

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.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.033

滇重楼种子形态及发芽特性的产地差异研究

朱艳霞,黄燕芬,柯芳

(广西壮族自治区药用植物园/广西药用资源保护与遗传改良重点实验室,广西南宁 530023)

摘要:对 20 个产地滇重楼种子的形态和发芽特性进行研究并聚类分析,为划分种子质量和确定优良种源的引种地提供理论依据。结果表明,20 份滇重楼种子的平均长度、宽度、千粒质量分别为 6.373 mm、4.271 mm、44.54 g,种子质量与大小显著相关;新鲜种子 8 个月的发芽率仅为 11.4%,低温层积种子在 15℃/25℃变温条件下的发芽率为 69.8%,显著高于其他温度处理($P < 0.05$)。聚类分析表明,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。

关键词:滇重楼;种子;发芽率;层积

中图分类号: S567.23+9.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)22-0145-04

滇重楼(*Paris polyphylla* var. *yunnanensis*)的干燥根茎是我国传统名贵中药材重楼的基源之一,具有清热解毒、消肿止痛、凉肝定惊之功效^[1]。近年来,由于人们掠夺式采挖,其野生资源濒临灭绝,已被列为国家二级濒危药用植物和云南省稀缺濒危天然药物^[2-4]。滇重楼种子成熟时胚发育不完整^[5],外种皮和种子中存在种子萌发抑制物^[6-8],内源脱落酸含量高^[9]等是造成其种子休眠的主要原因,去除种皮^[10]、变温层积^[11]、超声波处理^[12]、湿沙层积协同赤霉素处理^[13]、低温层积协同红外光照射^[14]等处理均能解除种子休眠状态,发芽适宜的温度是 18~20℃,适宜的光照是 750~1 500 lx 的弱光,适宜的发芽床是沙^[15-17]。随着滇重楼种子萌发机制的深入研究,野生变家种技术也成功突破,目前云南、四川、贵州、广西、湖南等地均有成功引种栽培滇重楼的报道。随着滇重楼栽培区域的不断扩大,引进地生态环境与原生地环境差异越来越大,但对滇重楼种子的研究主要集中于休眠机理和休眠解除方法,尚未见种子质量的产地变异研究。本试验收集 20 个滇重楼种植基地的成熟种子,测定种子形态和发芽

率,进行聚类分析,揭示产地与种子质量的关系,以期为滇重楼人工栽培过程中种子质量评价、种源质量的产地划分和确定优良种源的引种地提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试滇重楼种子 2016 年 10 月采自云南、贵州、广西等地,将新鲜果实采收后用清水搓洗除去果皮和假种皮得净种子,测定种长、种宽和千粒质量。净种子分成 2 份,1 份直接做发芽试验,1 份低温层积 3 个月后再测发芽率。低温层积方法是将净种子与湿珍珠岩按体积比为 1:3 混合均匀,置于 4℃恒温恒湿条件下保存 3 个月。

1.2 方法

1.2.1 种长和种宽测定 随机选取净种子 20 粒,用电子游标卡尺测定种子纵轴最长处的长度为种长,种子横轴最短处的长度为种宽,取平均值。

1.2.2 千粒质量测定 随机选取净种子 1 000 粒,用电子天平测定质量,4 次重复,取平均值。

1.2.3 发芽率测定 随机选取种子 100 粒,清水冲洗干净,再摆放至内铺 3 cm 厚湿润珍珠岩的发芽盒内,发芽盒置于光照培养箱内,以 15、20、25℃恒温或 15℃/25℃变温,12 h 光—12 h 暗的交替光照条件培养,每隔 15 d 补水保持珍珠岩湿润,置床后每隔 30 d 检查种子发芽率,胚根突破种皮 2 mm

收稿日期:2017-07-07

基金项目:广西科学研究与技术开发计划(编号:桂科能 1598025-35)。

通信作者:朱艳霞(1986—),女,湖南湘潭人,博士,助理研究员,主要从事药用植物种子生物学研究。E-mail:zyx.1002@163.com。

农业学报,2013,25(1):49-51。

[3] 王德芳,郑志勇.野生牵牛花在园林绿化中的组合应用[J].北京园林,2007,23(4):22-23。

[4] 刘建敏.垂直绿化的优良花卉——牵牛花[J].绿化与生活,2002(2):22。

[5] 沈大刚,周奎.安康市中心木本地被植物的评价研究[J].陕西农业科学,2013(2):49-50。

[6] 朱继军,奉树成,陈必胜.晚樱品种的引种与筛选[J].中国园艺文摘,2015(5):1-3。

[7] 陈欢.立体绿化在园林的应用浅谈[J].现代园艺,2017(11):123。

[8] 朱开元,刘慧春.城市立体绿化的应用与植物选择[J].北方园艺,2012(2):107-108。

[9] 马华青.立体绿化在城市绿化中的应用和发展[J].中国园艺文摘,2014(9):90-92。

[10] 陆小平,王杰青,宋中梅,等.裂叶牵牛花颜色变异株后代的表型分析[J].分子植物育种,2005,3(1):71-74。

[11] 张汉尧.云南牵牛花地理群多样性演化、遗传基础和重瓣基因标记的研究[D].海口:华南热带农业大学,2006:1-5。

[12] 姚悦梅,潘跃平.悬垂牵牛花新品种“紫云”的选育[J].上海农业学报,2016,32(6):163-166。

视为萌发,4 次重复。

1.3 数据统计和分析

使用 Microsoft Excel 2007 对数据进行记录整理,SPSS 18.0 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同产地滇重楼种子大小和质量

从表 1 的结果可见,20 份滇重楼种子的平均长度、宽度、千粒质量分别为 6.373 mm、4.271 mm、44.54 g。种长最小的是 S₃,最大的是 S₁₂,分别为 5.964 mm 和 7.160 mm。种宽最小的是 S₁₄,最大的是 S₁₂,分别为 4.036 mm 和 4.648 mm。千粒质量最小的是 S₁,最大的是 S₅,分别为 34.35 g 和 51.36 g。由表 2 的相关性分析结果可知,种长与千粒质量显著相关,种宽与千粒质量极显著相关。

表 1 滇重楼种子大小和质量

种子编号	产地	长度 (mm)	宽度 (mm)	千粒质量 (g)
S ₁	贵州六盘水	6.184e	4.213bc	34.35d
S ₂	云南文山	6.118ef	4.213bc	41.83c
S ₃	云南文山	5.964f	4.125c	44.85bc
S ₄	云南文山	6.924b	4.595a	50.76b
S ₅	云南文山	6.335de	4.328b	51.36a
S ₆	云南文山	6.324de	4.201bc	36.71cd
S ₇	云南文山	6.374de	4.283bc	42.29c
S ₈	云南文山	6.305de	4.191bc	46.77bc
S ₉	云南文山	6.106ef	4.189bc	47.58bc
S ₁₀	云南楚雄	6.136ef	4.195bc	47.78bc
S ₁₁	广西百色	7.007ab	4.596a	49.05bc
S ₁₂	广西百色	7.160a	4.648a	50.21b
S ₁₃	广西百色	6.473d	4.125c	45.32bc
S ₁₄	云南昆明	6.152ef	4.036c	40.97c
S ₁₅	云南西双版纳	6.217e	4.156bc	44.75bc
S ₁₆	云南省保山	6.695c	4.580a	49.85b
S ₁₇	云南临沧	6.259e	4.166bc	42.59c
S ₁₈	云南德宏	6.262e	4.288bc	41.90c
S ₁₉	云南临沧	6.245e	4.163bc	41.12c
S ₂₀	云南临沧	6.219e	4.119c	40.70c
平均值		6.373	4.271	44.54
标准差		0.323	0.183	4.70

注:同列数据后不同小写字母代表 0.05 水平差异显著。下同。

表 2 种子形态的相关性分析

指标	相关系数		
	长度	宽度	千粒质量
长度	—	0.902 **	0.546 *
宽度		—	0.612 **
千粒质量			—

注:“**”表示在 0.01 水平上(双尾)相关性显著,“*”表示在 0.05 水平上(双尾)相关性显著。

2.2 不同产地滇重楼新鲜种子的发芽率

新鲜种子直接点播于珍珠岩发芽床,25 ℃恒温条件下测得的发芽率结果见表 3。由表 3 可知,滇重楼新鲜种子培养 5 个月未见种子萌发;第 6 个月发芽率为 2.2%,其中 S₁ 发芽率最高,为 4.5%,与 S₃、S₅、S₆ 无显著差异,但显著高于其他 16

个采集地的种子($P<0.05$);第 7 个月发芽率提高至 5.2%,其中 S₂ 发芽率最高,为 7.5%,显著高于 S₁₄、S₁₈ ($P<0.05$),但与其他 17 个采集地的无显著差异;第 8 个月发芽率增至 11.4%,其中 S₁₀ 发芽率最高,为 16.0%,S₈ 发芽率最低,仅为 9.5%,显著低于 S₅、S₁₀、S₁₃ 号 ($P<0.05$),但与其他 16 个采集的种子无显著差异。结果说明,未低温层积处理的新鲜种子发芽率较低,发芽时间长,20 份种子中除发芽率较低的 S₈ 和发芽率较高的 S₅、S₁₀、S₁₃ 外,其他多数种子的发芽率无显著差异。

表 3 滇重楼新鲜种子发芽率

种子编号	发芽率(%)			
	150 d	180 d	210 d	240 d
S ₁	0	4.5a	5.8ab	10.5bcd
S ₂	0	2.3bcde	7.5a	9.8cd
S ₃	0	3.0abcd	5.8ab	11.3bcd
S ₄	0	2.5bcde	5.0ab	10.8bcd
S ₅	0	3.3abc	5.0ab	12.8bc
S ₆	0	4.0ab	6.5ab	10.3bcd
S ₇	0	1.8cde	5.5ab	10.8bcd
S ₈	0	2.0cde	4.8ab	9.5d
S ₉	0	1.0e	5.5ab	11.5bcd
S ₁₀	0	1.8cde	4.5ab	16.0a
S ₁₁	0	2.3bcde	5.3ab	11.3bcd
S ₁₂	0	2.5bcde	5.8ab	10.8bcd
S ₁₃	0	1.5cde	5.8ab	13.3ab
S ₁₄	0	1.3de	4.0b	11.5bcd
S ₁₅	0	1.5cde	4.5ab	12.0bcd
S ₁₆	0	1.3de	5.0ab	12.5bcd
S ₁₇	0	1.8cde	4.5ab	11.3bcd
S ₁₈	0	1.8cde	4.3b	10.3bcd
S ₁₉	0	1.8cde	4.5ab	10.3bcd
S ₂₀	0	2.0cde	5.0ab	12.0bcd

2.3 不同产地滇重楼种子低温层积后的发芽率

4 ℃恒温恒湿条件下层积 3 个月的滇重楼种子,在 25、20、15 ℃恒温 和 15 ℃/25 ℃变温条件下的发芽率结果见表 4。

发芽培养温度为 25 ℃恒温时:第 2 个月发芽率均值 3.9%,其中 S₂ 发芽率最高,S₁₃ 最低;第 3 个月 S₂ 发芽率最高,为 25.3%,显著高于 S₁、S₃、S₄、S₅ ($P<0.05$),与其他 15 个采集地无显著差异;第 4 个月 S₉ 发芽率最高,为 52.5%,显著高于 S₂ ($P<0.05$),与其他 18 个采集地无显著差异;第 5 个月发芽率最高和最低的分别是 S₂₀ 和 S₆,分别为 62.0% 和 55.3%,20 个采集地之间无显著差异。

发芽培养温度为 20 ℃恒温时:第 2 个月发芽率均值 4.4%;第 3 个月发芽率升至 22.7%,20 个采集地之间无显著差异;第 4 个月 S₂₀ 发芽率最高,为 54.0%,显著高于 S₄、S₇、S₉、S₁₁、S₁₂、S₁₃、S₁₄、S₁₉ ($P<0.05$),与其他 11 个采集地无显著差异;第 5 个月 S₁₇ 发芽率最高,为 65.8%,显著高于 S₃、S₄、S₆ ($P<0.05$),与其他 16 个采集物无显著差异,S₃ 发芽率最低,为 59.0%,显著低于 S₁₇ 和 S₁₉ ($P<0.05$),与其他 17 个采集地之间无显著差异。

发芽培养温度为 15 ℃恒温时:第 2 个月发芽率均值仅为 1.9%;第 3 个月 S₁₂ 发芽率最高,为 15.0%,显著高于 S₁、S₃、

表 4 滇重楼层积种子发芽率

%

种子 编号	25 ℃ 恒温				20 ℃ 恒温				15 ℃ 恒温				15 ℃/25 ℃ 变温			
	60 d	90 d	120 d	150 d	60 d	90 d	120 d	150 d	60 d	90 d	120 d	150 d	60 d	90 d	120 d	150 d
S ₁	3.3ab	18.5cd	47.8ab	58.8a	3.3de	21.3a	52.8ab	63.0abc	1.0b	11.0bcd	25.8a	35.0a	3.3abc	33.0abc	62.8ab	69.8ab
S ₂	5.5a	25.3a	45.5b	59.5a	4.3bcd	24.8a	51.8abc	61.5abc	1.5ab	11.5abcd	22.8a	33.0a	4.5a	35.5a	65.0ab	69.0ab
S ₃	4.0ab	15.3d	47.5ab	55.8a	5.5ab	24.3a	51.3abcd	59.0c	2.5ab	11.0bcd	24.0a	34.5a	3.0abc	31.5abcd	63.5ab	69.5ab
S ₄	4.5ab	19.0bcd	50.0ab	58.8a	4.8bcd	22.5a	48.8bcd	59.8bc	1.5ab	10.5cd	23.0a	37.3a	4.5a	33.8ab	62.8ab	69.0ab
S ₅	3.3ab	14.8d	48.0ab	59.3a	6.5a	22.8a	51.3abcd	60.0abc	3.0a	11.0bcd	21.3a	32.8a	3.0abc	30.5bcd	62.5ab	69.3ab
S ₆	4.8ab	23.5abc	48.8ab	55.3a	3.3de	21.3a	49.3abcd	59.3bc	1.8ab	12.0abcd	24.3a	31.0a	3.5abc	32.5abcd	61.0b	69.0ab
S ₇	5.0ab	21.3abc	49.3ab	57.5a	4.8bcd	25.0a	48.5bcd	63.0abc	1.8ab	12.5abcd	23.5a	36.5a	2.5c	31.8abcd	61.8b	69.8ab
S ₈	3.8ab	23.8ab	52.3a	58.3a	4.8bcd	22.0a	50.0abcd	61.0abc	2.5ab	12.5abcd	22.0a	34.0a	2.8bc	33.5ab	64.5ab	71.5ab
S ₉	4.5ab	22.5abc	52.5a	56.5a	4.0bcde	23.0a	48.8bcd	63.5abc	1.5ab	12.0abcd	25.5a	35.5a	3.5abc	32.8abcd	61.8b	69.3ab
S ₁₀	3.8ab	20.5abc	47.5ab	59.5a	2.5e	22.3a	49.0abcd	62.5abc	1.8ab	11.0bcd	24.5a	31.5a	3.5abc	32.8abcd	64.8ab	71.3ab
S ₁₁	3.0b	21.5abc	49.8ab	58.0a	4.5bcd	21.3a	47.5cd	63.5abc	2.3ab	9.8d	24.5a	36.0a	3.5abc	31.8abcd	65.3ab	68.0ab
S ₁₂	3.8ab	24.0ab	52.3a	56.5a	4.3bcd	22.0a	48.3bcd	64.0abc	2.3ab	15.0a	24.3a	33.5a	2.8bc	31.5abcd	68.8a	70.3ab
S ₁₃	2.8b	23.8ab	48.3ab	56.0a	5.3ab	21.8a	48.0bcd	62.3abc	1.8ab	14.5ab	22.8a	33.8a	4.3ab	28.5d	63.8ab	67.5b
S ₁₄	3.0b	21.3abc	47.8ab	57.8a	4.5bcd	22.3a	48.8bcd	63.3abc	1.3b	14.5ab	24.8a	33.5a	3.3abc	30.0bcd	67.3ab	68.5ab
S ₁₅	3.0b	21.8abc	50.0ab	59.3a	4.3bcd	21.5a	51.3abcd	61.8abc	2.3ab	13.5abc	21.5a	33.8a	4.0abc	31.3abcd	67.0ab	72.3ab
S ₁₆	3.5ab	22.3abc	49.5ab	60.5a	4.3bcd	23.0a	49.5abcd	63.8abc	1.8ab	11.3bcd	23.5a	33.5a	3.0abc	31.8abcd	64.5ab	69.8ab
S ₁₇	5.3ab	22.8abc	47.3ab	56.3a	5.0abc	21.5a	50.8abcd	65.8a	1.5ab	13.8abc	24.5a	37.3a	3.0abc	32.8abcd	62.8ab	69.8ab
S ₁₈	3.0b	22.0abc	51.0ab	56.8a	3.5cde	25.3a	50.5abcd	64.8abc	1.8ab	11.5abcd	22.0a	35.3a	3.3abc	29.0cd	64.3ab	73.0a
S ₁₉	3.8ab	24.5a	49.0ab	59.0a	4.3bcd	23.3a	46.3d	65.0ab	2.0ab	12.8abcd	25.5a	33.8a	3.8abc	32.5abcd	64.3ab	71.3ab
S ₂₀	4.5ab	23.3abc	50.5ab	62.0a	4.5bcd	22.8a	54.0a	62.8abc	1.8ab	13.0abcd	23.3a	35.0a	4.3ab	32.0abcd	64.5ab	67.0b
平均值	3.9	21.6	49.2	58.1	4.4	22.7	49.8	62.5	1.9	12.2	23.7	34.3	3.5	31.9	64.2	69.8
标准差	0.8	2.8	1.9	1.7	0.9	1.3	1.9	1.9	0.5	1.5	1.3	1.7	0.6	1.6	2	1.5

S₄、S₅、S₁₀、S₁₁、S₁₆ ($P < 0.05$)；第 4 个月发芽率均值升至 23.7%，20 个采集地之间无显著差；第 5 个月 20 个采集地之间无显著差异。

发芽培养温度为 15 ℃/25 ℃ 变温时：第 2 个月发芽率为 3.5%；第 3 个月发芽率迅速上升至 31.9%，其中 S₂ 发芽率最高，为 35.5%，显著高于 S₅、S₁₃、S₁₄、S₁₈ ($P < 0.05$)，与其他 15 个采集地无显著差异；第 4 个月 S₁₂ 发芽率最高，为 68.8%，显著高于 S₆ 号 ($P < 0.05$)，与其他 18 个采集地无显著差异；第 5 个月 S₁₈ 发芽率最高，达 73.0%，显著高于 S₁₃、S₂₀ ($P < 0.05$)，与其他 17 个采集地无显著差异，S₂₀ 发芽率最低，为 67.0%，显著低于 S₁₈ ($P < 0.05$)，与其他 18 个采集地无显著差异。

低温层积种子在不同发芽温度下的发芽率差异性分析结果见表 5，置床后 150 d，15 ℃/25 ℃ 变温条件下发芽率显著高于 20、25、15 ℃ 恒温 ($P < 0.05$)。结果说明，低温层积处理后种子发芽率提高，较为适宜的发芽培养温度条件是 15 ℃/25 ℃ 变温。

表 5 滇重楼层积种子在不同温度下的发芽率差异性分析 %

发芽温度	置床时间			
	60 d	90 d	120 d	150 d
25 ℃ 恒温	3.9b	21.6b	49.2b	58.1c
20 ℃ 恒温	4.4a	22.7b	49.8b	62.5b
15 ℃ 恒温	1.9c	12.2c	23.7c	34.3d
15 ℃/25 ℃ 变温	3.5b	31.9a	64.2a	69.8a

2.4 滇重楼种子聚类分析

以千粒质量、低温层积种子在 15 ℃/25 ℃ 变温培养 5 个月的发芽率进行组内联接的平方欧氏距离聚类分析，结果见

图 1。按滇重楼的产地来源可将其种子划分为 3 类，第 1 类包括 S₁、S₂、S₃、S₆、S₇、S₁₄、S₁₇ 和 S₂₀，这 8 个产地滇重楼特点是种子粒径小、质量小、发芽率较低；第 2 类包括 S₄、S₅、S₉、S₁₁、S₁₂、S₁₃、S₁₆，这 7 个产地滇重楼特点是种子粒径大、千粒质量大、发芽率处于中等水平；第 3 类包括 S₈、S₁₀、S₁₅、S₁₈ 和 S₁₉，这 5 个产地特点是种子中等大小、种子发芽率较高。

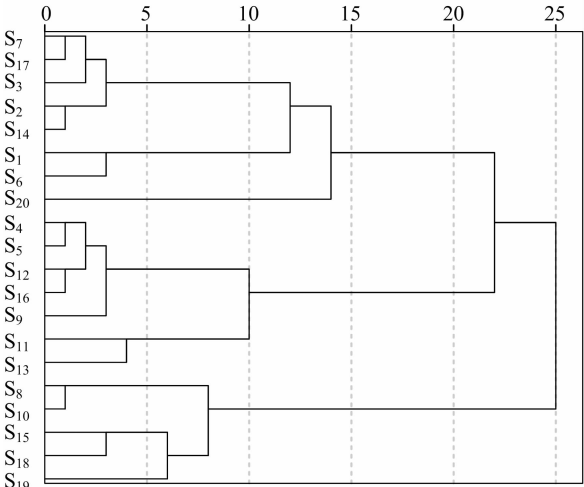


图1 基于种子形态和发芽特征的聚类分析

3 结论和讨论

我国有重楼属植物 19 种 18 变种，其中滇重楼和七叶一枝花分布较广，分布区域包括云南、四川、贵州、湖北、甘肃等地^[18]，本研究中 20 份种子的产地分别为云南、贵州、广西，均是滇重楼主产区。由于各产地间的温度、光照、降水量、土壤

条件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]。对药用植物来说,种子质量是实现药材高产高效栽培的基础,更是保证药材药效品质纯正稳定的源头。因此,研究不同产地的种子质量差异对研究不同产地环境下药用植物品质评价具有重要意义,也对优良种质筛选和高产高效栽培过程中种源产地划分和引种地的选择具有指导意义。

我国农作物种子质量评价体系常用的指标是纯度、净度、水分和发芽率^[20-22],本研究首先测定了新鲜滇重楼种子的形态,包括种长、种宽和千粒质量,发现种子大小和质量呈显著的正相关关系。然后对滇重楼种子发芽特性进行研究,发现新鲜种子在第 5 个月时仍未见发芽,8 个月平均发芽率仅 11.4%,低温层积种子发芽率显著提高,发芽时间缩短,尤其是发芽温度为 15℃/25℃变温时,5 个月的平均发芽率为 69.8%。根据以上结果,在种长、种宽、千粒质量等 3 个显著性相关的指标中选取千粒质量,选取层积种子 15℃/25℃发芽率,作为评价滇重楼种子质量的主要指标。综合千粒质量和发芽率指标聚类分析,可将 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,特点是种子小、发芽率低;第 2 类主要来源于广西百色、云南文山,特点是种子大、发芽率中等水平;第 3 类来源于包括云南西北部和中部,特点是种子中等大小、种子发芽率偏高。

本研究仅从种子外观大小、千粒质量、发芽率上做了分析,在种子内部解剖结构、贮藏的营养物质成分和含量以及转录组、蛋白组和基因组等方面的差异有待以后进一步研究。

参考文献:

- [1]国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:260.
- [2]黄璐琦,肖培根,王永炎. 中国珍稀濒危药用植物资源调查[M]. 上海:上海科学技术出版社,2012.
- [3]张朝阳,赵庭周. 重楼资源再生策略及其关键技术环节探讨[J]. 中草药,2009,40(2):319-323.
- [4]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1):307.
- [5]陈伟,杨奕,马绍宾,等. 滇重楼种子休眠类型的研究[J]. 西南农业学报,2015,28(2):783-786.
- [6]顾国栋,唐平,兰海,等. 重楼外种皮中存在抑制种子萌发物质的检验[J]. 攀枝花科技与信息,2016(1):54-58.
- [7]古今,吴梅,李文春,等. 滇重楼种子中萌发抑制物质活性的研究[J]. 现代中药研究与实践,2013(1):10-12.
- [8]邱玥,韦钰. 滇重楼种子外种皮化感作用[J]. 安顺学院学报,2015(1):124-125.
- [9]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):242-250.
- [10]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.
- [11]陈疏影,尹品训,杨艳琼,等. 变温层积对解除滇重楼种子休眠及其内源激素变化的研究[J]. 中草药,2011,42(4):793-795.
- [12]陈伟,马绍宾,陈宏伟. 生境对滇重楼种子发育与萌发的影响[J]. 湖北农业科学,2011,50(5):972-974.
- [13]张琳,李海峰,张德全,等. 层积和赤霉素协同作用对解除滇重楼种子休眠的影响[J]. 中国药学杂志,2013,48(20):1719-1723.
- [14]熊海浪,易继财,张宗申. 滇重楼种子萌发及组织培养研究[J]. 广东农业科学,2011,38(21):47-49.
- [15]郭陆军,邱斌,苏钰,等. 滇重楼种子萌发关键技术研究[J]. 湖南农业科学,2016(9):27-29.
- [16]陈翠,杨丽云,吕丽芬,等. 云南重楼种子育苗技术研究[J]. 中国中药杂志,2007,32(19):1979-1983.
- [17]杨淋,胡侃,赵昱,等. 滇重楼种子无菌萌发及植株形态发生的研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(3):151-154.
- [18]杨光义,胡培,叶方. 重楼资源分布于可持续利用研究进展[J]. 中国药师,2016,19(1):159-162.
- [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]全国农作物种子标准化技术委员会. 粮食作物种子第 1 部分:禾谷类:GB 4404.1—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [21]全国农作物种子标准化技术委员会. 经济作物种子第 1 部分:纤维类:GB 4407.1—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [22]全国农作物种子标准化技术委员会. 经济作物种子第 2 部分:油料类:GB 4407.2—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.