

# 桃品种需冷量评价模式的探讨

王力荣 朱更瑞 方伟超 左覃元

(中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009)

**摘要:** 通过 1986~2001 年对 450 余份桃品种需冷量的 7.2℃ 模式、0~7.2℃ 模式 (不包括 0℃) 和犹它模式比较分析, 归纳出桃品种需冷量的评价模式为: 以秋季日平均温度稳定低于 7.2℃ 的日期为需冷量测定的起点, 以 0~7.2℃ 累积低温值作为需冷量的评价标准比较适宜; 犹它模式在中需冷量和长需冷量范围内能有效预测休眠的结束, 而不适宜低需冷量品种的测定; 7.2℃ 模式不适宜作为需冷量的评价模式。品种的需冷量与叶芽开放和始花期的相关系数分别为 0.52 和 0.58, 均达到极显著水平。提出了桃品种需冷量评价的系列标准参照品种。

**关键词:** 桃; 需冷量; 评价模式

**中图分类号:** S 662.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2003) 04-0379-05

随着我国北方果树设施栽培和亚热带地区落叶果树的迅猛发展, 果树品种需冷量研究在生产中的应用价值越来越受到研究者和生产者的关注<sup>[1~3]</sup>。果树的需冷量是受多基因控制的数量性状<sup>[4~6]</sup>, 国外不同的研究者针对不同的气候条件提出了 Weinberge 模式 (7.2℃ 以下累积低温模式) 和犹它模式两种需冷量评价模式<sup>[7~9]</sup>。目前, 我国对果树需冷量的评价模式不一, 以至于报道的同一品种的需冷量值差异在 2 倍以上, 从而影响引种和保护地栽培的罩棚升温的准确性<sup>[1~3]</sup>。本文目的在于通过对郑州果树研究所 1986~2001 年桃品种需冷量研究的总结, 归纳出评价需冷量相对准确、稳定、实用的模式, 建立桃品种需冷量评价方法的技术平台。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

450 余份材料均选自中国农科院郑州果树所国家果树种质桃品种资源圃, 为 4~10 年的成龄树。

### 1.2 方法

**1.2.1 需冷量评价模式** 7.2℃ 模式: 以秋季日平均温度稳定通过 7.2℃ 的日期为有效低温累积的起点, 以打破自然休眠所需 7.2℃ 或以下的累积低温值为品种的需冷量。犹它模式: 以秋季负累积低温达到最大值时的日期为有效低温的起点; 不同温度范围的加权效应值不同, 2.5~9.1℃ 为 1 h, 1.5~2.4℃ 和 9.2~12.4℃ 为 0.5 h, 小于 1.4℃ 和 12.5~15.9℃ 为 0 h, 16.0~18℃ 为 -0.5 h, 大于 18℃ 为 -1 h。0~7.2℃ 模式: 以秋季日平均温度稳定通过 7.2℃ 的日期为有效低温累积的起点, 以打破休眠所需 0~7.2℃ 的累积低温值为品种的需冷量<sup>[5]</sup>。

**1.2.2 采样与插条** 每隔 50 h, 每品种选取田间生长发育良好的 1 年生枝条 5~10 枝, 长度 30~40 cm, 取回即插入温室水槽中, 每 3 d 换 1 次水, 每次剪除基部 2~3 mm。每品种至少进行 3~5 年试验, 每年记为 1 次重复<sup>[5]</sup>。

**1.2.3 调查** 对萌芽状态进行分级, 当各级的加权平均值等于或大于 2.5 时, 则采样时田间累积低温值即为品种的需冷量<sup>[5]</sup>。利用生物积温仪记载所需要各种温度。叶芽膨大、叶芽开放、展叶、枝条开始生长、始花、盛花初期等物候期的记载方法见文献 [10]。

收稿日期: 2002-11-19; 修回日期: 2003-02-24

基金项目: 国家 863 计划项目 (2001AA247041); 国家科技攻关项目 (75-01-02-11、85-01-03-09、95-014-01-05)

## 2 结果与分析

### 2.1 不同模式起点的比较

2.1.1 不同模式的起点 从图 1 可以看出, 在 13 年中, 犹它模式起点均早于 7.2℃ 和 0~7.2℃ 模式的起点 (后二者具有相同的起点), 平均早 12 d, 差别最大的为 1992 年相差 39 d, 最小的为 1993 年相差仅 2 d。对于同一模式, 不同年份内的起点也存在明显差异: 7.2℃ 和 0~7.2℃ 模式起点最早的为 1987 年 10 月 31 日, 最晚的为 1990 年 11 月 21 日, 相差 21 d; 犹它模式最早的为 1992 年 10 月 3 日, 而 1993 年和 1998 年均均为 11 月 17 日, 相差 45 d。

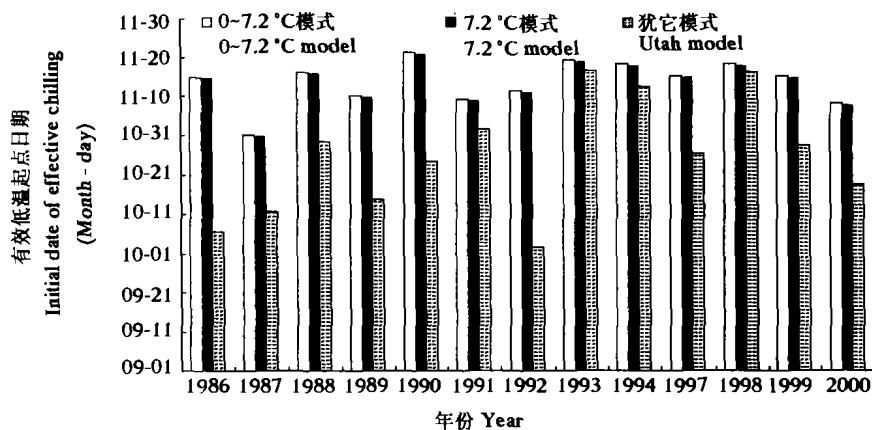


图 1 不同模型不同年份有效低温起点的比较

Fig. 1 Initial date of effective chilling by different models yearly

2.1.2 不同起点与落叶期的吻合程度 自然休眠的起点与秋季树体开始落叶有着密切的关系<sup>[10]</sup>。根据 1987 年对 376 个品种开始落叶物候期的系统记载 (表 1), 落叶最早为 10 月 15 日, 最晚的为 11 月 18 日。也就是说 100% 的品种大量开始落叶在犹它模型的起点 10 月 12 日之后, 而 42% 的品种的大量开始落叶期集中在 7.2℃ 模式的起点 10 月 31 日前后的 10 d 内, 说明 7.2℃ 模式的起点比犹它模式在一定程度上更能反映树体对短日照和低温的感受, 用此起点来测定自然休眠期开始的时间相对更为准确。

### 2.2 利用不同模式评价品种需冷量

2.2.1 7.2℃ 模式 7.2℃ 模式是 Weinberger (1950) 最早提出的需冷量计算模式, 被许多研究者采纳应用。由表 2 可以知道, 这种模式在郑州气候条件下用来测定品种的需冷量变异系数均在 13% 以上, 是三种模式中变异系数最大的模式, 也就是说其稳定性最差。

2.2.2 犹它模式 犹它模式是 1974 年 Richardson 在美国犹它州提出的需冷量加权低温模式, 与 7.2℃ 模式相比较, 其先进之处在于提出了高温对低温的抵消作用, 在预测自然休眠结束方面取得了一定的成功, 然而在气候温暖地区并不能有效预测自然休眠进程。从表 2 可以看出, 此模式在测定低需冷量品种 (需冷量  $\leq 500$  h) 南山甜桃、玛丽维拉的变异系数大于中低温 (需冷量  $> 500$  h 而  $\leq 900$  h) 和长需冷量品种 (需冷量  $\geq 900$  h)。因而认为此种模式不适宜低需冷量品种的测定, 而对于需冷量为 500 h

表 1 桃品种大量落叶开始期分布表

Table 1 Distubite of initial date of leaf falling for peach cultivars

大量落叶开始时间 Initial date of leaf falling	品种 Cultivars	
	数量 Numbers	%
10 - 10 以前 Before	0	0
10 - 10 ~ 10 - 20	82	22
10 - 21 ~ 10 - 31	159	42
11 - 01 ~ 11 - 10	31	8
11 - 11 ~ 11 - 20	104	28
11 - 21 以后 After	0	0
合计 Total	376	100

以上的品种稳定性较好。

2.2.3 0~7.2℃模式 0~7.2℃模式的变异系数除南山甜桃较大外,其余都在10%以下,其平均变异系数是三种模式中最小的(表2)。因此我们认为此种模式测定品种需冷量相对稳定准确。

表2 按7.2℃模式、犹它模式和0~7.2℃模式评价的品种花芽需冷量

Table 2 Estimated chilling requirement by 7.2℃ model, Utah model and 0~7.2℃ model for peach flower (h)

品种 Cultivar	7.2℃模式 7.2℃model		犹它模式 Utah model		0~7.2℃模式 0~7.2℃model	
	平均值 Average	变异系数 CV	平均值 Average	变异系数 CV	平均值 Average	变异系数 CV
南山甜桃 Nanshan Tiantao	363	17.74	411	21.90	256	20.53
春时 Springtime	1237	13.60	660	5.99	695	7.16
春蕾 Chunlei	1299	21.37	717	10.62	807	9.70
张黄3号 Zhang Huang 3	1316	13.69	722	8.29	717	5.46
龙124 Long 124	1158	16.17	653	7.88	667	8.37
红港 Red Haven	1483	13.49				
小花爱保太 Early Elberta	1477	13.13	785	8.49	795	8.63
红叶桃 Hongye Tao	1708	13.23	1140	11.96	1058	7.23
玛丽维拉 Marivilha			537	39.41	369	9.38

注:5次重复的平均值。 Note: Average has 5 repeats.

2.2.4 三种模式测定需冷量的显著性比较 选择不同需冷量范围的品种,进行三种模式的显著性测验,结果见表3。由表3可知,所测试的6个品种,7.2℃模式与犹它模式和0~7.2℃模式均存在显著性差异;在低需冷量范围内,犹它模式和0~7.2℃模式存在显著性差异,而在需冷量600 h以上的品种,两种模式无显著性差异。

2.2.5 与国外标准参照品种的比较 以经典的7.2℃模式的品种为参照,表4的试验结果表明,7.2℃模式确定的需冷量值均显著高于对照值,用此方法测定的需冷量值与国外品种没有可比性。

在低需冷量范围内,利用犹它模式显著高于参照品种;因此,在低需冷量范围内,这种模式测定的品种的需冷量与国外对照品种之间也没有可比性;在需冷量大于500 h的范围内,0~7.2℃模式和犹它模式均与对照值相近。

表3 应用三种模式测定需冷量的显著性比较

Table 3 Comparison of chilling requirement by three models (h)

品种 Cultivars	7.2℃模式 7.2℃ model	犹它模式 Utah model	0~7.2℃模式 0~7.2℃ model
南山甜桃 Nanshan Tiantao	375 A	411 A	256 B
春时 Springtime	1237 a	660 b	695 b
龙124 Long 124	1159 a	653 b	667 b
张黄3号 Zhang Huang 3	1316 a	721 b	717 b
小花爱保太 Early Elberta	1477 a	785 b	795 b
红叶桃 Hongye Tao	1709 a	1139 b	1058 b

注:各行大小写字母分别表示显著水平( $P=0.01$ )和极显著水平( $P=0.05$ )。

Note: The capital and small letter indicated no significant at  $P=0.01$  and  $P=0.05$ .

表4 利用不同的休眠模型与国外参照品种的比较

Table 4 The comparison of chilling requirement among criteria and determining in different models (h)

品种 Cultivars	犹它模式 Utah model	0~7.2℃模式 0~7.2℃ model	7.2℃模式 7.2℃ model	参照品种* Control
玛丽维拉 Marivilha	537	368	625	250
春时 Springtime	660	695	1274	650
法伊爱保太 Fay Elberta	734	725	1251	750
小花爱保太 Early Elberta	785	795	1477	850
理想 Fantasia	800	850	1563	750
南方红 Dixred	955	1023	1739	950

\*以7.2℃模式测定值。\* Weinberger's 7.2℃ model.

2.2.6 三种模式低温累积过程的比较 了解低温累积过程有助于理解三种评估模式差异的原因。以1990~1991年三种模式的比较说明为例(图2),在同一时间,7.2℃模式比犹它模式和0~7.2℃模式

的低温累积值明显高,存在极显著性差异。犹它模式在低温累积初期高于 0~7.2℃模式,两种模式存在显著差异;而随着时间的推移,0~7.2℃模式又略高于犹它模式(图2)。1987~1995年8年间冬季低温累积值与此有同样的变化规律。

1998~2001年的变化与1987~1988、1990~1991和1991~1992年基本相同,而在低温累积的后期,犹它模式的累积低温略高于0~7.2℃模式(图3)。

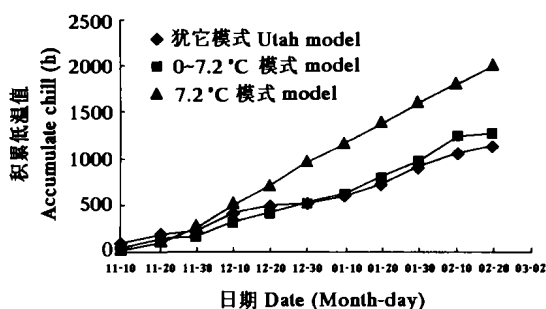


图2 1990~1991年3种模式累积低温值比较

Fig. 2 Accumulated chilling hours of 3 models during 1990-1991

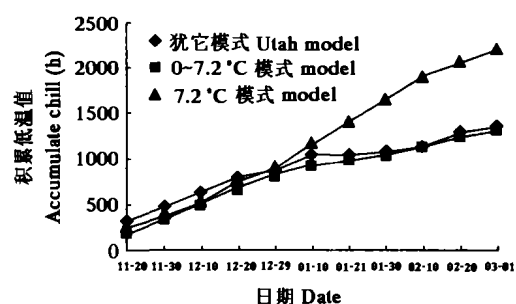


图3 2000~2001年不同模式累积低温值比较

Fig. 3 Accumulated chilling hours of 3 models during 2000-2001

## 2.3 利用品种的物候期评价需冷量

通过对利用0~7.2℃模式确定的250多个品种需冷量调查分析,发现品种的需冷量与叶芽萌动、叶芽开放、展叶、枝条生长开始、始花和盛花初期的相关系数均达到极显著水平(表5)。叶芽开放和始花期不仅相关系数高,而且在实际应用中容易掌握,因此,建议利用这两项标准评价品种的需冷量的相对值。

## 2.4 利用标准参照品种评价品种需冷量

在实际应用中,品种的相对需冷量常常具有更重要价值,因此美国、巴西等国家除了在努力探讨更为准确的需冷量评价模式外,在实际应用中许多育种者仅仅利用对照品种,根据对照品种的花期来评价品种的需冷量。根据本试验450多份桃品种需冷量的测定结果和我国科研、生产的现状,以及国外参照品种需冷量指标,我们提出标准参照品种(表6)。

## 3 讨论

低温打破休眠受许多因素的影响,寻求适宜的测定模式是品种需冷量研究的基础。高东升等<sup>[1]</sup>以每年10月30日为有效低温的起点,采用犹它模式计算累积低温值;杨天仪等<sup>[2]</sup>则采用7.2℃模式,而王力荣等<sup>[3]</sup>采用0~7.2℃模式,这样势必造成研究结果有较大差异,使得生产者无所适从。目前国内外所采用的模式都存在一些不足之处,是影响需冷量评价结果一致性的重要因素。

表5 物候期与需冷量的关系

Table 5 The correlation between phenological date and chilling requirement

物候期 Phenological date	数据组数 Numbers	相关系数 Correlation coefficient
叶芽膨大 Bud swelling	258	0.31
叶芽开放 Bud breaking	256	0.52
展叶 Leaf expanding	258	0.18
枝条生长 Beginning of shoot growth	258	0.37
始花 Initial blooming	256	0.58
盛花初期 Full blooming	255	0.58

表6 桃品种需冷量测定标准参照品种

Table 6 Reference cultivars for chilling requirement of peaches

品种 Cultivars	需冷量 Chilling requirement(h)
热带美 Tropic Beauty	100
红日 Sun Red	200~250
佛罗里达晓 Floradadawn	300~350
佛罗里达王 Floradaking	400~450
双佛 Sunfree	500~550
离核蟠桃 Lihe Pantao	600~650
撒花红蟠桃 Sahuahong Pantao	650
曙光 Shuguang	650~700
雨花露 Yuhua Lu	800
砂子早生 Sunagowase	800~850
大久保 Okubo	850
白凤 Hakuto	850~900
六月白 Liuyue Bai	1000~1050
五月鲜 Wuyue Xian	1100~1150
肥城桃 Feicheng Tao	1150
红叶桃 Hongye Tao	1100~1200
深州蜜桃 Shenzhou Mitao	1200

(1) 需冷量的计算起点。研究表明有效低温累积的开始与生理成熟度有关,而成熟度又与落叶有关<sup>[11]</sup>。在本试验中看到,不同品种落叶期相差 1 个多月,因此用同一起点计算不同品种的需冷量,所得值必然与其真实值有一定的差距。对于落叶期早的品种,测得值比真实值小;而对于落叶晚的品种;测得值比真实值大。但是,如果不同的品种采用不同的起点,在实际应用中又是很困难的。

(2) 需冷量萌芽标准。果树花芽发育到 1.5~2 级时,减数分裂才发生<sup>[12]</sup>。在本试验中观察到,随着低温累积的增加,不仅萌芽率在上升,而且萌芽的同步性也在增加。因此我们认为,以加权法萌芽率计算所得需冷量比百分数法计算萌芽率更能反应萌芽状态。

(3) 从目前果树品种需冷量的测定方法来看,基本都是从田间采枝,然后在室内观察开花和萌芽状况,枝芽在单个枝条及在整体树上的反应是不同的;同时树体的年龄、生理状态等都影响测定值。

(4) 气候条件千变万化,果树不同树种、不同品种对低温反应的效应不同,必然影响需冷量评价结果。

因此建议在研究果树品种需冷量时必须有多年的结果,并提出对照品种,增加数据资料的可靠性和可比性。

#### 参考文献:

- 1 高东升,束怀瑞,李宪利. 几种适宜设施栽培果树需冷量的研究. 园艺学报, 2001, 28 (4): 283~289
- 2 杨天仪,李世诚,蒋爱丽,等. 葡萄品种需冷量及打破休眠研究. 果树学报, 2001, 18 (6): 321~324
- 3 王力荣,朱更瑞,左覃元. 桃树保护地栽培的品种选择. 中国果树, 1995, (4): 34~35
- 4 王力荣,胡霓云. 桃品种的低温需求量. 果树科学, 1992, 9 (1): 39~42
- 5 王力荣,朱更瑞,左覃元. 中国桃品种需冷量的研究. 园艺学报, 1997, 24 (2): 194~196
- 6 王力荣,朱更瑞,左覃元. 桃需冷量遗传特性的研究. 果树科学, 1996, 13 (4): 237~240
- 7 Weinberger J H. Chilling requirement of peach varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1950, (56) 122~128
- 8 Richardson E A, Seeley S D, Walker D P. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. Hortsciences, 1974, 9 (4): 331~332
- 9 欧锡坤,陈琦玲. 台湾本地桃的需冷量评估与模式开发. 中国园艺, 2000, 46 (4): 337~350
- 10 蒲富慎. 果树种质资源描述符——记载项目及评价标准. 北京: 农业出版社, 1990. 64~77
- 11 Walker R H, Walker D R, Seeley S D. Effect of temperature, fall defoliation and gibberellic acid on the rest period of peach leaf buds. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1981, 106 (1): 91~94
- 12 Felker F C, Robitaille H A. Chilling Accumulation and rest of sour cherry flower buds. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1985, 110 (2): 227~232

## Estimating Models of the Chilling Requirement for Peach

Wang Lirong, Zhu Gengrui, Fang Weichao, and Zuo Qinyuan

(Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, China)

**Abstracts:** 7.2℃、0~7.2℃ and Utah model were used as estimation of the chilling requirement of more than 450 peach varieties at Zhengzhou in Henan from 1986 to 2001. The results showed that: The date of average temperature in autumn equal to or lower than 7.2℃ was appropriate for the initial date of effective chilling accumulation, 0~7.2℃ model could be suitable for predicating effectively rest completion; Utah model performed accurately in normal and long chilling requirement; but 7.2℃ model was ineffective. The correlation coefficient of chilling requirement with leaf bud breaking and initial blooming, were 0.52 and 0.58 respectively, both of them reached significant levels. Reference peach cultivars for chilling requirement determining were given.

**Key words:** Peach; Chilling requirement; Estimating model