



贵州农业研究系列

廖昌礼 / 名誉主编

杨昌达 / 主 编

贵州稻作

GUIZHOU DAOZUO



贵州出版集团
GUIZHOU PUBLISHING GROUP
贵州科技出版社

贵州稻作

GUIZHOU DAOZUO

廖昌礼 / 名誉主编
杨昌达 / 主 编



贵州出版集团
贵州科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

贵州稻作 / 杨昌达主编. — 贵阳: 贵州科技出版社,
2010. 4

ISBN 978 - 7 - 80662 - 829 - 4

I. ①贵… II. ①杨… III. ①水稻 - 栽培 - 研究 -
贵州省 IV. ①S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 052049 号

出版 发行	贵州科技出版社
地址	贵阳市中华北路 289 号 邮政编码:550004
经销	贵州省新华书店
印刷	福建彩色印刷有限公司
开本	850 mm × 1 168 mm 1/16
字数	830 千字
印张	28 印张
插页	1 印张
版次	2010 年 4 月第 1 版
印次	2010 年 4 月第 1 次印刷
定价	96.00 元

前 言

我国是亚洲栽培稻起源、分化和遗传多样性的中心之一,在稻作生产的发展过程中,率先以矮化育种和杂种优势利用为主要途径的两次“绿色革命”取得了辉煌成就,为促进我国乃至世界水稻生产和保障粮食安全作出了举世瞩目的贡献。

水稻是贵州的主要粮食作物,常年播种面积虽然只占粮食播种面积的 22%,而产量却占到了全省粮食总产量的 42%。贵州稻作栽培历史悠久,经过长期不懈的探索和积累,逐步形成了独特的稻作文化及系统的理论与技术,特别是伴随经济社会的发展和科学技术的进步,在科学引种的同时,发掘利用优异地方种质资源,培育了一系列高产、优质、多抗的优良品种,因地制宜地集成、创新了高产优质栽培技术,并以“农业工程”等多种形式有效地进行了大面积应用推广,使贵州稻作生产水平持续提高,高产、超高产记录不断被刷新,在不同生态区连续出现产量 $12.5\text{t}/\text{hm}^2$ 以上的高产记录,为贵州实现粮食基本自给奠定了坚实的基础。

温故而知新。为了总结、回顾贵州稻作的发展历程,凝练有益经验,传承老一辈专家的宝贵知识,进一步促进贵州稻作生产的发展,贵州省科学技术厅组织省内有关单位长期从事稻作教学、科研和生产的 50 余位科技工作者编撰《贵州稻作》。

为了推动本书的编撰工作,贵州省科学技术厅组织有关单位,成立了《贵州稻作》、《贵州玉米》、《贵州油菜》三本专著编撰委员会及办公室,定期检查、指导工作,协助解决有关困难,为本书的出版起到了重要作用。贵州已故著名水稻育种专家、原贵州省农业科学院院长

廖昌礼先生是编撰该书的倡导者之一,他带病起草、审定撰写大纲,组织落实有关工作,呕心沥血,为本书的出版作出了突出贡献。

《贵州稻作》全书共分 22 章及附录,包括贵州稻作历史与传统文化,贵州稻作的气候、土壤条件及稻作区划,贵州稻种资源的评价和利用,贵州水稻的杂交育种及超级杂交水稻育种,贵州稻田耕作制,贵州水稻高产栽培,贵州水稻种子生产,贵州水稻主要生物性灾害及其防治,贵州稻作机械化等主要内容。

本书的编撰要求紧密结合贵州稻作生产和相关的科学技术发展实际,客观反映全省稻作生产发展历程及有关稻作科技发展的全貌,突出贵州独特而丰富的稻作文化和贵州稻作学科特色及山区稻作技术特点,适当反映国内外相关进展,是一部具有一定理论性、较强实践性和历史可鉴性的稻作专著。本书的编辑出版,不仅为贵州省从事稻作研究、生产管理、技术推广的人员提供了一本集理论性、资料性、技术性为一体的工具书,也为国内外同行了解贵州稻作生产和与稻作相关的科技发展搭建了一个广阔的平台。同时,本书也可列为农业大专院校师生的重点参考书目。

本书在编撰过程中得到从事稻作教学、科研和生产的专家、领导的指导,得到贵州省科学技术学术著作出版基金委员会的资助。在此,一并表示衷心感谢。

本书在各章的篇末注明执笔人。

由于本书内容覆盖面广,时间跨度大,撰写人员多,数据来源和统计口径不一致,文中难免有遗漏和不妥之处,敬请斧正。

《贵州稻作》编辑委员会

2009 年 11 月

目 录

第一章 贵州稻作历史与传统文化	(1)
第一节 稻作历史	(1)
第二节 20 世纪后半叶贵州稻作的发展	(3)
第三节 各具特色的传统耕作栽培技术	(10)
第四节 独特的稻作工具	(11)
第五节 丰富多彩的稻饮食文化	(12)
第二章 贵州稻作的气候条件及稻作区划	(16)
第一节 稻作气候概述	(16)
第二节 稻作的温度条件	(22)
第三节 稻作的降水条件	(25)
第四节 稻作的光照条件	(29)
第五节 稻作的气候优势	(33)
第六节 稻作的气象灾害及防御	(35)
第七节 稻作区划	(39)
第三章 贵州稻作土壤	(46)
第一节 稻田土壤的分布及特点	(46)
第二节 主要水稻土类型及特征	(50)
第三节 水稻土壤肥力	(54)
第四节 低产稻田的类型、特性和改良	(57)
第四章 贵州稻种资源的评价和利用	(61)
第一节 地方稻种资源的调查、收集与保存	(61)
第二节 地方稻种资源鉴定	(63)

第三节	地方稻种资源的生理及遗传特性·····	(69)
第四节	特异地方稻种资源·····	(74)
第五节	地方稻种资源的利用·····	(79)
第六节	引进稻种资源·····	(81)
第七节	国内外稻种资源研究概述·····	(83)
第五章	贵州水稻特异性状遗传研究·····	(88)
第一节	水稻的遗传基础·····	(88)
第二节	水稻高秆隐性性状研究·····	(93)
第三节	水稻筒卷叶性状研究·····	(93)
第四节	隐性紫叶紫秆水稻性状研究进展·····	(99)
第五节	水稻新半矮秆基因研究与应用·····	(104)
第六节	四倍体水稻研究·····	(107)
第六章	贵州水稻杂交育种·····	(111)
第一节	水稻杂交育种的程序和方法·····	(111)
第二节	水稻矮化育种·····	(113)
第三节	水稻抗病育种·····	(113)
第四节	水稻抗虫育种·····	(114)
第五节	粳(糯)稻育种·····	(117)
第六节	粳籼杂交育种·····	(119)
第七章	贵州三系杂交水稻育种·····	(122)
第一节	三系杂交稻的发展·····	(122)
第二节	三系不育系的选育·····	(124)
第三节	细胞质雄性不育恢复系的选育·····	(128)
第四节	三系品种间杂交组合的选育·····	(134)
第八章	贵州两系杂交水稻育种·····	(142)
第一节	两系杂交水稻概述·····	(142)
第二节	两系杂交稻的发展历程·····	(144)
第三节	光温敏雄性核不育系的选育·····	(146)
第四节	光温敏雄性核不育系的鉴定·····	(153)
第五节	两系品种间杂交稻选育·····	(156)
第六节	规避两系杂交稻生产风险的途径·····	(158)
第九章	贵州粳籼亚种间杂交稻育种·····	(162)
第一节	亚种间杂种优势利用研究概述·····	(162)
第二节	水稻的广亲和性·····	(163)
第三节	广亲和系的选育·····	(166)
第四节	亚种间杂交稻选育·····	(170)

第十章 贵州超级杂交水稻育种	(173)
第一节 超级杂交水稻概述	(173)
第二节 超高产杂交水稻的选育	(177)
第三节 优质杂交水稻的选育	(179)
第四节 广适性杂交水稻的选育	(182)
第十一章 高新技术在贵州水稻育种中的应用	(185)
第一节 水稻辐射育种	(185)
第二节 水稻花培育种	(187)
第三节 水稻分子育种技术应用	(189)
第四节 水稻转基因育种	(193)
第十二章 贵州水稻种子生产	(200)
第一节 水稻种子产业化	(200)
第二节 三系杂交稻亲本的繁育	(202)
第三节 三系杂交稻制种	(205)
第四节 两系杂交稻亲本的繁育	(215)
第五节 两系杂交稻制种	(217)
第六节 水稻种子检验	(218)
第七节 水稻种子检疫	(222)
第八节 种子加工	(225)
第九节 种子储藏	(226)
第十三章 贵州育成水稻品种系谱	(230)
第一节 育成水稻品种系谱概述	(230)
第二节 育成粳(糯)稻品种系谱	(230)
第三节 育成籼稻品种系谱	(233)
第四节 育成水稻不育系系谱	(235)
第五节 育成杂交水稻品种系谱	(236)
第十四章 贵州稻田耕作制度	(240)
第一节 稻田耕作制度概述	(240)
第二节 稻田耕作制度分区	(242)
第三节 稻田一熟制和两熟制	(244)
第四节 稻田多熟制	(250)
第十五章 贵州中稻栽培	(253)
第一节 中稻的生长发育	(253)
第二节 中稻光温反应特性	(254)
第三节 中稻栽培模式	(256)
第四节 水稻育秧	(265)

第五节 平田整地与移栽	(269)
第六节 稻田施肥	(273)
第七节 稻田灌水	(281)
第十六章 贵州超高产栽培与大面积高产工程	(295)
第一节 超高产栽培	(295)
第二节 大面积高产工程	(304)
第十七章 贵州水稻栽培专家系统	(308)
第一节 我国水稻栽培专家系统的发展概况	(308)
第二节 贵州水稻栽培专家系统的开发与应用	(308)
第十八章 贵州水稻特殊栽培	(313)
第一节 优质稻栽培	(313)
第二节 水稻无公害栽培	(322)
第三节 水稻抗逆栽培	(329)
第四节 水稻旱种	(335)
第五节 稻田生态养鱼	(338)
第十九章 贵州双季稻、再生稻和陆稻栽培	(341)
第一节 双季连作稻栽培	(341)
第二节 再生稻栽培	(348)
第三节 陆稻栽培	(353)
第二十章 贵州水稻主要生物性灾害及其防治	(359)
第一节 水稻病害及其防治	(360)
第二节 水稻害虫及其防治	(368)
第三节 稻田杂草及其防治	(378)
第四节 稻田鼠害及其防治	(381)
第二十一章 贵州稻作机械化	(389)
第一节 稻作机械化现状及前景	(389)
第二节 稻作机械化机具	(390)
第二十二章 贵州水稻加工利用及产业化	(394)
第一节 稻米加工	(394)
第二节 稻米制品加工	(397)
第三节 水稻副产品加工	(400)
附录	(405)
附录一 贵州稻作部分育成品种简介	(405)
附录二 贵州稻作部分获奖成果名录	(426)

第一章 贵州稻作历史与传统文化

水稻是世界性粮食作物,2003 年种植面积 14 714.4 万 hm^2 ,占谷物播种面积的 26.8%,稻谷总产 57 628 万 t,占谷物总产的 28.4%,平均单产 3 916 kg/hm^2 ,是世界谷物平均单产的 127%。

中国是世界水稻的主产国之一,2003 年种植面积 2 650.8 万 hm^2 ,占世界水稻播种面积的 18%;稻谷总产量 16 065.5 万 t,占世界稻谷总产的 27.9%;平均单产 6 061 kg/hm^2 ,为世界稻谷平均单产的 154.8%。

贵州是全国水稻的重要产区之一,2003 年种植面积 72.046 万 hm^2 ,占全国水稻种植面积的 2.8%;稻谷总产量 459.3 万 t,占全国水稻总产量的 2.7%,占贵州粮食总产量的 41.8%;稻谷平均单产 6 666 kg/hm^2 ,是全国平均单产的 109.9%。贵州有悠久的稻作历史,在漫长的发展历程中,形成了丰富而又独特的稻作文化。

第一节 稻作历史

一、稻作史略

(一) 古代贵州稻作生产

据考古资料,赫章县原可乐公社乌家湾子山坡新石器时代遗址试掘,先后获石器 30 余件,当时原始人已使用磨光石斧砍树、开荒、种地,以双石孔刀收获禾穗,用石杵和石磨盘去壳加工谷物,这是稻作的最原始农耕阶段,此时距今 4 000 ~ 5 000 年。进入秦汉时期(距今 2 100 多年),奴隶制国家逐步形成,先民学习应用输入的先进耕作技术,开始垦植梯田,使用铁农具,稻作有了新的进步。据《新唐书·南蛮列传》记载:“牂牁土气炎热,多霖雨,稻粟再熟。”说明在气温较高、雨量充足地区,种植粮食作物已能一年两收。五代以后(距今 1100 年左右),贵州东部与北部边缘地区汉人迁入及屯军,开垦更多水田,即“土地稍平,垦田盈畛”。据《九国志·石处温传》记载:“奖州(今岑巩一带)常积谷数十万担,前后累献军粮甘余万石。”可见当时稻作已有相当发展。到清朝末年,贵州人口增加,耕地扩大,稻作遍及全省,提出水田宜种粳稻,坡田宜种糯谷,并运用火芽、焙芽、催芽和哑谷浸种等方式播种。农民群众把稻谷划分为早谷、晚谷、红谷、羊毛谷、糯谷、旱谷多种。在糯谷中再细分为黄香糯、白香尖糯品种。按现代栽培稻分类方法,以上品种有粳、梗、粘、糯类型,以及早、中、迟熟品种,其中不乏珍贵的品种,如穗大粒多、植株高大的高原梗,以及糯性极强、富含香味的低海拔山区禾;有谷壳、叶片光滑无毛与疣粒野生稻相似的栽培种,以及植株极矮小(约 50cm)、谷粒极小(千粒重 11.6g)、类似小粒稻种的栽培稻莽谷;有抗逆性极强的红米类型,以及抗锈水、冷水的锈水禾、冷水

禾;有米质、食味极佳的香禾。

(二) 中华民国时期贵州稻作生产

从 20 世纪 20~40 年代,贵州稻作面积在 47.6 万~53.3 万 hm^2 之间徘徊,总产量、单位面积产量(以下简称“单产”)都在滑坡,总产量由 188.5 万 t 下降为 117.5 万 t,单产由 224 $\text{kg}/667\text{m}^2$ 降为 159 $\text{kg}/667\text{m}^2$ 。1949 年全省稻作面积扩大为 78.3 万 hm^2 ,占耕地面积的 43.6%;稻谷产量 211.1 万 t,占全省粮食总产量的 71.17%。

稻田多种植一季中稻,不种小季(夏收作物),有水者冬季蓄水养之,俗称泡冬田。

种稻,以黑泥土最佳,冷水田、黄泥田、红泥田均劣。旱田又称干田,指水源缺乏、灌溉不易的望天水田,冬季种小季或炕冬。

贵州稻米主要为自给性生产,集市稻米价格,因人口增加呈上涨趋势,波动程度因地域而异,变化最剧者首推毕节,盘县次之,贵阳再次。

二、栽培稻种的演变

贵州有悠久的稻作历史。1980~1984 年贵州省粮食作物品种资源补充征集过程中,考察了黔西南布依族苗族自治州(以下简称“黔西南自治州”)、黔南布依族苗族自治州(以下简称“黔南自治州”)、黔东南苗族侗族自治州(以下简称“黔东南自治州”)及铜仁地区等的 29 县(市),采集、鉴定标本 1 101 份,未发现野生稻。从地方品种中筛选了对野败不育系具有恢复性的种质,尤其是原产高海拔地区的麻谷粳型品种,被认定与普通野生稻有较近的亲缘关系,这有别于长江流域和华南籼稻品种。

贵州稻作生态复杂,品种类型多。早在秦汉时期,种植的稻谷就有水稻、陆稻两种,以后随中原人迁入,品种类型逐渐增多。元末(1360 年左右)《遵义府志·农桑》记载:“田坝上多种粘稻,坡田多种糯谷。”据《贵州农作物之改进》(1947 年)报道:“贵州中部及东北部多中熟籼稻,西北部多高原粳稻,东南部多糯稻,其中粘稻占 75%,粳稻 10%,糯稻 15%。据贵州省农业科学院水稻研究所(2006 年更名为“贵州省水稻研究所”)20 世纪 80 年代对全省 4 195 份地方稻种(水稻 3 779 份,陆稻 416 份)研究结果,贵州稻种类型较多,粗分之,水稻中,籼型稻种占 57.3%,粳型占 6.0%,糯型占 36.7%;陆稻中,籼型占 22.6%,粳型占 30.3%,糯型占 47.1%。细分之,除籼、粳类型外,还有一些光壳稻类型和中间类型的品种;籼、粳两大亚种都有水稻和陆稻、粘稻和糯稻,以及各种熟期类型。据贵州农学院(现贵州大学农学院)李家修等 1985 年对全省征集种植保存的 2 214 个水稻品种进行整理分析,中稻品种占 89.4%,早稻占 9.1%,晚稻占 1.5%。

中籼稻在全省各地均有分布,在黔中、黔东及黔西北地区以中熟和早、中熟类型为主,黔北及黔南以中熟和迟熟类型居多,黔西南稻区则以迟熟类型最多,其次是中熟类型。中粳主要分布在黔西北、黔中及黔西南的高海拔地区,以中迟熟类型居多。中糯则主要分布在黔东南少数民族地区,黔中、黔西南及黔西北也有分布,一般为中迟熟品种。

分布于黔东南林间谷地稻田的“禾”类品种,多为粳型,有水、陆之分,胚乳粘性者称“同禾”,糯性者称“糯禾”。中间型品种,系“禾”类品种中部分难以划分籼、粳的品种。在贵州西部,籼、粳品种交错分布地带也有中间类型的品种,是源于籼、粳天然杂交还是生态演变结果,有待研究。还有紫米及红米类型,紫米通称黑米,多为粳型,米色有黑、黑褐、棕褐、紫黑 4 种;红米,种皮红色,籼粘品种中有之。

清朝以前,贵州水稻生产用种均为农民自行选留当地品种。

1938 年,贵州农业改进所成立后,引进浙大 46 等良种,同时征集地方良种,陆续育成改良种籼稻黔农 2 号、黔农 7 号、黔纯 2363、黔纯 2369 号等,粳稻 35 号、粳黑糯黔农 55 号和推广地方良种黔农 4

号(1949年由清镇县农家种选出)、黔农 5782(1938年由贵阳农家品种齐头粘单穗选出,比当地农家品种增产 15%~30%)等改良品种,这些品种具有秆硬、碎米少、米质好、耐涝、耐旱等优点。

1949年后,贵州水稻品种大致经历了“高(秆)变矮(秆),矮(秆)变杂(杂交稻)”的变革过程。20世纪50年代初基本上是地方品种,贵阳地区的代表品种有黔农 5782、大白粘、小白粘、青秆粘,遵义地区有油粘、野谷子,铜仁地区有江口沅洲谷,黔南自治州有独山八月白,安顺地区有金包银、水兰粘,毕节地区有八百粒,以及乌梢粘、冷水谷、选粘、黄平八百粒、大红米、金麻谷、青秆粒、乌咀大白谷、黄黄谷、云南谷等。1956年良种面积约占水稻种植总面积的 30%。同期,科研单位引进并鉴定出胜利籼、万利籼,在黔中地区小面积试种。随后引进并鉴定出早籼南特号、陆财号、莲塘早和晚籼兰禾子、浙场九号、西坝早、泡花红等品种,限在低热的双季稻区试验示范。1956年开始大量引种粳稻品种,并鉴定出农育 1744、川大粳、西农 175(通称“三粳”),连同地方良种 800 粒,在黔中、黔西北稻区推广应用。同时有牛毛黄粳、粳 185、黔西粳、台北 8 号、台中 31 等品种在小面积试验示范。从 1964 年起,陆续引进如籼型品种矮脚南特、珍珠矮、广场矮系列品种(通称“三矮”),以及广二矮系统、二九青、圭陆矮、先锋 1 号、广解九号、广陆矮 4 号、6044、广选三号、成矮 8 号、矮坨 8 号、矮坨谷 151、八四矮系统、南特粘、湘东等品种。至 60 年代末,全省矮秆水稻良种面积约 33.3 万 hm^2 ,占水稻总面积的 40% 左右。1971~1973 年从外省调入大量矮秆良种(多为珍珠矮)并在全省推广普及。70 年代末至 80 年代中期,陆续引进双季早稻品种如双桂系统、泸科 3 号、80-133 等品种,在低热区作双季早稻品种,在温和区主要作中稻品种。引进武农早、泸选 19、农垦 58、桂朝 2 号等品种,主要在低热区作双季晚稻品种或温和区作中稻品种。同期推广的还有本省选育的广三选六、凯中 1 号、凯中 2 号、黔育 272、庚湘 1 号、黔南粘 1 号、黔南粘 4 号、黔南粘 5 号、桐科 1 号、广文 5 号、遵籼 3 号、铜籼 1 号、秋辐 1 号、毕辐 2 号、安粳 9 号、毕粳 80 号、甸糯、黑糯 141,以及优质米金麻粘、光辉等品种。其中 1987 年种植面积最大的是桂朝 2 号,全省超过 13.3 万 hm^2 ,其次是珍珠矮与湘东,均超过 6.7 万 hm^2 。

1976 年,贵州开始引进、繁育、推广杂交水稻,使全省稻种更新进入了一个新阶段。之后,陆续推广的主要有南优 2 号、汕优 2 号、威优 2 号、威优 6 号、威优 64、汕优 63 等组合。1987 年全省种植杂交水稻 16.0 万 hm^2 ,占全省水稻种植总面积的 22%,其中汕优 63 达 10.0 万 hm^2 ,威优 64 为 2.5 万 hm^2 。

1988 年以后,贵州杂交水稻推广步伐加快,种植面积逐年稳步增加。1988 年,全省推广杂交水稻 30.5 万 hm^2 ,比 1987 年增长 90.6%;到 2000 年,全省杂交水稻推广到 65.7 万 hm^2 ,比 1988 年增长 115%。这一时期,贵州推广的杂交水稻品种绝大多数是从四川、湖南等外省引进的,且品种数量多。据贵州省农业厅 2000 年统计,全省杂交水稻主推品种中,冈优系列品种(冈优 22、冈优 12、冈优 725、冈优 502、冈优多系 1 号等)面积达 26.9 万 hm^2 ,占杂交水稻总面积的 41%;Ⅱ优系列品种(Ⅱ优 63、Ⅱ优 58、Ⅱ优 838、Ⅱ优 162、Ⅱ优 6078 等)面积为 12.0 万 hm^2 ,占杂交水稻面积的 18.3%;汕优系列品种(汕优多系 1 号、汕优 77、汕优晚 3 等)面积为 11.7 万 hm^2 ,占杂交水稻面积的 17.8%。其余的还有金优系列品种(金优 63、金优晚 3、金优 18、金优桂 99 等)面积约 6.0 万 hm^2 ,K 优系列品种(K 优 5 号、K 优 047 等)面积约 3.3 万 hm^2 ,菲优 1 号、协优 63 的面积均为 1.0 万 hm^2 ,香优系列品种(香优 63、新香优 80 等)和 D 优系列品种面积均不足 1.0 万 hm^2 。

第二节 20 世纪后半叶贵州稻作的发展

一、稻作面积和水稻产量的变化

中华人民共和国建立后,随着土地改革的进行,互助合作运动的兴起,农田水利建设有较大发

展,扩大了稻田灌溉面积。与此同时,筛选、推广水稻地方优良品种,实行育秧技术改革,改旧式整块水秧田育秧为分厢的合式秧田育秧,提倡少秧密植、浅水灌溉、增施肥料等措施,水稻生产持续稳定发展。1950~1957年,水稻种植面积由81.1万 hm^2 上升到89.5万 hm^2 ,总产量由212.4万t增加到337.8万t,单产由174 $\text{kg}/667\text{m}^2$ 提高到252 $\text{kg}/667\text{m}^2$ 。1958年后,由于生产关系的急剧变革,出现了在指导和安排生产上一系列“左”倾错误,严重挫伤了农民的生产积极性,加之自然灾害,致使水稻产量大幅度下降。1958~1960年,水稻种植面积从76.4万 hm^2 下降到65.7万 hm^2 ,减少6%;产量从338.2万t下降到179.0万t,减少88.9%。1961年开始,贯彻中央关于国民经济实行“调整、巩固、充实、提高”的方针和《农村人民公社工作条例(草案)》,调整生产、分配关系,恢复自留地、饲料地和集贸市场,农业生产开始恢复生机,稻谷生产逐年恢复增长,1965年基本回升到1957年水平。在此期间,曾先后推行粳改粳、高秆品种改矮秆品种,部分地方推广禾改粘、双季稻。特别值得一提的是,在全省中低海拔地区大面积推广珍珠矮、广场矮、矮脚南特等矮秆品种,取代原来的高秆品种,使水稻单产提高了20%~30%,上了一个新台阶。从20世纪60年代初开始推广双季稻,一直持续到70年代中后期,主要是在黔东南、黔南和黔西南的年平均气温 17°C 以上的县或区改一季稻为两季稻。为了达到两季产量超千斤的目标,当地农业科技人员在品种配搭、丰产栽培技术等方面做了大量工作,使双季产量普遍比一季增加100 $\text{kg}/667\text{m}^2$ 以上,对缓解当时的粮食供需矛盾作出了一定贡献。但是,随着桂朝2号等一批高产品种的育成及杂交水稻的推广,种双季稻费工劳累、效益不高的缺点日显突出,农村实行家庭联产承包责任制后,农民有了经营自主权以致双季稻种植逐步减少。另外,由于多种原因,粳改粳、禾改粘也未能全面推广。“文化大革命”中,强调以阶级斗争为纲,批判所谓“唯生产力论”,使水稻生产徘徊不前。1976年粉碎“四人帮”后,水稻生产环境有所改善。1977年秋,贵州省农业厅在黔南自治州召开贵州第一次杂交水稻现场会,著名杂交水稻专家袁隆平应邀到会指导,这次会议推动了杂交水稻发展。1979年后,遵循“科学技术必须面向经济建设,经济建设必须依靠科学技术”的方针,加大常规稻改种杂交稻的力度,以及杂交组合的更新换代,积极推广地膜育秧、温室两段育秧、半旱式栽培等措施,水稻生产获得较大发展。到1984年,水稻总产量达407.0万t。由于水稻生产的基本条件没有得到根本性的改善,抗御自然灾害的能力弱,1985年后水稻产量又有所下降,1988年水稻总产量仅为322.0万t。1989~1994年,随着杂交水稻面积的不断扩大和水稻地膜育秧、温室两段育秧、叶龄模式、半旱式栽培等技术的推广,水稻生产得到稳定发展。至1994年,水稻总产量达423.9万t,面积达73.5万 hm^2 。1995~2000年,全省杂交水稻普及率进一步提高,水稻早育稀植、抛秧等技术得到推广,促进了水稻生产的较大发展。到2000年,水稻总产量达477.4万t,创历史最高水平,面积达75.1万 hm^2 ,比1994年增长2.2%。2001年和2002年,由于遭受严重自然灾害,使水稻面积、产量均有所下降。2002年贵州全境遭受历史罕见的“秋风”低温灾害,水稻产量下降到347.8万t,比2000年下降27.1%,面积为73.5万 hm^2 ,比2000年下降2.1%。2003年,由于进一步加强对水稻生产的指导和推广综合配套技术,加上良好的气候条件,水稻产量迅速恢复到459.3万t。

二、水稻耕作栽培技术的重大变革

(一) 育秧技术

贵州历代农民对育秧技术都非常重视,多选择背风、向阳、土温暖、泥脚浅的田作秧田。清朝和民国时期,秧地多行泡冬,少部分种胡豆青。春季施底肥,犁耙三道,然后泼上大粪。胡豆青田,先灌水犁翻压下胡豆青,待胡豆青沤烂后,耙平田面播种。解放后,秧地逐步增多炕冬,秋收后及时犁翻板田,泼冬粪,来年春季再施肥犁翻,用锄头拍打细碎土块后,灌水犁耙,耙平播种。

1. 选种、浸种及催芽

(1) 选种。1949 年前后, 贵州大部分农民选种都采用风选、筛选, 少部分用清水选种。1952 年开始试用食盐水或泥水选种, 1954 年在全省推广。这些选种措施有利于培育壮秧, 20 世纪 80 年代在一些地区仍使用这些方式选种。

(2) 浸种。一般采用清水浸种, 时间 3 ~ 4d, 让种子吸饱水分后播种或催芽后播种。20 世纪 50 年代前, 山区农民有用雪水浸种的习惯。1955 年学习苏联经验, 试用 1% 小苏打溶液浸种, 同时试用溴化钾浸种, 60 年代采用蔡乙酸钠浸种, 70 年代推广“九二〇”浸种。这些药剂浸种方法既没有普及, 也没坚持下来。

20 世纪 50 年代初, 贵州农民没有对种子消毒的习惯, 直至 50 年代末 60 年代初, 特别是大力推广“三梗”、“三矮”时, 为防治稻瘟病、恶苗病, 推行冷水温汤浸种或用 2% 福尔马林、赛力散、西力生等药剂消毒。以后推广使用 1% 的生石灰水浸种消毒。

(3) 催芽。贵州农民很早就有催芽播种的习惯, 催芽技术随时代发展而不断改进。《遵义府志》记述, 清代“山农只浸种, 然后烘干或晾干, 不催芽(称火芽)播种; 平地农民浸种三天, 捞取放入箩中以草盖紧, 每天喷水三次, 待芽长出晾一下播(称屋芽或明芽)”。民国时期及中华人民共和国建立初期, 仍采取箩筐或木桶催芽方式, 因升温慢, 时间长, 出芽慢而不整齐, 加之不勤翻种, 造成烂种较多, 以后进行了改革。全省大体有以下几种催芽法。

限水萌发。绥阳县旺草农民采用箩筐催芽, 芽长出因寒潮不能播种时, 薄摊于木板或晒席上, 约 2cm 厚, 每天淋温水, 保持种子湿度, 限制根芽继续伸长, 天晴即播。

牛圈和火土灰催芽。遵义地区, 在空牛圈内利用牛粪发热增温催芽; 都匀、贵阳等地, 用火土灰(或煤灰)加温水与谷种拌匀堆沤催芽。

冷热谷大堆催芽。人民公社化后, 因种子量大, 各生产队采用集中催芽方法。将吸足水分的种子的 3/4 用两开兑一凉(45 ~ 55℃)热水浸泡种子到手握谷种有温感时(有的放在太阳下晒热), 取出倒入垫有稻草的漏水挞斗内, 再将其余 1/4 的冷谷放在中间, 拢成堆, 上盖稻草、麻袋、绿肥等, 压紧促升温, 12h 后种子开始破胸, 翻动种子使堆中间与四周种子调换位置, 让种子受热均匀, 待 90% 种子破胸后, 翻开淋水, 或用清水淘洗去“馊汗”, 分成小堆, 保持 25 ~ 30℃ 的适温以催芽。这种方法使用较普遍。

地坑催芽。20 世纪 60 年代末至 70 年代初, 引用江苏浙江等地的经验, 在地中挖深约 67cm、底部有排水十字沟的地坑, 在其内催芽。该方法易保温, 且氧气充足, 不易烂种。

蒸汽催芽。种子薄摊于蒸汽催芽室中催芽, 20 世纪 60 年代末开始推广。该方法因种子受热均匀, 发芽快而整齐, 不易烂种、烂芽, 双季早稻及早播中稻最适宜采用。杂交水稻推广中采用此法催芽, 更引起农民重视。

2. 育秧方式

1949 年前后, 水稻生产主要采用大块水秧田育秧方式, 整地粗放, 不开沟、不分厢。在山区及水源缺乏地区有少量旱秧, 在旱地上干耕干耙, 整平开厢播种, 盖土或草灰进行旱育。1953 年开始推广新式秧田(合式秧田育苗法), 在水秧田中开 1.32 ~ 1.65m 宽的秧厢, 播种于厢面, 为防止烂秧、培育壮秧, 进一步改革了育秧方式。

(1) 湿润育秧。20 世纪 60 年代初, 随着“三梗”、“三矮”的推广而兴起, 以后不断改进提高, 日臻完善。70 年代主要是水耕水整, 排水开厢(泡冬田和部分炕冬田)和干耕干整干开厢, 厢面糊厚约 3.3cm 的稀泥, 或开厢后灌水将厢面泥捣烂、刮平(称通气秧田)。一般均是厢宽 1.3 ~ 2m, 沟宽 0.3 ~ 0.4m, 田面刮平, 厢面晾至不落粒。播后踏谷, 用火土灰或细土、干绿肥、地毛衣等覆盖。秧苗三叶期

以前,灌水不淹过田面。此后,灌水上厢并随苗长高加深水层,以不淹心叶为度。

(2)薄膜育秧。1964年开始试用塑料薄膜育秧,即在湿润播种田上加盖塑料薄膜(农用普膜),比湿润育秧更能保温,出苗率、成秧率可提高20%~30%,并提早2~3d成熟。因农用普膜供应不足,一直在小面积上采用,直至20世纪70年代才得以推广。但是,因成本过高,也是推而不广。1980年引用外地经验,省内开始试验、示范地膜覆盖栽培技术。1982年全省已有27个县(市)采用地膜育秧。各地试验证明,地膜覆盖育秧,不管是平铺或拱架式都与农用普膜覆盖效果基本相同,但成本却低1/4~1/5。1984年地膜育秧开始在全省推广,1994年全省推广面积达6.7万hm²。

(3)温室蒸汽育秧。温室蒸汽育秧是20世纪70年代初开始试验推广的一种快速育秧技术,有省秧地、省种、省肥、省劳力,以及育苗快、成秧率高、争季节、防烂秧、提早成熟等优点。蒸汽育秧分有土和无土育秧两种。1970年,绥阳、都匀等部分社队开始试用温室有土蒸汽育秧,培育双季早稻秧苗。1978年都匀县改为温室无土育秧,在墨冲乡修建一个半机械化的大温室,主要用作培育杂交稻秧苗。因高山地区运秧不便,1979年在都匀、独山等县出现了木架小温室蒸汽育秧,1~3户人家修建1个,一次能育杂稻种子5~6kg。木架小温室:用木柱搭成高1.6m,长、宽各0.8m有5~6层的木架,最下层距地面50cm,其余每层距离20cm,地中间挖一个放锅的小灶,并挖一条小烟道用瓦盖上,放上育秧盘后,四周及顶部围上塑料薄膜。这种方式可就地取材,降低成本,省工,同时又适用。1982年后成为黔南自治州推广温室育秧的主要方式,同时在全省迅速普及推广。

(4)场地育秧。20世纪70年代初,学习江苏、浙江等地经验,开始推广场地育秧,早育、密播,小苗带土移栽,培育双季早稻秧苗。此育秧方式有省秧地、幼苗扎根、立苗快、成秧率高等优点。但是,由于贵州的气候特点,这种育秧方式容易发生水分失调、青枯死苗,三叶期若不及时移栽也易死苗,且每天早、晚需浇水,用工多。以后经过实践和总结经验,改为在板田、空地育秧,改不施底肥为增施底肥,改高密度(250~300kg/667m²)播种为根据秧龄长短决定播量(125~150kg/667m²,大苗稀、小苗密),改浇灌为沟灌,既解决了小苗青枯、死苗问题,还可培育中苗、大苗。但因其播量仍大,秧苗素质较差,且须及时移栽,只有部分地区接受。1976年后,除部分双季稻产区用以培育双季早稻秧苗外,其他地区很少采用。

(5)两段育秧。1981年,绥阳、遵义、赤水、都匀、独山等县(市)学习外地经验,开展两段育秧试验,即在场地〔绥阳、赤水等县(市)采用〕或地坑(主要在遵义县),或温室(主要在黔南自治州、黔东南自治州)育小苗,三叶时移栽到秧田中。单株插3~4cm的株行距,经20d可培育出带3~4个大蘖的壮秧,然后移栽大田。因利于培育多蘖壮秧,成秧率高,相对减少了用种量,并避免了因倒春寒引起烂秧,育出的秧根系发达,分蘖、成穗率高,穗大、粒多,一般比湿润育秧、水秧增产5%~15%,且能提早成熟。随着杂交稻种植面积的扩大,两段育秧面积迅速扩大。1988年推广面积达15.3万hm²,到1995年全省推广面积达48.6万hm²。之后,随着早育秧的大面积推广而有所减少,至2003年全省推广面积下降到26.3万hm²。

(6)早育秧。早育秧是指在旱地状态下培育的水稻秧苗。选择旱地或炕冬田,经培肥、调酸、施肥、消毒,使苗床达到肥、松、细、酸,当日平均气温稳定通过8~10℃时播种,按秧龄长短确定播种量,培育大、中、小苗,小拱架盖膜或盖无纺布,抓好温、湿调控,防高温烧苗,及时防治立枯病,适时看苗追肥,适时移栽。1992年引进该技术,经十多年推广,现已大面积推开。据贵州省农业厅统计,2003年全省早育秧大田移栽面积已达38.8万hm²,占水稻面积的53.9%。

(二)栽插密度

清代,贵州农民有“肥田宜稀,瘦田宜密,不栽屈头秧、浮秧,忌烈日浅水秧”的经验(《遵义府志》)。民国时期及解放初期一般栽插密度0.8万~1万穴/667m²,肥田宜稀,瘦田宜密。1952年在

遵义县尚嵇山开展缩小行株距的密植试验,翌年在贵阳、绥阳、贵定、独山、遵义等市(县)扩大试验,都显著增产,并总结出因土质确定密度及保证栽插质量的经验,如独山麻万农业社的山歌云:“栽秧要栽行对行,要栽浅、稳、匀、直、方,排行退行八九寸,边栽边学边商量,高田每窝五六片,下田十片吊吊长,中田每窝七八片,分出田栽才高强。”1954年,江口县凯德乡农民首先试用三角丛植成功,1955年全县半数以上乡多点试验,1956年在江口县全县及独山、绥阳、遵义、贵阳、贵定等县扩大试验示范,一般增产18%~30%。贵定县和江口县还创造出使用栽秧尺、栽秧绳开厢,用划行器划行栽秧,保证栽插质量的办法。1965年以后,随着矮秆品种的推广,栽插方式上出现了长方形、宽行窄株,单条栽、双条栽(双龙出洞)等方式,普遍推广拉绳栽秧或拉绳打厢栽秧。以土质、前作、品种、气候等确定合理密度。一季中稻矮秆品种推广的栽插密度为2万~2.25万穴/667m²,每穴6~7茎蘖,基本苗12万~21万穴/667m²。但生产中一般都达不到密度要求,一季中稻实插以不超过2万穴/667m²为多。

20世纪70年代后期推广杂交水稻后,最初几年由于过分夸大杂交水稻分蘖优势,提倡一季中稻的栽插密度为1万~1.5万穴/667m²,每穴1株(带2~3个大蘖),2.5万~3万穴/667m²基本苗;晚稻插1.5万~2万穴/667m²,每穴插分蘖秧1片,不分蘖秧2~3片,3万~6万穴/667m²基本苗。实际栽得更稀,产量不理想。之后,提倡杂交中稻插1.5万~2万穴/667m²,8万左右基本苗,每穴插1~3株。早熟组合推广后,杂交稻种植向高海拔推进,提倡插1.7万~2万穴/667m²,8万~10万穴/667m²基本苗(包括茎蘖)。

20世纪90年代以后,大力推广宽窄行插秧,又称“双龙出洞”,特别在中高海拔山区,这种插秧方式增产效果较好;90年代末,贵州省农业科学院水稻研究所周维佳等在安顺地区总结推广的水稻“宽窄行拉绳打点定距插秧技术”得到广泛应用,对规范化插秧、增加基本苗和单位面积有效穗,以及进一步提高水稻单产发挥了积极作用。

(三) 施肥技术

清代和民国时期,稻田一般只施用基肥,很少有追肥的。基肥全部为有机肥,多系厩肥。黔东南自治州有种茼蒿作绿肥的,遵义市、贵阳市有种满园花及豌豆、胡豆作绿肥肥田的;很多地区有采取刈割山间树叶(马桑叶等)或青草沤于泡冬田的(俗称打秧青、泡青、压青);有用堆肥、草灰、油枯作肥料的。用厩肥、绿肥施肥量200~750kg/667m²,并有择田施肥的经验。《遵义府志》记:“粪必合土性寒暖;牛圈粪不择地,人、猪粪凉,宜黄泥、红沙地;马粪热宜施冷水田、冷沙地;油菜枯宜施灰浆泥、大眼泥;石灰、桐油粃可施瘦田;煤灰可治涝田、烂包田;胡豆青施秧地最好。”

1949年后,肥料种类及施肥技术有了很大变化。

1. 肥料种类及数量

20世纪50年代初,贵州水稻施肥水平低,底肥施用量900~1000kg/667m²。1955年开始大搞积肥运动,广辟肥源,发展牲畜,割草垫圈,积制堆肥,挖肥泥,泡青、压青、铲草皮灰,收垃圾,挖洞灰,拾野粪,等等。1957~1958年推广使用细菌肥料、颗粒肥料,扩种苕子等豆科绿肥,稻田施肥量亦有增加,一般施底肥1000kg/667m²左右,高的达2000~2500kg/667m²(如遵义尚嵇区、贵阳市中曹第一农业社、绥阳幸福社等),但山区及远田也有不施底肥的白水田。60年代初,开始增用磷矿粉作基肥,开始推广用硫酸铵作追肥,但用量较少。60年代后,随着化肥工业的发展和水稻耐肥抗倒伏品种的采用,稻田化肥用量逐渐增大。1982年全省平均化肥用量为20.5kg/667m²。化肥种类增多,氮肥品种有硫酸铵、硝酸铵、氨水、碳酸氢铵、尿素,磷肥品种有磷矿粉、钙镁磷肥、普通过磷酸钙、重过磷酸钙、磷酸铵等。少数地区开始施用化学钾肥如氯化钾、硫酸钾。氮、磷、钾配合施用随之推广。微量元素肥料和生长素也开始试用。

2. 施肥方法

20 世纪 50 年代初,稻田施肥仍以一次性基肥为主,多于冬、春将厩肥施入田中犁耕后栽秧,部分地区或对冷、阴、烂、锈田,采取包粪秧或蘸秧根的施肥方式。“大跃进”年代推广硫酸铵浸秧根,并提倡施用追肥,但面积小。60 年代随着耐肥抗倒水稻高产品种及化肥的推广应用,推广重施底肥,看天、看地、看苗分期追肥,以及早施重施蘖肥、适施穗肥、补施粒肥技术。但绝大多数地方仍是栽秧 1 个月后结合薅第一道秧才开始追肥,直到 70 年代推广杂交稻和桂朝,等等生育期较长的品种后,穗、粒肥的施用才逐渐受到重视。科研及农业技术部门还推广球肥、深肥技术,均因花工大而应用面不广。80 年代推广增施磷、钾肥作底肥,深层施肥,全层施肥,在中心地区推广配方施肥。90 年代以后全面推广平衡配套施肥技术。

(四) 病虫害防治技术

早在明代就有水稻虫害记载,成灾年次约为 9 年,主要是蝗虫。据《遵义府志(卷 21)》记,遵义、绥阳、凯里、贵阳、都匀、黄平、独山等地都出现过蝗灾,以遵义为重;1378 年 9 月(明洪武十一年八月)遵义蝗虫流行。1552 年(明嘉靖任子三十一年),在镇宁曾发生稻瘰蚊。据《贵州通志(抄本 10 卷)》记:“有虫食禾,形如蚊而小,飞则如烟,落水尽赤,禾着之皆黑萎而稿。”据《天柱县志(下卷)》记,康熙年间。1572 年(明嘉靖六年)天柱开始出现螟虫为害。

清代,水稻病虫害频繁,为害面扩大,种类增多,除蝗、螟外,出现叶蝉、飞虱类昆虫和稻苞虫、食根金花虫。蝗害扩展到黎平、关岭、余庆等县。螟害扩展到赤水、玉屏、惠水、仁怀、瓮安、盘县、毕节、织金等县。在赤水、仁怀、桐梓、瓮安发生因叶蝉、飞虱造成歉收。1902 年据《天柱县志(下卷)》记,康熙年间。(清光绪二十年)仁怀出现稻苞虫为害。其时,农民对害虫防治无方,只有撒石灰治食根金花虫,用帚扫除秧虫(负泥虫)。用手捉稻苞虫。

民国时期,除有蝗、螟、稻苞虫、食根金花虫危害外,叶蝉、铁甲虫、飞虱、粘虫、负泥虫等危害增多,几乎遍及全省。据不完全统计,成灾约 44 年次。为害最大者,以蝗、螟、稻苞虫为主,冷、烂、锈田中食根金花虫最多。未行预测预报,一般见虫才治。对秧虫,沿用扫帚扫加撒石灰、草灰、扬尘等。对螟虫则采取捕螟蛾,个别地区点诱蛾灯,大田中插上烟秆等方法。对稻苞虫、粘虫、蝗虫危害,则采用人工捕捉方式。对食根金花虫危害,采取田中泡苦参根、麻柳叶、马桑叶、撒石灰等方法防治。

随着农业生产发展的需要,省、地、县分别成立了植保站,开展以水稻为主的病虫害防治工作。通过 30 多年的工作,基本摸清了贵州为害水稻的主要病害 30 种以上,最严重的为稻瘟病、纹枯病、白叶枯病,次为胡麻叶斑病、菌核病、稻曲病等。虫害有 104 种,普遍发生为害严重的有二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟、褐飞虱、白背飞虱、白翅蝉、黑尾叶蝉、稻秆蝇、负泥虫、食根叶虫甲、稻蝗、管蓟马、稻苞虫、粘虫等 14 种,局部地区成灾的有稻蝇蚊、三点螟、褐边螟、华东稻铁虫甲等,间歇年发生的有直纹稻弄蝶。对上述病虫害的分布范围、发生及发展情况,特别对二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟、飞虱、稻瘟病、白叶枯病等的发生及发展规律掌握较清楚,可预测预报。水稻病虫害发生面积,常年在 33.3 万 hm^2 ,严重时近 66.7 万 hm^2 。

防治措施方面,经历了农业防治、化学防治、综合防治的发展过程,20 世纪 80 年代贯彻“预防为主,综合防治”方针。在药剂防治方面推行高效低毒、低残毒农药,改单一用药为混合用药、轮换用药,改高剂量为低剂量用药,改全面治为重点挑治。重点试行生物防治,推广以菌治虫、以天敌治病。在组织形式上,提倡根据预报、测报进行联防、联治,以及群众防治与专业队伍防治结合。

三、农田基本条件的改善

1950~1952 年,整修和兴建了一批塘堰、渠坝等小型水利工程,计有山塘 5 732 口,渠堰 1.37 万