

现代食品深加工技术丛书

稻谷品质与商品化处理

主 编 林亲录

副主编 吴 伟 丁玉琴 任佳丽



科学出版社

现代食品深加工技术丛书

稻谷品质与商品化处理

主 编 林亲录

副主编 吴 伟 丁玉琴 任佳丽



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是一本系统阐述稻谷品质与商品化处理的专著,共4章,包括稻谷品种、储藏、包装和运输、国际贸易。本书在介绍国内外稻谷种植、产量和消费情况的基础上总结了籼稻、粳稻和糯稻的品质特性,系统论述了稻谷、糙米和大米的储藏特性、储藏期间的变化及储藏方法;同时还介绍了大米的包装要求、包装材料、包装方法、运输方式,以及运输过程中的注意事项;并针对稻米国外和国内两个市场,分析稻米全球贸易和国内贸易。

本书可作为高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、粮食工程等专业粮食储运方面课程授课的参考用书。同时,本书也可作为科研院所科技人员、农业推广人员及粮食储运企业从业人员的参考材料。

图书在版编目(CIP)数据

稻谷品质与商品化处理/林亲录主编. —北京:科学出版社,2014.6

(现代食品深加工技术丛书)

ISBN 978-7-03-041271-3

I. ①稻… II. ①林… III. ①稻谷-粮食品质②稻谷-粮食加工 IV. ①TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 129128 号

责任编辑:贾超文 葛 / 责任校对:桂伟利

责任印制:赵德静 / 封面设计:东方人华

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年6月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014年6月第一次印刷 印张:9

字数:158 000

定价:60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“现代食品深加工技术丛书”

编写委员会

主 编 孙宝国

副主编 金征宇

编 委 (以姓氏拼音为序)

曹雁平 程云辉 段长青 哈益明 霍贵成 江连洲

孔保华 林 洪 林亲录 刘新旗 陆启玉 马汉军

马美湖 木泰华 单 杨 孙金才 王 静 王 强

魏益民 谢明勇 徐 岩 杨贞耐 叶兴乾 张 敏

张 勉 张 偲 张春晖 张德权 张丽萍 张名位

赵谋明 周光宏 周素梅

编写委员会秘书 贾 超

联系方式

电话:010-6400 1695

邮箱:jiachao@mail. sciencep. com

《稻谷品质与商品化处理》

编写委员会

主 编	林亲录	教 授	中南林业科技大学
副主编	吴 伟	副教授	中南林业科技大学
	丁玉琴	副教授	中南林业科技大学
	任佳丽	副教授	中南林业科技大学

丛 书 序

食品加工是指直接以农、林、牧、渔业产品为原料进行的谷物磨制、食用油提取、制糖、屠宰及肉类加工、水产品加工、蔬菜加工、水果加工和坚果加工等。食品深加工其实就是食品原料进一步加工,改变了食材的初始状态,如把肉做成罐头等。现在我国有机农业尚处于初级阶段,产品单调,初级产品多,而在发达国家,80%都是加工产品、精深加工产品。所以,这也是未来一个很好的发展方向。随着人民生活水平的提高,科学技术的不断进步,功能性的食品深加工将成为我国居民消费的热点,需求量大,市场前景广阔。

改革开放 30 多年来,我国食品产业总产值以年均 10% 以上的递增速度持续快速发展,已经成为国民经济中十分重要的独立产业体系,成为集农业、制造业、现代物流服务业于一体的增长最快、最具活力的国民经济支柱产业,成为我国国民经济发展极具潜力的新的经济增长点。2012 年,我国规模以上食品工业企业 33 692 家,占同期全部工业企业的 10.1%,食品工业总产值达到 8.96 万亿元,同比增长 21.7%,占工业总产值的 9.8%。预计 2015 年食品工业总产值将突破 12.3 万亿元。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,食品产业在保持持续上扬势头的同时,仍将有很大的发展潜力。

民以食为天。食品产业是关系到国民营养与健康的民生产业,是国民经济的支柱产业。随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,人民对食品工业提出了更高的要求,食品加工的范围和深度不断扩展,所利用的科学技术也越来越先进。现代食品已朝着方便、营养、健康、美味、实惠的方向发展,传统食品现代化、普通食品功能化是食品工业发展的大趋势。食品产业是高技术产业。近些年,具有高技术、高附加值特点的食品精深加工发展尤为迅猛。考虑到国内食品加工起步晚、中小企业多、技术相对落后,导致产品在市场上的竞争力弱,特组织了国内外食品加工领域的专家、教授,编著了“现代食品深加工技术丛书”。

本套丛书由多部专著组成。不仅包括传统的肉品深加工、稻谷深加工、水产品深加工、禽蛋深加工、乳品深加工、水果深加工、蔬菜深加工,而且包含了新型食材及其副产物的深加工、功能性成分的分离提取,以及现代食品综合加工利用新技术等。

各部专著的作者由国内工作在食品加工、研究第一线的专家担任。所有作者都根据市场的需求,详细论述食品工程中最前沿的相关技术与理念。不求面面俱到,但求精深、透彻,将国际上前沿、先进的理论与技术实践呈现给读者,同时还附有便于读者进一步查阅信息的参考文献。每部专著对于大学、科研机构的学生或研究者来说都是重要的参考。希望能够拓宽食品加工领域科研人员和企业技术人员的思路,推进食品技术创新和产品质量提升,提高我国食品的市场竞争力。

中国工程院院士



2014年3月

前 言

稻谷是世界上最重要的粮食作物,世界上一半以上的人口以稻米为主食,我国 60%以上人口以稻米为主食。在长期的自然选择和人工驯化过程中,人类已经选育了大量的遗传多样性丰富,并具有优质、高产、抗病、抗逆和能适应不同生态环境等优良性状的稻谷品种。稻谷生产的季节性与常年需求的矛盾决定了稻谷需要一定的储备量。稻谷在储藏、包装及运输过程中易受有害生物的危害和发生陈化作用,从而造成量的损失和质的劣变,因此稻谷的储藏、包装和运输等商品化处理方法将影响稻米食用品质。本书共分为 4 章,分别从国内外稻谷产量分布与消费情况、稻谷的品质特性、稻谷储藏及储藏过程中品质的变化、稻米包装和运输方式及注意事项、国内外稻米贸易概况等方面综述了国内外稻谷品质与商品化处理的最新研究成果,是一本系统阐述稻谷品质与商品化处理的专著。

本书可作为高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、粮食工程等专业粮食储运方面课程授课的参考用书。同时,本书也可作为科研院所科技人员、农业推广人员及粮食储运企业从业人员的参考资料。

由于能力和水平有限,加之编写时间仓促,书中难免有不足之处,敬请各位专家和读者批评指正。

编 者

2014 年 5 月

目 录

第 1 章 品种	1
1.1 国内外稻谷种植、产量与消费情况	1
1.1.1 全球稻谷的种植、产量与消费情况	1
1.1.2 中国稻谷的种植、产量与消费情况	8
1.2 粳稻	11
1.2.1 概述	11
1.2.2 粳稻稻米的品质	12
1.3 籼稻	17
1.3.1 概述	17
1.3.2 籼稻稻米的品质	18
1.4 糯稻	23
1.4.1 概述	23
1.4.2 糯稻稻米的品质及加工特性	24
参考文献	26
第 2 章 储藏	30
2.1 稻谷储藏	30
2.1.1 稻谷储藏特性	31
2.1.2 稻谷储藏方法	33
2.1.3 高水分稻谷储藏	41
2.1.4 我国稻谷仓储形式	43
2.1.5 储藏过程稻谷组分的变化	45
2.2 糙米储藏	57
2.2.1 糙米储藏特性	58
2.2.2 糙米储藏期间主要成分的品质变化	60
2.2.3 糙米储藏方法	67
2.3 大米储藏	73
2.3.1 大米储藏特性	73
2.3.2 大米储藏方法	76
参考文献	86

第 3 章 包装和运输	93
3.1 包装	93
3.1.1 大米包装要求	93
3.1.2 包装材料	94
3.1.3 包装方法	96
3.2 运输	107
3.2.1 运输方式	107
3.2.2 运输过程中注意事项	108
参考文献	109
第 4 章 国际贸易	111
4.1 全球稻米贸易	111
4.1.1 全球稻米市场	111
4.1.2 全球稻米贸易	113
4.1.3 全球主要稻米国贸易政策	117
4.2 国内稻米贸易	124
4.2.1 进出口贸易现状	124
4.2.2 进出口国家和地区	125
4.2.3 稻米进口快速增长原因及对策	126
参考文献	129

第 1 章 品 种

1.1 国内外稻谷种植、产量与消费情况

1.1.1 全球稻谷的种植、产量与消费情况

1. 全球稻谷的种植与产量

1) 全球稻谷的种植分布与产量

稻谷、小麦和玉米为世界三大主要粮食作物，其中稻谷是亚洲最重要的粮食作物。据联合国粮食及农业组织（FAO）统计，近 10 年来，全球稻谷种植面积常年在 1.47 亿 hm^2 以上，约占谷物种植面积的 23%。稻谷生产遍及除南极洲以外的各大洲，目前有 117 个国家和地区种植稻谷，从地域分布看，90%以上的种植面积集中在亚洲，此外美洲约占 4%，非洲约占 3%，欧洲及大洋洲有少量种植（图 1.1）。

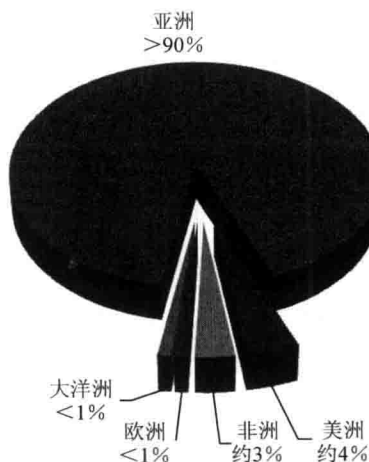


图 1.1 世界稻谷种植分布图

联合国粮食及农业组织统计数据显示（图 1.2），2001～2011 年，全球稻谷种植面积除了在 2002 年有较明显降低外，整体呈上升趋势，2011 年全球稻谷种植面积约 1.64 亿 hm^2 ，较 2002 年 1.48 亿 hm^2 增加了 10.81%，约 1649.91 万 hm^2 。全球稻谷种植面积的变化主要来自几个稻谷主产国，例如，2002 年全球稻谷种植面积相比 2001 年减少了 431.85 万 hm^2 ，主要原因是当年的季风雨不理想将导致印度来年产量减少，所以稻谷种植减少了 372.39 万 hm^2 。另外，中国减少了 63.52 万 hm^2 ，泰国减少了 47.18 万 hm^2 ，巴基斯坦、菲律宾、韩国等国家也略有下降。

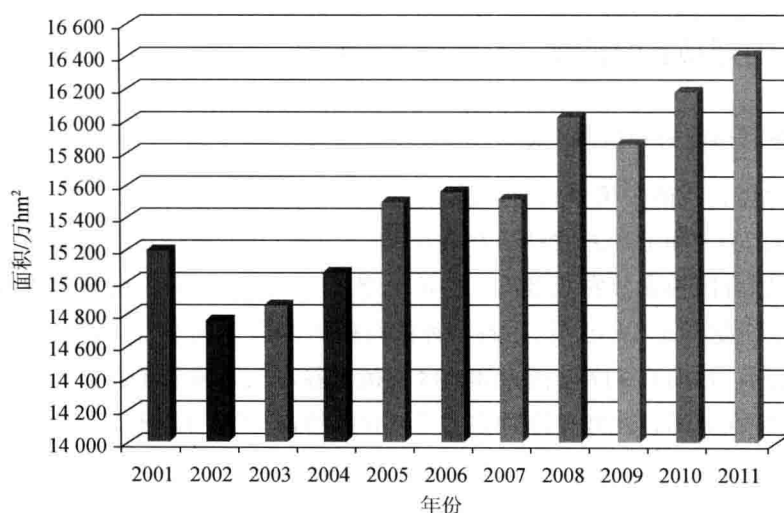


图 1.2 2001～2011 年全球稻谷种植面积变化图（数据来源：联合国粮食及农业组织）

2011 年，稻谷种植面积最大的 10 个国家依次为印度、中国、印度尼西亚、孟加拉国、泰国、越南、缅甸、菲律宾、柬埔寨、巴西，除了巴西以外，其他均为亚洲国家。其中印度稻谷种植面积为 4410.00 万 hm^2 ，占全球稻谷种植总面积的 26.87%；中国稻谷种植面积 3031.13 万 hm^2 ，占全球稻谷种植总面积的 18.47%；印度尼西亚稻谷种植面积 1320.13 万 hm^2 ，占全球稻谷种植面积的 8.04%，孟加拉国稻谷种植面积 1200.00 万 hm^2 ，占全球稻谷种植总面积的 7.31%；泰国稻谷种植面积 1163.03 万 hm^2 ，占全球稻谷种植总面积的 7.09%。

2004 年以来，全球稻谷年产量均在 6 亿 t 以上，占谷物总产量的 29% 以上。随着世界稻谷种植面积的增加及单位面积产量的提高，世界稻谷的总产量也呈逐年上升趋势。与 2001 年相比，2011 年稻谷产量增长了 12 744.97 万 t，同比约增

加 21.33% (图 1.3)。

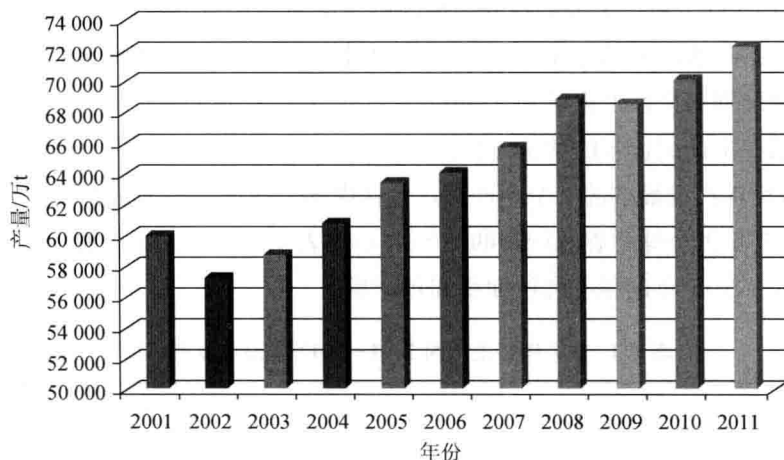


图 1.3 2001~2011 全球稻谷产量 (数据来源: 联合国粮食及农业组织)

近年来, 全球稻谷生产量最多的 10 个国家包括中国、印度、印度尼西亚、孟加拉国、越南、泰国、缅甸、菲律宾、巴西和日本。据联合国粮食及农业组织统计显示, 2011 年全球稻谷总产量为 7.23 亿 t。其中, 中国稻谷产量约 2.03 亿 t, 占全球总产量的 28.04%; 印度稻谷产量约为 1.58 亿 t, 占全球总产量的 21.85%; 印度尼西亚稻谷产量约为 6574.09 万 t, 占全球总产量的 9.10%; 孟加拉国稻谷产量约为 5062.70 万 t, 占全球总产量的 7.00%。2011 年全球稻谷产量比 2010 年增产 3.09%, 约 2163.23 万 t; 种植面积增加 1.46%, 约 236.30 万 hm^2 。其增长主要来自亚洲 5 个稻谷主产国, 同时, 其他一些地区的稻谷种植有较明显增长。非洲稻谷总产比上一年度增加 2.6%, 增产主要来自埃及, 主要是由于该国稻谷价格上涨促使稻谷种植面积大幅增长。在拉丁美洲和加勒比海沿岸, 如阿根廷、玻利维亚、巴西、哥伦比亚、乌拉圭和委内瑞拉等国家稻谷面积有大幅增加, 而厄瓜多尔、墨西哥、秘鲁等国家因早期干旱导致减产。大洋洲的澳大利亚由于水资源的改善促使稻谷总产大幅提高, 产量为 2010 年的 4 倍。欧洲稻谷产量增加 1.0%; 俄罗斯稻谷大丰收; 而美国稻谷总产大幅下降, 比 2010 年下降 20% 左右, 产量为 1998 年以来最低点。

随着育种技术、种植技术的不断发展, 各国稻谷的单位面积产量也逐渐提高, 然而不同国家地区的单产仍有较大差距。单位面积产量最高的国家分别是埃及、澳大利亚、土耳其、乌拉圭、美国、希腊、西班牙、韩国等。2011 年, 世

界平均水平约每公顷产 4.43t, 中国作为全球最大的稻谷种植国, 每公顷的产出量也较高, 约 6.69t; 美国稻谷的每公顷产出量为 7.92t; 俄罗斯稻谷的每公顷产出量约 5.28t。然而印度稻谷的每公顷产出量仅为 3.59t, 菲律宾每公顷产出量约 3.68t, 柬埔寨每公顷产出量约 2.96t。

2) 稻谷主产国近年的种植面积及产量

全球稻谷产量最多的 5 个主产国, 包括中国、印度、印度尼西亚、孟加拉国和越南, 产量占全球稻谷总产量的 70% 左右。表 1.1 和表 1.2 分别为 5 个稻谷主产国 2001~2011 年的稻谷种植面积和年产量。

表 1.1 5 个稻谷主产国 2001~2011 年稻谷种植面积 (万 hm^2)

年份	全球	中国	印度	印度尼西亚	孟加拉国	越南
2001	15 194.44	2 914.40	4 490.00	1 150.00	1 066.10	749.27
2002	14 762.59	2 850.88	4 117.61	1 152.12	1 077.10	750.43
2003	14 850.80	2 678.01	4 259.25	1 147.74	1 072.50	745.22
2004	15 055.31	2 861.57	4 190.67	1 192.30	1 024.81	744.53
2005	15 498.74	2 911.64	4 365.98	1 183.91	1 052.41	732.92
2006	15 561.03	2 955.79	4 381.00	1 178.64	1 057.90	732.48
2007	15 513.86	2 917.91	4 391.00	1 214.76	1 057.50	720.74
2008	16 021.10	2 949.34	4 553.74	1 230.92	1 127.92	740.02
2009	15 857.70	2 988.16	4 191.83	1 288.36	1 135.35	743.72
2010	16 176.19	3 011.73	4 286.24	1 325.35	1 152.88	748.94
2011	16 412.50	3 031.13	4 410.00	1 320.13	1 200.00	765.19

数据来源: 联合国粮食及农业组织

表 1.2 5 个稻谷主产国 2001~2011 年稻谷年产量 (万 t)

年份	全球	中国	印度	印度尼西亚	孟加拉国	越南
2001	59 982.83	17 930.49	13 990.00	5 046.08	3 626.90	3 210.84
2002	57 138.68	17 634.22	10 773.00	5 148.97	3 759.30	3 444.72
2003	58 706.85	16 230.43	13 278.90	5 213.76	3 836.14	3 456.88
2004	60 799.02	18 052.26	12 469.70	5 408.85	3 623.60	3 614.89

续表

年份	全球	中国	印度	印度尼西亚	孟加拉国	越南
2005	63 444.49	18 205.51	13 769.00	5 415.11	3 979.56	3 583.29
2006	64 120.70	18 327.61	13 913.70	5 445.49	4 077.30	3 584.95
2007	65 697.00	18 739.75	14 457.00	5 715.74	4 318.10	3 594.27
2008	68 852.72	19 328.42	14 803.60	6 025.11	4 674.20	3 872.98
2009	68 509.38	19 668.12	13 567.30	6 439.89	4 814.40	3 895.02
2010	70 112.80	19 721.20	14 396.30	6 646.94	5 006.12	4 000.56
2011	72 276.03	20 266.72	15 790.00	6 574.09	5 062.70	4 233.16

数据来源：联合国粮食及农业组织

印度是一个农业大国，其稻谷种植面积一直以来居全球首位，1950 年种植面积约 3000 万 hm^2 ，到 2001 年增加至 4490 万 hm^2 。2001 年以来，印度稻谷种植面积逐渐减小，单产小幅上升，总产徘徊不前，出口量逐年减少，粮食形势严峻。印度的单位面积稻谷产量，严重低于世界平均水平。据联合国粮食及农业组织 2012 年最新统计数据显示，印度稻谷的产出量每公顷为 3.59t，相比全球平均水平的每公顷 4.43t 严重偏低。这与印度国内水资源的缺乏、高产量品种农作物种子的缺乏，以及有关农业领域的研究和开发活动的缺乏等有关。据报道，2012 年印度国内稻谷种植区里只有 24% 的地区可以受到降雨的“洗礼”，这一覆盖面积要低于正常水平。目前，印度正致力通过发展杂交稻、扩大旱地稻田面积、提高品种抗逆性、增加种植密度、提高投入效率等一系列举措，研究和推广稻谷育种、栽培技术，这些举措将有利于提高印度稻谷产量。

印度尼西亚是传统稻谷栽培大国，2010 年以来，其稻谷种植面积达到 1300 万 hm^2 以上。印度尼西亚素有千岛之国之称，其中爪哇岛、苏门答腊岛、加里曼丹岛是稻谷主产区，从 2001 年到 2011 年，印度尼西亚稻谷种植面积增长了 170.13 万 hm^2 ，增加了 14.79%，同时产量也有较大增长。由于各种原因，近 3 年来印度尼西亚的稻谷产量起伏不定。2010 年稻谷产量为 6647 万 t，而 2011 年则降至 6574 万 t，由于杂交水稻的逐步推广，印度尼西亚的每公顷稻谷产量近几年逐步提高，达到 5t 以上，略高于世界平均水平。2011 年，印度尼西亚使用杂交水稻种总量 7500t，推广面积 50 万 hm^2 ，但仍占全国稻谷种植面积的不到 4%，增长潜力将十分巨大，杂交水稻的种植将使印度尼西亚稻谷产量得到提升。

孟加拉国是全球第四大稻谷种植国家, 2007~2011 年, 种植面积每年都有所增加, 产量也随之有明显增加, 自 4318.1 万 t 增加至 5062.7 万 t, 单位面积稻谷产量也明显有所提升, 每公顷稻谷产量由 4.08t 增至 4.22t。

越南的稻谷种植面积居于全球第七, 而其稻谷产量居第五位, 这是由于其单位面积稻谷产量居于较高水平。2002~2007 年, 越南稻谷的种植面积逐年减少, 2007~2011 年, 稻谷种植面积逐年增加。至 2011 年, 越南稻谷种植面积为 765.19hm², 产量约 4233.16 万 t, 每公顷稻谷产量达 5.54t。

泰国作为全球最大的大米出口国, 是世界第五大稻谷栽培国。稻米作为泰国的主食, 是泰国的重要产业, 全国约 340 万个家庭种植稻谷, 占农村人口的 57%。20 世纪, 为了促进国内稻谷生产, 泰国政府出台了强有力的刺激政策, 使泰国的稻谷种植面积从 20 世纪 50 年代的 350 万亩^①增加到了 80 年代的 590 万亩。近几年泰国稻谷的种植面积比较稳定, 维持在 1100~1200 万 hm², 占农作物总面积的 65%~70%, 2011 年, 泰国稻谷总产量约 3458.84 万 t。泰国的稻谷单位面积产量也位于较低行列, 2011 年每公顷产出量约 2.90t。据分析, 一方面是由于泰国 75% 的稻谷种植是“靠天田”的单季稻, 而需要灌溉的双季稻仅占 20% 左右; 另一方面, 泰国稻谷主要是常规稻品种, 高产的杂交稻种植面积较少, 也是其单产低于世界平均水平的重要原因。

2. 全球稻谷的消费情况

1) 全球稻谷的消费现状

现在全球有一半以上的人口以大米为主食。在亚洲, 有 20 亿人从大米及大米制品中摄取 60%~70% 的热量和 20% 的蛋白质。在非洲, 大米是增长最快的粮食来源。2008 年爆发的世界粮食危机, 再度证实了粮食安全对于社会政治经济可持续发展无可替代的作用。

全球稻米消费主要是食用, 此外还包括饲料、食品工业原料及其他用途。从近 10 年大米的消费趋势看, 受人口增长、生活水平提高等多因素影响, 预计世界大米消费呈现如下特点。

① 1 亩≈666.7m²

(1) 人均消费量继续保持稳定

20 世纪 80 年代以来,世界大米人均年消费量始终保持在 60~67kg,其中最高的 2001 年达到 66.49kg,最低的 1982 年为 60.43kg。随着世界经济的持续增长,尤其随着以大米为主食的发展中国家居民膳食水平和消费结构的不断提高和优化,势必增加肉、蛋、奶等其他食品的消费,但由于以大米为主食的亚洲和非洲国家人口增长率高于世界平均水平,世界人均大米消费量保持稳定的可能性较大。

(2) 消费总量将持续增加

2009~2010 年,全球稻谷消费总量约 4.54 亿 t,超过全球供给量 4.51 亿 t,造成 2010 年稻谷供求出现紧张。若 2020 年世界人口达 78.5 亿,按人均大米消费 60kg 测算,则总消费量将达到 4.71 亿 t,比 2008 年的 4.28 亿 t 增加 0.43 亿 t,增幅 10.05%。据联合国粮食及农业组织统计,2008 年世界大米消费量为 43 462 万 t,比 1960 年增加了 27 848 万 t,增幅为 178.4%,年均增幅为 2.16%。

(3) 消费增量增速放缓

1960~2000 年,每 10 年世界大米消费量的年均增长率分别为 3.44%、2.87%、2.72%、1.45%,增长率呈下降趋势,2000~2008 年,世界大米消费的年均增长率仅为 1.31%,比 20 世纪 60 年代下降了 2.13 个百分点。

2) 稻谷主要消费国的消费情况

稻谷主要的消费国也主要集中在亚洲,据美国农业部统计,近年来,世界稻谷消费量排名前五的国家分别为中国、印度、印度尼西亚、越南和菲律宾,排名与主要生产国的排名基本一致,前四个国家稻谷的消费总量占世界稻谷消费总量的 63%左右。

印度是世界上稻谷种植面积最大的国家,其稻谷产量位居世界第二,该国稻谷消费量同样位居世界第二,仅次于中国。大米是印度中南部地区最主要的食用粮食,在 2006~2008 年 3 年间,印度平均每年的稻谷消费量为 9043 万 t,而且近年来呈逐年上升趋势。

印度尼西亚是世界第四大人口国,现有人口 2.3 亿多,且均以稻米为主食,每个人年均消费量约 150kg,每年国内生产稻谷不能自足,近年来平均每年需要进口大米 200 万 t 左右,是世界最大的稻米进口国。2006~2008 年稻谷消费量有小幅增长趋势,平均消费量约 3640 万 t。

越南国内对稻谷的消费近年来较稳定,总量在 1900 万 t 左右。近年来,为了增加外汇创汇汇额,越南政府鼓励出口大米,加大了大米出口量,2012 年大