

不同来源的香榧优良雄树筛选初报

程筵寿,叶陈育,王卫东,叶金水,陈 丽,谢永水

(浙江省遂昌县自然资源和规划局,浙江 遂昌 323300)

摘要:为筛选出适合遂昌县香榧花期授粉的优良雄树,采用浙江省诸暨市、嵊州市、新昌县、临安市、庆元县、松阳县、遂昌县等7个市(县)香榧雄树枝条分别与遂昌县3、5和8年生榧树砧木嫁接,比较嫁接后枝条生长的长度、粗度、权枝数量、雄花开放时间、花蕾大小、花粉粒质量等指标。结果表明:来自诸暨市、嵊州市、松阳县、庆元县、新昌县、遂昌县的雄树,花期与遂昌县香榧雌花花期相吻合,来自临安市的花期稍早;嫁接雄树枝条的生长长度、粗度、权枝数量均随着砧木年龄增大而增加,接穗主枝生长长度大小依次为诸暨市>遂昌县>嵊州市>松阳县>庆元县>临安市>新昌县,主枝粗度生长表现依次为遂昌县>诸暨市>嵊州市>临安市>庆元县>松阳县>新昌县,不同来源嫁接雄树枝条长度和粗度均存在极显著差异,权枝数量之间则没有显著差异;嫁接雄树花蕾大小、花粉粒质量随着砧木年龄增大而增加,不同来源的嫁接雄树,花蕾大小和花粉粒质量均存在极显著差异,按照花粉粒质量从大到小,排列为诸暨市>遂昌县>嵊州市>松阳县>庆元县>新昌县>临安市。认为香榧基地雄树配置应首选产地诸暨市、嵊州市和遂昌县本地,其次选择松阳县,最后选择庆元县和新昌县。临安市雄树由于花期稍早,不建议在生产中推广应用。

关键词:香榧;嫁接;雄树;筛选;花期;试验

中图分类号:S664.5;S722.3⁺3;S723.2

文献标志码:A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2020.04.007

香榧(*Torreya grandis* ‘Merrillii’)又名中国榧,属于红豆杉科榧属,是榧树优良自然变异类型经无性繁殖培育而成的栽培类型^[1],是集材用、药用、果用、油用和观赏于一体的经济树种^[2]。香榧果实生长成熟期为3 a,第1年开花,第2年结果,第3年成熟,素有“三代果”之称,是我国特有的珍稀干果,栽培经济效益显著,被产区农民称为摇钱树、绿色银行,产值为15万—45万元/hm²^[3]。香榧是雌雄异株植物,雌花开放时必须要有足量的优质花粉,才能正常受精孕果。成片榧林必须合理配置雄树,雄树开花习性的好坏,花粉量的多少,花期是否相遇,品质的良莠,将直接影响香榧的产量和质量^[4]。关于香榧人工授粉技术研究国内已有报道^[5-8],并已在生产上应用,能有效提升香榧授粉成功率,但也增加采购花粉和人工授粉成本,未能从根本上解决香榧自然授粉花期不遇的问题。遂昌县是榧树的原产区,浙江省香榧南扩工程^[8]重点县。从上世纪90年代开始,从香榧原产地核心区诸暨市、嵊州市引进种植,到2019年底,香榧基地扩大到1 533 hm²。

如果每年都采用人工授粉,不但费力耗财,花粉来源也没保证。因此,选育出适合为本地香榧授粉的优良雄树,通过嫁接技术在基地内配置足够多的雄树,让投产香榧自然授粉,解决雌雄株花期不遇的难题,提高受孕率和产量,增加香榧产业经济效益,对推动香榧产业高质量发展具有十分重要意义。

1 试验地概况

试验基地:大章山林果场,栽培3年生榧树面积1.53 hm²,平均高度1.2 m,地理位置北纬28°34′,东经118°56′,海拔高度260—262 m,全坡向,土壤为山地黄壤,土层厚度0.8 m;湖山林场黄家山林区,栽培5年生榧树面积2.67 hm²,平均高度1.8 m,8年生榧树面积2.85 hm²,平均高度2.5 m,地理位置北纬28°35′,东经118°55′,海拔高度265—280 m,东南朝向,土壤为山地黄壤,土层厚度0.9 m。2块试验地均位于遂昌县西北部的乌溪江水库边,隔江相望,直线距离约2.5 km,受水库热效应影响,冬季温和,夏季闷热,年平均气温17℃,无霜期223 d,降水量1 750 mm。

收稿日期:2020-05-07;修回日期:2020-06-28

基金项目:遂昌县科技项目“香榧雄树良种选育”(2016-05-14)

作者简介:程筵寿(1974—),男,浙江遂昌人,工程师,大学本科毕业。从事林业技术推广工作。E-mail:248934747@qq.com; Tel:13857045893。

2 材料与方法

2.1 材料

接穗选用香榧原产地核心区浙江省诸暨市、嵊州市,核心区外围新昌县、浙江农林大学(临安市)、浙江省丽水市最偏远山区庆元县、遂昌县毗邻的松阳县和遂昌县本地雄树枝条;砧木选用遂昌县大章山林果场 3 年生榧树和遂昌县湖山林场黄家山林区 5,8 年生榧树;嫁接接穗和砧木修剪工具均采用台湾生产佐川田牌嫁接刀和修枝剪;测量嫁接枝条粗度和雄花蕾纵径及横径采用浙江省永康市飞尔工贸有限公司生产的飞尔斯品牌电子游标卡尺;测量花粉粒质量采用浙江永康凯丰集团有限公司凯丰牌电子数字秤;测量嫁接枝条长度采用普通 2 m 长钢卷尺。

2.2 方法

2017 年 2 月 4—17 日,按照间隔 1 d 时间顺序,先后从 7 个来源地采集雄树接穗枝条,分别在 2 个试验基地同时嫁接。大章山林果场 3 年生榧树砧木试验区,在砧木离地 35 cm 高位采用截杆切接方式,每株嫁接 1 根接穗,每个来源接穗随机嫁接 10 株,设置 3 个试验小区重复 3 次,共 210 根接穗,逐株编号,小区间至少间隔 10 m;湖山林场黄家山林区 5 年生榧树大苗砧木试验区,在砧木离地 70 cm 高位采用截杆切接方式,顶端嫁接 1 根接穗,每个来源接穗随机嫁接 10 株,设置 3 个小区重复 3 次,共 210 根接穗,逐株编号,小区间至少间隔 10 m;湖山林场黄家山林区 8 年生榧树大苗砧木试验区,在砧木离地 140 cm 高位采用截杆切接方式,顶端嫁接 1 根接穗,每个来源接穗随机嫁接 10 株,设置 3 个区块重复 3 次,共 210 根接穗,逐株编号,小区间至少间隔 10 m。新梢生长测量定于 2020 年 3 月 25—28 日进行,3 月下旬开始记录花期数据,花蕾数据于 2020 年 4 月 6 日检测得出。

由于香榧雄株嫁接成活率与嫁接时间、嫁接技

术及后期管理等有关^[9],与本研究没有因果关系,仅作必要数据记录,不作数据分析。

3 结果与分析

3.1 嫁接雄株新梢生长情况

诸暨市、嵊州市、新昌县、临安市、庆元县、松阳县、遂昌县 7 个市(县)来源的接穗嫁接成活主枝长度、粗度、萌发权枝数等生长量指标结果见表 1。

表 1 不同来源接穗嫁接的雄树枝条生长情况

接穗来源	主枝长均值 /(cm/枝)	主枝粗均值 /(mm/枝)	权枝数均值 /(条/枝)
诸暨市	77.7	27.0	16.6
嵊州市	77.2	26.9	16.5
新昌县	64.8	21.5	14.6
临安市	68.7	22.9	13.7
庆元县	69.3	22.4	13.9
松阳县	71.2	22.2	14.9
遂昌县	77.4	27.2	16.5
平均	72.3	24.3	15.2

3.1.1 主枝长度 香榧雄树花粉多少与其枝条长势有很大关系,长势越好,花粉越多。从表 2 可以看出,试验平均主枝长 72.3 cm。从砧木年龄来看,随着砧木年龄增大,主枝长相应增大,其中 3 年生 69.9 cm,5 年生 72.3 cm,8 年生 74.8 cm。方差分析显示:不同来源 3 年生 P 值为 1.48×10^{-21} ,除松阳县与庆元县之间差异很小外,各来源间存在 0.01 水平差异;不同来源 5 年生 P 值为 7.49×10^{-21} ,除诸暨市与遂昌县差异很小外,各来源间存在 0.01 水平差异;不同来源 8 年生 P 值为 2.03×10^{-23} ,各来源间均存在 0.01 水平差异;从接穗来源来看,生长表现由大到小依次为诸暨市>遂昌县>嵊州市>松阳县>庆元县>临安市>新昌县。经方差分析,不同来源新梢长 P 值为 5.40×10^{-5} ,达 0.01 水平差异,其中诸暨市、遂昌县、嵊州市之间差异不大,其余来源间差异极显著。

表 2 不同来源的接穗嫁接后主枝的生长长度

砧木年龄	诸暨市	嵊州市	新昌县	临安市	庆元县	松阳县	遂昌县	平均
3 年生	77.5 Aa	75.0 Cc	62.5 Ff	66.6 Ee	66.2 Dd	68.5 Dd	75.2 Bb	69.9
5 年生	77.6 Aa	77.1 Bb	64.6 Ff	68.6 Ee	69.2 Dd	71.6 Cc	77.3 Aa	72.3
8 年生	77.9 Aa	79.6 Cc	67.4 Oo	70.9 Gg	72.6 Ff	73.6 Ee	79.8 Bb	74.8
平均	77.7 Aa	77.2 Aa	64.8 Ee	68.7 Dd	69.3 Cc	71.2 Bb	77.4 Aa	72.3

注:表中大写字母表示在 0.01 水平上存在极显著性差异,小写字母表示在 0.05 水平上存在显著性差异。

3.1.2 主枝粗度 表 3 表明:试验平均主枝粗 24.3 mm。从砧木年龄来看,随着砧木年龄增大,主枝粗度相应增加,其中 3 年生粗度为 23.8 mm,5 年生粗度为24.2 mm,8 年生粗度 24.9 mm。方差分析显示,3,5,8 年生不同来源间主枝粗 *P* 值分别为 9.79×10^{-21} , 1.7×10^{-22} , 2.5×10^{-20} ,均达 0.01 水平差异。其中 3 年生诸暨市与嵊州市、庆元县与松阳县之间差异不大,5 年生诸暨市与嵊州市,庆元县与松阳县、新昌县差异不明显,8 年生遂昌县与诸暨市、嵊州市,临安市与庆元县差异也不大;从接穗来源来看,生长表现由大到小依次为遂昌县>诸暨市>嵊州市>临安市>庆元县>松阳县>新昌县。经方差分析,不同来源主枝粗 *P* 值为 4.1×10^{-8} ,达 0.01 水平差异,其中除诸暨市与嵊州市之间差异不明显外,各来源间均存在极显著差异。

表 3 不同来源的接穗嫁接后主枝的生长粗度(直径)								mm
砧木年龄	诸暨市	嵊州市	新昌县	临安市	庆元县	松阳县	遂昌县	平均
3 年生	26.8 Bb	26.8 Bb	20.6 Ee	22.2 Cc	21.7 Dd	21.6 Dd	27.1 Aa	23.8
5 年生	26.9 Bb	26.9 Bb	21.7 Dd	22.9 Cc	21.8 Dd	21.8 Dd	27.2 Aa	24.2
8 年生	27.2 Aa	27.1 Aa	22.3 Dd	23.7 Bb	23.6 Bb	23.3 Cc	27.3 Aa	24.9
平均	27.0 Bb	26.9 Bb	21.5 Ff	22.9 Cc	22.4 Dd	22.2 Ee	27.2 Aa	24.3

注:表中大写字母表示在 0.01 水平上存在极显著性差异,小写字母表示在 0.05 水平上存在显著性差异。

3.1.3 权枝数量 从表 4 可以看出:嫁接枝条平均每枝萌发权枝 15.2 条,随砧木年龄相应增加,其中 3 年生为 10.4 条,5 年生为 15.1 条,8 年生 20.2 条。从接穗来源来看,权枝生长数表现依次为诸暨市>遂昌县=嵊州市>松阳县>新昌县>庆元县>临安市。经方差分析,各来源之间权枝平均数 *P* 值为 0.972,相互之间没有明显差异。

表 4 不同来源的接穗嫁接后枝条分权数量								条
砧木年龄	诸暨市	嵊州市	新昌县	临安市	庆元县	松阳县	遂昌县	平均
3 年生	11.3	11.4	9.6	9.5	9.2	10.5	11.2	10.4
5 年生	16.6	16.5	14.8	12.8	13.7	14.7	16.7	15.1
8 年生	21.8	21.6	19.5	18.7	18.9	19.5	21.7	20.2
平均	16.6	16.5	14.6	13.7	13.9	14.9	16.5	15.2

3.2 嫁接雄株开花情况

从 2020 年 3 月中旬开始,对嫁接雄株花期生长过程主要因子,如花蕾初开时间、盛开时间、凋谢时间进行观察记录,并随机选择 20 粒花蕾测定其纵径、横径、花粉粒质量等。从表 5 可以看出,花蕾大小与花粉粒质量基本呈正相关,花蕾越大,花粉越多,质量越大。

表 5 不同来源接穗嫁接雄树花蕾大小及花粉粒质量均值

接穗来源	花蕾大小均值/(mm/粒)			花粉粒质量均值/(mg/粒)
	纵径	横径	平均	
诸暨市	58.0	28.5	43.3	139.7
嵊州市	65.5	24.5	45.0	130.3
新昌县	55.5	25.0	40.3	99.7
临安市	54.5	24.5	39.5	95.0
庆元县	56.0	26.5	41.3	100.3
松阳县	56.5	25.5	41.0	125.3
遂昌县	63.5	21.0	42.3	135.3
平均	58.5	25.1	41.8	117.9

3.2.1 花期 香榧是单性植物,必须进行异花授粉,而授粉成功率高低是产量高低的关键因素,提高授粉成功率前提是雌雄花期必须相近。根据历年观察结果,遂昌县雌花最早 4 月 2 日,最迟 4 月 11 日,大部分集中在 4 月 5—10 日之间。从表 6 可以看出,不同来源的雄树嫁接后,花期基本适合遂昌县雌花授粉日期,仅有临安的稍微偏早了点。

表 6 不同接穗来源嫁接雄树开花日期

接穗来源	初开	盛开	凋谢
诸暨市	4 月 5 日	4 月 8 日	4 月 11 日
嵊州市	4 月 3 日	4 月 7 日	4 月 11 日
新昌县	4 月 2 日	4 月 7 日	4 月 10 日
临安市	3 月 31 日	4 月 4 日	4 月 8 日
庆元县	4 月 1 日	4 月 7 日	4 月 9 日
松阳县	4 月 5 日	4 月 7 日	4 月 9 日
遂昌县	4 月 3 日	4 月 8 日	4 月 11 日

3.2.2 花蕾 香榧授粉必须有足够量的雄花粉才能保证成功率,而花蕾大小则关系到花粉数量和质量。

按照砧木年龄分析,3,5,8 年生砧木的接穗花蕾大小 P 值分别为 3.50×10^{-17} , 7.07×10^{-17} , 9.33×10^{-20} ,

均达 0.01 水平差异,其中 3 年生砧木庆元县与松阳县来源之间差异为 0.05 水平。按嫁接枝条来源分析,不同来源的花蕾大小 P 值为 2.6×10^{-14} ,其中达 0.01 水平差异。从表 7 可以看出,除庆元县与松阳县之间差异不大外,其余之间均存在极显著差异。

表 7 不同来源的接穗嫁接的雄株花蕾大小

mm/粒

砧木年龄	诸暨市	嵊州市	新昌县	临安市	庆元县	松阳县	遂昌县	平均
3 年生	43.3 Bb	44.6 Aa	40.2 Fe	39.5 Gf	41.3 Dd	41.1 Ed	42.2 Cc	41.7
5 年生	43.3 Bb	45.1 Aa	40.1 Ff	39.6 Gg	41.3 Dd	40.9 Ee	42.3 Cc	41.8
8 年生	43.4 Bb	45.3 Aa	40.5 Ff	39.5 Gg	41.4 Dd	41.1 Ee	42.5 Cc	42.0
平均	43.3 Bb	45.0 Aa	40.3 Ee	39.5 Ff	41.3 Dd	41.0 Dd	42.3 Cc	41.8

注:表中大写字母表示在 0.01 水平上存在极显著性差异,小写字母表示在 0.05 水平上存在显著性差异。

3.2.3 花粉 在花蕾初开时,分别采集各个来源花球 20 粒,进行花粉质量测定。方差分析得知,3,5,8 年生砧木的接穗花粉粒质量 P 值分别达 2.07×10^{-34} , 4.58×10^{-34} , 4.71×10^{-34} ,均达 0.01 水平差异。

按嫁接枝条来源分析,不同来源接穗的花粉粒质量 P 值为 1.61×10^{-26} ,其中达 0.01 水平差异。从表 8 可以看出,7 个不同来源之间花粉粒质量均存在极显著差异。

表 8 不同来源的接穗嫁接后花粉粒质量

mm/粒

砧木年龄	诸暨	嵊州	新昌	临安	庆元	松阳	遂昌	平均
3 年生	139.6 Aa	130.2 Cc	99.5 Ff	94.6 Gg	100.2 Ee	125.2 Dd	135.2 Bb	117.8
5 年生	139.8 Aa	130.3 Cc	99.5 Ff	95.3 Gg	100.4 Ee	125.5 Dd	135.3 Bb	118.0
8 年生	139.8 Aa	130.5 Cc	100.2 Ff	95.2 Gg	100.3 Ee	125.3 Dd	135.5 Bb	118.1
平均	139.7 Aa	130.3 Cc	99.7 Ff	95.0 Gg	100.3 Ee	125.3 Dd	135.3 Bb	117.9

注:表中大写字母表示在 0.01 水平上存在极显著性差异,小写字母表示在 0.05 水平上存在显著性差异。

4 结论与讨论

从浙江省诸暨市、嵊州市、松阳县、庆元县、新昌县引进及采用遂昌县本地的雄树接穗,经嫁接后,花期与遂昌本地栽培香榧雌花花期基本吻合,仅来自临安市的雄树花期稍早。由于香榧是异花授粉植物,影响自然授粉成功率的首要因素就是雌雄花期相遇问题。丁建林等^[6]在香榧低产原因分析中也证实了这点,同样情况杨梅生产中也存在^[10]。

香榧雄树嫁接枝条主枝生长的长度、粗度、杈枝数量,花蕾大小,花粉重量等生长指标随着砧木年龄增长而增加。这是因为随着树龄增大,其根系更加发达,枝叶更加茂盛,给嫁接枝条提供养分就越多。王威力等^[11]对核桃,李小飞等^[12]对美国山核桃嫁接中,都证实了这一点。

不同来源的香榧雄树嫁接枝条除杈枝数量外,主枝长度、粗度,花蕾大小,花粉粒质量等生长指标

均存在极显著差异,按照花粉粒质量大小顺序排列为诸暨市>遂昌县>嵊州市>松阳县>庆元县>新昌县>临安市。这与雄树枝条嫁接对当地气候的适应性有关,董雷鸣等^[13]在榧树雄株若干性状变异研究中也证明了这种关系。遂昌县是浙江省香榧南扩工程重点县,所有香榧种苗均来自香榧原产地诸暨和嵊州,2 地的雄树历经千年优胜劣汰,属于优良授粉单株,所采用雄树枝条嫁接后适应性呈现良好特性。松阳县与遂昌县 2 县地理位置相邻,气候条件一致,嫁接雄株对当地气候条件适应性好。其余 3 地虽然同属浙江省范围,但均与遂昌县相距几百千米,气候条件有所区别,引进的雄株适应性相对要差一些,对雄树枝条生长和雄球花发育有一定影响。

本研究仅从香榧雄树的开花日期、花蕾大小、花粉多少几方面作初步筛选。对于香榧雄花粉的质量筛选、雄树配置数标准等方面研究将在后期继续开展。

(下转第 49 页)

- [37] 侯峰. LIDAR 详细介绍及其应用举例综述[J]. 科技广场, 2014(4):95-100.
- [38] 胡凯龙,刘清旺,李世明,等.运用融合纹理和机载 LiDAR 特征模型估测森林地上生物量[J].东北林业大学学报, 2018, 46(1):52-57.
- [39] XIANG H, TIAN L. Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV)[J]. Biosystems Engineering, 2011, 108(2):174-190.
- [40] 赵芳. 测树因子遥感获取方法研究[D]. 北京:北京林业大学, 2014.
- [41] 闫利,岳昔娟,崔晨风.一种定量确定遥感融合图像空间分辨率的方法[J].武汉大学学报(信息科学版), 2007, 32(8):667-670.
- [42] PUISSANT A, ROUGIER S, STUMPF A. Object-oriented mapping of urban trees using Random Forest classifiers[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2014, 26:235-245.
- [43] 方明程.高分遥感纹理信息对森林蓄积量估测的影响规律研究[D].西安:西安科技大学, 2016.
- [44] MONTEALEGRE A L, LAMELAS M T, DE LA RIVA J, et al. Use of low point density ALS data to estimate stand-level structural variables in Mediterranean Aleppo pine forest[J]. Forestry, 2016, 89(4):373-382.
- [45] SABOL J, PROCHÁZKA D, PATOKA Z. Development of models for forest variable estimation from airborne laser scanning data using an area-based approach at a plot level[J]. Journal of Forest Science, 2016, 62(3):137-142.
- [46] VEGA C, RENAUD J-P, DURRIEU S, et al. On the interest of penetration depth, canopy area and volume metrics to improve Lidar-based models of forest parameters[J]. Remote Sensing of Environment: An Interdisciplinary Journal, 2016, 175:32-42.
- [47] 曹林,余光辉,代劲松,等.激光雷达技术估测森林生物量的研究现状及展望[J].南京林业大学学报(自然科学版), 2013, 37(3):163-169.
- [48] FLOREANO D, WOOD R J. Science, technology and the future of small autonomous drones[J]. Nature, 2015, 521(7553):460-466.

(上接第31页)

参考文献:

- [1] 黎章矩,戴文圣.中国香榧[M].北京:科学出版社, 2007:38-40.
- [2] 黄增冠,喻卫武,罗宏海,等.香榧不同叶龄叶片光合能力与氮含量及其分配关系的比较[J].林业科学, 2015, 51(2):44-50.
- [3] 吴连海,吴黎明,倪荣新,等.香榧栽培经济效益分析[J].浙江农林大学学报, 2013, 30(2):299-303.
- [4] 马正三.香榧雄株类型和单株选优途径初步探讨[J].浙江林业科技, 1981(2):77-78.
- [5] 余水生,黄爱华.人工授粉对初果期香榧挂果数量的影响[J].浙江林业科技, 2016, 36(4):46-49.
- [6] 丁建林,施玲玲,孙蔡江.香榧低产原因及丰产栽培试验[J].林业科技开发, 2001, 15(3):35-37.
- [7] 刘越秀.香榧嫁接和人工授粉技术初探[J].江西林业科技, 2008(1):34-35.
- [8] 楼国华.推进森林浙江建设 努力建设生态文明[J].绿色中国, 2010(5):64-67.
- [9] 王苗苗,李代村,庄童琳,等.影响林果苗木繁育嫁接成活的原因及对策[J].林业科学, 2020, 40(14):69-70.
- [10] 卢胜进.江永杨梅雌雄花期不遇应予重视[J].中国果业信息, 2011, 28(4):47.
- [11] 王威力,刘佳佳,殷姣姣,等.核桃砧木适应性在嫁接繁殖中的作用[J].现代园艺, 2020(15):225-226.
- [12] 李小飞,曹凡,彭方仁,等.砧木年龄对美国山核桃嫁接苗光合特性的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版), 2016, 40(3):75-80.
- [13] 董雷鸣,沈登峰,喻卫武,等.榧树雄株若干性状变异初探[J].浙江农林大学学报, 2012, 29(5):715-721.