

桃抗寒性研究进展

李小兰^{1,2}, 郝兰兰^{1,2}, 王 鸿^{1,2}

(1. 甘肃省农业科学院林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 综述了桃树抗寒相关的生理生化和分子机理研究进展, 并展望了桃树抗寒研究的发展趋势, 为深入研究桃树的抗寒性机理和培育抗寒品种提供参考。

关键词: 桃; 低温; 生理生化; 分子机理

中图分类号: S662.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)01-0012-06

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.003)

Research Progress on Cold Resistance of Peach Tree

LI Xiaolan^{1,2}, HAO Lanlan^{1,2}, WANG Hong^{1,2}

(1. Institute of Fruit and Floriculture Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. College of Horticulture, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: This paper summarizes the research progress of peach cold resistance, from the perspective of physiological biochemistry and molecular mechanism research, so as to provide a theoretical basis for the future cultivation of cold resistant varieties and gain a prospective understanding about the sustainable development of peach industry.

Key words: Peach; Low temperature; Physiology and biochemistry; Molecular mechanism

桃(*Prunus persica* L.)原产于中国^[1], 属蔷薇科(Rosaceae)李属(*Prunus*)桃亚属(*Amygdalus*), 是我国的主栽果树之一^[2]。温度是影响桃树生长发育及地理分布的一个重要环境因子。我国北方地区冬季气候严寒, 如果发生冻害, 会给桃树生产造成严重的损失^[3]。此外, “倒春寒”的发生, 也会使芽受到损伤, 造成桃树叶片不整齐而且较小, 如果发生在花期或者幼果期, 也会导致花朵或果实受冻, 严重影响桃树产量。我们综述了桃树低温胁迫相关的抗寒生理以及抗寒分子机理研究的相关进展, 旨在为桃树抗寒性机理的深入研究及抗寒品种的培养提供参考, 推动桃产业向可持续化发展迈进。

1 桃树抗寒生理

1.1 脯氨酸与桃树抗寒性

脯氨酸是植物体内广泛分布的渗透物质之

一, 在逆境条件下可以维持细胞内的环境平衡和稳定, 对植物的正常生长具有重要意义。在低温胁迫下, 脯氨酸通过鸟氨酸和谷氨酸两种途径合成并积累, 且脯氨酸的积累量与植物组织的受伤程度成正比^[4]。前人对6个扁桃品种东、南、西和北方向枝条的受伤程度和脯氨酸含量进行研究, 研究发现, 受害程度较轻的南面, 脯氨酸含量也保持在较低的水平^[5]。除此之外, 脯氨酸含量也是衡量植物抗寒性强弱的重要指标。郭守华等^[6]通过对同期成熟桃品种丽红和早凤王越冬枝和芽的脯氨酸含量测定发现, 丽红的越冬枝和芽的脯氨酸含量分别比早凤王高179.76%和25.69%, 证明丽红桃在休眠期和花期均具有较强的抗低温能力。

1.2 丙二醛与桃树抗寒性

植物受到低温胁迫时细胞内的代谢平衡被破

收稿日期: 2021-11-03

基金项目: 国家自然科学基金(31760558); 国家现代农业产业技术体系(CARS-30-1-6)。

作者简介: 李小兰(1996—), 女, 甘肃岷县人, 硕士在读, 研究方向为果树栽培生理。联系电话: (0)18993281827。Email: 2495318239@qq.com

通信作者: 王 鸿(1973—), 男, 甘肃灵台人, 研究员, 硕士生导师, 主要从事果树生理栽培与育种研究工作。Email: wrh991130@126.com。

坏,产生过多的自由基,加剧膜脂过氧化,造成生物膜系统的损伤^[7]。丙二醛(MDA)是膜脂过氧化的最终分解产物,是鉴定细胞膜是否被氧化的重要指标^[8],不仅可以与蛋白质、核酸结合使其丧失功能^[9],还可以使叶绿素降解^[10],降低光合作用。MDA含量还可以反映植物遭受逆境伤害的程度^[11]。对3个抗寒性不同的扁桃品种在越冬和低温处理过程中丙二醛含量测定的结果表明^[12],3个扁桃品种叶片和枝条内的MDA含量变化始终是抗寒性弱的品种晋扁2号最高,抗寒性强的品种英吉沙最低,说明抗寒性弱的品种在低温胁迫下受害程度更高。

1.3 可溶性糖与桃树抗寒性

可溶性糖与植物抵抗严寒之间的关系密切。研究发现,可溶性糖含量可增加细胞液浓度,提高渗透压,从而减少低温对组织细胞的伤害^[13]。牛茹萱^[14]选取9种不同类型桃资源的1年生桃枝条为试验材料,测定其不同低温处理下的可溶性糖含量,结果表明随着温度降低可溶性糖含量不断增加,并在半致死温度时可溶性糖积累量最高,从而起到保护作用。这与郭守华等^[6]对2个不同品种的越冬枝和芽的研究结果相印证。

1.4 可溶性蛋白与桃树抗寒性

与可溶性糖作用相似,可溶性蛋白作为重要的渗透调节物质在植物的抗寒反应中也起着重要作用^[15]。低温胁迫改变原生质膜透性,使大量细胞内物质外渗,可溶性蛋白含量增加,参与细胞的渗透调节,减少外界对植物造成伤害^[16]。兰建彬等^[17]通过测定自然低温和模拟低温胁迫下黄金蒲桃叶片中的可溶性蛋白含量发现,随着温度的降低可溶性蛋白含量不断增加,并随着低温胁迫时间的延长呈明显增加的趋势。与王晨冰等^[18]对品种北京7号桃树的花器及幼果的研究相似。

1.5 相对电导率与桃树抗寒性

细胞膜是分隔细胞和环境的屏障与界面,也是细胞与外界发生物质交换的主要通道,是植物遭受低温胁迫的原初位置,与植物抗寒性关系密切^[19]。植物组织受到低温胁迫时,膜透性发生明显改变,细胞内的可溶性物质及电解质外渗,引起组织浸泡液电导率增大。外渗液电导率的变化

大小可反应植物组织受害程度^[20]。对9个桃树品种在不同低温胁迫下的相对电导率测定发现,在相同的低温条件下,金奥的相对电导率较高,表明低温胁迫时该品种电解质外渗较多,受冻害程度较重;王家庄毛桃相对电导率较低,说明该品种外渗较少,受冻害程度较轻^[21]。

1.6 抗氧化酶与桃树抗寒性

植物遭受低温胁迫时产生大量的自由基和活性氧,引起膜脂过氧化、蛋白质活性降低,导致植物代谢紊乱^[22]。超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)是植物细胞中主要的抗氧化酶,起到清除植物体内有害活性氧、保护细胞膜功能完好的作用。通过对丽红和早凤王桃花雌蕊SOD和POD活性的研究,郭守华等^[6]发现低温处理的2个品种的SOD和POD活性均高于室温处理的,且低温处理的丽红SOD和POD活性均高于早凤王。表明低温刺激有升高SOD和POD活性的作用,也进一步说明丽红比早凤王有较强的低温适应能力。

2 桃树抗寒分子机理

2.1 桃树抗寒相关基因

2.1.1 RNA结合蛋白(RBD) RNA结合蛋白(RNA-binding proteins)是近年来新发现的具有RRM保守区域的家族基因,其主要功能是结合RNA,在植物的生命代谢过程中起着重要作用。前人研究发现,RBD家族*CbGRP*基因在过表达之后能对植物组织和细胞起到保护作用,从而提高植物的抗逆性^[23]。左波等^[24]从品种中华寿桃中提取cDNA,克隆出具有RRM结构域的*PpRBD2*基因,并利用RT-qPCR研究低温胁迫下*PpRBD2*在4个桃品种中(2个抗寒品种,2个冷敏感品种)的表达量变化情况后发现,在不同时间的低温胁迫下,该基因在抗寒桃中的表达量比不抗寒桃更高,且在中华寿桃中始终呈下降趋势。表明*PpRBD2*基因的表达量与桃抗寒性成正比,且中华寿桃的叶片相较于其他3个品种桃的叶片低温适应性更差。

2.1.2 CBF(C-repeat binding factor)转录因子 在冷调节信号通路中,CBF转录因子调控着许多与冷诱导相关功能基因的表达,被认为是应对冷应激的主调节因子,增强该转录因子的作用就能使

植物的抗冷性得到显著提高^[25]。Liang等^[26]分析了桃果实在采后贮藏过程中 CBF 转录因子对低温胁迫的响应, 结果表明 *PpCBF1*, *PpCBF5* 和 *PpCBF6* 基因的转录均受低温诱导。宋艳波等^[27]人以毛桃的基因组 DNA 和 cDNA 为模板, 经过 PCR 和 RT-PCR 克隆 *PpCBF2* 基因, 并利用 qRT-PCR 分析品种早红霞和大久保叶片中 *PpCBF2* 在 4 °C 低温下的表达特性。结果表明早红霞和大久保 *PpCBF2* 基因受低温诱导, 且品种间表达差异与品种抗冷性相关。这与代培红等^[28]对新疆野扁桃 *CBF1* 基因与桃抗寒性相关的结论相似。

2.1.3 MYB (v-myb avian myeloblastosis viral oncogene homolog) 转录因子 植物中最早发现的 MYB 转录因子是玉米的 *CI* 基因^[29]。MYB 转录因子是植物应对非生物胁迫中重要的转录因子家族之一^[30], 其共同特征是在 N 端都具有一段高度保守的 DNA 结合域, 广泛参与植物的生长发育和代谢调控^[31]。申晴等^[32]以 3 个抗寒性不同的桃品种自然越冬的韧皮部为试验材料, 克隆桃 *MYB3* 基因并比较不同温度下 *PpMYB3* 在 3 个桃品种同一部位的相对表达量。结果表明, 在抗寒性较强的毛桃、优 25-3 中 *PpMYB3* 基因的相对表达量随温度降低整体呈下降趋势, 而在不抗寒品种 21 世纪中随温度降低呈上升趋势, 推测 *PpMYB3* 转录因子可能在桃抗寒方面起到负调节作用。Zhang 等^[33]的研究也表明, 过表达 *MtMYB3* 会导致转基因植株对冷胁迫的耐受力减弱。

2.1.4 超氧化物歧化酶(SOD)基因 超氧化物歧化酶作为抗氧化防护系统的关键酶, 在抵御植物低温胁迫过程中发挥着重要作用。SOD 是一种金属蛋白, 根据该蛋白结合的金属辅因子的不同可以将 SOD 酶分为不同的类型。Fe-SOD 是一种较为古老的 SOD, 主要存在于植物的叶绿体中^[34]。申晴等人以桃抗寒性不同的品种为材料, 克隆并分析桃 *Fe-SOD* 基因在不同低温胁迫下不同品种韧皮部中的表达量, 并将 *PpFe-SOD* 基因转化到本氏烟草中获得阳性转基因烟草植株^[35]。结果表明, 随着温度的降低, *PpFe-SOD* 表达量在不同桃品种的韧皮部中整体呈上升趋势, 并且 *PpFe-SOD* 基

因的转基因烟草植株具有更高的耐冷性, 推测该基因与桃树抗寒性呈正相关。

2.1.5 桃 3GT、FAD6、ATP9 和 ATP4 基因 黄佳^[36]基于 TMT 定量蛋白组学分析技术, 挖掘桃抗寒相关基因 *3GT* (花青素 3-O 葡萄糖基转移酶)、*FAD6* (脂肪酸去饱和酶)、*ATP9* (ATP 基因) 和 *ATP4* (ATP 基因), 随后以抗寒性不同的桃品种为试验材料克隆 *Pp3GT*、*PpFAD6*、*PpATP9* 和 *PpATP4*, 并分析自然低温和模拟低温条件下以上 4 个基因在不同桃品种不同部位的表达模式, 结果表明, *Pp3GT*、*PpFAD6*、*PpATP9* 和 *PpATP4* 基因与桃抗寒性具有一定关联。

2.2 桃树响应低温信号的主要途径

2.2.1 Ca²⁺ 信号转导途径与桃树抗寒性 植物受到低温胁迫时, 细胞质中的 Ca²⁺ 浓度会增加^[37]。增加的 Ca²⁺ 浓度被 Ca²⁺ 传感器蛋白解码从而调节外界的胁迫^[38]。Ca²⁺ 传感器蛋白包括钙调蛋白、钙调蛋白样蛋白、Ca²⁺ 依赖性蛋白激酶、钙调蛋白 b (CBL) 和 CBL 互作蛋白激酶 (CIPKs)。牛茹萱^[14]通过对不同低温下的丁家坝李光桃 1 年生枝条进行转录组测序发现, 编码类钙调蛋白的 gene 25406 和 gene1782 以及编码 CBL 互作蛋白激酶的 gene237 在 -15 °C 和 -35 °C 时显著上调。表明特定的受体蛋白可以识别低温诱导, 促进钙调蛋白通路, 激发下游通路响应低温, 从而增加丁家坝李光桃的耐寒性。

2.2.2 类黄酮合成途径与桃树抗寒性 类黄酮是重要的次生代谢物质, 为植物苯丙烷类代谢的分支产物, 影响植物的基础代谢和抗逆反应^[39-42]。当植物处于逆境时, 体内代谢紊乱引起氧自由基超量积累, 应激合成的大量类黄酮物质增强植物体的自由基清除和抗氧化活力^[43]。目前已经证实, 在拟南芥和菠菜等多种植物体中类黄酮积累与植物的抗逆性呈正相关^[44-46]。周平等^[47]对不同时间低温处理的桃树叶片进行转录组分析, 结果当限定校正 $P < 0.05$ 时, 差异基因显著富集于类黄酮合成和芪类等次生物的合成和代谢。其中, 类黄酮合成相关基因在低温处理样品中表达量显著上调, 证实类黄酮物质的合成有利于增强桃树叶片低温耐受, 降低低温伤害。

2.2.3 MAPK 级联通路和 ABA 信号通路与桃树抗寒性 在牛茹萱^[14]对不同低温胁迫下 1 年生枝条抗寒机制的研究,除了表明 Ca^{2+} 信号转导途径在丁家坝李光桃抗寒途径中发挥重要作用外,还发现了 2 个上调的 MAPK 基因 (gene17867 和 gene22219) 以及与 ABA 信号通路相关的 DEGs 显著上调,这说明低温胁迫可以激活丁家坝李光桃的 MAPK 信号通路和 ABA 信号转导途径。而丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)信号通路和 ABA 信号转导途径在植物应对低温胁迫的响应是众所周知的^[48-51],推测 MAPK 信号通路和 ABA 信号转导途径可能在丁家坝李光桃的抗寒过程中发挥作用。

3 展望

我国桃种质资源丰富,已利用东北抗寒的毛桃及琯春桃、河西走廊李光桃为亲本,育成了能抗 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下低温的新品种酒香 1 号、敖东寒桃、铁岭秋桃等,但对于抗寒相关的基因以及抗寒资源的抗寒机理研究方面仍有很大的空间。目前对桃树抗寒性的研究在生理层面居多,分子层面相对较少。抗寒是一种受多基因调控的数量遗传性状,应将抗寒生理学与分子学结合,综合分析各种抗寒指标,为桃抗寒栽培种的培育提供理论基础。并应用分子生物学和基因工程技术,将植物抗寒性与遗传基因、酶系统的多态性等结合起来,进一步探讨桃抗寒本质,改进并加快抗寒桃育种进程,推动桃产业更好发展。

参考文献:

- [1] CAO K, ZHENG Z J, WANG L R, et al. Comparative population genomics reveals the domestication history of the peach, *Prunus persica*, and human influences on perennial fruit crops[J]. *Genome Biology*, 2014, 15(7): 415-430.
- [2] 马之胜, 贾云云, 马文会. 我国桃育种目标的演变、育种成就及目标展望[J]. *河北农业科学*, 2003(7): 99-102.
- [3] 赵秀梅, 牛茹萱, 张帆, 等. 8 个桃品种在兰州地区的抗寒性鉴定[J]. *甘肃农业科技*, 2019(12): 43-46.
- [4] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的累积及其可能的意义[J]. *植物生理学通讯*, 1984(1): 15-21.
- [5] 龚鹏, 李秀霞, 李增萍, 等. 低温胁迫对扁桃枝条细胞膜系统和渗透调节物质的影响[J]. *新疆农业科学*, 2007(5): 561-566.
- [6] 郭守华, 赵香兰, 齐永顺, 等. 桃新品种“丽红”抗寒性研究[J]. *河北科技师范学院学报*, 2004(2): 73-77; 80.
- [7] 陈少裕. 膜脂过氧化对植物细胞的伤害[J]. *科技与创新*, 2018(8): 61-62.
- [8] VELIKOVA V, YORDANOV I, EDREVA A. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants protective role of exogenous polyamines[J]. *Plant Science*, 2000, 151: 59-66.
- [9] HUFF A. Peroxidase-catalysed oxidation of chlorophyll by hydrogen peroxide[J]. *Phytochemistry*, 1982, 21(2): 261-265.
- [10] UPHAM B L, JAHNKE L S. Photooxidative reactions in chloroplast thylakoids. Evidence for a Fenton-type reaction promoted by superoxide or ascorbate[J]. *Photosynthesis Research*, 1986, 8(3): 235-247.
- [11] 王爱国, 罗广华. 植物的超氧化物自由基与羟胺反应的定量关系[J]. *植物生理学通讯*, 1990(6): 55-57.
- [12] 杨晓宇. 扁桃枝叶生理指标与抗寒性相关性研究[D]. 太原: 山西大学, 2010.
- [13] 和红云, 田丽萍, 薛琳. 植物抗寒性生理生化研究进展[J]. *天津农业科学*, 2007, 13(2): 10-13.
- [14] 牛茹萱. 甘肃地方桃资源抗寒性评价及其对低温胁迫的响应机制[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2020.
- [15] TABAEI-AGHDAEI S R, PEARCE R S, HARRISON P. Sugars regulate cold-induced gene expression and freezing-tolerance in barley cell cultures[J]. *J Exp Bot*, 2003, 54(387): 1565-1575.
- [16] 冯献宾, 董倩, 王洁, 等. 低温胁迫对黄连木抗寒生理指标的影响[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(8): 23-26.
- [17] 兰建彬, 刘国花, 唐建民, 等. 黄金蒲桃对低温逆境的生理响应及其抗寒性[J]. *广东农业科学*, 2014, 15: 37-42.
- [18] 王晨冰, 王发林, 万信, 等. 低温胁迫下桃子房和幼果的过冷却点及生理响应[J]. *甘肃农业科技*, 2020(9): 18-22.
- [19] 张捷, 杨淑梅, 王玲. 低温胁迫下 2 个‘竹柳’品系的抗寒性[J]. *林业科学*, 2013, 49(9): 158-164.
- [20] 卢精林, 李丹, 祁晓婷, 等. 低温胁迫对葡萄枝条抗寒性的影响[J]. *东北农业大学学报*, 2015, 46

- (4): 36-43.
- [21] 王召元, 张立莎, 常瑞丰, 等. 桃枝条组织结构与抗寒性的关系研究[J]. 河北农业科学, 2014, 18(4): 29-33.
- [22] SCEBBA F, SEBASTIANI L, VITAGLIANO C. Changes in activity of antioxidative enzymes in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings under cold acclimation[J]. *Physiologia Plantarum*, 1998, 104: 747-752.
- [23] 白慕群. 高山离子芥低温诱导蛋白的鉴定和功能研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2012.
- [24] 左波, 安明燕, 郝艳, 等. 桃 *PpRBD2* 基因的克隆与表达分析[J]. 分子植物育种, 2021, 10(40): 13-29.
- [25] SARAH J G, SARAH G F, MICHAEL F T. Arabidopsis transcriptional activators CBF1, CBF2, and CBF3 have matching functional activities[J]. *Plant Molecular Biology*, 2004, 54: 767-781.
- [26] LIANG L, ZHANG B, YIN X R, et al. Differential expression of the CBF gene family during postharvest cold storage and subsequent shelf-life of peach fruit[J]. *Plant Mol Biol Rep*, 2013(31): 1358-1367.
- [27] 宋艳波, 赵小慧, 王科杰, 等. 桃 *PpCBF2* 基因克隆及其响应低温表达特性研究[J]. 中国农业大学学报, 2020, 25(9): 36-45.
- [28] 代培红, 郭龙, 李月, 等. 新疆野扁桃 *AlsCBF1-A* 基因的克隆及生物信息学分析[J]. 分子植物育种, 2017, 15(1): 71-76.
- [29] PAZ-ARES J, GHOSAL D, WIENAND U, et al. The regulatory c1 locus of *Zea mays* encodes a protein with homology to myb proto-oncogene products and with structural similarities to transcriptional activators[J]. *The EMBO Journal*, 1987, 6(12): 3553-3558.
- [30] 陈威均. 玉米 MYB 家族 *ZmMYB3R* 基因的克隆及抗逆功能研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2016.
- [31] 严莉, 王翠平, 陈建伟, 等. 基于转录组信息的黑果枸杞 MYB 转录因子家族分析[J]. 中国农业科学, 2017, 50(20): 3991-4002.
- [32] 申晴, 殷亚蕊, 武军凯, 等. 桃 MYB3 基因的克隆及表达分析[J]. 河北果树, 2020(2): 8-10; 18; 67.
- [33] ZHANG Z Q, HU X N, ZHANG Y Q, et al. Opposing control by transcription factors MYB61 and MYB3 increases freezing tolerance by relieving c-repeat binding factor suppression[J]. *Plant Physiology*, 2016, 171: 1306-1323.
- [34] 杨利新. 小麦铁超氧化物歧化酶(FeSOD)基因的克隆和表达功能分析[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2014.
- [35] 申晴. *PpFe-SOD* 基因在桃树抗寒过程中的作用和机制初探[D]. 秦皇岛: 河北科技师范学院, 2020.
- [36] 黄佳. 基于 TMT 定量蛋白组学分析技术对桃抗寒相关基因的挖掘[D]. 秦皇岛: 河北科技师范学院, 2021.
- [37] KAZEMI-SHAHANDASHTI S S, MAALI-AMIRI R. Global insights of protein responses to cold stress in plants: Signaling, defence, and degradation[J]. *J Plant Physiol*, 2018, 226: 123-135.
- [38] CHO J H, LEE J H, PARK Y K, et al. Calcineurin b-like protein CBL10 directly interacts with TOC34 (Translocon of the outer membrane of the chloroplasts) and decreases its GTPase activity in arabidopsis[J]. *Front Plant Sci*, 2016, 7: 1911.
- [39] WINKEL-SHIRLEY B. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress[J]. *Plant Biology*, 2002, 5: 218-223.
- [40] AGATI G, AZZARELLO E, POLLASTRI S, et al. Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance[J]. *Plant Sci*, 2012, 196: 67-76.
- [41] BRUNETTI C, FINI A, SEBASTIANI F, et al. Modulation of phytohormone signaling: A primary function of flavonoids in plant-environment interactions[J]. *Front Plant Sci*, 2018, 9: 1042.
- [42] FURTAUER L, WEISZMANN J, WECKWERTH W, et al. Dynamics of plant metabolism during cold acclimation[J]. *Int J Mol Sci*, 2019, 20(21): 5411-5426.
- [43] AGATI G, BRUNETTI C, DI FERDINANDO M, et al. Functional roles of flavonoids in photoprotection: new evidence, lessons from the past[J]. *Plant Physiol Biochem*, 2013, 72: 35-45.
- [44] SCHULZ E, TOHGE T, ZUTHER E, et al. Flavonoids are determinants of freezing tolerance and cold acclimation in *Arabidopsis thaliana*[J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 34027.
- [45] WATANABE M, AYUGASE J. Effect of low temperature on flavonoids, oxygen radical absorbance capacity values and major components of winter sweet spinach (*Spinacia oleracea* L.)[J]. *J Sci Food Agric*, 2015, 95(10): 2095-2104.
- [46] 宋静武, 殷德松, 赵弟广, 等. 核桃叶片内多酚黄酮类成分对低温胁迫的响应[J]. 河北林果研究,

天水市大樱桃产业现状及发展对策

杨焕昱, 杨映红

(天水市果树研究所, 甘肃 天水 741002)

摘要: 分析了天水市大樱桃产业的发展现状和存在的问题, 从优化品种布局, 适地适栽; 采取综合措施, 提高防灾减灾能力; 加强技术培训, 提高果园管理技术水平; 因地制宜, 适度扶持发展樱桃设施栽培; 加大预冷及冷链运输设备投入, 提高果品附加值; 健全市场营销体系, 重视企业品牌培育等方面提出了对策建议。

关键词: 大樱桃产业; 现状; 问题; 对策

中图分类号: S662.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)01-0017-06

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.004)

The Current Situation and Development Countermeasures of Tianshui Big Cherry Industry

YANG Huanyu, YANG Yinghong

(Tianshui institute of pomology, Tianshui Gansu 741002, China)

Abstract: Starting from optimizing the cultivar layout and making it suitable for planting, we analyzed the developmental trend and existing problem. Apart from that, we put forward approaches on taking comprehensive measures to improve disaster prevention and mitigation capabilities; strengthening technical training and improving orchard management skills; adapting measures to local conditions and moderately supporting the development of cherry facility cultivation; increasing investment in pre-cooling and cold chain transportation equipment to increase the added value of fruit; improving the marketing system, and paying attention to the cultivation of corporate brand.

Key words: peach; low temperature; physiology and biochemistry; molecular mechanism

大樱桃[*Cerasus avium*(L.)Moench]又称西洋樱桃、欧洲甜樱桃、甜樱桃、洋樱桃,属于蔷薇科(Rosaceae)樱桃属(*C. Pers.*)植物,起源于欧洲黑海沿岸和亚洲西部,在中国北方地区素有“春果

第一枝”的美称。其果实色泽鲜艳,酸甜爽口,营养丰富,被誉为“果中珍品”,具有很高的经济价值^[1-2]。大樱桃产业是天水地区近年来培育和发展起来的新型特色果品产业之一,在促进农业

收稿日期: 2021-09-14

作者简介: 杨焕昱(1968—),男,甘肃甘谷人,高级农艺师,主要从事果树栽培技术推广和科研管理工作。联系电话: (0938)8301142。

通信作者: 杨映红(1980—),男,甘肃清水人,副研究员,主要从事大樱桃栽培技术研究工作。联系电话: (0)15378886878。Email: 1324013196@qq.com。

2017, 32(1): 34-41.

- [47] 周平,林志楷,郭瑞,等. 低温处理对桃树叶片基因表达及类黄酮合成代谢的影响[J]. 农业生物技术学报, 2021, 29(7): 1283-1294.
- [48] TEIGE M, SCHEIKL E, EULGEM T, et al. The MKK2 pathway mediates cold and salt stress signaling in Arabidopsis[J]. Mol Cell, 2004, 15(1): 141-152.
- [49] ZHAO C Z, WWAN P C, SI T, et al. MAP kinase cascades regulate the cold response by modulating ICE1 protein stability[J]. Dev Cell, 2017, 43(5): 618-

629; 615.

- [50] SINGH A, PANDEY A, SRIVASTAVA A K, et al. Plant protein phosphatases 2C: from genomic diversity to functional multiplicity and importance in stress management[J]. Crit Rev Biotechnol, 2016, 36(6): 1023-1035.
- [51] SINGH A, JHA S K, BAGRI J, et al. ABA inducible rice protein phosphatase 2C confers ABA insensitivity and abiotic stress tolerance in Arabidopsis[J]. PLoS One, 2015, 10(4): e0125168.