

自然升温过程中仁用杏抗寒性的变化

杨向娜, 杨途熙, 魏安智, 刘建朝

(西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以仁用杏 3 个栽培品种优一、白玉扁、龙王帽的花芽、花蕾、花朵和幼果等生殖器官为试材, 对其自然升温过程中与抗寒性有关的 5 个生理指标进行了测定。结果表明: 随着自然界温度的升高, 仁用杏半致死温度(LT₅₀)呈上升趋势, 超氧化物歧化酶(SOD)活性和可溶性糖含量呈“M”型变化趋势, 过氧化物酶(POD)活性和脯氨酸含量具有相似的变化规律、总体呈下降趋势; 3 个品种的抗寒性强弱依次为: 白玉扁> 优一> 龙王帽; 不同发育时期仁用杏的抗寒性表现为: 休眠期> 花芽膨大期> 花蕾期> 盛花期> 幼果期; 根据抗寒性的变化规律, 可在适当时期采取防寒防冻措施, 以避免仁用杏遭受冻害。

关键词: 仁用杏; 抗寒性; 生理指标
中图分类号: S 664.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)12-0016-05

仁用杏是以杏仁为其主要产品的杏品种的统称。杏仁营养丰富, 经济价值高, 是我国传统的外贸出口产品^[1]。但仁用杏由于花芽休眠期短、春季开花早, 花期和幼果期易遭遇低温和晚霜危害, 导致轻者减产、重者绝收, 常给生产造成重大的损失。研究仁用杏的抗寒机理、寻找克服冻害的有效方法, 已成为科研领域刻不容缓的重大课题。近年来, 国内外许多学者虽然已在杏树抗寒机理、抗寒性鉴定、抗寒资源评价、转化抗寒基因及抗寒育种等领域作了大量研究工作^[2-3], 但对仁用杏生殖生长发育过程中抗寒性的变化报道甚少。

该试验对仁用杏从休眠、开花到结果的生殖发育过程中花芽、花蕾、花朵或幼果等生殖器官的抗寒生理指标的变化及抗寒性进行了研究, 旨在为深入研究仁用杏

的抗寒机理、探索科学可行的防冻技术、选育抗寒良种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于陕西省岐山县甘亭村 8 a 生仁用杏品种园内。该园地处秦岭浅山丘陵区北坡, 坡向为西北向, 海拔 750 m、年均温 13.8℃、年降雨 679 mm、无霜期 220 d, 土壤为黄棉土。品种园共含白玉扁、优一、龙王帽 3 个仁用杏品种。试验设 3 次重复、3 株小区。

1.2 物候观测

根据花芽的生长发育进程 观察物候, 并记录。观测结果见表 1。

表 1 自然变温过程中仁用杏物候期观察结果

Table 1	The observed result of phenological phase during variation of natural temperature in almond apricot				
日期 Date	1 月 5 日~2 月 15 日	2 月 15 日~3 月 5 日	3 月 5~15 日	3 月 15~25 日	3 月 25 日~4 月 15 日
物候期	休眠期	花芽膨大期	花蕾期	盛花期	幼果期
Phenophase	Dormancy stage	Enlargement stage	Flowering stage	Flourescence	Young fruit development

1.3 材料采集与处理

2006 年, 结合物候观测, 分别在休眠期(1 月 10 日)、花芽膨大期(2 月 10 日、3 月 1 日)、显蕾期(3 月 10 日)、

盛花期(3 月 20 日)、幼果期(4 月 8 日)采样。采样时, 根据不同时期, 在每株树冠中上部的东、西、南、北 4 个方向采集花芽、花蕾、花朵或幼果为试验材料, 并立即置于自封塑料袋内带回实验室。将 2006 年 1 月 10 日至 2006 年 3 月 1 日采集的花芽, 用湿纱布轻轻揉搓, 以擦拭灰尘。2006 年 3 月 10 日以后的材料不用冲洗。每次所采材料分为 2 部分: 一部分进行低温梯度胁迫处理, 以测定低温胁迫下的电导率及并用于半致死温度的计算; 另一部分材料用于常温下的电解质渗出率、可溶性糖含量、脯氨酸含量、SOD 酶和 POD 酶活性等生理指标的测定。

第一作者简介: 杨向娜(1980-), 女, 陕西蓝田人, 硕士, 助理实验师, 现主要从事植物生理实验教学工作。E-mail: yangx-
iangna1980@126.com.

通讯作者: 魏安智(1961-), 男, 陕西扶风人, 教授, 现主要从事植物资源开发利用方面的研究工作。E-mail: weianzhi@126.com.

基金项目: 陕西省重大科技专项计划资助项目(2006kz09-G6)。

收稿日期: 2009-06-20

1.4 测定方法

1.4.1 低温处理及半致死温度(LT₅₀)的确定 对需进行低温胁迫处理的材料,根据生殖器官发育时期的不同,分别设置如下不同的低温梯度:花芽休眠期:CK(0℃)、-12、-16、-20、-24、-28℃;花芽膨大期:CK(6℃)、-8、-12、-16、-20、-24℃;花蕾期:CK(10℃)、-8、-10、-12、-14、-16;盛花期:CK(16℃)、-2、-4、-6、-8、-10℃;幼果期:CK(21℃)、-1、-2、-3、-4、-5℃。在材料降温处理时,要求降温速度为4℃/h,达到所需温度后维持8h。随后以同样速度升温,达到室温时取出,并于室内静置10h。称取常温或低温胁迫样品0.2g左右,置入50mL三角瓶中,加入20mL无离子水,用真空泵抽出空气(15min),在室温下浸泡6h,摇匀,用DDS-IIC型电导仪测定电导值,即得煮沸前电导值,测定后再将三角瓶放于微波炉中煮杀10min,冷却

至室温,测定电导值,即为煮沸后电导值。根据公式求得的电解质渗出率:电解质渗出率=煮沸前电导值/煮沸后电导值×100,每样共测3次,电解质渗出率取平均值(同样方法测定未进行低温处理材料的煮沸前和煮沸后电导值)。对低温胁迫下的电解质渗出率配以 Logistic 方程: $Y=K/(1+ae^{-bx})$,LT₅₀=Lna/b 求拐点温度,确定出不同品种的 LT₅₀^[4]。

1.4.2 其它的生理指标测定 SOD 酶活性测定采用氮蓝四唑(NBT)显色法;POD 酶活性测定采用愈创木酚比色法;可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法;脯氨酸含量采用磺基水杨酸法。以上指标所用样品均未进行低温胁迫处理,样品保存于常温冰箱(4℃)。测定时,每个样品均设3个重复,每个重复测定3次,结果取平均值,方法参考《植物生理学研究技术》^[5]。

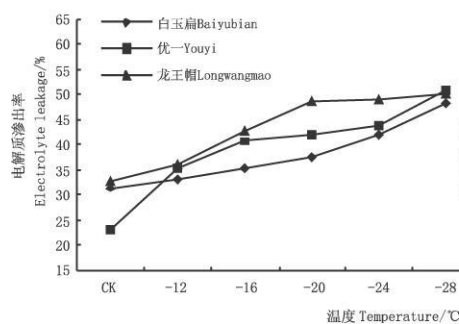


图1 仁用杏休眠期电解质渗出率变化
Fig. 1 Changes in electrolyte leakage of almond apricot during dormancy stage

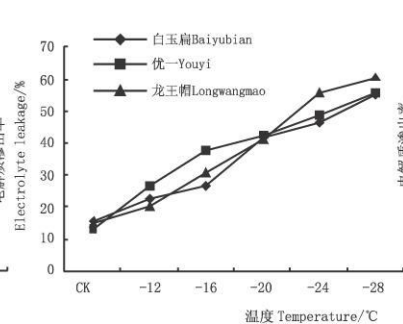


图2 仁用杏花芽膨大期电解质渗出率变化
Fig. 2 Changes in electrolyte leakage of almond apricot during bud expanding stage

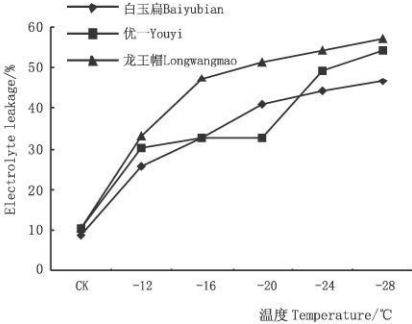


图3 仁用杏花蕾期电解质渗出率变化
Fig. 3 Changes in electrolyte leakage of almond apricot during bud stage

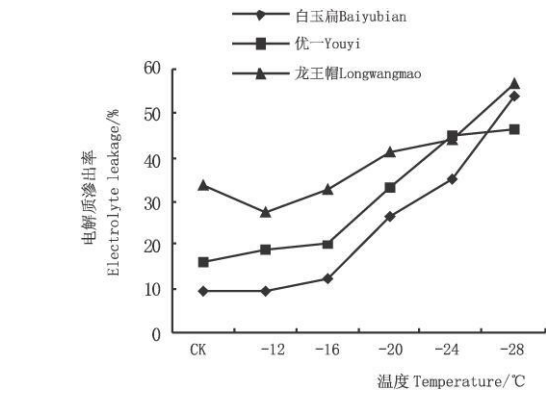


图4 仁用杏盛花期电解质渗出率变化

Fig. 4 Changes in electrolyte leakage of almond apricot during florescence stage

2 结果与分析

2.1 低温胁迫下膜透性的动态变化及 LT₅₀的确定

2.1.1 低温胁迫对电解质渗出率的影响 植物受到低温胁迫后细胞膜的结构遭受破坏,破坏的程度随胁迫程度的增加而加剧。细胞内电解质外渗率的大小可以反映细胞膜的破坏程度,比较相同胁迫水平下电解质外渗率大小是直接评价植物应对低温胁迫能力的一种有效

的途径。已有的研究结果显示,电解质外渗率是评价植物抗寒性极为有效的指标^[6]。电解质渗出率越大,表明细胞膜受低温伤害越严重、品种抗寒性越差。在仁用杏生殖生长发育过程中,对3个品种的花芽、花蕾、花朵及幼果进行不同低温梯度处理,测得电解质渗出率,结果见图1~5。可以看出,低温胁迫下,3个仁用杏品种不同生殖发育时期的电解质渗出率变化趋势基本相似,表现为电解质渗出率随温度的降低而增大。但不同品种、不同发育时期电解质渗出率随温度的降低增大的幅度不同。表明低温胁迫造成了膜系统的受损,但受损的程度因不同品种、不同的生殖发育时期和低温程度而异。

2.1.2 LT₅₀与品种实际抗寒性的确定 电解质渗出率是反映植物组织受冻后细胞质膜透性大小的重要指标,以电解质渗出率通过 Logistic 方程回归求得 LT₅₀是鉴定植物抗寒性强弱的常用方法,已被广泛应用。朱根海等^[7]报道,认为应用电导法配合 Logistic 方程求出曲线的拐点温度能较准确地估计出植物组织的半致死温度,并且半致死温度(LT₅₀)可以作为植物抗寒性的重要指标之一。植物抗寒性研究也表明,植物低温条件下受伤害的程度受到低温持续时间、变温强度及低温温度本身

的影响,以LT₅₀可以有效评价植物抗寒性^[8],由此得出的结论较为稳定。LT₅₀越大,品种抗寒性越差。该研究仍以LT₅₀作为仁用杏实际抗寒性的评定依据,根据各时期实际温度要求对试验材料进行不同程度的低温胁迫处理(见表2)。表2中Logistic方程符合度(R)在0.8296~0.9831之间,均达到显著水平,表明该抗寒研究中Logistic方程的拟合是可靠的,精确度较高。仁用杏3个品种在同一发育时期的半致死温度明显不同,都表现

为:龙王帽>优一>白玉扁。半致死温度越小,表明品种的抗寒性越强。因此可根据半致死温度判定出仁用杏3个品种的实际抗寒性大小为:白玉扁>优一>龙王帽。3个品种在不同的生殖发育时期半致死温度都表现为:休眠花芽<膨大花芽<花蕾<花朵<幼果。表明随着仁用杏解除休眠、逐步进入旺盛的生殖发育期,其抗寒性也在从休眠期、膨大花芽期、显蕾期、盛花期到幼果期依次减弱。

表 2 自然变温过程中仁用杏的 Logistic 方程与半致死温度(LT₅₀)

品种	日期	发育阶段	回归方程	符合度(R)	LT ₅₀ (℃)
Variety	Date	Logistic	Logistic regression equation	Conformity(R)	
白玉扁 Baiyubian	2月10日	休眠花芽 Domancy blossom bud	$y=28.35/(1+3.398e^{-0.032x})$	0.9533	-31.2
	3月1日	膨大花芽 Elargement blossom bud	$y=61.53/(1+7.451e^{-0.0937x})$	0.9643	-21.4
	3月10日	花蕾 Flowerbud	$y=48.09/(1+6.604e^{-0.1153x})$	0.9340	-16.4
	3月20日	花朵 Floewer	$y=104.1/(1+3.622e^{-0.01475x})$	0.9653	-10.1
	4月8日	幼果 Young fruit	$y=3.849/(1+75.31e^{-0.8324x})$	0.8296	-5.2
优一 Youyi	2月10日	休眠花芽 Domancy blossom bud	$y=226.1/(1+2.743e^{-0.0352x})$	0.9339	-28.7
	3月1日	膨大花芽 Expanding blossom bud	$y=70.89/(1+4.439e^{-0.0728x})$	0.9773	-20.5
	3月10日	花蕾 Flowerbud	$y=29.73/(1+7.751e^{-0.1348x})$	0.8550	-15.2
	3月20日	花朵 Floewer	$y=63.06/(1+7.188e^{-0.1908x})$	0.9726	-9.8
	4月8日	幼果 Young fruit	$y=50.88/(1+88.62e^{-0.9899x})$	0.8587	-4.5
龙王帽 Longwangmao	2月10日	休眠花芽 Domancy blossom bud	$y=49.97/(1+2.419e^{-0.0344x})$	0.8354	-25.7
	3月1日	膨大花芽 Expanding blossom bud	$y=75.57/(1+9.329e^{-0.1154x})$	0.9810	-19.4
	3月10日	花蕾 Flowerbud	$y=57.51/(1+4.044e^{-0.1106x})$	0.8271	-12.6
	3月20日	花朵 Floewer	$y=95.56/(1+19.50e^{-0.3099x})$	0.9236	-8.7
	4月8日	幼果 Young fruit	$y=83.09/(1+49.254e^{-0.8483x})$	0.9831	-3.9

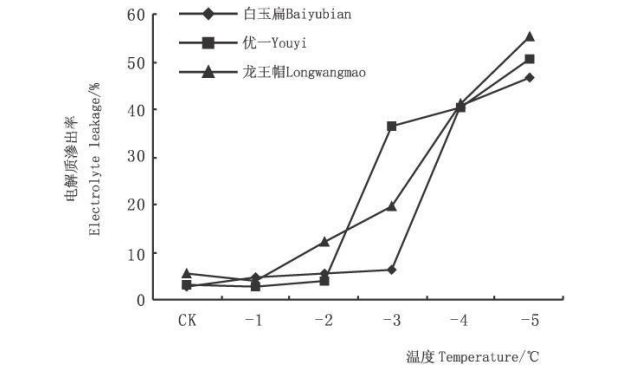


图 5 仁用杏幼果期电解质渗出率变化

Fig. 5 Changes in electrolyte leakage of almond apricot during young fruiting

2.2 自然变温过程中保护酶活性的动态变化

2.2.1 SOD(超氧化物歧化酶)酶活性的动态变化

SOD酶作为清除超氧化物阴离子自由基(O₂⁻)的重要酶类,它能催化超氧化物阴离子自由基发生歧化作用而生成O₂与H₂O₂,使O₂⁻的量降低到一定的稳态浓度,从而减轻膜脂的过氧化作用,保护膜不受自由基的伤害,维持体内活性氧的代谢平衡,对机体产生保护作用,是植物抗氧化系统的第一道防线^[9]。然而低温胁迫会促进毒害物质如活性氧自由基O₂⁻的产生,加速膜脂的过氧化和蛋白质的聚合,从而损伤膜系统,SOD酶活性大小可以反映细胞对逆境的适应能力。该试验发现,在自然

变温过程中,各仁用杏品种SOD酶活性变化如图6,即在花芽膨大期(3月1日)SOD酶活性达到最大,而至花蕾期SOD酶活性达到最小。白玉扁在2月1日至3月1日间、优一与龙王帽在2月1日至3月10日间生殖器官的SOD酶活性在快速降低。从3月1~20日白玉扁的SOD酶活性转为快速增加。龙王帽和优一则从3月10日到4月8日SOD酶活性显著增加。这种变化产生的原因可能是由于在正常情况下,超氧自由基的产生和消除处于平衡状态,但随着温度的降低超氧自由基不断增加,因自由基的积累,刺激SOD酶活性增强,这是植物体保护系统的应激机制,但当温度降低到一定程度时,SOD酶活性出现钝化现象,活性迅速下降,此时自由基迅速积累,从而导致细胞受损^[14]。随着春季气温的回升,SOD酶活性开始回升,细胞内自由基的产生和清除又处于平衡状态。但从3个品种的比较来看,白玉扁SOD酶活性钝化期结束后,从3月1日开始SOD酶活性就回升了,比龙王帽和优一SOD酶活性回升早,且回升后的SOD酶活性显著大于龙王帽和优一,表明白玉扁能在更低的温度时期更有效地发挥SOD酶对自由基的清除作用,保护膜不受自由基的伤害,这可能正是白玉扁比龙王帽和优一抗寒性强的原因。龙王帽和优一的SOD酶活性从3月10日开始回升后,优一的SOD酶活性显著高于龙王帽,表明优一清除自由基、保护膜不受自由

基伤害的能力比龙王帽强 因而抗寒性比龙王帽强。

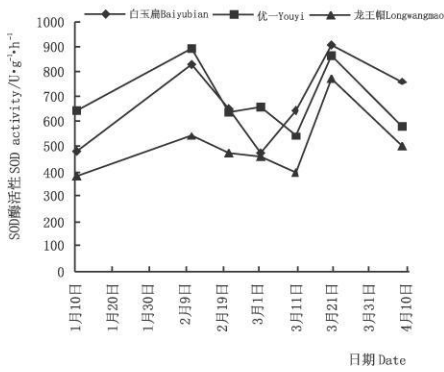


图 6 自然变温过程中仁用杏 SOD 酶活性变化
Fig. 6 Changes in SOD activity of almond apricot during variation of natural temperature

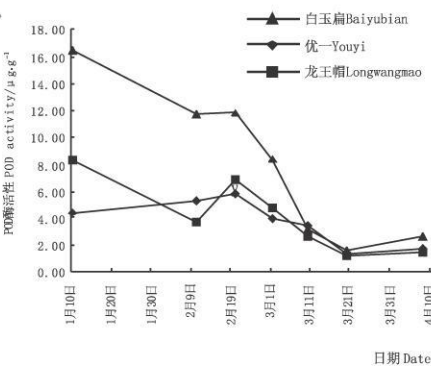


图 7 自然变温过程中仁用杏 POD 酶活性变化
Fig. 7 Changes in POD activity of almond apricot during variation of natural temperature

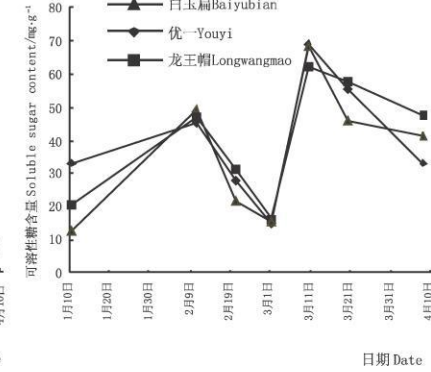


图 8 自然变温过程中仁用杏可溶性糖含量变化趋势
Fig. 8 Changes in content of soluble sugar in almond apricot during variation of natural temperature

2.2.2 POD(过氧化物酶)酶活性的动态变化 POD 是植物体内普遍存在活性较高的一种酶,它能够清除超氧自由基形成的 H_2O_2 , 还有分解叶绿素及生长素的功能^[1]。不同的发育时期有不同的 POD 同工酶在起作用,它可以增强细胞壁、增强组织的木质化程度,形成阻碍病菌入侵的机械屏障^[2]。从休眠期到幼果期,随着自然温度的变化,仁用杏 3 个品种的 POD 酶活性总体呈下降趋势(如图 7)。即 1 月 10 日 POD 酶活性最高,随后开始下降,从 2 月 10~20 日 POD 酶活性虽有所增加,但低于 1 月 10 日。在盛花期之前,POD 酶活性一直呈下降趋势。3 月 20 日前 POD 活性的降低,可能是由前期低温导致 POD 活性钝化所引起的反应。3 月 20 日之后,随着自然温度的回升,POD 活性有小幅度的回升。从钝化结束、活性回升后的酶活性大小可看出,仁用杏 3 品种中以白玉扁的 POD 活性最强,优一次之,龙王帽最小。因此,从 POD 酶活性方面判断,可认为白玉扁抗寒性最强、优一次之,龙王帽最小。同时,不难发现,在休眠期 SOD 和 POD 酶活性均处于较高水平,正好反映了在低温逆境下,植物可以通过体内这 2 种酶的协同的作用来抵御由低温产生过多活性氧对其组织的伤害。到花蕾期,由于低温已经完全解除,SOD 酶活性达到了最高水平,而 POD 酶活性则较低,由此说明此时在 SOD 的协同作用下,仁用杏体内活性氧积累减少,因而 POD 酶活性呈下降趋势。通过对 SOD 和 POD 酶活性变化的分析,证明了在不同环境下 2 种保护酶密切配合,共同协调来应对活性氧积累对植物所产生的伤害。

2.3 自然变温过程中渗透调节物质的变化

2.3.1 可溶性糖含量的变化 可溶性糖在植物的抗寒生理中,可以提高细胞的渗透浓度、降低水势、增加保水能力,从而使冰点下降,同时糖还是冰冻保护剂,对原生质体、线粒体及膜上敏感偶联因子均有保护作用,它也

可能对冰冻敏感的蛋白质具保护作用,还可以促进 ABA 的积累,间接诱导蛋白质的合成,从而提高植物的抗寒能力^[3]。另外,糖还可提供能源与代谢底物,诱导其它与抗性有关的生理生化过程,如脂肪的合成有利于提高抗寒力^[4]。在温度下降的过程中,可溶性糖的增加来源于大分子物质的水解,它与植物抗寒性之间呈正相关。

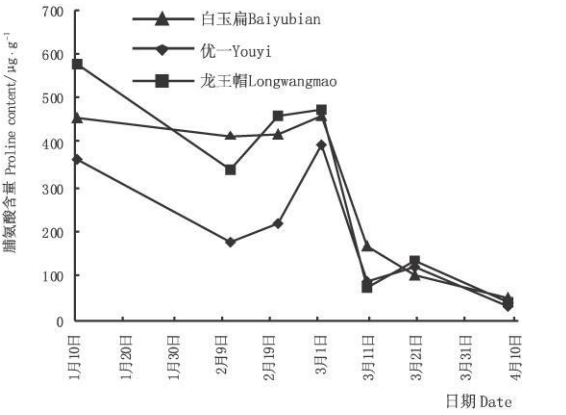


图 9 自然变温过程中仁用杏脯氨酸含量变化趋势
Fig. 9 Changes in content of Proline in almond apricot during variation of natural temperature

由图 8 可以看出,生殖发育过程中仁用杏可溶性糖含量的变化趋势呈“M”状。仁用杏在休眠期(1 月 10 至 2 月 20 日)的可溶性糖含量和浓度较高,进入花芽膨大期(2 月 20 至 3 月 1 日),可溶性糖含量急剧下降,但到了花蕾期(3 月 1~10 日),可溶糖含量又迅速升高,花蕾期以后,可溶性糖含量开始缓慢降低,3 个品种随时期的转变可溶性糖含量的变化趋势一致。

2.3.2 脯氨酸含量的变化 植物在逆境条件下积累游离脯氨酸是做为其对逆境的一种适应表现。脯氨酸在植物处于低温胁迫时,能维持细胞结构、细胞运输和调节渗透压等,使植物具有一定的抗性和保护作用。脯氨

酸对未经抗寒锻炼的原生质膜有保护作用,其保护作用可能主要是增加了质膜中蛋白质之间的亲和力,从而增强了膜结构在冰融过程中的稳定性^[5]。该研究结果表明(图9),在仁用杏生殖发育过程中,从1月10日到4月8日间,随着自然温度的变化,仁用杏生殖器官中脯氨酸含量总体表现为由高到低的变化趋势,但各品种间变化又有不同。从休眠期向花芽膨大期转化过程中,3个品种脯氨酸含量均有降低,1月10日达到生殖发育阶段的极大值,其中优一最大、龙王帽次之,白玉扁最小;到花蕾期3个品种的脯氨酸含量又急剧下降;龙王帽从花蕾期到幼果期脯氨酸含量持续下降,而优一和白玉扁均在盛花期略有升高,幼果期下降至最低值。休眠期和花芽膨大期优一有较高的脯氨酸含量,而龙王帽的脯氨酸含量居中,白玉扁的脯氨酸含量为最低;在花蕾期和幼果期,龙王帽的脯氨酸含量比优一和白玉扁要高;盛花期优一的脯氨酸含量高于白玉扁,龙王帽最低。

3 结论

电解质渗出率的测定结果显示:在低温胁迫下,仁用杏生殖器官的电解质渗出率随低温的加剧而增加,表明低温可导致生殖器官细胞膜透性增大,加速离子泄露,产生膜伤害。幼果为对低温最敏感,最易造成膜伤害的生殖器官,龙王帽、优一、白玉扁幼果开始遭受膜伤害的临界温度分别为-1、-2、-3℃。根据电解质渗出率配合 Logistic 方程确定出半致死温度 LT₅₀;仁用杏不同生殖器官的抗寒性不同、半致死温度差异明显,抗寒性大小表现为:花芽>花蕾>花朵>幼果。3个仁用杏品种的抗寒性大小为:白玉扁>优一>龙王帽。

随着自然温度的变化,仁用杏生殖器官 SOD 酶活性、可溶性糖含量均呈现“M”状变化趋势,而 POD 酶、脯氨酸含量总体呈下降的变化趋势。表明 SOD 酶活性、可溶性糖含量在抗寒性保护酶在经受冬季低温后,都出现了活性迅速下降的钝化过程。春季随着温度的升高,酶活性开始回升。POD 活性开始回升的时间晚于 SOD。2种酶的活性与仁用杏的抗寒性间具有一定的相关性。

从上述分析可以看出,低温半致死温度与自然界温度的实际变化关系一致,可以准确反映仁用杏实际抗寒性,作为植物抗寒性鉴定的指标;在自然变温过程中,仁用杏生殖器官的实际抗寒力与可溶性糖含量、脯氨酸含量、SOD 和 POD 酶活的积累密切相关,在这些物质的共同作用下,提高其抗寒适应能力。

参考文献

- [1] 王皓杰,朱贵,张玉国等.李杏资源研究与利用进展(二)[M].北京:中国农业科学技术出版社,2002:25-27.
- [2] 杨建民,李艳华,杨敏生等.几个仁用杏品种抗寒性比较研究[J].中国农业科学,1999,32(1):46-50.
- [3] 王飞,陈登文,李嘉瑞等.杏花及幼果的抗寒性研究[J].西北植物学报,1995,15(1):133-137.
- [4] 唐士勇. Logistic 方程在果树半致死温度测定中的应用[J].北方果树,1993(4):23-24.
- [5] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版西安公司,2000.
- [6] 吴国良,赵梁军.核桃实生苗叶性状与抗寒性关系[J].植物学通报,1998,15(A00):111-113.
- [7] 朱根海,刘祖祺,朱培仁.应用 Logistic 方程确定植物组织低温半致死温度研究[J].南京农业大学学报,1986(3):11-16.
- [8] 吕成群,黄宝灵.低温下硼对巨尾桉叶片膜脂过氧化及体内保护系统的影响[J].热带亚热带植物学报,2003,11(3):217-222.
- [9] 周蕴薇.翠南报春抗寒生理生态学研究[D].哈尔滨:东北林业大学博士学位论文,2001.
- [10] 杜秀敏,殷文璇,张慧等.超氧化物歧化酶(SOD)研究进展[J].中国生物工程,2003,2(1):48-51.
- [11] 李晶.红松幼苗抗寒与抗旱生理生态学研究[D].哈尔滨:东北林业大学博士学位论文,1999.
- [12] 王青台,刘学群,徐同.GA₃和 BR 对离体苧麻叶片过氧化氢酶和过氧化物酶的影响及其与超氧化物歧化酶的关系[J].植物生理学通讯,1996,32(5):321-327.
- [13] 陈杰中,徐春香.植物冷害及其抗冷生理[J].福建果树,1998,104(2):21-23.
- [14] 李志辉.耐寒性桉树早期选择巨桉种源和家系膜脂脂肪酸组成、含量与抗寒性的关系[J].中南林学院学报,2000,20(3):81-85.
- [15] 何若锡,王光洁,张晓松.草莓在寒驯化中游离脯氨酸含量的变化与耐冻性的发育[J].刘祖祺.植物耐寒性及防寒技术.北京:学术书刊出版社,1990:157-158.

Changes in Cold Resistance Mechanism of Almond Apricot during Variation of Natural Temperature

YANG Xiang-na, YANG Tu-xi, WEI An-zhi, LIU Jian-chao

(College of Life Sciences Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shanxi 712100, China)

Abstract: Changes in 5 cold resistant physiology indexes were investigated in reproductive organs during variation of natural temperature in three main varieties of almond kernel (*Armeniaca vulgaris* Lam). The results showed that, with the variation of natural temperature, lethal temperature (LT₅₀) presented rising trend, superoxide dismutase (SOD) activity and soluble sugar content "M" type change trend, peroxidase (POD) activity and proline content similar variation, overall declining. The order for cold resistance of three varieties as follows: Baiyubian> Youyi> Longwangmao. The cold resistance of different developmental stages as: dormant> bud expanding> flower bud> florescence> young fruiting. According to the variation of cold hardiness, we can take measures in proper period to avoid freezing cold.

Key words: Almond apricot (*Armeniaca vulgaris* Lam); Cold resistance; Physiological indexes