

文章编号: 1001 - 1498 (2008) 03-0308-06

# 不同生长发育期红花石蒜无性繁殖系数及子球生物学性状差异性研究\*

杨志玲<sup>1</sup>, 谭梓峰<sup>1</sup>, 杨旭<sup>1</sup>, 左慧<sup>1,2</sup>

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 中南林业科技大学, 湖南 长沙 410004)

**摘要:** 在红花石蒜不同生长发育期进行八分法切割繁殖, 研究无性繁殖系数和子球生物学性状差异性。结果表明:

(1) 不同生长发育期无性繁殖系数在 0.80 ~ 6.80 之间浮动, 休眠期的 6、7 月和旺盛生长初期的 9 月繁殖系数较高; (2) 不同生长发育期无性繁殖的子球鲜质量、最大直径、子球高度、根系长度、根基粗度及根系数量等生物学性状均呈现 1% 水平极显著差异。综合分析认为休眠期的 6、7 月, 旺盛生长初期的 9 月及生长后期的 4 月是适宜无性繁殖的季节。

**关键词:** 红花石蒜; 无性繁殖系数; 生物学性状; 不同生长发育期

中图分类号: S682.2

文献标识码: A

## Studies on Vegetative Propagation Coefficient of *Lycoris radiata* and Biological Characters' Diversities of Cormel in Different Development Phase

YANG Zhi-ling<sup>1</sup>, TAN Zi-feng<sup>1</sup>, YANG Xu<sup>1</sup>, ZUO Hui<sup>1,2</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 2. Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, Hunan, China)

**Abstract:** Studies were made on the vegetative propagation coefficient and cormel's biological characters using eighth-excision in different development phase of *Lycoris radiata*. The results showed: (1) the propagation coefficient were from 0.8 to 6.8 in different development phase, the highest propagation coefficient appeared in June, July in dormancy stage and September in initial stage of vigorous growth; (2) all of biological characters, such as cormel's fresh weight, size, height, root length, roughness and root quantities, presented 1% significant difference. These months was thought to excise *Lycoris radiata* by comprehensive analysis, for instance June, July in dormancy stage, September in initial stage of vigorous growth, and April in last stage of growth.

**Key words:** *Lycoris radiata*; vegetative propagation coefficient; biological character; different development phase

石蒜科 (Amaryllidaceae) 石蒜属 (*Lycoris* Herb.) 植物全世界有 20 多种, 我国有 15 种, 国内资源呈野生状态, 分布于长江流域至华东、华南、西南、西北地

区等 16 个省区。该属植物含有的加兰他敏在临床上为治疗小儿麻痹后遗症的要药, 近期药理研究证实其对阿尔茨海默病具有特殊的疗效<sup>[1-7]</sup>。该类植

收稿日期: 2006-10-30

基金项目: 国家科技部公益性林业专项“南方林源多用途药用植物种质保护和选育技术”(200704022), 浙江省林业厅财政补助专项“林药(石蒜)生态经济型培育模式关键技术研究及示范”(07A03), 浙江省重点农业项目“药用石蒜优质资源选育、野生驯化培育及离体培养再生体系的建立”(2004C22041)部分内容

作者简介: 杨志玲(1969—), 女, 湖南祁阳人, 副研究员, 硕士生导师, 在读博士, 从事药用花卉培育研究。E-mail: zlyang0002@126.com

\*左慧为中国林科院亚林所和中南林业科技大学联合培养硕士研究生, 参加项目工作的还有周彬清, 为中国林科院亚林所和南京林业大学联合培养硕士研究生。

物被称为“中国的郁金香”,花茎长达 30~60 cm,花葶健壮,色彩丰富,花形奇特,可开发成切花材料;大多物种叶片始发于万物枯萧的初秋,叶形带状,嫩绿葱翠,形态雅致,耐荫性好,是秋冬优良的观叶植物<sup>[7-16]</sup>。鉴于其多方面应用价值,资源开发、培育、石蒜碱提取及系统发育机理等相关研究引起了国内外学者的重视<sup>[10-20]</sup>。

随着该类植物在制药、园艺等领域的逐步应用,需要规模繁育解决资源短缺问题。技术关键在于繁殖系数和配套技术的集成。张露、李玉萍、姚青菊等分别就石蒜不同物种、植物激素种类和浓度、切割方式和次数对繁殖影响开展研究,指出无性繁殖是较为适宜的方式<sup>[21-24]</sup>。然而在不同生长发育期无性繁殖系数及获得的子球生物学性状差异性研究未见报道。本文利用红花石蒜(*Lycoris radiata* (L'Her) Herb)在不同生长发育期内进行无性繁殖及获得的子球作为材料,从分蘖子球数量、繁殖系数、子球鲜质量、子球最大直径等生物学性状来研究相关差异性,旨在为石蒜人工繁殖和培育提供技术支撑。

## 1 材料与方法

**供试物种红花石蒜材料** 2003年9月初取自浙江省磐安县山区,将从母球分蘖的1年生及2年生野生红花石蒜球分别种植,与其他资源混合培育。2005年8月至2006年7月间,每月从培育的野生资源中挑选大小一致的4年生球茎,数量10~17个不等,运用八分法切割。从球茎基部往上切到球体高度的1/2处为宜,对于处于生长期的红花石蒜进行去叶和去根处理。切割后的母球鳞茎用0.3%高锰酸钾溶液消毒,待表面水分干后,放于装有一定湿度的珍珠岩塑料袋中,再密封袋口放入室内,经常检查及保持袋内珍珠岩湿度。

红花石蒜切割后2个月开始萌发子球,4个月后母球养分全部被子球吸收,母球自然消失,仅余下少量干枯鳞茎片。为保证调查子球的生物学性状相对稳定,实验只采用了珍珠岩作为基质,既容易保持球体湿度,又避免子球从异养环境吸收养分,从而造成实验误差。2006年9月底取出不同生长发育期无性繁殖获得的子球,每处理随机挑选30个子球,运用常规方法调查每次无性繁殖分蘖的子球数量、鲜质量、最大直径、子球高度和子球根系数量、根系长度、根基粗度等相关数据。

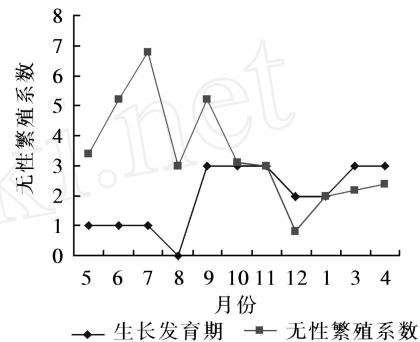
所得数据运用 DPS 数据处理软件进行方差分

析和 LSD 多重检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生长发育期无性繁殖系数的差异性

红花石蒜为秋冬生长型物种,炎热的夏季进入休眠期,但在休眠后期进入生育期的球茎在8月有一个开花过程,花期枯萎1个月左右进入叶片生长期,直到第2年4月底叶片停止生长,逐渐枯死,完成周年的生长发育。



生长发育期:纵轴数据 1代表休眠期,0代表开花期,3代表旺盛生长期,2代表缓慢生长期;  
无性繁殖系数:纵轴代表无性繁殖系数,横轴代表无性繁殖月份,2月数据缺失。

图 1 红花石蒜生长发育期与无性繁殖系数动态关系

从图 1 可以看出,红花石蒜不同生长发育期与无性繁殖系数间有显著的差别,随着休眠期的推进,无性繁殖系数逐渐增高,开花期的 8 月呈现显著下降的趋势,随着 9 月叶片生长旺盛期的到来,无性繁殖系数明显恢复,随后气温下降,无性繁殖系数急剧下降,第 2 年 3 月第 2 次叶片生长旺盛期,无性繁殖系数又表现出缓和上升趋势,整个生长发育期间无性繁殖系数呈现双高峰。

红花石蒜无性繁殖系数最高值出现在休眠期的 7 月,为 6.80,最低值出现在缓慢生长期的 12 月,仅为 0.80,高低差异达到 8.50 倍。休眠中期的 6 月和生长旺盛初期的 9 月无性繁殖系数仅次于休眠深度期的 7 月。双高峰值的两侧休眠初期的 5 月、开花期的 8 月、生长旺盛期的 10 月和 11 月无性繁殖系数在 3.00~3.40 间浮动,差异不明显。生长缓慢后期及第 2 次叶片旺盛生长期,无性繁殖系数在 2.00~2.40 之间,但均未达到其均值 3.49。石蒜叶片处于休眠期时,表现出旺盛的分蘖能力,说明其球茎诱导分蘖的生长物质积累旺盛并发挥着重要作用,进而说明其生理活动并没有停止;低温条件下球

茎分蘖能力显著下降,也说明此时母球体内诱导分蘖的生长物质积累小,不足以发挥调控作用,低温是抑制球茎分蘖生理活动的重要原因。

## 2.2 不同生长发育期无性繁殖的子球生物学性状的差异性

### 2.2.1 子球鲜质量、最大直径及子球高度性状分析

结合表 1 数据,可知不同生长发育期红花石蒜无性繁殖获得的子球鲜质量均值最大值(4.75 g)为最

小值(0.92 g)的 5.16 倍。生长旺盛期的 9 月和生长后期的 3、4 月获得的子球鲜质量比其他生长期的子球要大。9 月和 1 月鲜质量变化幅度在 0.64~8.97 g 和 0.16~2.10 g 间,变化幅度的差异达 14.0 和 13.13 倍;鲜质量幅度差异处于第 2 等级的是 7 月和 3 月,其差值为 11.49 和 12.90 倍。其他月份鲜质量差异幅度仅在 2.92~8.85 倍之间变化。

表 1 不同生长发育期无性繁殖子球生物学性状的差异性

切割月份	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月	4月	变异幅度
鲜质量均值/g	1.94	1.47	1.44	2.07	4.75	1.16	1.18	1.14	0.92	2.17	3.48	0.92~4.75
分布幅度	0.83~4.26	0.34~3.01	0.47~5.40	0.60~4.40	0.64~8.97	0.41~1.20	0.34~2.64	0.46~2.93	0.16~2.10	0.30~3.87	1.53~8.55	0.16~8.97
球大均值/cm	1.08	1.30	0.97	1.09	1.71	0.81	0.77	0.77	0.69	1.15	1.38	0.69~1.71
分布幅度	0.60~1.50	0.80~2.00	0.80~1.40	0.59~1.74	1.00~3.10	0.32~1.40	0.41~1.20	0.52~1.30	0.20~0.90	0.80~2.10	1.05~2.10	0.20~3.10
球高均值/cm	1.38	1.53	1.77	1.51	1.98	1.18	1.00	1.04	1.05	1.46	1.47	1.00~1.98
分布幅度	0.80~2.00	0.90~2.10	1.20~2.80	0.68~2.40	1.10~3.90	0.70~2.30	0.59~1.60	0.81~1.70	0.50~1.98	1.20~2.20	0.80~2.25	0.50~3.90
根粗均值/cm	0.11	0.12	0.10	0.09	0.11	0.09	0.09	0.05	0.06	0.10	0.13	0.05~0.13
分布幅度	0.10~0.20	0.10~0.20	0.10~0.20	0.05~0.10	0.10~0.20	0.05~0.10	0.05~0.10	0.05~0.10	0.05~0.10	0.10~0.20	0.05~0.20	0.05~0.20
根长均值/cm	7.63	5.52	5.34	3.27	3.17	5.74	6.74	5.90	5.19	5.71	7.43	3.17~7.63
分布幅度	0.20~14.80	1.00~17.70	1.60~17.60	0.50~7.20	0.70~11.10	1.70~13.6	1.10~17.70	0.70~15.6	1.20~19.7	0.30~10.30	0.60~23.80	0.20~23.80
根数均值	3.90	2.71	3.10	2.33	5.57	1.33	2.07	0.50	0.70	2.77	4.63	0.50~5.57
分布幅度	0~10	0~11	0~15	0~6	0~16	0~4	0~6	0~1	0~4	0~10	0~15	0~15

注:球大为子球最大直径,球高为子球高度,根粗为根基粗度,根长为根系长度,根数为每个子球萌发的根系数量。

不同生长发育期无性繁殖获得的子球最大直径均值在 0.69~1.71 cm 间变动,最大值与最小值间差异仅为 2.48 倍。10—1 月获得的子球最大直径在 0.81~0.69 cm 之间变化,表现随气温下降而变小。3—9 月获得的子球最大直径在 0.97~1.71 cm 之间浮动,生长旺盛期的 9 月和生长后期的 4 月,子球最大直径呈相对较大的趋势。子球最大直径变化幅度最大出现在最低气温的 1 月和 10 月,其值分别为 4.50 和 4.38 倍;其他月份间在 1.75~2.95 倍之间变化,幅度不大。

子球高度均值在 1.00~1.98 cm 间变动,最大值与最小值间差异仅为 1.98 倍。10—1 月获得的子球高度在 1.00~1.18 cm 之间变化,也表现随气温下降而变小。3—9 月获得的子球高度在 1.38~1.98 cm 之间浮动,表现休眠期和生长旺盛期获得的子球高度呈现较大趋势。月份内子球高度最大差异是 9 月,其值在 1.10~3.90 cm 间浮动;最小差异是 3 月,其值在 1.20~2.20 cm 间浮动。

### 2.2.2 子球根系长度、根基粗度及根系数量性状分析

根据表 1 中 4~6 栏的有关数据,分析不同生长发育期红花石蒜无性繁殖获得的子球根系性状。根基粗度在 10—1 月相对较小,均值在 0.05~0.09 cm,这和子球鲜质量、最大直径、子球高度等在此期间相关值较小,表现为相似的趋势。4 月子球

根基粗度均值最大,达到 0.13 cm,为最小值的 2.60 倍,可能是处于叶片旺盛生长期的母球积累较丰富的营养,在一定程度上促进子球根的生长,还可观察到 5、6 月根部也相对较粗,说明生长后期和休眠初期为红花石蒜根系适宜生长期。

根系长度差异也较大,其均值在 3.17~7.63 cm 之间变化,相对低值出在休眠后期的 8 月和 9 月,相对高值出现在生长后期的 3、4 和 5 月,5 月差异最大,达到 7.4 倍。根系长度分布幅度也在休眠期和生长初期相对差异较小。

每个子球萌发根系数量均值 0.50~5.57 条不等,不同生长发育期无性繁殖获得的子球不均等地出现无根现象,根系数量相对差异较小的月份在 10—1 月和 8 月。同时观察到根系数量分布幅度也在 10—1 月和 8 月差异较小,在 0~6 根间徘徊,形成一个相对低迷期。这一趋势和根系长度生长极为相似,推测气温相对较低及开花期均不适宜根系萌发和生长,其他生长发育期进行无性繁殖将极有利于根系的萌发和生长。

## 2.3 不同生长发育期无性繁殖的子球生物学性状方差分析

通过对不同生长发育期红花石蒜无性繁殖后获得的子球鲜质量、最大直径、子球高度、根系长度、根基粗度、根系数量等生物学性状进行方差分析(表

2) 结合表 1 数据综合分析, 以上生物学性状的差异均达到极显著水平。再进一步对上述生物学性状数据进行 LSD 多重比较, 结果见表 3。

表 2 不同生长发育期无性繁殖的子球生物学性状方差分析

性状	不同生长发育期间		不同生长发育期内		F 值
	均方	方差分量 / %	均方	方差分量 / %	
鲜质量	37.723 1	91.34	3.565 5	8.66	10.580**
最大直径	2.656 1	95.30	0.126 2	4.70	21.050**
子球高度	2.571 8	94.61	0.146 4	5.39	17.569**
根系长度	72.352 9	76.94	21.685 3	23.06	3.336**
根基粗度	1.857 5	95.43	0.089 0	4.57	20.874**
根系数量	116.826 1	94.39	6.940 3	5.61	16.833**

注: \* \* 表示差异为极显著水平。

2.3.1 子球鲜质量、最大直径及球高性状方差分析和多重比较 从表 2 数据可以看出, 红花石蒜子球鲜质量、最大直径、子球高度等生长性状指标, 在不同生长发育期间方差分量贡献率均高于 91% 以上, 说明不同生长发育期无性繁殖对以上性状影响差异

极显著; 不同生长发育期内方差分量贡献率仅占 4.70% ~ 8.66%, 说明生长发育期内无性繁殖变异占总体变异分量很少。多重比较表明, 红花石蒜在 9 月无性繁殖的子球鲜质量与其他月份相比达到 1% 水平极显著差异, 鲜质量均值排列第 2 的 4 月份子球除与 9 月和 3 月份子球无差异外, 与其他月份达到 1% 水平极显著差异。

9 月无性繁殖的子球最大直径与其他月份均存在 1% 水平极显著差异, 4 月的子球最大直径除与 6 月的子球无差异外, 与其他月份均达到 1% 极显著差异, 其他月份间子球最大直径数据情况非常复杂。9 月的子球高度与 7 月的子球无显著差异, 但与其他月份间的差异均存在 1% 水平极显著差异, 7 月的子球高度与 9 月和 6 月无显著差异, 与其他月份均存在 1% 水平极显著差异, 其他月份间子球最大直径显著情况较为复杂。

表 3 不同生长发育期无性繁殖的子球生物学性状 LSD 多重比较

性状	项目	显著水平											
		月份	9	4	3	8	5	10	6	7	11	12	1
鲜质量	5% 显著	a	b	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
	1% 极显著	A	AB	BC	C	C	C	C	C	C	C	C	C
最大直径	5% 显著	a	b	bc	cd	cd	d	de	de	ef	ef	f	f
	1% 极显著	A	B	BC	BCD	BCD	CDE	DEF	DEF	EF	F	F	F
子球高度	5% 显著	a	a	b	b	b	b	bc	cd	cd	d	d	d
	1% 极显著	A	AB	BC	BC	CD	CD	CD	DE	DE	E	E	E
根系长度	5% 显著	a	ab	ab	ab	ab	abc	abc	abc	bc	bc	c	c
	1% 极显著	A	A	A	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	B	B
根基粗度	5% 显著	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b
	1% 极显著	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B
根系数量	5% 显著	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b
	1% 极显著	A	B	BC	BCD	BCDE	CDEF	CDEF	DEF	DEF	EF	E	E

注: 大写字母表示极显著水平, 小写字母表示显著水平。字母标记的月份间差异性复杂, 此处说明从略。

2.3.2 子球根系长度、根基粗度及根系数量性状方差分析和多重比较 表 2 数据综合表明, 红花石蒜子球根基粗度和根系数量在月份间的方差分量贡献率达到 94% 以上, 说明生长发育期间无性繁殖对根基粗度和根系数量的影响差异极显著; 根系长度方差分量贡献率仅有 76.94%, 可知生长发育期内方差分量接近总体的 1/4 水平。

多重比较表明红花石蒜 9 月的子球根系数量与其他月份均呈现极显著差异, 4、5、7、3 月子球萌发的

根系数量间不存在极显著差异, 但与其他月份间存在 1% 水平极显著差异, 剩下的月份间根系数量差异性较为复杂。11、10、8 月的根基粗度与其他月份间存在 1% 水平极显著差异, 但 11、10、8 月间及其他月份之间无显著差异。根系长度呈现两个层次的差异, 1 月与 9、4、3 月间存在 1% 水平的极显著差异, 其他月份间不存在极显著水平的差异, 但 9 月与 11、12 及 1 月的根系长度之间存在 5% 水平的显著差异, 1 月与 9、4、3、8、5 月间也存在 5% 水平的显著差异。

### 3 小结与讨论

#### 3.1 生长发育期与无性繁殖系数的关系

红花石蒜是石蒜类植物中垂直和水平分布幅度最大的种类,从我国东部沿海一直延伸到西部海拔 2 700 m 高的山地<sup>[17]</sup>,并从我国南方的广西、广东到北方的黑龙江、甘肃等省区均有分布,自然分布量较大<sup>[16-7]</sup>,目前工业制药上常以其作为主要原料,人工驯化培育也采集其野生资源。

野外调查发现红花石蒜自然繁殖系数不高,在 1.00~2.00 之间,依靠自然繁殖显然难以达到制药和园林生产对其资源规模的需求。本文研究结果显示,在不同生长发育期用八分法对红花石蒜进行无性繁殖,无性繁殖系数呈现双高峰,其值则在 0.80~6.80 之间变动。这一结果与姚青菊等<sup>[25]</sup>切片繁殖系数在 8.58~12.44 之间有一定差别,因其所用物种及切割时间不详,故难以横向比较;但与张露等<sup>[23]</sup>对石蒜基底进行三刀和二刀切割繁殖系数 1.84~2.64 相比,除开花期以外,其他生长发育期无性繁殖系数均高于此值。

本文试验过程中,在不同生长发育期分别进行红花石蒜无性繁殖,为保证调查子球的生物学性状相对稳定,特别是防止子球在快速生长期从培育介质中吸收养分,而使子球性状数据差异过大,特意采用珍珠岩作为基质,既容易保持球体湿度,又减少异养环境对子球影响,进而减少试验误差。红花石蒜子球形成时,由母球提供养分,母球所处生长发育期不同,球体内积累养分也不一样,母球所处的生长发育期是影响子球鲜质量的重要制约因子;母球本身质量差异也大,在一定程度上也影响着子球鲜质量。但本次试验没有开展母球质量和子球质量相关性研究。

从无性繁殖系数角度来看,本次研究初步认为红花石蒜适宜繁殖的生长发育期是休眠期的 6 月、7 月及旺盛生长初期的 9 月。

#### 3.2 生长发育期与子球生物学性状的关系

植株和器官生长速率会随着昼夜和季节的变化而有规律地变化,因为昼夜和一年四季中,光照、温度、水分等影响植物生长的外界因素不同<sup>[26]</sup>。石蒜是典型的夏眠植物,夏季炎热很不利于其生长,一般处于休眠期状态,直到秋冬来临<sup>[17]</sup>。夏眠石蒜与其他植物一样在不同生长发育期发生相应生理活动,其球体营养成分积累和消耗也发生相应变化。无性繁殖时,子球形成过程必然向母球吸取营养,母球生

理活动的变化直接影响子球形成和营养状况。姚青菊等就切片方法和扦插基质对子球鲜质量影响进行研究时,认为利用四分法获得的子球鲜质量和子球根系数量极显著大于两个八分法,母球保存在基质为砂 珍珠岩 泥炭土 = 1 1 1 上的子球鲜质量,显著优于保存在基质为砂 蛭石 泥炭土 = 1 1 1 上的子球鲜质量<sup>[25]</sup>。

本研究发现在不同生长发育期间获得的红花石蒜子球鲜质量、最大直径、子球高度等 6 个生物学性状相对差异均呈现复杂情况,但都表现为 1% 水平的极显著差异。

综合子球各性状指标的均值及分布幅度,认为要获得较大鲜质量的红花石蒜子球应是旺盛生长初期的 9 月和生长后期的 4 月,获得较大直径的子球宜在 6、7、9 和 4 月无性繁殖,获得根系发育良好的子球,则宜在 3—7 月和 9 月开展无性繁殖,这时获得的子球根系数量和根基粗度均较好,极有利于其从外界吸收养分。本次试验中,7 月无性繁殖的子球鲜质量不是特别理想,主要原因是:调查时间离切割日期仅有 3 个月,子球从母体分化出来的时间不长,还未完全剥离母体,母球有一定的硬度,还没有完全腐烂,说明其养分未完全被子球吸收利用。4 月无性繁殖系数较低,子球鲜质量、直径大小及根系等适合发育的性状均较好,能为子球快速生长奠定优越的基础。从根系萌发数量、分布幅度和根系长度的数据均看出,10—1 月及开花期的 8 月形成一个相对低迷期,气温过低及开花期使根系萌发和生长均受到显著的影响,无性繁殖应避免在此生长发育期内进行。因此,休眠期的 6、7 月,旺盛生长初期的 9 月及生长后期的 4 月是红花石蒜适宜的无性繁殖季节。

#### 参考文献:

- [1] 顾 萍,金庆文. 氢溴酸加兰他敏治疗阿尔茨海默病疗效观察 [J]. 实用老年医学, 2000, 14 (6): 307 - 308
- [2] Wilcock G K, Lilienfeld S, Gaens E. 加兰他敏治疗轻至中度阿尔茨海默病人的有效性及安全性: 多中心随机对照试验 [J]. 殷 剑,译. 英国医学杂志 (中文版), 2001, 4 (4): 224
- [3] 袁志敏, Erkinjuntti T. 加兰他敏治疗血管性痴呆及阿尔茨海默病疗效分析 [J]. 国外医学: 老年医学分册, 2003, 24 (6): 287
- [4] 孙秀琴, 张凤莲. 加兰他敏治疗阿尔茨海默病的研究 [J]. 河南医药信息, 2003, 24 (4): 63
- [5] 邓传良, 周 坚. 石蒜属植物生物碱研究概况 [J]. 中国野生植物资源, 2004, 23 (6): 13 - 14
- [6] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 16 卷 第 1 分册 [M]. 北京: 科学出版社, 1989: 16 - 17

- [7] 杨志玲,谭梓峰. 石蒜资源的开发利用和繁育研究建议 [J]. 经济林研究, 2003, 21(4): 97 - 99
- [8] 杨志玲,冯刚利,谭梓峰,等. 红花石蒜 ISSR - PCR 反应体系的建立 [J]. 林业科学研究, 2006, 19(4): 509 - 512
- [9] 杨旭,谭梓峰,杨志玲,等. 钴离子 ( $Co^{2+}$ ) 对忽地笑切花瓶插衰老生理的影响 [J]. 林业科学研究, 2007, 20(3): 433 - 436
- [10] 杨志玲,谭梓峰,杨旭,等. 施肥对红花石蒜物质积累和分配的影响 [J]. 中南林学院学报, 2006, 26(6): 150 - 154
- [11] 鲍海鸥,陈波红. 石蒜属植物资源的开发利用 [J]. 中国野生植物资源, 2000, 19(5): 31 - 32
- [12] 黄宗春,胡一民. 安徽野生石蒜的种质资源与开发利用 [J]. 中国林副特产, 1997, 总 42 期 (3): 46 - 47
- [13] 许荣彦. 优良的地被植物——石蒜类 [J]. 江苏林业科技, 1989, 16(4): 49 - 50
- [14] 林中箴,俞志洲,阮斌. 石蒜属植物资源的开发利用 [J]. 杭州植物园通讯, 1988(1): 21 - 26
- [15] 沈明山,陈睦传,徐金森,等. 石蒜的人工栽培 [J]. 厦门科技, 1999(2): 21 - 22
- [16] 秦卫华,周守标,汪恒英,等. 石蒜属植物的研究进展 [J]. 安徽师范大学学报, 2003, 26(4): 385 - 390
- [17] 王仁师. 关于石蒜属的生态地理 [J]. 西南林学院学报, 1990, 10(1): 41 - 48
- [18] 张露,蔡友铭,诸葛强,等. 石蒜属种间亲缘关系 RAPD 分析 [J]. 遗传学报, 2002, 19(10): 915 - 921
- [19] 邓传良,周坚. 长筒石蒜花被片 DNA 的提取及 ISSR 体系的建立 [J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(2): 257 - 261
- [20] Mustafa N R, Rhee K, Veipoorte R. 用 HPLC 法快速测定石蒜科植物中的加兰他敏 [J]. 靳朝东,译. 国外医药: 植物药分册, 2005, 20(1): 26
- [21] 吴芳丽,李爱珍,毛慧芳. RP-HPLC 测定石蒜中加兰他敏含量 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(7): 523 - 525
- [22] 张露,曹福亮. 石蒜属植物栽培技术研究进展 [J]. 江西农业大学学报, 2001, 23(3): 375 - 378
- [23] 张露,王光萍,曹福亮. 石蒜类植物无性繁殖技术 [J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2002, 26(4): 1 - 5
- [24] 李玉萍,张庆峰,汤庚国. 石蒜 (*Lycoris radiata*) 种球的繁殖试验 [J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2005, 29(2): 103 - 105
- [25] 姚青菊,夏冰,彭峰. 石蒜鳞片切片扦插繁殖技术 [J]. 江苏农业科学, 2004(6): 108 - 110
- [26] 李合生. 现代植物生理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 299 - 300