

尹贞钤,雪婷,辛博,等.白水苹果始花期预测模型研究[J].陕西气象,2019(2):34-36.

文章编号:1006-4354(2019)02-0034-03

# 白水苹果始花期预测模型研究

尹贞钤,雪婷,辛博,马耀绒

(渭南市气象局,陕西渭南 714000)

**摘要:**利用2001—2015年白水站气象数据与苹果始花期物候数据,采用相关分析,筛选与始花期相关较高气象因子;利用SPSS20.0软件进行逐步回归,得到白水苹果始花期预测模型。依据模型回代结果,对始花前一周天气实况进行历史普查,得出预报值订正方法。通过验证,预测模型和订正方法在近3年业务应用中准确率较高。

**关键词:**相关分析;逐步回归;预测模型;模型回代;订正方法

**中图分类号:**S165

**文献标识码:**A

陕西省白水县位于陕西省东北部,属渭北黄土高原沟壑丘陵区,具有昼夜温差大,空气湿度小,光照充足等气候特点,是苹果优生区。据渭南市果业局数据,截止2015年,白水苹果种植面积37 000 hm<sup>2</sup>,产量5.8×10<sup>8</sup> kg,年产值20多亿元,苹果已成为白水经济主导产业。近年来,受气候变暖影响,白水苹果始花期提前,花期遭受冻害概率增大,严重影响县域经济,花期冻害已成为白水苹果生产中主要气象灾害。因此,提前、准确进行苹果始花期预测,可为冻害防御提供依据,有利减轻冻害损失。

物候现象是生物节律与环境条件的综合反映。从气象条件来说,它不仅反映了当时的天气条件,而且反映了过去一段时间气象条件影响的积累情况<sup>[1]</sup>。花期是果树物候现象之一,花期与气象条件关系前人做了大量研究。张艳艳等<sup>[2]</sup>采用偏最小二乘回归分析法建立了陇东塬区红富士苹果始花期预测模型。李美荣等<sup>[3]</sup>应用统计学方法建立了基于气象因子的陕西苹果始花期预测模型。张倩等<sup>[4]</sup>建立了基于逐步回归的库尔勒香梨始花期预测模型。董海涛等<sup>[5]</sup>采用逐步回归方法,建立了桃树花期预测模型。丁锡强<sup>[6]</sup>等建立了基于气象因子的烟台红富士苹果始花期预测模型。在前人研究基础上,利用白水苹果物候和气象

资料,采用数理统计方法建立苹果始花期预测模型,并依据精细化预报结果,对始花期预测值进行订正,使订正后的预测值准确率更高。

## 1 资料

### 1.1 资料来源

2001—2018年物候数据为白水晚熟红富士苹果数据。2001—2005年白水苹果物候资料来自陕西省经济作物台,2006—2018年白水苹果物候资料来源于白水县气象局苹果固定观测地段观测数据。2001—2018年白水气象站气象资料包含有效积温,旬月温度、降水量、日照时数,需冷量(需冷量是指落叶果树解除自然休眠所需的有效低温时数称为果树的需冷量,又称为低温需求量或需冷积温<sup>[7]</sup>),均来自渭南市气象局资料室。

### 1.2 资料处理

将苹果始花日期转换为日序数,3月1日记为1,3月2日记为2,依次类推,得到18 a苹果始花期时间序列。2001—2015年物候和气象数据用于建模,2016—2018年数据用于模型预测与验证。

## 2 结果分析

### 2.1 始花期资料特征

始花期是指观测树上有一朵或同时几朵花的花蕾开始完全开放,即为开花始期<sup>[1]</sup>。近18 a白水

收稿日期:2018-07-18

作者简介:尹贞钤(1970—),女,陕西渭南人,汉族,本科,高工,从事气象为农服务工作。

苹果平均始花期 4 月 7 日,最早出现时间 3 月 26 日,最晚出现时间 4 月 17 日(见表 1),最早、最晚日期相差 22 d。始花期出现在 3 月下旬的年份占 16.7%,4 月上旬占 55.6%,4 月中旬占 27.7%。

表 1 2001—2018 年白水苹果始花期统计

| 年份   | 始花期(月-日) | 日序 | 年份   | 始花期(月-日) | 日序 | 年份   | 始花期(月-日) | 日序 |
|------|----------|----|------|----------|----|------|----------|----|
| 2001 | 04-05    | 36 | 2007 | 04-11    | 42 | 2013 | 03-26    | 26 |
| 2002 | 03-28    | 28 | 2008 | 04-04    | 35 | 2014 | 04-06    | 37 |
| 2003 | 04-13    | 44 | 2009 | 04-10    | 41 | 2015 | 04-08    | 39 |
| 2004 | 04-04    | 35 | 2010 | 04-10    | 41 | 2016 | 04-06    | 37 |
| 2005 | 04-04    | 35 | 2011 | 04-16    | 47 | 2017 | 04-11    | 42 |
| 2006 | 04-08    | 39 | 2012 | 04-17    | 48 | 2018 | 03-30    | 30 |

## 2.2 因子选取与相关分析

依据前人研究成果<sup>[3-6]</sup>,结合白水本地气候特点,选取白水气象站 2001—2015 年温度、积温、降水、日照、需冷量等 5 类气象数据,具体包含上年 12 月—当年 3 月各月月平均气温、月平均最高气温、月平均最低气温、月降水量、月日照时数;上年 12 月—当年 4 月上旬各旬旬平均气温、旬平均最高气温、旬平均最低气温、旬降水量、旬日照时数;1 月—始花期 $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温;日平均气温稳定通过 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 开始日—始花期 $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温;花前 5、10、20、30、40、50 d $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温;3 月 $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温及果树停止生长期需冷量。

分别对各类气象数据与始花期数据进行相关分析,结果显示:降水、日照时数、需冷量与始花期相关性未通过 $\alpha=0.05$ 显著性水平检验。温度、积温相关性较高,通过 $\alpha=0.01$ 显著性水平检验的有 5 项(见表 2): $x_{25}$ 为 3 月 $\geq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温、 $x_{26}$ 为 3 月 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温、 $x_{33}$ 为 3 月平均气温、 $x_{34}$ 为 3 月平均最高气温、 $x_{35}$ 为 3 月平均最低气温。

表 2 白水苹果始花期与气象因子相关系数

| 气象因子 | $x_{25}$ | $x_{26}$ | $x_{33}$ | $x_{34}$ | $x_{35}$ |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 相关系数 | -0.879   | -0.858   | -0.880   | -0.860   | -0.728   |

## 2.3 模型建立

利用 SPSS20.0 软件进行回归分析。设置始花期日序为因变量  $y$ , $x_{25}$ 、 $x_{26}$ 、 $x_{33}$ 、 $x_{34}$ 、 $x_{35}$  为自变

量,入选变量  $F$  值标准 $\alpha=0.05$ ,剔除标准 $\alpha=0.1$ ,进行逐步回归,得到预测模型。方程 $R^2=0.828$ , $F=8.671$ ,显著性 $P=0.003$ , $F>F_{\alpha=0.01}(5,9)=6.06$ ,回归方程显著。

$$Y = 66.364 - 10.714x_{33} + 4.603x_{34} + 5.662x_{35} - 0.046x_{25} + 0.044x_{26} \quad (1)$$

## 2.4 模型检验与预测

2.4.1 检验 根据预测模型,利用历史数据对 2001—2015 年白水苹果始花期进行回代检验,结果显示:预测值(预测始花期)与实际值(实际始花期)绝对误差 $\leq 2\text{ d}$  概率为 66.7%, $\leq 3\text{ d}$  概率为 86.7%, $> 3\text{ d}$  概率为 13.3%(见表 3)。

表 3 2001—2015 年白水苹果始花期模型回代与实况误差

| 年份   | 预测值 | 实际值 | 误差 |
|------|-----|-----|----|
| 2001 | 34  | 36  | -2 |
| 2002 | 31  | 28  | 3  |
| 2003 | 43  | 44  | -1 |
| 2004 | 40  | 35  | 5  |
| 2005 | 39  | 35  | 4  |
| 2006 | 36  | 39  | -3 |
| 2007 | 43  | 42  | 1  |
| 2008 | 34  | 35  | -1 |
| 2009 | 39  | 41  | -2 |
| 2010 | 43  | 41  | 2  |
| 2011 | 48  | 47  | 1  |
| 2012 | 46  | 48  | -2 |
| 2013 | 29  | 26  | 3  |
| 2014 | 36  | 37  | -1 |
| 2015 | 39  | 39  | 0  |

2.4.2 订正与预测 依据模型回代结果,对始花前一周天气实况进行逐年普查,发现造成误差原因有二个方面:一是始花前有强冷空气入侵(强冷空气标准依据冷空气等级划分表<sup>[7]</sup>)或有阴雨天气出现,造成始花期推迟。如2006年始花前有强冷空气入侵,并出现小雨天气,花期推迟;二是始花前气温异常偏高,始花期提前。如2002、2005、2013年花前升温明显,始花期提前。根据历史普查情况对模型预报结果进行订正,订正后预测值与实际值绝对误差 $\leq 2$  d 概率为86.7%,较订正前提高20%。具体订正方法:①始花前1周(包含始花期当天,始花期是指始花期预测值)有强冷空气入侵或有阴雨天气发生(阴雨天日照时数 $< 3$  h),始花期推迟,推迟日数为冷空气持续日数或阴雨日数,若强冷空气与阴雨日期重叠,不再重复计算;②始花前1周气温明显偏高,始花期提前,提前日数为2~3 d。

本研究可于每年3月21日、3月26日、4月1日进行白水晚熟红富士苹果始花期预测与订正(模型中所需3月21—31日、26—31日最高、最低温度及天气状况等来自精细化格点预报结果,平均气温、积温数据通过精细化格点预报结果求算),预测结果提前7~15 d,给生产安排和气象灾害防御等预留了充足时间。

根据始花期预测模型计算,结合花前一周精细化预报对预测值进行订正,结果显示:2016—2018年白水苹果始花期订正值与实际值绝对误差均 $\leq 2$  d(见表4)。

表4 2016—2018年白水苹果始花期预测与实况误差

| 年份   | 预测值 | 订正值 | 实际值 | 误差 |
|------|-----|-----|-----|----|
| 2016 | 35  | 37  | 37  | 0  |
| 2017 | 38  | 43  | 42  | 1  |
| 2018 | 31  | 28  | 30  | -2 |

### 3 结论

(1)通过相关分析发现,白水苹果始花期早晚与温度、积温相关性较高,降水、日照、需冷量等虽有一定相关性,但对花期早晚影响较小。

(2)采用逐步回归得到的预测模型,回归效果显著,能较好预测苹果始花期。但受始花前冷空气活动、阴雨、剧烈升温等天气影响,个别年份预测值与实际花期绝对误差较大。因此,采用模型计算+预测值订正方法,可使预报准确率得到提升,近3年业务应用效果较好。

(3)将精细化预报结果合理应用在始花期模型计算和预测值订正中,提前7~15 d 预测始花期,给灾害防御和合理安排生产预留了充足时间,使精细化预报在为农服务中发挥重要作用。但是,精细化预报的准确性会对始花期预测结果、订正形成一定制约。

#### 参考文献:

- [1] 国家气象局. 农业气象观测规范(上卷)[S]. 北京:气象出版社,1993:133-140.
- [2] 张艳艳,赵玮,高庆先,等. 气候变化背景下陇东塬区红富士苹果始花期研究[J]. 果树学报,2017,34(4):427-434.
- [3] 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.
- [4] 张倩,李新建,吉春容,等. 基于逐步回归的库尔勒香梨始花期预测模型[J]. 沙漠与绿洲气象,2013,7(2):43-46.
- [5] 董海涛,刘洪林,左晓强. 桃树花期预测[J]. 北方果树,2017(2):6-10.
- [6] 丁锡强,王冰,姜茹茵,等. 烟台市红富士苹果始花期预报模型研究[J]. 陕西气象,2018(3):33-36.
- [7] 赵海亮,赵文东,高东升,等. 落叶果树需冷量及其估算模型研究进展[J]. 北方果树,2007(6):1.
- [8] 中国气象局. 冷空气等级:GB/T 20484—2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.