第13卷 第5期
2019年10月
沙漠与绿洲气象
Desert and Oasis Meteorology

赵洪杰,孟杰,陈广瑞,等.基于影像资料的鸭梨开花物候期与气象影响因子关系初探[J].沙漠与绿洲气象,2019,13(5):139-143.
doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2019.05.020

基于影像资料的鸭梨开花物候期与气象影响因子关系初探

赵洪杰[1],孟　杰[1],陈广瑞[1],寇春伟[1],周晓倩[2],闫瑞华[1]
(1.冠县气象局,山东　冠县 252500;2.莘县气象局,山东　莘县 252400)

摘　要:利用2017年鸭梨花芽发育影像照片、精准判定鸭梨花芽发育物候期,以物候期为依据对照分析鸭梨花芽自萌发到开花发育过程与气象影响因子的关系。研究表明:气温自始至终主导鸭梨花芽发育进度,前期以气温变化影响最大,花芽开绽后日照、风、降水等要素影响增大,不同发育阶段影响程度各不相同,后期物候期转变节点温度有明显特征。气象资料统计与鸭梨花芽发育物候期一一对应,严谨、精确、可靠;以积温历年平均值为预报指标制作花期预报,得到精准预报结果。该研究方法符合鸭梨花芽发育规律,为植物花期预报研究提供了新思路。

关键词:影像照片资料;鸭梨花芽发育;物候期;花期预报
中图分类号:S661.2　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**1002-0799(2019)05-0139-05

近年来国内各地利用当地果树、花卉资源开展观光旅游活动逐渐增多。冠县政府自2006年起每年在兰沃乡韩路村梨园举办“梨园文化观光周暨农民文化艺术节”,气象局承担花期预报工作,为确定开幕日提供依据;由于春季温度变化大,梨树每年开花日期都不确定。2012年在梨园安装自动摄像观测仪,记录鸭梨花芽发育情况,为研究和制作花期预报提供观测资料;观测发现梨树花芽自萌发到开花经历多个发育物候期。国内文献显示植物花期预报研究方法主要有积温物候法和相关分析法。积温物候法是结合开花日期用不同方式统计开花前相关时段积温,用公式法计算开花期[1-9]。相关分析法统计开花前多种气象要素、筛选气象影响因子建立预报方程[10-16]。鲜见在研究植物开花发育期间气象因子影响规律基础上进行花期预报研究的。本文以梨园观测影像照片资料判定的鸭梨花芽发育物候期为依据,分析气象影响因子在鸭梨花芽发育不同阶段的作用,预报鸭梨始花期。

收稿日期:2019-01-09;**修回日期:**2019-04-21
基金项目:聊城市气象局自立科研项目“冠县鸭梨花芽发育气象影响因子与花期预报技术研究”(2016lcqx01)
作者简介:赵洪杰(1961—),男,工程师,主要从事农业气象服务与综合气象业务工作。E-mail:gxqxjzhj@126.com

1　试验设计

1.1　试验环境与设备

兰沃乡韩路村梨园,属于黄河故道河滩高地,观测点位于115°37′E,36°35′N,园区表层土壤为冲积固定草甸风沙土,以人工作物植被为主,自然茅草植被为辅,与冠县气象站为同一气候环境,有微气候差异。观测用代表性较强的鸭梨树,树龄约120~150 a、树干直径30 cm、树冠直径10 m左右、树冠高约4 m,选鸭梨树东部骨干枝上新生果枝为观测点,每年固定不变。

实验设备为海康威视DS-2AF1-714高清彩色红外摄像仪观测。

1.2　资料与方法

物候资料是从梨园鸭梨花芽连续实景观测影像照片资料中,每天人工截取08、11、14、17时鸭梨花芽发育照片,用来判定鸭梨花芽发育物候期节点。

气象资料为距梨园25 km处气象站同期气温、地温、日照、降水、风的观测资料。

用气候统计法、以花芽发育物候期为单位,统计相关气象影响要素定量数据资料。

2　鸭梨花芽发育物候期与气象影响因子关系分析

根据多年影像照片资料统计鸭梨花芽自萌发到

调谢需要 48~64 d，经历萌发、膨大、开绽、露蕾、花芽分离、露冠、始花、盛花、谢花等物候期。本文以 2017 年为例分析鸭梨花芽发育与气象条件的关系。

2.1 鸭梨花芽发育物候期与发育环境

根据 2017 年梨园鸭梨花芽发育观测影像照片资料，参照《梨·百度文库》[17] 和《常见果树物候期的观察方法》[18]图文标准，得到花芽发育各物候期节点日期，鸭梨树自萌发到 3 月 8 日花芽鳞片松包颜色变淡为膨大期（图 1a）；芽顶鳞片松开露出花序花芽为开绽期（图 1b）在 15 日；露蕾期（图 1c）在 19 日；花蕾分离期（图 1d）在 22 日；露冠期（图 1e）在 27 日，始花期（图 1f）在 4 月 1 日；盛花始期（图 1g）在 3 日，谢花末期（图 1h）为 8 日。

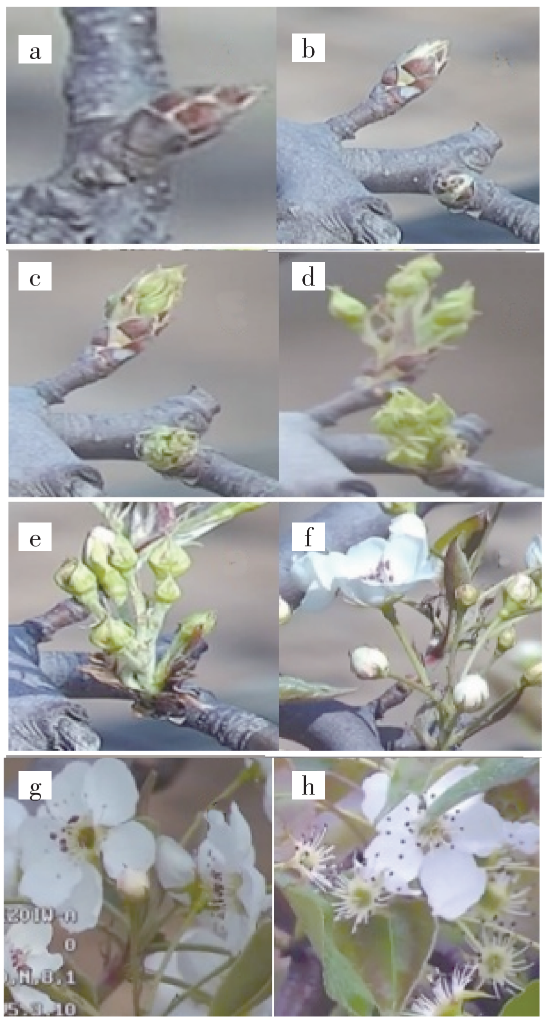

图 1 鸭梨花芽发育物候期

一般情况下鸭梨树经过冬季休眠后，平均气温达到 0 ℃以上树体开始萌发，平均气温达到 3 ℃以上花芽开始缓慢生长，开花需气温 10 ℃以上，达到 14 ℃开花加快[19]。2017 年 2 月 11 日平均气温稳定通过 0 ℃，即为鸭梨树体萌发日，各物候期出现日期、间隔日数，萌发至谢花≥0 ℃、≥3 ℃、≥10 ℃的日数及总发育期日数见表 1。

表 1 鸭梨花芽发育期与界限温度日数统计

	膨大期	开绽	露蕾期	分离期	露冠期	始花期	盛花期	谢花期	合计
出现日期(月-日)	3-8	3-15	3-19	3-22	3-27	4-1	4-3	4-8	
间隔日数/d	25	7	4	3	5	5	2	6	57
≥0℃日数/d	23	7	4	3	5	5	2	6	55
≥3℃日数/d	19	7	4	3	5	5	2	6	51
≥10℃日数/d	1	2	2	2	1	3	2	5	17

2.2 鸭梨花芽发育与气温

2.2.1 鸭梨花芽发育与气温变化

鸭梨萌芽开花需要一定的热量条件。2017 年自鸭梨树萌发至花谢整个发育过程，每日平均气温与鸭梨花芽发育期的关系见图 2。

鸭梨花芽萌发后、前期气温较历年略偏高，正距平明显大于负距平，花芽膨大和开绽期接近常年略早；花蕾自分离后到始花前平均气温偏低、低于 10 ℃日数较多，温度距平以负距平为主，对应露冠到始花节点期间生长缓慢或停止，发育期较常年延长 3~4 d；露蕾、露冠和始花期转换的关键日或前 1~2 d 都有≥10 ℃的气温相对应（图 2）。

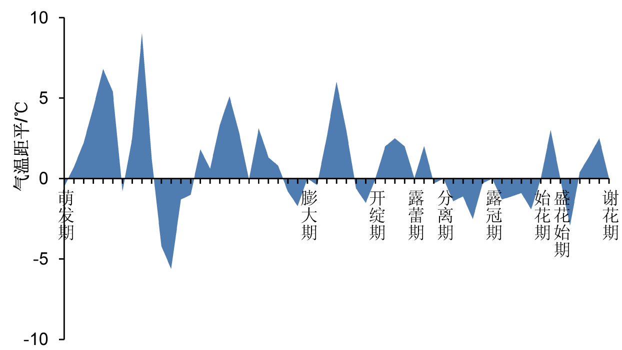

图 2 2017 年鸭梨花芽发育期逐日平均气温距平

2.2.2 鸭梨花芽发育与积温

根据积温学说完成每个发育物候期都经过一定温度积累。鸭梨花芽发育各物候期及各界限温度的活动积温、有效积温见表 2。

2.3 鸭梨花芽发育与地温

研究认为梨树根系在 20~60 cm 土层分布最密，当地温达到 0.5 ℃时根系开始活动，7~8 ℃时根系开始加快生长，13 ℃为根系生长的最适温度[19]。2017 年 1 月 25 日 20、40 cm 土层地温均达到年度

表 2　鸭梨花芽发育期积温/℃

	膨大期	开绽	露蕾期	分离期	露冠期	始花期	盛花期	谢花期	合计
≥0 ℃积温	128.3	54.4	37.8	31.5	43.8	49.7	27.9	69.7	443.1
≥3 ℃活动积温	118.1	54.4	37.8	31.5	43.8	49.7	27.9	69.7	432.9
≥3 ℃有效积温	66.1	33.4	25.8	22.5	28.8	34.7	21.9	54.7	282.9
≥10 ℃活动积温	11.8	22.7	20.9	32.7	10.0	30.5	27.9	59.9	216.4

最低值，分别为 0.2 ℃和 1.9 ℃，并分别于 1 月 28 日、2 月 4 日开始回升，梨树根系越冬期不明显、生长启动较早(图 3)。

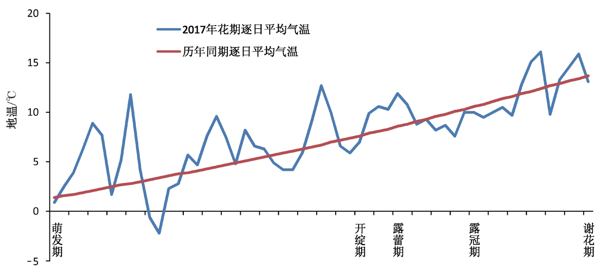

图 3　鸭梨花芽发育期 20、40 cm 逐日平均地温曲线

达到根系加快生长即平均气温为 7 ℃的日期，分别在 3 月 3 日和 10 日,这与花芽由萌发到膨大期转换时间同步；日平均气温由 7 ℃使根系加快生长达到 13 ℃最适生长时间,与鸭梨花芽的膨大到始花时间基本重合;根系生长最适温度 13 ℃的日期分别在 4 月 2 日和 4 日,这比始花期略滞后;花期平均气温为 13~15 ℃。

2.4　鸭梨花期与风速

花芽开绽后随着花蕾生长加快，风速对其影响逐渐增大。在花冠发育完成后适宜的风速可促使花蕾提前开放,较大风速的机械作用易产生花瓣损伤,影响观赏、授粉和座果率。后期较大风速可使完成生化脱落分化进程的花瓣提前脱落、花期缩短。鸭梨花芽开绽后风速实况曲线见图 4。

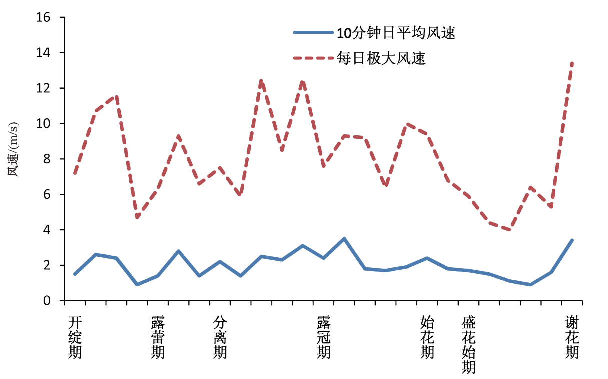

图 4　鸭梨花芽开绽后风速曲线

自 3 月 15 日鸭梨花芽开绽到 4 月 1 日始花开放，风速持续较大最大风速 8.0 m/s 以上日数 9 d，10.8 m/s 以上日数 3 d,始花前 1 d 3 月 31 日最大风速 10.0 m/s,8 日最大风速 13.4 m/s。据观察,27 日已经出现迎风面、强势树枝上含苞欲放的花蕾在风作用下提前开放，始花后连续 3 d 风速较大，为 4~5 级,加快了进入盛花期速度,也造成 4 日便有花瓣不胜风力而飘落;8 日较大的风速促进谢花期提前。

2.5　鸭梨花期与日照、阴雨天气

梨树属喜光树种，充足的光照是梨花顺利开放的必要条件。春季阴雨天气一般造成日照减少,伴随较强降温和较大风力。本年度自梨树萌发到花蕾分离前阴天日数少，日照充足有利于花芽发育;3 月 22—31 日降雨或阴天日数多达 5 d，阴雨寡照造成花芽发育缓慢，发育期比往年延长 3~4 d;4 月 1 日始花后温度适宜、光照充足,进入盛花期较快;5 日和 8 日分别出现 7.1 mm 和 7.4 mm 降雨以及风的作用,直接造成梨花淋雨后提前衰败凋谢。

鸭梨花芽发育进度与温度变化息息相关，春天气温变化受天气背景影响具有随机性、振幅大的特点,梨树根系活动层地温变化受气温影响为主、略滞后；其它气象要素在鸭梨花芽发育的不同阶段影响不同。气温正距平对应花芽发育正常或较快,负距平对应花芽发育缓慢或停止,在积温上表现明显,根据植物积温的特征、尝试使用历年鸭梨花芽发育物候期平均积温值为主要因子制作花期预报。

3　鸭梨花期预报服务实践与效果检验

2016 年和 2017 年在以上初步分析的基础上，分别以露蕾到始花≥0 ℃历年平均积温 136.8 ℃、133.9 ℃和≥3 ℃历年平均积温 101.5 ℃、99.1 ℃为预报指标，把露蕾日以后的温度实况值与花期预报日以后的每天温度预报值累加，当温度累加值接近预报指标值时,参考临近花期天气情况,综合判断预报鸭梨开花日期;预报结果均被作为确定“梨花节”开幕日的依据,取得良好的服务效果。用梨园鸭梨开花实况资料对花期预报结果进行对比检验(表 3)。

由表 3 可知，开花前 10~12 d 预报,2016 年与实况对比误差较大,7 d 预报与实况完全吻合;积温实况与预报指标的差值随资料年份增加而减小,即积温预报指标的稳定性与资料年代长短有关，随着资料年代延长稳定逐渐增强，预报结果准确性将逐渐增大。

表3　2016—2017年实况与花期预报对比

年份	2016	2017
花期实况/(月–日)	3–29	4–1
10~12 d预报结果(月–日)	3–31	3–31
误差/d	2	1
7 d预报结果(月–日)	3–29	4–1
误差/d	0	0
≥0 ℃活动积温实况/℃	122.5	125.0
≥0 ℃活动积温指标/℃	136.8(4 a)	133.9(5 a)
误差/℃	–14.3	–8.9
≥3 ℃有效积温实况/℃	86.5	86.0
≥3 ℃有效积温指标/℃	101.5	99.1
误差/℃	–15.0	–13.1

4　讨论

前人研究植物花期预报的两种传统研究方法积温物候法、相关分析法均存在不足。积温物候法一般按多年平均开花日期统计开花前不同时段的气象要素值，统计资料不能真实反映植物花芽各发育期经历的气象因子影响情况，无法对植物花芽发育过程各个物候期节点之间的气象条件进行细致研究，容易忽略植物开花关键发育环节，造成对植物花芽自萌发到开放时段研究结果判断不准确。相关分析法一般采用多方法、多元素统计大量因子，经筛选后选取部分因子建立回归方程；属于统计学范畴，预报因子的生物学意义不确切。以上两种传统研究思路、均对植物开花前花芽发育各物候期与气象影响因子关系研究不足。

本文使用鸭梨花芽发育期连续实景观测照片判定鸭梨花芽发育物候期节点，结合气象资料分析研究鸭梨花芽发育各物候期与相关气象要素的关系，其方法符合鸭梨花芽发育规律；以物候期为单位统计相关对应气象要素资料，统计数据与鸭梨花芽发育物候期一一对应，严谨、精确、可靠。随着资料年代的增加和对多项气象因子影响研究的进展，可以得到时效更长、更完善的预报方法。现阶段研究还处于较浅层次，旨在抛砖引玉。

5　结论

通过对2017年鸭梨花芽发育过程与气象资料对照分析发现，鸭梨开花是在多种气象因子共同影响下完成的，气象因子对鸭梨花芽发育的影响有以下特点：

（1）鸭梨花芽开放过程漫长，经历多个物候期，完成每个花芽发育物候期都是多种气象要素综合影响和积累的结果。鸭梨花芽萌发后，气温变化自始至终主导鸭梨花芽发育的进度，其它气象要素在不同发育阶段对鸭梨花芽发育影响程度各不相同。

（2）在鸭梨花芽发育过程中萌发期、开绽期、露蕾期、始花期是梨花开放的关键物候期；其中花芽开绽期标志着花芽发育质的转变，开绽前花期器官受到鳞片保护，各种天气影响最终以温度高低为标志；开绽以后随着各花期器官增长与外界接触面积增大，温度、日照、风、降水等气象要素影响程度逐渐增大。

（3）鸭梨花芽前期发育状况表明为梨花开放积累和达到了一定的条件，并不能作为判定梨花开放日期的依据；开绽、特别是露蕾以后临近花期的温度和天气条件，是决定梨花开放日期的关键因素，研究花期预报方法必须高度重视。

资料分析和花期预报实践表明，必须准确掌握与分析鸭梨花芽发育开放过程对气象条件需求和气象要素的影响，才能得到符合鸭梨开花物候实际规律的花期预报方法。

参考文献:

[1] 刘克长，刘怀屺，张继祥.牡丹花前温度指标的确定与花期预报[J].山东农业大学学报，1991,22(4):387–402.

[2] 杨秀武.苹果生物学零度和花期有效积温的研究[J].果树科学，1995,12(2):98–100.

[3] 车少静，赵士林，智利辉.迎春始花期预报方法的研究[J].中国农业气象，2004,25(3):70–73.

[4] 王晓默，李宪光，董宁.济宁桃花盛花期预报模式[J].农学学报 2014,4(12):104–106.

[5] 傅玮东,李兰，顾雅雯.库车日平均气温≥3℃初日与杏树开花期的关系[J].沙漠与绿洲气象，2017,11(4):86–89.

[6] 张翠英，刘了凡，樊景豪.刺槐盛花期预报模式的研究[J].山东气象，2001,21(3):30–31.

[7] 曲靖.观光桃花盛花期预报[J].陕西气象，2010(5):10–20.

[8] 蔡光辉，刘亚希，熊卫东.柠檬花期预报研究[J].北京农业，2014(18):69–71.

[9] 周美燕，高清民，崔晓霞，等.阳信鸭梨初花期预报方法的研究[J].浙江农业科学,2010(1):35–37.

[10] 姚日升，涂小萍，丁烨毅.宁波桃树花期预报法[J].气象科技，2014,42(1):180–186.

[11] 刘中新，朱慧丽，李建平，等.麻城龟峰山古杜鹃花期滚动预报方法探讨[J].气象科技，2016,44(1):131–135.

[12] 李美荣，杜继稳，李星敏，等.陕西果区苹果始花期预测模型[J].中国农业气象，2009,30(3):417–420.

[13] 李晓川,陶辉,张仕明,等.气候变化对库尔勒香梨始花期的影响及其预测模型[J].中国农业气象,2012,33(1):119-123.

[14] 郭连云,赵年武.贵德县梨树始花期与气象因子的相关分析及预报模型[J].中国农学通报,2016,32(7):147-151.

[15] 李芳,付晓辉,刘云鹏,等.柑橘始花期预测模型研究[C].第27届中国气象学会年会现代农业气象防灾减灾与粮食安全分会场论文集,2010.

[16] 阙欣欣,黄莹,白先达.桂林市桂花花期与气候因子关系研究[J].南方农业学报,2013(11):1831-1834.

[17] 石建海.梨[EB/OL].(2013-04-05)[2019-01-09].https://wenku.baidu.com/view/

[18] 佚名. 梨树的生长发育特性 [EB/OL].(2014-04-14)[2019-01-09].http://www.guoyetong.com/

Relationship Between Flowering Phenology of Chinese Pear and Meteorological Influencing Factors Based on Imaging Data

ZHAO Hongjie[1], MENG Jie[1], CHEN Guangrui[1], KOU Chunwei[1], ZHOU Xiaoqian[2], YAN Ruihua[1]

(1.Guanxian Meteorological Bureau, Guanxian 252500, China;

2. Shenxian Meteorological Bureau, Shenxian 252400, China)

Abstract The phenology of Chinese pear germinate was accurately determined by the image of Chinese pear germinate in 2017, the relationship between development process of Chinese pear from germination to flowering and meteorological influencing factors was analyzed based on phenology period. The results showed that the temperature was the main factor in the development of pear germination, and the temperature was the most important factor in the early stage. The influences of sunshine, wind, precipitation and other factors increased after flower germination opening, which resulted in different effects on different development stages of Chinese pear. The temperature of the transition node in the late phenology period had obvious characteristics. The temperature and weather near the flowering period are the determinants of the opening of pear flowers. Flowering period forecast was made with the annual mean of accumulated temperature, obtaining accurate forecast results. The method accorded with the law of flower germination development and provided a new idea for plant flowering forecasting.

Key words image photo data; flower germination development of Chinese pear; phenology; flowering forecast