

作物栽培技术丛书

水稻栽培理论与技术

吴光南 邹江石 主编



农业出版社

作物栽培技术丛书

水稻栽培理论与技术

吴光南 邹江石 主编

执 笔 者

江苏省农业科学院 吴光南、邹江石、汤玉庚、周泰初、

聂毓琦

南京农学院 周 燮

江苏农学院 朱庆森、蔡建中

国营练湖农场 周立达

作物栽培技术丛书

水稻栽培理论与技术

吴光南 邹江石 主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 17.25 印张 356 千字
1981年8月第1版 1981年8月北京第1次印刷
印数 1—15,000册

统一书号 16144·2270 定价 1.35 元

出 版 说 明

为适应我国农业现代化，满足县、社、大队、生产队农业科技人员学习农作物的基础理论知识和先进的栽培技术的需要，我们组织各有关单位编写了一套《作物栽培技术丛书》，包括水稻、小麦、玉米、高粱、谷子、甘薯、马铃薯、棉花、大豆、花生、油菜、甘蔗、甜菜、麻类、烟草、茶树、药用植物的栽培技术，陆续分册出版。

这套丛书的编写是以总结该作物各主产地区，或以一个地区的经验为主，尽可能地收集、总结各地高产稳产的栽培经验和科研成果。总结经验时，尽量按作物的发育阶段，揭示生长规律，并从作物的生理生态方面加以分析说明；同时，比较系统地介绍各种作物的栽培技术措施。

近二十年来，国内外水稻栽培理论有了新的发展，随着水稻品种的不断改革，水稻栽培技术更加丰富多采。为了适应我国水稻生产的需要，本书尽量把国内外对水稻栽培理论方面的论点收集起来，有些论点不能统一的，则分别论述，由读者鉴别。在栽培技术方面，力求应用各地先进而成熟的经验。

本书编著过程中承蒙崔继林同志提出很多宝贵意见，李林、张兆兰、朱振海、杨安南、颜景秀等同志的大力协助，谨此致谢。书中缺点以至错误深盼读者批评指正，以便再版时修订补充。

一九七九年六月

目 录

一、稻作生产概况	1
(一) 历史悠久	2
(二) 分布辽阔	3
(三) 品种资源众多	4
(四) 传统经验丰富	5
二、栽培稻种的起源与演化	7
(一) 栽培稻种的起源	7
(二) 栽培稻种的演化	12
1. 我国古代稻种的演化	12
2. 近代稻种的演化	17
三、稻的形态与器官建成	21
(一) 种子与幼苗	26
1. 水稻种子的结构	26
2. 发芽和幼苗生长过程	31
(二) 叶	33
1. 叶的形态与解剖结构	33
2. 叶的生长	39
3. 叶的出生与衰亡	43
(三) 茎	45
1. 茎的形态与功能	45

2. 茎秆的生长与壮秆的形成	54
(四) 分蘖	57
1. 分蘖的形态建成与发生规律	57
2. 分蘖的出生与内在条件	60
(五) 根	63
1. 根的形态与解剖	63
2. 根的生长	69
(六) 穗	74
1. 穗的形态	74
2. 穗的分化	75
3. 器官同伸关系	91
4. 穗分化期的外观鉴定	95
(七) 花	98
1. 稻花的形态构造	98
2. 开花与受精	99
3. 开花受精与环境条件	103
4. 米粒的发育	105
5. 米粒灌浆的内、外条件	110
6. 正常的米粒与几种不正常的米粒	113
四、稻的生理特点	119
(一) 稻的光合作用	119
1. 稻的光合作用与干物质形成	120
2. 光合作用的基本过程	123
3. 稻的光呼吸	128
4. 水稻叶片的光合作用	131
5. 外界环境条件对水稻光合作用的影响	134
6. 水稻群体的光合作用	140
(二) 稻的呼吸作用	147

1. 稻在萌发期的呼吸特点	148
2. 稻在生长发育过程中的呼吸特点	153
3. 稻根的呼吸特点	161
(三) 稻的矿质营养	173
1. 水稻必需的营养元素	173
2. 水稻必需的矿质元素的生理功能	174
3. 水稻对矿质元素的吸收	198
(四) 稻体内溶质的运输与分配	210
1. 无机盐类的运输与分配	210
2. 有机物质的运输与分配	214
(五) 稻的生长生理	231
1. 生长调节物质	231
2. 器官的生长相关	250
(六) 稻的发育生理	269
1. 环境条件对稻发育过程的影响	270
2. 水稻品种的发育特性和其地理分布	277
3. 稻的发育期控制和其在生产上的应用	287
五、育秧	296
(一) 培育壮秧的意义和壮秧标准	296
(二) 种子处理	299
1. 晒种	299
2. 选种	299
3. 浸种	300
4. 催芽	302
(三) 播期、秧龄、播量的确定	307
1. 播期的确定	307
2. 秧龄的确定	310
3. 播量的确定	312

(四) 秧田整地和播种	314
1. 秧田选择	315
2. 秧田的整地	315
3. 秧田基肥	316
4. 播种	318
(五) 秧田管理	318
1. 播种到三叶期	319
2. 三叶期前后	322
3. 离乳后到移栽	329
(六) 塑料薄膜与温室育秧	330
1. 塑料薄膜育秧	330
2. 温室育秧	335
六、整地与栽插	346
(一) 水稻土的基本特性	346
1. 水稻土的剖面构造	346
2. 水稻土的氧化还原特性	349
3. 水稻土养分的积累	351
4. 丰产水稻土的肥力特征	353
(二) 稻田整地	357
1. 稻田整地的要求	357
2. 整地作业	359
3. 盐碱土稻田的整地	361
(三) 栽插	363
1. 合理密植	363
2. 提高栽插质量	372
七、施肥	378
(一) 施肥量的确定	378

1. 稻的吸肥量	378
2. 土壤的供肥量	380
3. 肥料的利用率	382
4. 理论施肥量与实际施肥量的确定	384
(二) 施肥期的选择与高产施肥法	386
1. 基肥	386
2. 分蘖肥	389
3. 穗肥	392
4. “前稳攻中”栽培法和粒肥的施用	397
(三) 合理施肥	402
1. 合理施肥的原则	402
2. 有机肥料的合理施用	404
3. 化肥的合理施用	405
八、灌溉	416
(一) 稻的需水规律	417
1. 稻的生理需水	417
2. 稻的生态需水	422
3. 稻田土壤水分条件对水稻生育的影响	423
(二) 稻田的需水量、渗漏量和对水质的要求	426
1. 稻田需水量	426
2. 稻田渗漏量	428
3. 稻田灌水的水质要求	430
(三) 稻田灌排技术	433
1. 各地高产栽培的主要灌溉方式	434
2. 土壤水分调节技术的发展	441
九、稻田化学除草	450
(一) 化学除草概述	450
1. 化学除草的发展概况	450

2. 除草剂的作用特点	451
3. 稻田化学除草剂的发展趋势	453
(二) 稻田使用的主要除草剂	454
1. 敌稗	454
2. 除草醚	457
3. 草枯醚	459
4. 2, 4-滴类	460
5. 二甲四氯	462
6. 扑草净	463
7. 西草净	464
8. 杀草丹	465
9. 灭草灵	465
10. 敌草隆	466
11. 灭草松	467
12. 藻草灭	468
(三) 稻田化学除草技术要点与体系	468
1. 稻田化学除草技术要点	468
2. 稻田化学除草体系	471
十、杂交稻的栽培技术	477
(一) 掌握适宜播栽期	478
(二) 培育壮秧	479
1. 播前准备	480
2. 稀播匀播	481
3. 肥水管理	481
(三) 合理密植	482
(四) 大田肥水管理	483
十一、稻的机械化栽培	486
(一) 我国水稻生产机械化概况	486

(二) 稻田耕整地机械化	488
1. 稻田耕整地机械	488
2. 提高稻田机械耕作质量的关键	493
(三) 水稻种植机械化	493
1. 水稻机械插秧	493
2. 水稻直播栽培	509
(四) 稻田中耕除草机械化	524
1. 稻田中耕除草机械	524
2. 稻田机械中耕除草技术	525
(五) 水稻收获机械化	526
1. 水稻收获机械	526
2. 水稻机械收获的农艺要求	530
(六) 水稻生产机械化的几个问题	532
1. 水稻机械化生产的稻田规划设计	532
2. 稻田机械化耕作对土壤的影响	534
3. 水稻机械化高产栽培对品种的要求	536
4. 加速实现水稻生产全盘机械化	537

一、稻作生产概况

稻是重要的粮食作物，全世界稻的栽培面积约占谷物总面积的20%，产量约占谷物总产量的24%。稻的产地遍及亚洲、美洲、非洲、欧洲、大洋洲，但其主要产区集中分布在亚洲东南部。这一地区稻米产量约占全世界总产量的90%以上。产稻国家中以中国为首，其次为印度、巴基斯坦、印度尼西亚、日本、缅甸、巴西、菲律宾等。

稻的单位面积产量较高，适应性广。稻米含的养分丰富，容易消化，其中蛋白质的含量虽然较低，但适于人的吸收利用。稻谷适于长期贮藏，所以稻米和小麦一样，成为世界人民的主要食粮，全世界约有半数人口赖以为生。

近二十年来，世界水稻生产发展很快。1948—1952年世界稻谷平均每年总产为1.67亿吨，1959—1963年为2.41亿吨，增长44%，1969—1971年为3.03亿吨，又增长27.3%。稻谷增产的原因，一方面是由于增加播种面积，另一方面则由于提高单位面积产量。如1948—1952年全世界水稻播种面积为15.45亿亩，1959—1963年为17.85亿亩，1969—1971年为20.1亿亩。1948—1952年全世界平均单产为217斤/亩，1959—1963年为265斤/亩，1969—1971年为300斤/亩。

我国粮食作物中，水稻栽培面积约占全国耕地面积的

1/4，总产量约占全国粮食作物总产量的44%。我国稻作历史悠久，栽培经验丰富，兹就以下几方面略叙梗概。

（一）历史悠久

我国稻作历史是全世界最古老的。根据浙江省余姚县罗甸公社东方红大队河姆渡村于1973年挖掘一座新石器时代遗址。遗址中炭化稻谷堆积成层平均厚度达数十厘米，用C¹⁴同位素测定，距今6700—6900年。从谷堆中检出的完整稻谷属亚洲稻（*O. sativa* L.）中的籼稻，而不是粳稻，也不是采集的野生稻。从河姆渡出土炭化稻谷推断，我国的栽稻历史远在7000年以前，因为遗址中如此大量稻谷的堆储，表明当时的种稻业已经相当发达，决非种稻的开始。这样古老的稻作遗迹，除我国外，世界任何国家都未发现。此外，从出土文物的考证中，上海市青浦崧泽出土的稻距今约5255—5465年之间也是籼稻，也是比较早的。可知当时籼稻已经是江南地区的主要农作物。

在我国古籍中，有文字记述稻作栽培历史的如《管子·轻重戊篇》、《陆贾新语·道基篇》、《淮南子·修务训》等古书，都记述在公元前二十七世纪，约距今4700多年的神农时代，稻即被列为五谷之一。浙江吴兴县钱山漾出土的文物中有了粳稻，据测定是距今4700年前的东西，从这可以推测粳稻的出现迟于籼稻。这些记述与河姆渡出土的炭化稻谷年代比较，虽然历史较短，但也有近5000年的历史。而且这期间出土的文物中，除籼稻外，还有了粳稻，很可能我国的粳稻

就是在四、五千年前由籼稻演化而成的。

(二) 分布辽阔

我国稻作分布，南起海南岛的崖县（北纬19度），北至黑龙江的漠河（北纬53度），种稻北界超过世界任何国家。就种稻的海拔高度而论，由东部沿海的沙田、潮田、湖泊洼地，以至西南云贵高原，海拔2600米高处的梯田，均有稻作栽培。这种高原稻作，水稻常在气温20℃以下时开花结实。所以不仅稻作分布的高程为世界最高，而在这一高程条件下栽培的水稻品种的抗寒性也是世界最强的。稻是喜温好水作物，其地理分布主要受气温和水源条件影响。从温度条件看，我国稻区由南向北，气温逐渐降低，稻作安全生长期也随之缩短。如华南有9—12个月，华中有7—9个月，华北有5—7个月，东北有4—5个月。因此，华南以双季稻为主，甚至能种三季稻；华中单、双季稻并举；华北为单季稻，东北则只能栽生长期短的早稻。但在同一地区，随着海拔升高，温度降低，稻作生长期也缩短，如云贵高原的稻作生长期显著的比同纬度的广东、广西、福建短，其稻作的栽培和华中相似。从水源看，秦岭、淮河以南，雨量充沛，河流纵横，湖泊星罗棋布，是我主要产稻地区，面积约占全国稻田的95%；其中珠江三角洲、四川平原、洞庭湖、鄱阳湖地区以及长江下游三角洲、巢湖地区等土壤肥沃、灌排方便是我国稻米产销集中的地方，号称“米粮仓”。当然，近年来，由于兴修水利，加强农田基本建设，秦岭、淮河以北的东北、淮北、黄

河的河套等稻区也在不断扩大。

(三) 品种资源众多

稻的品种是在长期自然和人工选择中形成的，我国由于种稻历史悠久，自然条件复杂，形成的品种极为富饶。根据不完全统计，全国约有稻种资源4万余个。包括野生稻和栽培稻。栽培稻又包括籼、粳两大亚种。至于各地的地方品种则十分丰富多采。从特征特性来看，有大穗、大粒、抗病、抗虫、耐寒、抗旱、早熟、晚熟、质优、味香等多方面的优良种性，是培育高产优质新品种的重要资源。地方品种中穗型大的有长达40厘米，每穗实粒数多的达300粒左右如江苏溧阳的白壳糯；大粒型品种如云南螃蟹谷千粒重达45.8克。地方品种的粒型、谷色则更是多种多样，粒型有圆有长，谷色有红、黄、黑、褐、花斑等等。很多地方品种具有抗病抗虫特性。江苏农科院鉴定了2000多个品种的抗稻瘟病特性，其中具有抗性的有吴江的撰杀糯、江阴的罗汉黄（粳）、河南的百家糯（粳）等。此外，原产在太湖地区的荔枝红、杜稻两个品种早被日本作为稻瘟病抗源育成许多优良品种。该院又鉴定了5000多个品种对白叶枯病的抗性，发现高抗的有50多个品种，如河南的百家糯、小白糯、湖南番子、西南-175、浙江野猪晚等。原产在云贵、东北、西北等地的地方品种，不少具有较强的抗寒性。如云南的毫安公、下关陀陀谷、吉林的小红花等与云南有些品种可以在低温15℃左右开花，而花药开裂，花粉正常，表现极强的耐寒力。地方品种中还有矮

源，如台湾的低脚乌尖、广西的矮仔占等都是近代矮化育种的重要资源。

(四) 传统经验丰富

我国农民在不断和自然斗争中累积了极其丰富的种稻经验。如在农田基本建设方面在山区筑梯田，在江海沙渚建沙田、围田，在湖荡筑封田。在耕作制度方面因地制宜发展了稻麦两熟、双季间作稻、双季连作稻、三季稻等充分利用了稻作季节。我国稻作栽培技术史上曾有不少总结性论著，如六世纪贾思勰的《齐民要术》，1149年南宋陈旉《农书》，1313—1314年元朝王桢《农书》、《农桑撮要》，1824年吴邦庆《泽农要录》，1834年李彦章《江南催耕课稻篇》等等农业科学遗著中可以清楚地看出，我国稻作精耕细作的优良传统经验是十分丰富，有些技术经验直到今日还是可用的。如深耕熟化土壤，要秋冬深耕，使土壤酥碎，有利于土壤保水耐旱释放养分，防止倒伏；培育秧苗要及时移栽，防止秧老长节，穗少粒少；行科正直有利通风透光。至于讲到施用穗肥的技术时，《沈氏农书》指出，追肥要相其时候察其颜色，要在苗座胎时用，但如苗色不黄，断不可下。说明当时已有看苗追肥的经验。灌溉排水方面，《沈氏农书》强调晒田的重要性，有“六月不干田，无米莫怨天”的说法认为“唯此一干，则根派（系）深远，苗秆苍老，结秀成实”。但是解放以前，我国稻作的资源和经验尽管这样丰富并没有得到充分运用。解放后，在党的领导下，采取了一系列的改革，水稻生产田有

了很快的发展。在耕作制度的改革方面有旱地改水田，一熟
涸田改稻麦两熟田，发展水旱形式的双、三熟制等。在杂交
水稻推广后，一些双、三熟制发展不合理的部分，又改革为
麦、肥、稻；麦、豆（大豆）、稻，逐步形成以培肥土壤为中
心的轮作制度。这些耕作制度的发展，都为水稻的增产起到
了促进作用。在栽培技术方面，发展了无土育秧、两段育秧、
机械化插秧、稻田化学除草、杂交水稻的高产栽培技术和繁
殖制种技术等等。在水稻品种方面，已做到良种化、纯种化，
并走向矮秆化，抗逆化。进入七十年代，我国在杂交优势利
用方面，首先取得了籼稻三系配套选育成功，应用于生产。
从1976年推广以来，1979年已发展到7600万亩，一般每亩增
产一至二成以上。这一品种方面的新成就，是继我国矮化育
种之后，又一次新的突破，在世界各国水稻育种史上取得了
领先的地位。

水稻生产的发展，促进了我国的水稻科研工作。在稻的
分类、形态解剖、生理生化、细胞遗传育种、栽培等方面，
都有了新内容。水稻科研工作的进一步发展，将更有利于水
稻生产的发展，今后随着杂交稻类型的增多，栽培制度的一
系列的改变，我国稻作生产的前景，将随着四个现代化的进
展，由目前单产还低于世界先进水平局面，迅速赶上
和超过世界水平。