

簇枝补血草花部综合特征及繁育系统的初步研究

徐小圆, 周玲玲

(石河子大学 生命科学院, 新疆 石河子 832000)

摘要:以野外居群中的簇枝补血草为试材,采用花粉/胚珠比、杂交指数、套袋和萌发试验等方法,初步研究特定地理条件对簇枝补血草开花动态、繁育系统和种子特性的影响。结果表明:簇枝补血草开花期5—6月,单花持续期约3 d,单株花持续期约30 d,种群花持续期约40 d;将单花发育过程分为4个阶段,在第2阶段雌雄蕊同时成熟,并存在空间异位现象;一天中花粉活力和柱头可授性在15:00—17:00,二者出现重叠的高峰期;P/O值、OCI值以及授粉试验表明,簇枝补血草的繁育系统为兼性异交,自交亲和,有时需要传粉者;自然状态下,种子附属物对其萌发有抑制作用,其中花萼对其影响最大,且种子经过储存后萌发率更高;簇枝补血草为适应于旱多变的荒漠环境,采用这种特殊方式来保证有一定数量的后代而不致于导致该种群个体数量的衰退。

关键词:簇枝补血草;花部综合特征;繁育系统

中图分类号:Q 945.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)21-0105-06

环境变异是促进植物进化的最佳动力,且通常反映在生活史特征或生殖方式上的变异^[1],那么反之,生殖方式的改变对植物会有什么影响有待研究。繁殖是植物生命过程的核心,花作为被子植物的繁殖器官,了解单花和种群水平上的所有特征和繁育系统,一直是研究植物进化的热点。一方面,花和花序多级重复构成的繁殖单位可以通过时间和空间的不同组合以不同的方式来展现迥异生殖策略^[2-3]。另一方面,繁育系统能影响着后代遗传组成^[4],其密切关联着植物的进化路线。故研究环境变异条件下植物花部形态与功能关系以及繁育系统对该植物种群演化的意义十分重大。

簇枝补血草(*Limonium chrysocomum* (Kar. et Kir) kuntze))属蓝雪科(Plumbaginaceae)补血草属(*Limonium*)多年生草本至草本状半灌木,具有较高观赏价值的一类鲜切花花卉和干花材料^[5],是干旱区特色花卉资源^[6]。其生长于干热、大风、温度骤变且植被相对稀少的新疆北部山地荒漠草原和石质山坡。近几年新疆由于油田开采、引水工程、修渠及大面积的农垦开荒等,使得野生状态下零散分布的簇枝补血草遭到严重破坏,资源储量萎缩。簇枝补血草隶属补血草属,已有研究表明该属植物开发利用价值巨大,如可作蜜源和观赏植

物^[7]、药用植物^[8-9]、饲用植物^[10]等。目前对该属植物的研究主要集中在野生种的引种驯化^[11-12]、组织培养^[13]、营养器官及叶表皮结构^[14]、花粉形态^[15]、种子萌发^[16]等方面,但繁育系统方面的研究除黄云兰等^[17]对耳叶补血草进行了初步研究外,国内相关的研究报道较少,尤其是对簇枝补血草生活周期中关键阶段的花粉活力、柱头可授性等方面的研究尚鲜见报道。因此,对簇枝补血草花部特征和繁育系统等方面进行研究,初步探讨导致种群数量衰减的可能原因,揭示其在多变生境下所采取的繁殖策略和可能的演化趋势,以期为保护和开发荒漠植物资源提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

研究地位于新疆石河子地区,地理位置为东经84°45′~86°40′,北纬43°20′~45°20′,年降水量125.0~207.7 mm,全年日照时数2 526~2 874 h,年平均气温6.5~7.2℃。具体地点将军山位于石河子以南12 km处,属低山荒漠区,降雨量低,且主要集中于冬季和春季,夏季炎热干燥,植被主要是低矮的旱生和短命植物,山地海拔500~1 200 m,山高60~150 m。

1.2 研究材料

研究材料为新疆石河子将军山背阳石质山坡上分布的一个簇枝补血草种群,数量约110株,观测年份中植株数量未有较大波动。

1.3 研究方法

1.3.1 开花物候和开花过程的观察 参照 Dafni^[18]的方法,观察种群的开花进程。在花蕾期,用彩色标牌标

第一作者简介:徐小圆(1990-),女,硕士研究生,研究方向为资源植物研究。E-mail:1195347658@qq.com.

责任作者:周玲玲(1966-),女,博士,副教授,研究方向为植物解剖和抗性生理。E-mail:msyzl@163.com.

收稿日期:2014-05-19

记 30 个植株,在每个植株上标记 10 个花序。于花期中每 3 d 观察 1 次,持续野外观察 2 年。使用下述标准描述样地内簇枝补血草的开花进程:个体水平的始花日期为第 1 朵花在个体上开放的日期,个体上开花的花序数大于或等于 50% 时为开花高峰日期,无花开放时为终花日期。种群水平(以样地为标准)以 25% 的个体开花时视为始花日期,50% 的个体达到开花高峰时期视为种群开花高峰日期,95% 的植株开花结束时视为种群终花日期。

1.3.2 花部特征的观察 于始花期从种群中选取不同发育阶段的单花各 30 朵,观察花的发育进程,并测定外苞片、内苞片、花萼、花冠、雄蕊、雌蕊等长度,记录各个发育阶段花器的形态、颜色以及花序和植株水平上的开花空间顺序。

1.3.3 花粉活力和柱头可授性的变化 在野外,于盛花期的某天 9:00—19:00,每隔 2 h 取 1 次花粉,对处于同一发育阶段的单花进行花粉活力日变化的测定。具体方法是取花药放置在载玻片上,用解剖针将其戳破,使花粉散出,滴 0.5% TTC 的染液,迅速盖上盖玻片,放入内有湿滤纸的培养皿中,在黑暗条件下放置 2 h,4 次重复,每个重复观测 5 个视野,被染成红色(活力较强)和淡红色(活力较弱)的为有活力花粉,无色的则为无活力的花粉。有活力花粉的比率(%)=(红色花粉数目+淡红色花粉数目)/观察花粉总数目 \times 100%。柱头的可授性检验采用过氧化氢—联苯胺法。具体做法是在盛花期某天 9:00—19:00,每隔 2 h 取 1 次同样发育状态的柱头,将其柱头浸入盛有反应液(体积比为 1% 联苯胺:3% 过氧化氢:水=4:11:22)的凹形载玻片的凹陷处进行检测。若柱头具有可授性,则周围出现蓝色并有大量气泡产生。

1.3.4 花粉-胚珠比(P/O)的测定 选取花药尚未开裂的花蕾 30 个,带回实验室。取每朵花的一个花药,置于载玻片上,在体视显微镜下用解剖针去除花药壁,使花粉散出,做成水装片,置于显微镜下观察,统计花粉量,共 30 个重复。取雌蕊在体视显微镜下用解剖针划开,计数胚珠数,重复 30 次。用平均单花花粉量除以平均单花胚珠数即得 P/O 值。

1.3.5 杂交指数(Outcrossing index, OI)的估算 参照 Dafni^[18] 的标准进行杂交指数(OI)的估算和繁育系统的评判:花朵或花序直径<1 mm 记为 0;1≤X<2 mm 记为 1;2≤X<6 mm 记为 2;X≥6 mm 记为 3;花药开裂时间与柱头可授期之间的时间间隔,同时或雌蕊先熟记为 0,雄蕊先熟记为 1;柱头与花药的空间位置,同一高度记为 0,空间分离记为 1。三者之和为 OI 值,当 OI=0 时,繁育系统为闭花受精;OI=1 时,繁育系统为专性自交;OI=2 时,繁育系统为兼性自交;OI=3 时,繁育系

统为自交亲和,有时需要传粉者;OI=4 时,繁育系统为部分自交亲和、异交,需要传粉者。

1.3.6 授粉试验 试验设 5 个处理:自然结实(不作任何处理)、无处理套袋(开花前套袋,直到花凋谢)、人工异株异花授粉(开花前去雄套袋,开花后异株异花授粉后套袋)、人工同株异花授粉(开花前去雄套袋,开花后同株异花授粉后套袋)、去雄套袋(开花前去除雄蕊、套袋)。每种处理约 80 朵小花。果实成熟后,统计结实率:结实率(%)=果实数/花朵数 \times 100%。

1.3.7 种子萌发试验 从 4℃ 储存且人工除去附属物的种子中选取 100 粒,标记为储藏种子。今年新采集回来的种子做除去花冠、带有花冠和自然状态(带有花萼和花冠)3 种处理,每种处理各 100 粒,分别标记。用 0.1% NaClO₂ 消毒后放入 25℃ 光照培养箱,2 周后统计种子萌发率和萌发指数。萌发指数为 $I=2(14X_1+13X_2+\dots+2X_{13}+1X)$,其中 X 表示每隔 24 h 的发芽数, $X_1=24$ h 时记录的发芽数, $X_2=48$ h 时记录的发芽数,依次类推^[19]。计算化感作用效应指数 $RI=1-C/T$,其中 C 为自然照值, T 为处理值, $RI>0$ 为抑制, $RI<0$ 为促进,绝对值的大小与作用强度一致。

1.4 数据分析

依次统计簇枝补血草的始花期、盛花期、末花期的日期;各发育阶段的花器大小;花粉活力和柱头可授性的变化;各种套袋处理的结实率和种子萌发率,采用 Excel 2003 和 SPSS 20.0 分析软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 开花物候与开花进程

2.1.1 开花物候 自然居群中簇枝补血草通常每年 3 月底返青,4 月底形成花蕾,5 月初进入始花期,盛花期在 5 月中旬,末花期在 6 月初,结实期为 6 月中旬,随后全株干枯。单花花期约 3 d,单株花期约 30 d,种群花期约 40 d,繁殖周期约占整个生活史的 1/3。

表 1 簇枝补血草开花物候

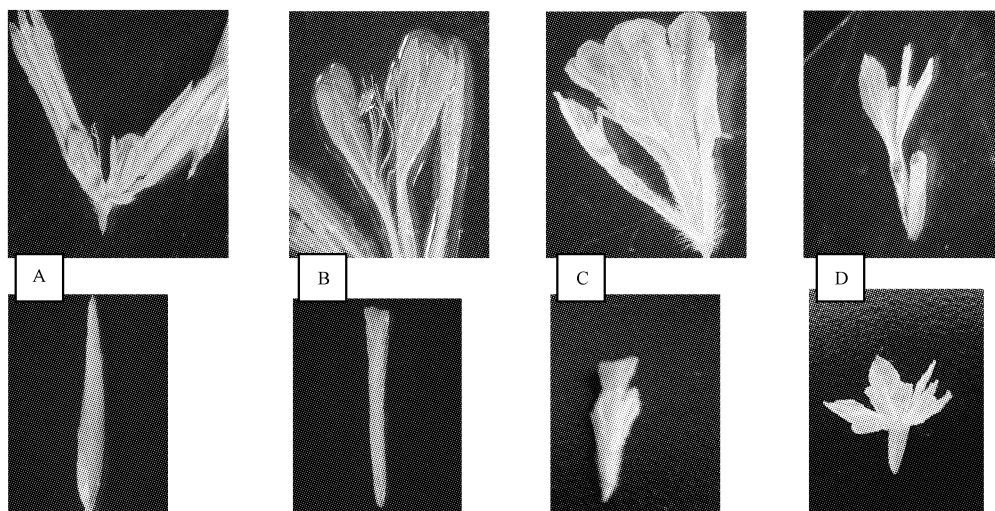
Table 1 The parameter of flowering phenologies for *L. chrysocomum* between 2012 and 2013

	个体水平		种群水平	
	Individual level		Population level	
	2012	2013	2012	2013
始花日期 The onset date/(月-日)	04-26	05-03	05-07	05-09
高峰日期 The peak date/(月-日)	05-08	05-10	05-13	05-17
终花日期 The end date/(月-日)	06-01	06-07	06-05	06-09

2.1.2 单花发育过程 根据花冠和花萼的相对长度将簇枝补血草的单花发育过程分为 4 个阶段:第 1 阶段为花蕾期。花冠长约花萼的 1/3,花蕾黄色长卵形,长约 6~10 mm,干膜质外苞长 2~3 mm,第一内苞背部略带草质,其紧紧包裹花萼和花冠,第二内苞长约 2~3 mm,花萼基部密被白色长柔毛,黄绿色的花冠内可见 5 枚花药,

5枚雌蕊顶端聚拢呈钩状弯曲,雌蕊高于雄蕊(图1-A)。第2阶段为现冠期。花萼与花冠近等长,俯视可见约为11 mm 闭合的花冠,雌蕊顶端变直长约10 mm,雄蕊长约8 mm,花药开裂,开始散粉(图1-B)。第3阶段为吐

蕊期。花冠高于花萼,张开分5瓣,长约15 mm,露出雌雄蕊,雌蕊挺立约13 mm而高于12 mm的雄蕊,有草本芳香(图1-C)。第4阶段为结实期。干膜质花萼完全张开呈喇叭状,花冠萎缩到花萼筒内,子房膨大(图1-D)。



注:A为花蕾期,B为现冠期,C为吐蕊期,D为结实期。

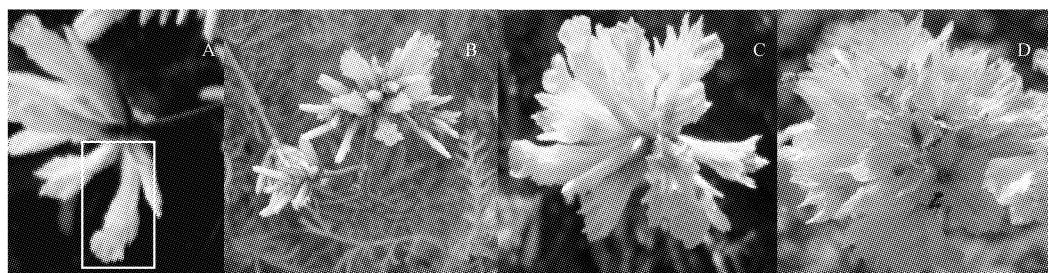
Note: A, B, C, D show different stages of *L. chrysocomum*.

图1 单花发育的形态特征

Fig. 1 Morphology of flower of *L. chrysocomum*

2.1.3 花序发育过程 簇枝补血草花序轴多且细弱,多个小穗密集于花序轴顶部呈假头状的穗状花序;每个小穗含单花2朵(图2-A)。簇枝补血草开花具有明显不同步性,一个小穗中往往是靠近花序轴的小花先开,远离花序轴的小花后开,且这2朵花的发育也不同步,通常一朵花已开放,而另一朵仍处于发育早期;同一穗状花

序轴上各小穗的开放时间也不同步,出现分批开花现象(图2-B),即有些小穗正在开花,有些小穗还处于花芽分化的早期。一天中多数花集中在9:00左右开放,少见下午开放。据初步观察,9:00左右开放的花,可持续3 d,随后花冠包着雌雄蕊缩进花萼筒内(图2-C),花萼宿存(图2-D),且色彩不衰。



注:A为同小穗的2朵单花,B为分批开花的穗状花序,C为缩进花萼筒的花冠,D为宿存的花萼。

Note: A shows two flowers in a same spikelets, B shows partial abloom spikes, C shows atrophical corolla, D shows persistent calyx.

图2 开花展示

Fig. 2 Blossom process

2.2 花粉活力和柱头可授性的变化

2.2.1 花粉活力的变化 簇枝补血草花粉活力日变化以现冠期的花为材料。由图3可知,在一天当中,花粉活力先逐渐升高,13:00时最高达75.1%,随后逐渐下降,直至17:00时花粉活力有一个小幅度的回升,此时花粉活力为63.46%,接着花粉活力又下降,最终在19:00时完全丧失。

2.2.2 柱头可授性的变化 由表2可知,柱头在现冠期才开始具有可授性,并且比在吐蕊期时强。观察其日变化发现柱头在9:00—19:00都具有的可授性,而11:00—17:00柱头的可授性因花的发育状态而不同,如现冠期柱头可授性有呈现单峰的日变化趋势,高峰期为13:00—17:00,但进入吐蕊期后柱头的可授性则无明显上、下午变化。

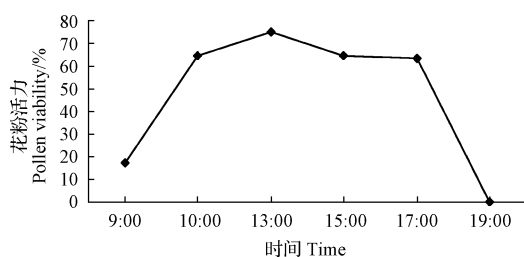


图3 簇枝补血草花粉活力的日变化

Fig. 3 The daily change of pollen viability for *L. chrysocomum*

表2 簇枝补血草柱头可授性变化

Table 2 The variety of stigma receptivity of *L. chrysocomum*

处理时间 Treat time	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00
现冠期 Corolla appeared	-/+	+	++	++	++	-/+
吐蕊期 Blade	-/+	+	+	+	+	-/+

注:++表示可授性强, +表示有可授性, -/+表示少数有可授性。

Note: “++” shows high receptivity; “+” shows have receptivity; “-/+” shows have little receptivity.

2.3 花粉/胚珠比(P/O值)估算

簇枝补血草每花具有5个花药,每个花药内约有261个花粉粒,平均单花花粉数量为1305粒,胚珠1枚,故P/O值为1305。依据Cruden^[20]的标准,P/O为244.7~2588.0时,繁育系统为兼性异交。因此,簇枝补血草的繁育系统为兼性异交。

2.4 杂交指数(OCI)的估算

根据Dafni^[18]的标准,由表2、3可知,簇枝补血草的OCI值为3,表明簇枝补血草的繁育系统为自交亲和,有时需要传粉者。

表3 OCI值估算

Table 3 The estimation of Outcrossing Index

测定项目 Observation items	测定值 Measured value/mm	分值 Mark
单花直径 The diameter of single flower	1.8~4.1	2
花药开裂与柱头可授期之间时间间隔 The time between anther dehiscence and stigma receptivity	无	0
柱头和花药在空间上的相对位置 The relative position of the stigmas and anthers in space	1~3	1
OCI值	无	3

2.5 授粉试验

由表4可知,簇枝补血草自然状态下的结实率为20.00%,而直接套袋的结实率为16.25%,说明簇枝补血草自交亲和,二者在 $P<0.05$ 水平差异显著,可能是自然状态下有更多的授粉机会,传粉者对其有一定影响。异株异花处理组的结实率比同株异花处理组的高,但二者差异不显著性,表明人工授粉后异交与自交没有很大差别。去雄后套袋处理仍然有4%的结实率,这表明簇枝补血草存在少量的无融合生殖。套袋处理的结实率都较自然状态的低,可能是人工操作过程对其有一

表4 5种传粉处理下的簇枝补血草的结实率

Table 4 The seed-setting rate under five pollination treatments

处理 Treatment	处理数目 Number of treatments	结实数 Seed number	结实率 Seed-setting rate
自然 Open pollination	100	20	20.00±0.31a
套袋 Bagged without emasculation	80	13	16.25±0.25b
异株异花+套袋 Xenogamy+bagged	57	11	19.30±0.30ab
同株异花+套袋 Geitonogamy+bagged	59	10	16.94±0.06b
去雄套袋 Bagged without anthers	75	3	4.00±1.13c

注:表中小写字母代表差异显著($P<0.05$)。

Note: Lowercase letters in the table show significant difference at 0.05 level.

定的损伤。

2.6 种子萌发试验

从图4可以看出,同为今年采集的新种子,自然对照组的种子萌发率为57.58%,显著低于其它处理组,说明花萼、花冠能明显地抑制种子萌发,但带花冠与不带花冠的处理组的种子萌发率基本无差别,这可以说明宿存的花萼是抑制种子萌发的主要因素。储藏处理的种子较当年生的种子有更高的萌发率,可能是种子存在一定的后熟现象。同样,统计种子的发芽指数发现花冠与花萼对种子的萌发有抑制作用,RI>0,且带花冠(RI=0.2823)与不带花冠(RI=0.2837)几乎无差别。

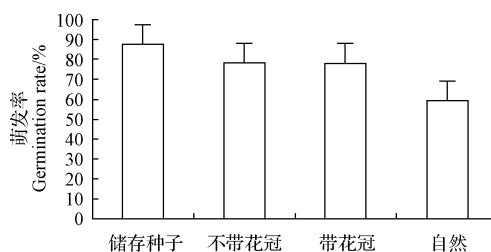


图4 不同处理种子萌发率

Fig. 4 The germination rate of *L. chrysocomum*

3 结论与讨论

簇枝补血草的花为密集黄色穗状花,其花萼干膜质,花色持久,花序丰满整齐,经久不落,单插或填充、点缀皆可,做观赏植物开发利用价值巨大^[21]。该植物每年5—6月开花,花期约40d,繁殖周期约占生活史的1/3。研究簇枝补血草的开花过程发现,同一小穗的2朵小花的发育过程和同花序各小穗的开花状态都具不同步性。同一小穗上靠近花序轴的小花先开,而另外一朵小花还处于发育早期;穗状花序的各小穗则呈现分批开花现象,每批仅3~4朵。这种开花方式可以延长花期而增加异花授粉机会,正如Harder等^[22]指出的日开花少而花期长能使雄性繁殖成功的异交组分最大化,即以最少资源投入获得最大可能的生殖成功。另一方面这种开花不同步性及较长花期在应对不稳定生境、降低生殖风

险方面也具有重要意义。

簇枝补血草雌雄蕊在现冠期同时成熟,且这一阶段柱头可授性是发育过程中最强,同时这一阶段花粉囊已经开始散粉,但此时花冠未张开,柱头被花冠挤压而弯曲可以接触自己的花粉囊,这就保证了进入吐蕊期时就可能已经授有一定的自花粉,即有一定的自交成功率。现冠期柱头可授性和花粉活力的变化规律基本保持一致,自 9:00—19:00 有活力,而且都在 13:00—17:00 时出现最高峰,而此时昆虫活动频繁,有利于借助昆虫活动进行异花粉的传播。进入吐蕊期时花冠打开,柱头直立且高于雄蕊,即雌雄蕊存在空间异位,且这种状态可以持续 72 h,但这一时期柱头可授性则无明显日变化直至衰败,同时还存在夜间衰弱的现象,这可能是为降低夜间繁殖资源消耗。花粉活力自开花 10 h 后而逐渐衰减,但柱头可授性则一直保持到花朵凋谢,这也可使其增加异交生殖成功的机率。综上,簇枝补血草有适应自交和异交的花部特征,但其更倾向于采取多种方式来尽可能的争取异交,同时也保留自交生殖成功的可能。

根据 Cruden^[20] 的标准,P/O 值的降低意味着近交程度的升高,试验数据显示簇枝补血草的 P/O 值为 1 305,推测其交配方式属于兼性异交,再次检测 OCI 值表明簇枝补血草自交亲和,有时需要传粉者。授粉试验也证实簇枝补血草自交亲和,试验中发现异株异花间授粉的结实率与自然对照组的无异,而同株异花间授粉和直接套袋的结实率显著低于与自然对照,则表明簇枝补血草异交更利于形成种子,所以簇枝补血草采取异交方式更有利于种群的延续,故传粉过程对其有重大的影响(存在风媒和虫媒的传粉方式,这部分内容尚未发表)。但这与有关报道指出的补血草属具自交不亲和性并不一致^[23],推测可能是新疆特殊的生境使其做出适应局部环境的改变。物种在进化过程中为了保证后代的优势一般趋向于异交,而避免自交^[24-25]。然而簇枝补血草生于干旱荒漠,生殖资源十分有限,生境恶劣而多变可能会导致传粉者限制,可能会影响传粉效率,从而不能保证产生一定数量的异交后代,而兼性异交的繁殖方式是可以保证即使在没有传粉者活动的情况下依然有一定数量的后代而不致于导致该种群的灭绝。故簇枝补血草是为适应这种特定生境而采取这种特殊繁殖策略,可能预示着该小种群正经历着从异交过度到自交的一种演变。

自然状态下簇枝补血草的结实率只有 20%,是典型的“花多果少”植物,开花与结实同时进行,所以花果资源竞争十分强烈。此外,簇枝补血草生活在恶劣多变的干旱荒漠环境,提供的生殖生长资源也非常有限。故推测生殖生长的资源限制、花果之间的资源竞争可能是导致簇枝补血草结实率低下的主要原因之一。然而,种子形成后残存的花被片对其萌发有明显的抑制作用,且还

存在一定的后熟现象,这些都限制着簇枝补血草种群的壮大。

参考文献

- [1] Harper J L. Population biology of plant[M]. London: Academic Press, 1997:216-230.
- [2] 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.
- [3] 白伟宁, 张大勇. 雌雄同体植物的性别干扰及其进化意义[J]. 植物生态学报, 2005(29): 672-679.
- [4] Wyatt R. Pollinator-plant interactions and the evolution of breeding systems. Read, L. ed. Pollination Biology[M]. Orlando: Academic Press, 1983: 51-95.
- [5] 田福平, 时永杰, 陈子萱. 我国补血草属野生植物资源的分布[J]. 草业与畜牧, 2010(3): 49-51.
- [6] 潘晓玲, 买买提·伊明, 高淑兰, 等. 新疆野生花卉资源植物调查及引种栽培的初步研究[J]. 干旱区资源与环境, 1997, 11(3): 90-93.
- [7] 邓旺华, 王雁. 补血草属植物在城市绿化中的应用[J]. 资源利用, 2006, 4(2): 58-60.
- [8] 魏友霞, 王军宪, 姚鸿萍. 补血草属植物化学成分和药理作用研究进展[J]. 西北药学杂志, 2007, 22(4): 222-224.
- [9] 李盼盼, 倪士峰, 巩江, 等. 补血草属植物药理学研究概况[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(13): 6714-6715.
- [10] 刘克彪. 优良盐生牧草-大叶补血草的引种[J]. 草业科学, 1993, 10(2): 31-33.
- [11] 李秀华. 野生花卉二色补血草引种利用研究[J]. 中国园林, 2003, 19(10): 78-80.
- [12] 刘小利. 野生花卉星毛补血草的引种栽培试验研究[J]. 北方园艺, 2007(2): 113-114.
- [13] 徐美隆, 李永华, 吴建华. 四种补血草组织培养的比较研究[J]. 北方园艺, 2010(2): 157-160.
- [14] 倪细炉, 麻力, 岳延峰, 等. 黄花补血草营养器官结构解剖学研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(22): 71-75.
- [15] 师东, 张爱勤. 耳叶补血草花粉萌发及花粉管生长状况的荧光显微观察[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(8): 1549-1553.
- [16] 周玲玲, 刘萍, 陈芳. 温度、盐分和干旱胁迫对簇枝补血草种子萌发的影响[J]. 种子, 2006, 25(10): 48-50.
- [17] 黄云兰, 安秀峰, 师东, 等. 新疆荒漠植物耳叶补血草的爆发式开花式样与传粉模式[J]. 生物多样性, 2012, 20(3): 368-375.
- [18] Dafni A. Pollination ecology[M]. New York: Oxford University Press, 1992: 59-89.
- [19] Williamson G B, Richardson D. Bioassays for allelopathy: measuring treatment responses with independent controls[J]. Chem Ecol, 1988, 14(1): 181-187.
- [20] Cruden R W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants[J]. Evolution, 1997, 31: 32-46.
- [21] 刘彤, 祝建波, 陈芳, 等. 新疆花卉的资源优势与开发前景(综述)[J]. 石河子大学学报, 2000, 4(1): 82-85.
- [22] Harder L D, Barrett S C H. Mating cost of large floral displays in hermaphrodite plants[J]. Nature, 1995, 373: 512-515.
- [23] Morgan E R, Burge G K, Seelye J F. Limonium breeding: New options for a well know genus[J]. Acta Hort, 2001, 552: 39-42.
- [24] 黄双全, 郭友好. 传粉生物学的研究进展[J]. 科学通报, 2000, 45(3): 223-237.
- [25] Huang S Q. Studies on plant-pollinator interaction and its significances[J]. Biodiversity Science, 2007(15): 569-575.

不同基因型优质草莓组织培养快繁研究

薛其勤, 李美芹, 吕金浮, 裴华丽, 王兴翠, 杨天慧

(潍坊科技学院 生物工程研发中心, 山东 寿光 262700)

摘要:以‘丰香’、‘章姬’、‘甜查理’、‘红颜’和‘卡姆罗莎’5个优质草莓品种的无菌丛生芽为试验材料,研究不同基因型、激素配比和活性炭对草莓组织培养快繁的影响。结果表明:不同基因型的草莓品种,其最佳增殖配方存在显著差异,5种基因型草莓的最佳增殖培养基分别为:MS+0.8 mg/L 6-BA+0.5 mg/L NAA、MS+1.2 mg/L 6-BA+0.8 mg/L NAA、MS+0.8 mg/L 6-BA+0.8 mg/L NAA、MS+0.8 mg/L 6-BA+0.5 mg/L NAA和MS+1.2 mg/L 6-BA+0.5 mg/L NAA,增殖系数分别为16.7、12.5、11.8、13.2和9.4。不同基因型草莓幼苗的适宜生根培养基有一定差异,‘丰香’、‘甜查理’和‘红颜’的最佳生根培养基为1/2MS+1.0 mg/L NAA,‘章姬’和‘卡姆罗莎’的最佳生根培养基为1/2MS+1.0 mg/L IBA,添加0.5%的活性炭可提高草莓的生根效果。草炭土+珍珠岩(1:1)混合基质是理想的移栽基质,移栽成活率为95%。

关键词:草莓;基因型;激素;活性炭;组织培养

中图分类号:S 668.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)21-0110-04

草莓(*Fragaria ananassa* Duch)属蔷薇科草莓属多年生草本植物,现已成为世界第二大浆果类水果,我国

的草莓栽培面积也呈逐年上升趋势^[1],草莓种植品种也不断更新。在传统生产过程中,草莓采用匍匐茎进行繁殖,但长期营养繁殖和连作,会导致植株体内各种病毒积累,造成植株矮化、果实变化、畸形果比例增加,严重影响草莓产量和品质^[2]。利用组织培养快速技术获得大量脱毒苗是解决这一问题的有效途径,目前对于草莓组织培养的研究较多,但大都只是针对某一个草莓品种建立组织培养快繁体系^[3-5],而目前草莓品种更新换代较快,不同基因型草莓品种,其组培快繁体系也会存在差异。因此,有必要对目前广泛栽培的优质草莓品种进

第一作者简介:薛其勤(1981-),男,山东莱芜人,硕士,讲师,现主要从事植物生物技术和宏观农业等研究工作。E-mail:xueqiqin@163.com.

责任作者:李美芹(1968-),女,山东寿光人,博士,副教授,现主要从事生物学等研究工作。E-mail:mqli901@126.com.

基金项目:山东省高等学校科技计划资助项目(J10LC78)。

收稿日期:2014-05-22

Primary Study on Floral Syndrome and Breeding System of *Limonium chrysocomum*

XU Xiao-yuan, ZHOU Ling-ling

(College of Life Science, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000)

Abstract: Taking wild *Limonium chrysocomum* as materials, Pollen/Ovule ratio (P/O), Outcrossing Index (OCI), emasculation and germination experiment were observed to address its flowering phenologies, breeding system and seed feature primarily. The results showed that the flower of this plant blooms from May to June and could last different time at different levels; the development of single flower could be divided into 4 stages and both of the pistil and stamen became mature at the second stage, existing the phenomenon of herkogamy; the overlap peak period of pollen viability and stigma receptivity was occurred at 15:00—17:00; the value of P/O, OCI and pollination experiments display that the breeding system of *L. chrysocomum* was facultative xenogamy, and self-compatible, however sometimes need pollinators; seed appendages inhibit the process of germinating, especially corolla, and it had a higher germinating rate after being stored. *L. chrysocomum* was born in barren land, which was drought and changeable. It had evolved a special mode to product a certain number offsprings to avoid the declining of individuals in populations.

Keywords: *Limonium chrysocomum*; floral syndrome; breeding system