

温度对落叶果树休眠解除影响的研究进展

赵文东¹, 赵海亮¹, 高东升², 金 钊¹

(1. 辽宁省果树科学研究所, 辽宁 熊岳 115009; 2. 山东农业大学 园艺科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘 要: 温度是影响落叶果树芽休眠解除最主要的因素, 直接关系到促成栽培的成败。现综述不同温度类型对落叶果树芽休眠解除的影响, 以期对设施栽培提供理论依据。

关键词: 落叶果树; 休眠解除; 温度

中图分类号: S 66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2008)03—0055—03

休眠是指含有分生组织的植物结构可见生长的暂时停止。休眠是一种相对现象, 并非绝对地停止一切的生命活动, 它是植物发育中的一个周期性的时期, 是植物在进化中形成的一种对环境条件和季节性气候变化的生物学适应^[1]。植物休眠解除时间的早晚是它们长期适应其生存环境的结果, 是个体发育史与其系统发育史的综合反映。有许多环境因子如温度、日长、水分、终霜日期等可对落叶果树的芽休眠解除产生影响, 江泽平等研究认为, 温度是影响树木芽休眠解除的最主要因子^[2]。现对近年来温度对果树休眠解除影响的研究进展进行综述。

1 果树的基点温度

基点温度或称生物学阈值温度, 是指能够使植物开始生长发育的最低温度。对于果树通常采用 7.2℃作为其开花的基点温度值^[3]。一般而言, 落叶果树的开花及展叶的温度反应过程属两套不同的系统, 花芽的休眠期长, 对低温积累的要求高, 在基点温度值上表现为叶芽低于花芽。故树木可有先花后叶与先叶后花之分。此外顶芽和侧芽对温度的反应形式不同, 顶芽的基点温度较高, 而所需驱动温度的积累量较侧芽为低。

2 温度对休眠解除的影响

2.1 非冰冻低温对休眠解除的影响

一般认为木本植物的芽休眠可被长期非冰冻低温所解除, 而且认为休眠解除的最佳温度范围是 5~7℃。研究表明, 低温对休眠的解除作用是逐渐累积的, 不同的温度, 其低温效果不同, 而且依树种而异, 而且存在地理差异; 此外, 低温对休眠的解除效率还依休眠的发展阶段的不同而不同^[4]。打破休眠的最佳温度依树种不同而变化, 但同一树种的高需冷量品种和低需冷量品种

之间打破休眠的最佳温度没有差异, 接近树木基点温度的温度对休眠解除最有效, 多数情况下, 5℃是打破休眠的最佳温度, 亦有其它最佳温度的报道^[5], 如桦树为 3.5℃, 美洲山核桃 3.9℃, 桃树 6~7℃, 李树 8℃, 梨树 7~10℃; 江泽平等注意到接近林木基点温度的温度对低温积累是最有效的。

2.2 冰冻低温对休眠解除的影响

0℃以下的温度对打破休眠的效果尚有争论: 有人认为, 低于 0℃的温度对打破休眠是无效的, 但也有人发现低于冰点的温度对于解除植物的休眠而言有效, 并且在某些植物中, 低于冰点的温度大大促进了其休眠解除。Tinklin 和 Schwabe 研究表明-15℃的低温对 *Ribes nigrum* 的休眠解除有效; Hasegawa 和 Tsuboi 研究表明-5~-10℃的低温对桑树的休眠解除有效。Olmstedt 亦报道把糖槭置于-8~-12℃的温度下 23 h 可使其芽萌发提前 2 周。Sparks 研究发现夜晚-4~-13℃的温度促进美国山核桃的芽萌发, 并且温度越低, 效果越明显。Rinne P 等研究报道, 接近致死的冰冻温度可显著促进自然休眠的解除^[6]。

2.3 中温对休眠解除的影响

对中等温度的破眠效果的看法大致有两种观点。一种观点认为中等温度可打破休眠, 但其作用通常不如低温有效, 如对桃树, Erez^[7] 等报道 10℃对桃芽休眠解除的效率仅为 6℃的一半。Kobayashi^[8] 等报道 20℃仍可满足僵伏来木的低温需求。中等温度在低温处理的后期往往是最有效的, 但高于 15℃的温度不能打破桃芽休眠。另一种观点认为中等温度对低温累积呈抵消作用, 延缓休眠的解除。Vegis^[9] 发现 *Hyocymus* 的休眠芽被适宜范围左右的温度诱导进入二次休眠, 结果导致需要更多的低温累积方能打破休眠。Weinberger^[10] 也报导在暖冬时需要更多的低温累积方能打破桃芽的休眠。

中等温度对低温累积的抵消作用依树木品种、需冷量的满足程度及所施加温度的不同而异。Romberger^[11] 研究表明在休眠解除的早期中等温度可以导致低温累

第一作者简介: 赵文东(1959-), 男, 博士, 研究员, 主要从事葡萄育种与栽培研究。E-mail: zhaowd59@163.com。

基金项目: 国家“863”计划资助项目(2001AA247041)。

收稿日期: 2007-10-08

积效果消失,如在桃上,11月和12月的中等温度抵消低温累积效果;Vegis^[9]报道在休眠解除的后期诱导芽二次休眠的温度范围逐渐缩小,即对休眠解除产生不利影响的温度范围逐步变窄。Erez和Lavee^[7]也报道在低温累积几天后(即在休眠解除的前期)的中等温度一定导致抵消以前的低温累积。否则,当低温累积到一定程度时则中等温度不能再将低温累积效果抵消。

2.4 高温热激对休眠解除的影响

高温热激也能解除芽休眠。在植物种子上发现高温热激(35~40℃)可显著提高种子的萌芽率,远红光与高温热激有协同效应,亚胺环己酮可完全抑制热激作用,说明热激与蛋白质合成有关,并且光敏素系统参与了此过程。在果树上,苹果的芽在8月份开始进入真休眠早期时,气温若过高(43℃)可打破休眠^[12]。

Molisch发现将灌木枝条浸在30~40℃温水中12h可以使其芽休眠解除,Steam也得到了类似的结果。Chandler报道把桃、苹果的休眠短枝浸泡于45℃水浴中数小时可解除其休眠;Offer和Goussard报道把葡萄枝条置入50℃热水浴中0.5h可解除其根和芽的休眠;Wisniewski报道接近致死的热胁迫可解除杨树枝条的芽休眠^[13]。在此温度范围正是热激诱导产生热激蛋白的温度。

2.5 变温对休眠解除的影响

变温即波动温度比恒温对打破芽休眠似乎更为有效^[14],如在桃上,6℃和15℃的日波动温度的休眠解除效果比恒定温度更为有效。但是变温中高温如果过高或者循环周期过短则会延迟休眠解除。Erez^[7]在不同的高温持续周期长度对休眠桃树叶芽解除休眠的影响的试验中发现,在接受高温处理之前的20~40h内所积累的低温量最易受高温抵消作用影响。在低温积累的过程中,如出现高温,其效应则被打断或抵消;但低温的累积超过某一程度,打破休眠的进程即呈不可逆转状态,使低温的效应被“固定”下来,即对低温的固定效应。对这种现象,Fishman^[15]等提出“两步骤模式”加以解释。该模式假设休眠的程度与结束,与某种打破休眠的物质(DBF)的形成量有关。DBF以两步骤反应在植物体内合成与积累:第一步骤是一个必须在低温(如7℃)下进行的可逆反应,产生一种称作PDBF前体的物质(PD-BF)。PDBF性质不稳定,会在高温下(如19℃以下)分解而使低温效应消失。但当PDBF累积到某一程度时,即不可逆地进行第二步反应,合成在高温下稳定的DBF,继而打破休眠。该学说既解释了高温抵消低温作用的条件性,也说明了在日夜温差起伏变化的环境条件下,低温打破休眠的效应仍能持续增加的原因。Erez^[7]等称该模式为动力学模型。在该模式中不同温度影响

不同步骤,另一方面同一温度在不同阶段的效果也不同,第一步可逆第二步不可逆转。

综上所述,对于休眠解除而言,植物体内至少存在三套对温度敏感的酶系统:一套酶系统在5℃被分解或激活,另一套酶系统在25℃左右被分解或激活,而另一套酶系统可被极端温度条件如接近致死的冰冻温度或接近致死的高温温度所分解或激活。

3 结语

落叶果树芽休眠解除是一个在理论和实践上都很重要但至今还未弄清楚的问题。而且各种类型温度(低温、中温、高温、热激等不同温度)的作用原理和协作方式以及休眠的热力学基础还不清楚,还需要进一步的深入研究和探索。

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[J].园艺学报,2004,28(4):283-289.
- [2] 江泽平.温带木本植物芽休眠的解除与温度[J].林业科学,1995,31(2):160-168.
- [3] Rallo L, Martin G C. The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy[J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1991, 116(6): 1058-1062.
- [4] Tanino K K, Fuchigami L H. Dormancy-breaking agents on acclimation and deacclimation of dogwood[J]. HortScience, 1989, 24(2): 353-354.
- [5] 江泽平.栓皮栎芽休眠解除的模拟[J].地理研究,1994,13(1):43-50.
- [6] Rinne P, Hanninen H. Freezing exposure releases bud dormancy in *Betula pubescens* and *B. pendula* [J]. J. Plant Cell and Environment, 1997, 20: 1199-1204.
- [7] Erez A, Lavee S. The effect of climate condition on dormancy development of peach buds [Temperature] [J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1974, 112(4): 677-680.
- [8] Kobayashi K D, Fuchigami L H. Modelling bud development during the quiescent phase in red-osier dogwood (*Cornus sericea* Li) [J]. Agric. Meteorol., 1983, 28: 75-84.
- [9] Vegis A. Formation of the resting condition in plants [J]. Experientia, 1956, 12: 94-99.
- [10] Weinberger J H. Chilling requirements of peach varieties [J]. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1950, 56: 122-128.
- [11] Romberger J A. Meristem growth and development in woody plants [M]. USDA Forest Service Tech. Bul., 1963: 1293-1298.
- [12] Fuchigami L H, Wisniewski M. Quantifying bud dormancy: physiological approaches [J]. HortScience, 1997, 32: 618-632.
- [13] 高东升.设施果树自然休眠生物学研究[D].泰安:山东农业大学,2001.
- [14] Lyr H, Hoffmann G., Richter R. On the chilling requirement of dormant buds of *Tilia platyphyllos* [J]. SCOP. Biochem. Physiol. Pflanzen, 1970, 161: 133-141.
- [15] Fishman S, Erez A, Couvillon G A. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: computer simulation of process studied under controlled temperature [J]. J. Theor. Biol., 1987, 126(3): 309-321.

火龙果的生物学特性及开发应用概况

王 领^{1,2}, 何聪芬², 董银卯², 李 鹏^{1,2}, 刘家熙¹

(1. 首都师范大学 生命科学学院, 北京 100037; 2. 北京工商大学 植物资源研究开发北京市重点实验室, 北京 100037)

摘 要: 火龙果是一种具有较高经济价值和保健美容作用的新兴水果。现综述火龙果的生物学特性, 茎、花和果实的营养成分和保健价值, 以及当前对火龙果果实、花和茎的开发和利用, 同时还介绍火龙果在食品、制药和化妆品等工业的应用和发展前景。

关键词: 火龙果; 营养成分; 保健价值; 开发应用

中图分类号: S 667.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)03-0057-04

火龙果(Pitaya)又名仙蜜果、芝麻果、红龙果等, 因其果实外表具软质鳞片如龙须状外卷, 故称火龙果, 为仙人掌科量天尺属(*Hylocereus undatus*)和蛇鞭柱属(*Seleniurus Meja-lantous*)的果用栽培植物, 原产于中美洲热带沙漠地区, 在热带美洲、西印度群岛及其它热带地区均有分布。后传入泰国、越南等东南亚国家和我国的台湾省, 目前在我国南方, 如海南、广东和广西等地区也有一定规模的种植^[1]。火龙果集“水果”、“花卉”、“蔬菜”、“保健”、“医药”为一体, 具有很高的实用和经济价值^[2]。

1 火龙果的生物学特性

火龙果植株为多年生肉质植物, 茎蔓呈三角柱形, 植株长成后茎径可达 12~18 cm。茎节会长攀缘根, 可攀附在墙壁、水泥柱上, 每段茎节凹陷处各生有短刺 1~

3 枝。植株生长迅速, 一年可长 7~10 cm。火龙果在温度适宜时自茎节下着生花苞, 花芽分化至开花一般需 40~50 d。花白色, 很少红色, 巨大, 夜间开放, 为子房下位花。花长约 30 cm, 管状, 带绿色有时淡紫色外翻的裂片; 具长 1~8 cm 的鳞片; 花瓣宽阔, 纯白色, 直立, 倒披针形, 全缘, 先端有尖突; 雄蕊多而细长, 与花柱等长或较短, 有 700~900 条; 花药乳黄色, 花丝白色; 子房长 2.5~5.0 cm, 有顶端急尖的鳞片数枚, 无刺, 花柱粗, 乳黄色, 具单一或分枝的裂片, 雌蕊头裂片多达 24 枚, 细长, 全缘, 乳白色。由于火龙果花的雌蕊与花柱等长或较短, 自然条件下, 火龙果自花授粉受精不良, 着果率低, 果实生长发育不良, 因此生产上必须人工授粉。授粉后雌、雄蕊老化, 柱头裂片呈褐青色, 一般傍晚开花, 凌晨开始逐渐凋萎, 至阳光照射后完全凋谢。授粉后 35~40 d 当果顶盖口出现皱缩、果皮有光泽时即可采收。果实球形至卵圆形, 果皮有红色和黄色两种, 不同品种果肉颜色不同, 有白色、红色、紫红色等, 籽黑色。平均单果重 400 g, 最大可达 900 g。5~11 月为开花结果期, 一年可开 12~13 批次, 若管理得好开花可达 15 次。火

第一作者简介: 王领(1981-), 男, 在读硕士研究生, 研究方向为发育植物学。
通讯作者: 何聪芬, E-mail: congfenhe@126.com。
收稿日期: 2007-12-10

The Study on Effect of Temperature on Deciduous Fruit Trees Bud Dormancy Release

ZHAO Wen-dong¹, ZHAO Hai-liang¹, GAO Dong-sheng², JIN Zhao¹

(1. Liaoning Institute of Pomology, Xiongyue, Liaoning 115009, China; 2. College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agriculture University, Taian, Shandong 271018, China)

Abstract: Temperature is a key factor affecting the dormancy release of deciduous fruit trees, particularly for protected cultivation of deciduous fruit trees, which is related to the success of the protected cultivation of deciduous fruit trees directly. This paper summarized different temperature types affecting the dormancy release of deciduous fruit trees, and provided the academic basis for protected cultivation.

Key words: Deciduous fruit tree; Dormancy release; Temperature