

HANDI SHUIDAO YOUZHI GAOCHAN ZAIPEI LILUN YU JISHU

寒地水稻

优质高产栽培理论与技术

邹德堂 赵宏伟 编著



 中国农业出版社

封面设计 杨 璞

ISBN 978-7-109-12649-7



9 787109 126497 >

定价：16.00 元

寒地水稻优质高产栽培 理论与技术

邹德堂 赵宏伟 编著
杨德光 主审

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

寒地水稻优质高产栽培理论与技术 / 邹德堂, 赵宏伟
编著. —北京: 中国农业出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-109-12649-7

I. 寒… II. ①邹…②赵… III. 寒带-水稻-栽培
IV. S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 063418 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 殷 华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 12.125

字数: 308 千字

定价: 16.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

水稻是我国重要的粮食作物，全国有 60% 以上的人口以稻米为主食，因此水稻高产、优质是粮食安全的重要保证。黑龙江省是我国重要的商品粮基地，也是北方寒地粳稻的主要栽培区域，2007 年水稻栽培面积在 236 万 hm^2 左右，稻谷总产达到 1 660 万 t，为我国粮食安全作出了巨大贡献。从 20 世纪 80 年代以来，水稻旱育稀植高产综合栽培技术在黑龙江省得到广泛的应用和推广，在加强稻田建设基础上，选用熟期适中的高产、优质、抗病水稻品种，充分利用热量资源和自然优势，发挥水稻的分蘖优势，变直播为插秧，变湿润育苗为旱育苗，变密植为稀植，实行旱育壮秧，早插稀植，足肥浅灌为中心的寒地高产栽培技术体系，进行机械化、规范化栽培，使黑龙江省水稻上了一个新台阶，由此带来全省种植水稻的热潮。又加之近年来国家一系列优惠政策的出台，以及种植结构的调整，大大激发了农民种植水稻的积极性，水稻的种植面积达到了前所未有的水平，极大地推动了黑龙江省水稻生产的发展。在栽培技术方面，在旱育稀植的基础上，根据水稻生长发育特点和产量形成规律，又集成组装了近年来的新技术和新方法。为了正确指导黑龙江省寒地稻作实践，在参考相关书籍的基础上，弃旧纳新，本着理论与实践相结合的原则，在注重科普性与实用性的同时，力求通俗

易懂，言简意赅地阐述稻作科学理论和技术。

本书共包括寒地水稻生产概况、水稻生长发育特点与产量、品质形成、黑龙江省农业气候特点及优质高产水稻新品种简介、寒地水稻优质高产栽培技术、水稻旱作栽培技术、水稻病虫害及防治技术、水稻生育诊断以及水稻的收获、加工和贮藏等八章内容，其中，第二章和第三章由赵宏伟编写，其余章节均由邹德堂编写。

本书中部分内容由振兴东北老工业基地科技专项“寒地水稻优质高效技术集成及产业化”课题、国家科技支撑计划项目“北方优质粳稻高产综合生产技术与示范”项目中的“优质超级稻综合生产技术与示范”专题和东北农业大学创新团队“寒地粳稻超高产机理与关键技术”项目中产生，并承蒙上述项目对本书的经费资助。

由于水稻生产环节多，技术性强，编者学术水平和生产经验有限，加上时间仓促，错谬之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

前言

第一章 寒地水稻生产概况	1
第一节 水稻生产在国民经济中的地位和作用	1
第二节 栽培稻的起源与分类	3
第三节 水稻生产情况	7
第二章 水稻生长发育特点与产量、品质形成	19
第一节 水稻的生长发育特点	19
第二节 水稻的产量形成与品质	42
第三章 黑龙江省农业气候特点及优质高产水稻 新品种简介	55
第一节 黑龙江省农业气候特点	55
第二节 黑龙江省优质高产水稻品种简介	63
第四章 寒地水稻优质高产栽培技术	128
第一节 水稻旱育稀植高产栽培技术	128
第二节 水稻直播栽培技术	152
第三节 水稻超稀植栽培技术	158
第四节 两段式育苗栽培技术体系	164
第五节 水稻抛秧技术	170
第六节 水稻旱育稀植三化栽培技术	174
第七节 寒地水稻机械化秸秆直接还田技术	212
第五章 水稻旱作栽培技术	215

第一节	选地与整地	215
第二节	播种	219
第三节	施肥	228
第四节	灌水	234
第五节	水稻旱作的主要草害及其防治	239
第六章	水稻病虫害草害及防治技术	247
第一节	水稻主要病害及其防治	247
第二节	水稻虫害防治	268
第三节	防除杂草	277
第七章	水稻生育诊断	288
第一节	水稻器官间的关系及诊断	288
第二节	水稻生育期诊断	293
第三节	水稻缺素与环境污染诊断	301
第四节	水稻气象灾害诊断	320
第五节	水稻生育期看苗综合诊断技术	329
第八章	水稻的收获、干燥与贮藏	353
第一节	水稻收获技术	353
第二节	稻谷的干燥	355
第三节	稻谷的贮藏技术	357
第四节	稻谷贮藏期间的病虫鼠害防治	362

第一章 寒地水稻生产概况

第一节 水稻生产在国民经济中的地位和作用

水稻是世界上栽培面积和总产量仅次于小麦的重要粮食作物，我国稻作面积仅次于印度，但稻谷总产量居世界产稻国之首。因此作为我国主要粮食作物的水稻，其栽培面积占粮食作物种植面积的 $\frac{1}{3}$ ，产量占粮食总量的近一半，全国有近 $\frac{2}{3}$ 的人口以稻米为主食，人均年消费稻米 150kg 以上。自 1980 年以来，我国水稻种植面积约占全球的 23%，稻谷产量占全球的 30% 以上。可以说，稳定了水稻的生产，在很大程度上就稳定了我国的粮食供给，保证了粮食安全。

一、我国稻米消费和需求情况

西方国家以小麦消费为主，稻米只作为替代品和补充品。而我国不同，稻米是城乡居民最主要的口粮，在粮食消费中占有最重要的地位。

(一) 占粮食消费中的比重大

目前，我国每年消费稻谷约 2 亿 t，占粮食消费总量的 35% 左右，人均占有稻谷 151kg。随着生活水平的提高，虽然人均口粮消费将有所减少，尤其在城镇和经济发达的农村，但因我国人口的刚性增加和饲料用量的增加，今后若干年内我国稻米消费将呈现微幅增长、年际间小幅波动的趋势。

(二) 口粮消费比重大

目前，口粮消费占我国稻谷消费的 86%，人均每年食用稻米 91kg，稻米是我国 60% 人口的主食，约占城乡居民口粮消费的 65%。

(三) 农村消费比重大

我国农民历来有就地生产就地消费稻米的习惯。目前，在全国稻米消费总量中，农村居民消费约占 80%，城市居民约占 20%；农村居民人均年消费稻米在 93kg 左右，城镇居民为 52kg 左右。尤其在南方稻区，农村居民每年人均消费稻米高达 185kg，城市居民在 87kg 左右。近年来，随着经济发展和基本建设的加速，以及人口增长和农业种植结构的调整，人均耕地面积相对减少，使得粮食安全问题更加突出。因此不断提高水稻单位面积产量，增加总产，对于解决粮食安全至关重要，也是根本途径。

二、水稻的用途

水稻在粮食生产中占有重要地位的原因在于水稻不仅高产，而且稳产。水稻是我国粮食作物中单产最高的作物，高于世界稻谷平均单产近 1 倍，位居世界前列。由此可见，水稻在我国粮食生产中占有举足轻重的地位，对世界水稻生产也有重大的影响。

在粮食作物中，稻米的淀粉粒最小，直径仅为 $3\sim 10\mu\text{m}$ ，粗纤维含量为 2.2%，虽然蛋白质含量在 7%~10%，但稻米中蛋白质的生物价高，做出的米饭细致可口，稻米中所含的各种营养成分的可消化率和吸收率均较高。世界上近一半人口，包括几乎整个东亚和东南亚的人口，都以稻米为食。此外，稻米的价格较高，稻谷不易吸湿返潮和虫蛀，便于运输和贮藏。

水稻的用途广泛，除食用颖果外，可制淀粉、酿酒、制醋，米糠可制糖、榨油、提取糠醛，供工业及医药用；稻秆为良好饲料及造纸原料和编织材料，谷芽和稻根可供药用。碾米的副产品包括米糠、磨得很细的米糠粉和从米糠提出的淀粉，均用作饲

料。加工米糠得到的油既可作为食品也可用于工业。碎米用于酿酒、提取酒精和制造淀粉及米粉。稻壳可做燃料、填料、抛光剂，也可用以制造肥料和糠醛。稻草用作还田、饲料、牲畜垫草、覆盖屋顶材料、包装材料，还可制席垫、服装和扫帚等。

第二节 栽培稻的起源与分类

一、栽培稻的起源

栽培的水稻在植物学上属于禾本科 (Gramineae) 稻属 (*Oryza* L.)。目前稻属植物有 20 多个种，但栽培种只有两个，即普通栽培稻 (*Oryza sativa* L.) 和非洲栽培稻 (*Oryza glaberrima*) (又名光稃栽培稻)。普通栽培稻又叫亚洲栽培稻，叶片及颖壳上有茸毛，叶舌长而尖；非洲栽培稻叶舌短而圆，叶片及颖壳上无茸毛。普通栽培稻广泛分布于亚洲、非洲、北美洲、拉丁美洲、大洋洲及欧洲，其起源于中国至印度的热带地域；光稃栽培稻起源于热带非洲尼日尔河三角洲，目前仅在西非有少量栽培。栽培稻是由野生稻经过长期自然选择和人工选择而来，许多学者认为栽培稻起源于沿喜马拉雅山南麓的印度阿萨姆、尼泊尔、缅甸北部、老挝和中国西南，目前较为公认的是张德慈 (T. T. Chang, 1976, 1985) 提出的普通野生稻是由多年生野生稻 (*Oryza rufipogon* GRIFITH) 进化为一年生野生稻 (*O. nivara* SHARMA)，再经人工驯化为一年生普通栽培稻 (*O. sativa*)。普通野生稻自然生长于沼泽地，茎叶多带紫红色，一般为多年生，多蘖散生，穗枝梗散开，着粒少，结实少，谷粒多具长芒，自然落粒性强。普通野生稻与普通栽培稻杂交后代结实率较高，说明其亲缘关系较近。所以，一般认为普通野生稻为普通栽培稻的祖先。

我国栽培稻种起源于我国 (云南、广东、广西、海南及台湾) 的热带及亚热带区域。我国已发现的野生稻有三个种，即

普通野生稻 (*O. sativa* L. f. *spontanea*)、药用野生稻 (*O. officinalis*) 和疣粒野生稻 (*O. meyeriana*)，尤以普通野生稻最为普遍。一般认为药用野生稻、疣粒野生稻与栽培稻没有关系。

中国稻的栽培历史悠久，据文字记载，公元前 8 世纪以前的民歌“诗经”中就有“十月获稻”的叙述。浙江省余姚县河姆渡遗址和桐乡县罗家角遗址出土的大量炭化籼型栽培稻，分别距今 6 000 多年至 7 000 多年，比印度考古发掘炭化米距今 3 000～4 000 年还早 2 000 多年。所以说，我国的栽培稻种是起源于我国，不是由印度传入我国。

二、栽培稻的类型

中国种稻历史悠久，稻区生态环境复杂，经过长期自然选择和人工定向培育，形成了许多类型。中国栽培稻种可分为籼稻和粳稻两个亚种，每个亚种各分为早、中稻和晚稻两个群，每个群又分为水稻和陆稻两个型，每个型再分为非糯稻和糯稻两个变种及栽培品种。

(一) 籼稻与粳稻

我国的原始稻作经过漫长的自然选择和人工选择，栽培稻发生了一系列农艺形态和生理特性上的重大改变，形成了品种类型复杂、栽培要求不一、稻米用途多样的局面。由于长期适应不同生态条件，尤其是温度条件不同，从而形成籼稻与粳稻的分化(表 1-1)。我国的籼稻主要分布在秦岭、淮河以南的亚热带低洼区和华南热带地区，分布范围较粳稻窄；而粳稻分布范围广，从南方的高寒山区、云贵高原到秦岭、淮河以北的广大地区均有栽培。

表 1-1 籼稻和粳稻主要性状对比

主要性状	籼 稻	粳 稻
叶色	叶色浅绿	叶色浓绿
叶毛	叶毛多	叶毛少

(续)

主要性状	籼 稻	粳 稻
剑叶角度	较小	较大
分蘖力	分蘖力强	分蘖力弱
芒	多数无芒	有芒或无芒
脱粒性	易脱粒	脱粒难
穗颈长短	一般较短	一般较长
颖毛	均有颖毛，颖毛短而稀	有毛或无毛，颖毛长而密
粒形	粒细长而较扁平	粒宽厚而短圆
米质	直链淀粉含量高，胀性大，黏性差	支链淀粉含量较高，黏性较强，胀性小
石炭酸反应	谷壳变色，多黑色	不变色（偶尔有例外）
耐寒性	弱	强

从形态特征上来看，籼稻的茎秆柔软，叶色淡绿，叶片茸毛多、粗糙；分蘖力较强且多数偏散生；谷粒细长至椭圆形都有。从生理特性上来看，籼稻耐湿、耐热、耐强光，但不耐寒；籽粒比较容易脱粒，谷粒或米粒在 1% 的石炭酸溶液中浸渍 12 小时，一般可染成褐色至黑色；稻米的直链淀粉含量较高，胶稠度较硬。

粳稻因为许多形态特征和生理特性上明显有别于籼稻，并与籼稻之间存在生殖隔离而成为亚种，如杂交籼稻在秋季制种时若串入了粳稻花粉，则杂种第一代 (F_1) 会出现许多不育的“大青稞”。粳稻的茎秆坚韧，株形收敛，分蘖力偏弱；叶片较窄，色泽浓绿，叶片茸毛少；谷粒形状短圆而厚。从生理特性上看，粳稻较耐寒、耐弱光，但不耐高温；籽粒不易脱粒，谷粒或米粒在 1% 的石炭酸溶液中浸渍不会被染色。粳稻的直链淀粉含量较低，胶稠度软。

(二) 早、中稻与晚稻

因栽培地域和季节的日照长短不同，又形成早、中稻和晚稻的分化。早、中稻对光照反应不敏感，在全年各个季节种植都能正常成熟；晚稻对短日照很敏感，严格要求在短日照条件下才能

通过光照阶段，抽穗结实。晚稻和野生稻很相似，是由野生稻直接演变形成的基本型，早、中稻是由晚稻在不同温光条件下分化形成的变异型。北方稻区的水稻属于早稻或中稻。这里所说的早、中、晚稻是指生育期长短，而南方双季稻的早、晚稻是指播栽季节的早晚。

1. 早稻 从纬度上看，我国的水稻南起海南三亚（北纬 18° ），北至黑龙江漠河（北纬 53° ），如此广泛的纬度分布，造成水稻对温度和光照反应的多样性变异。早稻的感光性极弱，只要温度条件满足其生长发育，无论在长日照或短日照条件下均能完成由营养生长到生殖生长的转换。华南及长江流域稻区双季稻中的第一季以及华北、东北和西北高纬度的一季粳稻都属于早稻。由于早稻的生育期较短，成熟季节较早，在长江以南稻区既可作双季早稻种植，又可作双季晚稻种植，早、中熟品种还可以“早翻早”，即早稻收获后又再播种、移栽。

2. 晚稻 晚稻对日照长度极为敏感，无论早播或迟播，都要经9~10月秋季短日照条件的诱导才能抽穗。原来的华南和华中一带的单季和连作晚粳或晚粳的地方品种，都属于晚稻。现代改良品种中，许多晚稻品种的感光性被削弱。由于晚稻的成熟灌浆期正值晚秋，昼夜温差较大，稻米品质比较优良。

3. 中稻 一般在早秋季节成熟，生育期介于早稻和晚稻之间。多数中粳品种具有中等的感光性，播种至抽穗日数因地区和播期不同而变化较大，遇短日高温天气，生育期缩短。中粳品种的感光性比中粳弱，播种至抽穗日数变化较小而相对稳定，因而品种的适应范围较广，华南稻区的迟熟早粳引至长江流域稻区可以作中稻种植。

（三）非糯稻与糯稻

中国做主食的稻米为非糯稻，做糕点或酿酒的为糯稻。二者主要区别在于米粒黏性的强弱，糯稻黏性强，非糯稻黏性弱。黏性强弱主要取决于淀粉结构，糯稻的淀粉结构以支链淀粉为主，

不含或很少含直链淀粉 ($<2\%$)，大多数非糯稻的胚乳中含有 $15\% \sim 30\%$ 的直链淀粉和 $70\% \sim 80\%$ 的支链淀粉，籼稻、粳稻都有非糯稻和糯稻之分，粳型非糯稻的直链淀粉含量一般为 $12\% \sim 20\%$ ，籼型非糯稻一般为 $14\% \sim 30\%$ 。非糯稻米粒因含有一定量的直链淀粉，煮出的米饭质地干、胀性大，饭粒不易黏结成团。直链淀粉含量过高的非糯稻米，食用口感往往不好，超过 25% 时，米饭的口感差。非糯稻的米粒多为半透明状，遇 1% 的碘—碘化钾溶液，因吸碘量较多而呈蓝紫色反应。

糯稻是由非糯稻发生基因突变而形成的变异类型，其胚乳的糯性是由 1 对隐性基因控制的，糯稻和非糯稻在农艺形态性状上无明显差异。籼稻和粳稻、早稻和晚稻都有糯性的变异，一般粳糯的黏性强于籼糯。糯米未干时呈半透明状，干燥后呈乳白色。糯米的胶稠度极软，米的胀性小，煮出的米饭黏结成团。糯米胚乳遇 1% 碘—碘化钾溶液仅呈红褐色反应。

(四) 水稻和陆稻

水稻种在水里，陆稻种在旱地。水陆稻形态差异较小，生理差异较大。陆稻和水稻在形态、生理、生态上的差异，一般在缺水状况下表现出来。陆稻叶色较淡，叶片较宽，谷壳较厚。陆稻品种可以在水田种植，而水稻品种一般不太适于在旱地种植。陆稻是适应于缺乏淹水条件下生长的生态变异类型，又称旱稻。陆稻种子吸水力强，发芽较水稻快，根系发达且分布较深，维管束和导管较大，吸水力强，蒸腾量小，故而耐旱能力较强。陆稻可以旱种，也可水种。有些品种既可作陆稻栽培，也可作水稻栽培，但陆稻产量一般较低，陆稻逐渐为水稻所代替，北方稻区只有少量陆稻栽培。

第三节 水稻生产情况

一、世界水稻生产概况

水稻在世界各大洲均有栽培，而以亚洲最多。亚洲的水稻栽

培面积占世界的 90% 以上。2004 年全世界水稻种植面积为 15 129.6 万 hm^2 ，平均单产为 4 004 kg/hm^2 ，稻谷总产量为 60 578.9 万 t。世界上种植水稻面积最大的国家有印度 4 230 万 hm^2 ，中国 2 832.7 万 hm^2 ，印度尼西亚 1 190.8 万 hm^2 ，孟加拉国 1 100 万 hm^2 ，泰国 980 万 hm^2 。稻谷总产量较多的国家有中国 17 744 万 t，印度 12 901.5 万 t，印度尼西亚 5 406.2 万 t，孟加拉国 3 790.6 万 t，泰国 2 695 万 t，缅甸 2 200 万 t。

在栽培形式上，中国、日本和韩国等以育苗移栽为主，澳大利亚、埃及、美国和巴西等以机械化直播为主；在水分管理方面，绝大部分水田进行灌溉，但在南亚和东南亚一些雨量丰沛的国家或地区也存在依靠天然降雨种稻的情况。

二、我国水稻生产概况

(一) 我国水稻生产的发展历程

我国是世界上栽培水稻最早的国家。据对浙江余姚河姆渡出土的炭化稻谷进行同位素跟踪分析，我们祖先大约在距今六七千年前已经在长江流域辟地种稻了。早在汉代，就盛行用直辕犁耕田，文献中开始有插秧的记载。在《齐民要术》中已提到排水晒田技术，而在《沈氏农书》中已论述了看苗施肥技术。

新中国成立后，在党和政府的领导下，我国水稻事业蓬勃发展。首先培育出了许多高产、优质和具有多种抗性的新品种、新组合，使我国成为水稻育种的强国。20 世纪 50 年代以来，我国在水稻品种选育和推广工作方面进行了两次重大变革：第一次发生在 20 世纪 50 年代后期，即矮秆稻种的兴起，使水稻的单位面积产量取得了突破；第二次变革是从 20 世纪 70 年代中期开始，由于杂交稻强优势组合的育成和种子生产体系的建立，使水稻杂种优势在世界上首次应用到生产上。

20 世纪 50~70 年代间，随着水、肥等栽培条件的改善，高秆水稻品种的倒伏现象已成为单产继续上升的限制因素。虽然国

际上关于水稻矮秆性状的遗传研究早在 20 世纪 20 年代就开始了,但是把矮秆作为育种目标,并且发掘矮秆稻种资源用于品种改良,则是 20 世纪 50 年代才在我国首先实现并获得成功的。培育成的矮秆品种有矮脚南特、广场矮、台中在来 1 号等许多品种。矮秆品种通常可比原有高秆品种每公顷产量增产 750~1 500kg,使我国水稻每公顷产量从 1957 年的 2 692.5kg 提高到 1979 年的 4 245kg。矮秆稻种的育成和应用,不仅标志着我国水稻矮化育种的新纪元,而且也引起了世界性水稻育种方向的转变。

关于水稻杂种优势现象,早在 20 世纪 20 年代就有报道。虽然日本于 20 世纪 60 年代末首先实现了粳型不育系、保持系和恢复系的三系配套,但是因杂种优势不明显而未能用于生产。我国是世界上第一个将杂种优势应用于水稻生产的国家,自 1976 年开始,野败型杂交籼稻开始大面积推广,到 1988 年,我国杂交水稻的推广种植面积已达 $8.0 \times 10^7 \text{ hm}^2$,占稻作总面积的 1/4,产量约占稻谷总产量的 30%,单产比一般常规稻增产 10%~20%,为粮食增产作出了重大的贡献,取得了举世瞩目的成就。

随着我国人口的增长,以及耕地面积的减少和国民经济的发展,提高稻谷单位面积产量和改进稻米品质的要求也日益迫切。为了迎接这一挑战,我国水稻育种研究正向深度和广度发展。发掘或创造优质种质,并通过常规的或高新技术的途径加以利用,已成为遗传育种和生物技术领域的重点研究课题,尤其是光温敏型核雄性不育基因的发现和转育成功,具有重大价值。目前,我国的光温敏型核不育两系杂交水稻的研究处于世界领先水平。

在水稻育种取得较大成就的同时,水稻栽培技术也取得了突破性进展。浙江省农业科学院的稀少平栽培、湖南省连源地区的水稻规范化栽培、广东省农业科学院的氮调法施肥技术、辽宁省的水稻高产、高效益栽培、江苏省的叶龄模式栽培、黑龙江省的早育稀植栽培技术以及三化栽培技术、江苏省农业科学院的“水