

干热风的危害 及其防御措施的研究工作近况

华北农大“干热风科研协作组”

干热风是影响小麦高产稳产的主要气象灾害之一。1976年10月在河南新乡市召开了本年度小麦干热风科研协作经验交流会，北方十省（市）有关单位的代表在会上交流并讨论小麦干热风危害指标，发生规律和防御措施等问题，现将上述诸方面工作的进展状况介绍如下。

一、小麦干热风害的类型及其生理机制

1. 小麦干热风的类型和指标。根据各地的报告材料，我国北方麦区的干热风害主要有下面三种类型。

1) 高温干旱型。主要是大气高温干旱的天气过程，使小麦炸芒、枯熟、秕粒，风仅加剧了高温干旱的影响。这是华北、黄淮地区危害小麦的主要类型。

2) 青干型。主要是雨和热的作用使小麦青枯，通常是雨后暴热，小麦被“腾死”。这多发生在华北和西北地区。

3) 冷干型。这种类型干热风主要特点是温度低，风速大，风向西北或西南，温度不一定高于 30°C ，常发生在苏北、皖北地区。

不同类型的干热风其农业气象指标是不同的。高温干旱型的干热风主要考虑温度和湿度这两个因子，如华北农大选用了干热风出现期间一日内气温 $\geq 28^{\circ}\text{C}$ 的持续时数 ≥ 5 小时，日蒸发量大于多年平均值，符合这个指标即算一个干热风日。山东省气象局用日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ，14时饱和差 ≥ 30 毫巴，14时风速 ≥ 2 米/秒定为轻干热风；日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ，14时饱和差 ≥ 40 毫巴，14时风速 ≥ 3 米/秒，视为重干热风。类似这种指标是很多的，多年来各地区依据气象条件和小麦受害状况相配合的原则对气象要素进行各种组合，选用了基本适用于本地区的干热风指标。

青干型干热风指标，基本决定于雨、热两个因子。宁夏选用了在小麦乳熟—黄熟期内日降水量或累积降水量在7—10毫米以上，雨后2—3天内遇有 $29-30^{\circ}\text{C}$ 以上的高温（指日最高气温）或有4—5级风即可能发生青干，北京市农科院气象室认为在乳熟期后连续降雨在15毫米以上，紧接着出现连续 30°C 以上的高温天气就会灌浆停止，小麦死熟。

冷干型干热风指标主要考虑风向、风力和湿度，如徐州农气站认为14时西北风 > 8 米/秒（5级以上），相对湿度10—30%，蒸发力10—25毫米/日，即为一个重旱风日，如14时西南或西北风6—7米/秒，相对湿度

15—35%，蒸发力10—20毫米/日，为中旱风日等等。

2. 干热风危害小麦的生理机制。干热风危害机制问题，目前的工作仅对高温干旱型干热风有些认识，研究认为高温可使叶面气孔丧失关闭能力，田间试验证明，在高温（ $37-38^{\circ}\text{C}$ ）条件下，小麦叶片气孔麻痹，失去关闭能力，因而大量失水，使植株受害。另外，高温伴随着低湿，加强了植株蒸腾，引起水分供应失调。据模拟试验，在正常条件下，小麦的蒸腾量为 26.1 毫克/厘米 2 ·小时；当温度升到 37°C 以上时，植株蒸腾量为 38.1 毫克/厘米 2 ·小时，所以高温条件下的植物蒸腾几乎比正常条件下增加一倍，这时如土壤水分供应不足，则容易引起植株体内水分不平衡而受害。在干热风出现时风的作用是增强植株的失水量，加剧干旱和造成机械损伤。

另外，高温使小麦的光合强度大大降低。研究证明，小麦灌浆的适宜温度为 $20-22^{\circ}\text{C}$ ，温度高于 25°C 时灌浆过程加速，干物质积累提早结束，小麦灌浆时期缩短，造成粒重降低。温度 $\geq 28^{\circ}\text{C}$ ，植株的光合作用受到阻碍，温度高于 $31-32^{\circ}\text{C}$ 时，光合强度则大大降低，在 $35-36^{\circ}\text{C}$ 高温下小麦的光合作用几乎完全停止，植株体不再制造干物质。

还有的试验材料表明，在高温干旱条件下植株体输送养分的机能不能正常进行。用放射性磷测定，在出现此型干热风时小麦根系的吸收能力大大降低。

至于青干型和冷干型干热风的危害机制，目前试验数据较少。有的认为这仍是外界不良条件影响光合作用的降低，干物质不能正常向籽粒内输送，这一点青干型表现的比较明显，农民群众分析青干的原因是雨后暴热，造成小麦“沤根”，植株青枯自死。

二、北方麦区干热风分布的气候特征

在北方麦区小麦乳熟期是受干热风危害的关键时期，这个时期在黄淮平原，关中地区均为5月下旬—6月上旬，偏南的苏北、淮北等地有些年份可见于5月中旬—5月下旬。银川灌区和河西走廊是在6月中、下旬—7月上、中旬。华北平原中、北部地区多见于5月底到6月上、中旬。

干热风在北方麦区几乎是年年都有，但强度轻重可有所不同。严重的干热风危害年，大约2—4年可出现一次，豫东、豫北、鲁西南、鲁南、冀东、冀南、

晋南等地区略多,可10年3—4遇。大致沿安阳、济南一线中强程度干热风出现较多,由此向北、向南减少。黄淮平原及河北平原地区,西靠太行山,东临黄、渤海,山区和沿海气温较低,风速偏小(如邢台地区的山区5—6月间气温可比平原低2℃左右),所以,干热风出现的机率,无论是次数或持续日数均有从四周向平原中心增加的趋势。如冀中的坝县在5月15日—6月15日这一个月內平均每一年可出现11天干热风日,最多的年份能达17—18天(1962、1966年),最少的年份也有4—5天(1957、1973、1974),仅5月下旬平均就有4天,6月上旬就有3天,而且一次干热风过程以持续1—3天者居多,最长的可持续8—10天。徐淮地区在这一个月內平均每年出现7.6天干热风日,一次过程通常持续1—4天,较强的年分为7—8天(1962、1965、1970、1972)。而豫西山区在最近十多年內仅1964年受到干热风的危害,邢台山区干热风日每年平均也不足3天。

银川灌区的干热风大致是每2年(或不足2年)发生一次,且南部多于北部,因北部受贺兰山屏障作用,地下水位也较高;而南部接近干旱沙漠地区。

河西走廊地区在最近20年内平均强干热风日约2年出现一次,中度干热风日为一年一遇,弱干热风约2年3遇,出现最多时,无论强弱,均可一年遇3—4次,而且年与年之间大体上有强弱交替出现的趋势。河西地区的干热风存在着“西多东少、南弱北强、高轻低重”的特点,靠近戈壁大沙漠的北方,干热风频繁,在海拔1800米以上的地区,由于高度的影响,小麦可免遭干热风的危害。

三、影响干热风危害程度的各种因素

干热风对小麦的危害程度除受其强度、持续时间等天气条件的影响外,还与春季的天气气候状况、地形和土质状况、小麦生育状况及各种农业技术措施有密切关系。

各地调查分析认为:有两类春季天气状况是易加剧干热风危害的。阴雨过多的春季(4—5月)可使植株生长嫩弱,发育不良,抗旱性差,易感病害,小麦受干热风危害重。群众中有“春雨成河,麦收稀薄”之谚语。在这种状况下,即使干热风本身的强度,持续日数出现次数等特性并不强,干热风危害的程度仍可较重。如1964年,春雨过多(4月雨量超出同期平均值3—4倍),小麦生育期延迟,多锈病,当5月底—6月初遇到轻度的干热风天气后,青枯早死现象十分严重。

干旱的春季,土壤长期缺水,小麦生长受阻,植株瘦弱,根系不发达,这种状况下也易加重干热风的危害。实际上,干旱与干热风经常是相伴而行的,干旱的年分通常干热风也严重,如1962、1972年,豫中、豫北的少雨区,在土壤干旱和大气干旱的双重影响下,小麦枯熟60—70%,1966年干旱,晋南旱塬地区5月

下旬50厘米以上的土壤水分在10%以下,处于无效水和难效水之间,小麦受害严重。陕西的旱塬地区也是省内干热风危害最重的地区之一。

春季(4—5月)雨水接近正常时,因土壤水分供应充分,植株生长健壮,对抗御干热风的能力也有所增强,所以干热风造成的危害相对较轻。

春季气温若是持续偏暖或持续偏冷,增温过程中冷暖变化较平稳的年分,干热风出现的机会就较少。

春季气温是忽高忽低、冷暖波动较大的年分,出现干热风的机会就较多,一次过程的持续期也较长。

倒春寒的年分,出现干热风的机会和持续日数大致均介于上述两类之间。

小麦受干热风危害的程度还与干热风出现前几天的天气状况有关。如雨后骤晴,紧接着出现高温低湿的燥热天气时,其危害也较重。小麦生长后期最怕雨后西南热风,在干旱状况下,影响更大。河南将麦熟前下雨称为“送殡雨”,“麦里霜”。徐淮地区有“雨后西南杀麦刀”之说。但山西农科院认为,旱风发生前稍有降水可减轻旱风危害的程度,如1961年5月中旬雨多,小麦受害轻;1959年前期雨多,5月23日旱风发生前又降雨2.1毫米,虽然当年旱风强,但小麦受害较轻。

据调查,普遍认为在保水保肥,通气性能良好的砂壤土上麦株受干热风危害的程度最轻。高岗丘陵地、沿河砂滩地、低洼地、砂地、碱盐地、淤土、黑土以及周围环境是向阳坡地,无防风林网带地区,瘠薄地等均易受干热风危害。

春季的天气气候状况及地理环境条件的影响,实际上都要通过小麦本身的生育状况而起作用。因此小麦本身的壮弱与干热风危害程度密切相关。小麦贪青晚熟,发育弱瘦,感病株、过旺苗等都能削弱抗逆性,加重干热风的危害。

四、干热风害的防御措施

毛主席说:“自由是对必然的认识和对客观世界的改造。”我们研究干热风的目的是在于战胜它。

目前,主要是从运用综合的农业技术措施和物理化学方法两种途径来防御干热风。

(一) 运用农业技术措施防御干热风。

广大农民群众在长期生产斗争中积累了丰富的运用农业技术措施防御小麦干热风的经验,诸如选用抗干热风品种,浇麦黄水、深耕、移栽和合理施肥等。

在品种问题上,经过近年来的研究,得出以下初步看法。

1. 试验材料说明现有的矮秆品种抗干热风能力差。从河北坝县的材料(表1)可见,目前一些矮秆或半矮秆品种在同样干热风天气的影响下,其抗干热风能力显著比高秆品种差。陕西省对“矮丰”系统的小麦品种(株高60—70厘米)观察也证明矮秆小麦容易

发生“青干”。

现有矮秆品种抗干热风能力差，这除与品种本身特性有关外，从农业气象上看，主要是矮秆的生态环境——即农田小气候条件较高秆品种为劣，我们观测了北京16号（每亩35万穗）和津丰1号（每亩36万

穗）的田间小气候，它们的密度基本相近，但由于株高的差异，结果矮秆品种的田间活动面温度比高秆要高1—2℃，地面温度要高2—4℃；活动面相对湿度矮秆比高秆要低3—10%。陕西省用高秆品种“阿勃”与“矮丰”系统品种进行对比观测，也得到相似的结论。

表 1 1976年各品种千粒重 (河北坝县)

品 种 名 称	1976年千粒重(克)	1976年千粒重/本品种常年千粒重 (%)	增 减 率 (%)	株 高 (厘米)
津丰一号	32.2	90	-10	70
九兰39	36.9	92	-8	82
矮秆6号	36.5	93	-4	91
北京16号	45.2	118	+18	107
晋中849	41.8	104	+4	102
太安686082	46.7	—	—	102

2. 早熟品种小麦能避开干热风危害。

不同品种成熟时期不同，各地区皆有用早熟品种避开干热风危害的经验。如河北省中部地区都反映早熟品种（北京11号、北京15号等）在历年均比晚熟品种（农大139、无芒1号等）抗干热风，这是由于华北中、北部地区的干热风主要发生在5月底到6月上、中旬，而早熟品种小麦在6月5—6日“芒种”前后已成熟，即使5月底来干热风，这时早熟品种已临近腊熟期，危害已不大，但此时晚熟品种小麦正值干热风危害的关键时期——乳熟中期，所以受害严重。

3. 浇麦黄水防御干热风。

干热风来临时的大气候条件目前虽然还没有办法改变，但是田间的小气候条件是可以改变的，广大农民群众浇麦黄水防御干热风的经验主要是为了改善小麦生育后期的田间小气候。各地试验材料证明，在干热风来以前2—3天浇小麦田活动面温度可降低1.5—2.0℃，相对湿度提高10—20%，可以显著减轻干热风害。

但是要注意，有的地区的农民群众不主张在小麦快要成熟前浇水，所谓“麦子早个死，收个石榴子”，以及“浇花不浇籽”等等，这些经验是指旱地麦子或后期停水过早的麦田而言的，对这类地块浇麦黄水，反易引起浇后涨根枯熟。

4. 合理施肥防御干热风。

据调查，小麦受干热风害的重要原因是土壤肥力不足，现在大田基肥每亩一般不足八千斤，追肥量多数社队为20—30斤硫酸，由于缺肥，植株长的不健壮，抗逆性差，到后期容易早衰，即使遇到弱的干热风也表现干尖，炸芒等现象。经最近两年观察，河北省中北部地区在5月初旗叶甩开后，叶色如不能转为深绿后期则易表现早衰，植株不抗干热风，此时应考虑追施孕穗肥。

对于丰产田，如氮肥追施过多，造成后期贪青晚

熟，也易加重干热风对小麦的危害。一般到乳熟末期叶片就要开始正常落黄，进入腊熟期后平均每茎保持一片绿叶就可以，绿叶过多则说明养分不能正常向籽粒内转移，是后期贪青的象征。

5. 运用调整播期、调整播种方式和种植形式等措施防御干热风。

适期播种的小麦千粒重高，抗干热风能力强，晚播小麦长势弱，抗逆性差，易受干热风害。

播种方式不同，小麦抗干热风能力也表现较大差异。我们曾观察直播麦与移栽麦的抗干热风能力，结果表明移栽小麦叶片厚实，千重高，叶片含水率低，抗干热风能力强，产量高。移栽麦之所以形成较强的抗干热风能力，是由于移栽小麦根系发达，根量远较直播小麦为多（见表2）。

表 2 直播与移栽小麦拔节末期单株根量 (千重克/厘米³)

土层 (厘米)	0—20	20—40	40—60	60—80
播 种 方 式				
直 播	0.77	0.20	0.08	0.06
移 栽	0.89	0.39	0.14	0.06

目前由于机械化问题没有解决，推广小麦移栽有一定困难，但这启发我们，为了提高小麦抗干热风能力和增加产量，必须培育发达的根系，让植株多长根，长深根，为此，播种前深耕，多施有机肥，加厚活土层就非常必要。

另外，实行间作套种，改革种植制度是防御小麦干热风害的一条重要途径，陕西省用麦棉、麦秋间套，并试用不同高度的麦之间套来解决矮丰小麦的青干，因为通过间作套种可改善平行小麦田间通风透光不良的问题。不少地区农民认为，干热风形成小麦秕粒的原因之一就在于田间“窝风”，实行麦棉或麦秋等不同

种类作物的间套种，充分发挥了“边际效应”，改善了田间的通风透光条件，对防御干热风害、提高作物千粒重和产量的效果是很明显的。

总之，运用农业技术措施防御干热风的途径是很多的，还有种植防护林带、防治作物病虫害等等，我们应本着“有灾防灾，无灾增产”的原则，同时，因地制宜，综合运用农业生产“八字宪法”战胜干热风的危害。

（二）运用物理化学方法防御干热风。

近年来各地试验应用化学药剂及各种激素作根外追肥或浸种来防御小麦干热风害。1976年经过北方十一省（市）的多点联合试验，初步肯定草木灰水，石油助长剂、磷酸二氢钾等对减轻干热风害，提高千粒重和产量有较好的效果，可以在较大面积上逐步示范、推广。此外，用氯化钙浸种和后期喷硼对防御干热风危害，也有好的苗头。

1. 喷草木灰水防御干热风。

根据干热风协作区571个试验地块的材料统计，喷洒草木灰水之后，增产幅度在3—10%之间，千粒重提高1—2克，并有增加有效小穗和穗粒数的作用。

喷洒草木灰水后可以提高植株的光合强度，增强植株细胞吸水力，加快灌浆速度和增加植株体的含钾量。喷后小麦生长健壮，成熟时能正常落黄，从而增强了抗御干热风的能力。

草木灰水适宜的喷洒浓度为6—10%，即一亩地用6斤到10斤的草木灰兑水100斤。喷洒前一天将草木灰放在水里泡半天以上，澄清过滤后即可喷洒。

喷洒草木灰水的适宜时期是在小麦起身到拔节之间，连续喷洒两次（其中要间隔10天左右）。

由于草木灰水属碱性肥料，在盐碱地地区应用其增产效果不显著，有的地区甚至出现减产的情况。

2. 喷石油助长剂防御干热风。

据628份试验材料统计，喷石油助长剂后平均增产5—7%，千粒重提高1—2克，其增产原因主要有以下几点。

（1）开花期喷洒可以增加每穗粒数2—3个，灌浆期喷可增加千粒重1—2克。

（2）抽穗期喷石油助长剂可增加叶绿素含量10%左右，小麦叶片内叶绿素含量提高，有利于光合作用的增强，据测定，喷后8—10天的净光合强度比对照提高1.7—10.0毫克/厘米²·小时。

（3）促进籽粒灌浆。一般喷后十天到半个月可促进灌浆速度加快。

此外，在干热天气条件下喷石油助长剂的植株蒸腾强度减小，从而减轻不利气象条件对小麦的危害。

喷洒时期以开花和灌浆期各喷一次为好，浓度以将原液稀释1000倍为好（也有稀释750倍或800倍的）。

在旱地及水浇地麦田喷洒石油助长剂均有增产效

果。但原来是水浇麦田，在喷洒后停水干旱，在这种情况下石油助长剂发挥不了增产作用，并且常常造成减产。

3. 氯化钙浸种、闷种防御干热风。

河北省肥乡县连续四年进行氯化钙浸种、闷种的试验，证明用0.1%浓度氯化钙浸种（或闷种）可以显著减轻小麦受干热风的危害。1976年在华北、西北各地试验、小麦增产达10%，千粒重增加1克左右，且砂土地增产效果优于两合土或粘土地。

据测定，用氯化钙浸种的小麦叶片细胞吸水力比对照增加3—4个大气压，因此浸种后的植株对土壤水分的吸收能力和对体内水分的保持能力均有提高，从而增强了小麦的抗旱和抗干热风的功能。

用氯化钙溶液浸泡麦种的时间为5—6小时。为适应机械化播种的需要，可改用氯化钙闷种，方法是将氯化钙溶液用喷雾器往种籽上喷洒，边喷边搅拌，拌匀后6个小时即可播种。如为防治地下害虫可与1605同时使用，浓度不变。

4. 喷磷酸二氢钾防御干热风。

据干热风协作区的53个试验点材料，喷磷酸二氢钾平均增产幅度为3—10%，千粒重增加1克左右，穗粒数增加0.5—3.0粒。喷后的生理效应主要表现为植株体内含磷、钾量提高，束缚水与自由水的比例提高。例如在抽穗期喷0.4%浓度的磷酸二氢钾，束缚水与自由水的比例较对照增加67%，这就是说，喷后植株细胞束缚水的百分率提高，原生质的粘性增大，植株的保水力增强，有利防御干热风害。

关于喷洒时期各地认为以孕穗到抽穗和扬花盛期各喷一次为好，浓度为0.2—0.4%。

5. 喷硼（硼砂或硼酸）防御干热风。

据协作区42个材料统计，喷硼一般增产5%左右，千粒重增加约1克，同时有减少不孕小穗和增加穗粒数的作用。

喷硼后可明显增强叶片的光合强度，据测定喷后4天（扬花喷，0.1%浓度），叶片光合强度较对照高0.6939克/小时·米²，喷后15天测定，仍比对照要高0.2130克/小时·米²。此外，喷硼有促进小麦成熟的作用，一般较对照提前熟2天。所以喷硼在一定程度上可减轻干热风害。

喷洒时期以花期和灌浆期各喷1次为好，如用硼砂浓度为0.1%，如用硼酸浓度则为0.05—0.1%。

除了上述5种药剂外，各地区还试用了苹果乙酸，津541、门多克，矮壮素，过磷酸钙、仲钼酸铵、乙烯利及尿素等防御干热风，均有一定的效果。

值得注意的是，后期喷药（肥），只是一种补救措施，从根本上说，必须综合运用“八字宪法”搞好栽培管理，结合后期喷药（肥），进行综合防御，才能有效地战胜干热风危害。