

库尔勒香梨 3 种枝型开花动态研究

马 凌¹, 安世杰¹, 充 攀², 邓永辉², 李天乐¹, 陈奇凌¹

(1. 新疆农垦科学院铁门关试验站, 新疆 铁门关 841000;

2. 新疆农垦科学院林园研究所, 新疆 石河子 832000)

摘要: 库尔勒香梨作为新疆特有的梨品种, 其开花动态与温、湿度变化对确保有效授粉至关重要。探究香梨梢、中、基部位开花动态变化, 以及温湿度与枝条开花动态相关性, 为花期香梨高效授粉提供理论依据和数据参考。本研究通过调查库尔勒香梨长枝、中长枝、短枝 3 种枝型的开花动态, 统计了花朵开放的数量, 分析了花序及枝条不同部位(基部、中部、梢部)的花朵开放情况, 并观测了温湿度变化与 3 种枝型开花动态的相关性。结果表明, 长枝的开花数量及单花序的开放数量均高于中长枝和短枝; 4 月 6—12 日, 3 种枝型的开花数量均显著增加, 花朵开放程度达到 95% 以上, 为香梨的开花高峰期, 此时香梨的开花动态与温度变化呈现极显著相关性, 相关系数均超过 0.85, 与湿度相关系数约为 0.50。因此, 监测香梨花期这一关键时期的温度变化对提高授粉效率和产量具有重要的理论意义。

关键词: 库尔勒香梨; 开花动态; 枝型; 温度; 湿度

中图分类号: S661.2

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)10-0944-06

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.10.011

Study on Flowering Dynamics of Three Clades in Korla Fragrant Pears

MA Ling¹, AN Shijie¹, YAN Pan², DENG Yonghui², LI Tianle¹, CHEN Qiling¹

(1. Tiemenguan Experimental Station, Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Tiemenguan Xinjiang 841000, China;

2. Institute of Forestry and Horticulture, Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Shihezi Xinjiang 832000, China)

Abstract: Korla fragrant pear is a unique pear cultivar native to Xinjiang, and its flowering dynamics and responses to temperature and humidity changes are crucial for ensuring effective pollination. This study aimed to investigate the flowering dynamics at the tip, middle, and basal parts of branches, as well as the correlations between temperature, humidity, and branch flowering behavior, to provide theoretical and data support for improving pollination efficiency during the flowering period. The flowering dynamics of three clades, i.e. long, medium-long, and short, were observed, and the number of open flowers was recorded. The flowering status of different parts of the inflorescence and branches (base, middle, and tip) was analyzed, together with the correlations between flowering and environmental factors. Results showed that long branches had higher numbers of open flowers per branch and per inflorescence compared with medium-long and short branches. From April 6 to 12, the number of open flowers increased significantly in all 3 types, with over 95% of flowers in full bloom, marking the peak flowering period. At this stage, flowering dynamics showed a highly significant correlation with temperature (correlation coefficient >0.85) and a moderate correlation with humidity (correlation coefficient ≈ 0.50). Therefore, monitoring temperature changes during this critical flowering period is of great theoretical importance for improving pollination efficiency and yield in Korla fragrant pear.

Key words: Korla fragrant pear; Flowering dynamic; Branch type; Temperature; Humidity

库尔勒香梨是新疆独有的梨类品种, 果实香味浓郁, 肉质细腻, 味甜多汁, 营养丰富。香梨产业已成为带动当地农户增收优势特色林果业之一^[1-3]。2022 年, 库尔勒香梨品牌价值达到 138 亿元, 位

居全国第二。开花阶段是农作物繁殖过程中的重要环节, 直接影响到作物的最终产量和质量^[4-5]。精确掌握果树的开花时期, 在香梨花期有效地进行授粉工作, 能够促进果树产量和品质的提升。

收稿日期: 2024-11-20; 修订日期: 2025-09-13

基金项目: 新疆生产建设兵团农业科技创新工程专项(NCG202312); 新疆农垦科学院青年项目(2024YJQN19)。

作者简介: 马 凌(1993—), 男, 四川达州人, 助理研究员, 主要从事植物生殖生理相关研究工作。Email: 519878568@qq.com。

通信作者: 充 攀(1986—), 男, 河南周口人, 助理研究员, 主要从事库尔勒香梨栽培的相关研究工作。Email: 494594365@qq.com。

目前,已有关于多种作物开花动态的研究与探讨报道。Zhao 等^[6]研究了吉林省 4 个梨品种关键物候期的影响因素,发现花期降水量是影响关键物候期的主要气象因子。Chitu 等^[7]研究发现,在罗马尼亚南部温带-大陆气候条件下,3、4 月份气温显著上升,梨花期提前 6 d。栗莉圆^[8]的研究表明,火力楠单花花期 7~8 d,群体花期从 1 月初持续到 2 月底。郭红超等^[9]研究发现,木地肤生殖枝穗状花序的开花顺序是中上部、下部、顶部,叶腋聚头状花序的开放顺序是中央小花、外轮小花。周兵等^[10]比较了不同湿度条件下紫茉莉开花过程,发现 70%和 90%湿度时的花丝运动时长显著高于 50%湿度时的时长。王才斌等^[11]对花生开花动态进行了研究,当日均气温 $>25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $<24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,开花量明显下降。温度高,花生开花相对集中,开花后很快达到高峰,高峰期花量多,花期短;温度低,花生开花进程减缓,花量相对分散,花期拉长。综上可知,不同作物开花动态与温、湿度变化有关。多年田间观察发现,库尔勒香梨开花动态的主要影响因素与气温有关。遇到异常天气时,开花动态会有所不同,高温天气会使库尔勒香梨开花时间提前,低温天气会使库尔勒香梨开花时间延迟。然而,库尔勒香梨开花动态与温、湿度变化相关研究鲜有报道。为此,我们调查研究了库尔勒香梨梢、中、基部位开花动态变化,以及温度和湿度与枝条开花动态的相关性。为花期库尔勒香梨高效授粉提供理论依据和数据参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地位于新疆维吾尔自治区铁门关市第二师 29 团 2 连。选择生长基本一致、树体健壮、无病虫害的 8 年生库尔勒香梨为试材,株行距 $1\text{ m}\times 4\text{ m}$ 。

1.2 调查方法

试验设计涵盖长枝、中长枝、短枝 3 种枝型,选定植株后,采用随机区组设计,根据不同枝型分 3 个试验组进行统计分析,每组在果园内随机选取 20 个枝条。3 个枝型试验组分别为长枝:枝条长 120~150 cm,枝粗直径 15~20 mm;中长枝:枝条长 90~120 cm,枝粗直径 15~20 mm;短枝:枝条长 60~90 cm,枝粗直径 15~20 mm。于 2023 年 4 月 2 日开始调查库尔勒香梨开花动态,

统计同一树体高度、枝条长度和粗度接近的不同株树的枝条开花动态变化情况。分别于初花期(2023 年 4 月 2 日)至末花期(2023 年 4 月 15 日)的 11:00~13:00 时(a)、18:00~20:00 时(p),每天观察 2 次,观测日天气以晴天为主,日最高气温为 $32\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低气温为 $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在 2023 年 4 月 2 日左右,即始花期前后 3 天,根据花序在枝条上的分布情况,将靠近树干基部的花序计为 1 号花序,并依此顺序统计花序数量。按照花序数量及分布,将枝条划分为基部、中部和梢部,观察开花动态并记录开花数量以及枝条上开花数量占该枝所有花朵开放比例等相关数据。温、湿度通过 Cos-03 USB 温湿度记录仪测定(山东建大仁科测控技术有限公司),测量范围在 $-20\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$,精度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,每 1 h 记录 1 次^[10]。

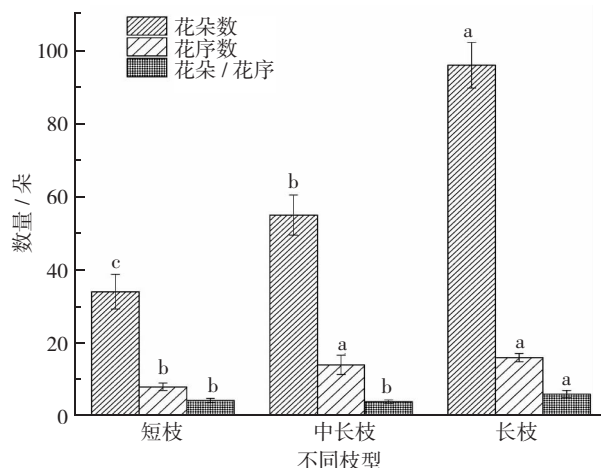
1.3 数据分析

利用 Excel 2019 软件进行数据整理与计算,采用 SPSS 2.0 软件进行相关性分析,运用 Origin (2021 版本)进行数据处理及图表的制作。

2 结果与分析

2.1 不同枝型的花序与花朵

由图 1 可知,长枝花序数最多,达到 16 个;中长枝花序数为 14 个;短枝花序数量最少,仅为 8 个。花朵开放数(花朵数)以长枝最多,达 96 朵;其次是中长枝,为 55 朵;短枝最少,为 34 朵。平均单花序开放花朵数(花朵/花序)以长枝最多,为 6 朵;其次是短枝;中长枝最少。通过对不同试验组花序和花朵数量观察发现,花序数与花朵数存在一定的关系。平均单花序开放花朵数以长



不同小写字母表示不同枝组间差异显著($P<0.05$)。

图 1 不同枝型的花序和花朵数量

枝最多,表明长枝的花序强于中长枝和短枝花序,这可能与调查部位主要为树干中下部有关,长枝较长,能接触更多光照,利于生长,长枝上的花序更强,花朵开放数量更多,更易提高产量,可合理利用枝条生长空间。

2.2 不同枝型不同部位开花数量占比

从不同长度枝条不同枝部位开花数量百分比(图2)可以看出,长枝基部开花数量占比最大,为38%;中部开花数量占比为33%;梢部开花数量占比最小,为29%。中长枝基部开花数量占比最小,为30%;中部开花数量占比为34%;梢部开花数量占比最大,为36%。短枝其基部开花数量占比最小,为26%;中部开花数量占比为34%;梢部开花数量占比最大,为40%。

根据枝条基、中、梢部的开花数量占比可以分为两类。第一类表现为当枝条基部开花数量占比高,梢部开花数量占比低,基部开花数量占比由大到小顺序依次为长枝、中长枝、短枝;另一

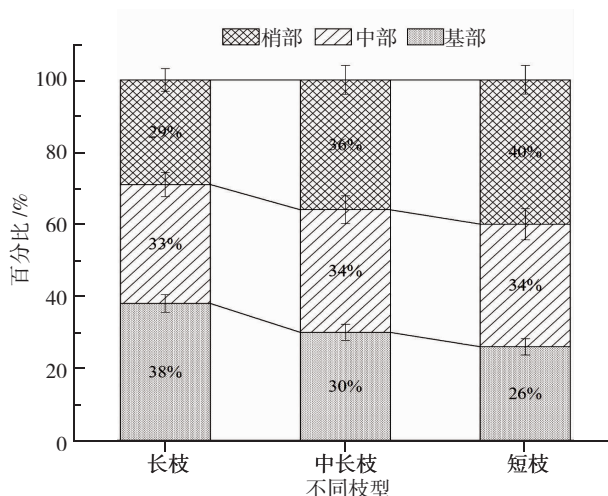
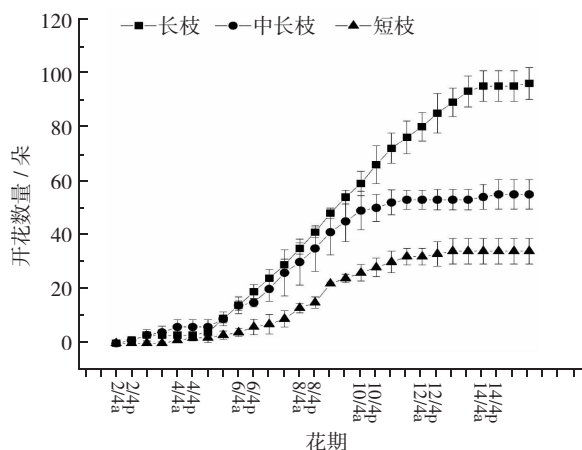
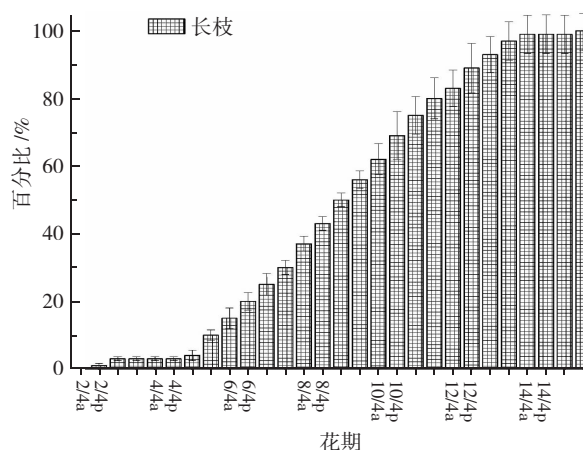


图2 不同枝型不同部位开花数量百分比

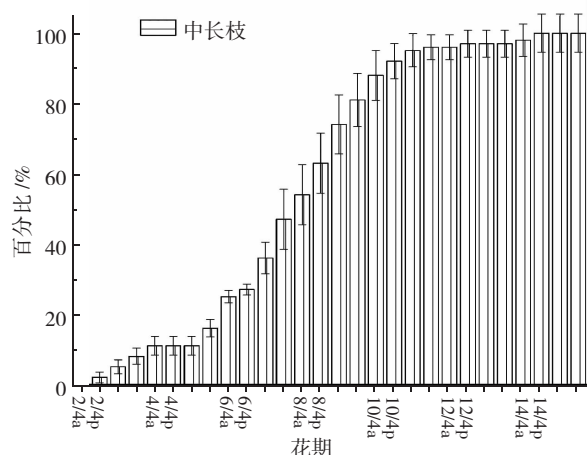
类枝条梢部开花数量占比高,基部开花数量占比低,梢部开花数量占比由大到小顺序依次为短枝、中长枝、长枝。这可能由于短枝和中长枝,基部靠近树干不透光,花序感受环境因子变化不如梢部,所以造成梢部开花数量高于基部;而长枝透光性强,枝条受光照充分,而由于枝条过长养分



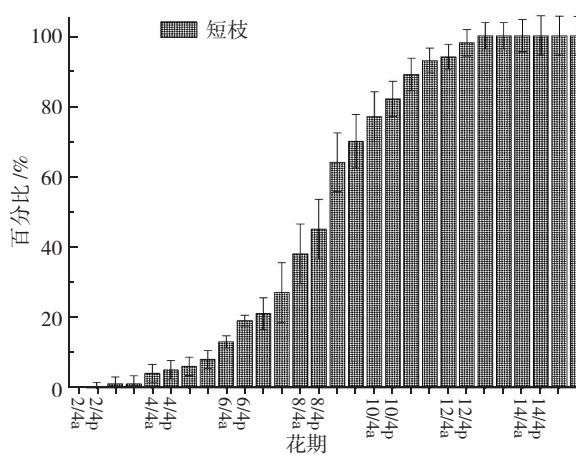
a 不同枝长开花动态



b 长枝开花比例



c 中长枝开花比例



d 短枝开花比例

图3 不同枝型枝条开花动态及花朵开放占比

补充有限,基部开花数量高于梢部开花数量。

2.3 不同枝型开花动态及花朵开放占比

从4月2日至4月15日不同枝条的开花动态(图3)可以看出,长枝的开花过程分为2个阶段,即4月2日上午至4月5日上午,开花数量少量增加,花朵开放占比低于3%;4月6日上午至4月13日上午,开花数量激增,花朵开放占比从3%迅速升至99%,随后保持全开状态。中长枝的开花则分为3个阶段,即4月2日上午至4月5日上午,少量花朵开放,花朵开放占比低于11%;4月6日上午至4月13日上午,大量花朵开放,开花程度从11%增至97%;4月13日上午至4月15日下午,开花数量缓慢增加,花朵开放占比从97%达到100%。短枝的开花过程分为2个阶段,即4月2—12日上午,花朵开放占比从0%快速增至98%;4月12日上午至4月15日下午,开花数量则缓慢上升。

长枝和中长枝的开花动态与短枝存在明显差异。4月2日上午至4月12日下午,短枝持续快速增长,而长枝和中长枝则表现为4月2日上午至4月5日下午,变化缓慢且开放程度较低,其中短枝的增长更为显著,这可能是由于环境变化后,短枝开花所需的营养少于长枝和中长枝,因而反应更为迅速;4月6日上午至4月12日下午,3种枝条均呈现出阶梯式增长,每天均有新增花朵开放,开花数量呈线性上升,表明这一时期是库尔勒香梨开花的关键阶段。

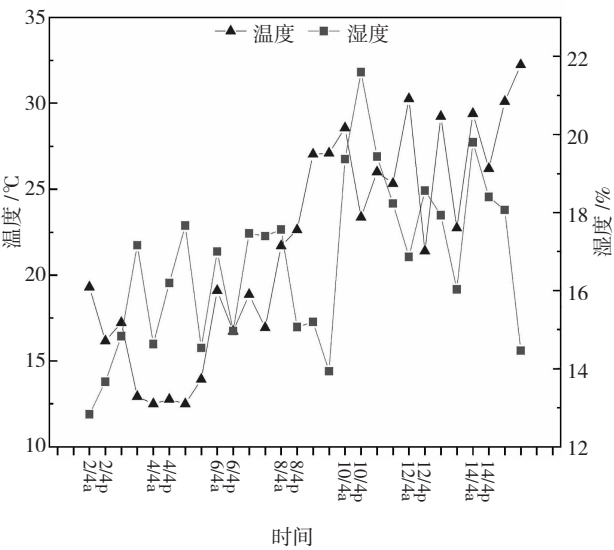


图4 花期内温、湿度变化趋势

2.4 花期内温、湿度

由图4可知,在花期4月2日上午至4月3日下午,温度呈波动下降的趋势;4月3日上午至4月5日下午,温度均介于12~13℃小幅度变化,田间观察可知,所有枝条花朵少量开放,开放花朵数量均在5朵以下;4月6日上午至4月12日上午,温度呈波动上升状态,温度在17~31℃左右波动变化,此间正值所有枝条大量开放时期,所有枝条开花数量由0~3朵开放至25朵以上,表明此时期也是花朵开放的关键时期;4月12日下午至4月14日上午,温度在22~30℃左右波动变化;4月14日下午至4月15日下午,温度持续上升至30℃以上,而所有枝条全部开放,温度也上升至花朵授粉最佳温度17~31℃。

库尔勒香梨枝条湿度为16.0%时,花朵开放;湿度为14.0%以下时,花朵未开放。由图4可知,4月2日上午至4月15日下午,湿度变化整体呈波动变化趋势。4月2日上午至4月8日上午,湿度呈波动上升,8日上午湿度接近18.0%;4月8日下午至4月10日下午,湿度持续上升,10日下午湿度达到最大值,为21.6%;4月11日上午至4月15日下午呈波动下降趋势。

2.5 不同枝型枝条开花动态与温、湿度相关性分析

由图5所示,长枝开花动态与温度相关系数为0.87,与湿度相关系数为0.50;中长枝开花动态与温度相关系数为0.89,与湿度相关系数为0.54;短枝开花动态与温度相关系数为0.88,与湿度

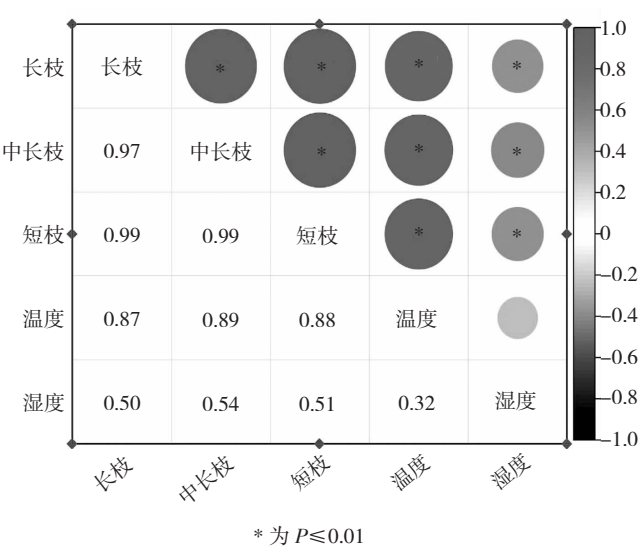


图5 不同枝条开花动态与温、湿度相关性

度相关系数为 0.51。长枝、中长枝和短枝开花动态与温度相关系数均在 0.85 以上,而与湿度相关系数均在 0.50 左右,长枝、中长枝和短枝开花动态与温度变化呈极显著相关,而与湿度变化也具有相关性。综上所述,各处理组开花动态与温度相关呈极显著相关,而与湿度相关系数在 0.50 左右。表明不同枝条开花动态相关性,温度相关性高于湿度相关性,关注温度的变化可能对库尔勒香梨枝条开花动态影响更强,极寒或者高温天气容易影响开花动态的变化,使其提前开放时间、开放周期发生变化。

3 讨论与结论

花朵开放数量是作物授粉的基础,也是提高库尔勒香梨产量的前提^[12]。库尔勒香梨花序和开放数量可以增加授粉数量,提高坐果数量,增加产量。本研究对库尔勒香梨花期开花动态观察发现,不同枝长其花序数量和花序开花不同,合理枝长开放的花朵数量多。这与万琦等^[13]研究玉铃花开花动态结果一致。3 种枝型均在 4 月 6 日上午至 4 月 12 日下午期间花朵大量开放,各试验组花朵数量总体激增,其中枝条基部先开放,随中、梢部枝条花朵开放,不同枝型开放数量总数占比不同。张雅荣等^[14]发现,冷蒿在开花期的第 1~2 天,开花花序主要是以枝条上部的花序为主,随后此优势很快地被枝条中部的花序的开放所代替,在开花的第 3 天后,枝条中部的花序大量,开放数量占据主导地位。本研究中,长枝开花动态在花期前中期大量开放,不同于短枝,且花序更强,这可能与不同长度枝条受光照、空间及生长所需养分不同有关^[15-17]。

果树开花过程受到多种因素影响,其中环境因素光照、温度、湿度等对开花影响较为明显^[18-20]。邓环等^[21]研究表明,砂梨花开的温度为 24~25℃,当日均气温>25℃或<24℃时,日照时数对砂梨初花期、温度对砂梨初花期至盛花期有显著影响。本研究发现,温度与库尔勒香梨开花动态变化呈极显著相关,当温度在 25℃以上,花朵大量开放。陈江等^[22]研究发现,花期灌水湿度相对提高对库尔勒香梨开花没有显著影响。周兵等^[10]研究还发现,随着湿度的增加,紫茉莉花冠展开时间后延,紫茉莉花冠展开到闭合的时长虽然也

随湿度增加而增加,但各湿度间没有显著差异。库尔勒香梨开花与湿度具有一定相关性,但湿度相关性远低于温度对花朵开放的相关系数。通过对库尔勒香梨开花动态分析,可以发现其花期时长,温度、湿度对其花朵开放数量,对生产实践授粉具有一定指导作用。

长枝开花总数量优于短枝和中长枝,单个花序开放花朵数量多,均高于中长枝和短枝;4 月 6—12 日,3 种枝型的开花数量均显著增加,花朵开放程度达到 95%以上,此时所有枝条大量开放时期,所有枝条开花数量大量激增,为库尔勒香梨的开花高峰期,开花动态与温度相关呈极显著相关,相关系数均在 0.85 以上,而与湿度相关系数在 0.50 左右。湿度呈波动上升,4 月 12 日下午达到最大值,为 21.6%。建议为了提高授粉效率和产量,应多保留库尔勒香梨枝梢的长枝,并将授粉时间集中在 4 月 6—12 日。因此,监测库尔勒香梨花期这一关键时期的温度变化对提高其授粉效率和产量具有重要的理论意义。

参考文献:

- [1] 王春峰,江振斌,秦飞,等. 库尔勒香梨全产业链发展现状与对策建议[J]. 果树资源学报, 2024, 5(1): 93-97.
- [2] 王秋萍. 新疆: 库尔勒香梨区域公用品牌价值大幅提升[J]. 中国果业信息, 2023, 40(12): 64-65.
- [3] 陈伟,李天乐,支金虎,等. 我国梨主产区不同施氮量对产量的影响[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(11): 1068-1073.
- [4] 李晓龙,朱秀娥,田太安,等. 贵阳市三裂叶豚草秋冬季植株开花动态观察[J]. 贵州林业科技, 2024, 52(1): 58-62.
- [5] 曹素芳,李红旭,王玮,等. 甘肃省梨主要病虫害综合防治技术规程[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(4): 376-379.
- [6] ZHAO Y, HU M Y, WANG Q, et al. Climate variation and its influence on the cold tolerance and phenology periods of pear cultivars in Jilin, China [J]. International Journal of Fruit Science, 2023, 23(1): 165-180.
- [7] CHITU E, PALTINEANU C. Timing of phenological stages for apple and pear trees under climate change in a temperate-continental climate[J]. International journal of biometeorology, 2020, 64: 1-9.
- [8] 栗莉圆. 火力楠种子园开花动态与繁育系统研究[D].

- 南宁: 广西大学, 2021.
- [9] 郭红超, 严 成, 魏 岩. 木地肤的开花动态与花粉活力及柱头可授性研究[J]. 草业学报, 2014, 23(4): 87–93.
- [10] 周 兵, 杜 帅, 冯关萍, 等. 不同湿度对紫茉莉开花动态的影响[J]. 井冈山大学学报(自然科学版), 2021, 42(6): 41–45.
- [11] 王才斌, 成 波, 郑亚萍, 等. 温度对花生出苗、幼苗生长及开花的影响[J]. 花生学报, 2003(4): 7–11.
- [12] 张 哲, 金晓玲, 胡莹冰, 等. 紫花含笑의开花动态、传粉特征及柱头可授性[J]. 分子植物育种, 2024, 30(3): 1–9.
- [13] 万 琦, 赵楠楠, 张明如, 等. 玉铃花开花动态与繁育系统特征[J]. 浙江农林大学学报, 2022, 39(3): 547–553.
- [14] 张雅荣, 宛 涛, 蔡 萍, 等. 冷蒿的开花动态与花粉活力及柱头可授性研究[J]. 中国草地学报, 2012, 34(1): 108–112.
- [15] XU J T, LI L F, JI M H, et al. A light and simplified branch bending method for young pear trees[J]. Plant Diseases and Pests, 2024, 15(2): 47–53.
- [16] QIN J L, HU T C, YUAN J H, et al. Deep-learning-based rice phenological stage recognition[J]. Remote Sensing, 2023, 15(11): 151–163.
- [17] D ANUTA S, DOROTA M, KATARZYNA P, et al. The phenological phases of flowering and pollen seasons of spring flowering tree taxa against a background of meteorological conditions in Kraków, Poland[J]. Acta Agrobotanica, 2016, 69(2): 67–78.
- [18] 胡泽方, 李 丹, 刘 婧, 等. 深山含笑二次开合开花动态与雌雄异熟特征[J]. 生物资源, 2021, 43(3): 309–314.
- [19] 张栩佳, 胡灵芝, 陈哲皓, 等. 花器官大小调控机制的研究进展[J]. 植物生理学报, 2014, 50(6): 691–697.
- [20] 张 逸. 茶树花芽分化及花器官发育的形态学研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2012.
- [21] 邓 环, 马德栗, 徐洪海, 等. 老河口市砂梨花期的物候特点分析[J]. 中国农学通报, 2015, 31(20): 181–185.
- [22] 陈 江, 张凯丽, 张 琦. 库尔勒香梨开花物候期对环境因子的响应[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(3): 188–191.