

设施葡萄萌芽调控中需冷量和需热量及其相互关系

王西成, 钱亚明, 赵密珍*, 吴伟民, 王庆莲

江苏省农业科学院园艺研究所, 南京210014

摘要: 采用3种需冷量估算模型(≤ 7.2 °C模型、0~7.2 °C模型和犹他模型)和2种需热量估算模型(生长度小时模型和有效积温模型)分别测定了14个设施葡萄品种的需冷量和需热量, 并分析了两者的相互关系。结果表明, 不同葡萄品种的需冷量和需热量存在一定差异, 需冷量值介于754~1 489 h (≤ 7.2 °C模型)、497~757 h (0~7.2 °C模型)或192~755.5 CU (犹他模型), 需热量值为18 491~24 070 GDH °C (生长度小时模型)或120~377 D °C (有效积温模型), 且欧亚种品种需热量普遍高于欧美杂种品种。另外, 本研究还表明, 用生长度小时模型估算出来的需热量值与需冷量值之间呈负相关关系, 而有效积温模型估算出来的需热量值与需冷量值之间则呈正相关关系。

关键词: 葡萄; 估算模型; 需冷量; 需热量; 相关性分析

Chilling and Heat Requirements and Their Relationship in Budburst Regulation of *Vitis vinifera* L. for Protected Cultivation

WANG Xi-Cheng, QIAN Ya-Ming, ZHAO Mi-Zhen*, WU Wei-Min, WANG Qing-Lian

Institute of Horticulture, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China

Abstract: Three different chilling requirement models (≤ 7.2 °C model, 0~7.2 °C model and utah model) and two heat requirement models (growing degree hour model and effective temperature model) were used to evaluate the chilling requirement and heat requirement across 14 protected cultural grape cultivars, and the relationship between their chilling requirement and heat requirement were further systematically studied. The results showed that some differences existed in the chilling and heat requirements among different grape cultivars. The chilling requirement distribution ranges of the three models were 754~1 489 h (≤ 7.2 °C model), 497~757 h (0~7.2 °C model) and 192~755.5 CU (utah model) respectively and the heat requirement distribution ranges of the two models were 18 491~24 070 GDH °C (growing degree hours model) and 120~377 D °C (effective temperature model) respectively. The heat requirement of the *Vitis vinifera* was generally higher than that of *V. vinifera* × *V. labrusca*. Furthermore, the results also indicated that the chilling requirement and heat requirement estimated by growing degree hour model or effective temperature model showed a negative or positive correlation respectively.

Key words: *Vitis vinifera*; estimation model; chilling requirement; heat requirement; correlation analysis

果树设施栽培作为露地自然栽培的特殊形式, 主要是利用日光温室、塑料大棚或其他保护设施, 人为地改变或控制果树生长发育的环境条件, 实现果品成熟期的人工调节和品质改善。促成栽培是葡萄设施栽培中的一种重要形式, 其主要目的是通过提前果实的成熟期来实现果品的淡季供应和反季节销售, 进而获得更高的经济效益(王志强等1998)。

同其他落叶果树一样, 葡萄的萌芽时间理论上主要是由低温需冷量和需热量两个因子控制。需冷量是植物在长期自然演变过程中形成的对休眠期低温量的要求, 只有满足了需冷量, 才能保证

其顺利通过自然休眠, 它是落叶果树设施栽培成功的关键之一; 若得不到满足, 即使给予其适宜的环境条件, 葡萄也不会萌芽展叶, 有时即便萌芽展叶也会存在营养生长和开花结实的异常(Gianfagna和Mehlenbacher 1985; Sparks 1993), 严重影响葡萄的产量和品质, 无法达到葡萄设施促早栽培的目的(Erez 2000)。与需冷量相似, 需热量的积累同样是葡萄萌芽展叶所必需的, 这是因为葡萄在开花

收稿 2013-08-19 修定 2014-02-25

资助 江苏省农业科技自主创新资金项目[CX(12)2013]。

* 通讯作者(E-mail: zhaomz@jaas.ac.cn; Tel: 025-84390219)。

前只有满足了一定的热量积累才能使芽脱离休眠状态,进而正常萌发(Alburquerque等2008)。因此,设施栽培葡萄萌芽的早晚主要是由需冷量和需热量控制,是两者共同作用的结果。而休眠期和萌芽期作为葡萄对温度需求存在较大差异的两个重要时期,对于它们的综合调控同样需要以需冷量和需热量为理论基础。因此,对于葡萄品种需冷量和需热量进行研究,可为避免其在设施栽培条件下萌芽与展叶的异常提供理论参考。

需冷量估算模型反映了一段时间内温度与低温积累之间的关系,目前常用的包括: ≤ 7.2 °C模型(Weinberger 1950)、 $0\sim 7.2$ °C模型(王力荣等2003)和犹他模型(Richardson等1974)。 ≤ 7.2 °C模型和 $0\sim 7.2$ °C模型均是以前季日平均气温稳定通过 7.2 °C的日期作为有效低温积累的起始日期;而犹他模型则是以前季负累积低温单位绝对值达到最大时的日期作为有效低温积累的起点。在计算需冷量时, ≤ 7.2 °C模型是以打破生理休眠所需的 ≤ 7.2 °C低温积累小时数作为品种的需冷量, ≤ 7.2 °C低温积累1个小时,记为1 h; $0\sim 7.2$ °C模型是以打破生理休眠所需的 $0\sim 7.2$ °C低温积累小时数作为品种的需冷量, $0\sim 7.2$ °C低温积累1个小时,记为1 h;犹他模型对于不同的温度,其加权效应值是不同的,将破眠效率最高的最适冷温1 h记为1个冷温单位(CU),而偏离适期适温的使破眠效率下降甚至具有负作用的温度,其冷温单位 <1 或为负值。由于需冷量估算模型是基于田间或者可控温度下的经验观察,而不是以果树生理功能为基础,因此任何低温积累模型都有其一定的气候适应范围。目前,尽管由前人提出的需冷量计算方法已有较广泛应用,但仍有一定的局限性。在某一地区特定的气候条件下,确定适宜的需冷量估算模型,是研究低温需冷量的基础。

近年来,伴随着设施栽培技术在我国迅速发展,已有越来越多的葡萄品种被引入设施农业生产。到目前为止,国内有关葡萄需冷量方面的研究已有较多报道,如杨天仪等(2001)利用 ≤ 7.2 °C模型,高东升等(2001)利用犹他模型,章镇等(2002)、冯建荣等(2004)、张玉斌和王惠萍(2004)利用 $0\sim 7.2$ °C模型,王海波等(2009a)利用3种不同的需冷量估算模型分别测定了不同葡萄品种的需冷量,但对于葡萄需热量及需冷量与需热量两者

之间的关系却知之甚少(王海波等2011)。为此,本研究分别采用 ≤ 7.2 °C模型、 $0\sim 7.2$ °C模型和犹他模型3种不同的低温需冷量估算模型,以及生长度小时模型(高东升等2001)和有效积温模型(胡瑞兰和贾永祥2002) 2种不同的热量估算模型对14个设施葡萄品种的需冷量与需热量进行了初步估算,同时还分析了需冷量与需热量之间的关系,以期为葡萄设施栽培品种的选择、萌芽的调控以及休眠期和催芽期综合调控技术的开发提供参考依据。

材料与amp;方法

1 材料

试验于2012年12月至2013年5月在江苏省农业科学院溧水植物科学基地内进行。试验材料为14个常规避雨栽培的葡萄品种,其中,欧美杂种(*Vitis vinifera* × *V. labrusca*)有8个:‘夏黑’(‘Summer Black’)、‘金星无核’(‘Venus Seedless’)、‘希姆劳特’(‘Himrod’)、‘甬优1号’(‘Yongyou 1’)、‘大粒六月紫’(‘Daliliuyuezi’)、‘巨玫瑰’(‘Jumeigui’)、‘巨峰’(‘Kyoho’)和‘京亚’(‘Jingya’),欧亚种(*Vitis vinifera* L.)为6个:‘维多利亚’(‘Victoria’)、‘优无核’(‘Superior Seedless’)、‘无核白鸡心’(‘Centennial Seedless’)、‘巨星’(‘Juxing’)、‘矢富罗莎’(‘Yatomi Rosa’)和‘京秀’(‘Jingxiu’), 树体生长健壮,在试验期间进行常规管理。

2 方法

2.1 样品采集与培养

样品为生长发育良好的一年生健壮枝条,自有效低温开始积累起,每周采集样品1次,每次每个样品取4~5根枝条,共含30个芽,采用清水插枝法置于光照培养箱中,培养条件为:温度 25 °C左右,光周期12 h/12 h(昼/夜),光照强度 $36 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,相对空气湿度80%~90%。样品每3 d换水一次,并将基部剪去0.5~1.0 cm,露出新茬。田间温度采用浙大电气ZDR20温湿度记录仪进行持续记录,每隔30 min记录一次田间实际温度。

2.2 需冷量的测定

2.2.1 生理休眠解除日期的确定 自采样之日起培养3周,若萌芽率(露绿芽占总芽数的百分数)介于50%~60%之间,则此次采样培养之日即为生理休眠解除日期;若萌芽率介于60%~70%之间,则本次采样培养和上次采样培养之间的日期即为生理休

眠解除日期; 若萌芽率在70%以上, 则上次采样培养日期即为生理休眠解除日期。

2.2.2 需冷量估算模型 葡萄解除内休眠(又称生理休眠、自然休眠)所需的有效低温时数或单位数称为需冷量, 即从有效低温累积起始之日至生理休眠解除之日的有效低温累积。分别采用 $\leq 7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 模型、 $0\sim 7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 模型和犹他模型对14个设施葡萄品种的需冷量进行测定。

2.3 需热量的测定

需热量是指从葡萄生理休眠结束至盛花期所需的有效热量累积。采用两种模型计算需热量: (1) 生长度小时模型对需热量的估算用生长度小时(growing degree hours $^{\circ}\text{C}$, GDH $^{\circ}\text{C}$)表示, 每1 h给定的温度(T , $^{\circ}\text{C}$)所相当的热量单位即GDH $^{\circ}\text{C}$, 根据下式计算: GDH $^{\circ}\text{C}=0$ ($T\leq 4.5\text{ }^{\circ}\text{C}$); GDH $^{\circ}\text{C}=T-4.5$ (T 为 $4.5\sim 25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$); GDH $^{\circ}\text{C}=20.5$ ($T\geq 25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$)。 (2) 有效积温模型对需热量的估算用有效积温, 单位为 $\text{D }^{\circ}\text{C}$ 。有效积温是根据落叶果树的生物学零度进行统计。需热量按下式计算: 需热量(有效积温) $=\Sigma(\text{日平均气温}-\text{生物学零度})$ 。其中, 葡萄的生物学零度为 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (孔庆山2004)。

实验结果

1 不同葡萄品种的需冷量

确定葡萄品种达到需冷量是以连续2次取样的萌芽率均达到或超过50%为准, 低温需冷量和萌芽率的数据均以前一次的为准, 后一次数据起复查作用。由表1可以看出, 14个葡萄品种的需冷量

表1 采用不同模型估算的14个葡萄品种需冷量

Table 1 Chilling requirements of 14 grape cultivars estimated by different models

品种	需冷量		
	$\leq 7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 模型/h	$0\sim 7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 模型/h	犹他模型/CU
‘夏黑’	1027	677	380.0
‘金星无核’	754	497	192.0
‘希姆劳特’	971	628	322.0
‘甬优1号’	895	581	278.0
‘大粒六月紫’	1138	757	439.5
‘巨玫瑰’	1027	677	380.0
‘巨峰’	1027	677	380.0
‘京亚’	1027	677	380.0
‘维多利亚’	1489	644	755.5
‘优无核’	1138	757	439.5
‘无核白鸡心’	1138	757	439.5
‘巨星’	971	628	322.0
‘矢富罗莎’	895	581	278.0
‘京秀’	826	526	217.5

差异较大, 这说明目前我国设施葡萄栽培所用品种的需冷量值具有分布广泛的特点。

同时, 采用3种估算模型对设施葡萄品种需冷量进行估算, 得到的结果差异较大: $\leq 7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 模型估算的需冷量值普遍偏大, 介于754~1489 h之间, 分布范围也最大, 跨度达735 h; 犹他模型估算的需冷量值最小, 介于192.0~755.5 CU之间, 分布范围居中, 跨度为563.5 CU; 而 $0\sim 7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 模型估算的需冷量值居中, 介于497~757 h之间, 跨度最小, 仅为260 h (表1和图1)。

分析不同葡萄种之间需冷量值及需冷量值跨

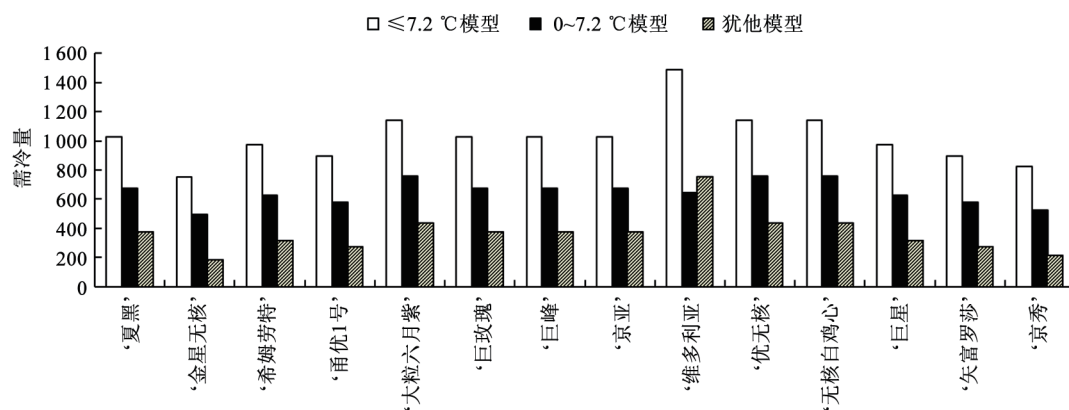


图1 14个葡萄品种的需冷量分布

Fig.1 Distribution of chilling requirements of 14 grape cultivars

$\leq 7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 模型和 $0\sim 7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 模型估算的需冷量单位为h; 犹他模型估算的需冷量单位为CU。

度可见, 欧美杂种与欧亚种葡萄的需冷量值未表现出明显差异, 但采用不同模型估算得到的需冷量值的跨度存在一定的差异。分别以 ≤ 7.2 °C模型和犹他模型估算需冷量, 欧亚种葡萄的需冷量值跨度为663 h和538 CU, 高于欧美杂种葡萄的384 h和247.5 CU; 而采用0~7.2 °C模型, 欧亚种葡萄的需冷量值跨度仅为231 h, 低于欧美杂种葡萄的260 h (图1)。

另外, 14个设施葡萄品种的成熟时期与其低温需冷量之间并不存在必然的联系。比如早熟品种‘矢富罗莎’与中熟品种‘甬优1号’需冷量基本一致, 但其成熟期却相差30 d左右; ‘优无核’、‘无核白鸡心’与‘大粒六月紫’的需冷量相似, 成熟期也差别较大。相反, 也有部分品种的成熟期基本一致, 但需冷量值却相差较大, 如早熟品种‘夏黑’与‘京秀’(表1)。

2 不同葡萄品种的需热量

需热量是指从自然休眠结束至盛花期所需的有效热量积累, 又称热量单位累积量或需热积温(王海波等2009b)。根据本试验所记录的14个设施葡萄品种自然休眠结束期和田间观察盛花期, 以及田间实际测得的温度, 采用生长度小时模型和有效积温模型分别估算需热量, 结果表明, 14个设施葡萄品种间的需热量值与需冷量值相似, 差异也较为明显, 需热量值集中在18 491~24 070 GDH °C (生长度小时模型)和120~377 D °C (有效积温模型)之间, 跨度约为5 579 GDH °C和257 D °C (表2)。另外, 比较后发现, 欧美杂种葡萄需热量普遍低于欧亚种。以生长度小时模型进行估算, 欧美杂种葡萄需热量为19 304~22 400 GDH °C; 而欧亚种中, 除‘维多利亚’葡萄以外, 其他品种介于21 792~24 070 GDH °C之间。若以有效积温模型进行估算, 欧美杂种和欧亚种葡萄需热量分别介于120~244 D °C和184~377 D °C之间(图2)。

另外, 与需冷量值相似, 葡萄果实的成熟期与其需热量之间亦不存在必然的联系。如‘希姆劳特’、‘大粒六月紫’和‘矢富罗莎’3个品种的成熟期接近, 但其需热量值之间却存在较大差异; 而需热量值较接近的‘大粒六月紫’和‘巨玫瑰’, 其成熟期相差较远(表2)。

3 需冷量与需热量之间的关系

将采用 ≤ 7.2 °C模型、0~7.2 °C模型和犹他模

表2 采用生长度小时模型和有效积温模型估算的14个葡萄品种需热量

Table 2 Heat requirements of 14 grape cultivars estimated by growing degree hour model and effective temperature model

品种	需热量	
	生长度小时模型/GDH °C	有效积温模型/D °C
‘夏黑’	22 400	283
‘金星无核’	20 501	120
‘希姆劳特’	20 462	202
‘甬优1号’	20 476	172
‘大粒六月紫’	19 755	244
‘巨玫瑰’	19 304	189
‘巨峰’	19 304	189
‘京亚’	20 370	217
‘维多利亚’	18 491	319
‘优无核’	24 070	377
‘无核白鸡心’	22 718	318
‘巨星’	23 165	300
‘矢富罗莎’	23 179	255
‘京秀’	21 792	184

型3种模型估算得到的14个设施葡萄品种低温需冷量值分别与利用生长度小时模型和有效积温模型2种模型估算得到的需热量值进行相关性分析, 结果显示, 用生长度小时模型所得到的葡萄需热量数值分别与3种需冷量估算模型所得结果呈负相关; 而用有效积温模型所获的需热量数据与3种需冷量估算模型所得结果之间呈正相关关系(表3)。

讨 论

对于落叶果树, 通常以需冷量和需热量分别作为芽休眠解除和芽萌发的衡量指标, 芽的需冷量和需热量因树种及品种的不同而不同。需冷量具有遗传性, 与植物本身的生态适应性有关。桃是一种落叶果树, 有关其需冷量与需热量遗传特性的研究已较为深入, 发现桃低温需冷量受多基因控制, 并可能存在某些主效基因, 遗传力度较高, 杂种后代需冷量值具有向短低温方向偏移的趋势(王力荣等1996; 王慧等2011; 冷传远等2013)。但到目前为止, 人们对于葡萄需冷量与需热量的遗传特性仍知之甚少。

有关植物需冷量与需热量之间在数量上的关系, 目前已有一些报道, 但差异较大。沈元月等(1999)分别统计了14个桃树品种的需冷量和需热量, 认为两者在数值上没有直接关系, 这与Albur-

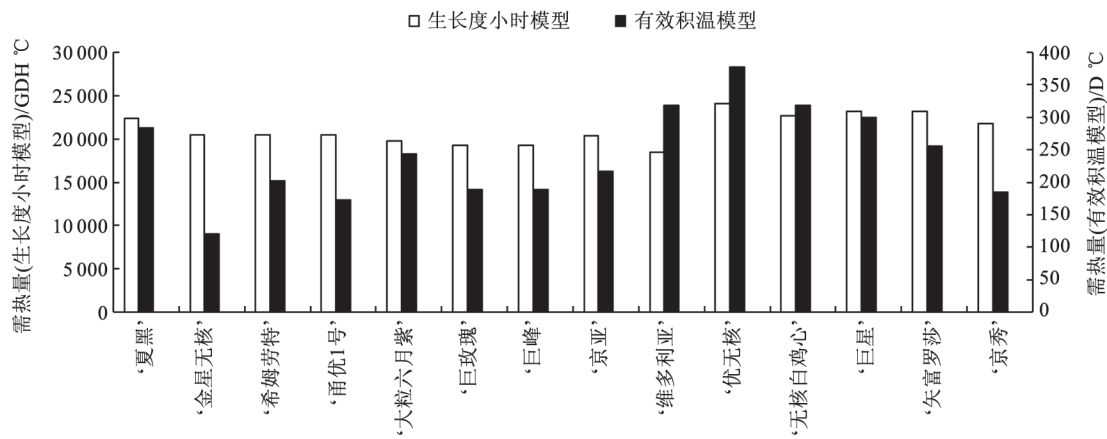


图2 14个葡萄品种的需热量分布

Fig.2 Distribution of heat requirements of 14 grape cultivars

表3 不同需热量与需冷量模型估算结果之间的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of the results estimated by different chilling requirement and heat requirement models

需冷量估算模型	需热量估算模型			
	生长度小时模型		有效积温模型	
	相关方程	直线相关系数(R^2)	相关方程	直线相关系数(R^2)
≤ 7.2 °C 模型	$y = -0.055x + 2209$	0.237	$y = 2.100x + 538.0$	0.509
0~7.2 °C 模型	$y = -0.025x + 1204$	0.125	$y = 1.185x + 383.1$	0.406
犹他模型	$y = -0.048x + 1423$	0.288	$y = 1.586x + 8.780$	0.499

querque等(2008)在樱桃上所得出的结论一致;而胡瑞兰和贾永祥(2002)则发现桃品种需冷量与需热量之间呈极显著正相关,两者之间的相关系数高达0.8144。这可能与其所使用的需热量估算模型不同有关。

本研究分别用2种需热量估算模型所得到的结果与需冷量值进行相关性分析,发现差异较大,这与王海波等(2011)所得出的葡萄需冷量与需热量之间呈负相关关系的结论不完全一致。究其原因,除了试验条件差异和材料不同外,主要还是缺乏相关的理论研究。由于需冷量估算模型是根据经验制定的物候学模型,温度效应值的确定只是依据有限的试验统计,没有相应的植物生理学理论作为基础,由此得出的需冷量的准确性在很大程度上受限于特定的环境条件(Hanninen 1995; Arora等2003),这也是迄今尚未找到一种适宜于各种树种、品种和地区,统一且有效的需冷量估算模型的原因所在。

需热量估算模型对于不同树种和品种也有不同的适用性,因为早花品种热量积累效应的基础温度要低于晚花品种(Egea等2003; Degrandi-Hoffman等1996)。这些模型在确定休眠解除日期和估算需热量的准确性上受限于特定的树种、品种及环境条件,所以,要阐明需冷量与需热量之间深层次的内在联系,不仅需要从数字层面进行分析,同时还要对植物休眠及萌芽机制进行深入研究(谭钺等2012),这也是本研究所获数据与其他地区研究人员的测定结果存在一定差异的主要原因。因此,本研究所得结论仅对苏南地区及与苏南地区具有相似气候条件的地区具有参考价值。至于3种需冷量估算模型及2种需热量估算模型中究竟何种模型最适宜于本地区,在不同年份间表现最稳定,这将是未来工作的重点研究方向。

参考文献

- 冯建荣, 康喜亮, 樊新民(2004). 新疆主栽葡萄品种需冷量的研究. 中外葡萄与葡萄酒, (1): 20-22

- 高东升, 束怀瑞, 李宪利(2001). 几种适宜设施栽培果树需冷量的研究. 园艺学报, 28 (4): 283~289
- 胡瑞兰, 贾永祥(2002). 影响温室桃成熟期的因子研究. 山西果树, (3): 4~5
- 孔庆山(2004). 中国葡萄志. 北京: 中国农业科学技术出版社, 122~126
- 冷传远, 李玲, 谭钺, 陈修德, 高东升(2013). 油桃组蛋白基因 *PpH3.3* 的克隆和表达分析. 植物生理学报, 49 (8): 764~770
- 沈元月, 郭家选, 祝军, 贾克功(1999). 早熟桃品种需冷量和需热量的研究初报. 中国果树, (2): 20~21
- 谭钺, 李玲, 李冬梅, 陈修德, 冷传远, 高东升(2012). 光周期对油桃芽休眠诱导及呼吸代谢的影响. 应用与环境生物学报, 18 (5): 728~733
- 王海波, 王宝亮, 王孝娣, 魏长存, 刘万春, 刘凤之(2009a). 设施葡萄22个常用品种需冷量的研究. 中外葡萄与葡萄酒, (11): 20~25
- 王海波, 王孝娣, 高东升, 王宝亮, 刘凤之(2009b). 不同需冷量桃树对周年光温变化的生长和生理响应研究. 西北植物学报, 29 (10): 2058~2062
- 王海波, 王孝娣, 王宝亮, 魏长存, 刘万春, 何锦兴, 刘凤之(2011). 设施葡萄常用品种的需冷量、需热量及二者关系研究. 果树学报, 28 (1): 37~41
- 王慧, 李玲, 谭钺, 李冬梅, 谭秋平, 陈修德, 高东升(2011). 休眠期间油桃花芽碳水化合物代谢及其相关基因的表达变化. 植物生理学报, 47 (6): 595~600
- 王力荣, 朱更瑞, 方伟超, 左覃元(2003). 桃品种需冷量评价模式的探讨. 园艺学报, 30 (4): 379~383
- 王力荣, 朱更瑞, 左覃元(1996). 桃需冷量遗传特性的研究. 果树科学, 13 (4): 237~240
- 王志强, 牛良, 刘淑娥(1998). 桃、油桃设施栽培研究现状与展望. 中国果树, 15 (4): 340~346
- 杨天仪, 李世诚, 蒋爱丽, 骆军, 金佩芳, 单传伦(2001). 葡萄品种需冷量及打破休眠研究. 果树学报, 18 (6): 321~324
- 张玉斌, 王惠萍(2004). 设施葡萄主栽品种需冷量测定及其应用研究. 甘肃林业科技, 29 (1): 25~27
- 章镇, 高志红, 盛炳成, 周莉莉, 王璐, 聂赞(2002). 葡萄不同品种需冷量研究初报. 中国果树, (3): 15~17
- Albuquerque N, García-Montiel F, Carrillo A, Burgos L (2008). Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. Environ Exp Bot, 64: 162~170
- Arora R, Rowland LJ, Tanino K (2003). Induction and release of bud dormancy in woody perennials: a science comes of age. HortScience, 38 (5): 911~921
- Degrandi-Hoffman G, Thorp R, Loper G, Eisikowitch D (1996). Describing the progression of almond bloom using accumulated heat units. J Appl Ecol, 33: 812~818
- Egea J, Ortega E, Martínez-Gómez P, Dicenta F (2003). Chilling and heat requirements of almond cultivars for flowering. Environ Exp Bot, 50: 79~85
- Erez A (2000). Bud dormancy: phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: Erez A (ed). Temperate Fruit Crops in Warm Climate. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 28~29
- Gianfagna TJ, Mehlenbacher SA (1985). Importance of heat requirement for bud break and time of flowering in apple. HortScience, 20: 909~911
- Hanninen H (1995). Effects of climatic change on trees from cool and temperate regions: an ecophysiological approach to modeling of bud burst phenology. Can J Bot, 73: 183~199
- Richardson EA, Seeley SD, Walker DR (1974). A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. HortScience, 9 (4): 331~332
- Sparks D (1993). Chilling and heating model for pecan budbreak. J Amer Soc Hort Sci, 118 (1): 29~35
- Weinberger JH (1950). Chilling requirements of peach varieties. Proc Amer Soc Hort Sci, 56: 122~128