doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.05.004

香果树播种育苗技术研究

张小平[1],陈安全[1],万 军[1],佘 蓉[2],牟永强[2],杨洪忠[2],曹小军[1],吴雨峰[1]
(1.四川省林业科学研究院,四川 成都 610081;2.天全县林业局,四川 天全 625500)

摘 要:本文采用随机区组试验设计,选择赤霉素(GA)、吲哚丁酸(IAA)、双吉尔(GGR)和温水浸种等4种处理方式开展香果树场圃播种育苗试验。研究表明,经赤霉素(GA)浸种处理后,香果树种子的场圃发芽率和发芽势分别可达33.80%和27.53%,出苗时间可提早25 d,成苗率和苗木生长效果最好;双吉尔(GGR)浸种处理的场圃发芽率和发芽势亦十分良好,分别达到31.00%和23.27%,但整体略次于赤霉素(GA)浸种效果;吲哚丁酸(IAA)浸种处理对提高香果树种子发芽率、出苗时间和幼苗生长具有较好促进作用;温水浸种也能一定程度促进香果树种子萌发和苗木生长。

关键词:香果树;播种育苗;场圃发芽率;成苗率
中图分类号:S718 **文献标识码**:A **文章编号**:1003-5508(2016)05-0021-05

A Study of Seed Sowing and Seedling Raising of *Emmenopterys henryi*

ZHANG Xiao-ping[1] CHEN An-quan[1] WAN Jun[1] SE Rong[2] MOU Yong-qiang[2]
YANG Hong-zhong[2] CAO Xiao-jun[1] WU Yu-feng[1]
(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610000, China ;2. Forestry Bureau of Tianquan County, Tianquan 625500, China)

Abstract: In this study, four kinds of immersing approaches including GA, IAA, GGR and warm water were chosen to conduct the seed sowing and seedling-raising experiment of *Emmenopterys henryi*, which was designed in random blocks. The results showed that the seed immersed in GA grew better than other approaches with a highest germination rate of 33.80% and a germination trend of 27.53%, and this approach could accelerate the seed growth for about 25 days; The seed immersed in GGR also had a high germination rate of 31% and a germination trend of 23.27%, and was slightly below the GA group; IAA could promote the germination rate and seed growth, and warm water could accelerate seed germination and seedling growth to a certain degree.

Key words: *Emmenopterys henryi*, Sowing and seedling-raising, Germination rate, Seedling rate

香果树(*Emmenopterys henryi*)为茜草科落叶大乔木,第四纪冰川孑遗植物之一,为中国特有单种属植物,是研究茜草科系统发育、形态演化及中国植物地理区系的重要材料。香果树木材纹理通直,结构细致,色纹美观,材质轻韧,可用于建筑、家具、细木工艺、雕刻及大型雕塑等。其树姿优美,花色艳丽,是理想的庭园观赏树种,可用于营造风景林。香果树主要分布于亚热带中山或低山地区的落叶阔叶林或常绿、落叶阔叶混交林中,在水源涵养、固石保土、环境保护、生物多样性维持中发挥着极为重要的作

收稿日期:2016-06-15
基金项目:芦山地震灾后重建项目"天全县润楠、香果树和横斑锦蛇极小种群拯救保护项目调查监测、生境营造及技术培训"部分的调查研究内容之一(编号:2014-26)。
作者简介:张小平(1966-),男,高级工程师,主要从事森林培育研究及森林资源调查工作。

用,具有重要生态价值和经济价值。由于香果树现存种群数量极小,濒临灭绝,1999 年被列为国家Ⅱ级重点保护植物。4·20 芦山地震及其次生地质灾害对雅安市市域森林植被及珍稀植物造成了较大破坏,为保护拯救香果树等极小种群,按照《雅安市芦山地震灾后恢复重建生态环境修复专项规划》要求开展了香果树播种育苗试验研究,以期为香果树种苗培育、人工种群建设和保护提供技术支撑。

1 试验研究地点

试验地点选择在香果树自然分布区的天全县紫石乡小仁烟村五组,地理坐标为 102°35′21″E、30°00′16″N,海拔1 120 m。位于四川盆地西部的中山中部,属以亚热带季风气候为基带的山地气候,冬无严寒,夏无酷热,气候温和,降雨充沛,四季分明,年平均气温 14.3℃,1 月份平均气温 4.6℃,8 月份平均气温 21.9℃。年均降水量达1 700 mm左右,年均日照数 860 h,无霜期为 230 d,年平均相对湿度 85%。土壤为山地黄壤,微酸性,pH 值 6.5,土壤有机质含量较低,质地为壤土。邻近河沟,水源条件良好。

2 材料与方法

2.1 种子的采集和贮藏

采种母树位于与天全县老场乡接壤的宝兴县灵关镇,2014 年 11 月上旬当果实由绿色逐渐变成褐红色且微开裂时采集。蒴果纺锤形,采摘后置于阴凉通风处摊开,让其自然阴干开裂,轻敲果实抖出种子,除去杂质和秕粒。将采集的香果树种子置于阴凉、干燥、通风良好处晾干,再装入塑料袋放置于 5℃的恒温箱保存,直至播种。

2.2 试验设计

香果树种子具有一定的休眠特性,播种育苗试验设计的主要内容是通过对种子的处理,尽可能打破种子休眠,以提高种子的发芽率和发芽势,从而提高苗木产量。试验设计 4 种处理,即赤霉素(GA)浸种处理、吲哚丁酸(IAA)浸种处理、双吉尔(GGR)生根粉浸种、温水浸种,各浸种激素药剂浓度按照生产常规浓度或产品说明书确定的浓度配制,温水浸种温度 40℃。对照 CK 为风干种子拌湿沙。试验设计内容见表 1。

表 1 播种育苗试验设计表

处理方法	重复次数	每处理种子数(粒)	种子数量(粒)	处理方法
GA 浸种	3	500	1 500	浓度 200 ppm,浸种 2 h
IAA 浸种	3	500	1 500	浓度 100 ppm,浸种 2 h
GGR 浸种	3	500	1 500	浓度 50 ppm,浸种 2 h
温水浸种	3	500	1 500	40℃温水,浸种 12 h
对照(CK)	3	500	1 500	种子拌沙

2.3 试验圃地选择及播种床准备

试验圃地选择在天全县紫石乡小仁烟村五组,土地为台状耕地,地势较平缓,坡度小于 5°,土壤为沙壤土,肥力中等,土厚 40 cm,pH 值 6.5。2014 年 12 月,先对圃地进行深翻,并用 1‰的高锰酸钾和 600 倍液的甲基托布津对土壤进行 2 次消毒。经过冬季霜雪覆盖后,2015 年 2 月再次翻垦土壤,捡去土壤中的杂物、石块,然后按床宽 100 cm、沟宽 30 cm、床高 20 cm 作床,作床完成后,在床面上均匀铺 10 cm 厚的富含腐殖质的森林土壤一层(取于阔叶林下,经堆沤、消毒处理,过细筛),平整床面,压实,再用 800 倍液多菌灵全面喷施苗床消毒。

2.4 催芽、播种

按试验设计方案,用赤霉素(GA)、吲哚丁酸(IAA)、双吉尔(GGR)、温水对种子进行浸种,浸种后将种子捞出置于吸水纸上,待种子外表水分晾干,再按 1∶5的比例拌湿沙进行催芽,15 d 后部分种子“露白”时进行播种。播种前先将苗床区隔成 3 个大区、15 个 1 m^2 的小区,即 5 个处理(含对照)3 次重复,每小区安排 1 个试验处理,每处理播种量为 500 粒。试验布置按随机区组法进行。播种时间为 3 月 4 日,播种时将每个处理的种子混入 0.5 kg 细沙,充分混合,尽可能保证种子均匀,然后进行撒播,播种后再盖 0.3 cm ~ 0.5 cm 厚的细土,然后全面喷雾灌溉 1 次。

2.5 苗圃管理

试验圃地的管理按照阔叶树种育苗常规办法进行管理。播种完成后立即搭建塑料拱棚,并在上方搭建 75% 的遮阴网。当塑料拱棚内温度接近 30℃时及时揭开塑料薄膜,早晚覆盖,并适当喷雾灌水,保证苗床具有较好的温度和湿度条件。5 月 1 日后,全部揭去塑料拱棚,每间隔3d 除草 1 次(用小剪刀剪去萌发的小草苗),每天傍晚喷雾灌溉 1 次。7 月中旬,当多数小苗出现真叶后,每间隔 7 d ~ 10 d 喷施浓度为 500 ppm ~ 1 000 ppm 的 KH_2PO_4 1 次,并进行病虫害监测和防治。

2.6　试验观测与数据处理

播种 10 d 后,每日清晨进行发芽情况观测,发芽以胚芽露出土面作为标准(种壳尚未脱落),逐日记录发芽情况(大头针标记),直至发芽完全停止。当出现真叶时,每 10 d 测定 1 次苗高生长情况。

试验测定数据采用 Excel 软件和 SPSS22.0 软件进行统计分析,差异检验显著性水平 $P<0.05$。

3　结果与分析

3.1　不同浸种方式对香果树发芽的影响

从表 2、表 3 可以看出,使用赤霉素(GA)、吲哚丁酸(IAA)、双吉尔(GGR)、温水对种子进行浸种处理,可以有效提高香果树种子的发芽率和发芽势,其中赤霉素(GA)浸种的发芽率、发芽势最高,分别达到 33.80% 和 27.53%,分别较对照提高了 76.04% 和 244.17%;双吉尔(GGR)浸种的发芽率、发芽势略低,分别达到 31.00% 和 23.27%,分别较对照提高了 61.46% 和 190.83%;吲哚丁酸(IAA)浸种的发芽率、发芽势中等,分别达到 30.07% 和 21.73%,分别较对照提高了 56.60% 和 171.67%;温水浸种的发芽率、发芽势相对较差,分别为 23.07% 和 13.67%,分别较对照提高了 20.14% 和 70.83%;对照(湿沙拌种)的发芽率、发芽势相对最低,分别为 19.20% 和 8.00%。从中可以直观看出,赤霉素(GA)、双吉尔(GGR)浸种对于香果树播种育苗具有良好的促进作用,吲哚丁酸(IAA)和温水浸种对于香果树育苗也具有较好作用。特别是发芽势的明显提高,说明经浸种处理后,出苗更为集中,苗木整齐度将明显提高。

表 2　不同浸种方法香果树发芽率比较表

浸种方法	重复Ⅰ(%)	重复Ⅱ(%)	重复Ⅲ(%)	平均(%)	较对照增加(%)
GA－200 ppm	34.40	33.20	33.80	33.80	176.04
IAA－100 ppm	28.20	31.80	30.20	30.07	156.60
GGR－50 ppm	32.40	30.80	29.80	31.00	161.46
温水	23.00	24.60	21.60	23.07	120.14
CK	20.40	19.40	17.80	19.20	100.00

表 3　不同浸种方法香果树发芽势比较表

浸种方法	重复Ⅰ(%)	重复Ⅱ(%)	重复Ⅲ(%)	平均(%)	较对照增加(%)
GA－200 ppm	28.40	26.60	27.60	27.53	344.17
IAA－100 ppm	22.20	21.20	21.80	21.73	271.67
GGR－50 ppm	22.80	24.60	22.40	23.27	290.83
温水	13.60	12.80	14.60	13.67	170.83
CK	7.60	8.40	8.00	8.00	100.00

通过对几种处理的方差分析进一步证实,经赤霉素(GA)、双吉尔(GGR)、吲哚丁酸(IAA)和温水浸种处理后,香果树种子的发芽率和发芽势相对于对照均具有极显著差异,说明这些激素药剂和温水浸种处理,非常有利于香果树种子的萌发。就几种试验处理而言,赤霉素(GA)、双吉尔(GGR)、吲哚丁酸(IAA)相对于温水浸种而言,其发芽率和发芽势也具有极显著差异,说明赤霉素(GA)、双吉尔(GGR)、吲哚丁酸(IAA)对于香果树播种育苗具有非常显著的促进作用。赤霉素(GA)相对于双吉尔(GGR)、吲哚丁酸(IAA)浸种的发芽势具有极显著差异,发芽率也具有显著性差异,但双吉尔(GGR)与吲哚丁酸(IAA)浸种无显著性差异。就种子发芽率和发芽势而言,赤霉素(GA)效果最佳,双吉尔(GGR)次之,吲哚丁酸(IAA)较好,温水浸种相对效果较差。香果树种子发芽率、发芽势方差分析见表 4 和表 5。

表 4　香果树场圃发芽率试验方差分析表

处理方法	均值	显著性	类别	自由度	离差平方和	均方	F	p 值
GA－200ppm	33.80 ±0.60	Aa	组间	4	441.14	110.28	59.25	<0.001
GGR－50ppm	31.00 ±1.31	Ab	组内	10	18.61	1.86		
IAA－100ppm	30.07 ±1.80	Ab	总数	14	459.75			
温水	23.07 ±1.50	Bc						
CK	19.20 ±1.31	Cd						

表 5　香果树场圃发芽势方差分析表

处理方法	均值	显著性	类别	自由度	离差平方和	均方	F	p 值
GA－200 ppm	27.53 ±0.90	Aa	组间	4	743.43	185.86	272.25	<0.001
GGR－50 ppm	23.27 ±1.17	Bb	组内	10	6.83	0.68		
IAA－100 ppm	21.73 ±0.50	Bb	总数	14	750.26			
温水	13.67 ±0.90	Cc						
CK	8.00 ±0.40	Dd						

从最早发芽时间看,赤霉素(GA)浸种处理平均为 28.0 d,较对照提前 25.0 d;双吉尔(GGR)浸种

处理平均为 30.7 d,较对照提前 22.3 d;吲哚丁酸(IAA)浸种处理平均为 33.0 d,较对照提前 20.0 d;温水浸种处理平均为 40.3 d,较对照提前 12.7 d;对照最早发芽时间为 53.0 d,相较于几种试验处理明显延迟(见表 6)。

根据对几种试验的方差分析发现(表 7),赤霉素(GA)、双吉尔(GGR)和吲哚丁酸(IAA)浸种处理后,其最早发芽时间相对于温水浸种和对照均具有极端显著差异,温水处理相对于对照也具有极端显著差异。说明赤霉素(GA)、双吉尔(GGR)和吲哚丁酸(IAA)浸种对于促进香果树种子及早萌发效果最为明显。

表 6 不同浸种方法香果树最早出苗时间比较表

浸种方法	重复Ⅰ(d)	重复Ⅱ(d)	重复Ⅲ(d)	平均(d)	较对照增加(d)
GA - 200 ppm	28.0	25.0	31.0	28.0	-25.0
IAA - 100 ppm	35.0	31.0	33.0	33.0	-20.0
GGR - 50 ppm	31.0	32.0	29.0	30.7	-22.3
温水	39.0	43.0	39.0	40.3	-12.7
CK	49.0	53.0	57.0	53.0	0.0

表 7 香果树最早发芽时间方差分析表

处理方法	均值	显著性	类别	自由度	离差平方和	均方	F	p 值
CK	53.00 ± 4.00	Aa	组间	4	1212.67	303.17	41.34	<0.001
温水	40.00 ± 2.30	Bb	组内	10	73.33	7.33		
IAA - 100ppm	33.00 ± 2.00	Cc	总数	14	1286.00			
GGR - 50ppm	30.67 ± 1.53	Cc						
GA - 200ppm	28.00 ± 3.00	Cc						

3.2 不同浸种方式对香果树成苗的影响

香果树种子细小,发芽后胚芽纤细、弱小,从子叶展开到真叶出现一般需要 50 d ~ 60 d,这期间细弱的幼苗极易受到高温、病虫和人为损伤,“回苗”现象明显,成苗率普遍较低。从表 8 可以看出,各个试验处理的成苗率(基数为 500 粒种子)明显低于发芽率,其中赤霉素(GA)浸种处理的成苗率为 24.07%,较对照高出 103.95%;双吉尔(GGR)浸种处理的成苗率为 22.13%,较对照高出 87.57%;吲哚丁酸(IAA)浸种处理的成苗率为 20.53%,较对照高出 74.01%;温水浸种处理的成苗率为 16.13%,较对照高出 36.72%;对照的成苗率最低,仅 11.80%(表 8)。

表 8 不同浸种方式香果树成苗率比较表

浸种方法	重复Ⅰ(%)	重复Ⅱ(%)	重复Ⅲ(%)	平均(%)	较对照增加(%)
GA - 200 ppm	22.60	25.40	24.20	24.07	203.95
IAA - 100 ppm	20.20	19.60	21.80	20.53	174.01
GGR - 50 ppm	21.60	23.40	21.40	22.13	187.57
温水	17.80	15.20	15.40	16.13	136.72
CK	12.00	11.80	11.60	11.80	100.00

表 9 香果树育苗成苗率方差分析表

处理方法	均值	显著性	类别	自由度	离差平方和	均方	F	p 值
GA - 200 ppm	24.07 ± 1.40	Aa	组间	4	293.63	73.41	55.50	<0.001
GGR - 50 ppm	22.13 ± 1.10	Aa	组内	10	13.23	1.32		
IAA - 100 ppm	20.53 ± 1.14	Aa	总数	14	306.85			
温水	16.13 ± 1.45	Bb						
CK	11.80 ± 0.20	Cc						

从成苗率的方差分析看(表 9),4 个试验处理的成苗率相对于对照均具有极端显著差异,赤霉素(GA)、双吉尔(GGR)和吲哚丁酸(IAA)3 个浸种处理的成苗率无显著差异,但均与温水浸种具有极显著差异。因此,从成苗率来看,赤霉素(GA)处理效果最好,双吉尔(GGR)效果次之,吲哚丁酸(IAA)效果较好,温水浸种相对较差。

3.3 不同浸种方式对香果树苗木生长的影响

由表 10 看出,4 个浸种处理的香果树 1 a 生苗高生长量明显大于对照。其中,赤霉素(GA)浸种处理的 1 a 生苗木平均高最大,为 24.6 cm,比对照高出 118.64%;双吉尔(GGR)浸种处理的平均苗高为 23.2 cm,比对照高 105.92%;吲哚丁酸(IAA)浸种处理的平均苗高为 18.3 cm,比对照高 62.43%;温水浸种处理的平均高为 14.8 cm,较对照高 31.07%。从方差分析来看(表 11),赤霉素(GA)、双吉尔(GGR)、吲哚丁酸(IAA)、温水等 4 种浸种处理的苗高生长量与对照均具有极端显著差异;赤霉素(GA)与双吉尔(GGR)生长最好,但两者也具有显著差异;二者与吲哚丁酸(IAA)、温水浸种处理具有极显著差异。

表 10　不同浸种方式 1 a 生香果树苗木高生长量表

浸种方法	重复Ⅰ(cm)	重复Ⅱ(cm)	重复Ⅲ(cm)	平均(cm)	较对照增加(%)
GA－200 ppm	24.6	25.2	24.1	24.6	218.64
IAA－100 ppm	18.9	18.2	17.8	18.3	162.43
GGR－50 ppm	22.3	23.6	23.7	23.2	205.92
温水	14.3	14.8	15.2	14.8	131.07
CK	12.3	10.2	11.3	11.3	100.00

在试验育苗圃地条件一致,管理措施相同情况下,之所以赤霉素(GA)和双吉尔(GGR)苗高生长量最好,主要原因在于此两种处理出苗时间早,出苗较为整齐,经历了 8 月～10 月约 100 d 的较快速的生长期,而对照、温水浸种处理由于出苗迟、出苗不整齐,不仅苗木生长期缩短了月 40 d～60 d,而且苗木个体分化较大,平均苗高就明显小于赤霉素(GA)、双吉尔(GGR)等处理。

表 11　不同浸种方式香果树苗木生长量方差分析

处理方法	均值	显著性	类别	自由度	离差平方和	均方	F	p 值
GA－200 ppm	24.63 ± 0.55	Aa	组间	4	377.95	94.49	186.74	<0.001
GGR－50 ppm	23.20 ± 0.78	Ab	组内	10	5.06	0.51		
IAA－100 ppm	18.30 ± 0.56	Bc	总数	14	383.01			
温水	14.77 ± 0.45	Cd						
CK	11.27 ± 1.05	De						

4　结论与讨论

4.1　结论

香果树种子细小,千粒重约 6 g,且种子具有一定休眠性,在播种育苗时采用一些激素类药剂或温水进行浸种,可较好地打破种子休眠,提高种子发芽率和发芽势。试验证实,使用 200 ppm 的赤霉素(GA)浸种,香果树的场圃平均发芽率可达 33.80%,发芽势可达 27.53%,最早出苗时间 28 d,较对照提早了 25 d,而且成苗率较对照(CK)高出 1.04 倍,1 a 生苗高平均达到 24.6 cm,是 4 个试验处理中效果最好的,可以在生产上推广使用。双吉尔(GGR)作为一种常见的生根促进剂,用于香果树浸种也能产生很好的效果,其发芽率和发芽势仅次于赤霉素(GA),分别达到 31.00% 和 23.27%,成苗率和苗高生长量也明显好于对照和温水浸种处理。赤霉素(GA)和双吉尔(GGR)浸种处理的场圃发芽效果虽明显低于培养箱的发芽率和发芽势,但从生产的角度,是完全可以大力推广应用的。

4.2　讨论

香果树作为国家Ⅱ级保护物种和极小种群植物,亟需开展人工种群建设,但由于香果树 2 a～4 a 甚至更长时间才开花结实 1 次,且花序极易遭受病虫为害,种子量小。同时,香果树扦插育苗的研究虽有报道,但生产性扦插育苗的技术难度和实际效果还不尽人意。因此,开展香果树播种育苗研究就显得十分迫切且意义重大。从目前的试验进展来看,不论是培养箱还是场圃育苗,香果树的种子发芽率都能达到一定水平,对于细小种子来说,其现有的发芽能力已可以满足生产上对种子的要求。目前香果树育苗的瓶颈在于“回苗”严重,由于播种苗前期生长极为缓慢,除草、病虫害对苗木破坏较大,加之间苗移栽成活率极低等因素,导致香果树播种育苗的出苗率低。因此,在香果树播种育苗研究中,下一步的重点应当放在提高苗木成苗率和出苗率上面。

参考文献:

[1] 康华靖,陈子林,等. 大盘山自然保护区香果树种群结构与分布格局[J]. 生态学报,2007,27(1):389～397.

[2] 于永福. 中国野生植物保护工作的里程碑——《国家重点保护野生植物名录(第一批)》出台. 植物杂志,1999(05).

[3] 熊丹, 陈发菊, 李雪萍等. 神农架地区濒危植物香果树的遗传多样性研究[J]. 西北植物学报,2006,26(6):1272～1276.

[4] 黄江华, 唐初明等. 广西荔浦县国家重点保护野生植物香果树的价值与保护利用研究[J]. 林业勘察设计,2014(1):84～88.

[5] 况娟,袁朝晖,袁珺. 香果树种群分布与繁殖技术调查. 陕西林业科技,2011(2):40～41.

[6] 方彦. 香果树繁殖技术研究进展[J]. 江苏林业科技,2007,34(1):46～49.

[7] 王鸣凤等. 香果树实生苗培育技术及苗木质量分级. 种子,2014(4):113～115.

[8] 李中岳,班青. 香果树的生物学特性与繁殖方法[J]. 林业科技开发,1995,9(4):37～38.

[9] 刘鹏. 香果树幼苗生长特性和叶绿素荧光对不同光强的响应[J]－生态学报,2008(11).

[10] 谢玉芳. 香果树育苗技术[J]. 江苏林业科技,2004(02).

[11] 居翔汉,凌齐基,胡林昌. 庐山自然保护区天然香果树生态特性初探[J]. 江西林业科技,1991(3):17～19.

[12] 徐小玉,姚崇怀,潘俊. 湖北九宫山香果树群落结构特征研究[J]. 西南林学院学报,2002,22(1):5～8.

(下转第 50 页)

表 3 世双鼠靶对高原鼠兔的洞口减退率情况

调查地点	标记时间	防治前有效洞口数量(个)	调查时间	防治后有效洞口数量(个)	鼠兔种群密度(只·0.067hm^{-2})	洞口减退率(%)
1 号样地	3 月 10 日	157	3 月 17 日	8	1	94.9%
2 号样地	3 月 10 日	121	3 月 17 日	6	0.8	95%

表 4 对照样地高原鼠兔洞口减退率情况

调查地点	标记事件	防治前有效洞口数量(个)	调查时间	防治后有效洞口数量(个)	鼠兔种群密度(只·0.067hm^{-2})	洞口减退率(%)
3 号样地	3 月 10 日	150	3 月 17 日	147	5.8	0.02
4 号样地	3 月 10 日	302	3 月 17 日	300	12	0.006

2.2.2 防治机理

防治后 7 d 后陆续出现鼠兔和根田鼠死亡情况,经现场解剖发现在鼠兔小肠内发现有呈念珠状颗粒,死因应归结为念珠状颗在鼠兔、根田鼠小肠内堵塞,小肠受梗阻致脏器衰竭死亡,各脏器色泽正常,无出血点症状,证明不是中毒死亡。

2.2.3 非靶标动物安全性

投药后(2016 年 3 月 11 日开始),经 3 次调查调查非靶标动物死亡情况,未发现有鸟类、狐狸、野兔、牦牛、羊等非靶标动物中毒死亡现象。这与内蒙古自治区森林病虫害防治检疫站应用飞机播撒药剂对科尔沁草原京津风沙源治理工程造林地进行鼠害防治试验结果是一致的。

3 结论与讨论

世双鼠靶生物灭鼠剂针对高原鼠兔适口性好,有效洞口投药取食率达 90%,防治后有效洞口减退率达 93.05%,且对其它有益生物安全,对环境友好。用于生态环境脆弱的藏区高原鼠兔防治应用是可行的。

参考文献:

[1] 赵胜国,张国臣,等. 鼠靶灭鼠剂飞机防治害鼠试验[J]. 中国森林病虫,2016,35(1):38~40.

(上接第 25 页)

[13] 汪洋. 香果树——国家Ⅱ级保护珍稀树种[J]. 安徽林业,2005(4):24.
[14] 黄国林. 香果树根埋育苗实验初探[J]. 江西林业科技,1996(2):44.
[15] 汪祖潭. 香果树育苗造林技术[J]. 浙江林学院学报,1985,2(2):47.50.
[16] 谈锋,刘玉成,王晓龙. 香果树的快速繁殖[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,1992,17(2):260.263.
[17] 管康林. 香果树种子的光萌发特性初步研究[J]. 浙江林学院学报,1985,2(2):43.46.
[18] 汪祖潭,赵伟明,钱领元. 香果树种子发芽条件及胚后熟作用[J]. 浙江林业科技,1991,11(4):35~38.
[19] 甘聃,陈发菊,梁宏伟. 珍稀濒危植物香果树种子萌发特性研究[J]. 种子,2006,25(5):27~29,34.
[20] 汪祖潭. 香果树的繁育技术及木材物理力学性质[J]. 浙江林业科技,1982,2(3):3~5.
[21] 张帆,梁宏伟,熊丹. 香果树种子萌发过程中生理生化变化的研究[J]. 种子,2007(10).
[22] 李铁华. 香果树种子休眠和萌发的生理特性[J]. 中南林学院学报,2004(02).
[23] 陈黎,周凯. 香果树种子贮藏寿命的研究[J]. 黄山学院学报,2007(05).
[24] 刘延惠,崔迎春. 香果树种子发芽对水分胁迫的响应[J]. 中国林副特产,2008(06).
[25] 程喜梅,叶永忠,卫蔚. 外种皮对香果树种子休眠的影响[J]. 林业实用技术,2008(03).
[26] 魏亚平. 郭占胜香果树埋根育苗试验初探[J]. 现代园艺,2009(09).
[27] 陈晓春. 香果树人工培育技术[J]. 安徽林业,2007(02).