

水稻生产

抗灾减灾技术

朱德峰◎主编



 中国农业出版社

水稻生产抗灾减灾技术

朱德峰 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水稻生产抗灾减灾技术 / 朱德峰主编. —北京:
中国农业出版社, 2010. 8
ISBN 978-7-109-14761-4

I. ①水… II. ①朱… III. ①水稻—气象灾害—灾害
防治 IV. ①S42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 129049 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 张 利

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 3 插页: 2

字数: 66 千字 印数: 1~5 000 册

定价: 10.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

水稻是我国主要的粮食作物。20 世纪 50 年代以来,我国通过水稻品种和生产技术创新实现了水稻单产的二次突破,创造了全国平均每公顷产量超 6 450 千克的水平。然而,近 10 年来,我国水稻单产出现徘徊状态,引起了有关方面的极大关注。分析水稻单产徘徊的原因表明,病虫害等生物因子危害,以及极端温度、干旱、台风、洪涝等非生物灾害频发,是造成我国水稻产量损失、引起水稻单产徘徊的主要因子。

我国水稻种植区域辽阔,种植制度复杂,种植季节多种,品种类型多样,加上全球气候变暖趋势加剧,以极端高低温、干旱、洪涝、阴雨、台风、暴雨等为主的非生物灾害及以病虫害为主的生物灾害对水稻生长和产量形成具有严重威胁,造成产量损失及产量不稳定。全国每年农作物洪涝成灾面积 800 万公顷,干旱和低温成灾面积均达 2 000 万公顷,由灌溉设施老化及气候异常引起的干旱和低温造成成灾面积逐年上升。2003 年因长江流域稻区中稻开花结实期受高温影响,导致全国水稻比 2002 年平均减产 2.1%,总产下降 340 万吨。同年,受高温影响最大的安徽省全省水稻比 2002 年平均减产

24.8%。2007年,我国沿海省(直辖市)受2次台风影响,中晚稻出现大面积倒伏、早衰,结实率大幅下降。浙江省较大范围中晚稻受台风影响,全省水稻平均单产比2006年下降2.7%。随我国社会经济发展和农村劳动力大量向其他产业转移,水稻生产经营方式和种植方式发生很大变化,水稻抛秧、直播和机械化插秧等种植方式发展,化学除草剂普遍应用,除草剂类型多、品种多,因除草剂使用不当,常常出现药害现象。总结水稻生产防御自然灾害的方法 and 对策,构建我国水稻生物与非生物灾害预警与防控技术,加强灾害发生动态的预警,提出预防对策措施,对于提高和稳定水稻产量,增加稻农收入具有重要意义及应用价值。我们在总结现有研究成果和生产实践经验的基础上编写此书,阐述了我国主要稻区水稻生产中高低温、干旱、洪涝、阴雨、台风、暴雨、冰雹灾害及其预防技术措施,以及化学物质和除草剂危害及其预防技术措施,旨在为水稻抗灾减灾提供技术方案和措施。

感谢国家水稻产业体系、水稻生物学国家重点实验室及超级稻项目对本书出版的大力支持。由于我国水稻种植地域差异大,种植类型丰富,品种类型多样,各稻区灾害类型差异大,以及我们的知识限制,书中不足之处难免,敬请读者批评指正。

编 者

2010年5月

目 录

前言

第一章 高温灾害	1
一、孕穗开花期	2
(一) 高温灾害的影响	2
(二) 高温灾害的预警	3
(三) 抗灾减灾的技术措施	3
二、灌浆期	5
(一) 高温灾害的影响	5
(二) 高温灾害的预警	6
(三) 抗灾减灾的技术措施	6
第二章 低温灾害	8
一、育秧期	9
(一) 低温灾害的影响	9
(二) 低温灾害的预警	9
(三) 抗灾减灾的技术措施	10
二、穗分化发育期	12
(一) 低温灾害的影响	12
(二) 低温灾害的预警	13
(三) 抗灾减灾的技术措施	14
三、开花灌浆期低温灾害	15
(一) 低温灾害的影响	15
(二) 低温灾害的预警	16

(三) 抗灾减灾的技术措施	16
四、寒露风	17
(一) 寒露风灾害的影响	17
(二) 寒露风灾害的预警	17
(三) 寒露风减灾的技术措施	17
第三章 干旱灾害	19
一、苗期	20
(一) 干旱灾害的影响	20
(二) 干旱灾害的预警	20
(三) 抗灾减灾的技术措施	21
二、孕穗开花期	22
(一) 干旱灾害的影响	22
(二) 干旱灾害的预警	22
(三) 抗灾减灾的技术措施	23
三、灌浆期	23
(一) 干旱灾害的影响	23
(二) 干旱灾害的预警	24
(三) 抗灾减灾的技术措施	24
四、旱稻生产技术	24
(一) 精细整地	25
(二) 适时播种, 提高播量	25
(三) 合理施肥	27
(四) 杂草防治	28
(五) 病虫防治	29
五、水稻抗旱减灾生产技术	29
(一) 集中育秧, 旱育稀播	30
(二) 干耕水平, 等雨插秧	30
(三) 覆盖种植, 干湿交替节水灌溉	30
(四) 加强病虫测报, 及时做好防治	31

第四章 洪涝灾害	32
一、育秧期	32
(一) 洪涝灾害的影响	32
(二) 洪涝灾害的预警	33
(三) 抗灾减灾的技术措施	33
二、分蘖期	34
(一) 洪涝灾害的影响	34
(二) 洪涝灾害的预警	34
(三) 抗灾减灾的技术措施	34
三、中后期	35
(一) 灾害的影响	35
(二) 灾害的预警	36
(三) 抗灾减灾的技术措施	36
第五章 阴雨天气	38
一、分蘖期	38
(一) 阴雨灾害的影响	38
(二) 阴雨灾害的预警	38
(三) 抗灾减灾的技术措施	39
二、穗分化期	39
(一) 阴雨灾害的影响	39
(二) 阴雨灾害的预警	39
(三) 抗灾减灾的技术措施	40
三、灌浆期	40
(一) 阴雨灾害的影响	40
(二) 阴雨灾害的预警	41
(三) 抗灾减灾的技术措施	41
第六章 台风灾害	42
一、开花结实期	42

(一) 台风灾害的影响·····	42
(二) 台风灾害的预警·····	42
(三) 抗灾减灾的技术措施·····	43
二、灌浆成熟期·····	43
(一) 台风灾害的影响·····	43
(二) 台风灾害的预警·····	44
(三) 抗灾减灾的技术措施·····	44
第七章 暴雨灾害 ·····	46
一、播种秧苗期·····	47
(一) 暴雨灾害的影响·····	47
(二) 暴雨灾害的预警·····	47
(三) 抗灾减灾的技术措施·····	48
二、抽穗开花期·····	48
(一) 暴雨灾害的影响·····	48
(二) 暴雨灾害的预警·····	49
(三) 抗灾减灾的技术措施·····	49
三、抽穗至成熟期·····	50
(一) 暴雨灾害的影响·····	50
(二) 暴雨灾害的预警·····	50
(三) 抗灾减灾的技术措施·····	51
第八章 冰雹灾害 ·····	52
一、冰雹灾害的影响·····	52
二、冰雹灾害的预警·····	53
三、抗灾减灾的技术措施·····	53
第九章 化学物质伤害 ·····	55
一、化学物质伤害的影响·····	55
二、化学物质伤害的预警·····	55
三、防治化学物质伤害的技术措施·····	56

第十章 除草剂药害及预防措施	58
一、水稻除草剂药害判断与补救	58
(一) 除草剂药害原因	58
(二) 除草剂药害判断	58
(三) 除草剂药害防治措施	59
二、主要除草剂药害症状	60
(一) 丁草胺	60
(二) 毒草胺	62
(三) 禾大壮	62
(四) 莎扑隆	63
(五) 骠马	64
(六) 威罗生	65
(七) 二氯喹啉酸	66
(八) 灭生性除草剂	67
(九) 其他常用除草剂药害	67
三、秧田	68
(一) 湿润秧田	68
(二) 旱育秧	69
四、直播稻	71
(一) 药害种类及原因	71
(二) 药害预防措施	72
五、移栽稻	74
(一) 药害种类	74
(二) 除草剂药害补救措施	75
六、土壤除草剂残留对后茬水稻的影响	76
(一) 除草剂残留药害症状	76
(二) 除草剂残留药害预防	77
参考文献	78

第一章 高温灾害

近 50 年来, 中国长江流域在 1959、1966、1967、1978、1994 年和 2003 年共发生 6 次重大水稻高温热害事件。2003 年是该地区史上最大热害发生年, 高温连续发生的日数和程度均刷新了历史纪录, 长江流域沿线的中稻受到严重危害, 全国当年稻谷产量降至近 20 年来的最低点。全流域受害面积达 1×10^7 公顷, 损失稻谷达 5.18×10^7 吨。其中安徽省当年受灾面积达 3.3×10^5 公顷, 损失稻谷 1.28×10^6 吨。武汉市受灾面积为 2.7×10^4 公顷, 占总水稻面积的 48%, 产量损失达 50.0%。在南方双季稻区, 早稻的生长处于低温到高温阶段, 6、7 月份盛夏高温季节, 早稻处于开花灌浆期, 因而早稻抽穗、开花和灌浆期易受高温影响。

水稻对高温热害最敏感的时期为减数分裂期到开花期, 次敏感期为灌浆期。水稻抽穗开花期遭遇 35°C 以上短暂的高温就能引起颖花高度不育, 直接降低结实率。谭中和等研究表明, 日平均气温 $\geq 30^\circ\text{C}$ 和日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 可作为自然高温的致害温度指标。郑建初等研究发现, 当抽穗期遇到 35°C 持续 3 天的高温, 水稻结实率降至 70% 以下; 遇到 37°C 持续 3 天以上的高温, 水稻结实率低于 50%; 而当遇到 41°C 持续仅 1 小时的高温时, 水稻结实率则下降到 50% 以下。早稻灌浆至成熟期, 出现 32°C 高温是千粒重的伤害温度; 35°C 高温可以引起子粒早衰, 缩短子粒的灌浆持续期, 是实粒率的伤害温度。

长江流域地区是重要的水稻种植带。近年来, 随着全球变暖和全球气候的异常变化, 加上长江流域地区特殊的地形条件, 该地区的中稻遭遇高温热害的几率正日益增加, 已经严重影响了当

地水稻安全生产。湖南、湖北、江西、安徽、江苏与浙江 6 省位于长江流域腹地，雨热同季，为水稻的生长发育提供了良好的条件，但频繁的高温经常威胁到水稻生产。浙江省早稻于 6 月中旬末开始抽穗，7 月中下旬成熟。常年，浙江省梅雨期结束于 6 月下旬至 7 月初，此后，进入晴热高温期，持续高温对早稻的抽穗扬花和灌浆成熟造成危害。西南稻区的一季中籼稻区地域跨度大，气象条件差异显著，2005 年，四川、重庆两地水稻受到高温危害，减产超过 10 亿千克。

一、孕穗开花期

（一）高温灾害的影响

水稻不同发育期的高温热害指标不同，籼稻开花期间长期高温伤害的临界温度为日平均气温 30°C ，短时高温伤害的临界温度为 35°C 。根据试验和调研，一般认为孕穗、开花期受害温度指标为：日最高气温持续 3 天以上 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 。盛花期 $36\sim 37^{\circ}\text{C}$ 严重受害。谭中和等研究表明，日平均气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 和日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 可作为孕穗开花期自然高温的致害温度指标。7 月下旬至 8 月上、中旬是一年中气温最高的季节，经常出现连续 3 天以上日平均气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ，日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温天气，同时，极端最高气温可达 38°C 以上，相对湿度在 70% 以下，对水稻生产造成严重影响，尤其是对水稻最敏感的孕穗开花期危害最重，轻则减产，重则绝收。

水稻孕穗开花期，不同高温强度及其持续时间对结实率影响不同，随着高温强度的加大和持续时间的延长，水稻秕粒率和空粒率增加。高温危害的最为敏感期为水稻盛花期，盛花期前或盛花期后较轻，开花当时的高温对颖花不育有决定性影响。水稻开花期受害的机理，一般认为是花粉管尖端大量破裂，使其失去受精能力，而形成大量空秕粒。从花粉粒镜检情况看，花粉率充实

正常率明显下降，水稻花丝萎缩，花药不开裂散粉或花粉粒不发芽，畸形率明显增加，影响颖花的开放、散粉和受精，因而空粒增多。

持续异常高温引起水稻结实率下降的程度，因水稻品种耐热性不同存在差异，相同品种因种植地区、田块、播期、田间管理等因素不同影响的程度也存在差异。水稻不同品种或同一品种不同发育期抗高温能力都有差异，一般籼稻耐高温性强于粳稻。早熟基因品种不耐高温，大穗型品种对营养要求高、对环境要求严，也不耐高温。此外，高温受害程度还与秧苗素质、植株生长状况、栽培条件、管理水平等有关。

(二) 高温灾害的预警

水稻在孕穗至抽穗扬花期前后的最适宜的温度为 25~30℃，抽穗前后 10 天对温度特别敏感，孕穗期如遇 35℃ 以上持续高温，会造成花器发育不全，花粉发育不良，活力下降；抽穗扬花期如遇 35℃ 以上高温，就会影响花粉管伸长，导致不能受精而形成空秕粒即“花而不实”，在恒温 38℃ 下抽穗的水稻全部不结实，高温还能直接杀死花粉。在水稻开花期，当日平均温度连续 5 天达到 30℃ 以上，日最高气温连续 2 天超过 35℃ 以上，可能会造成高温引起颖花结实率下降。因此，要根据历年气象资料，分析在水稻开花期可能出现高温的几率。如果存在开花期高温危害的可能，需要采取选育耐高温品种、选择适宜的播栽期、调节开花期的技术措施。还可以根据天气预报，在水稻开花期可能出现连续高温前，采取相应抗灾减灾的技术措施，缓解高温对水稻孕穗开花的影响。

(三) 抗灾减灾的技术措施

1. 选育耐高温品种 根据品种开花期耐高温特性，以及不同地区常年水稻开花期高温出现的几率，选用开花期耐高温的品种。

种。也可选用开花期较早的品种，避过盛花时的高温危害。如根据四川盆地东南部高温伏旱区杂交中稻生长发育情况选用品种的全生育期不宜过长，所选用品种的全生育期以最长比汕优 63 不超过 3 天为佳。

2. 选择适宜的播栽期，调节开花期，避开高温 根据当地水稻生长季节和品种生育特性，选择适宜的播栽期，调节开花期，使水稻开花期避开高温季节。如四川盆地东南部高温伏旱区利用早育秧提早抽穗以避过高温。积极推广早育秧，提早水稻的播期和抽穗期。采取提早播种，提早抽穗避开水稻开花期的高温季节。长江流域地区为避开花期高温，双季早稻应选用中熟早粳品种，适当早播，使开花期在 6 月下旬至 7 月初完成，而中稻可选用中、晚熟品种，适当延迟播期，使粳稻开花期在 8 月下旬，梗稻开花期在 8 月下旬至 9 月上旬结束，这样可以避免或减轻夏季高温危害。

3. 采用科学肥水措施减轻高温危害 在抽穗扬花高温敏感时期应及时采取应急措施，减轻损失。一是田间灌深水以降低穗层温度。据上海市气象局试验，当穗周围气温为 32.7°C ，相对湿度为 71% 时，灌 8 厘米水层后，穗部周围气温降为 31.2°C ，相对湿度增至 83%。水稻开花期遇到高温季节时，可采用稻田灌深水和日灌夜排的方法，或实行长流水灌溉，增加水稻蒸腾量，降低水稻冠层和叶片温度，亦可降温增湿。在水稻长势好的田块，可在上午 11 时前灌水，到下午 2~3 时排水，调节中午前后高温时段的温湿度。必要时在中午前后水稻开颖前，或闭颖后，每公顷用清水 3 000~3 750 千克喷洒，一般可使温度降低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度增加 10%~15%，并能维持 1~2 小时。二是在肥料管理上合理地提早施肥，可促进分蘖早生快发，降低后期冠层含氮量，加快生育进程，增加后期耐旱和抗高温能力。并实行根外喷施磷钾肥，如 3% 的过磷酸钙或 0.2% 的磷酸二氢钾溶液，或与 0.13% 的硼砂 ($\text{NaB}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 混合液，能极显著地改

善水稻受精能力，增强稻株对高温的抗性，有减轻高温伤害的效果。

4. 四川盆地受极端高温伏旱危害的水稻，可采用蓄留再生稻方法 蓄留高温再生稻，结实率低于 20% 且水源条件好的稻田，及时抽水防旱，待头季稻八成黄后适期早收头季后蓄留高温再生稻，可收获再生稻 4 500~6 000 千克/公顷。主要措施：一是施足发苗肥。割苗前每公顷施尿素 300~375 千克作为发苗肥。二是低留稻桩。高温再生稻因较正季中稻收割后蓄留的再生稻在时间上早 20 天左右，低位节苗不会受到低温阴雨影响而降低结实率，割苗时应低留稻桩，留桩 20 厘米左右，促进倒 3~5 叶中、低位节腋芽萌发，有效地增加再生稻苗、穗数和穗粒数，更有利于提高产量。三是稻草还田。为了抓进度，抢时间，割苗后稻草就近处理还田。其他管理按正季再生稻技术实施。对于结实率低于 20% 且水源条件差的稻田，若蓄留再生稻可能还会因高温伏旱而失败，此类稻田应选择机割苗耕地，待高温伏旱过去后及时改种秋季作物，如秋甘薯、秋玉米或各种秋季蔬菜，以弥补大春损失。

二、灌 浆 期

(一) 高温灾害的影响

据中国科学院上海植物生理研究所报道，不同高温对水稻灌浆期的影响不同。日温 32℃ 夜温 27℃ 处理 5 天，千粒重有所下降。日温 35℃ 夜温 30℃ 处理 5 天，千粒重和结实率都明显降低。四川省农业科学院水稻研究所在杂交稻汕优 2 号灌浆期的高温试验中指出，开花后 1~10 天内，日平均气温大于 28℃ 就会降低千粒重。高温对水稻子粒灌浆的影响主要表现在秕粒率增加，实粒率和千粒重降低。有关研究表明，乳熟前的高温伤害主要是降低实粒，增加秕粒。乳熟后期的高温伤害主要是降低千粒重。灌

浆期如受到 35℃ 以上高温的影响，会使叶温升高，降低叶片的同化能力，增加植株的呼吸速度，灌浆期缩短，千粒重下降，导致秕粒率增加，引起明显减产。而且高温的强度、持续的时间、出现的时段及昼夜温差等都对空秕率有直接影响。

高温对水稻灌浆的影响主要在于子粒过早减弱或停止灌浆，即高温缩短了子粒对贮藏物质的接纳期。其原因是灌浆期遇到高温会使子粒内磷酸化酶和淀粉的活性减弱，灌浆速度减低，影响到干物质的积累。另外，高温还增加了植株的呼吸强度，使叶温升高，叶绿素失去活性，阻碍光合作用正常进行，降低光合速率，物质消耗量大大增强，使细胞内蛋白质凝集变性，细胞膜通透性丧失，植物的器官组织受到损伤，酶的活性降低，整个植株代谢也失调，最后三片功能叶早衰发黄，灌浆期缩短，最终表现为“高温逼熟”现象。

（二）高温灾害的预警

水稻灌浆期最适温度为 21~25℃，如果水稻灌浆初期在 35℃ 气温条件下处理 5 天，其结实率降低 10~15 个百分点，千粒重降低 0.5~1.5 克。在高于 35℃ 的情况下，温度愈高或延续时间愈长，水稻根系早衰，吸收养分的能力减弱，叶片功能下降，稻粒易停止发育，形成半实粒，而且造成米粒质地疏松、腹白扩大、千粒重降低、米质变差，对结实率与千粒重影响愈大。在我国水稻灌浆期的“高温逼熟”以南方早稻较常见。

（三）抗灾减灾的技术措施

1. **调整种植制度** 根据水稻季节和水稻灌浆期间的温度状况，调整水稻种植季节和品种类型，使水稻开花和灌浆期避开高温时段，减少水稻灌浆期遇到高温影响。

2. **选育耐高温的水稻品种** 水稻品种灌浆期间耐高温特性存在差异，选用耐高温品种可减轻高温危害。在品种选择中，应

进行耐高温试验，注意选择耐高温的品种。

3. 合理安排播种期，使灌浆期避开高温天气 根据品种播种到抽穗所需天数推算品种的适宜播种期。通过调整灌浆使水稻避开高温对灌浆的影响，从而防御或减轻高温热害对水稻产量和品质的影响。

4. 遇到高温危害时，采取适当的栽培技术措施 及时灌深水，可起到调节田间小气候、提高湿度、降低温度的作用，可部分缓解高温危害。在高温时间，也可在水稻叶片上喷水降温。适当减少后期氮肥用量，减轻高温危害程度。对已经发生高温危害的田块，要加强湿润灌溉，喷施叶面肥。