

北方水稻 旱作栽培技术

张燕之 主编



JINDUN CHUBANSHE

金盾出版社

EIFANG SHUIDAO HAN ZUO ZAIPEI JISHU

北方水稻旱作栽培技术

顾 问

周毓珩

主 编

张燕之

编著者

王昌华 王 辉 主聪翔

邹吉承 杜桂娟

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书由辽宁省农业科学院栽培所张燕之研究员等编著。主要包括:北方水稻旱作的概况,水稻旱作的生理生态基础、育种及良种繁育,水稻旱作的栽培技术,水稻旱作的主要草、病、虫害及其防治,水稻旱作的地膜覆盖栽培技术,水稻旱作的经济效益分析,水稻旱作的其他栽培技术。本书内容充实,文字通俗,技术先进,可操作性强。适合广大农民、农业科技推广人员和农村基层干部阅读,也可作为农业院校师生和农业科技工作者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

北方水稻旱作栽培技术/张燕之主编. —北京:金盾出版社,
2003. 6

ISBN 7-5082-2395-0

I. 北… II. 张… III. 水稻-旱地-栽培 IV. S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 023138 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 66882412

传真:68276683 电挂:0234

彩色印刷:北京精彩雅恒印刷有限公司

黑白印刷:北京燕南印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:5.375 彩页:4 字数:116 千字

2003 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—13000 册 定价:6.50 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

干旱缺水始终是我国北方水稻生产面临的最大威胁,也是制约我国稻作面积扩大和产量提高的首要因素。为了开辟节水稻作之路,广大科技工作者,在国家农业部及辽宁、吉林、河北、北京等地方政府、科委和农业推广部门的重视与支持下,从“六五”开始立项,进行水稻旱作栽培技术体系的研究。20多年来,同仁们付出了艰辛的努力,在水稻旱作高效节水型栽培技术体系方面取得了重要成果,形成了比较完整的北方抗旱节水型稻作新的栽培体系。2000年农业部将旱稻由原来的“小杂粮”提升到稻类作物进行管理,并且恢复了全国旱稻区域试验,使北方13个省、市、自治区的水稻旱作面积由20世纪80年代的16万公顷左右增加到现在的20多万公顷,平均产量在每公顷5250~6000千克的基础上又有了进一步提高,扩大了稻谷种植面积,加强了低洼地和缺水稻田的利用,获得了十分显著的经济效益、生态效益和社会效益。为了进一步推广这项新技术,指导北方水稻旱作的生产,实现水稻生产的可持续发展,我们将多年来从事水稻旱作高产综合技术研究的理论成果及其新技术、新经验进行了全面系统地总结,编著成《北方水稻旱作栽培技术》一书。

本书突出了改传统的淹水为旱作种植制度的特点,吸收了国内外水稻旱作研究的精华。对水稻旱作理论与生态等方面进行了论述,对该项技术进行了较为系统的阐述,对栽培体系的每个技术环节做了系统的分析,并且对水稻旱作的综合经济效益进行了评估,在水稻旱作的广度与深度上具有突破

性。是一本既有理论研究成果,又展示了未来前景,有较强可操作性、可参照性的科普书。

本书是在农业部全国农业技术推广中心,辽宁省科委、省农业技术推广总站及省农业科学院的支持下,由辽宁省农业科学院栽培所稻作室完成。周毓珩为本书顾问,张燕之写作第一章、第二章和第四章,王昌华完成第五章、第六章和第七章,王辉完成第三章、第九章,邹吉承完成第三章第四节,王聪翔完成第八章。本书写作过程中得到了许多同志的帮助,在此一并向他们表示真诚的感谢。

希望本书能给致力于水稻旱作科学研究的科研人员以一定的启示,给热心于水稻旱作的广大农民朋友一点帮助,为我国的节水大计做点贡献,这是编著者的心愿。

水稻旱作是个较新的研究课题,没有现成的模式,这使得本书编著工作在客观上有一定的难度,加之作者的水平有限,书中难免存在缺点和不足,敬请广大读者和同仁指正。

编著者

2003年2月

目 录

第一章 北方水稻旱作的概况	(1)
第一节 水稻旱作的概念	(1)
第二节 水稻旱作的意义	(3)
第三节 水稻旱作的发展史	(8)
第四节 发展水稻旱作的基本条件	(11)
第五节 水稻旱作栽培的现状 & 前景	(14)
第二章 水稻旱作的生理生态基础	(16)
第一节 稻的生长发育	(16)
第二节 旱作条件下水稻的生理响应	(19)
第三节 水稻在旱作条件下生长发育对环境的要求	(22)
第四节 水稻在旱作条件下根茎叶的变化	(29)
第五节 水稻在旱作条件下的主要经济性性状变化	(33)
第六节 水稻旱作的耗水特性与规律	(37)
第七节 水稻旱作的抗旱性鉴定	(39)
第三章 水稻旱作的育种及良种繁育	(42)
第一节 水稻旱作品种的基本要求	(42)
第二节 水稻旱作品种的选择程序	(45)
第三节 水稻旱作的主要育种方法	(46)
第四节 生物技术育种在水稻旱作中的应用	(51)
第五节 杂种优势在水稻旱作中的应用	(57)
第六节 目前北方地区的主栽旱作水稻品种	(60)
第七节 水稻旱作的良种繁育	(63)

第四章 水稻旱作的栽培技术	(68)
第一节 选地与整地	(68)
第二节 播种	(73)
第三节 施肥	(83)
第四节 灌水	(90)
第五章 水稻旱作的主要草害及其防治	(95)
第一节 水稻旱作的主要杂草	(95)
第二节 水稻旱作常用的除草剂	(98)
第三节 旱稻田杂草的综合防治措施	(101)
第六章 水稻旱作的主要病虫害及其防治	(104)
第一节 稻瘟病	(104)
第二节 纹枯病	(106)
第三节 白叶枯病	(109)
第四节 稻曲病	(111)
第五节 干尖线虫病	(113)
第六节 二化螟	(115)
第七节 黏虫	(117)
第八节 地下害虫	(118)
第七章 水稻旱作的地膜覆盖栽培技术	(119)
第一节 地膜覆盖的作用	(120)
第二节 地膜覆盖的类型及栽培技术	(127)
第八章 水稻旱作的经济效益分析	(131)
第一节 水稻旱作经济效益及分析方法	(132)
第二节 水稻旱作与常规栽培水稻的经济效益比较	(134)
第三节 水稻旱作与大田作物的经济效益比较	(137)
第四节 水稻旱作的投入与产出比分析	(139)

第五节	水稻旱作的社会和生态效益·····	(142)
第九章	水稻旱作的其他栽培技术·····	(144)
第一节	水稻旱作的化学调控技术·····	(144)
第二节	水稻旱作的免耕技术·····	(146)
第三节	麦茬旱作水稻的栽培技术·····	(149)
第四节	旱稻连作障碍及其对策·····	(150)
参考文献	·····	(153)

第一章 北方水稻旱作的概况

干旱缺水始终是我国北方水稻生产面临的巨大威胁,也是制约我国稻作面积扩大和产量提高的首要因素。培育耐旱、节水的稻作品种,研究水稻旱作技术,发展旱稻生产,对水资源日益短缺、人口压力巨大、又以稻米为主食的 21 世纪的我国人民,具有特殊重要的战略意义。水稻旱作是近 20 余年发展起来的一种新的高效节水型栽培技术,是扩大水稻种植面积的重要途径,现已逐步被低洼地的缺水稻田所广泛采用。20 世纪 80 年代,北方 13 个省、市、自治区的水稻旱作面积达 16 万公顷左右,平均产量每公顷 5 250~6 000 千克,高产田达 7 500 千克。进入 21 世纪,水稻旱作面积已达到 20 多万公顷,产量又有进一步提高。

第一节 水稻旱作的概念

水稻旱作与水稻旱种是两种不同的种植制度,水稻旱作与水稻旱直播的栽培形式也截然不同。

一、水稻旱作

水稻旱作是不经育苗和插秧,在旱整地条件下进行旱直播,全生育期实行全旱管理,诸如施肥、除草、防治病虫害等田间作业均在旱田条件下进行,即旱种旱管。水稻播种出苗后,像旱作物(小麦、玉米等)一样,全生育期间所需要的水分以自然降水为主,按照定期的湿润灌溉模式进行田间水分管理,只

是在水稻生育的关键需水时期，遇旱时适当补给水分，使水稻在土壤水分状态接近旱田条件下生育。其稻田生态特点表现为水分状况一直是旱田状态，水分胁迫程度大。在品种选择上，选用抗旱性强的常规水稻品种或杂交稻，也可用丰产性好的陆稻。

二、水稻旱种

水稻旱种是选用相对抗旱的水稻品种，定墒下种，播后覆土。苗期早长，其具体时间可长可短，根据具体情况而定。一般在4叶期后灌水。水稻播种出苗经过一段时间的旱长后，按照常规水稻淹灌或浅湿灌溉的模式进行中后期田间水分管理。其稻田生态特点表现为水分状况由旱田状态转化到水田状态，水分胁迫程度较小。这种类型的栽培形式，主要是分布在降水量和灌溉条件相对较好的地区或田块。

按照水稻旱种的季节和茬口分类，分为春播旱种和夏播旱种。春播水稻旱种主要分布在广大的北方稻区，是一年一熟。最初北方部分省、市的水稻旱种基本上是春播旱种水管。夏播水稻旱种主要分布在黄淮地区和南方的部分丘陵山区，一般是在大(小)麦、油菜、大豆等前茬作物收获后播种，也有在麦田套播水稻旱种的，一年两熟。

三、水稻旱直播

所谓水稻旱直播是指在旱地状态下将水稻种子直接播入本田，免去了育苗、移栽的程序。旱直播只是水稻旱作与水稻旱种中的一个环节，不是全部内容。旱直播主要特点是便于机械化栽培，可提高效益，节省水资源与劳动力资源。

四、水稻旱作与其他栽培形式的区别

水稻旱作与水稻旱种的最主要区别在于：水稻旱种要求中后期灌溉管理，实行浅湿干间歇灌溉，即旱种水管；水稻旱作则为旱种旱管。

水稻旱作与常规移栽水稻的区别：一是改水整地为旱整地或免耕，节约了大量的耕、整地用水；二是改育秧移栽为旱地直播，简化了田间操作工序，使生产用工减少，劳动强度明显降低；三是改水田种稻为旱地种稻，由于不需要保持水层，能够在有灌溉条件的旱地上种稻，从而拓宽了种稻范围；四是改水层管理为无水层管理，以满足稻株的生理需水为主，使水的利用率明显提高；五是由于水稻旱作不保持水层，只实行湿润管理，不会抬高地下水位，渗漏较少，没有次生盐碱化的威胁，土壤理化性状也比淹灌状态下好。稻苗在好气状态下生长，先扎根，后出苗，分枝根及根毛发达，稻株抗倒、抗旱和抗某些病虫害能力增强。土壤通透性好，水稻生长中后期土壤氧化还原电位较高，根系活力保持时间长，有利于灌浆结实，千粒重较高。

但是，水稻旱作在栽培上也存在不少问题。比如，旱整地不易整平，尤其是在重黏土地区整地难度更大；播种前无法灌水洗盐，不宜在重盐碱地实行旱作；水稻旱作不保持水层，土壤湿润，杂草容易生长，且种类多，危害重，人工除草效果较差。

第二节 水稻旱作的意义

我国人均水资源占有量约为世界人均占有量的 $1/4$ ，在

世界排 110 位,已经被联合国列为 13 个贫水国之一。我国北方 15 个省、市、自治区年人均水占有量为 1141 立方米,而南方 16 个省、市、自治区的年人均水占有量却是北方的 3 倍。我国北方地下漏斗面积已达 15 亿平方米。造成黄河断流,湖泊萎缩,土地沙化,植被退化,绿洲消亡,土壤盐碱化程度加快。

东北地区辽宁境内的地表水资源,平均径流量 335 亿立方米,已开发利用的地表水 69 亿立方米;地下水资源储量为 113.9 亿立方米,其中开采量为 74.6 亿立方米,已开采量为 54%。由于超量开采,沈阳一带地下已形成巨大的漏斗形,漏斗面积达 3 亿平方米,地下水位已降到 21.5 米深,日超采量达 20 多万立方米,地下水位连年下降。水资源危机严重地影响我国经济发展,一是导致生态环境的进一步恶化,二是威胁粮食安全,三是国民经济损失不断增加。而且水资源短缺呈逐年上升的态势,农业用水占总用水量的 80%,而水稻用水占农业用水的 70%左右。所以减少农业用水量,特别是减少水稻田的用水量已经成为人们的迫切要求。

到 2030 年,我国人口将达到 16 亿,以人均年占有粮食量 400 千克计算,年粮食总需求量为 6.4 亿吨。由于稻谷总产量占粮食总产量 40%左右,2030 年稻谷需求量为 2.56 亿~2.72 亿吨。而实际上,目前我国水稻总产量刚刚接近 2 亿吨。面对粮食问题的严重挑战,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。

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,二靠提高和稳定单位面积产量。而要扩大种植面积,我国南方稻区灌溉条件较好的水稻生产面积已相对饱和,只有利用北方旱地,发展高产旱稻这条路可走了。所以说,水

稻旱作的意义非常重大,主要有以下几方面。

一、水稻旱作可节省用水

淹水稻对水资源的浪费相当严重。我国目前灌溉水利用率为 30%~40%,每年灌溉水资源至少浪费 1 100 多亿立方米,相当于 4 条黄河的有效供水量。

稻田用水,从水源到水稻产量形成,要经过 3 个转化过程:一是通过输水渠道把水源水转化为稻田土壤水;二是通过水稻根系吸收把土壤水转化为水稻水;三是通过水稻体内的生理过程,由水稻吸收的水参与代谢活动形成水稻产量。在这 3 个过程中都存在着水的无效耗散。如何减少这些无效耗散的水量并加以有效利用,是水稻节水的潜力所在。关于第一个转化过程中的节水,主要通过输水、配水等水利工程及管理措施,减少输水损耗,提高灌溉水的有效利用率。目前,我国灌溉水的有效利用率较低,渠灌区只有 30%~40%,井灌区为 60%左右,而一些发达国家已达到 80%以上。后两个转化过程中的节水,一是培育抗旱品种,二是通过耕作、栽培、灌溉、施肥等农艺技术措施及管理措施,节约水稻的生态用水和生理用水,提高田间水的利用效率。综合分析有关研究资料,我国水稻生产在水资源利用上存在的问题主要表现为:①稻田用水总量普遍偏高。南方稻区每公顷 5 700~9 000 立方米,北方稻区 7 500~22 500 立方米。②稻田生态用水所占比例偏大。北方稻田的生态用水尤其不稳定,变化幅度大,地区间差异明显。南方稻区生态用水量每公顷 3 900~6 000 立方米,占用水总量的 60%~70%(生理用水量每公顷 1 800~3 000 立方米,占 30%~40%);北方稻区生态用水量每公顷 5 250~18 000 立方米,占用水总量的 70%~85%(生理用水量每公

顷 2 250~4 500 立方米,占 15%~30%)。③稻田水的利用效率低。南方稻区 0.6~0.9 升/立方米,北方稻区 0.4~0.8 升/立方米。因此,根据水稻生理生态特性和需水特点,研究和开发各种节水技术措施,发展节水型稻作,提高水利用效率,是具有巨大潜力的。发展水稻旱作,可使水稻每公顷需水量降至 3 000 立方米,水利用效率提高 3 倍以上。

事实上,水稻生长所需要的水分仅是目前水稻栽培所灌溉水的极少一部分。最近的生理学研究表明,通过改良植物的特性和进行生理调节,还可减少水稻的需水量。应用脱落酸减少气孔的开放,可以降低 30% 的水分消耗,而产量几乎不受影响。

水稻常规栽培一般用水量为每公顷 12 000~15 000 立方米,包括叶面蒸腾、水面蒸发、地下渗漏三部分耗水,大致的比例分别是 10%~12%,16%~18% 和 50%~72%。北方大部分平原地区,发展旱作水稻,可利用 5~9 月间自然降水 400~500 毫米,补水 4~5 次,每公顷约 3 000 立方米,水稻就能正常发育并能获得每公顷 6 000~6 750 千克的稻谷产量。旱作时生产 1 千克稻谷需要补水 0.5 立方米,而常规水稻每生产 1 千克稻谷需要灌水 2 立方米,旱作水稻水利用率提高 3 倍左右。1 公顷常规水稻用水,可供 3~4 公顷旱作水稻的需要。

据研究,水稻对水陆环境具有双重适应性。在水层灌溉条件下,地上部形成完整的通气组织,保证体内氧气的需要;在旱田条件下生长,地下分枝根发达,根毛泌氧功能旺盛。同样的水稻品种旱 72,在旱地种植与在水田种植比较,其根较粗,白根多,根毛密,根系在土壤中的分布也较深。当然这些特性在品种之间存在差异。试验还表明,水稻在一定程度上还具有对缺水的适应性。当土壤缺水时,稻株体内的自由水与束缚水

的比值降低,植株保水力增强;叶片气孔关闭,蒸腾失水减少;在低水势下细胞还能渗透调节。这些,都可减轻干旱对水稻的损害,为节水种稻奠定了一定的生理基础。

二、水稻旱作有利于低洼易涝地和低产稻田的改造利用

我国北方有大面积低洼地(含撂荒地及洼地旱粮低产区),单产通常为每公顷 3 000 千克左右。从长计议,利用这一部分洼地(包括现有灌溉条件差或水源保证率低的稻田)发展水稻旱作,既能提高稻谷产量,又能粗粮变细粮,提高经济效益,使农民增产增收,有利于促进农村经济发展。

三、水稻旱作可充分利用小型的水利资源和发挥旱灌设施的潜力

旱作稻用水量少,只要有少量水资源(如水塘、小井等)就可以适当发展。许多地区原有旱灌水利工程,有的长期没有发挥作用,只要简单维修便可重新利用发展旱作水稻。

四、水稻旱作的经济效益较高

据辽宁省海城、兴城等地调查,旱作稻总收入高于玉米、高粱,低于插秧水稻。生产费用比玉米、高粱稍高,但比插秧水稻低得多。纯收益与插秧水稻相似或稍高,一般每 667 平方米纯收益比玉米、高粱高 50~150 元。另外,旱作稻的稻草是牲畜的良好饲草。

五、水稻旱作能降低作业成本

旱作水稻全生育期田间无淹水层,各项作业均在旱田状

态下进行,又不用育苗插秧,能显著降低劳动强度,并有利于实现机械化作业。

六、水稻旱作有利于节约能源和减少环境污染

常规稻作栽培主要依赖于灌溉。在灌溉条件下,发展中国家生产出大约 40% 的水稻和小麦总产量,在亚洲,生产出大约 60% 的作物总产量。几十年来,各国投入了大量的财力用于灌区的建设。如果继续发展灌区,这种投入需进一步增加,现有的灌区,需要大量的能源支撑。灌溉伴随着严重的环境污染。灌溉稻释放大量的甲烷,而甲烷是导致全球气候变暖的重要因素之一。过去几十年中,为了提高灌溉稻的产量,施用了大量的化肥和农药,由于串灌,造成灌溉稻区土壤盐化,地力降低。目前,土壤盐化已成为灌溉稻区存在的最主要的逆境。灌溉还造成了水生病害的传播,直接影响到人类的健康。因此,选育耐旱性强、需水量少的栽培稻新品种,实现水稻旱作,不但对于节约水资源、增加粮食产量具有重要的意义,而且有利于节约能源,保护日益恶化的生态环境。

第三节 水稻旱作的发展史

水稻旱作的起源先于育苗移栽水稻。由于水利设施的限制和干旱缺水,我国古时就有水稻旱作的做法。据汉朝《汜胜之书》记载,当时农民就懂得利用贮水灌田抗旱。

水稻通过旱种,因受土地生态条件的影响而分化为陆稻。陆稻起源于我国南方。我国北方从有文字记载起,就有水稻。旱稻之称始见于《齐民要术》一书,主要种在低下田。旱稻并非不需要水分。南方的旱稻生长在雨季,称旱稻田为“天雨田”;

北方的旱稻田称为“望天田”。此种水稻种植法直至新中国成立前，在我国北方地区（如河北、辽宁等地）仍到处可见，有的几乎无灌溉条件，所以需水量最少。

据清朝乾隆年间四川江津县志记载，当地对没有水源，但能蓄积冬水的田块，竟得一夹种之法。凡旱田平时耕犁，遇有雨时，再翻犁一遍，随犁随播种，其犁路须不疏不密，所播之种乃得均匀。种播既毕，再耙一遍，使细土覆种。数日后，出秧苗，有行列，宛如栽播。其根深入土中，最能耐旱。些须得雨，即有收获。水稻旱种的方法，包括耕、耙、细土覆种等工序。从其后“另有旱稻一种，宜于山土，不忌干旱”的记述看，这种耕种方法的确是用于水稻而不是旱稻。由此可见，水稻旱直播和常规栽秧相比，有以下几个方面的重大改进：一是改育秧移栽为旱直播。这与早期稻作的水直播不同。二是改水整地为旱整地。三是改水田种稻为旱地种稻。四是改水层管理为无水层管理。除江津外，四川其他地区也有类似做法。嘉庆年间眉州县志记载：“山田蓄积冬水，亦可种稻；如无水则就行列播种其中，秧苗自出，名曰旱秧。”光绪年间彭县志记载：“歉水之乡，乃种旱秧。”

清代两广等地也出现了水稻旱种技术。《廉州府志》记载：“合浦（今广西合浦县）西南，皆滨大海，地斥卤，多成潮。筑基围数十丈至百余丈，候春水发随潮入田布种。近年下潮亭苏泗青创始：收获后犁田，禁咸水不入，春即布种，名曰‘干朴’。春雨半犁，种即透出，根深耐旱。道光三、四两年夏不雨，秋亦收获。西海人效之，获利较前倍多。”这种“干朴”的方法不仅能节水抗旱，还能抗盐碱。

世界各地早已有旱作稻生产形式，在泰国、缅甸、印度、孟加拉、印度尼西亚、斯里兰卡和西非诸国等多雨量地区已有数