

小麦干热风

北方小麦干热风科研协作组



高等教育出版社

小麦干热风

北方小麦干热风科研协作组

农业出版社

内容简介

本书扼要地评介了国内外小麦干热风研究概况，从理论与实践结合上比较系统地介绍了干热风对小麦的危害，干热风的气象指标，干热风胁迫伤害小麦的机理，干热风的分布规律与气候区划，干热风预报方法，干热风的防御，以及干热风科研成果转化为生产力的途径和效益评价。可供气象、农业气象和农业科研人员及院校师生参考，尤其对广大气象台站和农业技术推广站的科技人员更有参考实用价值。

小麦干热风

北方小麦干热风科研协作组

责任编辑 张国秀

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路48号)

顺义燕华营印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 印张：11.75 字数：262千字

1988年2月第一版 1988年2月第2次印刷

印数：1501—4500 定价：2.75元

ISBN 7-5029-3049-7/S·0007

作者的话

《小麦干热风》是一本全面介绍干热风知识及其科研成果的专著。它反映了近期国内外干热风研究的进展情况，介绍了我国小麦干热风科研成果，以及防御小麦干热风所取得的成绩，并指出了一些有待深入研究的问题。我们希望能通过这本书，使广大农业科技和气象、农业气象工作者，广大的农民技术员，对小麦干热风有一个比较全面、系统的了解，为农业生产部门搞好干热风防御，气象台、站开展干热风气象服务提供技术方法和科学依据，使科学技术直接服务于农业生产。

干热风是我国北方地区小麦生产栽培中的主要农业气象灾害之一。新中国成立以来，各级农业、气象部门，都很重视对小麦干热风的研究和防御，很多农业气象工作者为之付出了心血，曾先后两次组织全国性的干热风科研协作攻关，使干热风研究取得了很大的进展，获得了许多研究成果，并直接为农业生产服务，收到了明显的经济效益，曾先后获得全国科学大会和国家及部门科学技术进步奖。为了系统总结这些研究成果，本协作组在各项专题研究的基础上，写成此书。它比较系统地叙述了小麦干热风的危害情况，干热风气象指标，伤害机理，气候区划、预报服务，防御措施的理论依据、方法、经验和效果，以及干热风科研成果转化为生产力的途径和效益评价。

本书由北方小麦干热风科研协作组(1)组织编写，由课题各专题组分头执笔完稿，参加编写的人员有：余优森、杨珍林、张廷珠、于

1) 协作组是在国家气象局领导下，由陕西、河南、甘肃、省气象局主持、山东、河北、山西、新疆、内蒙古、江苏、安徽、天津、宁夏、青海省、市、自治区气象局和内蒙古农业科学院组成。协作组组长杨武圣、副组长谭令娴、牛春岚。参加课题研究的主要人员有：杨珍林、余优森、张廷珠、于玲、顾煜时、郭兴章、吴陶平、关文雅、简慰民、张林、卢晓、居有成、张伯忍、侯建新、王建昇、蔡润芬、林美英、陈昌毓、常守吉、曹克琮、郑太和、李抗美、杨必仁、藏元群、陈卓茹、高昌和、许昌燊、张厚伟、李德广、董永祥、申明华、杜明章、刘新正、侯锦云、陆丁兴、金娃、催讲学、马兴祥、马永盛、方利英。

玲、吴洵平、张林、郭兴章、简慰民、顾煜时、卢皖、金姪、杨武圣
审稿。

本课题在研究及专著编写过程中，曾得到小麦干热风课题鉴定组
的热情关怀和大力支持。在此我们表示诚挚的感谢。

由于作者水平和时间所限，还存在许多不足之处，请读者批评指
正。

目 录

作者的话

第一章 干热风与小麦生产	(1)
§1 小麦干热风的概念	(1)
§2 小麦干热风的类型	(3)
§3 干热风对小麦生产的影响	(4)
§4 国内外干热风研究概况	(9)
第二章 干热风气象指标	(20)
§1 干热风对小麦的危害	(21)
§2 干热风天气的气象要素变化	(39)
§3 干热风指标因子的选定	(53)
§4 干热风指标的取值和确定	(68)
第三章 干热风伤害小麦的机理	(89)
§1 干热风伤害机理的研究与生理测定	(89)
§2 干热风对小麦的原生间接伤害	(94)
§3 干热风对小麦的次生胁迫伤害	(105)
§4 胁迫伤害的综合表现与机理	(112)
第四章 干热风分布规律与气候区划	(116)
§1 干热风的时间分布	(116)
§2 干热风的地理分布	(135)
§3 干热风气候区划	(153)
§4 主要麦区干热风概述	(162)
第五章 干热风环流特征和预报方法	(178)
§1 干热风环流特征	(178)
§2 干热风环流机理分析	(200)

§3	干热风中期预报方法	(213)
§4	干热风长期统计预报方法	(223)
§5	干热风的农业气象预报	(238)
第六章	小麦干热风的防御	(256)
§1	干热风防御概述	(256)
§2	干热风的生物防御	(257)
§3	干热风的农业技术防御	(284)
§4	干热风的化学防御	(318)
第七章	小麦干热风科研成果转化为生产力的途 径和效益评价	(336)
§1	干热风科研成果转化为生产力的途径	(336)
§2	干热风防御经济效益的估算与评价	(344)
§3	干热风科研课题经济效益评价及其综合 评判	(359)

第一章 干热风与小麦生产

§ 1 小麦干热风的概念

干热风是农业生产上主要气象灾害之一。它对农业生产危害很大，可直接影响作物的生育，以致造成农业严重减产。干热风主要是危害小麦，有些地区还会危害棉花、玉米、水稻等作物。

对于干热风叫法不一，苏联称之为“суховей”，有的翻译成干旱风，有的翻译成干热风。英文为“dry and hot wind”（干热风）。在我国群众中叫法也很多，黄淮海地区称它为“火风”、“旱风”、“烧风”、“西南风”；河套、宁夏、河西走廊等地称为“火扑”、“热干风”、“热东风”；新疆则叫“热风”、“干旱风”等。在干热风天气过程影响下，由于各地所处的地理位置不同，地面风向有的吹西南风，有的吹东风、西北风，因而，群众叫法不一。但是，又干又热伴有一定的风力则是它的共同的气象特征。所以，我们认为称它为干热风更为确切，这可以直接反映出它具有干、热、风三个气象要素的特征。

对于干热风的概念，有关论著解释不一。苏联Г.З.维茨凯维奇（Г.З.Венцкевич）认为干热风“乃是一种大气现象（温度高、空气湿度低和干燥的风）的综合，它造成了大量蒸发的条件，而如果农业技术水平低，就会使植物水分平衡剧烈破坏，以致引起营养器官的变干和种子秕小不饱满等现象”（1）。В.В.西涅里席柯夫（В.В.Синельщиков）认为干热风是大气干旱，“其特征是空气极度干燥，当植物的地上

部分通过蒸腾作用消耗大量水分，而根部来不及供给足够的水分时就引起植物水分平衡的破坏。大气干旱在空气相对湿度低的情况下出现，通常伴随着高温和风”（2）。在我国有的认为“干热风是造成大量蒸发的综合气象现象（高温、低湿和旱风），这种综合的气象现象在农业技术水平不高的条件下，强烈地破坏植物的水分平衡和光合作用”（3，4）。

干热风与干旱是不同的。干旱是由于长期无雨或少雨，引起土壤中有效水分贮存量的大量减少，造成土壤缺水，致使植物体内水分平衡和叶绿素逐渐破坏，植株发生萎蔫乃至枯黄而死（1，3）。干热风则是高温、低湿伴有一定风力的综合气象现象，由于气象要素的突变性，即温度骤升。湿度突降，白天干热，晚上也干热，以及风的加强作用，使植物大量的蒸腾失水，即使是在土壤水分比较充足的条件下，仍然使植物水分供需失调，水分平衡破坏。这样，正常的生理活动遭到破坏或受到抑制（3），导致植物的原生间接伤害，次生的胁迫伤害，使小麦在短期内受到危害甚至逼熟死亡。在北方干旱地区，若干热风伴随土壤干旱出现会加重对植物的危害。

如上所述，干热风与干旱是既有联系又有区别。有联系的是这些综合气象现象都含有低湿干燥的因素，并伴有危害的现象出现。有所区别的是干旱在任何季节均可发生，气象要素具有正常的日变化，其发生还有一定的持续性；而干热风仅仅发生在暖季的植物生长旺期，温、湿、风气象要素具有明显的突变性和短时性，正常的日变化受干扰，即群众所说的“白天干热，晚上也干热”。同时，在植物受害症状上也表现不同。干旱对农作物的危害一般表现为延续性地发生萎蔫以至枯黄；干热风的危害则表现为农作物在短期内发生

青枯、灰白，甚至逼熟死亡。

在我国，干热风主要发生在北方小麦产区，伤害小麦的扬花灌浆。因此，我们将它称为小麦干热风，其定义可以这样表述：小麦干热风是小麦扬花灌浆期间出现的一种高温低湿伴有一定风力的综合灾害天气。它强烈地破坏小麦的水平平衡和光合作用，导致对小麦的伤害。干热风是小麦生产栽培上一大自然灾害。

§2 小麦干热风的类型

在我国，对小麦干热风的类型曾作过一些分类^(3, 5-8)。根据干热风气象要素组合对小麦的影响和危害不同，我国的小麦干热风主要有以下三种类型：

(1) 高温低湿型：在小麦扬花灌浆过程均可发生。这类的特征是高温低湿，干热风发生时温度猛升，空气湿度剧降，最高气温可达 32°C 以上，甚至可达 $37-38^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度可降至 $25-35\%$ 以下，风力在 $3-4$ 米/秒以上，有的地区也可能是静风，风向各地不一；干热风结束时温度下降，湿度回升。这种高温低湿天气使小麦干尖炸芒，呈灰白色或青灰色。这类干热风发生的区域广，能造成小麦大面积干枯逼熟死亡，对小麦产量威胁很大。黄淮海地区群众就有“麦怕四月风（指农历），风后一场空”，“麦黄西南风，麦收一场空”，“麦秀西南风，就怕要送终”，“三月西风麦头重，四月西风麦头空”的说法⁽⁹⁾。它是北方麦区干热风的主要类型。

(2) 雨后热枯型：又称雨后青枯型⁽³⁾或雨后枯熟型。一般发生于乳熟后期，即小麦成熟前 10 天左右。这类的特征是雨后出现高温低湿天气，即在高温的天气里，先有一次降

水过程，雨后猛晴，温度骤升，湿度剧降；有时是长期连阴雨后，出现上述高温低湿天气，造成小麦青枯死亡。这类干热风发生区域虽不及高温低湿型广泛，但所造成的危害却比前者更加严重，一般可使千粒重下降4—5克以上，减产10—20%以上。群众有“麦怕杏黄雨”，“杏黄雨，杀麦刀”，“雨后东风杀麦根”等谚语。这里所说的“杏黄雨”、“雨后东风”皆指雨后热枯型干热风。群众又把雨后热枯型干热风称之为“送殡雨”。

(3) 旱风型；又称热风型。其特点是风速大，与一定的高温低湿组合，对小麦的危害除了与高温低湿型相同外，大风还加强了大气的干燥程度，促进了农田蒸发，使麦叶卷缩呈绳状，叶片撕裂破碎。主要发生在新疆地区和西北黄土高原的多风地区，在干旱年份出现较多。

§ 3 干热风对小麦生产的影响

小麦是我国主要的粮食作物，播种面积占全国粮食面积的25%，产量占全国粮食总产的19%。小麦主要产区在黄淮、海河流域和新疆一带，据1982年统计(表1.1)，该区小麦播种面积31000多万亩，占全国小麦面积的74%，产量1038亿斤，占全国小麦总产的76%。该区小麦产量的多少直接影响全国粮食总产量。

干热风危害小麦主要在黄、淮、海河流域和新疆一带。根据各省多年的调查资料统计，危害面积约21700万亩，占该区域小麦面积的71%，也就是说有三分之二的小麦种植区受到干热风的危害(图1.1)。所以，干热风是我国小麦生产、粮食生产上的一个重要气象灾害。

干热风危害小麦主要危害小麦的扬花灌浆。小麦经过一

表1.1 北方小麦种植面积、产量和受干热风危害的面积及减产情况

地区	项目	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)
		种植面积 (万亩)	单产 (斤/亩)	总产 (亿斤)	受害面积 (万亩)	损失产量 (亿斤)
小 麦	河南	6179.9	395	244.0	5600	11.1—22.1
	山东	5614.8	329	164.8	4500	7.4—14.8
	河北	3364.6	266	89.5	3000	4.0—8.0
	安徽	2951.8	375	110.8	1800	3.4—6.8
	江苏	2800.3	507	141.8	1200	3.0—6.1
	陕西	2423.7	347	84.2	1800	3.1—6.3
	甘肃	2195.1	283	62.1	500	0.7—1.4
	新疆	1994.2	231	46.6	1500	1.8—3.5
	山西	1392.0	292	4.06	700	1.0—2.0
	内蒙	1316.9	192	25.3	400	0.4—0.7
	宁夏	433.5	284	12.3	400	0.6—1.1
	青海	386.1	375	12.6	100	0.2—0.3
	天津	212.1	178	3.8	203	0.2—0.3
	合计	30615.0		1038.5	21700	36.8—73.6
全国粮食	170093.4	416	7068.5			

注：(一)(二)(三)抄自各省统计局资料；

(四)(五)取自各省调查统计材料。

个冬、春的发育形成了一定的穗数和穗长，其产量就决定于后期结实粒数和粒重的多少。而干热风危害扬花灌浆减少结

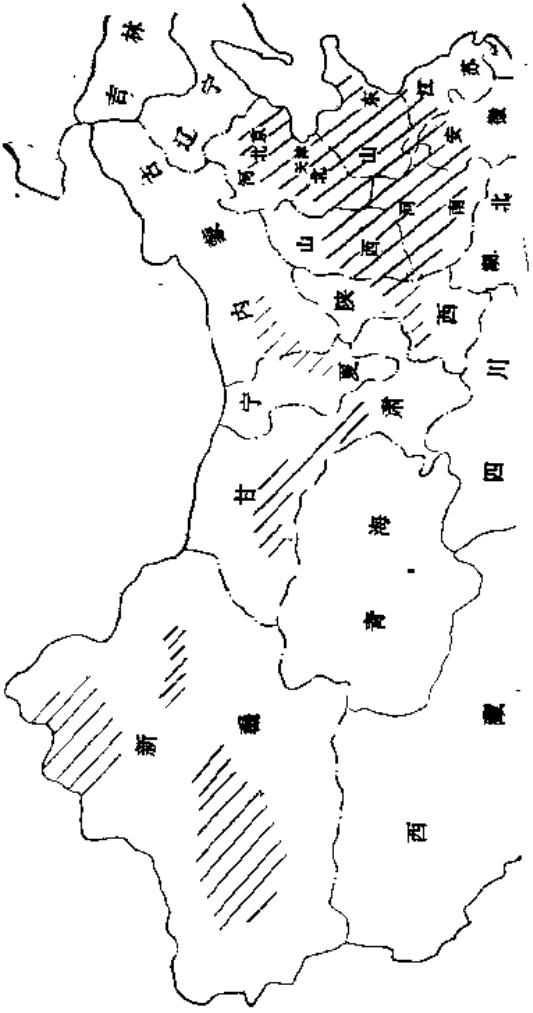


图1.1 小麦下热风危害区域示意图

实粒数和粒重，就直接影响了小麦的产量。

根据部分地区近年来对干热风的调查和记载，可以明显地看出干热风对小麦生产的危害。

1960、1961、1962年是干热风危害较重的年份。内蒙古1960、1961年干热风日数达9—14天，小麦亩产由1959年的300斤降为156斤，其中因干热风减产的约占5—15%。

甘肃1961年6月8—11日发生干热风，通过对张掖、武威、玉门镇的调查，小麦80—90%植株萎蔫，芒干枯，叶片卷曲，大部分拧成一股绳，其中部分叶片撕裂，有的叶缘有泡，叶色变白，叶尖焦黄1—3厘米不等。1962年7月3—5日干热风，武威四十六个公社小麦青干面积约48万亩。在六个公社八个大队重点调查，小麦千粒重平均下降30%，冬小麦平均减产约22.8%，春小麦平均减产约43.4%，全县青稞减产1040万斤。

1964年北方麦区春季阴雨，小麦生育不良，锈病严重，5月下旬天气突晴出现干热风，黄淮流域五、六个省麦子青枯，早死5—10天，小麦严重秕粒减产，碧玛1号小麦常年每斤16000—17000粒，1964年一般都在22000粒以上⁽¹⁰⁾。山东全省小麦锈病面积约达2600余万亩（占总麦播种面积的50%），小麦本应6月10—11日成熟，因为5月底到6月4日的干热风，小麦提前6—7天枯熟，减产20—30%，其中平原县王大卦公社原估产125斤/亩，实收101斤/亩，减产19%，吴林公社原估产70—80斤/亩，实收20—30斤/亩，减产达50%以上。陕西省关中地区80%以上的麦田小麦青干，原估产222斤/亩，由于三锈（叶、秆、穗）、赤霉、倒伏和干热风的危害，小麦早收3—6天，每亩收128.5斤，较估产减少42.1%。全区2333万亩小麦，总产21.8亿斤，较1963年平均减产17.4%。

宁夏也减产二成以上。

1970年，甘肃7月10—15日的干热风使民勤县春小麦减产20%，约2千万斤。

1975年干热风属中等偏弱的一年。陕西5月24—26日的干热风，渭南地区合阳、澄城县小麦千粒重比预产和没受害的小麦减少1—3克，产量降低了5—10%。甘肃7月13日—16日，武威春小麦大面积青秕，千粒重平均下降8克左右，张掖平均下降8—10克，减产约10%左右。宁夏7月上旬墨卡小麦青干受害，千粒重下降3—5克，小麦早收3—5天，加上风的机械作用，小麦每亩落粒50—60斤。

1976年是干热风中等偏强的年份。春季低温小麦生育期普遍推迟，河南5月下旬到6月初出现了两次干热风过程，全省小麦普遍受到危害，灌浆期缩短了3—5天，高产社队千粒重下降3—5克，减产率达20%以上。山东6月11—14日的干热风使晚熟小麦千粒重降低2—5克，减产5%以下。陕西富县小麦千粒重比1974年减少9克，产量比预测减少了27%。

1979年是干热风强度较强的年份。干热风危害区域广、面积大。5月下旬华北地区小麦正值灌浆盛期，普遍出现了持续3—6天的干热风天气。河北、山东、河南、苏北、皖北、山西、陕西、甘肃、宁夏等地小麦普遍受害。河南5月24—30日的干热风使灌浆减慢，灌浆时间缩短了5天，千粒重30.3克比1977年低15.1克。山东6月12—13日的干热风，使小麦早收，菏泽的千粒重下降了2—5克，泰安下降5—6克，减产14—15%不等。山西5月23日到6月10日共出现了三次干热风过程，小麦由北往南都不同程度受害，运城地区小麦千粒重比1978年低降5—6克，成为历史上最低水平。陕西5月底及6月6—9日干热风，关中小麦干枯，早收4—6天，千粒重降低4

—6克，平均減產10%左右。

1981年干热风来的早、强度大。山东、河南、河北、山西、陕西等省早熟品种的小麦普遍进入扬花或灌浆初期，干热风危害使小麦花粉干枯，叶片及穗干枯，减少了结实粒数和粒重，严重地影响了产量。如陕西5月6—8日干热风后，渭南地区小麦减产达一成约1亿斤，有些地区小麦每穗少收3—4粒，粒重降低3—5克，早收6—7天，蒲城县是该区小麦主产区，小麦面积103万亩，共减产3621万斤，平均每亩旱地少收50斤，水地少收12斤，原来总产应达1.7亿斤，实收1.3亿斤，减产两成。其中草原大队是旱作区，小麦全部干枯，毁种玉米。华县受灾面积6万亩，减产三成左右，3.5万亩河淮沙土地有6000亩无收，减产500万斤。

总之，在北方十三省、市、自治区干热风危害轻的年份一般减产10%以下，损失小麦约37亿斤，危害重的年份减产10—20%以上，损失小麦约70亿斤以上（表1.1），仅河南省可损失10—20亿斤，山东7—14亿斤，河北4—8亿斤左右。据山东省泰安地区统计，轻年可减产4—6千万斤，重年可达1.5亿斤。由此可见，干热风是小麦生产中不可忽视的气象灾害。研究干热风的发生发展、危害规律和防御方法，做好干热风的防御工作，对我国粮食生产有重大意义。

§ 4 国内外干热风研究概况

一、国内研究概况

鉴于干热风是造成我国小麦产量波动的主要气象灾害之一，因此，很早就引起人们的重视。早在公元前西汉时代，关中和西北地区就采用“带田”耕作法防御干旱和干热风的危害。《汉书·食货志》记载：“带田，一亩（汉制）中，

每步分三畎，每畎宽一尺，深一尺，谷播畎中，苗渐长大，耨草时，拔垄土，培根苗，盛暑，垄畎都平，根深不畏风旱”。(11)在农村中，群众对干热风也早有认识，“伏里东风似火烧，麦干粒秕棉落桃”，“麦子怕热风，热风减收成”，“禾怕午时风”，“南洋风一场空”……，这些农谚都反映了干热风对作物的危害。为了保证粮食丰产，农民群众早就采取一定的措施防御干热风的危害，如灌麦黄水，中耕保墒等等。

但是，干热风作为一个农业灾害提到日程上予以系统地调查研究，还是从1954年开始的(10)。1954年以来，江苏、安徽、河北、山西、陕西、新疆等省的一些农业科技人员，先后对干热风做过一些调查，1960年在徐州召开过一次干热风研究讨论会，1964年国务院农林办公室组织气象和农业部门的科技人员，到徐州、河南、山东、陕西等地深入社队进行了较大规模的调查研究，对干热风的发生、危害及防御有了初步的认识(10,12,13,14)。七十年代中期，中国农业科学院委托原华北农业大学主持的北方麦区干热风科研协作组，曾对干热风危害的气象指标、生理机制、天气形势、气候特征，以及防御措施效应等进行了大量的研究(15—18)。八十年代初，中央气象局又委托陕西、河南、甘肃省气象局召集，由山东、河北、山西、新疆、内蒙古、宁夏、天津、江苏、安徽、青海等省、市、自治区气象局和内蒙古农业科学院参加，共同组成北方小麦干热风科研协作组，对小麦干热风的气象指标、生理机制、预报方法、气候区划以及防御措施等方面，进一步进行了比较全面、系统的研究，获得了大量的科学数据和研究成果；并坚持科学研究与应用推广相结合，及时地为农业生产服务，取得了一定的经济效益。全国农业气象专家在