

叶立前,袁紫倩,胡俊靖,等.不同温湿度处理对山核桃授粉期雌雄花发育的影响[J].江苏农业科学,2020,48(17):161-165.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.17.031

不同温湿度处理对山核桃授粉期雌雄花发育的影响

叶立前¹,袁紫倩²,胡俊靖²,赵伟明²,董建华²,李皓²,郑国良³

(1.浙江省杭州市临安区湍口镇林业工作站,浙江杭州 300300;2.杭州市林业科学研究院,浙江杭州 310022;

3.浙江省金华市林业技术推广站,浙江金华 321000)

摘要:为更好地揭示山核桃授粉期气象环境因子对雌雄花发育的影响,以离体水培的授粉期山核桃带花枝条为试验材料,设置低温低湿、高温低湿、低温高湿、高温高湿、变温低湿、变温高湿等6个处理,连续观察、拍照、记录不同温湿度条件下雌雄花的发育状况,并测定模拟雨天环境的清水浸泡下花粉活力。研究结果表明,山核桃授粉期温湿度会明显影响雌雄花的发育成熟时间和花粉活力,高温环境可以促进山核桃花器快速发育成熟,缩短发育成熟时间;高湿度环境则会推迟花器的发育成熟,延长发育成熟时间;高温高湿条件下会出现明显的落花现象,花粉活力会随着浸泡时间的延长快速下降。

关键词:山核桃;温度;湿度;发育状态;花粉活力

中图分类号: S664.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)17-0161-05

山核桃(*Carya cathayensis* Sarg.)为胡桃科山核桃属植物。由于其干果壳薄、果仁饱满,营养价值高和独特的芳香等众多特点而享誉盛名,被人们广泛种植利用。主要分布在浙江、安徽2省交界的天目山地区,是当地山区农民主要的经济收入来源^[1]。自20世纪80年代以来,历经数十年的发展,栽培面积已达11.4万hm²以上,并成为当地乡村振兴的支柱产业。影响山核桃生长发育和产量的因素除自身的生物学特性和土壤肥力外,主要是气象因子。国内外都有不同的学者研究了气象因子对山核桃的影响,黎章矩提出了气候条件可以影响山核桃的产量,花期多雨会影响授粉,能使大年变为小年^[2];陈国瑞等就气候条件对山核桃产量的影响作了相关分析^[3];Kotwaliwale等研究了薄壳山核桃栽培变种、相对湿度与产量的关系^[4];金志凤等提出了影响山核桃产量的主要气候因子为花期降水量和晴天数等^[5]。以上研究均表明,气象因子对山核桃的生长发育和产量有着非常大的作用,但有关山核桃授粉期温度、湿度对雌雄花生长发育、成熟、授粉等作用机制的研究至今尚未见报道。为更好

地揭示山核桃授粉期气象环境因子对雌雄花发育成熟过程的影响,本试验针对山核桃进行不同温度、湿度处理方式的离体水培和模拟雨天环境对雌花花期和对雄花散粉及其花粉活力影响的研究,通过连续观察、拍照、记录及统计,分析得出山核桃授粉期内温度、湿度与雌雄花生长发育状态及落花关系以及清水浸泡时间对花粉活力的影响,以期对山核桃产业的高产稳产提供理论指导,以及提高气象灾害预测预报能力,对减少极端天气带来的损失具有实际意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

在浙江省杭州市临安区山核桃重点产区湍口镇选择1株处于结果盛期,生长情况较好且稳定投产20年以上的健康山核桃植株,按不同方向采集粗细相近的标准枝条共计112个,每个枝条上带有未到开花散粉及授粉状态的健康无病虫害的雄花序(10±2)个、雌花(15±2)朵。

1.2 试验方法

1.2.1 温湿度影响山核桃雌雄花的生长发育 将所采集来的标准枝条分成24份,每4份(即4个重复)为一组作为一个处理样品放入同一型号的人工智能光照培养箱中,每份4个枝条,共计6个处理组。以份为单位斜剪去基部少许露出新茬进行离体水培,每2d换1次清水并斜剪去基部少许。从

收稿日期:2020-06-22

基金项目:杭州市科委社会发展科研专项(编号:20130533B25)。

作者简介:叶立前(1964—),男,浙江杭州人,工程师,主要从事经济林培育研究。E-mail:3032096556@qq.com。

通信作者:郑国良,高级工程师,主要从事林业技术与推广。

E-mail:jhzgl950511@126.com。

2014 年 5 月 1 日至 5 月 13 日每天观察、拍照、记录并统计雌雄花生长发育状态及落花情况。雌雄花发育成熟状态划分参照夏国华对山核桃生殖生物学的研究^[6],根据雄花药的颜色分为青绿、半黑(花

药由绿转黄且部分发黑)、全黑等 3 个发育阶段,依次表示散粉前期、散粉盛期和散粉末期;雌花发育状态依据柱头颜色划分为青绿、微红、鲜红、紫红、紫黑等 5 个发育阶段。具体每组处理方法如表 1 所示。

表 1 不同组别详细处理方式

处理	温度处理	湿度处理	备注
处理 1	(15±1)℃处理 24 h	(65±5)%处理 24 h	所有处理光照度为 4 500 lx,光照时间为 12 h
处理 2	(25±1)℃处理 24 h	(65±5)%处理 24 h	
处理 3	(15±1)℃处理 24 h	(95±5)%处理 24 h	
处理 4	(25±1)℃处理 24 h	(95±5)%处理 24 h	
处理 5	(15±1)℃处理 14 h,(25±1)℃处理 10 h	(65±5)%处理 24 h	
处理 6	(15±1)℃处理 14 h,(25±1)℃处理 10 h	(95±5)%处理 24 h	

1.2.2 清水浸泡对花粉活力的影响 采集试验期间雄花散粉盛期自然散出的花粉,采用蒸馏水浸泡的方式模拟雨天环境对花粉活力的影响,分别于处理 0、2、4、24、48 h 时测定花粉活力。花粉活力采用氟铬反应(FCR)荧光染色法^[7]测定:取少许花粉于载玻片上,加 2~3 滴工作液,盖上盖玻片,2 min 后置于荧光显微镜下观察。每个处理 3 次重复,每次重复观察 5 个视野,统计每个视野内花粉颗粒总数和被染色花粉颗粒总数。花粉活力计算方法:

花粉活力 = 视野内变绿花粉颗粒数量/视野内花粉颗粒总数 × 100%。

1.3 数据处理方法

试验数据采用 Excel 2003 计算和分析,对百分率数据进行反正弦平方根转换,其独立样本 *t* 检验和方差分析处理均采用 SPSS 18.0 统计软件进行统计学分析处理,多重比较采用 Duncan’s 新复极差法进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同温湿度对花药成熟发育的影响

正常生长情况下,山核桃花药成熟过程中,在形态上呈现由青绿色向绿黄色转变,随之花粉囊裂开花粉撒出后呈灰黑色,最后花药全部转变为黑色,花序脱落;而当遇到不利的气候条件或病害时,雄花序会出现霉变而发黑。由图 1 可知,温湿度条件明显影响了山核桃雄花的发育状况,雄花药各颜色所占比例在不同处理下差异明显。从图中可以看出,高温低湿的处理 2(图 1-B)雄花发育成熟速度最快,雄花序花药青绿状态所占的比例快速下降,至 5 月 6 日全部转变成半黑或全黑状态,在处理

的第 2 天出现半黑和全黑状态的雄花序,半黑状态所占比例最高出现在 5 月 4 日,为 41.30%,至 5 月 7 日雄花全部转变为全黑状态。雄花发育成熟速度最慢的是处于低温高湿环境下的处理 3(图 1-C),至处理结束的 5 月 13 日,还有 48.78% 的雄花处于青绿状态,全黑状态的雄花仅占 7.32%。从图中还可以看在低温低湿(处理 1)、低温高湿(处理 3)环境下,雄花处于半黑状态所占的比例较高,且持续时间较长。变温处理的处理 5(图 1-E)和处理 6(图 1-F),其雄花发育成熟规律则介于低温处理和高温处理之间。

温湿度环境的差异对山核桃雄花落花率也有明显的影响,处理湿度越大温度越高,雄花落花率越高,各处理间的落花率表现为处理 4(98.08%)>处理 6(96.82%)>处理 5(23.81%)>处理 2(13.04%)>处理 3(9.76%)>处理 1(8.16%)。

上述结果表明,温湿度环境明显影响了山核桃雄花的发育进程,高温环境促进雄花快速发育成熟,缩短雄花发育成熟时间;高湿度环境则会推迟雄花的发育成熟,延长雄花发育成熟时间;同时,高温高湿环境会明显增加落花比例,不利于雄花散粉。

2.2 不同温湿度对雌花发育的影响

山核桃雌花发育成熟过程中,柱头颜色变化依次为青绿色→微红色→鲜红色→紫红色→紫黑色,其中当雌花柱头为鲜红色时接受花粉能力最强,授粉后坐果率最高。对比不同处理下雌蕊成熟前后柱头颜色比例变化可以看出,至试验结束的 5 月 13 日,各处理雌花为青绿色所占的比例依次为 34.43%(处理 1)、0(处理 2)、60.98%(处理 3)、6.00%(处理 4)、20.34%(处理 5)、22.86%(处理

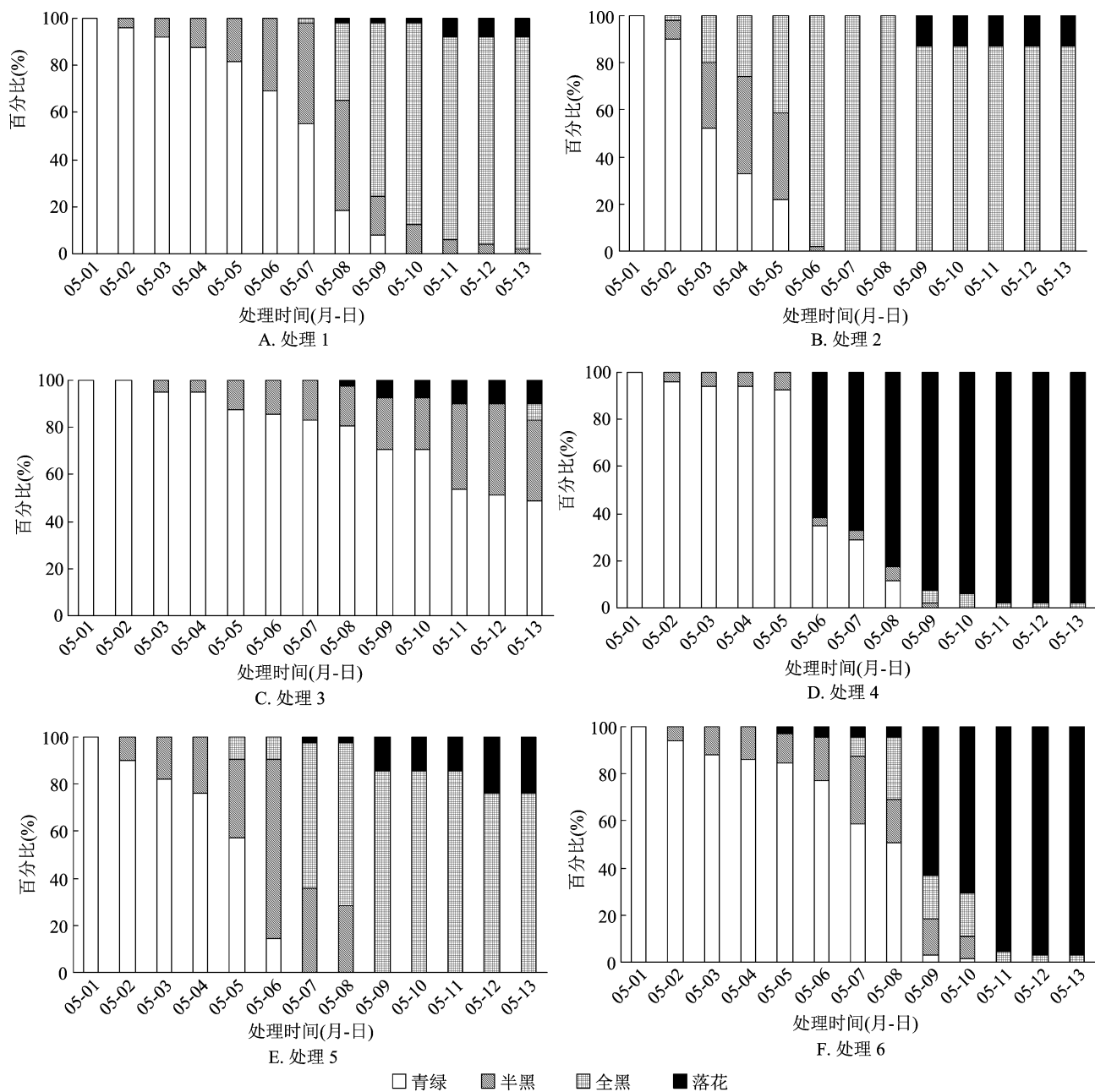


图1 不同温湿度对山核桃雄花发育状况及落花的影响

6), 其中高温低湿的处理 2 在 5 月 10 日, 全部雌花都转变为紫红色和紫黑色, 而低温高湿的处理 3 还有 60.98% 的雌花为青绿色状态, 其余为微红 (21.95%) 和鲜红 (12.2%)。从图中还可以看出, 低温环境下的处理 1 和处理 3 雌花鲜红状态所占的比例随着处理时间的延长逐步升高; 而高温环境下的处理 2 和处理 4 均呈现先升高后降低的变化趋势, 其雌花鲜红状态占比最高的日期分别为 5 月 7 日和 5 月 6 日, 之后雌花鲜红状态所占比例快速降低, 至 5 月 9 日和 5 月 11 日雌花鲜红状态所占的比例降为 0。变温处理的处理 5 (图 2 - E) 和处理 6

(图 2 - F), 其雄花发育成熟规律则介于低温处理和高温处理之间。

温湿度环境对山核桃雌花落花率具有明显影响, 高温高湿的处理 4 落果率最高, 达到了 90%, 落果率最低的则是处于低温环境的处理 1 和处理 3, 落果率分别为 4.92%、4.88%。

上述结果表明, 温湿度环境明显影响了山核桃雌花的发育进程, 高温环境促进雌花快速发育成熟, 缩短雌花发育成熟时间; 高湿度环境则会推迟雌花的发育成熟, 延长雌花发育成熟时间; 同时, 高温高湿环境会明显增加落花比例, 不利于雌花授粉。

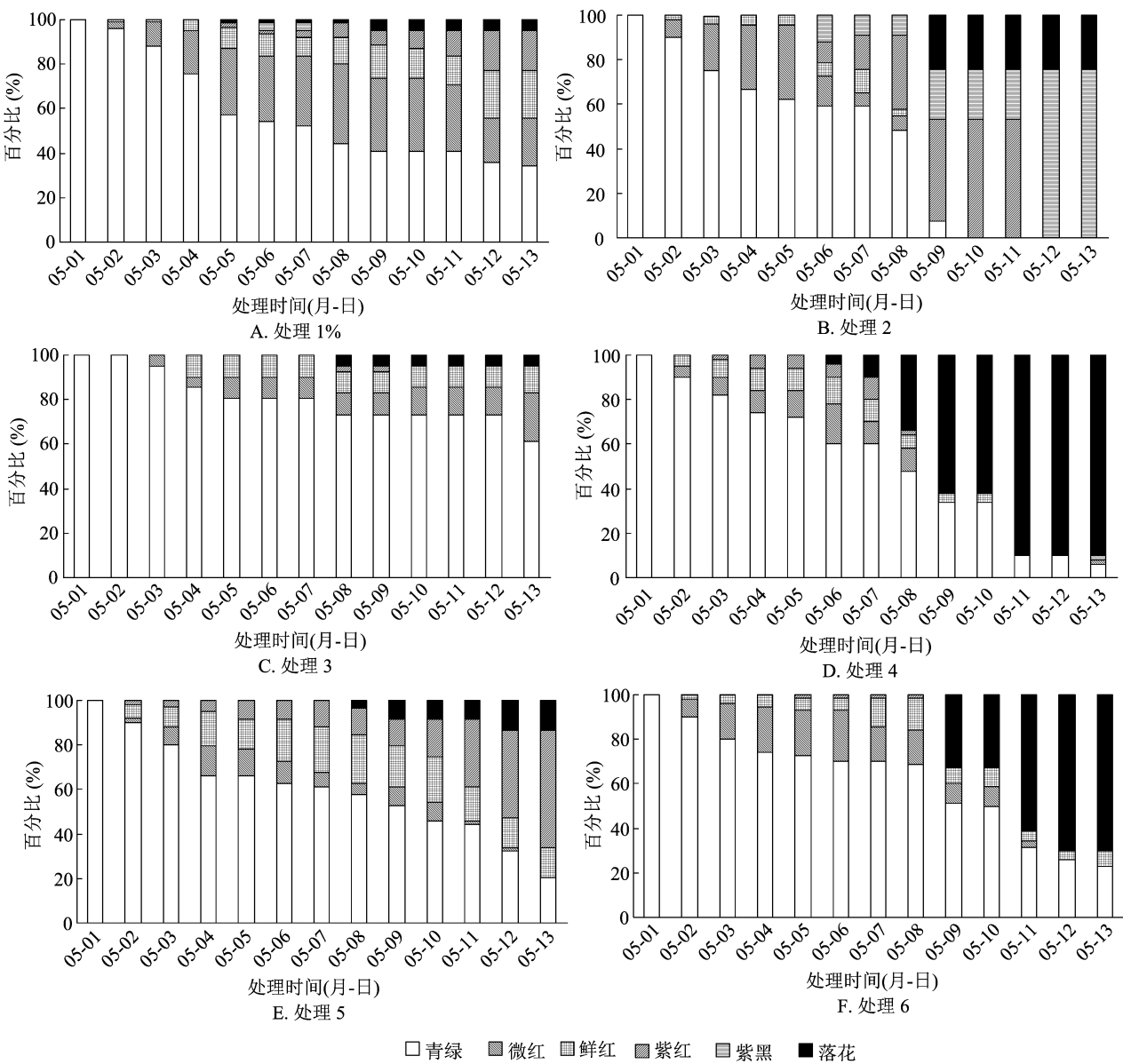


图2 不同温湿度对山核桃雌花发育状况及落花的影响

2.3 清水浸泡对雄花花粉活力的影响

从表 2 可以看出,清水浸泡雄花花粉后对花粉活力具有显著影响,各处理间差异显著 ($P < 0.05$)。未浸泡的山核桃雄花花粉活力为 68.62%,随着浸泡时间的延长,雄花花粉活力快速下降,浸泡 2 h 后,花粉活力降为 43.56%,浸泡 4 h 后,花粉活力仅为 7.77%,浸泡 48 h 后,所有的花粉全部失去活力。

上述结果表明,模拟连续降雨环境的清水浸泡会导致山核桃雄花花粉失活,从而影响山核桃雌花的授粉结果。

3 结论与讨论

有研究表明,山核桃花器发育阶段的不同,其

表 2 清水浸泡时间对山核桃雄花花粉活力的影响			
清水浸泡时间(h)	活花粉数(颗)	花粉总数(颗)	花粉活力(%)
0	22.00 ± 7.27a	32.40 ± 11.32a	68.62 ± 3.88a
2	15.80 ± 2.64b	36.20 ± 5.34a	43.56 ± 1.70b
4	2.80 ± 1.17c	35.20 ± 9.66a	7.77 ± 2.12c
24	1.40 ± 0.49c	41.00 ± 9.32a	3.35 ± 0.54d
48	0.00 ± 0.00c	42.20 ± 8.18a	0.00 ± 0.00e

注:数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

雄花花粉质量和和雌花接受花粉的能力有显著差异,散粉周期中花粉生活力变化平均值呈正态分布,散粉盛期花粉具最高生活力^[8]。山核桃柱头为鲜红色时,接受花粉能力最强,其授粉后坐果率最

高,因此,山核桃雌花显花期柱头保持鲜红色的比例越高、时间越长,越有利于雌花的授粉结果^[9-10]。本研究结果显示,温湿度环境明显影响了山核桃授粉期雌雄花的发育进程,高温低湿环境下山核桃雄花发育速度最快,散粉盛期时间最短,所有雄花序在 7 d 时间内已全部发育成熟,进入散粉后期,而低温高湿环境下雄花发育速度最慢,至试验结束的 5 月 13 日,完成发育成熟进入散粉后期的雄花序占比仅为 7.32%。山核桃雌花发育状态对环境温湿度的响应与雄花一致,也表现出高温低湿环境下发育速度最快,发育成熟时间最短。试验结果表明高温环境可以促进山核桃花器快速发育成熟,缩短发育成熟时间;高湿度环境则会推迟花器的发育成熟,延长发育成熟时间,这与王开良等研究余甘子 (*Phyllanthus emblica* L.) 开花物候特性的结果^[11]相似,花期内温度越高、湿度越低花期持续时间越短,反之,若花期内连续降雨,温度越低,湿度越大,花期持续时间越长。同时由于山核桃雌雄花发育对温湿度的响应规律一致,授粉期内温湿度气象因子不会造成雌雄花花期不遇的现象,因此当山核桃授粉期遭遇短暂的高温降雨后放晴,雌雄花还能正常散粉授粉,对当年山核桃的产量影响不大。

植物花粉活力受相对湿度、温度、大气成分和大气压力等气象因素的影响^[12-13]。仙人掌花粉活力与贮藏相对湿度成显著负相关^[14]。本试验采用 FCR 荧光染色法测定不同蒸馏水浸泡时间下的山核桃花粉活力,模拟连续降雨对山核桃花粉活力的影响,结果显示,随着浸泡时间的延长,花粉活力快速下降,浸泡 2 h 后,花粉活力为 43.56%,浸泡 4 h 后,花粉活力仅为 7.77%,浸泡 48 h 后,所有的花粉全部失去活力。同时,无论是雌花还是雄花,在高温高湿环境下,落花比例显著增加,这说明高温高湿不利于雌雄花的保花坐果,当连续高温高湿时,山核桃雌雄花不管处在哪一发育阶段都极易掉落,尤其是雄花序,高温高湿容易导致雄花序发霉,进而影响雄花序后期的散粉。本研究还发现试验期内部分高湿度处理的雄花花粉囊不能正常裂开,而后发霉变黑,这可能是因为高湿度环境下花粉囊不能正常裂开导致花粉粒发育成熟后无法正常散出,进而发生霉变变黑现象。上述结果说明山核桃花期出现连续阴雨天气会造成产量显著降低^[15],其原因可能是高湿度环境下,山核桃落花率日显著增加,且雄花花粉囊不能正常开裂,花粉活力明显降

低,致使雄花不能正常散粉,雌花受精不良,从而造成产量下降。

山核桃花期温湿度会明显影响雌雄花的发育成熟和花粉活力,高温环境可以促进山核桃花器快速发育成熟,缩短发育成熟时间;高湿度环境则会推迟花器的发育成熟,延长发育成熟时间;高温高湿条件下会出现明显的落花现象,花粉活力会随着浸泡时间的延长快速下降。因此,在实际生产过程中,当山核桃花期出现连续高温阴雨天气时,须要提前采摘雄花序,通过阴干或烘干等其他处理方式得到花粉,并通过人工授粉的方式来保证当年山核桃的产量。

参考文献:

- [1] 高宇列. 天目山区山核桃产业成长研究[D]. 北京:北京林业大学,2011:26-47.
- [2] 黎章矩. 关于山核桃大小年问题的探讨[J]. 浙江农业科学, 1964(8):415-420.
- [3] 陈国瑞,黄必恒. 影响山核桃产量的主导气象因子分析[J]. 浙江林学院学报,1992,9(2):144-150.
- [4] Kotwaliwale N, Brusewitz G H, Weckler P R. Physical characteristics of pecan components: effect of cultivar and relative humidity[J]. Transactions of the ASABE, 2004, 47(1):227-231.
- [5] 金志凤,袁德辉,李绍进,等. 基于气候因子的山核桃产量模拟[C]//中国气象学会 2005 年年会论文集. 苏州:中国气象学会, 2005:4088-4092.
- [6] 夏国华. 山核桃生殖生物学研究[D]. 南京:南京林业大学, 2006:17-27.
- [7] 周英彪,彭卓伦,蒋雄辉,等. 白掌花粉活力检测及其超低温保存研究[J]. 中国农学通报,2013,29(1):113-117.
- [8] 张毅,袁银伟,郭永伟,等. 山核桃离体花粉活力初步研究[J]. 江苏林业科技,2007,34(6):12-14,17.
- [9] 张斌,夏国华,王正加,等. 山核桃开花生物学特性与雌花可授期[J]. 西南林学院学报,2008,28(6):1-4.
- [10] 黄有军,王正加,郑炳松,等. 山核桃雄蕊发育的解剖学研究[J]. 浙江林学院学报,2006,23(1):56-60.
- [11] 王开良,姚小华,任华东,等. 余甘子开花物候特性研究[J]. 经济林研究,2003,21(4):17-20.
- [12] 王钦丽,卢龙斗,吴小琴,等. 花粉的保存及其生活力测定[J]. 植物学通报,2002,19(3):365-373.
- [13] 辛董董,朱自果,候行行,等. 不同葡萄品种花粉生活力、花粉量及柱头可授性的测定[J]. 江苏农业科学,2019,47(4):121-124.
- [14] Boyle T H. Environmental control of moisture content and viability in *Schlumbergera truncata* (Cactaceae) pollen[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2001, 126(5):625-630.
- [15] 朱兰娟,李绍进. 气候变化对山核桃产量的影响[J]. 浙江农业科学,2018,59(5):808-810.