

Pollination Ecology of *Radix Salvia yunnanensis*

Guangming Chen, Jinhua Ruan, Yan Hou, Fuyi Zi, Lifen Zhang

Yunnan Xinxing College of Professional Technology, Kunming Yunnan
Email: 756238864@qq.com

Received: Nov. 13th, 2018; accepted: Nov. 23rd, 2018; published: Nov. 30th, 2018

Abstract

Radix Salvia yunnanensis is a local traditional medicine in Yunnan. The concept of flowering phenology, floral syndrome, breeding system and pollination biology of *Radix Salvia yunnanensis* were primarily analysed in the paper. Study and observation show that the floral longevity of *Salvia yunnanensis* lasts for 5 months, the floral longevity of a single flower lasts for 30~50 d; P/O ratio is about 6509.67 and OCI is 4 or 5. The results of breeding experiment demonstrated that *Radix Salvia yunnanensis* is xenogamous and self-compatible. Agamospermy is almost nonexistent in *Radix Salvia yunnanensis*.

Keywords

Radix Salvia yunnanensis, Flowering Phenology, Floral Syndrome, Breeding System, Pollination

紫丹参传粉生态学研究

陈光明, 阮金华, 侯彦, 资付益, 张丽芬

云南新兴职业学院, 云南 昆明
Email: 756238864@qq.com

收稿日期: 2018年11月13日; 录用日期: 2018年11月23日; 发布日期: 2018年11月30日

摘要

紫丹参为云南省地方习用药材, 本文对紫丹参的开花物候、花部特征、繁育系统及传粉方式进行初步研究。结果表明, 紫丹参有长达5个月的花期, 单花花期可持续30~50 d; 花粉-胚珠比(P/O)为6509.67, 杂交指数(OCI值)为4或5, 繁育系统为自交亲和但需要传粉者完成传粉的兼性异交型, 不存在无融合生殖现象。

关键词

紫丹参, 开花物候, 花部综合征, 繁育系统, 传粉

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

紫丹参(*Radix Salvia yunnanensis*)为唇形科鼠尾草属植物云南鼠尾草(*Salvia yunnanensis* C. H. Wright)干燥的根及根茎[1]。野生资源分布主要集中于云南、贵州、四川等省[2]。紫丹参的根中含有许多化学成分,如丹参酮I、丹参酮IIA、亚甲基丹参醌、隐丹参酮等,其具有与丹参相似的药理活性,功效为活血祛瘀、凉血止血、养心安神、解毒消肿等,为治疗心脑血管疾病的常用药物之一[3][4]。紫丹参是云南省地方习用药材。药材资源多采自野生,长期的野外采挖使野生紫丹参的生态环境遭到严重破坏,野生的种质资源濒临灭绝[5]。大力发展人工栽培是解决药材资源紧缺的途径之一。本研究将以它为材料,对其花部综合征、开花物候、繁育系统及传粉特征进行观察和研究,对其的生殖策略进行分析,以期紫丹参的资源保护和开发利用提供一定的理论依据,并为后期的种子育苗、规范化栽培提供相关技术参考。

2. 材料和方法

2.1. 材料

经云南农业大学郭凤根教授鉴定确认后,于2016年6月~2017年12月对云南省曲靖市富源县墨红镇关山头村委会稻堆山村(东经103°59'57",北纬25°26'23"海拔1877 m,年平均气温为13℃,昼夜温差比较大,全年无霜期大约为230 d左右,年均降雨量为1080 mm)进行采集生长3年以上的植株进行观察研究,该地为杂石较多的草坡,其中最具有代表性的植物有矮紫叶小檗 *cv. Atropurpurea Nana*、马尾松 *Pinus massoniana* Lamb.、榛子 *Corylus heterophylla* Fisch. *ex Bess.* *Corylus heterop* 等。

2.2. 方法

2.2.1. 开花物候和花期

观察紫丹参不同样地所有植株的开花物候。在整个花期,每2 d统计一次总花蕾数及开花数,并计算其开花百分比。同时,对整个花序开花的天数、单朵花开花的天数和初、末花期间隔进行详细记录。

2.2.2. 花部形态特征

于紫丹参的花蕾期标记花期相近的20个花序,要求每个花序至少有30朵花,每天都对花蕾进行观察,直至花朵完全开放为止。花开放的当天,每2至3 h对花观察一次。花朵开放后,每天观察一次,并详细记录花朵的形状、颜色、柱头状态等花部特征。同时,摘取40朵开放的花观察、测量、记录其花冠和萼片的长度、宽度、裂片的情况及颜色,以及雄蕊、雌蕊各部分的长度、颜色、形状等,其中雄蕊还需要重点记录其关节的位置。观察一直持续至花各部萎焉时结束。

2.2.3. 杂交指数的估算

按照 Dafni (1992)的标准[6],在观测点选取紫丹参居群中的个体10株,每株3朵花,对花朵的直径

及开花行为进行测量和评判。

2.2.4. 花粉 - 胚珠比的估算

在观测地点, 随机采取花药尚未开裂的数朵紫丹参的花, 用卡诺固定液进行固定。在实验室, 从固定液中选择 15 朵大小基本一致、开花进程相近的花, 取其花药, 用 1.0 mol/L HCl 软化花粉壁, 细心解剖花药, 然后用蒸馏水定容至 5 ml, 于加热至 60℃ 的水浴锅中水解 15 min, 震荡摇匀后用移液枪吸取 1 μ l 的花粉悬浮液于载玻片上制成临时装片在显微镜下观察并统计花粉粒的数目, 务必统计完所有视野, 每朵花重复统计 5 次, 取其平均数, 估算出该朵花所有的花粉粒数目。小心地将子房解剖开, 置于解剖镜下统计其胚珠数。每朵花的花粉/胚珠比便等于整朵花内所有花药中的花粉数除以子房中的胚珠数, 依据 Cruden 的标准[7]进行授粉方式的判断。

2.2.5. 传粉实验

按照 Dafni (1992)描述的方法进行下述处理: 1) 设置对照: 不做任何处理, 让其进行自由传粉, 检测自然条件下的传粉情况。2) 自发的自花传粉, 花蕾期用硫酸纸袋进行套袋、不去雄, 检测其是否需要传粉者。3) 同株异花传粉, 首先选择将要开放的花朵去雄, 之后摘除同一花序上的其它花朵, 其次进行同株异花之间的人工传粉, 最后用硫酸纸套袋, 检测紫丹参自交是否亲和。4) 人工异株异花传粉, 首先选择将要开放的花朵去雄, 之后摘除同一花序上的其它花朵, 其次人工进行异株异花之间的传粉, 最后用硫酸纸套袋, 检测杂交是否亲和。5) 检测无融合生殖, 同样选择将要开放的花朵去雄, 之后摘除同一花序上的其它花朵, 硫酸纸套袋, 但不进行人工授粉。6) 风媒的异花传粉: 同样选择将要开放的花朵去雄, 之后摘除同一花序上的其它花朵, 套纱布袋(花粉能透过), 检测座果状况是否受传粉者的限制。7) 自然条件下的异花传粉, 去雄, 不套袋, 只挂牌作标记, 让其自由进行传粉, 检测异花花粉对其结实的贡献情况。试验期间需要注意的是经常检查套袋的花朵, 每隔一段时间需揭袋换气, 防止霉变的发生。果实近成熟时, 分株分朵收集, 统计各处理的结果率, 并进行分析。

3. 结果与分析

3.1. 紫丹参开花物候和花期

据笔者观察发现, 紫丹参植株的开花时间持续较长, 3 月下旬~8 月下旬为其花期, 初花期为 3 月下旬~4 月下旬, 盛花期为 5 月~7 月中旬, 末花期为 7 月下旬~8 月下旬。花序开花天数可持续 30~50 d, 单花开花天数为 5~8 d, 同一花序上不同的花开放时间相隔 1~6 d。

3.2. 花的形态特征

紫丹参为轮伞花序, 花 28~52 朵, 花序中下层每 6 朵排列为一轮, 上层 2~4 朵为一轮, 每一轮之间排列疏离, 组成顶生假总状花序, 花序轴被腺毛或长柔毛; 花萼为钟状, 长 8.94~12.50 mm, 外被长柔毛, 二唇形, 上唇三角形, 下唇二浅裂; 花冠蓝紫色, 长 15.28~17.24 mm, 下唇中裂片倒心形, 外被具腺短柔毛, 尤其以上唇较为密集; 雄蕊为 2 枚, 伸至上唇片, 花丝长 13.54~20.04 mm, 药隔长远 6~10 mm, 上臂较下臂长 2 倍; 雌蕊 1, 胚珠 4 枚, 花柱向外延伸, 长 30.20~33.90 mm, 先端不相等 2 裂。

云南鼠尾草的开花进程为: 花无固定的开放时间, 整个白天都有开放, 其中上午阳光照射 1 h 时开放较多。花萼从抽出可见到第一朵小花开放通常需要 2~3 个周的时间, 花萼裂片展开, 露出弯曲状花冠, 花冠逐渐由白色变成蓝紫色, 同时, 花冠筒不断长长, 先端逐渐膨大。→花冠二唇形展开, 花柱从上唇瓣先端伸出, 柱头二裂→花冠颜色继续加深, 柱头二裂明显并向回反卷曲, 花药已开始散粉, 但整个雄蕊群仍藏于上唇瓣中→柱头反卷加剧, 雄蕊伸出上唇瓣→柱头颜色加深, 雄蕊开始萎焉→花冠、花柱枯

萎，花萼宿存→约1个月后果实成熟，每个宿存的钟状花萼内有四枚小坚果。如图1所示。



Figure 1. Blossom process of *Salvia yunnanensis* C. H. Wright
图 1. 云南鼠尾草开花进程

3.3. 杂交指数(P/O)的估算

紫丹参花朵的直径为 6.50~7.70 mm，均>6 mm，记为 3；雌蕊先熟或雄蕊先熟，记为 0 或 1；柱头与花药空间分离，记为 1。OCI 值为 4 或 5，由 Dafni (1992)的标准可以判断出紫丹参的繁育系统为异交型，部分自交亲和，多数需要传粉者。

3.4. 花粉 - 胚珠比的估算

由表 1 可以看出紫丹参的单花花粉粒数为 13,000~39,000 粒，平均为 26,038.53 粒，单花胚珠数为 4 枚，平均 4 枚，花粉 - 胚珠比在 3250~12,000 之间，平均为 6509.67，依据 Cruden 的标准：P/O 为 2.7~5.4 繁育系统为闭花受精；18.1~39.0 繁育系统为专自交；31.9~396 繁育系统为兼性自交；244.7~2588 繁育系统为兼性异交；2108~195,525 繁育系统为专性异交[7]。因此，可以判断紫丹参的繁育系统为专性异交。

Table 1. The pollen ovule ratios of *Salvia yunnanensis* C. H. Wright
表 1. 紫丹参花粉 - 胚珠比(P/O)

重复 Repeat	单花花粉粒数 Pollen number per flower	单花胚珠数 Ovule number per flower	花粉 - 胚珠比 Pollen ovule ratio
1	20,100	4	5025
2	31,800	4	7950
3	48,000	4	12,000
4	16,400	4	4100
5	27,500	4	6875
6	39,000	4	9750
7	13,000	4	3250
8	19,000	4	4750
9	27,000	4	6750
10	13,000	4	3250
11	18,000	4	4500
12	31,000	4	7750
13	37,000	4	9250
14	27,778	4	6945
15	22,000	4	5500
平均值 Average value	26,038.53	4	6509.07

3.5. 传粉实验

由表 2 可以看出, 紫丹参在自然条件下的结实率可高达 100%, 而去雄套袋的结实率仅为 1.03%, 由此可以初步判断紫丹参几乎不存在无融合生殖的现象, 实验结果显示其自发的自发传粉结实率为 0%, 通过以上这些数据可以初步判断出紫丹参的自花传粉几乎是不可育的, 并且也几乎不存在主动自交的情况。人工进行的同株异花传粉结果率为 66.67%, 说明紫丹参自交是亲和的, 异株异花传粉结果率为 44.79%, 则说明紫丹参杂交亲和, 在实验观察中发现访花昆虫中华蜜蜂、苍蝇等, 通过传粉者由同株异花传粉导致的自交就完全有可能发生。去雄不套袋处理结果率为 100%、去雄套网袋处理的结果率为 2%, 说明紫丹参自身存在异花传粉, 并需要通过传粉者进行传粉才能保证自身较高的结实率。

Table 2. Fruit set rate of *Salvia yunnanensis* C. H. Wright with different pollination treatment

表 2. 紫丹参不同传粉处理的结实率

处理 Treatments	处理花朵数(个) Total flowers of treatment	结实数(个) Number of fruit	结实率(%) Fruit set rate (%)
对照 CK	120	120	100
自发的自花传粉 Spontaneous self-pollination	52	0	0
同株异花传粉 Strains cross-pollination	84	56	66.67
人工异株异花传粉 Different strains of artificial cross-pollination	96	43	44.79
去雄套袋 Emasculation bagging	97	1	1.03
去雄套网袋 Emasculation bag sets	100	2	2
去雄不套袋 Emasculation is not bagged	50	50	100

4. 讨论

云南属于云贵高原, 高原环境条件比较严苛, 植物所处的环境生长季节较短, 为了适应这样的生境会通过调整其自身的营养生长和生殖生长, 以使自身的生长、开花和结实能够顺利完成, 最终完成自身繁衍后代的任务。大多数植物为了生存会选择延长自身的花期来保证有性繁殖的顺利进行。紫丹参整个花期长达 5 个多月, 其中有近三个多月的时间其生境地处于较干旱的季节, 降水又极少, 其生长发育严重受到限制, 而干旱的环境传粉昆虫的活动也会受到一定的影响, 为了适应当地的生态环境, 紫丹参通过采取延长自身的花期的策略来确保有性生殖能顺利进行。

繁育系统在决定植物的进化路线和表征变异上有着很重要的作用, 是种群有性生殖的桥梁, 在现代这也成为一个以“生殖”为核心, 探讨物种的多样性发生历史、维持机理和保护策略为最终目的的综合交叉研究[8] [9]。P/O, OCI 及套袋、去雄和人工授粉试验等处理结实率的比较试验是目前较多地应用于检测繁育系统的一些重要的方式和手段。根据上面的研究, 紫丹参的 OCI 值为 4 或 5, 由 Dafni (1992) 的标准判断紫丹参的繁育系统为异交型, 部分自交是亲和的, 多数需要传粉者传粉; 紫丹参的花粉-胚珠比为 3250~12,000, 平均为 6509.67, 依据 Cruden 的标准可以判断为专性异交。紫丹参的繁育系统为自交亲和且需要传粉者帮助其完成传粉的专性异交型; 同时实验结果也表明, 紫丹参几乎不存在无融合生

殖的现象, 不存在主动自交, 存在异花授粉且自交亲和。由此可以看出以上的三个实验结果基本上是一致的, 都说明了紫丹参是异花授粉植物, 不存在无融合生殖, 自交亲和, 需要传粉者, 但不存在主动自交。

在高原环境的条件下, 传粉者的活动能力大大地受到环境的限制, 植物传粉的成功率通常会受到许多因子的限制, 在这样的条件限制下自交能力、营养繁殖和无融合生殖对于植物的繁殖来说就显得尤为重要。人工同株异花传粉结果率为 66.67%, 说明紫丹参自交是亲和的, 传粉昆虫的存在使自交能够顺利进行; 去雄套袋的结果率为 1.03%说明紫丹参几乎不存在无融合生殖的情况。综上所述, 处于自然野生状态下生长的紫丹参要进行正常的繁衍就必须依靠传粉昆虫来帮助其传粉, 而在严酷的生境条件下经常会缺少传粉昆虫, 且当地人不注意保护紫丹参的资源并进行过度采挖导致了其资源量越来越稀少, 野外的居群也越来越少, 同时, 紫丹参的人工栽培还未受到人们的重视, 所以, 紫丹参的人工栽培是势在必行的, 只有这样才能保护其资源及满足市场的需求。

基金项目

云南省教育厅科学研究基金项目(2016ZDX280)。

参考文献

- [1] 云南省食品药品监督管理局. 云南省中药材标准[M]. 昆明: 云南美术出版社, 2005: 45.
- [2] 钱子刚, 梁晓原, 侯安国, 阮志国. 滇丹参药用植物资源[J]. 中药材, 2002, 29(9): 628-629.
- [3] 张正付, 陈鸿珊, 李健蕊, 等. 滇丹参中酚酸类化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(18): 1886-1890.
- [4] 闫彩珍, 李惠兰, 张荣平, 等. 滇丹参、甘西鼠尾、褐毛甘西鼠尾对离体豚鼠心脏的影响[J]. 昆明医学院学报, 2002, 23(1): 14-17.
- [5] 张晓龙, 杨兴彪, 李海峰. 植物生长调节物质对滇丹参种子萌发影响的研究[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(10): 2357-2360.
- [6] Dafni, A. (1992) Pollination Ecology. Oxford University Press, New York, 1-57.
- [7] Cruden, R.W. (1977) Pollen-Ovule Ratio: A Conservative Indicator of Breeding Systems in Flowering Plants. *Evolution*, **31**, 7-13.
- [8] Grant, V. (1992) Plant Speciation. Oxford University Press, New York, 1-57.
- [9] Xiao, Y.A., He, P. and Li, X.H. (2004) Floral Syndrome and Breeding System of the Endangered Plant *Disanthus ceroidifolius* Maxim. Var. *Longipes*. *Acta Phytocologica Sinica*, **28**, 333-340. (In Chinese)
<https://doi.org/10.17521/cjpe.2004.0049>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5665, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: br@hanspub.org