

王淑杰
王连君
王家民
杨晓光
马秀华

果树抗寒生理研究进展

本文对果树在越冬前寒冷驯化中细胞组织形态变化、生理代谢、细胞膜透性及胞间物质变化、细胞膜系统及脂质过氧化、遗传物质变化、基因工程等方面进行全面系统地综述,为果树抗寒生理的深入研究、抗寒品种的选育、鉴定提供科学的参考。

1 细胞组织形态变化

低温使植物细胞、组织的原始体孤立、分离。本世纪 40~50 年代金杰里曾指出过抗寒木本植物寒冬时细胞出现原生质体孤立现象,黄义江等(1982)对抗寒性不同的苹果枝条进行对比观察,发现低温使枝条皮层细胞出现质壁分离现象,且抗寒的品种出现得早速度快,胞间连丝中断^[1],姚胜蕊等(1990)对抗寒性不同的桃品种花芽在低温下反应现象进行观察,再次确证了低温使组织原生质体孤立现象的存在。以抗寒品种大久保桃出现早并且发生该现象程度深。春季解除休眠后原生质体仍保持分离状态,恢复缓慢。在花的

不同部分中以髓部和雌雄蕊表现强烈,花萼、花瓣及花托部分相对较弱^[2]。细胞结构及紧密度与抗寒性有关,尹立荣(1990)王丽雪(1994)等对葡萄叶片、枝条组织结构与抗寒性关系进行研究表明:抗寒性强的品种叶片栅栏组织排列紧密且厚,海绵组织排列松弛且薄。枝条木栓层厚,木栓化程度高^[3,4],刘星辉(1990)余文琴(1995)研究常绿树香蕉^[5]、荔枝^[6]叶片细胞结构与抗寒性关系表明,栅栏组织厚度、紧密组织厚度、角质层厚度值与品种抗寒性呈正相关。

2 生理代谢的变化

植物代谢包括物质代谢、能量代谢。而酶可以调节和控制代谢的方向和速率。光合能力是新陈代谢的表现,是能量代谢的特征,低温锻炼过程中光合强度、呼吸强度、水势、酶的构成均发生变化。Smith(1980)指出:“低温下植物光合作用仍保持一定水平,这是提高植物抗寒性所必需的”^[7]。万清林(1990)研究发现,抗寒性强的草莓品种低温下,光合强度高于抗寒性差的品种^[8]。抗寒植物的呼吸强度与秋季维持细胞结构功能的消耗是一致的。邹喻苹(1989)研究葡萄生理特性表明:葡萄组织水势、呼吸速率变化与抗寒力呈线性相关,同时用电镜对气孔开闭度进行观察,开放者不抗寒,闭合者抗寒性强^[9]。植物体内有许多酶参与生化反应,它调节和控制着代谢的方向和速率,同功酶在抗寒锻炼中表现不同形态。吴经柔(1990)测定苹果过氧化物同功酶表明:抗寒性强的品种有两条明显酶带 R₁ 区的 A₁ 带、A₃ 带,不抗寒的品种只有一条酶带 R_m 区的 A₆ 带^[10]。刘宁(1990)研究葡萄叶片指出,抗寒的品种在越冬前的抗寒锻炼中 SOD 同功酶谱带增加。姜卫兵(1990)研究无花果在越冬期间枝皮中同功酶表明:抗寒性强的品种酯酶同功酶谱带少,过氧化物酶同功酶表现不显著。越冬中过氧化物酶和脂酶均有新酶带出现,原有酶带消失。且活性亦发生变化。

3 细胞膜透性及胞间物质浓度变化

植物细胞膜受低温伤害后,细胞膜透性发生改变,从而使胞内、胞间物质浓度发生改变。Lyons(1973)认为植物受低温影响后,细胞膜透性发生不同程度增大,电解质大量外渗,胞间物质浓度增大,使电导率值变大,抗寒性较强的品种细胞受害程度轻,膜透性增大程度轻,且透性变化可逆转易恢复正常。反之,抗寒性差的品种膜透性增加得大,不能恢复正常。吴经柔等反复验证了这一点,并把电导率值作为苹果抗寒性的生理生化指标,对于预测品种、砧木的抗寒性方面有相当的实用价值。万清林研究草莓抗寒生理特性指出:低温不但使膜透性、胞间物质浓度发生改变,并进一步指出可溶性糖、脯氨酸浓度发生改变,在柑桔、葡萄、香蕉上均见类似结论。

4 膜系统与膜质过氧化

随着科学技术的发展,抗寒生理已由细胞生物学水平向分子生物学水平逐步深入。早在 50 年代国外学者 Havman, D. G 提出“超氧化物学说”。70 年代 Fridorich, I 提出“生物氧毒害理论”认为低温使植物体内产生活体氧和自由基(O_2^- , OH^\cdot , O_2)使植物体

内正常代谢平衡被破坏,而活体氧和自由基的积累启动了膜脂过氧化,使生物膜中的结构蛋白和酶聚合交联,改变了这些蛋白的空间构型,从而改变了它们的结构功能和催化功能,各种亚细胞器膜(如叶绿体膜、线粒体膜)也受到损伤,细胞生理功能出现紊乱,最终导致细胞死亡,膜被破坏。

4.1 膜组分、膜相变 孙中海(1990)研究柑桔生物膜组分、膜脂脂肪酸与抗寒性关系表明:膜脂膜中,亚油酸、亚麻酸、棕榈酸含量与抗寒性呈显著相关,磷脂酰胆碱、磷脂酰乙醇胺、溶血磷脂酰胆碱和磷脂酸与抗寒性呈负相关。冬季低温叶片、茎、韧皮部、叶绿体组织器官膜脂脂肪酸不饱和度、种子中亚麻酸、亚油酸与品种抗寒性呈正相关。刘星辉研究香蕉抗寒生理特性得类似结论。苹果、葡萄上均获类似报导。一般认为:膜脂脂肪酸不饱和度增加,膜脂相变温度降低,使膜在低温下保持流动性和液晶相,有利于在低温下进行正常生理功能和避免膜脂凝固造成膜伤害。

4.2 保护酶系统的变化 植物体内存在着活体氧和自由基的清除剂保护酶系统:包括过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、抗坏血酸氧化酶(ASAPOD)能消除这种毒害,维持细胞膜稳定。近些年来学者围绕着酶保护系统作了大量研究工作,我国学者以橙(1983)、柑桔(1989)、无花果(1991)、葡萄(1993)为试材,分别测定CAT酶、POD酶、SOD酶与抗寒性关系均表明:抗寒性强的品种酶活性高,且随着秋末抗寒锻炼的逐步深入保护酶活性下降,以抗寒性强的品种下降幅度小,且与抗寒性呈显著性相关,在香蕉上有类似报导。

5 遗传物质变化及基因工程

核酸是遗传物质的基础,氨基酸以DNA为模板组成多肽,而多肽是构成蛋白质的基本单位,在低温胁迫下其均发生一系列连锁反应。

5.1 核酸含量的变化 低温下DNA不随低温锻炼而变化,RNA含量的增加水平与抗寒性有关。Li和Scise(1969)测一年生苹果枝条,在抗寒力迅速增加的前一周,RNA含量开始增加,SRNA增加38%,两周内RNA增加41%。姚胜蕊等(1991)观察到抗寒大久保桃花芽内RNA含量高于不抗寒的五月鲜,因而可以认为RNA增加能增强植物抗寒性。抗寒的温州蜜柑叶片中细胞器、叶绿体的核糖核酸酶活性明显比抗寒性较低的柠檬品种高。

5.2 氨基酸含量变化 在高等植物研究中发现氨基酸含量与植物抗寒性存在着相关性。LeSaint-Querve(1962)、Sagisaka(1983)相继报导了越冬期间在0℃低温下,植株内亮氨酸、色氨酸、蛋氨酸、丙氨酸含量提高,谷氨酸、精氨酸含量降低。我国学者研究葡萄枝叶在越冬前游离氨基酸含量得出类似结论,并进一步表

明氨基酸含量与葡萄抗寒性呈显著正相关。

5.3 可溶性全蛋白含量变化 随着低温锻炼的深入,可溶性蛋白含量增加,我国学者研究草莓(1987)、桃(1991)、葡萄(1992)等果树均表明,抗寒性强的品种可溶性全蛋白含量高,抗寒锻炼中呈增加趋势,以抗寒性强的品种增加幅度大,抗寒性差的品种增加幅度小,王淑杰(1992)在葡萄研究中进一步指出全蛋白含量与抗寒性呈显著正相关。Seg(1987)用金冠苹果证明低温下有新的抗冻蛋白合成。

在分子生物学日益发展的今天,果树抗寒生理已深入到基因工程领域的研究,在低温胁迫下,果树体内正常蛋白质合成受抑制,但低温中出现一些保护细胞作用的蛋白,人们将编码这些蛋白的基因分离出来,并将其转移到抗寒性差的植株中来提高抗寒性。Hightow et(1991)将比目鱼抗冻蛋白基因afa3和Spa-afa5导入番茄中并在再生植株中检测到基因转录产物和表达产物,抗冻性测定证明,再生植株抗冻蛋白具有活性。美国DANP公司将完成番茄田间试验,这种经遗传工程获得冻融番茄,品质、口感均得到改善,这是世界上第一种经遗传工程获得的水果(或蔬菜),为果树抗寒分子生物学研究展现一个新纪元。

参考文献

- 1 黄义江等.苹果属果树抗寒性细胞学鉴定,《园艺学报》,1982,9(3): 23~ 30
- 2 曾骧等.桃花芽越冬过程中的多糖的积累和质壁分离动态与品种抗寒性的关系,《果树科学》,1991,8(1) 13~ 18
- 3 尹立荣.葡萄枝条组织结构、淀粉、还原糖脂类变化与抗寒性关系,《内蒙古农牧学院学报》,1994,15(4): 1~ 7
- 4 王立雪.葡萄叶片组织结构与抗寒性的关系,《特产研究》 1990. 3
- 5 刘星辉.香蕉叶片组织结构和生理特性和耐寒性的关系,《福建农学院学报》, 1990,19(2): 181~ 185
- 6 余文琴.荔枝叶片细胞结构紧密度与耐寒性关系,《园艺学报》,1995,22(2): 185~ 186
- 7 刘祖祺.《植物抗性生理学》1994,中国农业出版社.
- 8 万清林.草莓抗寒特性分析,《北方园艺》,1990,(8): 4~ 7
- 9 邹喻苹.葡萄抗寒生理特性的研究,《植物学集刊》,1989
- 10 吴经柔.应用过氧化物同功酶测苹果抗寒性,《果树科学》,1990,7(1): 41~ 44

第一作者简介 王淑杰,女 31岁 硕士,讲师,1989年毕业于沈阳农业大学园艺系。1991年读吉林农业大学园艺系研究生,研究方向为果树抗寒生理。参加省科委课题三项,曾在《北方园艺》《吉林农业大学学报》等杂志上发表过数篇论文,并主讲《果树栽培学》等有关课程。

(吉林农业大学园艺系。长春市 邮编 130018)