,具较强可授性。

2.3.3 鸢尾蒜访花昆虫 鸢尾蒜的访花昆虫种类较少,主要为膜翅目(Hymenoptera)蜜蜂科(Apidae)的意大利蜜蜂(*Apis mellifera* L.)和鳞翅目(Lepidoptera)粉蝶科(Pieridae)的菜粉蝶(*Pieris rapae* L.)等昆虫。访花昆虫的访花高峰期主要集中在 11:30—13:00 以及 18:00 左右。访花时间:意大利蜜蜂每次访花时间约 5~10 s,粉蝶科昆虫访花时间约 10~12 s。访花频率:意大利蜜蜂访花频率约为 3 次/(h·单花);粉蝶访花频率约为 2.3 次/(h·单花)。

3 结论与讨论

3.1 鸢尾蒜物候特点

通过 2011—2012 年的物候观察表明,鸢尾蒜通常于 3 月中下旬萌动,3 月下旬展叶,4 月上旬现蕾,4 月中下旬开花,花期约 10~12 d,5 月上旬结实,5 月下旬至 6 月上旬果实成熟开裂,地上部分干枯结束生活史,地下部分鳞茎进入休眠期。整个地上部分生活周期为 63~72 d,其中营养生长为 34~35 d,约占生活史的 50%,生殖生长为 46~58 d,约占生活

史的 80%,与新疆其他早春类短命植物的物候生长规律具有一定的相似性。

3.2 鸢尾蒜花部特征

鸢尾蒜外轮花被与内轮花被存在形态分化,宽度具有显著差异性;长雄蕊、短雄蕊与花柱长度存在稳定的空间分离。

鸢尾蒜单花从蕾期到花被完全开放,花部特征可分为 6 个时期,在 1~4 期的花蕾发育过程中,雄蕊先于雌蕊发育,花药在第 4 时期发育成熟开始散粉,此时柱头未开裂,避免了自花花粉落至柱头上;在第 5 期花被初展时花粉散落最多;至第 6 时期,雌蕊迅速生长并高于雄蕊,出现雌雄蕊异位。鸢尾蒜属于柱头探出式同型雌雄异位,是植物避免自身雄性干扰、避免自交的繁殖方式;但开花 2 d 后,花丝向花柱靠拢,又将自花花粉携带至柱头,在不利异花传粉条件下,自花花药能够为柱头提供自花花粉。

鸢尾蒜雄蕊既存在花丝分化又存在花药分化,相关分化的功能及意义还有待进一步研究阐明。

3.3 鸢尾蒜性表达特征

鸢尾蒜花药开裂早于柱头成熟,属于雄蕊先熟,柱头与花药空间分离,杂交指数为 4,繁育系统类型为异交型,部分自交亲和,需要传粉者。鸢尾蒜花粉与胚珠比为 1 997.71,繁育系统属于兼性异交型,这种交配方式可能存在延迟自交和繁殖保障。花粉活力在单花即将开放前最高,随后慢慢降低,而柱头在单花盛开时才具有较强可授性。性表达特征是在恶劣生存环境下提高繁殖方式的表现,也是在与生长环境的长期适应与进化过程中形成。

参考文献:

[1] 宛敏渭,刘秀珍. 中国物候观测方法[M]. 北京:科学出版社,1979:56—58.
[2] 张志强,李庆军. 花寿命的进化生态学意义[J]. 植物生态学报,2009,33(3):598—606.
[3] 任明迅. 花内雄蕊分化及其适应意义[J]. 植物生态学报,2009,33(1):222—236.
[4] 李叶芳,关文灵,邵长芬,等. 报春花属滇海水仙开花传粉特性研究[J]. 亚热带植物科学,2012,41(4):19—24.
[5] 张大勇. 植物生活史进化与繁殖生态学[M]. 北京:科学出版社,2004:9—113.
[6] 任明迅,姜新华,张大勇. 植物繁殖生态学的若干重要问题[J]. 生物多样性,2007,15(6):576—583.
[7] 马生军,谭敦炎. 短命植物甘新念珠芥和宽翅菘蓝的物候与性表达特征[J]. 生态学报,2012,20(3):241—249.
[8] 龚燕兵,黄双全. 传粉昆虫行为的研究方法探讨[J]. 生物多样性,2007,15(6):576—583.
[9] 新疆植物志编辑委员会. 新疆植物志:第 6 卷[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1996:559—562.
[10] 毛祖美,冯惠兰. 新疆短命植物区系的研究[G]//新疆植物学研究文集. 北京:科学出版社,1991:93—101.
[11] Dafni A. Pollination ecology[M]. New York: Oxford University Press,1992:1—57.
[12] Cruden R W. Pollen—ovulation: A conservative indicator of breeding systems in flowering[J]. Plants Evolution,1977,35(1):7—13.
[13] 李和平,龙 鸿. 植物显微技术[M]. 2 版. 北京:科学出版社,2009:1—55.