

# 植物抗寒研究综述

刘慧民,<sup>2</sup>温宇弘,<sup>1</sup>王崑,<sup>3</sup>尤艺

## 1 研究抗寒的植物范围及其园林植物种类

到目前为止,有关植物抗寒能力方面的研究报道很多,抗寒研究主要围绕着蔬菜、果树等园艺资源和大田作物资源展开。在园林植物方面,我们查阅了相关文献,只见到了对白皮松、银杏、杨树、杂交杨、青杨、柿树、桉树、桑树、刺槐、紫穗槐、杏树、苹果树、樱桃树、杜鹃、月季、梅花、无花果等<sup>[1-11]</sup>园林绿化树种及草坪植物的抗寒研究报道。

## 2 抗寒的生理生化基础研究

人们在对植物抗寒能力的深入研究中发现,在寒冷或过冷的环境中,植物的内部代谢、生理生化途径、物质转换均发生了不同的变化,具体研究了如下方面。

### 2.1 与抗寒有关的生理生化或代谢指标及其筛选、动态变化规律的研究

王丽雪等在研究了葡萄枝条中蛋白质和过氧化物酶活性变化与抗寒性的关系后认为:在越冬期间,全蛋白含量的提高和过氧化物酶活性的提高是抗寒力强的表现<sup>[12]</sup>。王淑杰、王荣

福、莫力根等人在研究越冬期间葡萄枝条中淀粉、还原糖、脂类物质、氨基酸、可溶性糖含量的变化中发现,这些保护性物质的含量均呈大幅度的上升和递增趋势<sup>[13]</sup>。刘隽宁报道了葡萄枝条越冬期间超氧化物歧化酶的变化情况<sup>[16]</sup>,接下来刘鸿克等人又对不同耐寒能力的黄瓜幼苗子叶细胞中的超氧化物歧化酶受温度影响的变化性做了细致的研究,同时又对亚热带作物过氧化物酶和酯酶同工酶受温度影响的变化性做了全面报道。人们对传统的糖、蛋白质、氨基酸做了详尽的研究后,同时转入了对各种氧化酶与抗寒能力关系的研究中。与此同时另一领域的研究又有了新的发现与进展,张永和等人在20世纪80年代初就开始研究苹果膜脂脂肪酸与冻害的关系,王洪春同时研究了葡萄膜脂脂肪酸组分与抗寒性的关系,后来王洪春、简令成综述了多种抗寒作物、蔬菜、果树等膜脂脂肪酸与抗寒性关系的研究结果,即不饱和膜脂脂肪酸含量的高比值是抗寒性强的生理基础。胡荣海用电导法研究了植物的电导率与抗寒性的显著相关性<sup>[11-14]</sup>。另外,罗正荣研究了植物激素与抗寒能力的关系,研究表明,随着外界环境寒冷程度的加剧,植物体内ABA、乙烯的浓度迅速提高。赵子学认为脱落酸可以提高作物的抗冻性。郭确、沈岳清先后报道了可以利用ABA和多效唑分别提高水稻幼苗和油菜抗寒抗冻能力的成果。综上所述,人们在抗寒领域集中研究了电导率、内源激素、膜脂脂肪酸、氨基酸、氧化酶及其同工酶、可溶性全蛋白、可溶性糖含量的变化与抗寒能力的关系,发现在抗冷抗寒的过程中,这些指标均呈显著递增趋势,与抗寒能力呈现显著相关性;同时发现,不同种类植物与抗寒呈现显著相关的生理生化指标并非完全相同。

### 2.2 建立在生理生化基础上的植物抗寒能力的鉴定理论及

其鉴定技术的研究

人们对抗寒实质研究透彻后,开始将理论应用于实践活动中,力求寻找植物抗寒能力的鉴定方法和技术。牛立新在20世纪90年代初期对葡萄抗寒性三种鉴定方法进行了比较研究,认为建立在生理生化基础上的比较分析法是完善科学的鉴定方法,简令成、苏维埃、张永和等人同时采用膜脂脂肪酸分析技术分析和鉴定作物和果树幼树早期的抗寒能力,刘友良对生理鉴定法,膜脂脂肪酸分析技术做了比较,王佩芝又采用电导法鉴定植物的抗寒力,高吉寅采用在亚致死低温下理化指标的变化鉴定不同冬小麦品种的抗寒性,胡荣海用质膜透性鉴定玉米幼苗的抗寒性,陆世钧等人成功地应用生理鉴定分析黄瓜不同品系的抗寒力,Raja CB等人在20世纪90年代初期运用了先进的细胞悬浮培养法进行葡萄细胞抗寒性筛选,这是迄今最先进的深入到细胞水平的抗寒鉴定技术。目前由于这种方法技术要求高,成本过高,在国内尚未有报道。综前所述,在总结抗寒鉴定技术和方法上,对不同的植物种类或同一种类的不同品系,任庆棉认为可采用电导法、生理法、形态法、质膜透性、膜脂脂肪酸分析技术等先进方法进行鉴定。

## 3 对植物不同器官或部位、不同生育期抗寒能力的研究

随着抗寒领域的广泛拓宽,对抗寒的研究也进行到深入阶段,由面过渡到线再进入到点的研究。从某一点切入进行深入研究,使对植物抗寒的研究具备了深度和广度。Bour TF等对美国阿肯色州四种基因型葡萄的主芽抗寒性进行了专门研究,从品种体系中,在器官水平上给予了比较。肖永瑚对玉米在不同生育期的耐冷性做了研究,比较出玉米不同生育期耐冷的差异性。赵宝美等人研究了小麦拔节期冻害与防治技术。此外,还有许多对小麦苗期和玉米苗期,作物顶端生长点处抗寒的研究,针对作物抗寒力相对薄弱的器官或生育阶段,在栽培上配合相应的措施,以保证生产的正常进行。

## 4 抗寒的形态结构及其超微结构的研究

植物体内细胞的膜系统以及细胞器膜体系,与植物抗寒抗冷均有密切关系。当植物遭受寒冷时,其生物膜发生相变,膜结构也随之发生改变,进而使膜上酶活性发生变化,引起细胞生理生化过程异常。高吉寅研究亚致死低温下冬小苗生长点细胞超微结构的变化,发现细胞膜透性变大,细胞器(叶绿体、线粒体)膜(双层)层次模糊,马莹莹等人也研究了低温下玉米幼苗线粒体结构与功能的变化,宋良图对甘蓝型油菜抗寒性的形态生理学做了研究。如上所述,人们在对抗寒的研究中发现,寒冷的环境不仅影响植物的系列理化变化,同时也影响植物形态结构的改变,并多集中在对质膜系统的研究上。

## 5 研究抗寒的实验技术与实验手段的发展

实验原理与理论的深入发展,使实验技术更加完善,实验手段更加先进。抗寒领域的研究也取得了同样的成果。除运用传统的愈创木酚法外,孙文全采用联苯胺比色法测定果树中POP的活性,克服了H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>不稳定而对实验带来的影响。苏维埃等报道了用高效气相色谱仪检测膜脂脂肪酸的分析技术,用先进的实验原理完成了对膜脂脂肪酸的定性定量分析。吴颂如等在20世纪80年代末开创了用酶联免疫法(ELISA)测定植物内源激素的方法,采用过层析柱的原理,一次完成内源激素的分离、纯化和定量分析,克服了传统的液相色谱法分离效果不好、含量低而检测不出的弊病。但ELISA分析法成本高,分析时间长,这是它难以克服的缺点。

## 6 抗寒栽培技术与措施的研究

### 6.1 栽培技术的研究

抗寒栽培技术除传统的灌溉封冻水,发根水外,还采用地膜覆盖技术,防寒覆盖,防寒修剪,秋冬软化栽培,合理施肥与营养等栽培措施。

### 6.2 提高作物抗寒能力的研究

目前人们主要采用对作物外施外源物质诱导提高作物的抗寒性。所采用的外源物质多为激素,激素是抗寒基因表达的启动因子,植物的生长和抗寒锻炼,与其体内激素含量的动态消长关系密切相关。研究发现,植物生长旺盛时,赤霉素含量高,当秋季低温来临时,赤霉素含量减少,而脱落酸含量增加。刘祖琪等人研究,用 100 mg/kg~200 mg/kg(毫克/公斤) ABA 或 10 mg/kg~20 mg/kg(毫克/公斤) ABA 喷施或灌施柑桔于晚秋季节,可相对增加其耐寒力 1.8℃~2.6℃;用 100 mg/kg~200 mg/kg(毫克/公斤)的马来酰肼喷施柑桔,相对增加耐寒力 1.0℃~2.8℃。甘吉生等人用黄腐酸喷施冬小麦,也提高了冬小麦的抗寒能力。许绍惠等人用油菜素内酯对白皮松幼苗进行抗寒诱导,发现抗寒生理效应显著。综合人们的研究结果发现,目前有脱落酸(ABA)、矮壮素(CCC)、比久(B<sub>9</sub>)、马来酰肼(MH)、多效唑(pp333)等激素种类广泛用于作物、蔬菜、果树的抗寒诱导。此外,CaCl<sub>2</sub> 由于具有稳定生物膜的功能,而细胞膜体系的稳定性又与抗寒能力成正相关,因此 CaCl<sub>2</sub> 亦被用于抗寒诱导。

### 6.3 抗寒育种途径

抗寒育种是防寒抗冻的根本途径,长期以来已育成不少抗寒新品种,对避免和减少寒害损失起了作用。

**6.3.1 杂交育种** 是培育新品种的有效方法,植物的抗寒性是受多基因控制的数量性状,若杂交亲本都具有较高的抗寒性,则有利于在杂交后代中,增加抗寒性的积累,培育出更抗寒的新品种。推广应用到新疆的冬小麦品种新冬1号,就是由3个抗寒性较强的亲本杂交选育出来的;我国的小麦和黑麦、小麦和冰草的杂交,都已取得成功,并在高寒山区推广种植小黑麦品种;苏联也培育出小黑麦 46/131、434/154、527/30、小鸫杂交1号、48号和186号。在法国培育出来的抗寒、早熟、高产新的玉米品种,使玉米在法国的种植从南部扩大到北部;在日本,由于培育出水稻抗寒新品种,使高寒的北海道地区的水稻种植面积不断扩大,并获稳产高产。

**6.3.2 选用抗寒性强的砧木品种** 在砧木育种方面日本进展较快,已培育出23个品系的香橙和30个营养系的枳,枳砧807号和576号是抗寒丰产的优良营养系;美国采用枳与柑桔杂交,再用栽培种回交F<sub>1</sub>代,获得抗寒稳产的新品种;苏联选育出5个种间杂种的温州蜜柑×柚子,后代植株抗寒性增强,能耐-10℃~-12℃低温,果实早熟。我国抗寒砧木的育种也成绩突出,先后挖掘出枳壳、枳橙、真橙、香橙抗寒砧木品系。

**6.3.3 抗寒的细胞工程和基因工程** 利用细胞遗传工程在低温条件下,直接筛选抗寒细胞突变体或杂种细胞;在单细胞水平上,筛选抗寒细胞系,或用理化手段诱变处理,筛选抗寒突变体;通过原生质体融合,细胞杂交技术,将亲本的抗寒基因汇于一个细胞内,再筛选抗寒杂种细胞;导入外源抗寒基因。

1989年Güler首先证明了鱼抗冻蛋白渗透到植物组织中,使组织冰点下降,抗寒性提高。1990年Georgas等合成了比目鱼抗冻蛋白基因,将其导入植物细胞(玉米原生质体)后得到表达,进一步Hightowet于1991年将比目鱼抗冻基因spa3和spa-afa5导入烟草和番茄中,并在再生植株中检测到基因的转录产物和表达产物,抗冻性测定证明再生植株的抗冻蛋白

具有活性。王锋在1996年发表的植物抗寒基因工程进展中阐明,植物抗寒基因工程可以在不影响作物产量、品质情况下通过基因工程手段培育抗寒作物新品种。目前,应用于植物抗寒基因工程的基因包括两大类:植物抗寒基因与鱼的抗冻蛋白基因。文中综述了两类基因的结构特点与抗寒机理,介绍了这两类基因应用于植物抗寒基因工程的研究情况及进展,并展望了今后的研究方向及应用前景。

### 参考文献:

- [1] 陈友民等. 园林树木学[J]. 中国林业出版社.
- [2] 杨敏生. 白杨杂种无性系的抗寒性[J]. 东北林业大学学报, 1997(25): 20~23.
- [3] 贾梯等. 发展抗寒梅花中几个问题. 花木盆景[J], 1997(2): 14~16.
- [4] 孙蕾等. 无花果不同品种抗寒性研究初探[J]. 经济林研究[J], 1997(15): 30~33.
- [5] 沈漫. 不同抗寒性的杜鹃品种叶片脂肪酸组成差异性比较分析[J]. 南京林业大学报.
- [6] 吴林等. 我国果树冻害及抗寒性研究进展[J]. 特产研究, 1997(3): 24~27.
- [7] 王飞等. 用电导法配合 Logistic 方程确定杏花期的抗寒性[J]. 西北农业大学学报, 1997(2): 59~63.
- [8] 杨敏生等. 白杨杂种无性系抗寒性生理指标[J]. 动态分析植物生态学报, 1997, 21(4): 367~375.
- [9] 张国珍等. 八种引种草坪植物的抗寒性比较分析[J]. 植物研究, 1997, 17(2): 200~206.
- [10] 刘国华. 桉树抗寒生理指标的筛选研究[J]. 植物研究, 1997, 1(3): 5~10.
- [11] 袁玉欣等. 低温诱导对紫穗槐、刺槐抗寒性的影响[J]. 植物生态学报, 1996, 20(1): 65~73.
- [12] 王丽雪等. 葡萄枝条中蛋白质、过氧化物酶活性变化与抗寒性的关系[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1996, 1(17): 45~49.
- [13] 王淑杰等. 葡萄枝条中蛋白质、过氧化物酶活性变化与抗寒性的关系[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1996, 1(17): 45~46.
- [14] 武兰芳. 植物的抗寒性研究[J]. 国外农学, 1997, 2, 35~37.
- [15] 沈漫等. 植物抗寒机理进展[J]. 植物学通报, 1997, 14(2): 1~8.
- [16] 刘鸣远等. 芸香抗寒生理的初步研究[J]. 植物研究, 1997, 17(2): 190~194.
- [17] 尹旭彬等. 提高黄瓜抗寒力的七项措施[J]. 吉林农业大学学报, 1997(10): 19~23.

(1. 东北农业大学园艺学院, 哈尔滨市 150030; 2. 呼兰县春城园林绿化有限公司; 3. 阿城市农委 150300)

## 2004年《特种经济动植物》征订启事

《特种经济动植物》杂志是由中华人民共和国农业部主管、中国农业科学院特产研究所主办的国家级科技类期刊, 公开发刊, 月刊, 每月10日出版。

报道内容: ①特种经济动物: 毛皮动物、经济(野生)动物、经济昆虫、珍(野)禽、观赏动物, 国内外畜禽优良品种、肉用犬、水(海)产动物、各地特有动物。②特种经济植物: 经济植物、药用植物、野生(名特)果树、观赏、油料、纤维、香料、饲料、蜜源、园林草坪、海(水)生, 防风固沙(氮)、热带等植物, 高产作物, 野生(名特)蔬菜, 九州名产, 食用真菌等的栽培、加工、植物保护等。③信息: 全国毛皮市场及世界毛皮拍卖会行情, 全国十大中药材市场动、植物类中药材当月市场行情、发展前景及其权威预测, 专家论坛, 专家提醒等。

订阅办法: 可随时直接由邮局汇款到我部订阅, 邮失可补; 或到全国各地邮局(所)订阅。邮发代号12-183。每期(册)3.6元, 全年43.2元(含邮资), 保证邮寄准时快捷。

通信地址: 吉林省吉林市左家镇鹿鸣大街15号 联系人: 周淑荣  
邮编: 132109 电话: (0432)4702060 传真: (0432)4701260  
E-mail: tcsxxzl@public.jl.jl.cn