

不同处理对银缕梅种子发芽的影响

王立超¹,石 燕¹,王金厚¹,陆 俊²,刘成功¹,宋曰钦^{1*}

(1. 黄山学院 生命与环境科学学院,安徽 黄山 245041;2. 绩溪县林业局,安徽 绩溪 245300)

摘 要:采用光照培养箱培养,研究了不同培养基质、不同浓度银缕梅叶片与果壳浸提液对银缕梅种子发芽率、发芽势和发芽指数的影响。黄土、园土、河沙基质与滤纸上的发芽率分别为 70%、66.67%、58.33%和 20%;黄土、园土、河沙基质与滤纸基质上的发芽势分别为 36.67%、36.67%、31.37%与 10%;1:100 的银缕梅果壳和树叶浸提液处理的发芽率和发芽势均优于对照,而其余浓度的浸提液的发芽率和发芽势均低于对照。不同培养基质上种子发芽率、发芽指数之间存在显著性差异;低浓度银缕梅落叶及果壳的浸提液对其种子发芽具促进作用,而高浓度表现出抑制作用,随浓度增高,其抑制作用增强。

关键词:银缕梅;培养基质;浸提物;发芽率

中图分类号:S723.131 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)06-0151-05

Influence of Different Treatments on the Germination of *Parrotia subaequalis* Seeds

WANG Li-chao¹, SHI Yan¹, WANG Jin-hou¹, LU Jun², LIU Cheng-gong¹, SONG Yue-qin^{1*}

(1. College of Life and Environmental Science, Huangshan University, Huangshan, Anhui 245041, China;

2. Forestry Bureau of Jixi County, Jixi, Anhui 245300, China)

Abstract: Influences of different culture substrates and water extracts of the leaves and shells of *Parrotia subaequalis* on seed germination rate, potential and index of *P. subaequalis* were studied by illumination incubator in laboratory. The germination rates in the culture substrates of yellow, garden soil, river sand, and filter paper were 70.00%, 66.67%, 58.33% and 20%, respectively, and the corresponding germination potentials were 36.67%, 36.67%, 31.37%, and 10.00%, respectively. The germination rate and potential of the seeds treated with 1:100 water extracts were higher than those of the control. Seeds treated by other concentrations of water extracts presented lower germination rate and potential than those of the control. It was concluded that differences in germination rate and index of the seeds among different substrates were significant. And low concentration water extracts of *P. subaequalis* leaves and shells could promote seed germination, while high concentration could inhibit the germination.

Key words: *Parrotia subaequalis*; culture substrate; extract; germination rate

种子是植物生活史的开端,是自然界植物进行自我更新繁殖的重要材料,种子萌发直接影响植物种群的维持、扩散和恢复过程,同时也影响植被的分布、动态和多样性^[1]。在自然界中,植物化感作用是影响种子萌发的普遍现象,化感物质可以通过影响细胞膜的通透性、呼吸作用、基因表达、激素的合成

与平衡,影响种子的萌发^[2],许多学者对其进行了研究,其研究范围涉及木本^[3]、草本^[4]、浮游植物^[5]以及农作物^[6]。种子繁殖主要通过基质播种繁殖,而同一植物对不同的基质的适应性不尽一致,不同基质对植物种子萌发的影响不同^[7-9]。

银缕梅 (*Parrotia subaequalis*.) 为金缕梅科

收稿日期:2014-08-21 修回日期:2015-04-12

基金项目:国家林业局 948 项目(2014-4-64);黄山学院大学生科技创新项目(AH201310375041)。

作者简介:王立超,男,研究方向:森林培育。E-mail:921023280@qq.com

* 通信作者:宋曰钦,男,博士,副教授,研究方向:森林培育。E-mail:songyets@163.com

(Hamamelidaceae)银缕梅属落叶小乔木,是中国特有的孑遗植物,具有极高的经济价值和科研价值^[10],它和裸子植物水杉、银杏一样是被子植物中最古老的物种,是仅存于我国的“活化石”,在植物进化史上有着承前(裸子植物)启后(被子植物)的重要地位。银缕梅因数年开花 1 次、雌雄花异熟、病虫害较多、花期天气不良、群落分散孤立等特性导致现存的数量极少^[11],1999 年被列为国家 I 级重点保护野生植物,并被国际自然保护联盟(IUCN)列为极度濒危(Critically Endangered, CR)物种^[5]。目前有关银缕梅的研究主要集中在系统发育地位、形态结构特征、种群分布、光合机理等方面^[12-17],对于银缕梅种子萌发特性研究很少^[10]。从不同培养基质、不同浓度的银缕梅果壳和树叶的浸提液等处理,研究对银缕梅种子萌发的影响,为银缕梅的繁殖与保护提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

银缕梅种子于 2013 年 10 月 24 日采自安徽省绩溪县朱显村银缕梅成年母树,果实带回实验室阴干,常规储藏,待果实开裂获得种子。根据国标 GB2772-1999 测得种子千粒重为 38.46 g,优良度 98%。

1.2 试验设计

1.2.1 不同培养基质的处理 选择菜园土(园土)、黄土、河沙和滤纸作为 4 种不同的培养基质。菜园土取自黄山学院南区教职工长期耕作的菜园地。黄土取自黄山学院南区二教楼和逸夫综合楼间的空旷地,取土时先把土壤表层(15 cm)及杂物清理后,再用铁铲取土带回实验室。河沙取自黄山学院南区建筑工地上的河沙,用筛子过滤,去除小石子,保留细沙,带回实验室。3 种基质带回实验室后,在 DHG-9070AS 恒温箱中,105℃ 消毒 2 h,完成后,各基质放入洗好待用的同一规格的培养皿,滤纸培养基是在培养皿中垫两层滤纸。以滤纸为培养基质、蒸馏水为培养液的处理作为对照(CK)。每种基质 3 个重复,贴上标签,将随机选取的 20 粒银缕梅种子播种在各培养基上,每种基质加相同量的蒸馏水,置入人工气候箱(RXZ 型智能、PQX 型多段人工气候箱, GXZ-380B 智能光照培养箱,宁波东南仪器有限公司生产)中培养。

1.2.2 不同浓度叶片浸提液的配制 2013 年 10 月 26 日在黄山市林科所收集银缕梅落叶 350 g,采取 5 种处理:用 1000 g 蒸馏水浸泡 10 g 落叶 24 h

后,过滤得到叶片与水的质量比为 1 : 100 的银缕梅叶片浸提液,即浓度为 1 : 100;用 1 000 g 蒸馏水浸泡 20 g 银缕梅树叶 24 h 后,过滤得到叶片与水的质量比为 1 : 50 的叶片浸提液;依次类推,分别配制浓度为分别为 1 : 20、1 : 10、1 : 5 的银缕梅叶片浸提液。分别装入 5 个广口瓶中,标记。以滤纸培养基用不同质量比的浸提液分别培养银缕梅种子,每浓度设置 3 个重复,各 20 粒种子,贴好标签,置人工气候箱中培养。

1.2.3 不同浓度的果壳浸提液的配制 2013 年 10 月 24 日在获取种子同时,保留果壳 350 g,采取 5 种处理:用 1 000 g 蒸馏水浸泡 10 g 果壳 24 h 后,过滤得到果壳与水的质量比为 1 : 100 的果壳浸提液;用 1 000 g 蒸馏水浸泡 20 g 银缕梅果壳 24 h 后,过滤得到质量比为 1 : 50 的果壳浸提液;依次类推,分别配制质量比分别为 1 : 20、1 : 10、1 : 5 的果壳浸提液。分别装入 5 个广口瓶中,做好标记。以滤纸作为培养基,用不同质量比的果壳浸提液分别培养银缕梅种子,每种浓度处理设置 3 个重复,各重复 20 粒种子,贴好标签,置人工气候箱中培养。

1.2.4 培养条件 参照文献[9]方法,14 h · d⁻¹光照, 25℃, RH75%。每天观察、记录种子发芽情况,及时补充培养液,保证培养皿中基质湿润。

1.3 发芽率、发芽势、发芽指数和平均发芽速度的计算

参考文献[18]的方法。

种子发芽率/% = 正常发芽种子总数 / 试种子数 × 100 (1)

种子发芽势/% = 日平均发芽数达到最高日正常发芽的种子总数 / 供试种子数 × 100 (2)

发芽指数 = $\sum_{i=1}^t \frac{G_i t}{D_i}$ (3)

平均发芽速度 = $\frac{\sum_{i=1}^t (G_i D_i)}{\sum_{i=1}^t G_i}$ (4)

式中: G_i 为在第 t 天的种子发芽数; D_i 为相应种子发芽所用的时间,

观察天数根据大多数种子完成发芽的天数而定,发芽周期为 28 d。

用 Microsoft Excel 2003 统计分析数据, Duncan 法多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同培养基质对种子发芽的影响

不同培养基质间种子发芽率、发芽势、发芽指数及平均发芽速度存在一定差异(表 1)。黄土基质上种子发芽率最高,分别是是园土、河沙与滤纸上的

105.00%、120.00%与 350.00%,3 个固体基质与滤纸基质处理间存在极显著差异($p=0.000\ 9$)。黄土与园土基质的发芽势相同,为36.67%,比河沙基质高 5.30%,而滤纸基质的发芽势最低,仅 10%,3 个固体基质之间的发芽势差异不显著,而 3 个固体基质与滤纸基质间的差异极显著。4 种发芽基质上种子发芽指数间存在显著差异($p=0.017\ 3$)。园土基质处理的发芽指数最大,为 6.49,比黄土高 0.67,比

河沙基质高 1.93;比滤纸基质高 4.93,3 个固体基质与滤纸基质间的发芽指数差异显著,但 3 个固体基质之间的差异不显著。3 个固体基质的平均发芽速度比滤纸基质的平均发芽速度小,说明固体基质的种子发芽时间比滤纸基质的发芽时间早,其中园土基质的平均发芽速度最小,发芽指数最大,黄土母质的发芽率、发芽时最大,而河沙基质的各项指标在固体基质中虽不理想,但差异不大。

表 1 不同培养基质对银缕梅种子发芽率、发芽势、发芽指数和平均发芽速度的影响

Table 1 Effects of different substrates on germination percentage,germination potential, germination index and average germination rate of <i>Parrotia subaequalis</i>				
处理	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	平均发芽速度/d
园土	66.67±2.72Aa	36.67±10.07Aa	6.49±1.52Aa	22.45±0.72Aa
黄土母质	70.00±3.24Aa	36.67±6.16Aa	5.82±0.51Aa	23.08±0.33Aa
河沙	58.33±5.42Aa	31.37±5.66Aa	4.56±1.02Aa	23.54±0.24Aa
滤纸	20.00±0Bb	10.00±2.85Bb	1.16±0.17Ab	24.39±0.27Aa
F 值	16.575 **	13.34 **	6.228 *	3.431
p 值	0.000 9	0.000 76	0.017 3	0.072 5

注:同一列中字母不同为差异显著:*表示 $p<0.05$ 的显著水平,**表示 $p<0.01$ 的显著水平,下同。

2.2 不同浓度的银缕梅树叶浸提液对其种子发芽的影响

1:100 的银缕梅叶浸提液培养的银缕梅种子的发芽率、发芽势、发芽指数最大,1:5 的浸提液培养的银缕梅种子的发芽率、发芽势、发芽指数最小,表现出随着树叶浸提液浓度的升高,银缕梅种子的发芽势、发芽率、发芽指数及平均发芽速度整体呈下降趋势,表现出树叶浸提液对种子的发芽有抑制作用。1:100 的浸提液培养的种子的发芽率为 38.33%,比 1:50、1:20、1:10 与 1:5 浸提液培养的种子的发芽率分别高 23.33%、20.33%、28.33%与 33.33%,比对照组的发芽率高 18.33%。不同浓度浸提液培养处理种子的发芽率存在极显著差异。1:100 树叶浸提液培养的种子的发芽势为 16.67%,比 1:20、1:50、1:10 浸提液液培养的种子的发芽势分别高 11.67%、3.34%、28.37%,不同浓度培养处理间发芽势差异极显著。各浓度培养的种子在发芽指数及平均发芽速度方面也具极显著差

异(表 2)。
2.3 不同浓度的果壳浸提液对银缕梅种子发芽的影响

1:100 的银缕梅果壳浸提液培养处理的种子的发芽率为 38.33%,比 1:50、1:20、1:10 与 1:5浸提液培养的种子的发芽率分别高出 25%、28.33%、31.67%与 35%。不同浸提液培养的种子的发芽率之间存在极显著差异,与对照组之间存在显著差异。1:100 的银缕梅果壳浸提液培养的种子的发芽势为 18.33%,比 1:50、1:20、1:10 与 1:5的发芽势分别高 5%、13.33%、13.33%与 15%,彼此之间差异极显著。1:200 银缕梅果壳浸提液处理的平均发芽速度最小,种子开始发芽时间比其他 4 种浓度培养的种子的发芽时间较早。说明随着果壳浸提液的浓度的升高,银缕梅种子的发芽率、发芽势、发芽指数及平均发芽速度整体都呈下降趋势,表现出果壳的浸提液对种子的发芽具有抑制作用(表 3)。

表 2 不同浓度的树叶浸提液对银缕梅种子发芽的影响

Table 2 Effects of different water extracts from the leaves on germination percentage,germination potential, germination index and average germination rate of <i>P. subaequalis</i>				
浸提液浓度 /(g:mL)	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	平均发芽速度/d
1:100	38.33±10.24Aa	16.67±5.86Aa	3.51±0.94Aa	21.86±0.79Aa
1:50	15.00±2.35Bb	5.00±0.0Bb	1.32±0.008b	22.47±1.02Aa
1:20	18.33±3.43Bb	13.33±5.03Aa	1.20±0.41Bb	24.08±0.74Aa
1:10	10.00±8.69Bbc	3.33±4.311Bb	1.49±1.03Bb	13.52±6.78Bb
1:05	5.00±5.46Bc	3.33±4.31Bb	0.59±0.50Cc	15.40±7.88Bb
CK	20.00±00Bb	10.00±2.85Aa	1.16±0.17Bb	24.39±0.27Aa
F 值	9.47 **	11.62 **	14.07 **	7.94 **
p 值	0.006 3	0.008 5	0.003 6	0.005 3

表 3 不同浓度的果壳浸提液对银缕梅种子发芽的影响

Table 3 Effects of different water extracts from shells on germination percentage,germination potential, germination index and average germination rate of *P. subaequalis*

浸提液浓度 /(g : mL)	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	平均发芽速度/d
1 : 100	38. 33±6. 45Aa	18. 33±6. 77Aa	2. 87±0. 94Aa	23. 09±1. 35Aab
1 : 50	13. 33±6. 76Bc	13. 33±6. 76Ab	0. 42±0. 35Cc	26. 48±1. 05Aa
1 : 20	10. 00±0. 00Bc	5. 00±0. 00Bc	1. 23±0. 29Bb	21. 74±1. 26Ab
1 : 10	6. 67±6. 60Ccd	5. 00±5. 46Bc	1. 16±0. 93Bb	14. 15±7. 15Bb
1 : 5	3. 33±4. 31Cd	3. 33±4. 31Bc	0. 64±0. 33Cc	13. 17±6. 60Bb
CK	20. 00±0. 00Bb	10. 00±2. 85Ab	1. 16±0. 17Bb	24. 39±0. 27Aa
F 值	4. 56 * *	7. 84 * *	6. 38 * *	10. 84 * *
p 值	0. 000 1	0. 007 7	0. 004 3	0. 006 3

3 结论与讨论

不同培养基质的持水能力和通气条件不同,对种子发芽和幼苗生长影响也不同^[19],与本研究结果相同。从所选择的黄山地区 4 种基质上银缕梅的发芽率来看,黄土处理发芽率最高,这可能是因为黄土母质是 4 种基质中保水保肥的效果最好的,而黄山学院校内的菜园土为红壤,质地粘重,通气不良,虽经过人们的耕作活动改善了其理化性质,但对银缕梅的发芽效果仍不及黄土效果好。但在不同基质对柚木种子发芽的研究中,单纯的黄心土和河沙基质都不利于种子发芽,而以黄心土和河沙或蛭石的混合为栽培基质上柚木种子发芽率最高^[20]。河沙是 3 种固体基质中发芽率、发芽势、发芽指数最低的基质,其通透性虽好,但保水能力差,与朱红^[21]等的结论相似。

植物不同器官在生长或分解过程产生的物质对自身种子发芽会产生促进或抑制作用^[22-23],从本研究的结果来看,与蒸馏水培养的银缕梅种子的发芽效果相比,1 : 100 的叶片与果壳浸提液对银缕梅种子的发芽有促进作用外,较高浓度浸提液对银缕梅种子发芽有抑制用,并表现出随浸提液浓度的增高,银缕梅种子发芽的效果越差的规律,与汪小飞^[24]等研究结果相似,可能是树叶或果壳中的化感物质在浸泡时溶解于水中,浸提液中的化感物质可能改变银缕梅种子的生理作用,从而抑制发芽,但低浓度的浸提液的化感物质较少,对种子的生理影响不明显。

研究表明,不同培养基质对银缕梅种子发芽有影响,发芽率、发芽势、发芽指数和发芽速度均存在差异。不同培养基质间的发芽率和发芽指数差异显著,而发芽势、发芽速度的差异未达到显著性水平,综合来看,以黄土最有利于银缕梅种子发芽;

银缕梅叶、果壳浸提液对银缕梅种子发芽产生了不同影响,低浓度有促进作用,高浓度则表现为抑

制作用。今后应开展银缕梅叶、果壳浸提液成分的研究及其作用机理研究,开展伴生种类对银缕梅种子的化感作用,以便为种群管理提供依据。

参考文献:

[1] 裴伟,吴建国,刘艳红. 荒漠木本植物种子萌发研究进展[J]. 应用生态学报,2007,18(2):436-444.
CHANG W, WU J G, LIU Y H. Research advance in seed germination of desert woody plants[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007,18(2):436-444. (in Chinese)

[2] 孙佳,郭江帆,魏朝南. 植物种子萌发抑制物研究概述[J]. 种子,2012,31(4):57-61.

[3] 曹子林,王晓丽,王林. 蓝桉枝叶不同温度水提液的化感作用[J]. 西北林学院学报,2012,27(1):142-146.
CAO Z L, WANG X L, WANG L. Allelopathy of water extracts of *Eucalyptus globulus* leaves and branches from different temperatures[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2012,27(1):142-146. (in Chinese)

[4] 王云,符亮,龙凤玲,等. 2 种婆婆纳属植株水浸提液对 6 种受体植物的化感作用[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2013,41(4):178-190.
WANG Y, FU L, LONG F L, *et al.* Allelopathic effects of water extractions from two *Veronica* species on 6 kinds of receiving crops[J]. Journal of Northwest A&F University: Nat. Sci. Ed., 2013,41(4):178-190. (in Chinese)

[5] 张议文,王江涛,谭丽菊. 旋链角毛藻对中肋骨条藻化感作用的影响因素及化感物质性质初探[J]. 海洋学报,2014,36(2):123-129.
ZHANG Y W, WANG J T, TAN L J. The study on the influencing factors of *Chaetoceros curvisetus* allelopatjic effect on *Skeketonema costatum* and the primary research on the properties of *Chaetoceros curvisetus* alleloch chemical [J]. Acta Oceanological Sinica, 2014,36(2):123-129. (in Chinese)

[6] ROY B, SARKER B C, ALI M R, *et al.* Seed germination and seedling growth of two vegetables in responses to aqueous extract of four herbal plant leaves[J]. J. Environ. Sci. & Natural Resources, 2012,5(1):141-150.

[7] 罗靖德,甘小洪,贾晓娟,等. 濒危植物水青树种子的生物学特[J]. 云南植物研究,2010,32(3):204-210.
LUO J D, GAN X H, JIA X J, *et al.* Biological characteristics of seeds of endangered plant *Tetracentron sinense* (Tetracen-

traceae)[J]. Acta Botanica Yunnanica, 2010,32(3):204-210. (in Chinese)

[8] 沈素贞,梁文斌,宋雷. 野生观赏植物短梗大参种子萌发特性的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2013,33(8):57-62. SHEN S Z, LIANG W B, SONG L. Study on seed germination characteristics of wild ornamental *Macropanax rosthornii* [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2013,33(8):57-62. (in Chinese)

[9] RAMÍREZ-TOBÍAS H M, PEÑA-VALDIVIA C B, TREJO C, *et al.* Seed germination of *Agave* species as influenced by substrate water potential[J]. Biological Research, 2014, 47 (11):1-9.

[10] 胡国伟,卢毅君,李贺鹏,等. 珍稀濒危树种银缕梅种子萌发特性研究[J]. 浙江林业科技, 2012,32(6):48-51. HU G W, LU Y J, LI H P, *et al.* Study on seed germination characters of *Parrotia subaequalis* [J]. Jour. of Zhejiang for Sci. & Tech., 2012,32(6):48-51. (in Chinese)

[11] 邵小平. 银缕梅群落分布现状调查与种群保护[J]. 安徽农学通报,2011,17(9):48-51.

[12] YUE C L, JIN S H, CHANG J, *et al.* Response of photosynthesis in *Shaniodendron subaequale* to soil water status [J]. Ann. Bot. Fen., 2006,43(5):389-393.

[13] 刘兴剑,汤诗杰,姚淦,等. 银缕梅开花过程与花形态观察[J]. 江苏农业科学, 2008,9(6):165-166.

[14] 颜超,王中生,安树青,等. 濒危植物银缕梅(*Parrotia subaequalis*)不同径级个体的光合能力差异与更新限制[J]. 生态学报, 2008,28(9):4153-4161. YAN C, WANG Z S, AN S Q, *et al.* Differences in photosynthetic capacity among different diameter-classes of *Parrotia subaequalis* populations and their implications to regeneration limitation[J]. Acta Ecologica Sinica, 2008,28(9):4153-4161. (in Chinese)

[15] 朱汤军,岳雷春,金水虎. 银缕梅和伴生植物光合生理生态特性比较[J]. 浙江林业科技, 2008,25(2):176-180. ZHU T J, YUE L C, JIN S H. Ecophysiological trait comparison of *Shaniodendron subaequale* and accompanying species[J]. Jour. of Zhejiang for Sci. & Tech., 2008,25(2):176-180. (in Chinese)

[16] 姚志刚,王中生,颜超,等. 濒危植物银缕梅幼苗对不同光强的光合响应[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2010,34(3):88-83. YAO Z G, WANG Z S, YAN C, *et al.* The photosynthesis response to different light intensity for the endangered plant *Parrotia subaequalis* [J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Science Edition, 2010,34(3):88-83. (in Chinese)

[17] 胡一民,方国富,骆绪美. 银缕梅的分类学地位、濒危原因与保护对策[J]. 安徽林业科技, 2011,37(2):46-48. HU Y M, FANG G F, LUO X M. Status of *Parrotia subaequalis* in taxonomy, reasons for its endangerment and protective measures[J]. Anhui Forestry Science and Technology, 2011,37(2):46-48. (in Chinese)

[18] 何中生,刘金福,洪伟,等. 不同处理对格氏栲种子发芽的影响[J]. 北京林业大学学报, 2012,34(2):66-70. HE Z S, LIU J F, HONG W, *et al.* Effects of different treatments on seed germination of *Castanopsis kawakamii* [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2012,34(2):66-70. (in Chinese)

[19] 周亚东,周有标,颜速,等. 不同基质对美丽梧桐种子育苗的影响[J]. 热带生物学报, 2013,4(4):322-226. ZHOU Y D, ZHOU Y B, YAN S, *et al.* Effects of different substrates on seed germination and seedling growth of *Firmiana pulcherrima* Hsue [J]. Journal of Tropical Biology, 2013,4(4):322-226. (in Chinese)

[20] 黄桂华,梁坤南,周再知,等. 不同基质对柚木种子发芽与幼苗生长的影响[J]. 种子, 2009,28(10):86-88. HUANG G H, LIANG K N, ZHOU Z Z, *et al.* The effect of different media on seeds budding and seedlings growth of *Tectona grandis* [J]. Seed, 2009,28(10):86-88. (in Chinese)

[21] 朱红,何凯,陈继恩. 不同基质对果用油橄榄(小苹果)扦插育苗的影响[J]. 西昌学院学报,2011,25(1):12-14. ZHU H, HE K, CHEN J E. The influence of different matrixes on the *Olea europaea* (little apples) cutting propagation [J]. Journal of Xichang College, 2011,25(1):12-14. (in Chinese)

[22] 刘冬杰,刘增文. 刺槐枯落叶浸提液对种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 西北林学院学报, 2011,26(3):129-131. LIU D J, LIU Z W. Effects of *Robinia pseudoacacia* litter extract on seed germination and seedling growth [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011,26(3):129-131. (in Chinese)

[23] 孙欣欣,刘忠玲,王庆成,等. 白桦落叶松器官浸提液对 1 年生白桦落叶松苗木生物量的影响[J]. 东北林业大学学报, 2011,39(7):5-7. SUN X X, LIU Z L, WANG Q C, *et al.* Effects of water extracts of from different parts of birch and larchon biomass accumulation of one-year-old birch and larch seedlings [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2011,39(7):5-7. (in Chinese)

[24] 汪小飞,钱倩媛,汪传友,等. 牛膝菊对黄山乡土植物柔毛水杨梅的化感作用[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2012,36(4):145-148. WANG X F, QIAN Q Y, WANG C Y, *et al.* Allelopathy of invasive plant of *Galinsoga parviflora* on the seeds of *Geum japonicum* var. *chinense* from Huangshan [J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Science Edition, 2012,36(4):145-148. (in Chinese)