

尹芳园,赵 铮,侯秀丽,等. 人工栽培条件下滇重楼生长发育过程观察[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):312-316.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.103

人工栽培条件下滇重楼生长发育过程观察

尹芳园,赵 铮,侯秀丽,王 斌,耿开友,王定康

(昆明学院生命科学与技术系,云南昆明 650214)

摘要:对人工栽培条件下滇重楼的主要物候特征进行观察,并对其主要形态特征进行观测;通过繁育试验研究人工栽培滇重楼的繁育特性,并对相同种植条件下不同来源的滇重楼开花物候进行对比。结果表明,当年不进行生殖生长与当年进行生殖生长的群体之间的部分形态特征存在明显差异,滇重楼自花授粉亲和,但异花授粉更有利于结籽,不同来源地的滇重楼开花物候存在明显差异。

关键词:滇重楼;生长发育;人工栽培;观察

中图分类号: S567.23⁺9.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0312-04

滇重楼(*Paris polyphylla* var. *yunnanensis*)隶属于延龄草科(Trilliaceae)重楼属(*Paris*),主要分布于云南、贵州、四川等地,生长于海拔 1 400~3 100 m 的常绿阔叶林、云南松林、竹林、灌丛、草坡背阴处或阴湿山谷中,为阴生植物^[1]。滇重楼适宜生长条件是:年平均气温 12.6℃左右,年平均降水量 826~900 mm,冬季严寒,夏无酷暑,雨量充沛,气候凉爽,腐殖质层丰富的酸性土壤^[2]。重楼属植物光能利用率低,使传统药用部位的根茎生长缓慢^[3],且重楼种子具有“二次休眠”的生理特性^[4-6],使得种子萌发率、繁殖率低,资源再生慢;同时,随着人们对重楼资源需求的增加,野生重楼遭到掠夺式采挖,其原生生境遭到严重破坏,分布区域已被分隔成岛屿化,威胁其繁殖,致使重楼资源日趋枯竭^[7]。一些科研院所开展了对重楼属植物迁地保护、引种驯化和栽培工作,这些工作对重楼的繁殖、资源保护、育种起到了积极的作用,但尚不能扭转重楼资源短缺的局面。目前,对滇重楼的研究多集中于药用价值、有效成分提取及野外资源探查等方面^[7-8]。本研究对不同来源地、人工栽培滇重楼的生长发育过程进行观察,并对栽培条件下的滇重楼繁育特性进行初步研究,旨在为其引种驯化、繁殖育种及栽培管理提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

滇重楼的主要物候期观察、形态特征及生态习性观测在昆明学院农学院进行,位于 102°43'E,25°03'N,年平均气温 15.1℃,年均降水量 1 075 mm,海拔 1 891 m,属低纬度高原山地季风气候。试验材料于 2014 年 3 月 10 日种植在遮阴棚中,遮阴率约为 75%,株行距 15 cm×25 cm,正常水肥管理。

滇重楼的繁育试验及不同来源地的滇重楼开花物候对比

在云南省农业科学院药用植物研究所药材种质资源圃内进行,该资源圃位于 25°11'N、102°59'E,海拔 1 995 m,年平均气温 14.26℃,年均降水量 957.12 mm,土壤为山地红壤,基础养分水平:全氮含量 2.38 g/kg、全磷含量 0.75 g/kg、全钾含量 14.15 g/kg、水解氮含量 185.30 mg/kg、速效磷含量 10.25 mg/kg、速效钾含量 272.80 mg/kg、有机质含量 50.60 g/kg,pH 值 5.96~6.27。遮阴率约为 50%,株行距 10 cm×15 cm,正常水肥管理。其中用于繁育试验的材料全部选自该资源圃内来源于云南省个旧市的滇重楼。

1.2 方法

1.2.1 主要物候期观察 每天对出苗的滇重楼进行观察,记录每株植株的出苗、展叶、展花、茎停止长高、花粉囊裂开、花粉囊枯萎(因为缺乏传粉者,所有栽培在昆明学院的滇重楼均未结实,所以没有果裂期)日期。

1.2.2 形态特征观测 随机选取当年进行生殖生长和不进行生殖生长的滇重楼各 10 株,挂牌标记,每天观察,记录植株的生长发育情况及典型形态特征,同时测量、记录完全出土时的芽高、始展叶时的茎高、最大茎高、最大花梗长、最粗地径。观测持续到标记植株地上部分开始枯萎时结束。

1.2.3 繁育试验 2014 年 5 月 10—31 日,选择生长良好、花期一致的滇重楼植株各 20 株,用蓝色塑料牌挂牌标记,参照 Dafni 描述的方法^[9]进行如下处理:处理 1,对照;处理 2,蕾期套袋,待花开放后,人工进行自花授粉;处理 3,蕾期去雄,待花开放后,人工进行异花授粉;处理 4,蕾期去雄套袋,无任何授粉;处理 5,授粉期人工增加异花授粉。在试验期间,对套袋的花朵适时进行检查,揭袋换气以防霉变,检查换气后迅速将套袋重新套上以防昆虫访花。7 月初在套袋植株心皮明显膨大、花丝枯萎时去袋结束试验。10 月下旬果实成熟时分株分朵收集各处理植株的果实并观察果实及种子特征,用游标卡尺测量果实直径,计算结籽率。

1.2.4 不同来源地的滇重楼开花物候 本研究中滇重楼植株来源地分别为:云南省保山市瓦渡乡、云南省个旧市、云南省镇康县南伞镇、贵州省兴义市七舍镇、广西百色市靖西县、贵州省安顺市西秀区、云南省西双版纳州勐海县勐遮镇、贵州省毕节市织金县猫场镇、云南省普洱市景谷县、普洱市墨江

收稿日期:2015-03-17

基金项目:国家自然科学基金(编号:31260073)。

作者简介:尹芳园(1987—),女,湖南永州人,硕士研究生,助理工程师,主要从事植物繁殖生物学研究。

通信作者:王定康,教授,从事植物繁殖生物学研究。Tel:(0871) 65098048;E-mail:wkd117@163.com。

县。从上述 10 个来源地的滇重楼植株中分别随机选择生长良好的 20 株挂牌标记。从 5 月 10 日开始,每 2 d 观察 1 次滇重楼的开花情况,分别记录展花总数、花粉囊开裂总数、花粉囊枯萎总数,根据开花比例计算其开花物候期,划分指标为:展花期以花萼展开达 5%,初花期以花粉囊开裂达 5%,盛花期以花粉囊开裂达 95%,枯花期以花粉囊枯萎达 60%。

1.3 数据分析

用 SPSS 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 滇重楼的主要物候期

栽培群体中出苗总数为 39 株,其中 21 株为营养生长,当年不开花(以下统称为营养群体);18 株为生殖生长,正常开

花(以下统称为生殖群体)。图 1 展示了栽培滇重楼的主要生长发育期,其中 A1、A2 是刚出土 3 d 的植株;B1、B2 是展叶期的植株,B1 植株花蕾初现,当年即开花,B2 植株未见花蕾,当年只进行营养生长;C、D 是处于展花期的植株,C 植株花药初裂,D 植株花药完全裂开;E 植株花粉囊枯萎、花粉散尽。

大多数滇重楼在种植后第 3~4 周出苗,少数植株出苗时间略有推迟,营养群体比生殖群体出苗、展叶稍早。出苗后 (9.1 ± 2.0) d 开始展叶、展花,展叶后 (6.2 ± 3.2) d 花粉囊裂开,花粉囊裂开 (27.1 ± 5.8) d 后花粉囊枯萎,出苗后 (42.7 ± 5.4) d 茎停止长高,茎停止长高后 (129.8 ± 15.9) d 地上部分开始枯萎。滇重楼的主要物候期见图 2。



A1、A2—出苗; B1、B2—展叶; C—展花; D—花粉囊裂开; E—花粉囊枯萎

图1 滇重楼的主要生长发育期

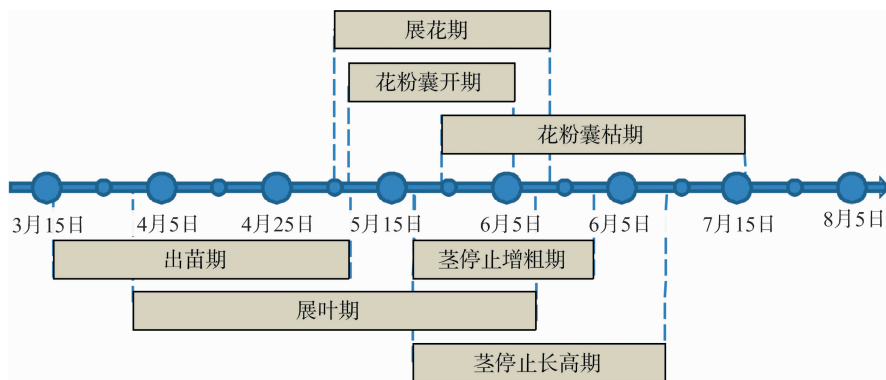


图2 滇重楼的主要物候期

2.2 滇重楼的形态特征

该种植地人工栽培的滇重楼叶 5~8 枚轮生,单叶长 4.0~12.5 cm、宽 2.4~4.8 cm,绿色,倒卵状披针形,先端渐

尖或急尖,基部楔形至圆形,偏革质,光滑无毛,全缘,具 1 对明显的基出脉,叶柄紫红色、长 0.80~1.81 cm。茎下部 1/2~2/3 处紫红色、上部绿色,或全部紫红色,光滑无毛。花

梗从茎顶抽出,顶端着生 1 朵两性花;萼片 4~6 片,绿色,卵状披针形,长 3.0~3.7 cm,宽 1.05~1.60 cm,花瓣与萼片同数,互生,黄绿色,与萼片近等长,条形,在中部以上稍变宽,花梗长 4.5~12.1 cm。雄蕊 10~13 枚,排成 2~3 轮,花药长 0.9~1.3 cm,花丝很短,仅为花药的 1/4~1/3,花丝基部与花瓣合生;药隔突出于花药之上,长 1~2 mm。雌蕊由柱头、花柱、子房组成,花柱短、紫色,花柱基增厚、角盘状;花始开时柱头直立,后逐渐向外卷;柱头与花瓣同数。子房上位,近球形,具棱,1 室,花始开时子房为白绿色,后逐渐变为绿色。

从表 1、表 2 可见,滇重楼营养群体与生殖群体的芽完全

出土时的芽高、地上茎最粗时的地径差异不显著,始展叶时的地上茎高、最高时的地上茎高差异极显著。所有栽培群体的芽完全出土时的平均芽高为(2.71±0.06) cm,当年进行生殖生长的植株花芽已在茎顶端长成,包藏在未展开的叶丛内,并且展叶时花也紧随着展开,茎及花梗也不断伸长。所有栽培群体的地上茎最粗时的平均地径为(5.78±0.24) mm。营养群体始展叶时的平均地上茎高为(0.07±0.02) cm,地上茎最高时的平均地上茎高为(8.14±0.34) cm;生殖群体始展叶时的平均地上茎高为(1.72±0.15) cm,地上茎最高时的平均地上茎高为(12.27±0.93) cm。

表 1 滇重楼的主要形态特征指标

类别	芽完全出土时的 平均芽高 (cm)	始展叶时的 平均地上茎高 (cm)	地上茎最高时的 平均地上茎高 (cm)	花梗最长时的 平均花梗长 (cm)	地上茎最粗时的 平均地径 (mm)
全部栽培群体	2.71±0.06	0.89±0.20	10.21±0.68	—	5.78±0.24
营养群体	2.71±0.10	0.07±0.02	8.14±0.34	0.00	5.83±0.34
生殖群体	2.71±0.08	1.72±0.15	12.27±0.93	7.53±0.92	5.73±0.36

表 2 滇重楼营养群体与生殖群体的主要形态指标方差分析

项目	类别	平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 值	P 值
芽完全出土时的芽高	组间	0.000	1	0.000	0.000	1.000
	误差	1.518	18	0.084		
	总计	1.518	19			
始展叶时的地上茎高	组间	13.613	1	13.613	121.480	0.000
	误差	2.017	18	0.112		
	总计	15.630	19			
最高时的地上茎高	组间	85.284	1	85.284	17.306	0.001
	误差	88.705	18	4.928		
	总计	173.989	19			
地上茎最粗时的地径	组间	0.050	1	0.050	0.041	0.842
	误差	21.902	18	1.217		
	总计	21.952	19			

注: $P<0.05$ 表示差异显著, $P<0.01$ 表示差异极显著。

2.3 滇重楼的果实特征及繁育特性

2.3.1 果实及种子特征 蒴果球形,绿色,不规则开裂。种子多数,卵球形,外种皮鲜红色。

2.3.2 繁育特性 由图 3 可见,不同处理下的滇重楼果实的直径有明显差异。

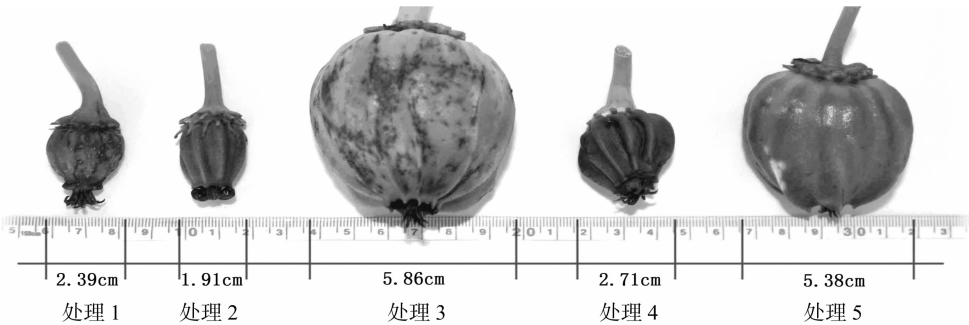


图 3 不同处理下的滇重楼果实

由图 3、表 3 可见,处理 3(蕾期去雄并人工进行异花授粉)的果实直径最大,其次是处理 5(授粉期人工增加异花授粉)。处理 3、5 的滇重楼果实直径明显大于其他 3 个处理,在平均结籽数、平均结籽率指标上也明显大于其他 3 个处理,且均与其他处理存在显著差异。

2.4 不同来源地的滇重楼开花物候

来源于个旧市、靖西县、安顺市、景谷县的滇重楼于 5 月 10 日进入展花期,5 月 17 日进入初花期,5 月 31 日进入盛花期,6 月 21 日进入枯花期;来源于保山市、勐海县、墨江县的滇重楼于 5 月 10 日进入盛花期,5 月 31 日进入枯花期;来源

表 3 滇重楼繁育系统特性

处理	果实平均直径 (cm)	平均结籽数 (粒)	平均胚珠数 (粒)	平均结籽率 (%)
1	2.110 ± 0.168	13.8 ± 8.24	486.2 ± 72.26	2.80 ± 1.71cC
2	1.714 ± 0.132	2.2 ± 1.11	524.8 ± 41.11	0.44 ± 0.20cC
3	4.662 ± 0.527	454.6 ± 96.68	933.2 ± 215.51	49.94 ± 2.53bB
4	1.886 ± 0.231	0.0 ± 0.00	403.4 ± 71.62	0.00 ± 0.00cC
5	4.330 ± 0.310	320.2 ± 41.33	435.8 ± 51.66	59.06 ± 2.00aA

注:同列数据后标有不同大写、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。

于织金县的滇重楼于 5 月 10 日进入初花期,5 月 24 日进入盛花期,6 月 21 日进入枯花期,其盛花期时间略长;来源于兴义市的滇重楼于 5 月 17 日进入展花期,5 月 24 日进入初花

期,6 月 7 日进入盛花期,6 月 30 日进入枯花期;来源于镇康县的滇重楼于 6 月 7 日进入展花期,6 月 14 日进入初花期,6 月 21 日进入盛花期,7 月 12 日进入枯花期(图 4)。

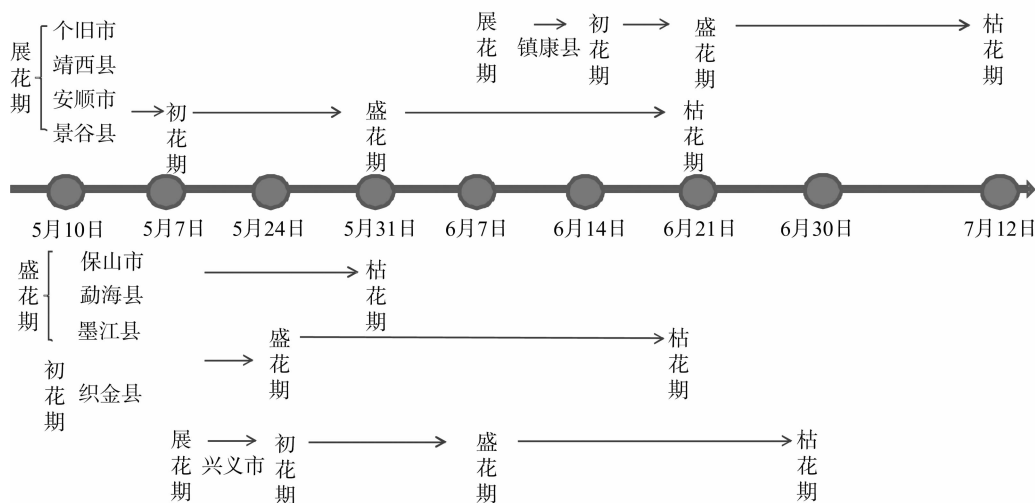


图4 不同来源地的滇重楼开花物候

3 结论与讨论

3.1 滇重楼开花物候

受昆明市气候影响,在 3、4 月份(滇重楼的出苗及展花期),种植阴棚内温度、湿度变化不大,白天温度、湿度分别为 24.0 ~ 34.5 ℃、21% ~ 40%,属于高温干燥的气候;5 月份温度、湿度忽高忽低,白天温度、湿度基本分别维持在 13 ~ 28 ℃、35% ~ 58%,属于温暖湿润的环境,正好也是滇重楼的开花期;6、7 月份温度、湿度变化不大,白天温度、湿度分别为 20 ~ 27 ℃、55% ~ 70%,温暖湿润,是滇重楼各器官的快速生长期。3 月份昼夜温差 10 ~ 17 ℃,之后逐渐缩小,到 7 月份昼夜温差仅 5 ~ 9 ℃;滇重楼的出苗期昼夜温差大,白天高温干燥,夜晚低温干燥,而滇重楼种子萌发、根生长发育、顶芽萌发的适宜温度为 18 ~ 20 ℃,出苗适宜温度为 20 ℃,地上部植株生长适宜温度为 16 ~ 20 ℃,地下部根茎生长适宜温度为 14 ~ 18 ℃^[10],所以白天温度过高导致出苗率低,少数植株出苗时间略有推迟;花粉囊裂开时期环境温度、湿度分别为 15 ~ 28 ℃、35% ~ 55%,昼夜温差 10 ℃左右,高温低湿有利于花粉囊裂开。6、7 月空气湿度高,土壤夜潮,能满足滇重楼生长发育对土壤含水量的需求^[11],有利于滇重楼各器官的快速生长。

不同来源地的滇重楼开花物候存在一定差异,10 个不同

来源地的滇重楼开花物候聚为 5 类,其差异可能与地域土壤、气候、海拔等相关,它们也可能是多叶重楼、滇重楼、七叶一枝花的不同过渡类型^[1]。尽管如此,将不同来源地的滇重楼引种到昆明地区都能正常生长、开花、结实,这为滇重楼的引种驯化提供了有力支撑。

3.2 滇重楼繁育特性

在不同授粉方式下,滇重楼植株结籽率差异十分显著。授粉期人工增加异花授粉的滇重楼平均结籽率最高,是仅异花授粉的 1.2 倍,是自然授粉的 21 倍,是仅自花授粉的 134 倍。蕾期去雄并人工进行异花授粉的滇重楼结籽率次之,说明异花授粉大大提高了滇重楼的结籽率。滇重楼在自然条件下的结籽率很低,仅为 (2.80 ± 1.71)%,说明由于受到棚的隔离,传粉昆虫不能有效进入棚内,导致传粉者数量不足,使得其传粉效率非常低。蕾期去雄不授粉的滇重楼植株结籽率为 0,说明滇重楼不存在无融合生殖现象。蕾期套袋仅自花授粉的滇重楼植株获得一定的结籽率,说明滇重楼自交亲和,但其结籽率很低,明显低于自然对照组,说明滇重楼以异花传粉为主。通过增加人工异花授粉,可有效提高滇重楼植株的结籽率,增加种子产量。

蕾期去雄并人工进行异花授粉处理的果实直径最大,但其结籽率为 (49.94 ± 2.53)%,低于在授粉期人工增加异花授粉处理 [(59.06 ± 2.00)%],说明其果实直径大,只因为

王 丹, 张亚楠, 陈瑞莹, 等. 水杨酸对锌胁迫下茴香植株锌吸收及精油组分的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(10): 316–319.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.104

水杨酸对锌胁迫下茴香植株锌吸收及精油组分的影响

王 丹, 张亚楠, 陈瑞莹, 欧广文, 肖艳辉

(韶关学院英东农业科学与工程学院, 广东韶关 512005)

摘要:采用营养液培养的方式, 研究 10 mg/L 锌处理下 0、50、100、200、300 $\mu\text{mol/L}$ 水杨酸对茴香植株生长、生理生化指标、锌含量及精油成分的影响。结果表明: 在锌胁迫下, 200 $\mu\text{mol/L}$ 水杨酸显著促进茴香植株的生长; 在锌胁迫下, 不同水杨酸浓度处理不利于茴香植株地上部生物量的积累, 对地下部生物量的积累也未见显著影响, 但会促进茴香植株色素合成, 提高茴香植株体内的可溶性蛋白质和可溶性糖含量, 减弱 SOD 活性。在锌胁迫下, 一定浓度的水杨酸处理可促进茴香植株地下部锌吸收, 且 100 $\mu\text{mol/L}$ 水杨酸处理显著高于对照; 300 $\mu\text{mol/L}$ 水杨酸处理的地上部锌含量显著低于对照。在锌胁迫下, 不同浓度水杨酸处理茴香植株后, 有利于柠檬烯含量的升高, 但不利于反式-茴香脑的累积。

关键词:茴香; 水杨酸; 生理指标; 锌含量; 精油; 组分; 品质

中图分类号: Q945.78; S573⁺.301 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0316-04

Zn 是植物生长发育过程中必需的营养元素, 环境中缺少 Zn, 植物便不能正常生长。但近年来, 随着有机肥和城市垃圾的施入, 土壤中 Zn 等元素不断积累, 全量增高^[1]。当土壤中 Zn 含量过高时, 植物会吸收、积累过量的 Zn, 从而导致植物减产, 严重时造成绝收。不同浓度的锌处理也会影响植物的次生代谢。随着锌浓度的升高, 芦荟苷、芦荟大黄素含量升高, 但锌浓度超过一定值时, 芦荟苷、芦荟大黄素含量反而下降^[2]。在一定浓度 (10 mg/L) 锌的胁迫下, 茴香植株精油中的主要成分反式-茴香脑含量显著高于对照^[3]。

水杨酸 (SA) 是植物体内自身合成的酚类化合物, 它能参与调节植物的许多生理过程。近年来的研究表明, 水杨酸可缓解锌对植物的毒害作用。在 300 mg/L 锌胁迫下, 小麦

幼苗叶片的可溶性蛋白含量、根系活力显著降低, 而脯氨酸和丙二醛含量显著升高; 外施水杨酸能显著提高小麦幼苗叶片的脯氨酸和可溶性蛋白含量, 显著增强根系活力, 显著降低膜脂过氧化产物丙二醛含量, 并以 14 mg/L 外源水杨酸缓解效果最好^[4]。此外, 水杨酸还会影响植物的次生代谢, 可使萌发喜树种子喜树碱含量在初期下降、后期上升^[5]。重金属 Pb 的毒害能抑制迷迭香挥发物中萜烯类的释放, 而外源水杨酸的参与则使迷迭香挥发物中的萜烯类增加^[6]。

茴香作为一种芳香植物, 植株中含有植物次生代谢产物精油。在水杨酸处理下, 茴香植株对锌的吸收量是增加还是减少以及水杨酸处理对茴香精油品质的影响均未见报道。本试验以内蒙古小茴香为材料, 采用营养液培养的方式, 研究水杨酸对 10 mg/L 锌胁迫下茴香植株生长、锌吸收和运转状况、精油组分的影响, 从而为水杨酸在缓解植物锌毒害方面的应用和芳香植物次生代谢方面的研究提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以内蒙古小茴香 (*Foeniculum vulgare* Mill.) 为试验材料。

育的影响[J]. 种子, 2003(5): 33–34.

[6] 黄 玮, 孟繁蕴, 张文生, 等. 滇重楼种子休眠机理研究[J]. 中国农学通报, 2008, 24(12): 242–246.

[7] 陆 辉, 许继宏, 陈锐平, 等. 云南重楼属植物资源现状与保护对策[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2006, 28(增刊): 307–310.

[8] 张玉波, 吴 霞, 李药兰, 等. 云南重楼的化学成分[J]. 暨南大学学报: 自然科学与医学版, 2014, 35(1): 66–72.

[9] Dafni A. Pollination ecology [M]. New York: Oxford Univpress, 1992: 1–57.

[10] 徐建东. 滇重楼种植技术[EB/OL]. [2015-02-13]. <http://www.wendangwang.com/doc/04a414324c894f429a176b54>.

[11] 陈彦刚. 滇重楼对气候的要求[EB/OL]. [2015-02-13]. <http://qjagri.com/yx/xp/news9550/20140813/5106471.shtml>.

收稿日期: 2014-09-28

基金项目: 广东省科技计划 (编号: 2011B030900015)。

作者简介: 王 丹 (1992—), 女, 山西大同人, 从事芳香植物栽培与生理方面的研究。E-mail: 695300080@qq.com。

通信作者: 肖艳辉, 硕士, 副教授, 从事芳香植物栽培与生理方面的研究。E-mail: xiaoyanhui-7394@163.com。

结籽数量多, 而结籽数量多是由于胚珠数多所致, 而并非结籽率高。

参考文献:

- [1] 李 恒. 重楼属植物[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 35–37.
- [2] 王丽萍, 起学伟. 云南重楼野生驯化及栽培技术研究初探[J]. 中国野生植物资源, 2002, 21(1): 62–63.
- [3] 苏文华, 张光飞. 滇重楼光合作用与环境因子的关系[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2003, 25(6): 545–548.
- [4] 李运昌. 重楼属植物引种栽培的研究——I. 滇重楼的有性繁殖试验初报[J]. 云南植物研究, 1982, 4(4): 429–431.
- [5] 袁理春, 陈 翠, 杨丽云, 等. 温度和赤霉素对滇重楼种子二次发