

农作物低温冷害 及其防御

潘铁夫 方展森 编著
赵洪凯 卢庆善



农业出版社

农作物低温冷害及其防御

潘铁夫 方展森 编著
赵洪凯 卢庆善

内 容 提 要

本书分为四部分。第一部分绪论,对农作物冷害减产和研究情况加以概述。第二部分为基础知识,共四章,包括低温冷害的概念及其类型,低温冷害减产的原因及生理机制,农作物冷害的诊断,农作物耐冷性鉴定。第三部分,两章,对水稻、玉米、高粱等作物冷害发生及防御措施加以论述,这是本书的重点。第四部分,一章,为霜冻及其防御。

本书可供农业科技人员、农业院校师生、以及各级农业工作人员等参考。

农作物低温冷害及其防御

潘铁夫 方展森 编著
赵洪凯 卢庆善

农业出版社出版(北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 天津新华印刷三厂印刷

787×1092毫米 32开本 6.75印张 139千字

1983年5月第1版 1983年5月天津第1次印刷

印数 1—8,800册

统一书号 16144·2562 定价 0.72元

前 言

低温冷害是我国主要的气象灾害之一，对农业生产威胁很大，在北方地区水旱田作物经常发生，南方地区水稻和一些喜热作物也曾多次出现冷害。为了实现农业增产稳收，提高人民生活，必须注意防御低温冷害。

我国劳动人民在党的领导下，在与低温作斗争中积累了丰富经验，科研单位进行了大量的科研工作，取得了一定的成果。集中这些经验和成果，加以系统整理，用于指导生产，以利提高作物对低温的抗御能力。

国内外的经验证明，要抗御低温冷害必须采取综合措施。书中对低温冷害的发生概况，低温冷害类型，作物冷害生理机制，冷害诊断，农作物耐冷性鉴定，水稻、玉米、高粱、大豆、棉花的低温冷害及其防御，霜冻及其防御等各个方面分别加以叙述。具体措施与理论阐述相结合，国内与国外相结合。力图系统、全面地综述群众抗御低温冷害经验和科研成果。由于低温冷害的发生和抗御措施具有地区性特点，必须注意因地制宜地加以运用。

本书各章节的编写单位和人员：第一、二章和第七章第一、二、五节，为吉林省农业科学院潘铁夫；第三、四章和第七章第四节，为辽宁省农业科学院卢庆善；第五、八章和

第七章第三节，为黑龙江省农业科学院赵洪凯；第六章，为吉林省农业科学院方展森。

本书编写过程中，承中国农业科学院，黑龙江、辽宁、吉林省农业科学院及其他有关单位的领导和同志们大力支持和帮助，并得到各有关单位提供的大量资料和建议，这里一并表示谢意。由于编写人员水平有限，不当之处，希望广大读者批评指正。

一九八一年八月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 农作物低温冷害概述	(1)
第二节 国内外低温冷害的研究概况	(8)
第二章 低温冷害及其类型	(7)
第一节 低温冷害的概念	(7)
第二节 农作物低温冷害的类型	(8)
一、延迟型冷害	(9)
二、障碍型冷害	(9)
三、混合型冷害	(10)
第三节 低温冷害的气候类型	(10)
一、低温多雨型	(11)
二、低温干旱型	(11)
三、低温早霜型	(11)
四、低温寡照型	(11)
第三章 低温冷害减产的原因及生理机制	(13)
第一节 低温冷害减产的原因	(13)
一、气象条件与冷害	(13)
二、栽培条件与冷害	(19)
三、低温冷害对产量构成因素的影响	(23)
第二节 作物冷害的生理机制	(25)
一、低温对作物生理过程的影响	(25)

二、低温引起作物的生理失调	(29)
三、低温对作物营养生长的影响	(30)
四、低温对作物生殖生长的影响	(34)
五、农作物冷害机制的生物膜理论	(37)
第四章 农作物冷害的诊断	(42)
第一节 冷害诊断的意义	(42)
第二节 冷害诊断的方法	(43)
一、积温法	(43)
二、叶龄法	(45)
三、分蘖与生长量法	(47)
四、水稻障碍型冷害最大感受期的推算法	(49)
第五章 农作物耐冷性鉴定	(54)
第一节 耐冷性鉴定的意义	(54)
第二节 耐冷性鉴定方法	(56)
一、自然鉴定方法	(57)
二、人工控制环境设施鉴定法	(62)
三、植物生理学鉴定方法	(66)
第六章 水稻冷害及其防御	(70)
第一节 我国各地水稻冷害及解决途径	(70)
一、北方寒冷地区单季早粳的冷害	(70)
二、华北麦茬稻的冷害	(74)
三、南方双季稻的冷害	(75)
四、西南高原的水稻冷害	(78)
第二节 抗御水稻冷害的技术措施	(80)
一、培育早熟高产耐冷品种	(81)
二、防御冷害栽培技术	(84)
第七章 旱田作物低温冷害及其防御	(117)
第一节 玉米的低温冷害	(117)

一、低温对玉米生育的影响	(117)
二、低温对玉米产量的影响	(128)
三、低温对玉米危害的关键期	(131)
四、玉米的冷害类型	(133)
第二节 高粱的低温冷害	(137)
一、低温对高粱生育的影响	(137)
二、低温对高粱产量的影响	(147)
三、低温对高粱危害的关键期	(153)
四、高粱的冷害类型	(154)
第三节 大豆的低温冷害	(156)
一、低温对大豆出苗的影响	(158)
二、低温对大豆前期生育的影响	(159)
三、低温对大豆开花、结荚的影响	(159)
四、低温对大豆植株养分的影响	(162)
第四节 棉花的低温冷害	(163)
一、低温对棉花生育的影响	(163)
二、低温对棉花产量的影响	(166)
三、低温对棉花品质的影响	(167)
第五节 旱田作物冷害的防御措施	(169)
一、搞好农作物品种区划, 选用早熟、耐冷、高产品种	(169)
二、适时早播, 缩短播期, 一次抓全苗	(174)
三、增施优质农家肥和磷肥, 合理施用氮肥	(176)
四、地膜覆盖, 育苗移栽	(178)
五、早管细管, 采取综合栽培措施, 促进作物早熟高产	(182)
六、搞好农田基本建设, 改变生产条件, 增强抗灾能力	(183)
第八章 霜冻及其防御	(186)
第一节 霜冻及其危害	(186)
一、霜冻的概念	(186)
二、霜冻的危害	(190)

第二节 霜冻的类型及形成原因	(193)
一、霜冻的类型	(194)
二、霜冻形成与环境条件的关系	(197)
第三节 霜冻的防御	(199)
一、农业技术法	(199)
二、物理学方法	(200)

第一章 绪 论

第一节 农作物低温冷害概述

由于低温冷害的发生，给农业生产造成了严重危害，也给农业科学提出了新的研究课题。低温冷害是一种全球性的自然灾害，许多国家的主要农作物包括水稻、棉花、高粱、玉米、豆类以及果树、蔬菜等作物在生长期间，都常遇到冷害，在经济上造成巨大的损失。冷害不仅在北方寒冷国家（如加拿大、法国、苏联、朝鲜等国）发生，即使是在温热带（如澳大利亚、孟加拉、印度等国）也有发生。日本北部水稻冷害频繁，损失很大，历史上发生过多灾荒往往与冷害有关。按多年平均，大约每3—5年发生一次，但有时连年发生，例如1964—1966年，1969—1973年均曾连续发生冷害。1971年日本北海道因冷害水稻收成指数为平年的66%，1976年日本北部冷害使农作物损失达4,093亿日元。从1953—1971年间，日本北海道地区7—8月平均气温若比常年月平均值低0.7—0.8℃，水稻就减产14—19%；低1.1—1.3℃，减产27—34%；低2.2—2.3℃，减产40—50%。日本政府于1975年决定在1976—1980年间进行“关于应付异常气象的综合技术措施的研究”。1976年和1980年日本北部再次发生了

严重冷害，对农业生产造成重大损失，由此可见抗御低温冷害是一项长期任务。

低温冷害是我国全国性的自然灾害之一。在我国北方，尤其是东北地区的冷夏，南方的秋季低温（又叫寒露风）都属于低温冷害。由于低温冷害的影响，造成粮食减产是十分严重的。建国以来，东北地区就发生过八次低温冷害，其中四次粮食减产都在100亿斤左右，最严重的1972年减产126亿斤。发生频率甚高，每3—5年就出现一次。宁夏灌区的水稻也遭受低温冷害的影响，如1976年曾发生空前严重的冷害，造成秋粮大幅度减产，凡是品种及栽培技术不当的社队，稻谷空壳率很高，甚至基本没有收成。

各种农作物遭受冷害减产的情况是不一样的，其中水稻受低温冷害减产的幅度最大；其次是高粱；再次是大豆和玉米。以吉林省为例，建国后四个严重低温冷害年平均比上一年，水稻减产33.5%，高粱减产31.4%，大豆减产20.9%，玉米减产13.1%，谷子减产10.6%。

除了北方地区时常发生冷害外，我国南方也有冷害发生，如江浙一带秋分前后的低温，两广地区寒露前后的低温（寒露风）对后季水稻的危害也很大。随着前些年耕作改制的扩展，双季稻面积的迅速增加，晚熟品种和喜高温的杂交水稻的采用，冷害问题在有些地区更显得突出。1976年，长江中下游晚稻，由于遭受低温的影响，减产80亿斤左右。1980年低温阴雨，后季水稻翘穗，在江苏、浙江两省估计损失达40多亿斤。

低温冷害不仅造成粮食减产，而且降低粮食品质。遭受

冷害的籽实含水量大，成熟度差，籽粒不饱满，千粒重降低，种（果）皮厚，种子的质量下降，降低了营养价值。发芽率低，甚至丧失发芽力。因此低温冷害不但造成当年减产，还能影响到下一年粮食的产量。

第二节 国内外低温冷害的研究概况

我国过去对旱涝和霜害比较重视，对低温冷害不太注意。五十年代东北地区处于多雨季节，雨涝与低温连系在一起造成农业减产，吉林省农业科学院、吉林省气象局等单位，在六十年代初期从丰歉气象条件入手，研究了低温的危害。吉林省农业科学院的研究报告指出：“吉林省中部地区，6月多雨和7、8月低温涝湿是造成粮豆产量下降的主要原因，在6—8月温度较高，雨水偏少的年份，粮豆产量高”。

水稻是受低温危害最重的粮谷作物，1961年，丁颖主编的《中国水稻栽培学》中即指出：“长江流域在5月下旬，华南在4月下旬都可能遭受寒流侵袭，使正在孕穗的早稻受到冷害。所以选择适宜的品种与适宜的播种和插秧期，使早稻在一定的期限以后出穗，以避免孕穗期受冷害影响，就成为保证获得早稻产量高而稳定的一项重要技术措施”。

吉林省农业科学院主编的《东北水稻栽培》（1964年），谈到了寒潮（冷害）与稻作的关系，指出：“东北是寒地稻作区，历年来在孕穗结实期间都在不同程度上受着气候条件的影响，特别是东部山岳稻区和北部高寒地带的低温和沿海

一带的季节风影响较大”。吉林省农科院和延边农学院1964年曾分析了延边地区水稻生育期的冷害问题，将延边水稻冷害分为：前期冷害型、中期冷害型、后期冷害型、前中期并行型和连续并行型五种类型。提出了防御水稻低温冷害的措施。

对旱田作物，吉林省农业科学院分析了吉林省中部地区作物产量与气候条件的关系。指出：“高粱产量与8月气温呈明显的正相关，此时低温冷凉会引起高粱成熟期延迟，因霜害而显著减产”。“玉米产量与6—8月温度呈正相关，喜欢比较温暖的气候”。

东北地区1969年低温早霜灾害后，1972年又遭严重的低温冷害，开始引起了领导与群众的重视。吉林省开展了对水稻冷害的协作研究，并对旱田作物低温冷害进行了考察。在此期间我国南方也开展了水稻寒露风（晚稻秋季低温）的研究。

1976年我国发生低温灾害后，农业部随即召开了东北地区抗御低温冷害经验交流会。中国农业科学院组织了南方和北方两片的抗御低温冷害科研协作，取得了许多成果，并已在生产上发挥了积极的作用。主要为：①基本搞清了我国北方水稻、玉米等作物的冷害类型，冷害发生的气候型；南方地区初步明确了秋季低温出现日期的地区分布；东北地区基本明确了冷害对主要作物的危害程度；作物冷害的生态反应，生理机制和诊断预报也进行了研究。②东北地区三省在分头进行农作物品种热量区划的基础上，协作进行了东北地区农作物品种区划，对克服盲目引种，减轻低温冷害起到了

良好作用；对水稻、玉米等作物进行品种抗寒性鉴定，据全国不完全统计水稻鉴定了3380个品种，筛选出在苗期和孕穗、抽穗期等不同阶段抗寒性强的163个品种，早熟、抗冷、高产品种选育，也初步提出一些优良品种和一批优良品系，正进行示范推广和比较试验。③北方地区对水稻早育壮秧，早田作物适时早种、薄膜覆盖、早熟丰产施肥技术等进行了研究；南方地区对水稻采取根外喷施氮磷肥、人工振荡和叶面保温剂等均有一定效果。

国外对于农作物冷害的研究已取得了显著的成效。日本1935年开展水稻冷害的研究，通过四十多年的研究，逐步明确了水稻冷害的发生规律，不育及不成熟的生理机制，培育出耐冷性较强的水稻品种，研究出早育壮秧技术，并进行以抗御低温冷害为目的的计划栽培研究。1976年因严重冷害日本水稻大幅度减产，但青森、秋田县则由于掌握了低温冷害的危害规律，选用适宜的品种和栽培措施得当，仅减产百分之十，取得良好效果。法国夏季温度低，中北部7月份平均气温仅15—17℃，玉米原来只在法国南部、西南部种植，由于培育出耐冷、早熟、高产的杂交种，使玉米扩展到过去不能栽培玉米的北部、西北部，玉米面积比五十年代初期扩大7倍，单产增长3倍多。并已向英国扩展。加拿大等国进行玉米的热量分区，做到了根据热量状况合理安排品种。日本对水稻品种，法国、苏联对玉米品种的耐冷性鉴定做了较多的工作。此外，对防御冷害的施肥技术，早田作物的适当提早播种，使用激素等也有了不少研究。现在，有关国家都强调必须继续大力开展抗冷育种，采取抗御低温的措施和农田

基本建设等综合措施，以及冷害异常气象条件长期预测预报的深入研究，力争早日解除冷害对农业生产的威胁。

参 考 文 献

- 〔1〕丁颖主编：中国水稻栽培学，农业出版社，1961年。
- 〔2〕潘铁夫、王健青：吉林省中部地区农作物丰歉气候条件的研究，中国农业科学，1963年第12期。
- 〔3〕吉林省农业科学院主编：东北水稻栽培，吉林人民出版社，1964年。
- 〔4〕冯绍印、朴昌一：延边地区水稻产量与气象条件关系的初步探讨，吉林农业科学，1964年第2期。
- 〔5〕吉林省水稻冷害调查研究协作组：吉林省水稻冷害调查研究资料汇编，1973年。
- 〔6〕吉林省水稻冷害调查研究协作组：1974，吉林省水稻冷害调查研究资料汇编（续），1974年。
- 〔7〕中国农科院情报所、吉林省农科院、宁夏农科所：国外农作物冷害研究概况，国外农业科技资料，1978年第4期。
- 〔8〕吉林省科学技术委员会：抗御低温冷害阶段成果论文选编，1979年。
- 〔9〕吉林、黑龙江、辽宁省农业科学院：东北地区抗御低温冷害科学讨论会论文选编，1980年。

第二章 低温冷害及其类型

要防御低温冷害，必须了解低温冷害的类型，掌握它的特点，才能因情况制宜采取有效的防御措施。

第一节 低温冷害的概念

低温冷害是由于作物遭受了低于其生育适温的连续和短期低温的影响，使作物生育延迟，甚至发生生理障碍造成减产，称为低温冷害。低温冷害与霜、冻、旱、涝等自然灾害不同，低温冷害一般不易引起人们的注意，直至秋收减产才知道，以致有“哑巴灾”之称。

低温冷害与霜、冻害不同。霜、冻害是指在农作物生长季里，土壤表面或作物的茎、叶部分的温度短时间地下降到摄氏零度以下，使作物遭受伤害或死亡，在农业生产上叫霜、冻害。冷害是指作物在生育期间遭受异常低温而直接或间接受害，其低温是在零度以上。因为作物各个生育阶段的生育适温和下限温度是不一样的，因此作物各生育阶段冷害的温度指标也是不一致的。如吉单 102 号玉米发芽的临界温度是 8°C 左右，低于 8°C 时，种子发芽就要受害，使发芽率降低。一般来说，农作物在苗期和成熟期对低温的忍耐力较

强，而当生殖器官分化、抽穗、开花、受精以及灌浆初期，要求的适宜温度和能忍受的临界温度都相当高。所以当出现虽远远高于出现霜冻的温度，但只要发生不适于其生理要求的相对异常低温，低温强度越大，持续时间越长，就会愈加延缓农作物的一系列生理活动速度，甚至破坏其生理机制，出现畸形、花器官发育异常，特别是雄性器官更易受害，花粉不正常或不能正常散粉，影响受精，造成不育或部分不育，导致严重减产。或者因温度低，减弱生理活动，生长迟滞，幼苗生长缓慢，抽穗、开花延迟，以及灌浆速度降低，不能及时成熟，遭受霜害大幅度减产。上述情况，均称之为冷害。

第二节 农作物低温冷害的类型

低温是异常的气象条件，冷害是由于低温造成的对作物的损害。因此低温和冷害是因果关系。这样一来，低温冷害的类型就包括两方面内容，低温的气象学指标和作物的受害类型。

根据目前的研究结果，低温冷害年的气象学指标有两种：第一种是按作物生育期积温（一般为5—9月）或大于10℃的活动积温与历年平均值的差数来确定。一般把作物生育期的总积温量比历年平均值少100℃，定为一般低温冷害年；低于200℃，定为严重低温冷害年。这种划分低温冷害年的气象指标能反映总的冷害情况，与作物产量的关系比较明显。第二种方法是按作物生育的关键期温度指标来确定