

北方果园霜冻防御

Beifang Guoyuan Shuangdong Fangyu

张晓煜 万信 李红英 张磊 等 编著



气象出版社

China Meteorological Press

北方果园霜冻防御

张晓煜 万信 李红英 张磊 等 编著

内容简介

本书是公益性行业(气象)科研专项“中国北方果树霜冻灾害防御关键技术研究”(GYHY201206023)项目组近三年来主要防霜科研和实践工作的结晶,也是广大科技工作者在果园防霜方面多年的实践经验和创新成果的总结。全书从霜冻的概念入手,分析霜冻的形成条件、霜冻发生规律,结合各类果树的霜冻指标,综合总结霜冻预报、预警和防御的成功经验,提出工程防霜、系统防霜的基本理论框架和防霜技术规范,从霜冻发生的全过程提出防霜的组织管理程序,将霜冻规律与防御途径的新发现、新认识贯穿于防霜实践,并列举防霜成功实例,为北方果园防霜提供理论和技术支撑。本书可供农业、林业、农业气象等领域从事科研、教育、生产的科技人员和果园种植户参考,也可由政府、林果、气象部门防灾规划制定、防霜工程布设和防霜预案的制定提供技术支持和理论参考。

图书在版编目(CIP)数据

北方果园霜冻防御/张晓煜等编著.

—北京:气象出版社,2015.1

ISBN 978-7-5029-6092-6

I. ①北… II. ①张… III. ①果园—霜冻—防御

IV. ①S425

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 026464 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.qxchs.com>

责任编辑:王元庆

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京京科印刷有限公司

开 本:710 mm×1000 mm 1/16

字 数:233 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版

定 价:46.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxchs@cma.gov.cn

终 审:黄润恒

责任技编:吴庭芳

印 张:13

彩 插:6

印 次:2015 年 1 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

《北方果园霜冻防御》编委会

主 编：张晓煜

副主编：万 信 李红英 张 磊

编 委：(以姓氏拼音字母为序)

曹 宁	陈卫平	陈豫英	段晓凤	范锦龙
郝 璐	何建川	黄彬香	李国梁	李红英
李淑珍	刘 静	刘 娟	刘 璐	马国飞
马力文	马 宁	曲亦刚	苏 龙	孙艳敏
孙艳桥	孙忠富	田 磊	万 信	王 静
王景红	卫建国	夏国宁	相 云	许彦平
杨彬云	姚晓红	尹宪志	袁海燕	翟 涛
张 磊	张维敏	张晓煜	赵兔祥	朱永宁

桃花迎春



梨花又开放



杏花含苞待放



苹果花吐艳



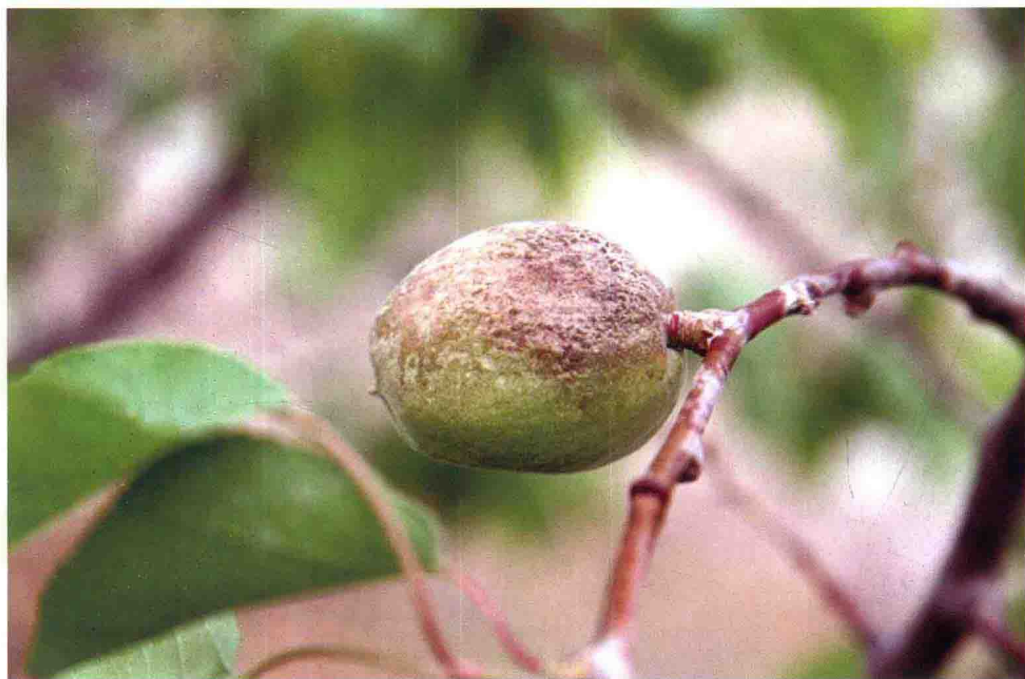
严重受冻的杏花



受冻的李子



受冻的杏



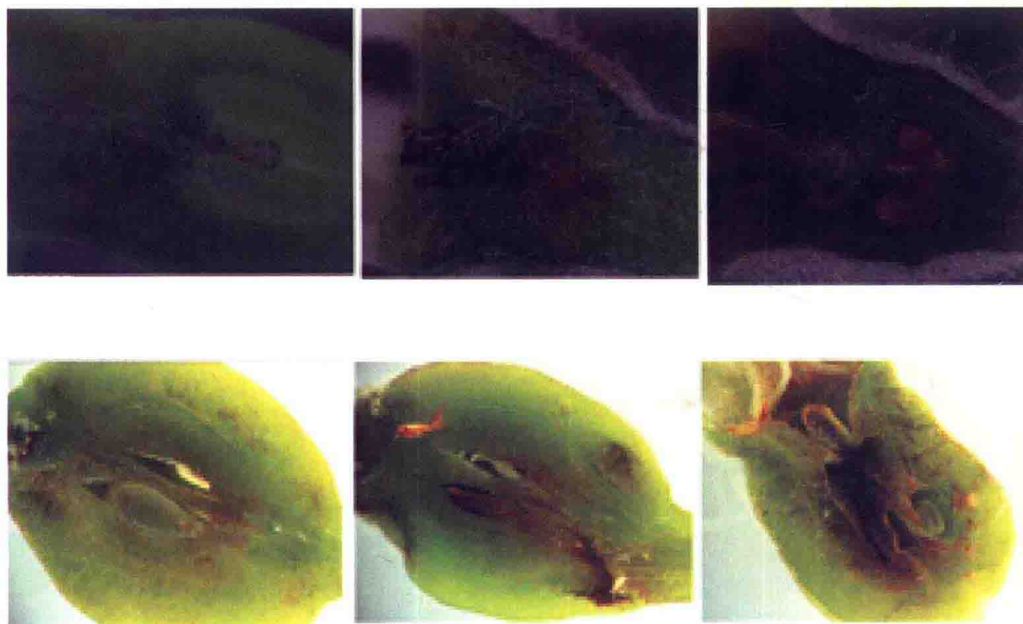
幸存的苹果



苹果的子房显微观察



苹果的幼果显微观察



野外霜冻试验



霜冻调查



防霜烟雾弹



防霜机保护下的李子树



防霜齐防霜



硕果累累



秋天的颜色



丰收的喜悦





序 一

霜冻是我国主要农业气象灾害之一。“四月八,黑霜杀”、“清明断雪,谷雨断霜”,“晚稻就怕霜来早”等农谚反映了霜冻的危害。为减轻霜冻灾害对农业的影响,我国劳动人民在长期生产实践中积累了大量的霜冻预测和防御实践经验。早在 2000 多年前西汉时期的《汜胜之书》就记载有:“植禾,夏至后八十九十日,常夜半候之,天有霜若白露下,以平明时,令两人持长索相对、各持一端,以概禾中,去霜露,日出乃止。如此,禾稼五谷不伤矣”;1500 年前北魏的贾思勰《齐民要术》第四卷指出:“凡五果,花盛时遭霜,则无子。常预于园中,往往贮恶草生粪。天雨新晴,北风寒切,是夜必霜,此时放火作煴,少得烟气,则免于霜矣”。作为具有悠久历史的农业大国,我国关于霜冻的研究主要集中在粮食作物和蔬菜方面,关于经济作物,特别是果树霜冻防御理论与技术的研究明显不足,严重制约着北方果树产业的快速和高质发展。

以张晓煜研究员为核心的霜冻研究团队,在公益性行业(气象)科研专项“中国北方果树霜冻灾害防御关键技术研究”支持下,组织我国霜冻研究优势单位:中国农业科学院、中国农业大学、国家卫星气象中心、宁夏气象科学研究所、河北省气象科学研究所、陕西经济作物气象台、西北区域气候中心和北方果业部门的科技人员,联合攻关,在北方果树霜冻灾害理论与防御技术方面取得了丰硕的研究成果。针对我国果树霜冻防御理论与技术研究的严重不足,组织和开展了大量的基于野外移动霜冻试验箱控制试验和野外定位观测实验,系统阐明了北方果树霜冻的成因、发生发展规律和调控机理,进一步丰富了果树霜冻的知识;研发了果树霜冻指标与监测预警评估技术;创新性地将工程防霜概念引入果树霜冻防御技术研究,发



明了果园防霜烟雾弹和移动火墙等果树霜冻防御技术,规范和评估了果树防霜技术;研制了北方果园霜冻控灾专家决策支持系统,有力地促进了相关业务服务质量与水平的提高。项目的研究成果不仅将果树霜冻防御理论推进到了系统工程防霜的新高度,而且有效地促进了果树霜冻灾害防御业务水平的大幅提高,是科研成果与业务服务高效结合的范例。

《北方果园霜冻防御》不仅体现了霜冻研究团队近年来的科技攻关创新成果和实践经验,也是作者们多年来从事果树霜冻防御理论与技术研究成果的系统集成。全书围绕北方果园霜冻防御理论与技术实践,系统阐述了北方果园的霜冻成因与形成条件,霜冻发生发展规律,霜冻指标,霜冻监测、预警、评估,防霜技术,防霜工程和防霜成功案例,将霜冻规律与防御途径的新发现、新认识、新技术贯穿于防霜实践,体现了果园防霜理论和实践的有机结合,是迄今为止我国果园霜冻研究最全面系统的成果集成。在该书即将出版之际,我谨向各位作者取得的成绩表示祝贺,向奋战在果树防霜一线的霜冻研究团队的敬业精神、求真务实的科学态度表示崇高的敬意,向在寒冷的霜冻夜晚彻夜坚守果园防霜一线的防霜人员表示衷心的感谢。

厚德载物,天道酬勤。愿霜冻研究团队再接再厉,开拓进取,不断推进果树防霜理论和技术研究,在霜冻防御理论与技术研究中取得更大的创新性进展,用不断创新的科技成果支撑果树产业高产、优质、高效和可持续发展。

(中国气象科学研究院研究员 周广胜)

2015年1月8日



序 二

霜冻是农业生产上的重大灾害。虽然中国古代劳动人民已经积累了不少防霜的经验,新中国成立以来也陆续进行了防霜技术的研究,取得不少成果,但主要集中在大田作物,对于果树霜冻发生规律和防霜技术的研究仍较薄弱,不能适应果业生产迅速发展的需要。为此,中国气象局组织开展了公益性行业(气象)科研专项“中国北方果树霜冻灾害防御关键技术研究”(GYHY201206023),这是我国在果树防御霜冻方面开展的迄今规模最大和水平较高的重大专项研究,经过三年来的工作,取得了可喜的成果。本书在总结前人防御果树霜冻研究成果的基础上,全面反映了该专项研究取得的成果,在以下几个方面有明显的创新。

首先是对于霜冻灾害的认识。随着全球气候变暖,不少人以为像霜冻这类低温灾害就自然减轻甚至消失了。本书从生产实际出发,指出随着气候变化,农业生产上的霜冻灾害实际在加重,尤其是果树生产。这是由于随着气候变暖,植物的发育进程也在改变,春季终霜冻提前结束,植物的开花也提前了;秋季初霜冻推迟到来,植物的落叶或休眠也在延后,霜冻风险并未由于气候变化而减少。加上气候的波动加剧,植物的脆弱性增大,有些地区过度北扩或盲目引种不耐寒品种,导致我国农业生产上实际发生的霜冻灾害日益频繁和加重,针对霜冻灾害的新特点开展防霜冻技术的研究势在必行。

第二是对于果树霜冻灾害发生规律的新认识和果树霜冻监测预报以及农业气象业务体系建设的开创性工作。由于果树要比大田作物高大,开花、分枝与结果呈立体分布,果园小气候与霜冻发生规律以及果树霜冻生理都远比大田作物复杂。该专项研究人员运用现代信息技术,开展了多地、多点、不同季节和不同方法的立



体观测,取得了大量资料,对果园小气候、果树霜冻时空分布和果树霜冻危害特征都给出了更加精确的描述和全面的分析,并进行了多次成功的监测和预报,在我国首次建立起比较完整的果树霜冻监测、预报和农业气象服务的方法体系。

第三是在防霜冻技术的集成创新上取得了突破,初步实现了主要防霜技术的规范化和标准化。以往的防霜技术研究主要针对传统农业的小规模经营,依靠经验判断,以劳动密集型技术措施为主。针对现代集约化、规模化经营的果园生产,本书提出了工程防霜和系统防霜的基本理论框架,制定了若干防霜技术规范,提出防霜全过程的组织管理程序,并在多点进行了试验示范,取得了显著减灾成效。

由于各种条件的限制,本书仍有若干不足,例如对于南方果树霜冻发生规律和防霜技术基本没有涉及。由于那里的霜冻主要发生在冬季,且以亚热带和热带果树为主,与北方的情况有所不同。尽管如此,本书的出版在我国果树霜冻与防霜技术研究领域仍然具有里程碑的意义,将促使我国果树防霜的农业气象业务和果树生产霜冻灾害的防灾减灾工作提高到一个新的水平。本人虽然从事农业减灾研究数十年,但对于果树防霜方面知之甚少,阅读本书受益匪浅。在此,我对本书的出版表示祝贺,并对本书的作者们表示衷心的感谢与敬佩。预祝本书作者们在今后的科研中取得更大的成绩。

(中国农业大学教授 郑大玮)
2014年9月10日