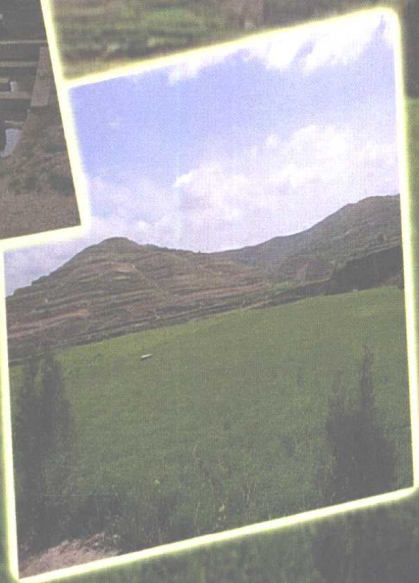
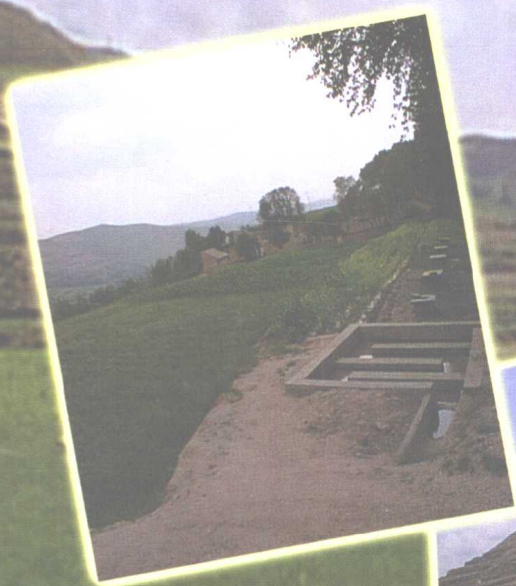


水 集 蒸 抑

抗 旱 技 术

李育中 程延年 主编



气象出版社

抑蒸集水抗旱技术

李育中 程延年 主编

气象出版社

内 容 提 要

本书是“九五”国家攻关专题 96-020-01-02《抑蒸集水防旱抗旱集成技术研究》研究成果的一部分。根据我国西北等半干旱地区降水不足,有效水分主要通过地表蒸发而散失的特征,提出抑蒸和集水技术为该地区防旱抗旱的关键带动技术,它们和常规抗旱技术结合,形成不同地区的集成技术,是防御干旱的有效途径。重点介绍抑蒸集水制剂与复合制剂、畦集水与根区微集水、覆盖抑蒸与集水补灌等技术的研究进展。

本书可供农学、农业气象学、农业生态学、地理学等专业人员和大专院校师生参考,也可供广大农业科技人员、农业管理人员和农业生产部门参考。

图书在版编目(CIP)数据

抑蒸集水抗旱技术/李育中等主编. -北京:气象出版社,1999. 12
ISBN 7-5029-2851-0

I. 抑… I. 李… III. 抗旱-技术 N. S274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 71740 号

抑蒸集水抗旱技术

李育中 程延年 主编

责任编辑:宋 钢 终审:汪勤模

封面设计:华 艺 责任技编:刘祥玉 责任校对:张若军

* * *

气象出版社出版

(北京市海淀区白石桥路 46 号 邮编 100081)

北京市白河印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:10.5 字数:262 千字

1999 年 12 月第一版 1999 年 12 月第一次印刷

ISBN 7-5029-2851-0/S · 0358

印数:1~1000

定价:18.00 元

前 言

在降水量 250~500 毫米的我国半干旱气候区,旱灾是农业生产的主要灾害。据统计,这些地区的减产年份都是旱灾发生年。近年来,有些地方出现持续干旱而形成干旱化趋势。事实表明,旱灾对这一地区的影响日益上升,影响着资源的有效利用和农业生产持续发展,成为开发中西部地区、发展国民经济的严重障碍。因此,开展防旱抗旱技术研究,减轻旱灾给农业生产带来的损失,具有重要的战略意义和实用价值。

“九五”(1996~2000 年)期间,国家科委将《农业气象灾害防御技术研究》项目首次列入国家重点科技项目(攻关)计划,该项目下设 8 个专题。中国农业科学院农业气象研究所主持其中的 96-020-01-02 专题《抑蒸集水防旱抗旱集成技术研究》,参加单位还有西北农业大学、兰州大学干旱农业生态国家重点实验室、陕西省旱地农业研究所、山西省气象局气象科学研究所、山西省农业科学院旱地农业研究中心、甘肃省定西地区气象局。

根据我国西北等半干旱地区降水不足,有效水分主要通过地表蒸发而散失的特征,以抑蒸技术和集水技术为关键带动技术,开展防旱抗旱集成技术研究。1996~1998 年,在不同地区的 16 个点上做了 28 组田间试验,其中春小麦 6 组,冬小麦 5 组,玉米 13 组,谷子 2 组,糜子 2 组。试验点有:甘肃的定西、定西唐家堡、静宁、榆中;宁夏的固原、海原;陕西的合阳、乾县、永寿;山西的太原、寿阳、寿阳宗艾、临汾、洪洞;内蒙古的奈曼;北京。

通过三年研究,在抑蒸集水制剂改进与更新、畦集水与根区微集水、覆盖抑蒸技术与集水补灌等方面取得了明显进展,完成了预

期的技术指标,并初步示范推广。

本书是专题组研究成果的一部分,收入专题组成员撰写的论文 30 余篇。其中,部分论文已在国内外刊物上发表,包括国外及国际会议发表 4 篇,学报级刊物发表两篇;大部分文章均为第一次发表。本书可供农业科技人员、教学人员和大专院校有关专业学生参考,也可供各级农业部门和实际工作者参考。

限于水平和研究的阶段性,本书难免有错漏之处,恳请广大读者批评指正。

中国农业科学院农业气象研究所

李育中 程延年

1999 年 9 月

目 录

第一部分 综述和专论

抑蒸集水抗旱技术研究进展·····	李育中 程延年等(3)
我国抗蒸腾剂的研究和应用进展 ·····	王一鸣(20)
径流农业——西北黄土高原持续农业的重要基础 ·····	
·····	王立祥 陶士珩 胡希远(33)
半干旱黄土高原集水高效旱地农业的发展 ·····	
·····	李凤民 王 静 赵松岭 (43)
论我国半干旱地区农业生产力与生态系统可持续发展 ·····	
·····	李凤民(55)

第二部分 抑蒸集水集成技术试验研究

黄腐酸拌种对春小麦产量和水分利用效率的影响 ·····	
·····	李 捷 李凤民 刘洪升(75)
化学制剂对生长中期谷子生长发育和产量要素的影响	
·····	严昌荣 李玉中 程延年等(82)
地膜小麦集水有限补灌技术研究 ·····	崔欢虎 池宝亮等(90)
定西半干旱地区春小麦农田微集水种植技术研究 ·····	
·····	朱国庆 史学贵 李巧珍(96)
抑蒸剂农气3号的抗旱增产效应研究 ·····	
·····	史学贵 朱国庆 李巧珍等(103)
半干旱偏旱区糜子沟垄径流栽培研究初报 ·····	

.....	杜世平 陶士珩 王立祥(109)
不同抗旱措施对玉米产量的影响	
.....	胡良温 吴竞成 卢淑贤等(119)
抑蒸集水防旱抗旱集成技术对冬小麦产量的影响	
.....	胡良温 卢淑贤 陈二平等(129)
渭北旱塬春玉米田抑蒸集水防旱抗旱集成技术研究	
.....	严菊芳(145)
抑蒸集水集成技术对冬小麦产量的影响.....	严菊芳(153)

第三部分 基础与机理研究

旱地作物的水分供应订正函数	
.....	陶士珩 王立祥 杜世平(165)
起垄覆膜技术对降水生产潜力增进的机理研究	
.....	陶士珩 王立祥 杜世平(173)
风矢量对坡面上雨滴降落速度和溅击角度的影响	
.....	陶士珩 王立祥 杜世平(180)
地膜覆盖畦集水的小气候效应及作物生育特征.....	胡良温(188)
反射型抗蒸腾剂对小麦蒸腾及光合作用的影响	
.....	张述义 池宝亮(203)
热量法茎流测定技术的发展及应用.....	罗中岭(207)
小麦液流及蒸腾速率测定方法初探.....	罗中岭 张建生(218)
几种抗旱抑蒸制剂对春麦生长影响及其生理效应的研究	
.....	杜宝华 李育中等(226)
抑蒸集水技术对玉米、谷子叶绿素含量与保水力的影响	
.....	杜宝华 李舒凡(236)
冬小麦不同生育期抗旱性研究初报.....	李舒凡 杜宝华(241)
“作物光合速率”在栽培试验中应用的问题.....	杜宝华(245)

第四部分 实用技术

防御旱灾的农业技术措施..... 程延年(253)

西北地区防灾抗灾农事月历..... 程延年(261)

第五部分 国外及国际会议发表论文

Effects of clear plastic film mulch on yield of spring wheat
..... Li Fengmin Guo Anhong Wei Hong(273)

Effect of organic matter on total amount and availability of
nitrogen and phosphorus in loess soil of Northwest China
..... Li Fengmin Wang Tongchao Cao Jing(291)

Influence of phosphorus supply pattern in soil on yield of
spring wheat
..... Li Fengmin Cao Jing Wang Tongchao(299)

Effect of drought on agriculture and ecological environm-
ent and its countermeasure in China
..... Cheng Yannian(314)

第一部分

综述和专论

抑蒸集水抗旱技术研究进展

抑蒸集水防旱抗旱集成技术研究

(96-020-01-02)专题组*

摘 要 根据我国半干旱地区降水不足,有效水分主要通过地表蒸发而散失的特征,以抑蒸技术和集水技术为关键带动技术,开展抑蒸集水防旱抗旱集成技术研究。在抑蒸集水复合制剂、畦集水与根区微集水、覆盖抑蒸技术与集水补灌等方面取得了明显的进展。

关键词 抑蒸 集水 集成技术

在各种农业灾害造成的损失中,农业气象灾害占 60%以上,其中最主要的是旱灾。在我国半干旱气候区,旱灾是农业生产的主要灾害。据统计,这些地区的减产年份都是旱灾发生年。水资源严重不足使干旱危害加剧。近年来,西北等地区出现持续干旱而形成干旱化趋势。事实表明,旱灾对这一地区的影响日益上升,影响着资源的有效利用和农业生产的持续发展,成为开发中西部地区、发展国民经济的严重障碍。

未来的形势更趋严峻。据预测,我国在 2000 年进入水危机阶段,未来气候有可能在波动中变暖,干旱发展趋势将继续加剧。

干旱成灾与农业生态条件、农业技术水平和社会经济等因素有关。干旱每年出现的地区和强度不同,对不同作物、不同时期的影响也不同。因此,不可能采取单项措施或一成不变的措施来解

* 专题组成员 李育中,程延年,王一鸣,王立祥,李凤民,杜宝华,巫国栋,胡良温,史学贵,严菊芳,严昌荣,池宝亮,贺菊美。本文由李育中、程延年执笔。

决,而应着眼于建立具有地区特色的抗旱技术和综合技术,以减轻旱灾危害,增加产量。我们针对半干旱地区降水不足、有效水分主要通过地表蒸发而散失的特征,在已有研究成果的基础上,着重开发农田抑蒸技术和集水技术,以抑蒸和集水为中心,对土壤和作物种子、幼苗、植株生长和产量的形成等环节进行全生育期的调控,以提高作物的抗逆力为目标,组装抑蒸集水防旱抗旱集成技术,并在试验示范的基础上逐步形成抗御旱灾的综合技术体系。

1 研究内容和方法

1.1 关键技术的创新

以农田抑蒸技术和集水技术作为关键带动技术。

研究控制农田蒸发的生物技术和物理技术,控制作物蒸腾的抑蒸制剂技术,以及相关技术的集成,抑制有限水分的无效消耗,减轻旱灾损失程度。

开发利用地形结构将大范围的有限降水汇集到小面积农田的工程技术,研究改变农田地表状况进行农田内部降水空间再分配和富集的农田集水技术;利用高吸水树脂将有效降水在作物根际区聚集的微集水技术,以及相关技术的集成,最大限度地减轻旱灾的影响。

1.2 配套技术的筛选

根据不同地区的特点,对已有的抗旱技术(常规抗旱技术)进行比较筛选,明确其抗旱作用及与带动技术配合的交互影响。

1.3 技术集成

根据因时、因地、因作物制宜的原则,对西北等半干旱地区按主要作物和农业生产类型,结合关键带动技术的研究,对已有抗旱技术进行组装配套,形成集成技术,在农业生产中推广应用,逐步形成灾前预防、灾中抗御、灾后补救及恢复等综合技术的旱灾防御配套技术,达到减轻影响、增加产量,节约成本和提高产量的目的。

1.4 试验地点和作物

1996~1998 年,在不同地区的 16 个点上做了 28 组田间试验,其中春小麦 6 组,冬小麦 5 组,玉米 13 组,谷子 2 组,糜子 2 组。试验点有:甘肃的定西、定西唐家堡、静宁、榆中;宁夏的固原、海原;陕西的合阳、乾县、永寿;山西的太原、寿阳、寿阳宗艾、临汾、洪洞;内蒙古的奈曼;北京。

具体研究内容见图 1。

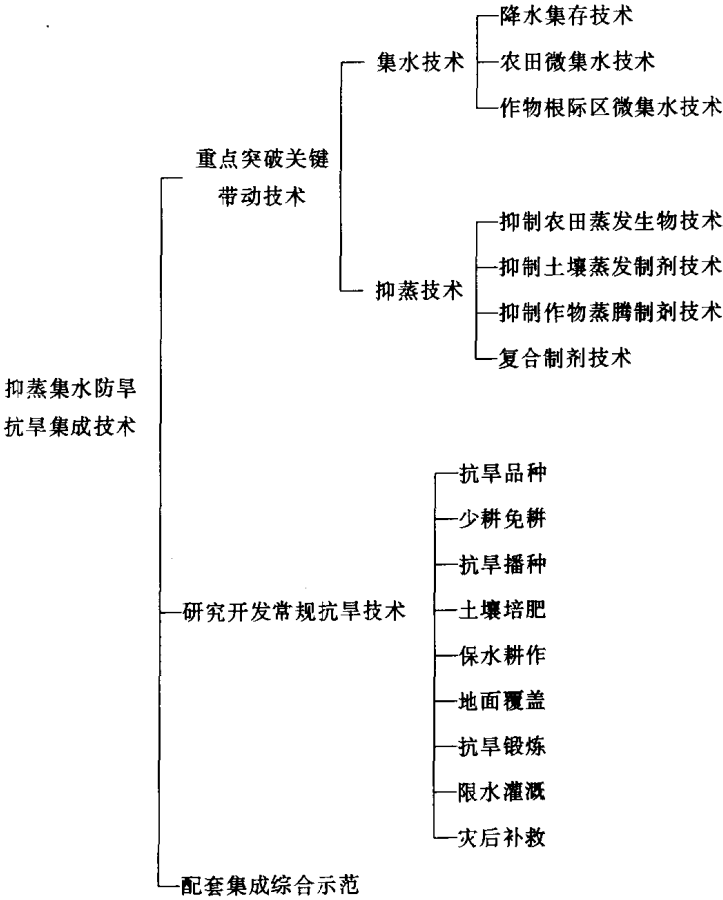


图 1 抑蒸集水防旱抗旱集成技术示意图

2 研究进展

本研究时限为 1996~2000 年,本文主要介绍 1996~1998 年的研究进展。部分进展已在 1999 年的试验中得到验证。

2.1 抑蒸制剂的研制与效果

近三年来,改进并筛选出 3 种制剂,1998 年将这几种制剂应用到春小麦上,并详细观测各种形态的和生理指标。在春小麦的试验中共设 4 个处理:①对照;②农气 2 号;③抑蒸剂 1 号;④抑蒸剂 2 号。

2.1.1 不同制剂对密度和根数的影响

由于密度反映了制剂对萌发率和分蘖的影响,所以在春小麦收获时,测定了不同处理的小区密度,见图 2,从图 2 可以看出,不同制剂均提高了春小麦的密度,最为明显的是抑蒸剂 1 号,比对照提高 26.7%。根数从另一个方面反映了作物的抗旱能力,根系越多,则吸收土壤水分和养分的能力越强,抗旱能力越强,从图 3 看出抑蒸剂 1 号和 2 号均高于对照,说明这两种制剂有助于根的分化与生长,有助于增强作物的抗旱能力。

2.1.2 抑蒸效果的比较

几种制剂使用后,通过对作物的蒸腾速率和气孔阻力的测定与比较,可以得出不同制剂的抑蒸效果,几种制剂使用后作物的蒸腾速率和气孔阻力见图 4、图 5。从图 4 可以得出,抑蒸剂 2 号与农气 2 号处理的春小麦的蒸腾速率没有差异,抑蒸效果明显,均比旱地龙高出 15%,已达到攻关经济技术指标。抑蒸剂 1 号与旱地龙没有差距。气孔阻力测定结果见图 5,与蒸腾速率的测定结果相吻合,所不同的是农气 2 号的气孔阻力更大一些。

2.1.3 不同处理春小麦产量的变异

不同处理春小麦的产量如下:对照 222.3kg/亩*,农气 2 号 249.7kg/亩,抑蒸剂 1 号 280.4kg/亩,抑蒸剂 2 号 257.9kg/亩,亩

* 1 亩=666.67 平方米

产比对照分别高 27.4、58.1、35.6kg, 即 12.3%、26.1% 和 16%。
投入产出比分别为 1 : 9、1 : 26、1 : 17.8。

2.2 抑蒸技术的改进

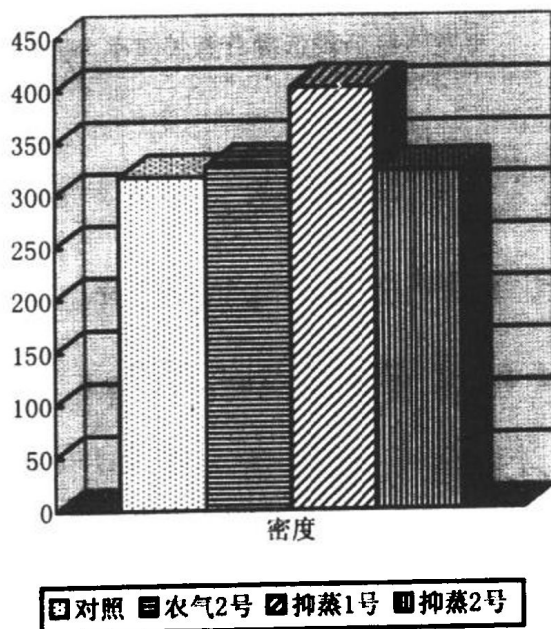


图 2 不同抑蒸制剂处理后密度比较

2.2.1 地膜覆盖抑蒸技术的改进与效果

近年来,地膜覆盖在我国北方农作物生产上,起到了越来越重要的作用,由于其可以增加地温,保持土壤水分等作用,引起了各地的重视。但各种措施均有一定的局限性,地膜覆盖也不例外。通过近 3 年的研究我们发现地膜覆盖必须注意的两个问题:首先,播种时一定的土壤湿度是保证地膜覆盖成功与否的一个重要参数。1997 年是一个极端干旱年份,甘肃部分地区在土壤极端干旱的条件下,在小麦生产上仍采用地膜覆盖,由于覆盖后造成种子与降水隔离,无法利用降水,造成部分地块绝收,为了探讨究竟在何种土

壤湿度下适宜使用地膜覆盖,我们 1998 年春季针对春小麦进行了一个土壤不同水分梯度小麦的萌发试验。即在不同塑料盆中设置不同的土壤湿度,从 12%~20%,每个盆中均播 50 粒种子,播完后立即用地膜覆盖,所有塑料盆均埋在大田中,观察出苗情况。图 6 为播种后不同天数出苗的情况表明,土壤湿度 16%是小麦种子萌发与出苗的一个临界值,17%可以保证出全苗,18%是出苗的理想值,在此湿度条件下长出的幼苗,苗齐、苗壮;而当土壤湿度低于 16%时,出苗率不及 62%,这时是不宜采用地膜覆盖的。供试土壤为壤土,其他土壤的湿度指标尚有待进一步实验。

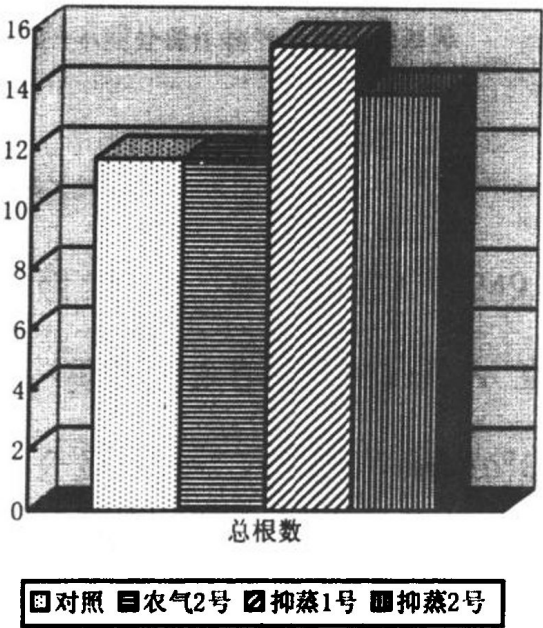


图 3 不同抑蒸制剂处理后植株总根数差异

2.2.2 地膜覆盖的时间与土壤水分的关系

地膜覆盖的时间是不是越长越好? 经过我们在陕西和兰州的试验表明,不同类型的覆盖其有效时间和作用效果有很大差异。

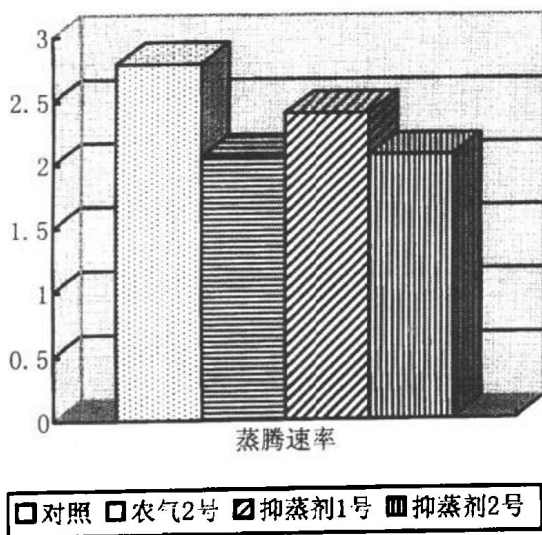


图 4 不同处理作物蒸腾速率的差异

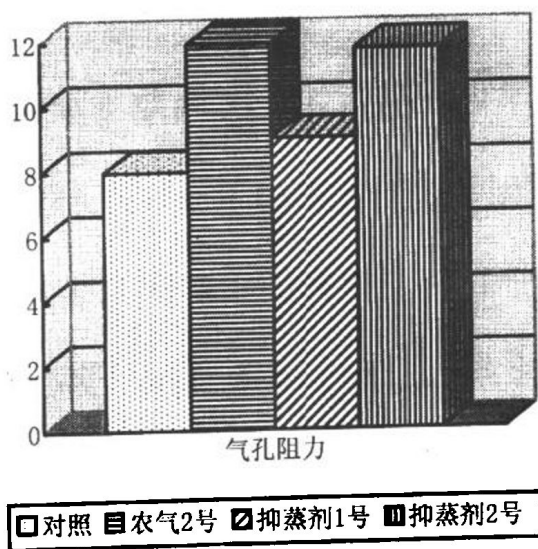


图 5 不同处理作物气孔阻力的差异