

# 甘肃黄土高原气温稳定通过 10℃ 初日 对苹果生育期的影响

郭江勇<sup>1,2</sup>, 李耀辉<sup>1</sup>, 林 纾<sup>1</sup>

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020;

2. 甘肃省庆阳市气象局, 甘肃 西峰 745000)

**摘要:** 用 1971~2004 年甘肃黄土高原 39 个气象站的气温稳定通过 10℃ 初日和西峰农业气象试验站的苹果生育期资料, 分析了其气候特征及对苹果生育期的影响。结果表明, 甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10℃ 初日有 3 个偏早区, 分别位于北道、兰州、泾川, 有 3 个偏迟区, 分别位于华家岭、东乡、岷县附近; 最早的是北道, 为 4 月 14 日, 最迟的是华家岭, 为 6 月 5 日; 其空间分布特征是定西、临夏偏迟, 天水、平凉、庆阳早, 西北部的白银也较早; 总的趋势是日平均气温稳定通过 10℃ 初日越来越早, 特别是 90 年代以来, 早的趋势更加明显; 70 年代大部分地区偏迟, 80 年代北部偏早, 南部偏迟, 90 年代定西、临夏偏迟, 其余偏早。西峰气温稳定通过 10℃ 初日早的 3 个年份, 积温高, 日照充足, 苹果各平均生育期比 3 个迟的年份普遍提前了 4 d 以上, 尤其是展叶盛期、开花末期提前了 6~8 d; 最早的 2004 年比最迟的 1993 年各生育期普遍提前了 13 d 以上, 特别是叶芽开放期、开花末期, 提前了 21~25 d。苹果叶芽开放期、展叶盛期、开花盛期最早的分别是 2004 年 3 月 20 日、2001 年 4 月 8 日、2001 年 4 月 16 日, 最迟的均为 1996 年, 分别为 4 月 25 日、4 月 30 日、5 月 10 日, 最早与最迟年相差了 36、22、24 d。1984 年较早, 1985 年较迟, 1986 年突然提早, 1987 年突然推迟, 1988~1992 年较早, 1993 年较迟, 1994 年以后基本持续提早。

**关键词:** 甘肃黄土高原; 10℃ 气温日期; 分布特征; 苹果生育期

**中图分类号:** S661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)01-0162-05

对甘肃黄土高原来说, 当日平均气温稳定通过 0℃ 时, 树木树体内部活动已经开始, 当日平均气温稳定通过 5℃ 时, 树木芽开始萌动, 当日平均气温稳定通过 10℃ 时, 越冬作物开始生理拔节, 喜温农作物的种子开始发芽, 因此日平均气温稳定通过 10℃ 的日期是一个重要的农业气候指标<sup>[1]</sup>。在全球变暖的气候背景下, 甘肃黄土高原乃至西北的气温也不断升高, 日平均气温稳定通过 10℃ 的日期如何变化是需要进一步分析的问题<sup>[2~10]</sup>。郑景云等<sup>[11]</sup>分析了近 40 年温度变化对我国木本植物物候变化的影响, 指出随着 20 世纪 80 年代以后我国大部分地区的春季增温及秦岭以南广大地区的降温, 东北、华北及长江下游等地区的物候期提前, 西南东部、长江中游等地区的物候期推迟; 葛全胜等<sup>[12]</sup>分析了近 40 年中国气温、降水与自然物候的变化趋势及其区域差异, 指出较为明显的升温阶段出现在 1980 年以后, 其中升温率最大的时期为非生长期, 最小的时期为生长期, 生长期期间降水趋势变化的区域差异却

较为明显, 中国的东北、华北、西北、长江下游地区与云南南部春季物候期提前, 西南地区东部、长江中游地区春季物候期推迟; 徐雨晴等<sup>[13]</sup>研究了北京地区 1963~1988 年间 20 种树木芽萌动期及 1950~2000 年间 4 种树木开花期的变化及其对气温变化的响应, 指出北京树木芽萌动的早晚主要受冬季气温的影响, 冬季及秋末气温的升高使春芽萌动有提前的效应, 以上工作为研究物候变化提供了重要依据。关于日平均气温稳定通过 10℃ 的日期, 目前研究的较少。刘华安<sup>[14]</sup>对江西金溪县春播期稳定通过 10℃ 日期做了分析预报, 刘了凡等<sup>[15]</sup>对鲁西南日平均气温稳定通过 12℃ 的日期进行了分析预报, 韩永翔等<sup>[16~20]</sup>对甘肃的气候与玉米、生产力做了研究。上述工作侧重于预报方法和气候特征分析, 对其与苹果物候的关系涉及的不多。在此对甘肃黄土高原地区 10℃ 气温日期早年与迟年的苹果物候进行了分析, 这对掌握其对苹果发育期的影响, 指导果业生产具有重要的意义。

收稿日期: 2005-09-05

基金项目: 科技部科研院所社会公益研究专项“西北农作物对气候变化的响应及其评价方法”(2005DIB3J100); 国家自然科学基金(40205014)

作者简介: 郭江勇(1960—), 男, 甘肃宁县人, 副研究员, 高级工程师, 主要从事天气气候变化规律与预测方法、气候资源开发利用、农业气象条件分析等研究。E-mail: guojy@gsm.a.gov.cn, lzghsgjy@163.com.

## 1 资料与方法

1971~2004 年 39 个气象站的气温 10°C 日期资料来自于甘肃省气候资料中心。所谓 10°C 初日是指日平均气温稳定通过 10°C 的日期。日期资料为了便于统计计算,将其转换成日序资料,以 4 月 1 日为起点,4 月 1 日记为 1,30 日记为 30,5 月 1 日记为 31,依次类推。研究的区域包括庆阳、平凉、天水、兰州、白银 5 个市和定西地区、甘南藏族自治州。苹果物候资料来自西峰农业气象试验站。

## 2 结果与分析

### 2.1 甘肃黄土高原气温 10°C 日期的分布特征

2.1.1 空间分布特征 根据 1971~2004 年甘肃黄土高原 39 个气象站日平均气温稳定通过 10°C 日期资料,求出了其平均分布图(图 1),可见日平均气温稳定通过 10°C 日期有 3 个迟中心,一个在华家岭附

近,中心最大值为 67,既 6 月 5 日,另一个在东乡附近,中心最大值为 54,既 5 月 24 日,第三个在岷县,中心最大值为 49,既 5 月 18 日。有 3 个早中心,一个在北道附近,中心最小值为 14,既 4 月 14 日,另一个在兰州附近,中心最小值为 18,既 4 月 18 日,第三个在泾川附近,中心最小值为 20,既 4 月 20 日。日平均气温稳定通过 10°C 日期最早的是北道,为 4 月 14 日,最迟的是华家岭,为 6 月 5 日,其分布特征是定西、临夏偏迟,一般为 5 月中旬到 6 月上旬,主要因为这些地方海拔较高或受地形的影响,暖空气活动开始迟,稳定通过 10°C 的日期也相应较迟;天水、平凉、庆阳比较早,一般在 4 月中旬到 4 月下旬,与这些地方暖空气活动开始较早相一致,兰州因受城市热岛效应的影响,日期也比较早,西北部的白银也较早,一般在 4 月下旬,原因是日照时间长,光照充足,气温稳定通过 10°C 的日期也就比较早。

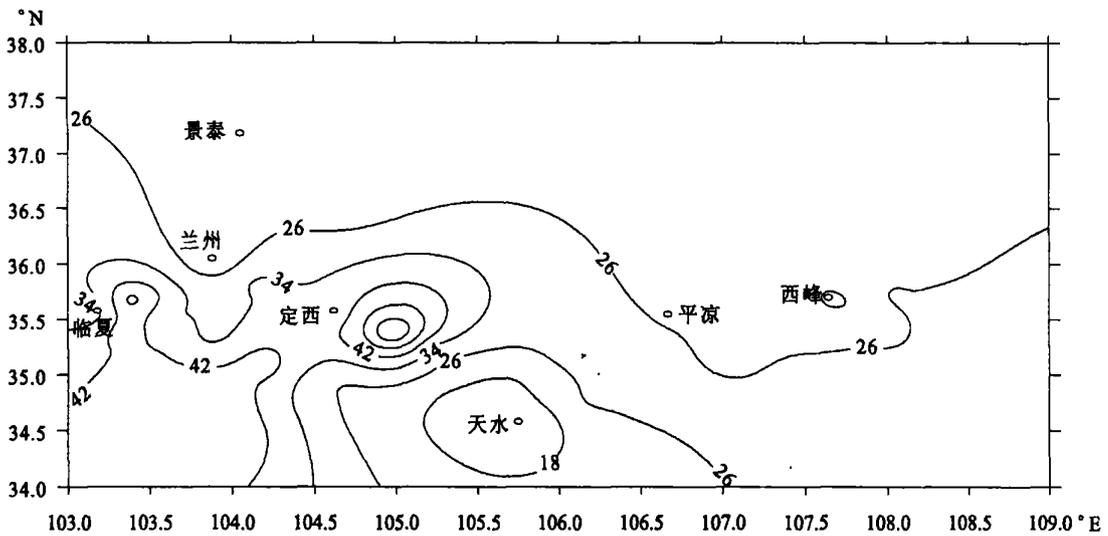


图 1 甘肃黄土高原气温 10°C 日期的平均分布(x 轴为经度°E, y 轴为纬度°N)

Fig. 1 Distribution map of average beginning date of 10°C temperatures on loess plateau of Gansu  
(x-axis is longitude °E, y-axis is latitude °N)

(西峰 Xifeng, 天水 Tianshui, 临夏 Linxia, 平凉 Pingliang, 定西 Dingxi, 兰州 Lanzhou, 景泰 Jingtai)

2.1.2 时间变化规律 由 1971~2004 年甘肃黄土高原 39 个气象站日平均气温稳定通过 10°C 平均日期演变曲线(图 2)可见,其年际间变化振幅十分明显,最早出现在 2004 年 4 月 2 日,最迟出现在 1991 年 5 月 8 日,最早的年份比最迟的年份提前了 36 d。1971 年迟,1972~1974 早,1975~1985 早、迟交替出现,1986~1987 年迟,1988 年早,1989~1991 年迟,1992 年早,1993 年迟,1994 年以来,除 1999 年迟以外,其余年份都偏早,总的趋势是日平均气温稳定通过 10°C 的日期越来越早,特别是 90 年代以来,早的

趋势更加明显。由甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10°C 日期的 70 年代、80 年代、90 年代距平分布图(图略)可见,70 年代大部分地方偏迟,80 年代北部偏早,南部偏迟,90 年代定西、临夏偏迟,其余偏早。34 年来气温稳定通过 10°C 的日期越来越早,特别是 90 年代以来,提早的趋势更加明显。

### 2.2 气温 10°C 日期对苹果生育期的影响

为了分析甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10°C 的日期对苹果生育期的影响,从西峰基准气候站 1981~2004 年气温稳定通过 10°C 日期资料中,分

别选取了 3 个早年和 3 个迟年,同时统计了积温和日照(表 1),然后分析了早年和迟年的苹果生育期特征。由此可见,气温 10℃ 日期最早的是 2004 年 4 月 2 日,与多年平均值 4 月 27 日相比偏早了 25 d,最迟的是 1993 年 5 月 16 日,与多年平均值相比偏迟了

19 d,最早与最迟相差了 44 d。3 个早年平均积温为 3 203.9℃,日照为 1 288.0 h,3 个迟年平均积温为 2 754.1℃,日照为 1 205.5 h,早、迟年平均积温和日照相差了 449.8.0℃、82.5 h,最早与最迟年积温和日照相差了 854.8℃、256.8 h,差异非常明显。

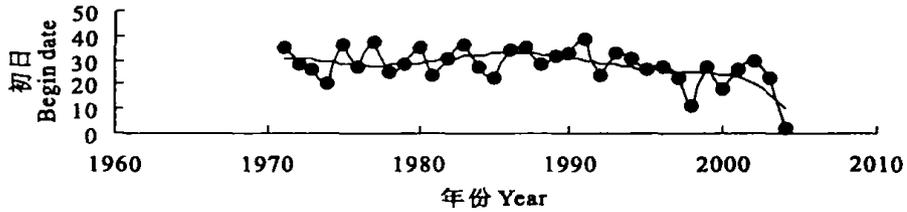


图 2 甘肃黄土高原气温 10℃ 日期演变曲线(细线为实况,粗线为 5 阶拟合)

Fig.2 Evolution curve of beginning date of 10 °C temperature on loess plateau of Gansu (The fine lace is the observation, the heavy line is 5 steps fitting)

表 1 西峰 1981~2004 气温 10℃ 初日早年与迟年统计

Table 1 Early and late beginning date of 10 °C temperatures in Xifeng during 1981~2004

早年 Early year					迟年 Late year				
年份 Year	日期 Date (M-d)	距平(d) Anomalous	积温(°C) Accumulated temperature	日照(h) Sunshine	年份 Year	日期 Date (M-d)	距平(d) Anomalous	积温(°C) Accumulated temperature	日照(h) Sunshine
2004	04-02	-25	3256.7	1292.5	1994	05-05	8	2975.6	1276.3
1998	04-05	-22	3398.8	1375.0	1991	05-08	11	2742.7	1221.9
1992	04-12	-15	2956.1	1196.5	1993	05-16	19	2544.0	1118.2
平均 Average	04-06		3203.9	1288.0	平均 Average	05-10		2754.1	1205.5

同时统计了上述 3 个早年和 3 个迟年苹果的有 关生育期(表 2),也可以看到,3 个早年的各平均生 育期比 3 个迟年普遍提前了 4 d 以上,尤其是展叶 盛期、开花末期提前了 6~8 d;最早的 2004 年比最 迟的 1993 年各生育期普遍提前了 13 d 以上,特别

是叶芽开放期、开花末期提前了 21~25 d。这是因 为在气温 10℃ 日期早的年份,气温高,日照充足,光 合作用强,树木树体内部活动开始早,树木芽萌动也 早,有利于生殖和营养生长,生育期也就早,迟年则 相反。

表 2 西峰气温 10℃ 初日早年、迟年的苹果生育期统计(M-d)

Table 2 Early and late beginning date of 10 °C temperature and apple growth period in Xifeng

项目 Items	叶芽开放期 Bud opening period	展叶盛期 Leaf unfolding prime	开花始期 Blossom initial period	开花盛期 Blossom prime	开花末期 Blossom telophase
早 年 Early year	1992 04-13	04-21	04-30	05-04	05-13
	1998 04-09	04-17	04-20	04-23	04-28
	2004 03-20	04-08	04-14	04-18	04-26
平均 Average	04-04	04-15	04-21	04-25	05-02
迟 年 Late year	1991 04-05	04-17	04-27	04-30	05-17
	1993 04-15	04-24	04-20	04-23	05-04
	1994 04-07	04-21	04-30	05-03	05-09
平均 Average	04-09	04-21	04-26	04-29	05-10
平均差 Average error(d)	5	6	5	4	8
最大差 Maximal error(d)	25	16	13	15	21

为了进一步分析气温 10℃ 日期对苹果发育期 的影响,用 1984~2004 年苹果叶芽开放期、展叶

盛期、开花盛期生育期的资料制作了年际演变曲线 (图 3)。

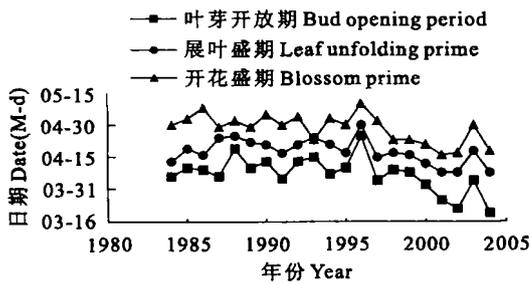


图3 西峰苹果叶芽开放期、展叶盛期、开花盛期生育期演变曲线

Fig. 3 Evolution curves of bud opening time, leaf unfolding prime and blossoms prime of apple

由此可见,叶芽开放期、展叶盛期、开花盛期最早的分别是2004年,为3月20日;2001年,为4月8日;2001年,为4月16日;最迟的均为1996年,分别为4月25日、4月30日、5月10日,最早与最迟年相差了36、22、24 d。1984年较早,1985年较迟,1986年突然提早,1987年突然推迟,1988~1992年较早,1993年较迟,1994年以后基本持续提早,生育期的这种演变趋势与气温 10℃ 日期的演变很吻合,再次说明了气温 10℃ 日期对苹果生育期有一定的影响。

### 3 结论与讨论

甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10℃ 的日期有 3 个偏早区,分别位于北道、兰州、泾川,有 3 个偏迟区,分别位于华家岭、东乡、岷县附近;最早的是北道,为 4 月 14 日,最迟的是华家岭,为 6 月 5 日;其空间分布特征是定西、临夏偏迟,天水、平凉、庆阳早,西北部的白银也较早;总的趋势是日平均气温稳定通过 10℃ 的日期越来越早,特别是 90 年代以来,早的趋势更加明显,这是因为全球气温在不断升高,甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10℃ 的日期也不断提前;70 年代大部分地方偏迟,80 年代北部偏早,南部偏迟,90 年代定西、临夏偏迟,其余偏早。西峰 3 个日期早的年份,积温高,日照充足,苹果的平均生育期比 3 个迟年普遍提前了 4 d 以上,展叶盛期、开花末期提前了 6~8 d,最早的 2004 年比最迟的 1993 年普遍提前了 13 d 以上,叶芽开放期、开花末期提前了 21~25 d。苹果叶芽开放期、展叶盛期、开花盛期最早的分别是 2004 年为 3 月 20 日、2001 年为 4 月 8 日、2001 年为 4 月 16 日,最迟的均为 1996 年,分别为 4 月 25 日、4 月 30 日、5 月 10 日,最早与最迟年相差了 36、22、24 d。1984 年较早,1985 年较迟,1986 年突然提早,1987 年突然推

迟,1988~1992 年较早,1993 年较迟,1994 年以后基本持续提早,生育期的这种演变趋势与气温稳定通过 10℃ 日期的演变趋势很吻合。本文分析了气温稳定通过 10℃ 日期与苹果生育期的关系,其它气候要素对生育期、产量和品质的影响有待进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 邓振镛,仇化民,李怀德.陇东气候与农业开发[M].北京:气象出版社,2000.200—220.
- [2] 秦大河.中国西部环境演变评估[M].北京:科学出版社,2002.155—160.
- [3] 王绍武,叶瑾琳,龚道溢,等.近百年中国年气温序列的建立[J].应用气象学报,1998,(4):9—18.
- [4] 陈玲,张青松,朱立平,等.近 400 年来北极地区和中国气温变化的对比研究[J].地理研究,2000,(4):25—30.
- [5] 王绍武,谢志辉,蔡静宁,等.近千年全球平均气温变化的研究[J].自然科学进展,2002,(11):60—65.
- [6] 王翠花,李雄,缪启龙.中国近 50 年来日最低气温变化特征研究[J].地理科学,2003,(4):300—306.
- [7] 刘莉红,郑祖光.我国 1 月和 7 月气温变化的分析[J].热带气象学报,2004,(2):211—218.
- [8] 王菱,谢贤群,苏文,等.中国北方地区 50 年来最高和最低气温变化及其影响[J].自然资源学报,2004,(3):201—208.
- [9] 江田汉,邓莲堂.全球气温变化的多分形谱[J].热带气象学报,2004,(6):220—226.
- [10] 唐红玉,翟盘茂.1951~2002 年中国东、西部地区地面气温变化对比[J].地球物理学报,2005,(3):300—308.
- [11] 郑景云,葛全胜,郝志新.气候变暖对我国近 40 年植物物候变化的影响[J].科学通报,2002,20:210—216.
- [12] 葛全胜,郑景云,张学霞,等.过去 40 年中国气候与物候的变化研究[J].自然科学进展,2003,10:80—86.
- [13] 徐雨晴,陆佩玲,于强.近 50 年北京树木物候对气候变化的响应[J].地理研究,2005,(3):55—60.
- [14] 刘华安.春播期稳定通过 10℃ 初日的分析预报[J].气象,1981,(1):5—7.
- [15] 刘了凡,侯敬和.鲁西南日平均气温稳定通过 12℃ 初日预报[J].气象,1997,(1):66—68.
- [16] 韩永翔,董安祥,王卫东.气候变暖对中国西北主要农作物的影响[J].干旱地区农业研究,2004,(4):39—43.
- [17] 蒲金涌,邓振镛,姚小英,等.甘肃省冬小麦生态气候分析及适生种植区划[J].干旱地区农业研究,2005,(1):179—185.
- [18] 刘德祥,董安祥,陆登荣.中国西北地区近 43 年气候变化及其对农业生产的影响[J].干旱地区农业研究,2005,(2):114—117.
- [19] 姚玉璧,李耀辉,王毅荣,等.黄土高原气候与气候生产力对全球气候变化的响应[J].干旱地区农业研究,2005,(2):122—126.
- [20] 刘明春,邓振镛,李巧珍,等.甘肃省玉米气候生态适应性研究[J].干旱地区农业研究,2005,(3):112—117.

## Influence of beginning date of 10 °C temperature on apple growth period on Loess Plateau of Gansu

GUO Jiang-yong<sup>1,2</sup>, LI YAO-hui<sup>1</sup>, LIN Shu<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Arid climatic Change and Reducing of Gansu Province, Institute of Arid-meteorology, CMA, Lanzhou, Gansu 730020, China; 2. Gansu Qingyang City meteorological Bureau, Xifeng, Gansu 745000, China)

**Abstract:** Based on beginning dates of 10°C temperature in 39 stations on Loess Plateau of Gansu from 1971 to 2004 and data of apple growth period of agrometeorological experimentation station in Xifeng, the climate characteristic and its influence on apple growth period were analyzed. The result indicated as follows: on loess plateau of Gansu there are 3 areas in which daily average temperature of 10°C early begins, they are located in Beidao, Lanzhou, and Jingchuan, respectively; 3 areas in which daily average temperature of 10°C late begins are located nearby Huajialing, Dongxiang, and Min county; The earliest date is on April 14 in Beidao, the latest date is on June 5 in Huajialing; Its spatial distribution characteristic is that Dingxi and Linxia are late, Tianshui, Pingliang and Qingyang are early, the northeast part of Baiyin also is early; the daily average temperature of 10°C begins earlier and earlier, specially since the 90's, the early tendency is more obvious; In 70's major areas were late, in 80's north areas were early, south areas were late, in 90's Dingxi and Linxia were late, other areas were early. In 3 years in which beginning date of 10°C was early, the accumulated temperature was high, sunshine was sufficient, average growth period of apple began more than 4d earlier, leaf unfolding prime and blossom telophase began 6 to 8 d earlier, every growth period in the most early year 2004 was 13 d earlier than the latest year 1993, especially the bud opening and blossoms telophase were 21 to 25 d earlier. The earliest time of bud opening, leaf unfolding prime and blossom prime was on March 20, 2004, April 8, 2001 and April 16, 2001, the latest was on April 25, April 30, and May 10, 1996, respectively. The earliest and the latest year had 36 d, 22 d, and 24 d difference. In 1984 it was early, in 1985 it was late, in 1986 it suddenly changed to be early, in 1987 it suddenly changed to be late, in 1988 to 1992 it was early, in 1993 it was late, 1994 later it continually change to be early.

**Keywords:** Loess Plateau of Gansu; 10 °C temperatures date; distributed characteristic; apple growth period