

重楼种子萌发因素分析^{*}

冼康华, 付传明, 苏江, 黄宁珍, 何金祥^{**}

(广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西喀斯特植物保育与恢复生态学重点实验室, 广西桂林 541006)

摘要:本研究探索影响重楼(*Paris polyphylla*)种子萌发的因素, 为重楼快速育苗提供理论基础。实验利用不同浓度植物激素和变温层积方式对重楼种子进行处理, 统计种子的萌发时间及萌发率。结果显示, 不同浓度赤霉素(GA₃)处理对种子萌发率无显著差异, 而种子来源不同对种子萌发率有极显著的影响; 3种变温层积方式下重楼种子均有萌发, 变温层积对华重楼和滇重楼种子萌发时间和萌发率的影响并不显著, 而种子来源对萌发时间和萌发率的影响极显著。因此, 外加GA₃、不同的层积方式和变温处理均不能明显改善其萌发特性, 种子的萌发时间和萌发率高低与种子来源显著相关。

关键词:重楼 种子 赤霉素 温度 层积 发芽率

中图分类号: Q945 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2020)01-0083-07

0 引言

重楼(*Paris polyphylla*)是百合科(Liliaceae)重楼属(*Paris*)多年生草本植物的统称, 是一类全草入药的野生名贵中药材, 药用历史悠久, 在古代的中药材典籍中常称为重台、重楼一支箭、重楼金线、三层草、蚤休、紫河车、铁灯台、七叶一枝花、草甘遂等^[1-3]。现李恒系统中, 全世界重楼属植物约有26种, 12变种, 2变型, 我国有19种^[4], 在浙江、江苏、江西、福建、安徽、湖北、四川、云南、广西、贵州等地均有分布^[5-6], 目前中国药典收录使用的重楼正品药源是云南重楼(滇重楼)[*Paris polyphylla* Smith var. *yunnanensis* (Franch.) Hand. -Mazz]或七叶一枝花(华重楼)[*Paris polyphylla* Smith var. *chinensis*

(Franch.) Hara]的干燥根茎。

重楼个体小、生长慢、成药期长(7—10年)。近年来, 随着中医药临床用药和中成药的开发, 对重楼的需求大量增加, 消耗量远超其野生资源的生长量, 在主产区还出现滥采乱挖现象, 导致其野生资源日渐枯竭, 价格不断上涨^[4, 7-8]。由于重楼自然资源日趋减少, 加之其经济、药用价值越来越受到人们的重视, 许多企业和科研单位已开展药用重楼人工生产与科研方面的工作。重楼通常采用根茎繁殖, 但种源稀缺且用量大, 难以满足市场需求。种子繁殖是重楼人工繁育的三大途径之一, 也是目前我国重楼产业中种苗繁育的主要方式。虽然重楼种子产量大, 但由于重楼种子具有“二次休眠”特性, 种子发芽周期长, 发芽率低, 并且出苗时间不一致, 出苗不整齐, 严重制约重楼

^{*} 广西喀斯特植物保育与恢复生态学重点实验室自主课题项目(16-A-03-03)和桂林市科学研究与开发计划项目(20170227)资助。

【作者简介】

冼康华(1988—), 男, 助理研究员, 主要从事植物生物技术和珍稀濒危植物保育研究, E-mail: 294258305@qq.com。

【**通信作者】

何金祥(1968—), 男, 研究员, 主要从事植物引种栽培及生物防治研究, E-mail: hejinxiang@gxib.cn。

【引用本文】

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20200317.004

冼康华, 付传明, 苏江, 等. 重楼种子萌发因素分析[J]. 广西科学院学报, 2020, 36(1): 83-89.

XIAN K H, FU C M, SU J, et al. Analysis of Influencing Factors of Seed Germination in *Paris polyphylla* [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2020, 36(1): 83-89.

产业的发展。近年来关于如何快速促进重楼种子萌发的研究已有不少报道。重楼种皮中含有萌发抑制物,不利于种子萌发,生产上多采用湿沙或草木灰^[5]混合的方法搓去外种皮。张旺凡等^[9]以井冈山地区野生七叶一枝花种子为材料,采用细沙层积冷藏变温处理后再用 50—100 mg/L 的赤霉素(GA₃)处理 24 h,以细沙为基质,在 20℃ 温度下催芽 60 d 后可使发芽率达到 90% 以上。熊飞^[10]采取相似的方法处理七叶一枝花种子,播种后 2 个月左右即可陆续出苗,出苗率达 80% 以上,高者可达 90%。李晓冬^[11]研究发现适宜的层积条件对华重楼种子的萌发具有决定性的影响,华重楼种胚先用 100 mg/L 的赤霉素浸泡 24 h,再在 18—20℃ 中层积 45 d、4℃ 中层积 30 d、18—20℃ 中层积 75 d 时的萌发用时最短,效果最好,为华重楼种子萌发的最适条件;而最适宜的赤霉素浓度为 100 mg/L,高浓度的赤霉素(200 mg/L)反而会抑制华重楼种胚的发育。刘忠辉等^[12]的研究结果表明,2 500 mg/L GA₃ 处理七叶一枝花 48 h,平均发芽率为 50%,萌动时间为 53 d。除外加赤霉素、变温层积之外,李海明等^[13]采用 100 μmol/L 硝普钠处理种子,比对照提前 20 d 萌发。姜美杰等^[14]则认为华重楼生产上宜采用冷冻法去除种子外种皮,使用 0.001% 浓度的 H₂O₂ 浸种 14 h 后于 18℃ 蛭石中层积,效果最好。也有研究表明,在播种前使用多菌灵浸泡 1 h,发芽时间比不浸泡减少 3—4 个月的时间,发芽率达到 85%^[15]。不同的研究人员虽然研究结果不一致,但都表明激素和湿润层积对种子休眠解除和萌发促进具有重要作用,也表明重楼种子萌发是一个复杂的过程,影响其萌发的关键因子有待深入探索。本研究选取不同来源的滇重楼和华重楼种子,利用变温层积和植物激素进行处理,探索不同因素不同处理方式对不同来源重楼种子萌发的影响,以期为重楼的产业化推广应用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

以不同来源的华重楼 3 份(分别来自:桂林恭城,四川泸州,桂林灵川)和滇重楼 3 份(分别来自:桂林恭城,云南低海拔地区,四川泸州)种子为材料(表 1)。种子收集时间:10 月中旬至 11 月末,选取的种子果皮变黄开裂,去皮容易,种子饱满。

表 1 供试的重楼种子信息

Table 1 Test seeds' information of *Paris polyphylla*

收集地点 Collection place	收集时间 Collection time	千粒质量 Thousand seeds weight (g)
桂林恭城 Gongcheng, Guilin	2017-10-14	65.96±0.72
四川泸州 Luzhou, Sichuan	2017-10-15	40.69±0.52
桂林灵川 Lingchuan, Guilin	2017-11-29	35.32±0.28
桂林恭城 Gongcheng, Guilin	2017-10-14	65.78±0.72
云南低海拔地区 Low altitude region of Yunnan	2017-11-23	43.15±0.40
四川泸州 Luzhou, Sichuan	2017-11-22	40.45±0.48

1.2 方 法

1.2.1 赤霉素(GA₃)对重楼种子萌发的影响

用草木灰拌沙子小心搓洗掉种子红色外种皮后,用 1 000 倍丰田化工生产的枯萎根腐特效灵浸泡 1 min,清水洗净,晾干后用 0,50,100,150,200,400,600,800 mg/L 的 GA₃ (国药集团化学试剂有限公司)浸泡 24 h,之后将种子与沙子按 1:5 的体积比例拌匀并置于花盆内,放置于通风凉爽处催芽,保持沙子的湿度在 30%—40% (用手抓一把沙子紧握成团,松开即散为宜)。每个处理 200 粒种子,3 次重复。处理后每隔 30 d 观测一次,连续观测 15 个月,记录发芽种子数,统计发芽率,发芽率=发芽数/试验播种量(粒)×100%。

1.2.2 变温层积对重楼种子萌发的影响

以来自四川泸州的华重楼、滇重楼和桂林灵川县海洋乡华重楼种子为材料,用草木灰拌沙子小心搓洗掉种子红色外种皮后,用 1 000 倍丰田化工生产的枯萎根腐特效灵浸泡 1 min,清水洗净后用去离子水浸泡 24 h,按如下 3 种方式进行湿沙层积:①种子与沙子按 1:1(V:V)层积后,通过 5℃ 2 个月、20℃ 1 个月、5℃ 2 个月处理后,置于室外通风处催芽;②种子与沙子按 1:5(V:V)层积后,通过 5℃ 2 个月、20℃ 1 个月、5℃ 2 个月处理后,置于室外通风处催芽;③种子与沙子按 1:5(V:V)层积后,直接置于室外通风处催芽,作为对照。上述各处理保持沙子的湿度为 30%—40%。每个处理使用种子 200 粒,3 次重复。每隔 30 d 观测一次,连续观测 15 个月,统计发芽率,发芽率=发芽数/试验播种量(粒)×100%。

1.3 统计学分析

试验测得所有数据均采用 Excel 2003 处理, 用 SPSS Statistics 19.0 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 赤霉素(GA₃)对重楼种子萌发的影响

用不同浓度的 GA₃ 对不同来源的华重楼和滇重楼种子进行处理, 结果发现 6 种不同来源的华重楼和滇重楼种子中, 仅四川泸州华重楼、四川泸州滇重楼种子和桂林灵川华重楼种子能够萌发, 发芽率分别为 66.5%—73.0%、72.5%—86.0% 和 75.5%—83.0%。其中四川泸州华重楼和四川泸州滇重楼种子 100 d 后观测到萌发(图 1 a、c), 桂林灵川华重楼 11 个月才开始有萌动、12 个月后大量萌发, 其他种子

未见萌发, 具体发芽率见表 2。采用 SPSS19.0 分析不同来源、GA₃ 浓度对发芽率的影响, 结果可知, 来源的 $F=29.872, P=0.000 < 0.01$, 差异极显著; 赤霉素浓度的 $F=1.387, P=0.285 > 0.05$, 差异不显著, 表明来源不同对种子的萌发有极显著的影响, 而赤霉素影响不显著(表 3)。进一步对不同来源的种子萌发率进行多重比较, 结果如表 4 所示, 从中可知来源 3(桂林灵川华重楼)与来源 1(四川泸州华重楼)、2(四川泸州滇重楼)的发芽率有显著差异, 来源四川泸州的发芽率显著高于来自桂林灵川的, 而来源 1(四川泸州华重楼)与来源 2(四川泸州滇重楼)无显著差异。说明不同浓度的 GA₃ 处理对供试的华重楼和滇重楼种子萌发时间和萌发率的影响并不显著, 而种子来源对萌发时间和萌发率的影响极显著。



图 1 不同来源重楼种子萌发结果

Fig. 1 Germination results of different *Paris polyphylla* seeds

表 2 赤霉素(GA₃)对重楼种子萌发的影响

Table 2 Effects of gibberellin on seed germination of *Paris polyphylla*

GA ₃ 浓度 Gibberellin concentration (mg/L)	发芽率 Germination rate (%)					
	华重楼 <i>Paris polyphylla</i> Smith var. <i>chinensis</i>			滇重楼 <i>Paris polyphylla</i> Smith var. <i>yunnanensis</i>		
	桂林恭城 Gongcheng, Guilin	四川泸州 Luzhou, Sichuan	桂林灵川 Lingchuan, Guilin	桂林恭城 Gongcheng, Guilin	云南低海拔地区 Low altitude area in Yunnan	四川泸州 Luzhou, Sichuan
0	0	79.5±1.1	68.5±0.4	0	0	80.5±0.7
50	0	80.5±0.4	67.0±2.9	0	0	78.0±0.8
100	0	72.5±1.9	67.0±0.8	0	0	75.5±1.1
150	0	80.0±1.6	73.0±1.4	0	0	79.0±1.2
200	0	76.5±1.1	68.0±1.6	0	0	83.5±1.2
400	0	73.0±0.8	69.0±0.8	0	0	80.0±1.0
600	0	86.0±1.4	66.5±0.4	0	0	78.5±0.7
800	0	75.0±0.8	66.5±1.2	0	0	76.0±0.7

表 3 来源和赤霉素浓度对发芽率的方差分析结果(因变量:发芽率)

Table 3 ANOVA results of sources and gibberellin concentration (Dependent variable: Germination rate)

变异来源 Source of variation	Ⅲ型平方和 SS Type III sum of squares	自由度 df	均方 MS Mean square	F 值 F value	显著性 Sig.
校正模型 Corrected model	648.094 ^a	9	72.010	7.717	0.000
截距 Intercept	134 925.010	1	134 925.010	14 458.556	0.000
来源 Source	557.521	2	278.760	29.872	0.000
赤霉素浓度 Gibberellin concentration	90.573	7	12.939	1.387	0.285
误差 Error	130.646	14	9.332		
总和 Total	135 703.750	24			
校正总和 Corrected total	778.740	23			

注:“a”表示 $R^2=0.832$ (调整 $R^2=0.742$)

Note: "a" means $R^2=0.832$ (adjust $R^2=0.742$)

表 4 不同来源间发芽率均数的两两比较(S-N-K 法)

Table 4 Pairwise comparison of mean germination rates between different sources (Student-Newman-Keuls)

来源 Source	N	子集 Subset	
		1	2
1	8	77.875	—
2	8	78.875	—
3	8	—	68.188
Sig.		0.523	1.000

2.2 变温层积对重楼种子萌发的影响

从表 5 可知,3 种层积方式中重楼种子均有萌发。其中,四川泸州华重楼种子萌发率最高的是处理③(CK),萌发率为 83%;四川泸州滇重楼种子萌发率最高的是处理②,萌发率为 82%;桂林灵川华重楼萌发率最高为 60%,以处理②最佳(图 1b)。四川泸州华重楼、滇重楼对照处理于层积 3 个月左右便可观测到种子的萌发,而经变温处理的种子在处理完后 50 d 可陆续观测到种子的萌发;桂林灵川华重楼则在 13 个月后才有种子的萌发,且萌发率相对偏低,此外,观测时部分种子消失,可能是较长的沙藏时间导致部分种子因某些因素腐烂死亡。采用 SPSS19.0 分析不同来源、不同层积方式对发芽率的影响,结果

如表 6 所示。从表 6 中可知,来源 $F=74.776$, $P=0.001<0.01$,差异极显著;不同层积方式 $F=0.276$, $P=0.772>0.05$,差异不显著。表明在种子层积处理时种子的来源对发芽率影响极显著,而层积方式影响不显著。进一步对不同来源的种子萌发率进行多重比较,发现来源 3(桂林灵川华重楼)与来源 1(四川泸州华重楼)、2(四川泸州滇重楼)有显著差异,而来源 1(四川泸州华重楼)与来源 2(四川泸州滇重楼)无显著差异(表 7)。结果表明变温层积对华重楼和滇重楼种子萌发时间和萌发率的影响并不显著,而种子来源对萌发时间和萌发率的影响极显著。

表 5 变温层积方式对重楼种子萌发的影响

Table 5 Effects of stratification methods on seed germination of *Paris polyphylla*

处理 Treatment	发芽率 Germination rate (%)		
	四川泸州华重楼 <i>Paris polyphylla</i> Smith var. <i>chinensis</i> from Luzhou, Sichuan	四川泸州滇重楼 <i>Paris polyphylla</i> Smith var. <i>yunnanensis</i> from Luzhou, Sichuan	桂林灵川华重楼 <i>Paris polyphylla</i> Smith var. <i>chinensis</i> from Lingchuan, Guilin
①	80.0±0.4	81.5±0.4	58.5±1.5
②	79.5±1.8	82.0±2.2	60.0±1.6
③(CK)	83.0±0.7	76.5±0.4	57.5±1.1

表6 来源和层积方式对发芽率的方差分析结果(因变量:发芽率)

Table 6 ANOVA results of source and stratification methods (Dependent variable: Germination rate)

变异来源 Source of variation	Ⅲ型平方和 SS Type III sum of squares	自由度 df	均方 MS Mean square	F 值 F value	显著性 Sig.
校正模型 Corrected model	950.667 ^a	4	237.667	37.526	0.002
截距 Intercept	48 180.250	1	48 180.250	7 607.408	0.000
来源 Source	947.167	2	473.583	74.776	0.001
层积方式 Lamination method	3.500	2	1.750	0.276	0.772
误差 Error	25.333	4	6.333		
总和 Total	49 156.250	9			
校正总和 Corrected total	976.000	8			

注:“a”表示 $R^2=0.974$ (调整 $R^2=0.948$)

Note: "a" means $R^2=0.974$ (adjust $R^2=0.948$)

表7 不同来源间发芽率均数的两两比较(S-N-K法)

Table 7 Pairwise comparison of mean germination rates between different sources (Student-Newman-Keuls)

来源 Source	N	子集 Subset	
		1	2
1	3	80.000	—
2	3	80.833	—
3	3	—	58.667
Sig.		0.706	1.000

3 讨论

重楼种子发芽周期长,发芽率低,且种子具有休眠性。影响重楼种子萌发的因素有温度、光照、内源激素、外源生长调节剂、超声波、紫外线等,外部培养条件改变、内源激素变化、内源酶变化等都会影响种子发芽这一复杂过程。因此,开展对重楼种子萌发影响的研究有较大的实践意义。本研究利用植物激素和层积变温对不同来源的滇重楼和华重楼种子进行处理,结果发现外加赤霉素(GA_3)、不同的层积和变温处理均不能显著改善华重楼和滇重楼种子的萌发特性,种子的萌发时间和萌发率高低与种子来源显著相关。有研究表明,在适温条件下,由于重楼种子内部各种激素水平处于平衡状态,外源赤霉素对重楼种子的二次发育没有明显促进作用^[16-17],本研究可能正是由于重楼种子内部各种激素处于平衡状态,导致赤霉素处理不能促进种子的萌发。重楼种子适宜的形

态后熟条件为 18—20℃ 的湿润层积,0—10℃ 的湿润层积有助于打破种子的生理休眠。因此,通过二次变温层积应可以促进重楼种子的萌发。在本研究中,变温处理并未能显著提高种子的萌发率,不经变温处理的对照四川重楼种子在层积 3 个月左右即可观测到种子萌发,而变温层积的种子(变温处理时间+观测到萌发的时间)共需 200 d 左右种子才开始萌发,萌发所需时间比对照处理更长。分析认为可能是所选的重楼种子不存在或是存在时间极短的生理休眠,故无需低温打破种子生理休眠;又由于低温会使重楼种子内赤霉素的含量下降^[18],可能打破了重楼种子内部各种激素的平衡状态,使得种子需要更长的萌发时间。

王艳芳等^[16]研究不同种子来源对种子萌发的影响,发现主要由于成熟度的差异,不同来源种子的萌发及胚根生长情况差异明显。本研究选取的种子均为果实成熟后果皮裂开的种子,成熟度差异不大,可以排除种子成熟度的影响。另有研究表明,由于各产地间的温度、光照、降水量、土壤等环境条件各不相同,为适应不同的环境条件,植物可能产生一些遗传变异,并将稳定的遗传变异反映在种子品质上^[19],最终造成不同产地来源的种子萌发不同。朱艳霞等^[20]在研究滇重楼种子形态及发芽特性的产地差异时发现,不同产地的滇重楼种子萌发不同,并将 20 个产地的滇重楼种子划分为 3 类,第 1 类来源于贵州六盘水和云南文山,特点是籽粒小、发芽率低;第 2 类主要来源于广西百色、云南文山,特点是籽粒大、发芽率中等

水平;第3类产地包括云南西北部和中部,特点是籽粒中等大小、种子发芽率偏高。本研究选取的6份种子产地分别为广西、云南、四川等重楼主产区,其中来源四川泸州的滇重楼及华重楼,籽粒中等,种子萌发率最高;桂林灵川华重楼,籽粒小,种子萌发率中等;而所选的桂林恭城重楼及云南低海拔地区的滇重楼,籽粒大,种子未能萌发。经统计分析发现四川泸州华重楼、四川泸州滇重楼的发芽率及发芽时间无显著差异,而桂林灵川华重楼与四川泸州重楼种子的发芽率及发芽时间差异极显著。在后续的种质资源收集和种子萌发实验中,发现收集到的云南文山高杆滇重楼种子当年11月与湿沙混合,在室温下贮藏,保持湿度,第二年3月观测,已有大量种子萌发。上述结果表明,重楼种子的萌发时间和萌发率存在明显的地域差异,为适应不同的环境条件,不同产地的重楼可能产生某些遗传变异,造成不同产地来源的种子萌发不同。本研究中种子的萌发时间和萌发率高低与来源显著相关。

本研究未能找到外源激素、层积方式、温度条件等促进重楼种子萌发的明显证据,可能是未找到合适的处理方式或条件,至于这些因素是否能够真正促进重楼种子萌发,则需要更多来源的种子以及更加详细的实验来进一步验证。在自然条件下,滇重楼种子需要两冬一夏才能萌发,15个月的出苗率仅为46.2%^[21],大量种子在漫长的休眠期间丧失了生命力。本研究中四川泸州华重楼、滇重楼,以及后续收集到的云南文山高杆滇重楼,种子只需3-4个月的湿沙贮藏,即可大量萌发,极大缩短了育苗时间,其萌发机理暂未清楚,有待进一步深入研究。因此,研究不同产地的种子萌发特性与质量差异具有重要意义,选择种子萌发快、萌发率高及有效成分含量丰富的优良种质,可以有效缩短重楼育苗时间,有利于促进重楼产业的发展。

4 结论

本研究表明外加赤霉素 GA₃、不同的层积和变温处理均不能明显改善重楼种子的萌发特性,种子的萌发时间和萌发率高低与种子来源显著相关。今后将对更多来源的重楼种子开展萌发研究,进一步验证种子来源与种子萌发的关系。同时,应该开展重楼种子萌发机理的相关研究,探讨更科学有效的方式促进重楼种子的萌发,提高种子发芽率,为规模化种植提供技术支撑。

参考文献

- [1] 叶晓霞. 广西重楼属植物分类学研究及资源现状[D]. 桂林:广西师范大学,2010.
- [2] 张霄霖,刘月蝉. 重楼的研究与应用[J]. 中国中医药科技,2000(5):346-347.
- [3] 武珊珊,高文远,段宏泉,等. 重楼化学成分和药理作用研究进展[J]. 中草药,2004,35(3):344-347.
- [4] 李恒. 重楼属植物[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [5] 龚范武,罗先权,王萍,等. 七叶一枝花种子育苗技术研究[J]. 湖南林业科技,2014,41(1):50-53.
- [6] 汤海峰,赵越平,蒋永培. 重楼属植物的研究概况[J]. 中草药,1998,29(12):839-842.
- [7] 张伟. 七叶一枝花 GAP 林下种植和人工促繁栽培技术研究[J]. 林业调查规划,2011,36(6):125-129.
- [8] 田启建,陈功锡,刘冰,等. 人工栽培七叶一枝花的生物学特征及物候期研究[J]. 湖南农业科学,2010(13):18-20.
- [9] 张旺凡,沈素贞,梁文斌,等. 七叶一枝花种子萌发特性研究[J]. 中国野生植物资源,2013,32(5):16-20.
- [10] 熊飞. 七叶一枝花种子繁殖技术[J]. 科学种养,2017(2):24.
- [11] 李晓冬. 华重楼种子快速萌发研究[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2018.
- [12] 刘忠辉,谢善松,饶宝蓉,等. 影响七叶一枝花种子发芽率的因素探讨[J]. 热带农业科学,2019,39(2):25-28.
- [13] 李海明,李梅香,孟艳艳,等. 外源 NO 对重楼种子活力及超弱发光的影响[J]. 广东农业科学,2019,46(2):32-38.
- [14] 姜美杰,童凯,闫桑,等. 华重楼种子预处理对其萌发特性的影响[J]. 种子,2017,36(4):28-31.
- [15] 朱淳龙. 重楼种子的繁殖及病虫害防治技术[J]. 湖北林业科技,2018,47(5):46-48.
- [16] 王艳芳,唐玲,李荣英,等. 影响滇重楼种子萌发及胚根生长因素的研究[J]. 云南中医学院学报,2012,35(2):28-31.
- [17] 袁理春,陈翠,杨丽云,等. 温度和赤霉素对滇重楼种子二次发育的影响[J]. 种子,2003(5):33-34.
- [18] 孟繁蕴,汪丽娅,张文生,等. 滇重楼种胚休眠和发育过程中内源激素变化的研究[J]. 中医药学报,2006,34(4):36-38.
- [19] 刘志龙,虞木奎,唐罗忠,等. 不同种源麻栎种子形态特征和营养成分含量的差异及聚类分析[J]. 植物资源与环境学报,2009,18(1):36-41.
- [20] 朱艳霞,黄燕芬,柯芳. 滇重楼种子形态及发芽特性的产地差异研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(22):145-148.

[21] 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.

Analysis of Influencing Factors of Seed Germination in *Paris polyphylla*

XIAN Kanghua, FU Chuanming, SU Jiang, HUANG Ningzhen, HE Jinxiang

(Guangxi Key Laboratory of Plant Conservation and Restoration Ecology in Karst Terrain, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: In order to provide a theoretical basis for rapid seeding production of *Paris polyphylla*, the factors that influence the seed germination of *Paris polyphylla* were explored. In the experiment, different plant hormone concentrations and temperature variable stratification methods were used to treat seeds of *Paris polyphylla*, and the seed germination time and germination rate were calculated. The results showed that there was no significant difference in seed germination rate with different concentrations of gibberellin (GA_3) treatment, and different seed sources had a significant effect on seed germination rate. Seeds could germinate when treated with three temperature variable stratification methods. The effect of temperature variable stratification on the seeds germination time and germination rate was not significant, while the source of seed had a significant effect. Therefore, the addition of GA_3 , different stratification and temperature treatment could not significantly improve the germination characteristics of seeds. The germination time and germination rate of seeds were significantly related to the source of seeds.

Key words: *Paris polyphylla*, seed, gibberallin, temperature, stratified, germination rate

责任编辑:米慧芝



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址:<http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch>