



优质稻米

品质评价及其 加工与利用

YOUZHI
DAOMI
PINZHI
PINGJIA
JIQI
JIAGONG YU
LIYONG

洪秀明 鄢又国 编著



湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社



YOUZHI
DAOMI
PINZHI
PINGJIA
JIQI
JIAGONG YU
LIYONG



ISBN 978-7-5352-3912-9



9 787535 239129 >

定价：18.00元

图书在版编目(CIP)数据

优质稻米品质

评价及其加工与利用

优质稻米

品质评价及其加工与利用

YOUZHI
DAOMI
PINGJIA
JIQU
JIAGONG YU
LIYONG

洪秀明 鄢又国 编著

湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

图书在版编目(CIP)数据

优质稻米品质评价及其加工与利用/洪秀明编著. —武汉:湖北科学技术出版社, 2007. 9

ISBN 978 - 7 - 5352 - 3912 - 9

I. 优… II. 洪… III. ①水稻 - 粮食品质 - 评价 ②水稻 - 粮食加工 ③水稻 - 综合利用 IV. S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 135649 号

优质稻米品质评价及其加工与利用 洪秀明 鄢又国 编著

责任编辑:兰季平

封面设计:王 梅

出版发行: 湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社

电话:87679468

地 址: 武汉市雄楚大街 268 号
湖北出版文化城 B 座 12 - 13 层

邮编:430070

印 刷:荆州市科迪电脑印刷技术有限公司

邮编:434020

850 毫米 × 1168 毫米 32 开
2007 年 9 月第 1 版

7 印张 183 千字
2007 年 9 月第 1 次印刷

印数:0 001 - 3 000

定价:18.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

前 言

民以食为天。古人云：“安民之本，必资于食；安谷则昌，绝谷则危”。水稻是全世界最主要的粮食作物之一，全世界有122个国家种水稻，世界水稻播种面积约占粮食播种面积的22.7%，水稻产量约占粮食作物总产的28.8%。中国是世界主要的水稻生产大国，2006年中国水稻播种面积约为2 920万公顷，占世界水稻播种面积19.5%；中国2006年稻谷总产为18 100万吨，占中国粮食总产36.4%，约占世界稻谷总产的30%；2006年中国稻谷单产为6.20吨/公顷，排在澳大利亚、埃及、韩国、美国、日本之后，名列第六位。

稻米易被人体消化吸收的能量可达96.3%，居6种禾谷类作物之首，生产的稻米90%直接用作口粮，全世界有50%左右的人口（大约30多亿）以大米为主食，其中亚洲20多亿人口4/5的热量及非洲、拉丁美洲10多亿人口1/3的热量均由稻米提供。稻米主要出口国有泰国、越南、中国、美国、印度和巴基斯坦，约占世界稻米总出口的80%以上；稻米主要进口地区在亚洲和非洲，约占世界稻米总进口的70%左右。可见发展稻米生产和提高稻米品质对世界粮食安全及全球可持续发展具有十分重要的意义。

随着人民生活水平的提高，人们对稻米的品质越来越关注。什么样的稻米是优质米？用什么标准来衡量优质米？这都是当前科研、加工、销售等环节需要解决的问题。目前，我国稻米的精深加工及其副产品的综合利用还处于起步阶段，与世界先进国家（如日本）

还有较大的差距,我们只有把稻米的加工引向深入,副产品充分利用,才能全面提升稻米产业的综合效益。

本书分六章,分别介绍了优质稻的科研、生产现状及优质稻米产业的发展对策;优质稻米的评价及其测定方法;优质稻米的评价标准;影响优质稻米品质的遗传因素及非遗传因素;优质稻米的精深加工及其副产品的综合利用。本书可供从事水稻科研、生产及加工方面的专家、学者、大中专院校的师生和科技人员参考。

由于作者学术水平有限,加上撰写时间仓促,错误之处难免,敬请各位读者批评指正。

目 录

第一章 概论	1
§ 1.1 水稻育种的回顾与研究进展	1
§ 1.2 水稻生产的回顾与展望	8
§ 1.3 稻米的贸易与消费	11
§ 1.4 中国发展优质稻米产业的障碍及对策	16
第二章 稻谷的形态结构、化学组成及营养价值	25
§ 2.1 稻谷的形态结构	25
§ 2.2 稻谷的物理特性	30
§ 2.3 稻谷的化学组成	32
§ 2.4 稻米的营养价值	41
第三章 优质稻米的品质评价及其测定方法	45
§ 3.1 加工品质	45
§ 3.2 外观品质	49
§ 3.3 蒸煮品质	55
§ 3.4 食味品质	66
§ 3.5 营养品质	72
§ 3.6 医用品质	86
§ 3.7 贮藏品质	98
§ 3.8 卫生品质	100
第四章 优质稻米品质标准	107
§ 4.1 稻米品质标准概述	107
§ 4.2 世界主要产稻国稻米品质标准	107
§ 4.3 世界主要大米市场优质稻米品质调查	124
§ 4.4 中国稻谷(米)品质标准	127

第五章 优质稻米品质的影响因素	139
§ 5.1 遗传因素	139
§ 5.2 非遗传因素	143
第六章 优质稻米的深加工及其副产品的综合利用	155
§ 6.1 优质稻米深加工	155
§ 6.2 优质稻副产品的综合利用	183

第一章 概 论

§ 1.1 水稻育种的回顾与研究进展

中国的水稻育种取得了矮化育种及杂交水稻杂种优势利用等重大突破性成果,为水稻产量的提高作出了重大贡献,但品质育种、抗性育种方面进展缓慢,尤其是杂交稻的优质品种在国际市场上缺乏竞争力,因此,培育优质、高产、多抗、早熟的水稻品种是摆在水稻科研工作者面前的重大课题。

1.1.1 地方品种的征集、评价与利用

1949年后至20世纪50年代中后期,我国大规模搜集地方品种4万多份,评选出了以南特号为代表的160多个地方良种在生产上大面积推广应用,其中全国推广面积在100万亩(1亩折合666.7平方米,下同)以上的品种有23个。早籼推广了南特号、陆财号、广场13等;中籼推广了万利籼、胜利籼、中农4号等;晚籼推广了塘埔矮、浙场3号等;中、晚粳推广了桂花球、黄壳早、老来青等,由此改变了生产上品种多、乱、杂的局面。据统计,1949—1957年,我国水稻年均播种面积增长2.87%,每亩单产由1949年的126千克提高到1957年的179千克,单产年均增长率4.48%,总产年均增长率达到了8.5%。

1.1.2 水稻矮化育种及其矮秆品种的推广与应用

1956年,广东省潮阳县洪春利、洪群英从高秆品种南特16号中选出矮秆变异株矮脚南特号;1957年台湾省台中区农业改良场洪秋增等用低脚乌类与菜园种杂交育成台中在来1号;1959年广东农业科学院黄耀祥等用矮子占与高秆品种广场13号杂交育成广场矮;1966年国际水稻研究利用低脚乌类与皮泰杂交育成IR8,这些事件标志着矮化育种取得显著成效,这也是以水稻半矮秆基因sd-1为核心的优良矮秆水稻良种在全国大规模利用的开始。当时著名的推

广良种早粳有矮脚南特、矮南早 1 号、广解九号、广陆矮四号、先锋 1 号、二九青、圭陆矮八号、泸南早 1 号、青小金早等；迟熟早粳或中粳有广场矮、珍珠矮、广选 3 号、广选 8 号、成都矮 8 号、泸成 17 和泸双 1011 等；晚粳有广二矮、包胎矮、广秋矮和团结一号等；梗稻有桂花黄、农虎 6 号、泸选 19、武农早和嘉湖 4 号等。1980 年以后，我国矮化育种有了深入发展，早粳育成了原丰早、竹系 26、桂朝 13、浙辐 802、二九丰、湘矮早 9 号、广二 104 等；中粳育成了桂朝 2 号等；晚粳育成了广秋矮 1 号、团结 1 号、包选 2 号等；晚梗育成了秀水 48、鄂宜 105 等一批品种。据调查统计，20 世纪 50 年代至 70 年代中期推广的矮秆品种比南特号等高秆品种增产 15% ~ 30%，每亩单产由 1957 年 179.5 千克提高到 1979 年 283 千克，高产田块达 500 千克。从 1961 - 1975 年的 15 年间，我国稻谷总产从 5 616 万吨增至 1.2867 亿吨，增加了 7 251 万吨，年增加 483 万吨，年增长率为 8.6%。需要说明的是，单产与总产的提高除了推广矮秆良种外，还与耕作制度改革、栽培方法的改进及病虫害综合防治有关。

1.1.3 杂交水稻杂种优势的利用

1.1.3.1 三系杂交水稻的研究与应用

1964 年湖南安江农业学校袁隆平先生开创杂交水稻研究，1970 年安江农业学校李必湖等在海南三亚发现花粉败育的普通野生稻，这之后在全国迅速开展大规模的测保和测恢工作。采用连续回交的办法于 1972 年育成了二九矮 4 号 A、二九南 1 号 A、珍汕 97A、V20A 等三系不育系；1973 年通过测交筛选出了泰引 1 号、IR24、IR661、古 154、IR665、IR26 等恢复系；随后配出了具有强优势的杂交组合南优 2 号、南优 3 号、南优 6 号、矮优 2 号、矮优 3 号、汕优 2 号、汕优 6 号、威优 2 号及威优 6 号等，实现了粳三系配套。另外，1973 年和 1975 年我国分别实现了滇型和 WA 型梗三系成功配套，1975 年育成了 BT 型梗型杂交水稻。中国由此成为世界上第一个将杂种优势应用于水稻生产的国家。

1982 年福建三明市农业科学研究所育成了明恢 63 恢复系，接

着高产、抗病、适应性广的汕优 63 配组成功,1990 年前后全国年推广面积曾达到 666.7 万公顷以上,直到 2000 年,汕优 63 全国播种面积仍有 115.9 万公顷,当时居全国所有杂交稻品种面积之首。

20 世纪 90 年代以后,三系杂交水稻为多熟期、多类型组合的交替发展阶段。长江流域早杂面积较大的主要组合为 V 优 48-2、K 优 402、V 优 1126、V 优 49、V 优 402 及 V 优 35;双季晚籼杂交稻推广面积较大的组合主要有 V 优 64、汕优 64、博优 64、协优 46、V 优 46、汕优 46、V 优晚 3、V 优 6 号、V 优 77、汕优 77、K 优 77、金优 77、金优 928、金优 207、金优 38、金优桂 99、博优桂 99、汕优桂 99、汕优桂 33、鄂籼杂 1 号等;中籼杂交稻推广面积较大的组合有冈优 22、冈优 725、冈优 364、冈优 527、Ⅱ优 838、Ⅱ优 718、Ⅱ优 162、Ⅱ优 898、Ⅱ优 7954、Ⅱ优 084、Ⅱ优 501、Ⅱ优 6078、Ⅱ优 63、Ⅱ优 6 号、Ⅱ优明 86、Ⅱ优 725、汕优 63、汕优多系 1 号、D 优 527、D 优 63、协优 9308、协优 3550、协优 2374、协优 963、粤优 938、丰优香占等。据全国农技推广中心统计:年种植面积超过 66.7 万公顷的组合 1992 年有汕优桂 33 及博优 64;1995 年有汕优 63 及汕优 64;1996 年有冈优 22、汕优 63、汕优多系 1 号及汕优 64 等;1997 年有汕优 63、冈优 22、汕多 1 号、Ⅱ优 838 等;1998 年有汕优 63、冈优 22、Ⅱ优 838、Ⅱ优 501 等;但年推广面积超过 66.7 万公顷且持续 10 年之久的组合仅只汕优 63。同时三系组合配组利用较多的不育系主要有珍汕 97A、V₂₀A、冈₄₆A、博 A、D₂₉₇A、K₁₇A、K₁₉A、金 23A、Ⅱ-32A、协青早 A、宜香 A、粤泰 A、中 A、粤丰 A、内香 A、川香 A 等。恢复系的选育方面要特别提出的是江苏扬州市农业科学研究所选育的恢复系扬稻 6 号,是恢复系选育史上的重大突破,不仅配出了粤优 938、红莲优 6 号等优良三系杂交稻,而且选配出两优培九、丰两优一号及扬两优 6 号等二系超级杂交水稻。

就单产而言,杂交水稻平均产量从 1975 年的 4.2 吨/公顷提高到 1990 年的 6.7 吨/公顷,一般比常规稻增产 15%~30%;就面积发展而言,1976 年杂交稻全国面积达 13.9 万公顷,1983 年达 666.7 万

公顷,而1991年达1 760万公顷、占同期全国水稻总面积54%,在此之后面积大约徘徊在1 550万公顷左右,约占水稻总面积50%左右;就总产量增加而言,杂交水稻1976-2001年累计推广面积为2.7亿公顷,增产稻谷4亿吨左右,可见,杂交水稻在粮食增产中发挥了巨大作用。

1.1.3.2 二系杂交水稻研究与应用

我国两系杂交水稻研究始于20世纪60年代,当时安徽省芜湖地区农业科学研究所试图通过培育带标记性状的恢复系与雄性不育材料杂交制种,在秧苗期借助标记区分真杂种与不育株有无的方法来利用杂种优势(简称两系法),但由于该不育材料的不育性受到环境(温度)变化影响较大,年度间杂种与自交种比率不稳定,在生产上难以推广应用。20世纪80年代中期,江西省通过化学杀雄的方法来配制杂交稻组合取得了较大的突破,育成了以“赣化二号”为代表的强优势组合。这是在利用光(温)敏核不育配制两系法杂交稻问世前所取得的研究成果。

1973年,湖北省沔阳县石明松发现天然雄性不育株,通过对该材料8年的观察与研究,于1985年育成了光敏核不育农垦58S,湖北省正式将农垦58S定名为“湖北光敏核不育水稻”。1987年,袁隆平先生提出将水稻杂种优势利用分为三个战略阶段的设想,即三系法为主的品种间杂种优势利用、两系法为主的亚种间杂种优势利用及一系法远缘杂种优势利用,同年,该项目正式列入国家863高技术研究发展计划,于是开始组织在全国范围内开展对光温敏核不育性机制及其应用的协作攻关与研究。之后,以农垦58S为供体迅速育成了一批粳型和籼型光敏核不育系,而且还发现了其他一些具有育性转换特性的新资源,如自然突变产生的安农S-1,诱变产生的5460S、R59TS及H89-1,杂交后代变异而来的衡农S-1等。迄今为止,我国通过技术鉴定的实用型光敏核不育系已达20多个,如农垦58S、培矮64S、7001S、N5088S、香125S、安农810S、广占63S、W6154S等,但真正大面积应用于生产的二系不育系只有培矮64S

(粳)、广占 63S(粳)、7001S(粳)、N5088S(粳)等四个。培育的通过审定的且生产上应用的两系组合有两优培九、培两优特青、培两优 288、培两优 3076、培两优山青、丰两优 1 号、扬两优 6 号、鄂梗杂 1 号、华梗杂 1 号、70 优 04、70 优 9 号、70 优双九等,但目前生产应用面积较大的主要有两优培九、丰两优一号、扬两优 6 号等组合。两系杂交稻 1991 年面积为 4 300 公顷,1996 年为 20 万公顷,2006 年大约为 400 万~500 万公顷;两系杂交稻产量一般比三系杂交稻增产 5%~10%,1996 年安徽省当涂县连片种植“7001s/秀水 4 号”组合 68.1 公顷,平均产量 7.72 吨/公顷,1996 年全国 1.3 万公顷两系杂交稻平均单产达到 7.19 吨/公顷。

与此同时,两系法亚种间杂交稻研究也取得了一些进展,育成了一批具有广亲和性的优良恢复系,如 02428、轮回 422、零轮、零培及 510 等,选配了安湘 S/510、测 64S/零轮、培矮 88S/0293、N422S/C418、培矮 64S/C418 等具有增产潜力的组合。

两系杂交水稻与三系杂交水稻相比有以下优点:①一系两用,无需保持系。光温敏核不育系既可在高温长日下用来制种,又可在低温短日下进行自交繁殖种子。②亲本选择范围大大拓宽。研究表明,同一亚种内可恢复光敏核不育系育性的品种在 90% 以上,且光敏核不育基因属核基因的简单遗传,容易转育到其他优良水稻品种中去。③由于光温敏核不育性的核基因遗传性与细胞质无关,因此克服了三系不育系中的不育细胞质的负效应及胞质源单一化等问题。

但两系法制种易受季节、地区和时间的限制,繁殖的不育系种子及制出的两系杂交稻种子纯度不如三系可靠,具有一定的风险性。

1.1.3.3 超级杂交稻研究目标及计划

什么是超级杂交稻,迄今为止尚没有一个统一标准及严格的定义。1980 年,日本制定了超高产育种计划,要求在 15 年内育成比 1980 年的品种增产 50% 的超高产品种。1989 年国际水稻研究所提出所谓“新株型”稻育种计划,后被媒体炒作成“超级稻”育种计划,

其目标为 2005 年育成的“超级稻”比 1989 年品种增产 20% ~ 25%，即单产要达到 12 ~ 12.5 吨/公顷，生育期 120 天左右。1996 年，中国农业部立项“中国超级稻”育种计划，产量指标（表 1）为 2001—2005 年育成的超级稻比 1996 年品种增产 30% 以上。

表 1 超级稻品种产量指标

类型阶段	常规稻				杂交稻			增产幅度
	早籼	中晚籼	南方单季粳	北方粳	早籼	单季粳、晚籼	晚籼	
现有水平 (kg/km ²)	6750	7500	7500	8250	7500	8250	7500	0
2005 年目标 (kg/km ²)	10500	11250	11250	12000	11250	12000	11250	增产 30% 以上

我国目前育成的超级稻代表品种有：①常规籼稻：胜泰 1 号；②常规粳稻：中花 14、沈农 265、沈农 606；③两系杂交稻：两优培九、淮两优 527；④三系杂交稻：D 优 362、D 优 527、D 优多系 1 号、Ⅱ优 162、Ⅱ优 084、Ⅱ优明 86、Ⅱ优 898、Ⅱ优 2070、Ⅱ优航 1 号、Ⅱ优 7 号、K 优 17、K 优 88、冈优 881、冈优 527 及协优 9308 等。

1.1.4 水稻育种目标的重新定位及方向思考

1.1.4.1 关于优质稻育种

随着我国人民生活水平的提高及国际稻米贸易的加强，对稻米品质的改善提出了更高的要求，在稻米诸多品质指标中，稻米的外观品质、加工品质、食用品质、营养品质及卫生品质显得十分重要。在这方面，杂交水稻的推广虽对产量的提高起到了十分重要的作用，但杂交稻整精米率较低、垩白度较高是不争的事实。而常规稻育种在培育高档优质米方面发挥了独特的优势，育成的武育梗 2 号、武育梗 3 号、中优早 5 号、中鉴 100、舟优 903、中优早 81、中丝 2 号、嘉育 948、湘早籼 15 号、赣早籼 37、中香 1 号、湘晚籼 5 号、湘晚籼 9 号、赣晚籼 19、梗籼 89、特籼占 13、七桂早 25、七黄占、绿黄占、丰矮占、粤香占、鄂荆糯 6 号、鄂糯 7 号、中国香稻（鄂香 1 号）及鉴真 2 号等优质籼、粳稻品种在生产上发挥了很大的作用，尤其是中国香稻的品质

可与泰国香稻一比高低。因此,我们在水稻育种上要发挥两条腿走路的作用,既要发挥杂交稻提高水稻产量的优势,又要利用常规稻来提升稻米品质的作用,两者都不能忽视,只有这样才能选育出既高产又优质的水稻品种。

1.1.4.2 关于多抗性水稻育种

经过几十年水稻种植制度的变迁、外来稻种资源的引进、外来物种基因的导入及环境的变化,对选育多抗性水稻品种提出了更高的要求。我国在水稻白叶枯病抗病育种方面取得了显著成效,中国科学院遗传所、中国农业科学院作物所及扬州大学农学院合作,成功地将抗白叶枯病基因 $Xa21$ 转入杂交水稻,研究构建了农杆菌介导的水稻 $Xa21$ 基因转入生产上大面积推广的 8 个水稻品种(或组合亲本)上,研究结果表明, $Xa21$ 基因在不同的遗传背景下均保留了对白叶枯病的高度抗性与广谱抗性,而且保留了原来品种的优良性及杂种优势。但在稻瘟病的抗病育种方面似乎没有取得突破,而水稻的稻曲病等病害的危害又有所扩展;转 Bt 基因的抗虫水稻还处于安全性评价试验阶段,但水稻的稻飞虱及稻纵卷叶螟等虫害的危害又在加剧。随着农村劳动力向城市的转移,机械化收割的比例越来越大,这样对水稻的抗倒性要求非常之高,这些都是给水稻育种目标提出的新的课题。

1.1.4.3 关于节本型水稻育种

随着干旱越来越严重,我国许多水稻主产区已改种旱地作物,但种植水稻又是国家粮食安全的需要,这样就对生育期较短的水稻品种甚至早稻要求很迫切。同时,由于农村劳动力的转移,水稻直播有扩大之趋势,因此,培育根系发达,耐直播的水稻品种也是农业发展的需要。由于全球变暖、温度升高、太阳光照强烈,因而培育耐高温的高光效水稻(同时少施化肥)也是保护环境的需要。据研究,农作物干物质有 90% ~ 95% 是由光合过程通过碳素同化作用所形成的,而通过根系吸收土壤营养所构成的干物质只占 5% ~ 10%,因此通过提高水稻对光能的利用率来提高产量也是有效途径之一。

1.1.4.4 关于多用途水稻育种

稻米消费主要是口粮消费,约占总消费量90%左右,但随着食品加工业及饲料工业的发展,口粮消费的比例会有所下降。因此,我们除加强优质食用稻选育外,还要大力选育供制味精、米线、啤酒、黄酒、白酒、汤圆等食品工业用的专用水稻品种;也要选育供早餐食品、方便食品、休闲食品及营养食品等精深加工用的水稻品种;还要选育蛋白质含量高的饲料用水稻品种。

§ 1.2 水稻生产的回顾与展望

水稻是全世界最重要的粮食作物之一,世界水稻播种面积约占粮食作物面积22.7%,水稻产量约占粮食作物总产的28.8%,其栽培面积和总产量仅次于小麦,近20年来,水稻生产发展较快,主要是播种面积的增加和单产的提高。稻米直接作口粮(90%)比小麦(75%)多,每公顷水稻可养活人口数(5.63人)比小麦(3.67人)多,稻米易消化吸收的能量(96.3%)为6种禾谷类籽粒之冠,因此水稻在全人类食品安全方面十分重要。全世界有122个国家种植水稻,但水稻栽培面积98%在亚非拉美国家,95%总产量在发展中国家,其中90%种植面积及总产在亚洲。全世界有50%左右人口(大约30亿)以大米为主,其中亚洲20多亿人口4/5的热量及非洲和拉丁美洲10多亿人口1/3的热量均由稻米提供,所以发展稻米生产对解决发展中国家的贫困与饥饿,对世界粮食安全及全球可持续发展具有十分重要的意义。

1.2.1 世界稻米生产及库存概况

据世界粮农组织(FAO)统计,2005年世界水稻收获面积为14 970万公顷,其中印度、中国、印度尼西亚、孟加拉、泰国等5国水稻播种面积均在1 000万公顷以上,亚洲水稻播种面积占世界水稻播种总面积90%;2005年全球稻谷总产量为5.9亿吨,折合大米约4.12亿吨,其中亚洲产稻国总产量约占世界水稻总产量91%。

2004年全球稻米库存为0.99亿吨,2005年为1.02亿吨,2006年约为1.06亿吨。绝大多数国家库存在减少,但中国、泰国、日本、巴西及秘

鲁等国的大米库存在增加,中国稻谷年库存为8.400万吨左右。

从播种面积来看:印度是全世界第一水稻生产大国,2006年水稻播种面积约为3 900万公顷,占世界水稻播种面积26%左右;其次为中国,2006年中国水稻播种面积约为2 920万公顷,约占世界水稻播种面积的19.5%;再其次水稻种植面积较大的依次为印度尼西亚、孟加拉国、越南、泰国、缅甸、巴西、日本、菲律宾、马达加斯加、美国、俄罗斯、埃及、意大利及澳大利亚等国。

从稻谷总产来看:中国稻谷总产量居世界第一,2006年为18 100万吨,占中国粮食总产量的36.38%,约占世界稻谷总产量30%;余下稻谷总产量由多至少排列依次为印度、印度尼西亚、孟加拉国、越南、泰国、缅甸、巴西、日本、菲律宾、美国、俄罗斯、埃及、马达加斯加、意大利及澳大利亚等国。

从稻谷单产来看:单产由高到低依次排列为澳大利亚、埃及、韩国、美国、日本、中国。其中每公顷年均单产在7吨以上的是澳大利亚与埃及;在6~7吨之间有韩国、美国、日本及中国,中国2006年水稻平均单产为6.20吨/公顷。

1.2.2 中国水稻生产概况

从表2不难看出:①从面积来看,改革开放以来,我国水稻播种面积可分为两个阶段,1980—1999年基本稳定在3 100万公顷以上,占粮食总面积的27.43%~29.46%;2000—2006年播种面积在2 650万~2 996万公顷,占粮食播种总面积的26.67%~27.93%,其中2003年水稻播种面积降幅较大。②从稻谷总产来看,也可分为两个阶段,1980—1999年为稳步增长阶段,稻谷总产从1980年1.4亿吨上升到1999年的1.98亿吨,上升34.3%,其中1997年达到创纪录的2.01亿吨;1999年以后为徘徊阶段,稻谷总产为1.60亿~1.88亿吨,其中2003年总产只有1.60亿吨,降幅较大。③从水稻单产来看,也可分为两个阶段,1980—1994年为一个阶段,水稻单产为每公顷4 140~5 813千克,是一个稳步增长阶段;1995年以后水稻单产处于一个较高的稳定阶段,每公顷稻谷产量稳定在6 105~6 366千