

小麦

的灾害及其防御

XIAOMAI DE ZAIHAI JIQI FANGYU



江苏科学技术出版社

小麦的灾害及其防御

江苏省农业科学院

熊宝山 编

江苏科学技术出版社

小麦的灾害及其防御

江苏省农业科学院

熊宝山 编

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：南京人民印刷厂

开本 787×1092 1/32 印张 3.75 字数 89,000

1983年7月第1版 1983年7月第1次印刷

印数 1—12,100册

书号16196·124 定价0.37元

责任编辑 张湘君

前 言

小麦从播种到收获的栽培过程，实际上是运用先进的科学技术向不利于小麦生长发育的各种灾害作斗争的过程。

要战胜小麦的各种灾害，必须了解小麦灾害的发生与发展规律，知道为什么会发生灾害，在什么时间、什么地点，将会发生怎样的灾害，还必须知道对于各种灾害如何采取不同的防御措施，以争取避免或最大限度地减少灾害所造成的损失。这是我们与大自然作斗争，夺取小麦高产的一个十分重要的课题。

本书以最近几年科研单位的科研成果和广大群众的实践经验为素材，概括地阐述了小麦湿害、冻害、干热风害、草害和几种主要病害的发生规律和防御措施，供基层农业科技人员，广大农村干部、社员，以及中等农业学校和农业中学的教师阅读参考。

本书定稿前曾约请徐州地区农科所蔡修邦同志、江苏农学院彭永欣同志、江苏省农科院肖庆璞同志帮助审阅，提出了不少宝贵意见，在此深表谢意。

熊宝山

1982年10月

目 录

一、小麦的湿害及其防御	1
(一)湿害发生的生态原因	1
(二)湿害对小麦生理功能的影响	5
(三)小麦耐湿性的鉴定方法和耐湿性指标	12
(四)防御小麦湿害的主要措施	14
二、小麦的冻害及其防御	35
(一)越冬期冻害的发生和防御	35
(二)春霜冻害的发生和防御	43
三、干热风及其防御	51
(一)干热风出现的时间与类型	51
(二)干热风危害的农业气象指标	53
(三)干热风危害小麦的生理机制	55
(四)影响干热风危害程度的各种因素	56
(五)防御干热风的措施	53
四、麦田草害及其防御	63
(一)麦田杂草发生情况	63
(二)麦田杂草的种类	64
(三)麦田杂草的生物学特性	67
(四)几种主要麦田杂草的特性及消长规律	70
(五)麦田杂草的防除措施	78
五、麦类赤霉病、白粉病和纹枯病的发生与防治	92
(一)麦类赤霉病的发生与防治	92
(二)麦类白粉病的发生与防治	104
(三)小麦纹枯病的发生与防治	111

一、小麦的湿害及其防御

湿害是我国南方麦区小麦生产上最常见、最严重的灾害，几乎每年都有不同程度的发生。1973年长江中下游广大麦区春雨连绵，小麦湿害严重，伴随低温冻害，造成普遍减产。江苏省3253万亩小麦（包括大、元麦，下同），平均亩产从1972年的317斤，下降到218斤，平均每亩减产99斤，总产损失32亿多斤。在北方麦区，有一些地势低洼的麦田，由于排水不畅，地下水位高，遇到多雨年份，积涝成灾，所造成的损失，往往比旱害更为严重。因此，总结推广已有的防御小麦湿害的群众经验，和有关科研成果，进一步加强对小麦湿害发生规律和防御措施的研究，对夺取小麦高产稳产有着重大作用和深远意义。

（一）湿害发生的生态原因

小麦湿害的产生主要是根系密集层土壤含水量过大，使根部较长时期处于缺氧的不利环境，削弱了根系的吸收功能，使地上部严重脱水而引起凋萎或死亡。因此，小麦湿害的产生并不是植株体内水分过多，而是植株体内水分的亏缺。与小麦旱害相比，湿害发生时土壤并不缺水，而是水分过多，旱害则相反，所以湿害也称生理旱害。

小麦湿害多数发生在地下水位较高的平原水网地区，丘陵山区部分土质较粘重的涝田也常有发生。

1. 平原水网地区麦田湿害发生的原因

（1）小麦生育期间多雨

南方麦区小麦生育期间总雨量为300~600毫米,其中主要集中在秋播期间和拔节孕穗阶段。秋播期间,长江中下游麦区(包括沪、赣、鄂、湘等省和苏、皖的淮河以南、河南南部和陕西的安康地区),一般受北方变性冷气团的控制,多晴天,有利于秋种。但在暖湿气流活跃的年份(平均三年一遇),也往往出现多雨天气。据南昌地区气象资料,常年11月份总降雨量60毫米左右,最多年份可超过90毫米以上;雨日7~10天,最多雨日10天以上,容易造成烂耕烂种,导致苗期僵苗湿害。

小麦拔节至成熟阶段,南方广大麦区正处在南北冷暖气流相互频繁交替时期,天气多变,暖湿气流活跃的年份,阴雨连绵过程性天气最长可达10天以上,有时出现时晴时雨天气,相对湿度大,湿害、阴害都很严重。以苏州地区为例,近27年(1951~1977年)小麦生育中后期的3~5月,平均总降雨量270~320毫米,雨日34~42天,平均约2~2.5天就有一个雨日。多雨年份雨量达400毫米以上,为小麦该期正常需水量(150毫米)的2.7倍,雨日50天以上。春季多雨是形成南方麦区小麦湿害的主要因素。湿害出现的机率平均2~2.5年一次,有些地区甚至三年两遇。北方麦区在小麦成熟前10~15天,如下10毫米以上的雨水,就容易引起湿害型的高温逼熟。

(2) 河网水位高

建国以来,大规模的农田水利建设,使河网水位得到有效的控制。但仍有相当多的地方控制标准不高,特别是一些低洼圩区、湖滩、沿江两岸和滨海三角洲等地,在春季多雨年份,麦田地下水位上升,甚至接近地面;一些未联圩、联湖的半高田地区,河网水位挂坎常不到1米。这些地方排除地下水难度较大,是麦田湿害形成的又一因素。

(3) 土质粘重,透水性差

南方麦区,土质多为粘土或粘壤土,保水能力强,透水性差,渗透系数一般仅为0.5米/天左右。麦田前茬多数种植水稻,土壤浸水时间长,干耕晒垡机会少,加上有机质肥料逐年减少,土壤发僵现象普遍出现。土壤发僵的田块由于亚耕层变成不透水的青泥层,不利排除耕作层的土壤水分和地下水,造成“土壤渍害”。

(4)地下水位高

由于河网水位高,土壤透水性差,加上田间沟渠不配套,麦田地下水位往往易升不易降。当降雨量超过20~30毫米时,麦田地下水位很快上升至根系密集层范围内,而要降至1米以下,则需要个把月的时间,地下水位埋深经常处在50~60厘米的耕作层范围内,使麦根长时间处于缺氧环境,从而影响根系深扎和造成烂根。

(5)布局不当,水旱互包

由于作物种植布局不当,水旱插花,水包旱,旱包水现象到处都有发生。随着双季稻的发展和轮作换茬的不当,以及灌排渠系配置不合理等原因,近年来水旱互包现象更有所发展。

2.丘陵山区麦田湿害发生的原因

丘陵山区麦田湿害的发生,除小麦生育期间多雨和水旱互包等因素外,还有一些特殊的原因:

(1)地面径流大

丘陵山区地势起伏,田块之间的高程差多数在0.33米左右,有的高达1米以上。水往低处流,雨后常会产生较大的地面径流,顺势而下,冲漫麦田,造成湿害。

(2)地下渗流

雨水渗入麦田还会形成一股地下渗流。渗流由两种不同

流向组成：一种是自上而下的纵向渗流，另一种是向四周水平方向发展的横向渗流。在耕作层范围内，无论是纵向渗流还是横向渗流都比较快，大雨时，雨水迅速渗流而充满耕作层的土壤孔隙。在耕作层以下的心土层，不同土质的田块通透性差异较大。土质粘重的麦田，通透性差，雨水下渗到心土层后，纵向渗流减慢，以在耕作层范围内的横向渗流为主；土壤疏松的麦田，由于心土层通透性较好，雨水渗入后除在耕作层横向渗流外，纵向渗流也较快。因此，土壤疏松的麦田，地下水位下降快，耕作层积水时间短，湿害较轻或不易发生；土质粘重的麦田，地下水位下降慢，耕作层积水时间长，湿害较重；土质十分粘重的麦田，纵向渗流小，雨水很少进入心土层，耕作层易长期积水，湿害严重。了解这些情况，对因地制宜开好麦田一套沟十分重要。

（3）里坎湿害

丘陵山区的梯田，大多数是由山坡谷地平整而成。平整时都在高方的里坎挑土填在较低的外坎，因此，里坎的耕作层一般较浅，且都是生泥，土质粘重，容易积水而造成里坎湿害。另外，在同一块麦田内，由于上方田块地下渗流水的影响，里坎地下水位相对较高，而外坎地下水位因向下方田块渗流而相对较低。据江苏省丹徒县上会公社农科站在典型田块打井观察，连续35天晴好天气后，里坎地下水位埋深37.5厘米，外坎62.5厘米；连续9天阴雨（共计降水56毫米），里坎地下水位埋深15厘米，外坎31.5厘米，差距都很大。当地群众有：“坎高1尺，受渍1丈，少收担粮”（小麦亩产比外坎少收100斤）的说法。

（4）塘坝渗水

丘陵山区大小塘坝水库星罗棋布，十分分散。塘坝、水

库下方麦田常受其渗水的影响,地下水位抬高,是丘陵山区麦田造成湿害的因素之一。

(二)湿害对小麦生理功能的影响

小麦在渍水条件下,其植株所处的土壤环境和某些生理过程都会引起一系列的生物、物理化学的变化。

1. 土壤氧化还原电位的变化

土壤氧化还原电位的高低与土壤空气含量的高低有密切关系。土壤一经淹水,氧化还原电位值就会大大下降。通常把土壤氧化还原电位值下降到 290 毫伏作为小麦严重受湿害的“土壤质变”指标。江苏省农科院采用小麦盆土栽培试验表明,小麦全生育期土壤水分保持在田间持水量的60~80%的适宜范围内,土壤氧化还原电位变动幅度一般稳定在 500~700毫伏之间,比较平缓。相反,在孕穗期淹水15日或拔节孕穗期连续淹水30日,所测得的电位值比未淹水的低得多(表1)。说明土壤空气的排出是影响土壤氧化还原电位下降的主要因素。

表1 小麦不同生育期积水对土壤电位的影响

处 理	淹 水 30 日					淹 水 20 日	
	苗 期	越 冬	返 青	拔 节 孕 穗	抽 穗 浆 熟	拔 节	孕 穗
对 照	700	691	647	637	705	660	732
淹 水	485	483	369	165	265	389	227
相 差	215	208	278	472	440	271	475

注: 5 厘米土层内毫伏数

从电位值下降程度来看,还与温度、生育时期和淹水持续时间的长短都有关系。其中温度是主要因素。说明淹水期内有机物质分解产物的积累和土壤盐基状态的改变因温度增高而加速。越到小麦生育后期淹水,因温度越高,电位值下降越多,小麦受湿害也越严重。

2. 根组织内气体组成的变化

渍水条件下根系与土壤之间氧气交换被隔离,根组织内部的气体环境到底如何?国外有人用 $^{18}\text{O}_2$ 试验表明:水培大麦的幼苗与水稻一样,可以通过自身的通气组织由地上部向根系输送,但数量要少得多。北京农业大学对多种植物幼苗在水培条件下试验,发现植物地上部耗氧的数量是因地下部缺氧而大量增加。江苏省农科院用盆土栽培试验表明:小麦幼苗期淹水10日和20日,根组织中氧气含量为7.7~4.8%,二氧化碳浓度为1.2~1.3%;而土壤水分保持在田间持水量60~70%时,根系含氧量为11.2~9.7%,二氧化碳浓度为1.0~2.6%。同样,在拔节孕穗期淹水10日和20日,根组织中氧气含量为6.9~5.7%,二氧化碳浓度为2.2~2.9%;未淹水的对照氧气含量为11.4~13.5%,二氧化碳浓度为2.4~5.4%。上述试验表明,小麦短期淹水甚至长达20日之久,根组织内仍有一定数量的气体,但要少得多,这可能是小麦在土壤渍水条件下赖以生存的适应能力之一。气体向下输送的方式是通过根皮层内空气间隙以被动扩散作用进行的。

然而,小麦在渍水条件下根内氧分压的迅速降低,以及根组织内含氧量和二氧化碳浓度大幅度下降的事实,足以说明根的生长受阻,活力削弱,尤其是孕穗期渍水部分根尖发黑和坏死现象,反映了土壤渍水后地上部供氧能力不能满足小麦的需要,或至少不能象水稻等沼生植物那样保证氧分压最低,

而呼吸代谢仍然旺盛的根尖部分的需求。

3. 根呼吸强度的变化

图1表明,小麦的根在苗期呼吸较旺,随着生育期的推移逐渐减弱。不同生育期渍水均会抑制根的呼吸速度,随淹水期延长呼吸水平也日趋下降,这反映了土壤渍水后根系活力受阻的真实情况。排水后根系呼吸的能力在不同生育期之间有明显差异。苗期渍水30日,排水后10日呼吸回升较快,至3月中旬的拔节期还一度超过未淹水的对照,至灌浆初期与未淹水的接近,每小时每克干重的耗氧量对照与处理分别为55和51微克。这证实了小麦苗期“寸麦不怕尺水”的说法是有道理的,也说明了小麦苗期即使受湿害,只要切实加强中后期管理,仍然可以争取丰收。但拔节后的孕穗期淹水,排水后根的活力不仅不能恢复,而且还继续衰退,至灌浆初期每小时每克干重的耗氧量仅14微克,说明了“尺麦怕寸水”的道理。

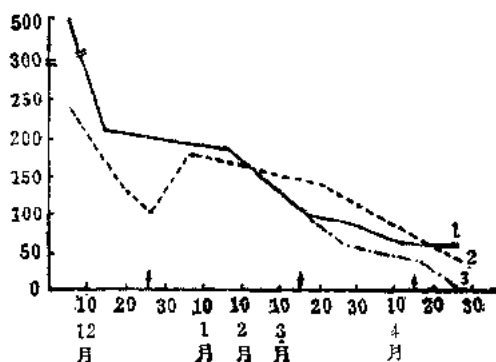


图1 不同生育期淹水对小麦根系呼吸强度的影响
 纵坐标为呼吸强度(O_2 微升/克干重/小时)
 横坐标为生育期 ↓为淹水 ↑为排水
 1.对照 2.苗期淹水 3.拔节孕穗期淹水

4. 湿害对小麦根系吸收功能的影响

根系伤流量的强弱, 是体现小麦是否生长健壮的重要标志。在淹水条件下测定根系伤流量的变化, 与根系呼吸速率一致。土壤一经淹水, 根系伤流量即下降。其中拔节孕穗期下降更多。据测定扬麦三号小麦的伤流量, 苗期淹水10日结束后, 每小时单茎伤流量为19毫克, 未淹水的对照为75毫克; 孕穗期淹水10日后, 每小时单茎伤流量为7毫克, 未淹水的为84毫克。淹水与未淹水的伤流量相差4~12倍。

同样, 用 ^{32}P 的示踪表明, 小麦在正常土壤水分下, 在土壤20厘米深处标记一小时后, 地上部即出现放射性指示物, 指明 ^{32}P 已从根部被吸收进入到茎叶内, 随后放射性逐渐加大, 至6小时增强到5倍多。说明根系的吸收功能旺盛。相反, 在渍水条件下, 标记后两小时地上部才出现微弱的放射性, 6小时内增强也十分缓慢(图2)。

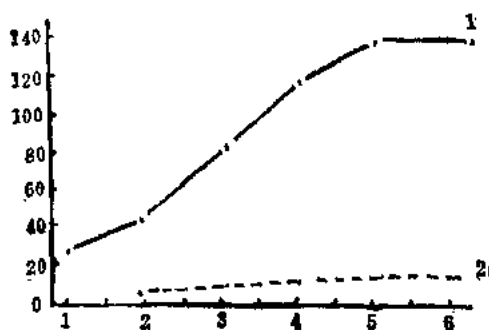


图2 拔节孕穗期淹水(20日)对小麦 ^{32}P 吸收的影响

纵坐标 脉冲数/分钟 横坐标 标记后时数

1. 对照 2. 拔节孕穗期淹水

渍水条件下单茎伤流量与 ^{32}P 的吸收强度明显减弱的事实,直接证明水分和矿质养分进入根系的过程受阻,根的活力衰退。

5. 湿害对小麦氮素代谢的影响

小麦在受湿害以后地下部根系功能下降的同时,地上部株体内氮素代谢也发生明显的变化。在氮素吸收旺盛的苗期受渍,功能叶内全氮含量大幅度下降;排水后的越冬期因温度较低,叶片含氮量仍停留在低水平;第二年春天随气温回升,地上部生长旺盛,功能叶内的含氮量才逐渐提高,说明苗期受湿害后根系容易恢复生机。拔节孕穗期淹水,功能叶内不仅蛋白质氮不断下降,各叶层内水溶性氮也均低于对照(表2),水溶性氮与蛋白质氮的比值也相应缩小。功能叶内这种氮化物的变化,显然加速蛋白质的分解,导致叶片易枯萎衰亡。随着叶片早衰,叶片内可动用的碳水化合物来源枯竭,随之耗尽。上述试验表明湿害使叶片氮素水平下降,是与根系的吸收机能衰退和运转受阻有密切关系的。

表2 拔节孕穗期淹水对叶片内含氮化合物的影响

(扬麦三号)

叶 层	处 理	淹 水 10 日		淹 水 20 日		排水后10日	
		蛋白-N	水溶-N	蛋白-N	水溶-N	蛋白-N	水溶-N
旗 叶	对 照	4.980	0.084	5.154	0.241	3.098	0.876
	淹 水	3.740	0.150	3.576	0.128	1.692	0.208
倒二叶	对 照	4.576	0.153	5.045	0.214	2.342	0.761
	淹 水	3.999	0.006	3.108	0.222	1.187	0.434
倒三叶	对 照	3.836	0.270	3.890	0.430	2.280	0.876
	淹 水	3.152	0.048	2.079	0.257	1.258	0.306

6. 湿害对小麦不同生育期的影响

据大面积调查资料,小麦湿害主要发生在苗期、拔节至抽穗,以及扬花与灌浆三个阶段。苗期湿害的症状:种子霉烂,出苗率低,已出苗的迟迟不发生分蘖,次生根极少,苗小叶黄,越冬期株高仅10~18厘米,第3叶、第4叶短3~7%,功能叶片上部1/3~1/2处叶绿素破坏,呈灰白色,对幼穗的发育影响不明显。拔节至抽穗期受害,上部功能叶发黄,叶变短,上部三张叶片平均短19.8%、30.4%和36.1%(自下而上);株高矮10厘米左右;每穗的小穗与小花数稍有减少,但不明显;影响最大的是成穗数明显减少,一般要减少70%左右,穗数减少是湿害造成减产的主要因素。扬花至灌浆阶段受湿害,功能叶片早衰,光合作用减弱,提前一个星期左右逼熟,每穗粒数减少50~60%,而且都是秕粒,千粒重下降幅度为40%左右。但粒重下降幅度与品种之间耐湿性强弱并无规律可循。一般是粒数较多的,粒重降低多;而粒数较少的,粒重降低少。

总之,小麦个体发育中各个时期内短期受湿害,都会造成减产。一般来说,中后期受湿害重于前期,而影响最大的时期是在拔节孕穗期,称为小麦需水的临界期。其中尤以孕穗期,更确切地说是在性细胞形成期,这个时期如缺水或水分过多都会造成不可弥补的损失。而造成减产的主要因素是穗数大量减少,其次是每穗粒数减少,再次是粒重的下降。

从上面粗略分析看出,小麦湿害的产生是由于土壤淹水后,空气被隔绝,缺氧所造成。小麦是旱性作物,其根系不能象水生植物那样得到从地上部通过体内的通气腔道所扩散下来的氧气,在土壤缺氧情况下,根系受害首当其冲,活力下降。当土壤中的含氧量低于3~5%时,麦根得不到足够的氧气,

呼吸作用与合成作用削弱,此时,土壤中即使有大量养分和水分,对小麦来说也是无用的。当土壤含水量达到该土壤最大持水量的100%时,土壤水分处于饱和状态,土壤孔隙中的氧气几乎全部被排除,此时,麦根只能靠土壤溶液中数量极少的氧气进行微弱的生命活动,而土壤溶液中的含氧量只有0~0.5%,远不能满足小麦根系正常的需氧量,呼吸作用受阻,就进行无氧呼吸而产生酒精等有毒物质,从而导致根系丧失吸水的能力。但这时叶片上的气孔处于极度张开状态,蒸腾失水照样进行。这样,麦子体内的水分入不敷出而造成生理缺水。如遇西南旱风,麦株失水更为严重,引起高温逼熟,造成青枯减产。一般千粒重要降低3~5克,减产10~20%,甚至更多。

小麦根系不仅是吸收水分和无机养分的器官,它还能合成氨基酸和激动素。激动素能延长叶片的功能期,增加光合产物。在土壤渍水条件下,根的合成功能削弱,引起叶片早衰,过早丧失光合作用的能力,从而缩短灌浆过程而影响粒重的提高。

土壤含水量过多,不仅直接影响麦子的生长发育,它还间接影响土壤好气性微生物的活动,从而影响土壤中有机质(包括有机肥料)的分解。这是因为有机肥料施入土壤后,植物不能直接利用,必须通过土壤微生物的活动,把它分解成铵盐等简单物质以后才能被植物吸收、利用。但在水多缺氧的嫌气性条件下,有机肥料不仅不能被分解利用,反而会产生一些如低铁、低锰、有机酸、硫化氢等有毒物质,招致根系中毒,变黄发黑。土壤越肥,有机物质越多,而渍水严重的麦田,危害减产也就越严重。

土壤过湿还会加重病虫、草害的危害程度。例如,南方小麦流行最为普遍,最为严重的赤霉病,其发病需要三个条件:

充足的菌源，高于15℃的气温以及超过80%的相对湿度。其中温度较难控制，菌源可以通过拾稻桩等措施来减少，而田间湿度则取决于当时的雨量和雨日，同时也取决于开沟排水的状况。天下不下雨我们现阶段还无法控制，但开沟排水则事在人为。沟开得好，即使下大雨，田间湿度也可以下降，赤霉病也可以减轻。据植保部门多年总结，沟开得好的，在赤霉病发病年份，可以减轻30~50%的损失；一般发病年份，可以减轻10~20%的损失。这都说明防止麦田湿害，对夺取小麦丰收有十分重要意义。

(三)小麦耐湿性的鉴定方法和耐湿性指标

1.耐湿性的鉴定方法

迄今为止，国内对小麦耐湿性试验报道并不多，湖北省农科院曾采取对不同品种在不同生育期进行田间灌水试验；上海农科院曾以测定不同品种在湿害条件下的伤流量等方法进行鉴定，都取得了较好的效果。

为了全面了解湿害对小麦不同生育期、不同性状的影响，和区分不同品种间耐湿性的强弱，筛选耐湿亲本，探索适宜的鉴定方法和相应的耐湿性指标，江苏省农科院曾采用下面两种方法进行耐湿性鉴定：

(1)田间鉴定双重对照法

选择若干有代表性的品种，在水稻土上分湿地组和旱地组进行试验，每组设置两个以上重复。湿地组人为创造湿害条件，使土壤水分保持在最大持水量的85%以上，观察各品种在不同发育时期对湿害的反映，并以公认耐湿性较好的品种为对照。旱地组选用排水良好的稻田，使土壤保持小麦正常生长发育的适宜水分，作为湿地组的对照。根据各参试品种主