

养分资源综合管理理论与实践丛书

中国覆盖旱作水稻

理论与实践

ZHONGGUOFUGAIHANZUOSHUIDAOLILUNYUSHIJIAN

郭世伟 吴良欢 沈其荣 张福锁 等著



中国农业大学出版社

养分资源综合管理理论与实践丛书

中国覆盖旱作水稻 理论与实践

郭世伟 吴良欢 沈其荣 张福锁 等著

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国覆盖旱作水稻理论与实践/郭世伟等著. —北京:中国农业大学出版社, 2007. 10

(养分资源综合管理理论与实践丛书)

ISBN 978-7-81117-090-0

I. 中… II. 郭… III. 覆盖-旱作水稻-土壤有效养分-综合管理-中国
IV. S511.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 112513 号

书 名 中国覆盖旱作水稻理论与实践

作 者 郭世伟 吴良欢 沈其荣 张福锁 等著

策划编辑 孙 勇

责任编辑 李丽君

封面设计 郑 川

责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190, 2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617, 2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail caup@public.bta.net.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 25.75 印张 446 千字 插图 8

印 数 1~1 050

定 价 45.00 元

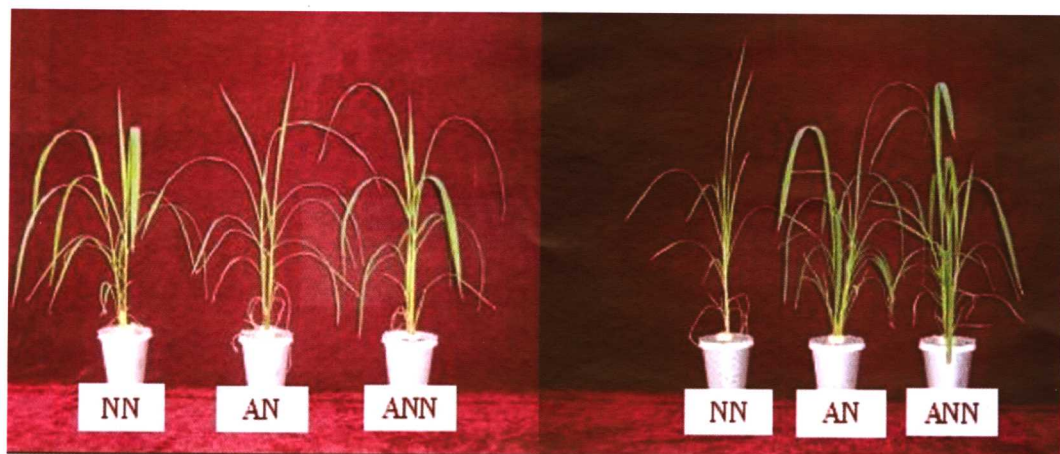
图书如有质量问题本社发行部负责调换



谨以此书纪念德国植物营养学家——Burkhard Sattelmacher 教授 (1947–2005)

In Memory of Prof. Dr. Burkhard Sattelmacher

*Wir werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren und uns gern an ihn und seine spruchende
Begeisterung fuer die Forschung erinnern*



非水分胁迫条件

水分胁迫条件

NN 表示供 NO_3^- -N 营养；AN 表示供 NH_4^+ -N 营养；ANN 表示供 NH_4^+ -N 和 NO_3^- -N 等体积混合营养。

图 1 水分胁迫和供氮形态对水稻生长的影响（郭世伟等，未发表）

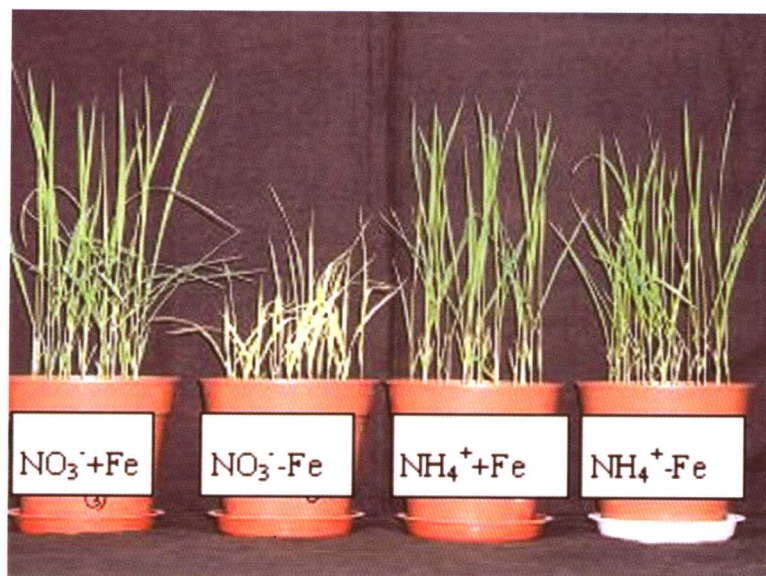


图 2 氮素形态和铁营养状况对旱稻生长和铁营养的影响（砂培条件）

图3 十堰市覆膜水稻栽培关键技术解说

覆膜湿润栽培条件下的
三沟和厢面配套



严实覆膜

膜面打孔





在孔内插秧（左）或播种（右）



湿润管理



适时收获

中国农业大学十堰市张湾区
西沟水稻覆膜栽培长期定位试验
小区



2003 年在十堰市召开的优化水稻覆膜栽培国际研讨会会议代表合影

编者名单(按姓氏笔画排序)

- | | |
|-----|-----------------|
| 王震宇 | 中国海洋大学环境科学与工程学院 |
| 吕世华 | 四川省农科院土壤肥料研究所 |
| 刘芳 | 华南农业大学资源与环境学院 |
| 刘学军 | 中国农业大学资源与环境学院 |
| 吴良欢 | 浙江大学环境与资源学院 |
| 沈其荣 | 南京农业大学资源与环境学院 |
| 张福锁 | 中国农业大学资源与环境学院 |
| 林杉 | 中国农业大学资源与环境学院 |
| 范明生 | 中国农业大学资源与环境学院 |
| 邹春琴 | 中国农业大学资源与环境学院 |
| 杨晓光 | 中国农业大学资源与环境学院 |
| 周毅 | 南京农业大学资源与环境学院 |
| 胡锋 | 南京农业大学资源与环境学院 |
| 秦江涛 | 南京农业大学资源与环境学院 |
| 徐阳春 | 南京农业大学资源与环境学院 |
| 高国治 | 江苏省农业科学院原子能所 |
| 钱晓晴 | 扬州大学环境科学与工程学院 |
| 黄义德 | 安徽农业大学农学系 |
| 郭世伟 | 南京农业大学资源与环境学院 |
| 陶洪斌 | 中国农业大学农学院 |
| 盛海君 | 扬州大学环境科学与工程 |
| 彭世彰 | 河海大学科学研究院 |
| 樊小林 | 华南农业大学资源与环境学院 |

内 容 简 介

本书是在农业部 948 重大国际合作项目“养分资源综合管理技术的引进和中国体系的建立与推广”、中德合作项目“水稻地表覆盖栽培的生态环境效应研究”及国家自然科学基金项目“连续覆膜旱作稻田土壤肥力演变规律研究”、“铵、硝营养影响水稻水分利用效率的生理与分子机制研究”等工作的基础上撰写而成的。全书以水稻节水灌溉体系中的水分与养分利用为主题,重点阐明水稻的抗旱潜力及其生理机制、水稻节水灌溉体系的水分与养分利用效率以及生态环境效应。本书由上、下两篇组成,上篇共 6 章,论述了水稻抗旱的生理机制、旱作水稻高效利用养分与水分的生理学基础、旱作稻田土壤肥力演变特征等。下篇共 9 章,以 8 个不同省市水稻节水灌溉技术的实践应用为例论述了旱作水稻的产量及其构成、旱作水稻的生长发育、品质形成等规律,并对部分典型稻区水稻旱作技术规程作了介绍。

前 言

我国是一个水资源短缺的国家,江河平均流量虽然居世界前列,但人均水资源占有量仅为 $2\,400\text{ m}^3$,是世界人均占有量的 $1/4$;年均降水量为 630 mm ,还不到全球年均降水量的 $1/5$,被联合国列为 13 个贫水国之一。不仅如此,我国水资源不但时空分布极不平衡,与人口和耕地的分布状况不协调,而且季节分配也不均匀,丰水、枯水年际变差很大。因此,水资源状况严重制约着我国农业的发展,节水农业生产责无旁贷。此外,我国每年用水总量为 $5\,000\text{ 亿 m}^3$,其中农业用水占 80% ,而水稻又是最耗水的大田作物,每年水稻用水量占全国用水总量的 40% 以上。但我国灌溉水利用率仅为 $30\%\sim 40\%$,每年灌溉水资源至少浪费 $1\,100\text{ 多亿 m}^3$,相当于 4 条黄河的有效供水量。不仅如此,大量的田间渗漏容易引起土壤养分的流失,同时,长期的淹水条件也使稻田土壤中的有毒物质不断积累,严重影响水稻的高产。在过去几十年中,为了提高灌溉稻的产量,还施用了大量的化肥和农药,造成灌溉稻区土壤盐化,地力降低。稻田盐化已成为灌溉稻区存在的最主要的逆境。

2030 年,我国人口预计将达到 16 亿,以人均占有的粮食量 400 kg 计算,粮食总需求量为 64 亿 t ,由于稻谷总产量占粮食总产量的 40% 左右,2030 年我国稻谷需求量预计为 $2.56\text{ 亿}\sim 2.72\text{ 亿 t}$ 。而实际上,目前我国水稻总产刚刚接近 2 亿 t 。因此,不断增加粮食产量,保持我国农业及农村经济的持续稳定发展已成为国民经济发展的首要目标。水稻是主要的粮食作物之一。要在有限的水资源条件下挖掘水稻增产的潜力,一靠扩大种植面积,但我国南方稻区灌溉条件较好的水稻生产面积已相对饱和,只有利用旱地发展高产早稻尚有一定的潜力;二靠提高和稳定单位面积产量;我国传统早稻生产产量极低,一般每公顷产量仅在 $1\,500\text{ kg}$ 上下,浅水雨育田的水稻产量也很不稳定,若都能改种高产抗旱稻(耐旱性极强的水稻),将大幅度增加和稳定水稻产量。

第一次“绿色革命”通过品种的改良,对农业生产条件较好的地区特别是具有良好灌溉系统区域的农业产生了深远的影响,但对生产条件较差的地区,特别是雨养地区由于新型品种不能发挥产量潜力而影响有限。第二次“绿色革命”虽然以培育耐旱、耐盐碱的作物品种为主要目标,但是由于我国幅员辽阔,生态地

理环境千差万别,使全国产稻区各具特点。如果以秦岭、淮河和长江一线为界,通常可以把该界以北地区划分为我国北方稻区,以南则为我国南方稻区。由于南方稻区受到太平洋季风气候的影响,降雨量较多,干旱对其的影响程度相对于北方而言较低。随着工业的发展,城镇化进程的加快,水利设施年久失修以及近些年气候异常等原因,干旱的范围越来越大,程度也越来越重。同时,南方山区的大部分水稻种植区处于雨养环境下,特别是具有喀斯特地貌的西南山区,土壤保水性差,加之缺乏足够的灌溉措施,致使干旱严重影响当地的水稻种植。根据发生的时期,可将干旱分为春旱、伏旱和秋旱。春旱发生的几率在我国北方稻区为 60%~80%,长江流域以南地区为 40%以上;伏旱发生的几率在西北稻区为 60%~70%,长江中下游、四川盆地、云贵高原为 40%~50%;秋旱更是普遍发生。降雨量较为丰富的浙江省,1949—1990 年年平均受旱面积达 27.8 万 hm^2 ,重旱的 1978 年绝收面积甚至高达 5.9 万 hm^2 ,直接经济损失 3.2 亿元;即使是轻旱的 1981 年,全省也因缺水导致绝收面积达 1.5 万 hm^2 。如何解决南方水稻干旱问题,已逐渐引起广泛的关注,成为摆脱南部地区贫困,实现节水和农业可持续发展的关键举措之一。

作 者

2006 年 8 月

目 录

上 篇

第一章 旱作水稻的生物学基础	(3)
第一节 水稻的需水特性及各生育期对水分胁迫的生物学响应	(3)
第二节 水稻旱作的生物学潜力——水稻的抗旱潜力	(9)
第三节 水稻旱作的生理基础——干旱环境下水稻的水分与光合生理 ..	(18)
第四节 旱稻的水分利用	(27)
参考文献	(47)
第二章 旱作水稻生长发育规律与群体调控	(57)
第一节 旱作水稻的生长发育	(57)
第二节 旱作水稻的群体结构	(62)
第三节 旱作水稻的群体结构调控与产量建成	(64)
参考文献	(71)
第三章 旱作水稻需水规律与水分调控	(75)
第一节 覆膜旱作水稻需水规律试验设计	(75)
第二节 水稻蒸发蒸腾量计算方法	(79)
第三节 覆膜旱作水稻蒸发蒸腾量	(93)
第四节 覆膜旱作水稻需水规律	(98)
第五节、覆膜旱作水稻的蒸发蒸腾量模型	(104)
参考文献	(119)
第四章 旱作水稻养分需求规律与调控	(121)
第一节 旱作水稻氮素需求规律与调控	(121)
第二节 旱作水稻磷素、钾素需求规律与调控	(128)
第三节 旱作水稻微量元素需求规律与调控	(130)
参考文献	(139)
第五章 旱作稻田土壤肥力演变特征	(142)
第一节 覆膜旱作稻田土壤基本理化特性	(142)
第二节 覆膜旱作稻田土壤微生物特性	(153)

第三节 覆膜旱作稻田土壤酶活性·····	(164)
参考文献·····	(174)
第六章 水稻旱作的生态效应·····	(178)
第一节 水稻旱作对水环境及质量的影响·····	(179)
第二节 水稻旱作对土壤肥力的生物性状的影响·····	(184)
第三节 水稻旱作对大气环境与全球变化的影响·····	(188)
第四节 水稻旱作对稻田生物多样性的影响·····	(193)
参考文献·····	(202)

下 篇

第七章 安徽省水稻旱作的实践·····	(209)
第一节 安徽省水稻旱作发展概况·····	(209)
第二节 安徽省水稻旱作的基本技术·····	(212)
第三节 安徽省水稻旱作存在的问题与展望·····	(216)
第八章 江苏省水稻旱作的实践·····	(223)
第一节 江苏省水稻种植的自然条件·····	(223)
第二节 江苏省水稻旱作种植历史与现状·····	(224)
参考文献·····	(243)
第九章 浙江省水稻旱作的实践·····	(245)
第一节 浙江省水稻旱作概况·····	(245)
第二节 水稻覆膜旱作技术水肥高效机理·····	(246)
第三节 覆膜旱作稻生长发育特征·····	(248)
第四节 覆膜旱作稻营养生理特征·····	(250)
第五节 覆膜旱作稻某些抗逆生理特性·····	(261)
第六节 覆膜旱作稻产量及产量构成因素·····	(263)
第七节 覆膜旱作稻品质特性·····	(264)
第八节 水稻覆膜旱作栽培技术效益分析·····	(270)
第九节 水稻覆膜旱作技术要点·····	(272)
第十节 水稻覆膜旱作典型技术规程·····	(275)
参考文献·····	(282)
第十章 四川省水稻旱作的实践·····	(286)
第一节 覆盖旱作条件下水稻的产量效应·····	(287)

第二节	覆盖旱作条件下的土壤养分平衡	(289)
第三节	覆盖措施对水稻氮利用效率的影响	(291)
第四节	水稻覆盖旱作的环境效应分析	(293)
	参考文献	(298)
第十一章	广东省水稻旱作的实践	(301)
第一节	广东省水稻旱作概况	(301)
第二节	广东省旱作水稻生物学特性	(305)
第三节	广东省旱作水稻产量效应	(307)
第四节	广东省旱作水稻节水效应	(313)
第五节	广东省旱作水稻环境效应	(315)
第六节	旱作水稻氮素营养及利用率	(320)
第七节	稻田土壤氮素分布规律	(325)
第十二章	北京地区水稻旱作的研究与实践	(334)
第一节	北京地区水稻覆盖旱作系统研究概况	(335)
第二节	水稻地表覆盖旱作系统的适宜条件	(336)
第三节	水稻地表覆盖旱作系统中水稻的生长和产量构成	(340)
第四节	水稻地表覆盖旱作系统的水分利用效率	(344)
第五节	水稻地表覆盖旱作系统的氮素吸收和氮肥利用效率	(345)
第六节	水稻地表覆盖旱作系统的环境效应	(351)
	参考文献	(354)
第十三章	云南省水稻旱作的实践	(356)
第一节	云南省水稻旱作概况	(356)
第二节	水稻覆膜旱作栽培技术增产节肥效果	(356)
第三节	云南省水稻覆膜旱作技术规程	(358)
第十四章	湖北省十堰市水稻覆膜湿润栽培技术研究与生产实践	(361)
第一节	十堰市地膜水稻研究和栽培历史	(361)
第二节	水稻覆膜插秧湿润栽培配套技术	(364)
第三节	水稻覆膜直播栽培技术	(376)
	参考文献	(385)
第十五章	稻田水分监控技术与应用	(386)
第一节	稻田(常用)土壤水分测量技术概况	(386)
第二节	稻田土壤水分监测与灌溉方案	(395)
	参考文献	(401)

上 篇

