

## 薄壳山核桃不同优良无性系花期物候特征比较

勇 丁秘

(福建省林业科学研究院 350012)

**摘要:**【目地】通过对长汀楼子坝国有林场测试的 16 个无性系的开花物候进行观察, 以期筛选出薄壳山核桃优良无性系组合配置提供参考依据。【方法】以 16 个不同薄壳山核桃无性系为供试材料, 开展花期物候、雄花散粉期与雌花可授期观察, 比较不同无性系花期物候特征。【结果】供试的 16 个薄壳山核桃不同无性系雄、雌花期存在差异, 其中雄花的盛花天数为 5-12d, 开放总天数为 12-23d; 雌花的盛花天数为 3-9d, 开放总天数为 9-19d。雄花散粉期天数为 5-20d, 雌花可授期天数为 9-23d, 相同无性系的可授期与散粉期相遇天数为 5-12d, 不同无性系的可授期与散粉期相遇天数为 20d。通过本次花期观测, 初步确定了较优的无性系组合配置。

**关键词:** 薄壳山核桃; 开花物候期; 雄花散粉期; 雌花可授期

**Abstract:** [Objective] Providing a reference for the selection of asexual line combinations of thin-shelled hickory (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) through the observations on the flowering phenology of 16 asexual lines tested in Changting Louziba State-owned Forest. [Methods] 16 different thin-shelled hickory asexual lines were tested. Flowering phenology, timespan of pollen dispersal and stigma reception were carried out to compare the characteristics of flowering phenology of different asexual lines. [Results] Differences in male and female flowering period were observed, among which the pollen dispersal days of male flower are 5-12d while the total number of blooming days is 12-23d. The receptive days of female flowers are 3-9d while the total blooming days is 9-19d. The number of days of pollination period of male flower is 5-20d. The overlapping days between the pollination and reception period of the same asexual line is 20d. Through the observation of this flowering period, we have preliminarily determined the better asexual line combination.

**Keywords:** thin-shelled pecan; flowering season; male pollination period; female pollination period

薄壳山核桃(*Carya illinoensis* Koch), 又名美国山核桃或长山核桃, 是胡桃科 (*Juglandaceae*) 山核桃属(*Carya* Nutt.) 植物。原产美国和墨西哥北部, 是世界上著名的干果树种之一, 其坚果个大、壳薄, 出仁率高, 取仁容易, 产量高。同时, 其果仁色美味香、无涩味、营养丰富, 是理想的保健食品或面包、糖果等食品的添加材料。薄壳山核桃亦是重要的木本油料植物, 其油脂含量高达 70% 不饱和脂肪酸含量高达 97%, 是上等的食用油。薄壳山核桃还是优良的材用和庭园绿化树种, 其木材纹理细腻, 质地坚韧, 是建筑、军工、室内装饰和制作高档家具的理想材料。薄壳山核桃的树体高大, 冠幅浓密, 根系发达, 具有良好的碳汇、放氧、固土等生态作用, 其叶片纸质, 落叶枯枝已腐烂, 有利于养分回归林地, 生态效益明显。薄壳山核桃集经济、生态、社会三大效益于一身, 其多样的产品已经成为改善人民群众饮食结构和国民经济建设重要的物质基础, 是值得推广的经济树种, 前景非常广阔(姚小华等, 2014; 贾晓东, 2012; 董风祥, 2003)。我国从 19 世纪末开始从美国引进薄壳山核桃种子, 当时以绿化为主要目地, 改革开放后开始系统引进薄壳山核桃良种开展区域试验以及本土实生树的选优工作, 目前已选育出一批良种及优良无性系。云南、浙江、江苏等省均引种成功, 且有一定的种植规模。张日清教授通过比较了我国引种地的新

生境和美国原生境，将我国对薄壳山核桃的引种栽培区划为 4 种类型：适宜区、次适宜区、边缘区及不适宜区。福建省水热条件好，被划为薄壳山核桃的引种栽培的适宜区，是国内薄壳山核桃的最佳引种地区之一（张日清，2005）。

开花物候（flowering phenology）是植物繁殖生物学研究的重要内容之一，也是了解和认识植物的传粉和繁殖过程的基础（周祎鸣，2019；韩明慧等，2017）。薄壳山核桃是典型的雌雄同株异花异熟植物，以异株受粉为主，自花受孕率低，因此需要不同无性系的组合优化配置，使得雌花的可授粉期与雄花的散粉期一致，这样才能获得高产。基于此，本文通过对基地引进的 16 个无性系的开花物候进行观察，以期筛选出薄壳山核桃优良无性系组合配置提供参考依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况及供试材料

试验地位于福建省长汀楼子坝国有林场薄壳山核桃优良无性系区域测试基地，基地坐标为北纬 25°46′，东经 116°17′，地处武夷山南麓，属中亚热带季风气候区，平均气温 18.3℃，年降水量 1685.6mm，无霜期年均 260d，日最低气温  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  日数为 80d，日最低气温  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  日数为 18d。该地属低山丘陵地区，海拔 435-525m，土壤为红壤，立地等级为 II。

### 1.2 供试材料

供试材料为 16 个优良无性系，从福建省林科院薄壳山核桃试验基地提供，分别为波尼-卡多，来自美国原种及国内选育良种，均为无性系嫁接苗，嫁接苗为 2 年砧木+3 年接穗苗，2020 年 3 月份种植。

### 1.3 开花物候观察及特征研究方法

调查方法参考《经济林研究法》、《果树育种学》有关开花物候期观测部分以及其它薄壳山核桃文献（中南林学院，1987；）沈德绪，2008；姚小华等，2004）。

#### 1.3.1 花期物候观察

在供试薄壳山核桃 16 个无性系中选择生长健壮、发育正常、分枝较矮、树冠开阔且采光一致的植株作为标准株，每个无性系选 3 株样株，每株选择 5 个样枝，观察和记录雌雄花的开花物候期，观察内容为雄花芽萌动、雄花序生长、雄花开放、雄花盛放、雄花脱落、雌花芽萌动、雌花芽生长、雌花开放、雌花盛放、雌花末花。

#### 1.3.2 开花指数设定

在供试薄壳山核桃 16 个无性系中，每个无性系随机选择 10 株为调查样株，观察每样株的开花情况，开花指数设定：0 级，未开花；1 级，花初显；2 级，1/3 以下开花；3 级，2/3 以下开花；4 级，2/3 以上开花；5 级，开始谢花。雄花花瓣张开药散粉示为开，花枯萎凋落示为谢；雌花柱头分泌胶粘物示为开，柱头焦萎示为谢。

#### 1.3.3 雄花散粉期与雌花可授期观察

同个无性系调查 10 株样株中，任何一株样株有雄花序散粉时，则雄花散粉期开始；10 株样株内所有样株无雄花序没有花粉散出时，则雄花散粉期结束。

同个无性系 10 株调查样株中任何样株有雌花序柱头呈“V”字形，柱头正面突起且分泌物增多时，则雌花可授期开始；10 株样株内所有样株最后出现雌花序柱头表面变黑开始干涸时，则雌花可授期结束。

## 1.4 数据处理

使用 Excel2007 软件对调查数据进行统计比较分析。

## 2 结果和分析

### 2.1 不同无性系雌雄花物候

#### 2.1.1 不同无性系雄花物候期观察结果

不同薄壳山核桃无性系雄花物候期的观测结果见表 1。由表 1 可知, 不同无性系的雄花进入花初显的日期为 4 月 21 日-5 月 2 日。最早进入花初显的是波尼、巴顿、绍兴、马汉、YL35、YL11、YL5、卡多号无性系, 4 月 21 日开始初显; 随后肖尼、金华、YL64、YL25、YL1203、YL100、YL28 号无性系陆续进入花初显阶段; 最晚 (5 月 2 日) 进入花初显阶段的是 YL64 号无性系, 16 个无性系萌动时间最多相差 11d。

不同无性系雄花从 4 月 24 日至 5 月 2 日陆续进入盛花期, 盛花天数为 5-12d, 开放总天数为 12-23d。最早进入盛花期为波尼、巴顿、马汉、YL35、YL11、YL5、卡多号无性系, 均为 4 月 24 日; 最迟进入盛花期为 YL64 号无性系, 为 5 月 5 日。盛花期最长为巴顿、绍兴、马汉号无性系, 为 12d, 盛花期最短为 YL35、YL64 和 YL100 号无性系, 仅为 5d。开放总天数最长为巴顿、绍兴号无性系, 为 23d; 最短为 YL35、YL64、YL1203、YL100、YL28 号无性系, 为 12d。

表 1 不同无性系雄花物候期观测结果

| 无性系        | 日期 (月-日) |      |      |      |      | 盛花天数/d | 开放总天数/d |
|------------|----------|------|------|------|------|--------|---------|
|            | 1 级      | 2 级  | 3 级  | 4 级  | 5 级  |        |         |
| 波尼         | 4-21     | 4-24 | 4-28 | 5-2  | 5-5  | 9      | 15      |
| 肖尼         | 4-24     | 4-28 | 5-2  | 5-5  | 5-9  | 8      | 16      |
| 金华         | 4-28     | 5-2  | 5-5  | 5-9  | 5-13 | 8      | 16      |
| 巴顿         | 4-21     | 4-24 | 4-28 | 5-5  | 5-13 | 12     | 23      |
| 绍兴         | 4-21     | 4-28 | 5-2  | 5-9  | 5-13 | 12     | 23      |
| 马汉         | 4-21     | 4-24 | 4-28 | 5-5  | 5-9  | 12     | 19      |
| YL35       | 4-21     | 4-24 | 4-26 | 4-28 | 5-2  | 5      | 12      |
| YL64       | 4-24     | 4-28 | 5-2  | 5-8  | 5-9  | 11     | 16      |
| YL11       | 4-21     | 4-24 | 4-28 | 5-2  | 5-9  | 9      | 19      |
| 波尼<br>0    | 4-21     | 4-24 | 4-28 | 5-2  | 5-5  | 9      | 15      |
| YL64       | 5-2      | 5-5  | 5-7  | 5-9  | 5-13 | 5      | 12      |
| YL25       | 4-24     | 5-2  | 5-5  | 5-9  | 5-13 | 8      | 20      |
| YL12<br>03 | 4-24     | 4-28 | 5-2  | 5-5  | 5-5  | 8      | 12      |
| YL10<br>0  | 4-24     | 4-28 | 4-30 | 5-2  | 5-5  | 5      | 12      |
| YL28       | 4-28     | 4-30 | 5-2  | 5-5  | 5-9  | 6      | 12      |
| 卡多         | 4-21     | 4-24 | 4-28 | 5-2  | 5-5  | 9      | 15      |

注: 盛花天数为 2-4 级, 开放总天数为 1-5 级。

### 2.1.2 不同无性系雌花物候期观察结果

不同薄壳山核桃无性系雌花物候期的观测结果见表 2。由表 2 可知, 不同无性系的雌花进入花初显的日期为 4 月 21 日-5 月 5 日。最早进入花初显的是马汉号无性系, 4 月 21 日开始初显; 随后肖尼、金华、巴顿、绍兴、YL35、YL64、YL25、YL1203、YL100 号无性系陆续进入花初显阶段; 最晚 (5 月 5 日) 进入花初显阶段的是卡多号无性系。波尼、YL64、YL11、YL5、YL28 号无性系可能因树龄较小及生殖发育生长的差异等原因未见雌花, 因此没有雌花观察数据。

不同无性系雌花从 4 月 24 日至 5 月 9 日陆续进入盛花期, 盛花天数为 3-9d, 开放总天数为 9-19d。马汉号无性系最早进入盛花期, 为 4 月 24 日; 卡多号无性系最迟进入盛花期, 为 5 月 9 日。绍兴、马汉号无性系的盛花天数最长, 达 9d; YL1203 号无性系最短, 仅 3d; 其它无性系相差不大为 5-8d。金华的开放总天数最长, 达 19d; YL35 的开放总天数最短, 仅 9d; YL1203 号无性系仅 3d, 但开放总天数却高达 12d。

表 2 不同无性系雌花开花物候期观测结果

| 无性系    | 日期(月-日) |      |      |      |      | 盛花天数/d | 开放总天数/d |
|--------|---------|------|------|------|------|--------|---------|
|        | 1级      | 2级   | 3级   | 4级   | 5级   |        |         |
| 波尼     | /       | /    | /    | /    | /    | /      | /       |
| 肖尼     | 5-2     | 5-7  | 5-9  | 5-13 | 5-17 | 6      | 15      |
| 金华     | 4-28    | 5-2  | 5-5  | 5-7  | 5-9  | 5      | 19      |
| 巴顿     | 5-2     | 5-5  | 5-9  | 5-13 | 5-17 | 8      | 15      |
| 绍兴     | 4-28    | 5-2  | 5-9  | 5-11 | 5-13 | 9      | 16      |
| 马汉     | 4-21    | 4-24 | 4-28 | 5-2  | 5-5  | 9      | 15      |
| YL35   | 4-24    | 4-26 | 4-28 | 4-30 | 5-2  | 5      | 9       |
| YL64   | /       | /    | /    | /    | /    | /      | /       |
| YL11   | /       | /    | /    | /    | /    | /      | /       |
| YL5    | /       | /    | /    | /    | /    | /      | /       |
| YL64   | 5-2     | 5-4  | 5-5  | 5-9  | 5-13 | 5      | 11      |
| YL25   | 4-30    | 5-2  | 5-5  | 5-9  | 5-13 | 7      | 13      |
| YL1203 | 4-24    | 4-26 | 4-27 | 4-28 | 5-5  | 3      | 12      |
| YL100  | 5-2     | 5-5  | 5-9  | 5-13 | 5-17 | 8      | 15      |
| YL28   | /       | /    | /    | /    | /    | /      | /       |
| 卡多     | 5-5     | 5-9  | 5-13 | 5-17 | 5-20 | 8      | 15      |

注：盛花天数为 2-4 级，开放总天数为 1-5 级。

## 2.2 薄壳山核桃不同无性系的散粉期和可授期观察结果

薄壳山核桃 16 个无性系雄花散粉期和雌花可授期见表 3、表 4。在 16 个无性系中，最早（4 月 24 日）进入雌花可授期的是马汉号无性系，最晚（5 月 7 日）进入雌花可授期的是肖尼号无性系；雌花可授期天数为 9-23d。最早进入雄花散粉期的是 YL35、卡多号无性系，最晚进入雄花散粉期的是 YL64 号无性系；散粉期天数为 5-20d。

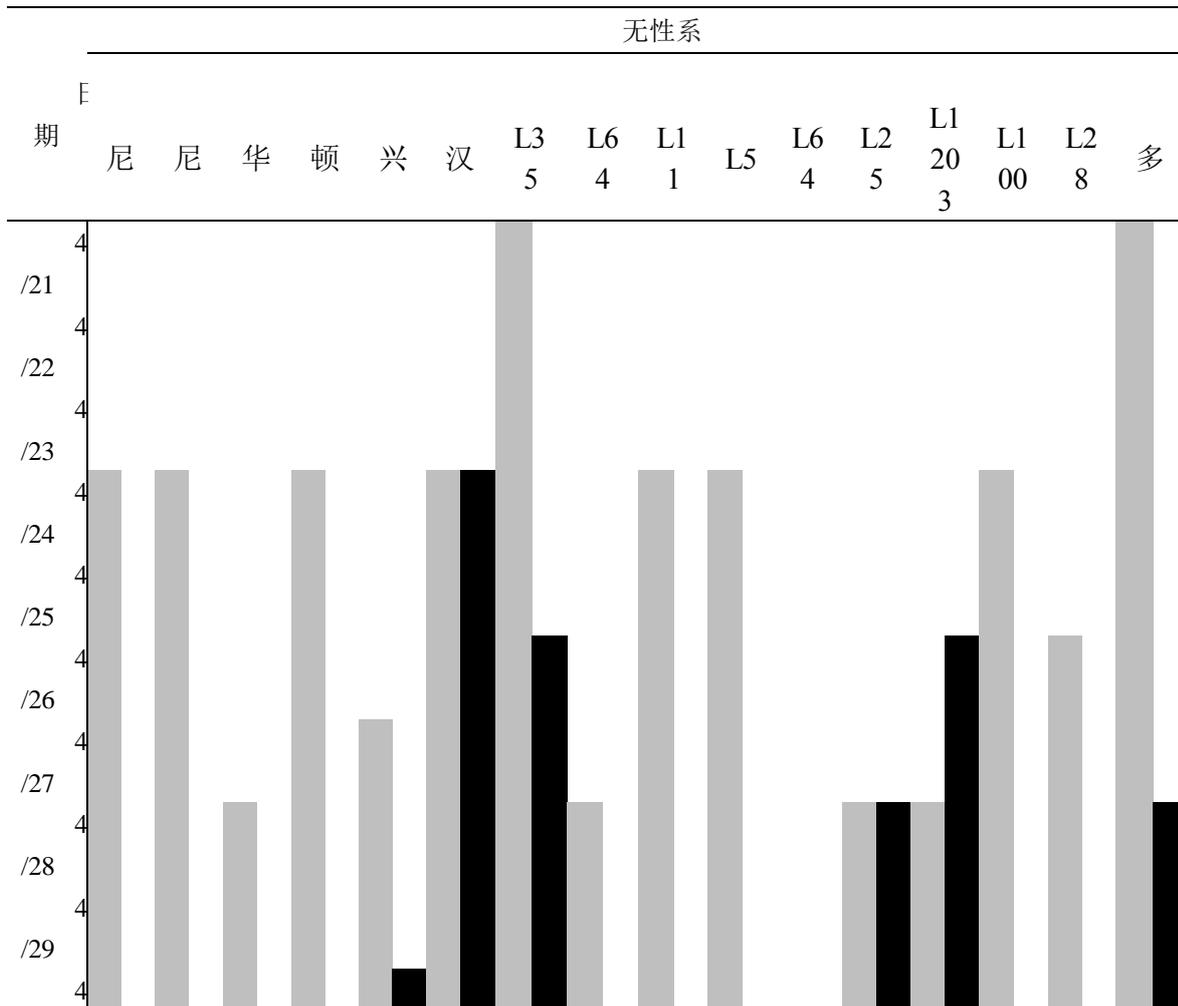
由表 3 可知，除 YL64、YL11、YL5、YL28 号等 5 个无性系未见雌花外，肖尼、金华、巴顿、绍兴、马汉、YL35、YL64、YL25、YL1203、卡多号等 10 个相同无性系不同植株间可授期与散粉期相遇天数为 5-12d，仅 YL100 号无性系不同植株间可授期与散粉期相遇天数为 1d。所调查植株早期雄花散粉期与雌花可授期不相遇时间为 4 月 21 日至 23 日，不相遇天数为 3d，末期雄花散粉期与雌花可授期不相遇时间为 5 月 14 至 20 日，不相遇天数为 7d，结果为有 10d 雄花散粉期与雌花可授期不相遇。不同无性系的可授期与散粉期 4 月 24 日至 5 月 13 日，相遇天数为 20d。

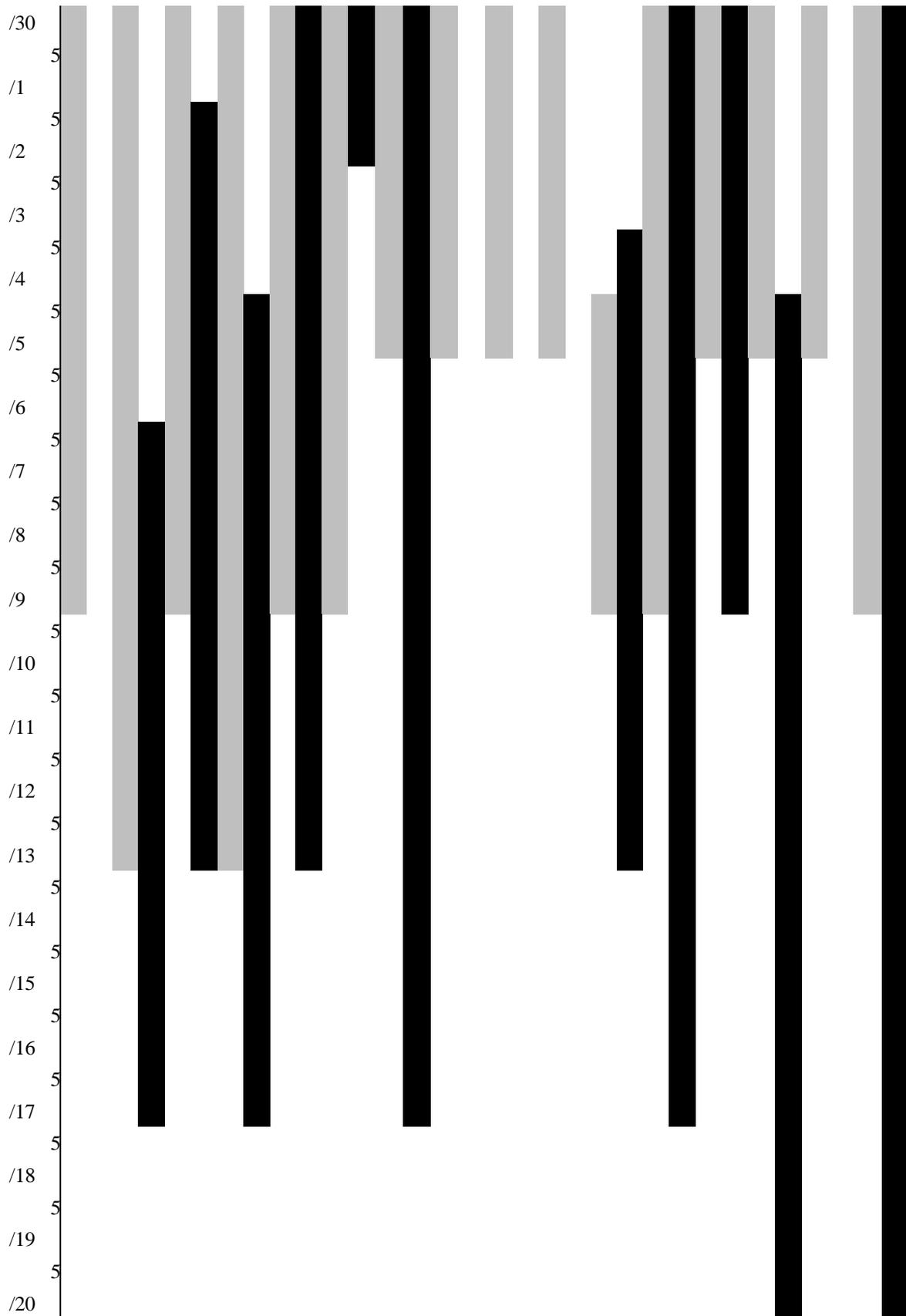
表 3 雌花可授期与雄花散粉期的观测结果

| 无性系 | 雌花可授期 |    | 雄花散粉期    |    | 可授期与散粉期相遇 |    |
|-----|-------|----|----------|----|-----------|----|
|     | 日期    | 天数 | 日期       | 天数 | 日期        | 天数 |
| 波尼  | /     | /  | 4-24/5-9 | 16 | /         | /  |

|        |           |    |           |    |          |    |
|--------|-----------|----|-----------|----|----------|----|
| 肖尼     | 5-7/5-17  | 11 | 4-24/5-13 | 20 | 5-7/5-13 | 7  |
| 金华     | 5-2/5-13  | 12 | 4-28/5-9  | 12 | 5-2/5-9  | 8  |
| 巴顿     | 5-5/5-17  | 13 | 4-24/5-13 | 20 | 5-5/5-13 | 9  |
| 绍兴     | 4-30/5-13 | 14 | 4-27/5-9  | 13 | 4-30/5-9 | 10 |
| 马汉     | 4-24/5-2  | 9  | 4-24/5-9  | 16 | 4-24/5-2 | 9  |
| YL35   | 4-26/5-17 | 22 | 4-21/5-5  | 15 | 4-26/5-5 | 10 |
| YL64   | /         | /  | 4-28/5-5  | 8  | /        | /  |
| YL11   | /         | /  | 4-24/5-5  | 12 | /        | /  |
| YL5    | /         | /  | 4-24/5-5  | 12 | /        | /  |
| YL64   | 5-4/5-13  | 10 | 5-5/5-9   | 5  | 5-5/5-9  | 5  |
| YL25   | 4-28/5-17 | 20 | 4-28/5-9  | 12 | 4-28/5-9 | 12 |
| YL1203 | 4-26/5-9  | 14 | 4-28/5-5  | 8  | 4-28/5-5 | 8  |
| YL100  | 5-5/5-20  | 16 | 4-24/5-5  | 12 | 5-5      | 1  |
| YL28   | /         | /  | 4-26/5-5  | 10 | /        | /  |
| 卡多     | 4-28/5-20 | 23 | 4-21/5-9  | 19 | 4-28/5-9 | 12 |

表 4 雌花可授期与雄散粉期观测结果 2





注：  
 散粉期  
 可授期

两个核桃品种之间的散粉期与可授期重叠 8d,则可作为对方授粉配置树(房媛媛, 2011)。以此标准,各个无性系相对应的授粉配置树以及相互授粉树见表 5 和表 6。表 5 所示, YL35、YL25、YL1203、卡多号无性系所对应的授粉树数量最多,除了 YL64 外,其它 14 个无性系均可作为其授粉树;其次为马汉,对应 8 个无性系可作为其授粉树;金华、绍兴对应 7 个无性系可作为其授粉树;YL64、YL100 和巴顿分别对应 2 个和 1 个无性系可作为其授粉树。从各无性系的相互授粉树配置来看(表 6),卡多所对应的相互授粉树数量最多,为 5 个;其次为 YL25,达 4 个;金华、绍兴、YL1203 为 3 个,而 YL35 为 2 个。综合所述,以各无性系的相互授粉树进行无性系配置,可知,金华、绍兴、YL25 号,金华、YL25、卡多号,绍兴、YL25、卡多或金华、绍兴、YL25、卡多无性系可相互组合,彼此的散粉期与可授期重叠期均达到或超过 8d,有着充足的时间进行相互授粉。

表 5 薄壳山核桃无性系的授粉树配置表

| 无性系    | 授粉树   |
|--------|---|
| 金华     | 波尼、肖尼、巴顿、绍兴、马汉、YL25、卡多                                      |
| 巴顿     | 肖尼  |
| 绍兴     | 波尼、肖尼、金华、巴顿、马汉、YL25、卡多                                      |
| 马汉     | 波尼、肖尼、巴顿、YL35、YL11、YL5、YL100、卡多                             |
| YL35   | 波尼、肖尼、金华、巴顿、绍兴、马汉、YL64、YL11、YL5、YL25、YL1203、YL100、YL28、卡多   |
| YL64   | 肖尼、巴顿   |
| YL25   | 波尼、肖尼、金华、巴顿、绍兴、马汉、YL35、YL64、YL11、YL5、YL1203、YL100、YL28、卡多   |
| YL1203 | 波尼、肖尼、金华、巴顿、绍兴、马汉、YL35、YL64、YL11、YL5、YL25、YL100、YL28、卡多     |
| YL100  | 肖尼、巴顿   |
| 卡多     | 波尼、肖尼、金华、巴顿、绍兴、马汉、YL35、YL64、YL11、YL5、YL25、YL1203、YL100、YL28 |

表 6 薄壳山核桃无性系的相互授粉树配置表

| 无性系    | 相互授粉树                  |
|--------|------------------------|
| 金华     | 绍兴、YL25、卡多             |
| 绍兴     | 金华、YL25、卡多             |
| YL35   | YL1203、卡多              |
| YL25   | 金华、绍兴、YL1203、卡多        |
| YL1203 | YL35、YL25、卡多           |
| 卡多     | 金华、绍兴、YL35、YL25、YL1203 |

### 3 结论与讨论

薄壳山核桃雄花着生在 1 年生枝条的中部或中下部,雌花着生于当年抽生新梢的顶端,雌雄花的萌发及发育的时间不一致,根据雌花可授期和雄花散粉期的差异可分为雌先型、雄先型、雌雄同期型(陈芬等, 2015; 莫正海等, 2013)。本次观测结果表明,试验地所引种的 16 个无性系的雄花于 4 月上、中旬开始萌动,至雄花序脱落需要 22-40d;不同无性系雄花从 4 月 24 日至 5 月 2 日陆续进入盛花期,盛花天数为 5-12d,开放总天数为 12-23d。

雌花为穗状花序,着生在当年生的新梢上,雌花于 4 月下旬开始萌动,至雌花脱落需要 15-20d;不同无性系雌花从 4 月 24 日至 5 月 9 日陆续进入盛花期,盛花天数为 3-9d,开放总天数为 9-19d。

16个薄壳山核桃无性系,其中5个无性系未见雌花外,雌花可授期天数为9-23d,雄花散粉期天数为5-20d,相同无性系的授期与散粉期相遇天数为5-12d,不同无性系的授期与散粉期相遇天数为20d。

植物开花的迟早、花期的长短,是其系统发育过程中对环境适应的结果(刘雨,2018;张琴,2001;陈晓阳,1995;周正立,2005)。薄壳山核桃不同无性系间雌雄开花物候上的差异,会影响园地较早和较迟开花的无性系的授粉效率,因此不同无性系的散粉期和授期非常重要,其决定建园的无性系选择及配置,从而影响园地产量(臧旭等,2011;耿国民,2011;杨先裕,2014)。通过本次花期观察结果,可初步选择金华、绍兴、YL25号,金华、YL25、卡多号,绍兴、YL25、卡多或金华、绍兴、YL25、卡多无性系可相互组合。试验园地尚属幼龄林,植株的生长发育尚未成熟,大多数雌雄花量较少或无,且只有一年的观测数据,还需下个年度进一步试验观测。通过试验观测以选出不同无性系最佳组合,除了花期一致外,还要开展不同无性系之间杂交授粉试验,因此本文仅为试验的初步观察结果。待基地植株完全生长发育成熟后再进行多次开花物候期调查及杂交授粉试验后,才能分析总结出该基地的各无性系配置是否合理,并选择出适宜闽西大规模种植的无性系及配置组合。