

网络出版时间:2013-08-26 17:57

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20130826.1757.035.html>

黄河故道地区砀山酥梨需冷量的研究

伊兴凯¹, 徐义流¹, 张金云¹, 高正辉¹, 潘海发¹, 齐永杰¹, 雷波²

(1 安徽省农业科学院 园艺研究所, 安徽 合肥 230031; 2 安徽省砀山县园艺场, 安徽 砀山 235300)

【摘要】【目的】明确砀山酥梨的生理需冷量, 探索气候变化对砀山酥梨适宜栽培区域的影响。【方法】2009—2012年, 定期采集砀山酥梨自然越冬条件下着生花芽和叶芽的休眠枝条, 在人工气候箱内采用清水插枝法培养3周, 统计花芽和叶芽的萌芽率, 确定满足砀山酥梨花芽和叶芽休眠的日期, 依据温度记录数据, 计算砀山酥梨在7.2℃模型、0~7.2℃模型、犹他模型下的需冷量。【结果】砀山酥梨花芽的需冷量, 0~7.2℃模型为1 051 h, 7.2℃模型为2 070 h, 犹他模型为788 CU; 砀山酥梨叶芽的需冷量, 0~7.2℃模型为1 126 h, 7.2℃模型为2 198 h, 犹他模型为857 CU。【结论】结合黄河故道地区冬季温度变化以及3种模型需冷量的变化规律, 认为采用0~7.2℃模型确定该地区砀山酥梨的需冷量比较适宜。

【关键词】 砀山酥梨; 需冷量; 黄河故道地区

【中图分类号】 S661.201

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2013)09-0133-06

Measurement and evaluation of chilling requirement of Dangshan pear in the old course of the Yellow River area

YI Xing-kai¹, XU Yi-liu¹, ZHANG Jin-yun¹, GAO Zheng-hui¹,
PAN Hai-fa¹, QI Yong-jie¹, LEI Bo²

(1 Horticultural Institute, Anhui Academy of Agricultural Science, Hefei, Anhui 230031, China;

2 Dangshan Horticulture Field of Anhui Province, Dangshan, Anhui 235300, China)

Abstract: 【Objective】To confirm the chilling requirement of Dangshan pear, the effect of climate change on planting conditions of Dangshan pear was explored. 【Method】The flower bud and leaf bud germination date, dormancy branches of flower bud and leaf bud under natural overwintering conditions were periodically collected and cultured for 3 weeks using water cutting method between 2009 and 2012. According to the temperature record data, the chilling requirements of Dangshan pear under 7.2℃ model, 0—7.2℃ model and Utah model were calculated, respectively. 【Result】The chilling requirements of Dangshan pear flower bud under 0—7.2℃ model, 7.2℃ model and Utah model were 1 051 h, 2 070 h and 788 CU, respectively. The chilling requirements of Dangshan pear leaf bud under 0—7.2℃ model, 7.2℃ model and Utah model were 1 126 h, 2 198 h and 857 CU, respectively. 【Conclusion】In combination with the winter temperature changes and the variations of cold amounts required by three models, the 0—7.2℃ model was identified to be the best appropriate to assess the chilling requirement of Dangshan pear in the old course of the Yellow River area.

Key words: Dangshan pear; chilling requirement; old course of the Yellow River area

【收稿日期】 2012-11-16

【基金项目】 安徽省水果“115”创新团队项目(皖人才办[2011]2号); 安徽省农业科学院重点及新兴学科培育项目(12A0303); 财政部现代农业生产发展资金项目(皖农财[2009]297号)

【作者简介】 伊兴凯(1978—), 男, 安徽阜阳人, 助理研究员, 在读博士, 主要从事生物信息学研究。E-mail: yxk79yl@163.com

【通信作者】 徐义流(1963—), 男, 安徽滁州人, 研究员, 博士, 主要从事果树育种及发育生物学研究。E-mail: yiliuxu@163.com

砀山酥梨(*Pyrus bretschneideri* Rehd)原产安徽省砀山县,是目前我国栽培面积最大的梨品种^[1],也是我国最重要的梨树资源之一,在世界水果市场中占据重要地位^[2]。砀山酥梨是典型的落叶果树,冬季需要一定的低温量才能解除休眠,正常开花结果。近年来,由于全球性气候变暖,我国南方地区“暖冬”问题日益突出,需冷量高的落叶果树引种到南方地区,不可避免地存在着因冬季低温量不足而引起花芽休眠解除困难的问题^[3]。据报道,冬季气候变暖已造成云南省砀山酥梨春天开花少而不整齐、产量大幅度下降、品质劣变^[2,4]等问题。落叶果树进入自然休眠期后,为了解除芽的自然休眠,必须经过一定时期的低温才能萌芽,这种一定时期的低温称为冷温需求量,又称需冷量、需寒积温、低温需求量^[5]。有学者认为,温度等环境因子影响落叶果树需冷量相关基因的表达程度和进程,进而影响树体内部的生理代谢和生物学特性;环境因素也通过影响激素的合成与运输,以影响休眠并改变低温需求量^[6]。然而,迄今为止关于砀山酥梨树体生理需冷量尚缺乏系统的研究。为此,本研究以位于黄河故道南岸的安徽省砀山县砀山酥梨为试验对象,明确砀山酥梨花芽和叶芽的生理需冷量,以期调整为砀山酥梨种植制度、合理布局其栽培区域、减轻气温变暖对砀山酥梨生产的不良影响提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在安徽省砀山县园艺场一分场不同试验园区进行,园艺场地处东经 116°32′、北纬 34°30′,位于黄淮海平原的南部,黄河故道南岸。砀山县属于暖温带季风气候区,四季分布(历年平均)为春季 57 d,夏季 102 d,秋季 61 d,冬季 140 d;年平均气温为 14.1℃(1955—1995 年),最冷月份为 1 月,最热月份为 7 月。

1.2 试验材料

在同一梨园中,选择田间管理条件相同、基部多主枝疏散两层形树形、株行距 6 m×8 m、树势中庸偏上的 56 年生砀山酥梨植株为试材,试材间生长势、干周、层间距、冠高基本一致。利用温度探测器(北京九纯健厂生产,型号 JUOSAN)和自动控制器(台湾台达厂生产,型号 DVP-1433)等,构成温度记录系统。

1.3 试验方法

1.3.1 温度测定 试验于 2009—2012 年进行,设

置 3 个不同位置的试验园区,在各试验园区内随机选择 1 株砀山酥梨作为固定观测对象,挂牌编号。在每株树体中央悬置温度探测器,距地 1.5 m。全天候自动测定自然露地温度,每 10 min 记录 1 次;温度记录时间为:每年 09-07(白露)至翌年 03-20(春分)。单株小区,3 次重复。

1.3.2 枝条采集 在试验园区挂牌编号的固定观测树上,每 6 d 随机采集长势一致的 6 枝着生花芽和叶芽且芽体饱满充实的枝条(芽大于 12 个),枝条长 40 cm 左右,基部留 6~8 cm 无芽部分,每次共采枝 18 条。枝条采集时间为每年 01-05(小寒)至翌年 03-20(春分)。单株小区,3 次重复。

1.3.3 枝条培养 在人工气候箱内采用清水插枝法培养休眠枝条,参照 Jian 等^[7]的培养方法:将取回的枝条用清水冲洗干净后,立即插入盛水 4~6 cm 深的玻璃器皿中,置入人工气候箱。每 2 d 换水 1 次,并调查记录花芽和叶芽的萌发情况,同时剪去枝条基部下端 2~3 mm 新茬。人工气候箱设置的培养条件为:昼/夜气温为 25℃/21℃;光照强度 3 000 lx,昼/夜时间分配为 16 h/8 h;空气相对湿度 80%。

1.3.4 满足需冷量的统计标准 枝条培养满 3 周时,对枝条萌芽状态进行调查,若萌芽率为 50%~60%,则需冷量统计以本次采样时间为准;若萌芽率在 60%~70%,则以本次与上一次采样时的需冷量的平均值为准;若萌芽率≥70%,则需冷量统计以上一次采样时的需冷量为准^[8-9]。花芽萌芽的标准为顶尖露白,叶芽萌芽的标准为顶尖露绿。不同年份间所确定的日期有所差异,取 3 年的平均值。

1.3.5 温度数据的统计方法 根据温度测定数据,统计每年 9—12 月份和翌年 1—3 月份的气温数据,然后以旬为单位划分时段,每月 10 日、20 日、30 日(或 28 日、31 日)为旬末,逐日累加出各旬及总的低温累积值。不同年份和月份的温度有所差异,取其对应月份(旬)的平均值。

1.3.6 需冷量的评价模式 (1)7.2℃模型^[10]。即自然休眠结束时经历 7.2℃以下低温的时间(h)。起点的确定:秋季以日平均温度稳定低于 7.2℃(连续 3 d)的日期作为累积低温的起点;终点的确定:不同年份满足需冷量日期的平均结果。累积低温记载:田间 0~7.2℃累积低温。(2)0~7.2℃模型^[11]。即 0~7.2℃低温的时间(h)(不包括 0℃)。起点、终点的确定、累积低温记载同 7.2℃模型。(3)犹他模型(Utah model)^[12]。以秋季负累积低温

单位绝对值达到最大值时的日期为有效低温累积的与冷温单位的换算见表 1。
起点,单位为 CU;终点的确定同 7.2℃模型。温度

表 1 经历 1 h 犹他模型对应的冷温单位

Table 1 The corresponding chilling units after 1 hour under Utah model

温度/℃ Temperature	冷温单位/CU Chilling unit	备注 Note
<1.4	0	无效 Invalid
≥1.4~<2.4	0.5	半效 Half effective
≥2.4~<9.1	1.0	最有效 The most effective
≥9.1~<12.4	0.5	半效 Half effective
≥12.4~<15.9	0	无效 Invalid
≥15.9~<18.0	-0.5	低温效应部分抵消 Effect of low temperature offset
≥18.0~<21.0	-1.0	低温效应完全抵消 Effect of low temperature completely offset
≥21.0~<23.0	-2.0	低温效应完全抵消 Effect of low temperature completely offset

1.4 数据统计与分析

试验数据以 3 次重复的平均值表示,采用 Office Excel 2007 软件统计分析;涉及差异显著性的采用 SPSS 17.0 软件统计分析。

2 结果与分析

2.1 低温累积过程中砀山酥梨花芽和叶芽的萌发率

2009—2012 年,从田间定期采集并培养枝条的

表 2 2009—2012 年不同低温累积下砀山酥梨芽的萌发率

Table 2 Dangshan pear bud germination rates during 2009—2012 under different low temperature accumulations %

芽 Bud	取样日期 Sampling date										
	01-05	01-11	01-17	01-23	01-29	02-04	02-10	02-16	02-22	02-28	03-06
花芽 Flower bud	0	0	7.2	11.1	20.6	28.7	40.9	48.8	57.7	63.4	72.7
叶芽 Leaf bud	0	0	0	5.7	9.8	19.4	25.1	29.5	46.3	49.7	70.3

2.2 满足砀山酥梨花芽和叶芽需冷量的时间

历年培养的砀山酥梨枝条花芽萌芽率为48.8%和 57.7%时,分别发生在 02-16 和 02-22,依据满足需冷量的统计标准可知,黄河故道地区满足砀山酥梨花芽需冷量的时间约为 02-20,即该时期砀山酥梨的花芽能正常萌发、开花和结果。历年培养枝条叶芽萌芽率为 49.7%和 70.3%时,分别发生在 02-28 和 03-06,依据满足需冷量的统计标准,判断黄河故道地区满足砀山酥梨叶芽需冷量的时间约为 03-01,即该时期砀山酥梨的叶芽可顺利通过自然休眠。

2.3 低温累积量的统计与分析

2.3.1 应用 3 种模型测定砀山酥梨花芽需冷量

由 2009—2012 年秋冬季低温累积变化情况可见,犹他模型的起点均早于 7.2℃模型和 0~7.2℃模型(表 3~表 5)。测试期内,对于 0~7.2℃模型(表 3),花芽需冷量月份的高低顺序为:11 月份低温累积量最多,12 月份次之,10 月份和 1 月份相当且较低,2 月份最低(花芽不计 2 月下旬)。对于 7.2℃

平均发芽率可以得出,砀山酥梨进入自然休眠时发芽率低,枝条经历不同的低温积累量后,花芽和叶芽的萌发率呈现出随着田间低温的积累而升高的趋势。02-16 取样的枝条花芽萌芽率为 48.8%,02-22 取样的枝条花芽萌芽率为 57.7%;02-28 取样的枝条叶芽萌芽率为 49.7%,而 03-06 取样的枝条叶芽萌芽率达到 70.3%(表 2)。

模型(表 4),1 月份低温累积量最多,11 月份、12 月份相当且次之,2 月份较低(花芽不计 2 月下旬),10 月份最低。对于犹他模型(表 5),11 月份对低温累积最有效并达最高,10 月份次之,然后依次为 1 月份、12 月份和 2 月份(花芽不计 2 月下旬),而 9 月份对砀山酥梨需冷量的积累呈负效应,低温效应完全抵消。

依据培养枝条的花芽萌发率和田间实际测得的温度值,应用 3 种模型测定相同梨品种的花芽需冷量结果各不相同,0~7.2℃模型计算的花芽需冷量为 1 051 h;7.2℃模型计算的花芽需冷量较高,为 2 070 h;犹他模型计算的花芽需冷量最低,为 788 CU(表 6)。

2.3.2 应用 3 种模型测定砀山酥梨叶芽需冷量

由 2009—2012 年秋冬季低温累积变化情况可见,犹他模型的起点均早于 7.2℃模型和 0~7.2℃模型。测试期内,0~7.2℃模型(表 3),叶芽需冷量月份的高低顺序为:11 月份低温累积量最多,12 月份和 2

月份相当且较低,10 月份和 1 月份相当且为最低。对于 7.2℃模型(表 4),1 月份低温累积量最多,2 月份次之,11 月份、12 月份相当且较低,10 月份最低;对于犹他模型(表 5),11 月份对低温积累最有效并达最高,10 月份次之,然后依次为 1 月份、12 月份和 2 月份,而 9 月份对砀山酥梨需冷量的积累呈负效应,低温效应完全抵消。

表 3 基于 0~7.2℃模型统计的砀山酥梨低温累积量(自然低温法)

Table 3 Low temperature accumulation of Dangshan pear by 0—7.2℃ model (a natural low temperature method) h									
项目 Item	10 月上 Early Oct.	10 月中 Mid Oct.	10 月下 Late Oct.	11 月上 Early Nov.	11 月中 Mid Nov.	11 月下 Late Nov.	12 月上 Early Dec.	12 月中 Mid Dec.	12 月下 Late Dec.
0~7.2℃积温时数 Accumulated temperature of 0—7.2℃	0	0	136	105	164	178	124	29	62
月合计 Total of month		136			447			215	
项目 Item	1 月上 Early Jan.	1 月中 Mid Jan.	1 月下 Late Jan.	2 月上 Early Feb.	2 月中 Mid Feb.	2 月下 Late Feb.	3 月上 Early Mar.	3 月中 Mid Mar.	3 月下 Late Mar.
0~7.2℃积温 Accumulated temperature of 0—7.2℃	19	51	76	63	44	75	—	—	—
月合计 Total of month		146			182			—	

表 4 基于 7.2℃模型统计的砀山酥梨低温累积量(自然低温法)

Table 4 Low temperature accumulation of Dangshan pear by 7.2℃ model(a natural low temperature method) h									
项目 Item	10 月上 Early Oct.	10 月中 Mid Oct.	10 月下 Late Oct.	11 月上 Early Nov.	11 月中 Mid Nov.	11 月下 Late Nov.	12 月上 Early Dec.	12 月中 Mid Dec.	12 月下 Late Dec.
<7.2℃积温时数 Accumulated temperature of lower than 7.2℃	0	0	136	105	164	178	124	160	172
月合计 Total of month		136			447			456	
项目 Item	1 月上 Early Jan.	1 月中 Mid Jan.	1 月下 Late Jan.	2 月上 Early Feb.	2 月中 Mid Feb.	2 月下 Late Feb.	3 月上 Early Mar.	3 月中 Mid Mar.	3 月下 Late Mar.
<7.2℃积温时数 Accumulated temperature of lower than 7.2℃	225	201	250	216	139	128	—	—	—
月合计 Total of month		676			483			—	

2.3.3 3 种模型低温累积过程的差异分析 依据 2009—2012 年秋冬季低温累积变化情况可见,低温累积初期(9—11 月)0~7.2 和 7.2℃模型冷温时数均为 583 h,而犹他模型为 507 h,这表明低温累积初期,3 种模型间冷温积累差异不大;12 月份至翌年 2 月中下旬,0~7.2℃模型、7.2℃模型和犹他模型冷温时数分别为 468~543 h、1 487~1 615 h 及 281~350 h,这个时期 7.2℃模型低温累积最高,而 0~7.2℃模型与犹他模型相当。

累计休眠各月需冷量可得,7.2℃模型花芽和叶芽需冷量最高(2 070 h 和 2 198 h),其次为 0~7.2℃模型(1 051 h 和 1 126 h)、犹他模型最低(788 CU 和 857 CU)。在 $P=0.05$ 水平上,0~7.2℃模

依据培养枝条的叶芽萌发率和田间实际测得的温度值,应用 3 种模型测定相同梨品种的叶芽需冷量结果各不相同,0~7.2℃模型计算的叶芽需冷量为 1 126 h;7.2℃模型计算的叶芽需冷量较高,为 2 198 h;犹他模型计算的叶芽需冷量最低,为 857 CU(表 6)。

型和犹他模型与 7.2℃模型间差异达显著性水平,而 0~7.2℃模型与犹他模型间差异未达显著性水平;7.2℃模型、0~7.2℃模型和犹他模型间差异均达 $P=0.1$ 显著性水平(表 6)。

2.3.4 3 种模型低温累积过程的变化趋势 3 种模型下不同月份砀山酥梨花芽和叶芽低温累积变化趋势基本一致。以砀山酥梨花芽低温累积变化趋势为例,9—11 月份,3 种模型下累积的花芽需冷量呈交替上升趋势;进入 12 月份,随着气温逐渐下降,0~7.2℃模型、犹他模型与依然上升增长的 7.2℃模型产生明显的分离;7.2℃模型冷温时数增长迅速,0~7.2℃模型的冷温时数增长缓慢,犹他模型的冷温单位增长也较缓慢,并逐渐接近 0~7.2℃模型。

由此可见,砀山酥梨自休眠初期开始,随着时间的推移,低温的累积不断高于 0~7.2℃模型和犹他模型。移,低于 0℃时间增加,因而 7.2℃模型花芽需冷量

表 5 基于犹他模型统计的砀山酥梨低温累积量(自然低温法)

Table 5 Low temperature accumulations of Dangshan pear by Utah model(a natural low temperature method) CU										
项目 Item	温度/℃ Temperature	9月上 Early Sep.	9月中 Mid Sep.	9月下 Late Sep.	10月上 Early Oct.	10月中 Mid Oct.	10月下 Late Oct.	11月上 Early Nov.	11月中 Mid Nov.	11月下 Late Nov.
低温时数 Low temper- ature number	<1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	≥1.4~<2.4	0	0	0	3	6.75	12.5	2.75	4	5
	≥2.4~<9.1	0	11.5	53	58.5	98.5	83	138	115	59
	≥9.1~<12.4	0	10.75	40.75	16.75	20.5	41.75	24.25	16	3.5
	≥12.4~<15.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	≥15.9~<18.0	-39	-10.75	-7.25	-7.75	-11.75	-3.75	0	0	0
	≥18.0~<21.0	-44	-90	-15	-1.0	-12	-1	0	0	0
	≥21.0~<23.0	-23	-41	-10	-0.5	0	0	0	0	0
	合计 Total	-106	-119.5	61.5	69	102	132.5	165	135	67.5
月合计 Total of month			-164			303.5			367.5	
项目 Item	温度/℃ Temperature	12月上 Early Dec.	12月中 Mid Dec.	12月下 Late Dec.	1月上 Early Jan.	1月中 Mid Jan.	1月下 Late Jan.	2月上 Early Feb.	2月中 Mid Feb.	2月下 Late Feb.
低温时数 Low temper- ature number	<1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	≥1.4~<2.4	5.5	1.25	16	2.75	0	4.25	0	0.25	8.75
	≥2.4~<9.1	24.5	28	19	20.5	40.5	68.5	16.5	5.5	60
	≥9.1~<12.4	0.25	2	3.5	4.5	5.5	5.5	3	4	0
	≥12.4~<15.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	≥15.9~<18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	≥18.0~<21.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	≥21.0~<23.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合计 Total	30.25	31.25	38.5	27.75	46	78.25	19.5	9.5	69
月合计 Total of month			100			152			98	

表 6 应用 3 种模型测定的砀山酥梨需冷量

Table 6 Application of 3 models for determination of Dangshan pear chilling requirements								
芽 Bud	模型类型 Model type	月份 Month						合计 Total
		9	10	11	12	1	2	
花芽 Flower bud	0~7.2℃模型/h Model of 0-7.2℃	0 a	136 c	447 a	215 b	146 c	107 c	1 051 bB
	7.2℃模型/h Model of 7.2℃	0 a	136 c	447 a	456 a	676 a	355 a	2 070 aA
	犹他模型/CU Utah model	-164 c	303.5 a	367.5 b	100 c	152 c	29 c	788 bcC
叶芽 Leaf bud	0~7.2℃模型/h Model of 0-7.2℃	0 a	136 c	447 a	215 b	146 c	182 c	1 126 bB
	7.2℃模型/h Model of 7.2℃	0 a	136 c	447 a	456 a	676 a	483 a	2 198 aA
	犹他模型/CU Utah model	-164 c	303.5 a	367.5 b	100 c	152 c	98 d	857 bcC

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示差异显著($P<0.1$)。
Note:The same column labeled with different lowercase letters indicate a significant difference ($P<0.05$),the same column labeled with different capital letters indicate a significant difference ($P<0.1$).

2.4 黄河故道地区砀山酥梨生理需冷量使用模型的比较

2.4.1 落叶期与使用模型 落叶果树自然休眠的起点与秋季树体开始落叶有着密切的关系^[13]。温度记录数据表明,7.2℃模型与 0~7.2℃模型具有相同的起点,均为 10 月下旬;而犹他模型的起始时间为 9 月上旬,早于 7.2℃和 0~7.2℃模型约 35

d。依据 2009—2012 年对砀山酥梨开始落叶物候期的系统记载,落叶最早为 10-13,最晚为 11-10。由此可见,砀山酥梨落叶期集中在 7.2℃模型和 0~7.2℃模型的起点时间(10 月下旬),这说明在黄河故道地区,采用 0~7.2℃模型和 7.2℃模型的起点在一定程度上比犹他模型更能反映树体对低温的响应(表 7)。

表 7 碭山酥梨落叶量随时间的变化动态
Table 7 Number of fallen leaves of Dangshan pear with time

测定日期 Determination date	10-20	10-29	11-06	11-13
落叶量/% The number of fallen leaves	25	50	75	100

2.4.2 各月份需冷量数值重现性比较 由 3 种模型下不同月份碭山酥梨花芽需冷量的变化趋势(表 6)可知,0~7.2℃模型需冷量变化介于 7.2℃模型与犹他模型之间,0~7.2℃模型各月份碭山酥梨花芽和叶芽的需冷量数值重现性较高,可见,0~7.2℃模型比 7.2℃模型更贴近黄河故道地区碭山酥梨花芽和叶芽需冷量的实际情况。

3 讨 论

关于果树需冷量的度量一直倍受人们关注,因需冷量的准确性受限于特定的环境条件,目前还未找到一个适合各种树种、品种和地区的统一、有效的需冷量估算模型^[14]。落叶果树需冷量属于生态生理指标,在气候与生态型稍有不同的地区会造成差异^[15]。我国不同地区的自然环境各不相同,落叶果树同一品种休眠解除的时间也不完全相同,需冷量必然存在一定的差异。

芽休眠解除模型从 7.2℃模型、0~7.2℃模型和犹他模型,又逐渐发展到‘北卡罗来那’模型^[16]和动力学模型^[17],而 7.2℃模型、0~7.2℃模型和犹他模型 3 种模型是进行需冷量计算的常用方法^[18]。落叶果树需冷量的计算,究竟是采用 7.2℃模型、0~7.2℃模型还是犹他模型,一直是人们讨论的一个焦点^[19]。找出某一地区特定气候条件下计算有效低温累积的标准,是研究需低量的基础,0~7.2℃模型和 7.2℃模型都没有考虑大于 7.2℃高、低温之间的抵消作用,与自然条件及生物体的多种适应性存在一定差异;犹他模型对低温转换的范围分得较细,注意到了有效温度的效果变化,更符合实际,但不同果树树种(品种)在冷温单位与冷温对应关系上有差异^[20]。

本研究结果表明,0~7.2℃模型和犹他模型计算的需冷量结果差距不大,7.2℃模型计算的需冷量结果在数值上偏高,这与姜卫兵等^[8]的研究结果一致。本研究认为,采用犹他模型计算落叶果树需冷量的起始时间,应与树种进入休眠状态的时期相吻合,建议将犹他模型中 16℃以上的温度,不计入计算需冷量的范围,这样更符合果树对冷温的实际需求。

4 结 论

综合碭山酥梨落叶期与使用模型的关系,以及各月份需冷量数值的重现性,在黄河故道地区的气候条件下,碭山酥梨花芽和叶芽的需冷量以 0~7.2℃模型估算较理想。据此,黄河故道地区碭山酥梨花芽的需冷量为 1 051 h,叶芽的需冷量为 1 126 h。

[参考文献]

[1] 伊兴凯,张金云,徐义流,等. 不同覆盖方式对碭山酥梨园土养分及果实品质的影响 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2012,40(10):161-166.
Yi X K,Zhang J Y,Xu Y L,et al. Effect of different covering ways on the soil nutrition and fruit quality in Dangshansuli garden [J]. Journal of Northwest A&F University:Nat Sci Ed, 2012,40(10):161-166. (in Chinese)

[2] 伊兴凯,徐义流. 初春温度变化对碭山酥梨芽萌发及坐果的影响 [J]. 安徽农业大学学报,2012,39(5):697-701.
Yi X K,Xu Y L. Effect of the temperature changes in early spring on the buds germination and fruit set of Dangshansuli [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2012, 39(5): 697-701. (in Chinese)

[3] Erez A. Means to compensate for insufficient chilling to improvebloom and leafing [J]. Acta Hort,1995,359:81-95.

[4] 张兴旺. 碭山酥梨在云南不同生态环境下的表现 [J]. 中国南方果树,1996,25(2):51-52.
Zhang X W. Performance of different ecological environments in Yunnan of Dangshansuli [J]. South Fruits of China,1996,25 (2):51-52. (in Chinese)

[5] 姜卫兵,韩浩章,汪良驹,等. 落叶果树需冷量及其机理研究进展 [J]. 果树学报,2003,20(5):364-368.
Jiang W B,Han H Z,Wang L J,et al. Advance in research of chilling requirement and the mechanism of deciduous fruit crops [J]. Journal of Fruit Science,2003,20(5):364-368. (in Chinese)

[6] Hauagge R,Cummins J N. Genetics of length of dormancy period in *Malus vegetative* buds [J]. J Amer SHS,1991(116):121-126.

[7] Jian L C,Li P H,Sun L H,et al. Alteration in ultrastructure and subcellular localization of Ca²⁺ in poplar apical bud cells during the induction of dormancy [J]. J Exp Bot,1997(48): 1195-1270.