


“十一五”国家重点图书出版规划项目



服务三农·农产品深加工技术丛书

粮食加工技术

沈 群/主编


 中国轻工业出版社

“十一五”国家重点图书出版规划项目
服务三农·农产品深加工技术丛书

粮食加工技术

沈 群 主 编

谭 斌 张 敏 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

粮食加工技术 / 沈群主编. —北京: 中国轻工业出版社,
2008.6

“十一五”国家重点图书出版规划项目
(服务三农·农产品深加工技术丛书)
ISBN 978-7-5019-6379-9

I. 粮… II. 沈… III. 粮食加工 IV. TS21

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第030307号

责任编辑: 涂润林
策划编辑: 涂润林 责任终审: 劳国强 封面设计: 伍毓泉
版式设计: 王超男 责任校对: 杨琳 责任监印: 胡兵 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)
印 刷: 河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司
经 销: 各地新华书店
版 次: 2008年6月第1版第1次印刷
开 本: 850×1168 1/32 印张: 6
字 数: 155千字
书 号: ISBN 978-7-5019-6379-9/TS·3719 定价: 12.00元
读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730
发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293
网 址: <http://www.chlip.com.cn>
Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换
61134K1X101ZBW

前 言

中国有丰富的用于粮食加工的品种，粮食加工业已有几千年的历史。发展至今，中国的粮食加工业已经形成了较完善的体系，并有了较完备的细分。根据粮食的种类，粮食加工行业主要可以分为小麦加工行业、稻米加工行业、玉米加工行业、大豆加工行业和杂粮加工行业。随着人们生活水平的提高和对健康饮食的需求，豆类（特别是杂豆类）和杂粮类的加工越来越受到重视，加工产品不断增加。

为了满足粮食加工领域投资者筛选投资项目以及粮食加工领域专业技术人员技术参考的需要，我们组织编写了本书。该书第一章介绍了稻米、小麦、豆类（大豆、杂豆）、杂粮（荞麦、燕麦、小米、高粱）的品种和营养价值；第二章详细叙述了稻米中大米、黑米、糯米的加工品种、原料和加工方法，如方便米饭、速食粥、快餐米粉等；第三章介绍了小麦胚芽粉、小麦胚芽饮料及挂面、方便面、通心面的生产方法；第四章的重点是豆类特别是杂豆类的加工，如黑豆、绿豆、豌豆、红豆的深加工产品，本章还吸纳了国外特色的豆类产品的加工方法，如纳豆、醋豆等；第五章是玉米制品的加工，如玉米饮料、乳粉等；第六章为杂粮加工，介绍了当今受广大消费者欢迎的燕麦、荞麦、薏米、小米的加工品种和方法。本书具有较强的科学性、先进性、系统性和实用性，能反映出本领域的最新成果和发展动态。在编写内容的取舍上，要求必须照顾各地科技人员和生产者的需要，因此本书是比较理想的专业参考用书。

本书编写大纲由主编沈群提出，在征求参编人员和中国轻工业出版社意见的基础上进行修改，最后交编委会审阅通过后才开始全书的编写。

本书的第一章和第六章由天津商学院食品与生物工程学院的刘建福博士、副教授和国家粮食科学研究院谭斌博士、副研究员编写；第二章、第三章和第五章由东北农业大学食品学院张敏博士、副教授编写；第四章由中国农业大学食品科学与营养工程学院吴江燕硕士和沈群博士、副教授编写。

由于作者水平有限，本书的编写肯定存在这样或那样的缺点和不足，希望读者能够提出宝贵意见。

主编

目 录

第一章 粮食品种与营养价值	(1)
第一节 稻米品种与营养价值.....	(1)
第二节 小麦品种与营养价值.....	(7)
第三节 豆类品种与营养价值.....	(10)
第四节 杂粮品种与营养价值.....	(18)
第二章 稻米及米制品加工	(27)
第一节 大米加工工艺.....	(27)
第二节 黑米加工工艺.....	(60)
第三节 糯米加工工艺.....	(75)
第三章 小麦及面制品加工	(78)
第一节 小麦胚芽加工工艺.....	(78)
第二节 面制品加工工艺.....	(82)
第四章 豆类及豆制品加工	(91)
第一节 大豆加工工艺.....	(91)
第二节 黑豆加工工艺.....	(107)
第三节 绿豆加工工艺.....	(119)
第四节 豌豆加工工艺.....	(130)
第五节 其他杂豆加工工艺.....	(135)
第六节 豆芽加工工艺.....	(141)
第七节 国外豆类加工品种.....	(146)
第五章 玉米及玉米制品加工	(152)
第六章 杂粮加工	(164)
第一节 燕麦加工.....	(164)

第二节	荞麦加工	(166)
第三节	薏米加工	(171)
第四节	小米加工	(178)
参考文献		(182)

第一章 粮食品种与营养价值

本章重点介绍了常见粮食的品种与营养价值，为粮食深加工者提供一定的参考。

第一节 稻米品种与营养价值

我国是世界上最大的稻米生产国和消费国，每年的稻米产量约占世界稻米产量的1/3，占我国粮食产量的2/5。稻米品种繁多，常见的稻米品种及其营养价值如下文所述。

一、稻米品种

稻属于禾本科、稻属的一年生草本植物，栽培稻起源于野生稻。世界上栽培稻有两个品种，即亚洲栽培稻（又称普通栽培稻）和非洲栽培稻。前者普遍分布于全球各稻区，后者现仅在西非有少量栽培。亚洲栽培稻已发展成三种生态地理品种，即籼稻、粳稻和爪哇稻。

稻是一种基因丰富多样的作物，稻谷的品种繁多，根据稻谷的子粒形态和米质（胚乳）特性可分为籼稻和粳稻；根据稻谷淀粉性质可以分为糯稻米和非糯稻米；根据其生长期的长短和收获季节的不同，又可以分为早稻谷和晚稻谷；根据生长习性可以分为水稻和旱稻；根据稻谷米的颜色和香气可以分为特种稻米和普通稻米。

（一）籼稻与粳稻

普通籼稻谷的粒形细长而扁平，颖毛短而稀，一般无芒，子粒强

度小，耐压性能差，加工时容易产生碎米，米质黏性弱而胀性大。

普通粳稻谷的粒形短而阔，较厚，其横断面呈椭圆形或卵圆形，颖毛长而密，一般无芒，子粒强度大，耐压性能好，加工时不容易产生碎米，粳稻所生产之米曰粳米，粳米的米质胀性小而黏性大。淀粉粒遇碘呈暗蓝色。

（二）早稻与晚稻

在籼稻谷和粳稻谷中，根据其生长期的长短和收获季节的不同，又可以分为早稻谷和晚稻谷。就同一类型稻谷而言，一般早稻谷米粒腹白较大，品质比晚稻差。早稻谷米质疏松，耐压性差，晚稻谷米质坚实，耐压性强。

（三）糯稻和非糯稻

无论籼稻米还是粳稻米，根据其淀粉性质的不同又可以分为糯稻米和非糯稻米两类。糯稻米的米质黏性大而胀性小，非糯稻米的米质黏性小而胀性大。粳糯米（圆糯米）的米粒形状与粳米相近，其黏性较粳米更强，适用于酿酒，故又名酒米。淀粉粒遇碘呈紫色。籼糯米（长糯米）的米粒形状与籼米相近。

（四）水稻与旱稻

根据栽培地区土壤水分的不同，稻谷又可以分为水稻和旱稻（陆稻）两类。两者的主要区别在于品种的耐旱性，水稻栽培在水田里，旱稻种植于旱地。由于旱稻品质较差，我国栽培面积很少。

按照国家标准（GB1350—1999）规定，稻谷分为早籼稻谷、晚籼稻谷、粳稻谷、籼糯稻谷、粳糯稻谷五类。

特种稻米指普通大米以外的多种稻米，包括色稻米、香稻米和专用稻米三类，其品种数量占水稻种质资源的10%左右。

1. 色稻米

色稻米是由于花青素在稻谷的果皮、种皮内大量积累，从而使糙米出现绿色、黄褐色、褐色、咖啡色、红色、红褐色、紫红色、紫黑色、乌黑色等颜色。通常，红米的红棕色色素集积在种皮内，紫米和黑米的紫色素、黑色素集积在果皮内，迄今未发现胚乳有色泽

的品种。目前黑米、紫米及红米是色稻米中较为常见的品种，在我国主要分布于云南、贵州、广西、广东、陕西、福建、湖南、江苏等地，通常以糙米进食。黑米、紫米多为糯米类型，营养价值极高，还具有很高的药用价值；红米作为商品米有较大的价值，也可作酿酒、红色素和香型饮料的原料米，红米米质以半玻璃质的品种占多数。此外，我国稻种资源中还有一些绿米、黄米品种，此类品种一般呈半透明，米质优良，有香气。绿米所具有的色素极不稳定，往往在贮藏过程中褪色。

2. 香稻米

香稻米是指米粒含有香味的稻米。香稻的谷粒、糙米和精米具有芬芳的香气，使人感到舒适，米饭清香可口。香稻中香气的主要成分是2-乙酰-1-吡咯啉，属羰酰基化合物，易挥发分解。香米蒸饭、煮粥，清香满屋，令人食欲大增。也可在普通大米中加入少量香米，制成混合香米，功效相同。我国香稻米既有粳、粳、黏、糯之别，果皮还有白、赤、褐、紫、黑之分，产地遍布南北15个省区。

3. 专用稻米

专用稻米是指专门用于食品工业加工用的稻米，诸如酒米、软米、蒸谷米、糕点米、罐头米、巨胚米、饲料米等。

二、稻米营养价值

稻谷由颖（稻壳）和颖果（糙米）两部分组成，颖果（糙米）由皮层、胚和胚乳三部分组成。利用机械碾磨的方法去除糙米的皮层、胚乳的糊粉层和胚后即是稻米，又称大米，它是由胚乳组成，其主要成分是淀粉，提供热量的主要来源。被剥除的皮层和胚乳的糊粉层，称为米糠层。米糠和米胚含有丰富的蛋白质、脂肪、膳食纤维、B族维生素和矿物质，营养价值很高。稻谷加工过程中，随着皮层的不断剥离，碾米的精度提高，从营养角度看，大米的精度越高，淀粉的含量相对越高，纤维素含量减少，但某些营养成分如

脂肪、矿物质及维生素的损失越多。从食用角度来看，精度高的米口感细腻。

(一) 普通稻米的营养价值

稻米的营养价值较高，除富含淀粉外，还含有蛋白质、脂肪、维生素、矿物质和食物纤维等（如表1-1所示）。

表 1-1 普通稻米的营养价值（100g）

食物名称	蛋白质 /g	脂肪 /g	碳水化合 物/g	膳食纤维 /g	维生素 B ₁ /mg	维生素 B ₂ /mg	钙 /mg	铁 /mg
稻米	7.4	0.8	77.9	0.7	0.11	0.05	13	2.3
粳米（标一）	7.7	0.6	77.4	0.6	0.16	0.08	11	1.1
粳米（标二）	8.0	0.6	77.7	0.4	0.22	0.05	3	0.4
粳米（标三）	7.2	0.8	77.6	0.4	0.33	0.03	5	0.7
粳米（标四）	7.5	0.7	78.1	0.7	0.14	0.05	4	0.7
粳米（特等）	7.3	0.4	75.7	0.4	0.08	0.04	24	0.9
籼米（标一）	7.7	0.7	77.9	0.6	0.15	0.06	7	1.3
籼米（标准）	7.9	0.6	78.3	0.8	0.09	0.04	12	1.6
籼米（优标）	8.3	1.0	77.3	0.5	0.13	0.02	8	0.5
早籼	9.9	2.2	76.3	1.4	0.14	0.05	13	5.1
早籼（标一）	8.8	1.0	76.2	0.4	0.16	0.05	10	1.2
早籼（标二）	9.5	1.0	77.2	0.5	0.20	0.09	6	1.0
早籼（特等）	9.1	0.6	75.1	0.7	0.13	0.03	6	0.9
晚籼（标一）	7.9	0.7	76.7	0.5	0.17	0.05	9	1.2
晚籼（标二）	8.6	0.8	75.7	0.4	0.18	0.06	6	2.8
晚籼（特等）	8.1	0.3	76.9	0.2	0.09	0.10	6	0.7
籼稻谷（红）	7.0	2.0	76.4	2.0	0.15	0.03	-	5.5

1. 淀粉

淀粉是稻谷的主要成分，我国稻谷淀粉平均含量为62.7%，淀粉大部分存在于胚乳中，是提供人体热量的主要来源，水稻提供世界食物能量的20%。稻米中的淀粉由支链和直链淀粉构成，稻米中直链淀粉及支链淀粉的含量因品种、气候等不同而异，糯米含有较高的支链淀粉。

2. 蛋白质

稻谷中蛋白质的含量为8%~10%，较大麦（7%~17%）、小麦（10%~15%）、玉米（7%~13%）略低，大米蛋白质的必需氨基酸组成与世界卫生组织（WHO）认定的蛋白质氨基酸最佳配比模式基本相符，仅赖氨酸、苏氨酸含量不足，其分别为第一限制性氨基酸和第二限制性氨基酸。但赖氨酸和苏氨酸的含量都比其他谷物高。稻米的生物价（BV）、蛋白质效用比率（PER值）也均比大麦、小麦、玉米、大豆高。

3. 脂肪

稻谷的脂肪含量约为2%，大部分存在于胚和糊粉层中，一般加工精度越高的大米，其脂肪含量越低，稻米中的脂肪易氧化酸败。糙米的主要脂肪酸是油酸、亚油酸和棕榈酸。磷脂占全部类脂物的3%~12%，其中卵磷脂与胚乳的直链淀粉相结合，是非糯性胚乳的自然成分，而糯性胚乳不含磷脂。

4. 维生素

稻谷的维生素主要存在分布于糊粉层和胚中，稻米的维生素含量较少，并且多数属于水溶性的B族维生素，如硫胺素、核黄素、烟酸、吡哆醇、泛酸、叶酸等，而几乎不含水溶性抗坏血酸和脂溶性维生素A、维生素D。

5. 矿物质

大米中的灰分占稻谷灰分的28%左右，稻谷的矿物质元素主要存在于稻壳、胚和皮层中，胚乳中含量很少。

6. 纤维素

稻谷的粗纤维主要分布在稻壳和糙米的皮层中，稻米中含粗纤

维少。

(二) 糙米的营养价值

糙米的皮层和胚芽中富含脂肪、维生素、膳食纤维等营养成分。因此，糙米的营养价值要高于稻米。糙米中约含有19%的脂肪，稻米中的油脂属于植物性油脂，不含胆固醇，且比大部分的植物油具有高度的稳定性，又富含维生素E，以及含有可以防止人体老化与调和自律神经的米糠醇。膳食纤维有助于促进排便，排除体内毒素，同时，还有降低胆固醇、减肥等诸多益处。

(三) 特种稻米的营养价值

特种稻米营养丰富，且有质地柔软、细腻，气味芳香的特点。常见的特种稻米有紫米、黑米、红米、绿米等（如表1-2所示）。

表 1-2 特种稻米的营养价值（100g）

食物名称	蛋白质	脂肪	碳水化合物	膳食纤维	维生素	维生素	钙	铁
	/g	/g	/g	/g	B ₁ /mg	B ₂ /mg	/mg	/mg
黑米	9.4	2.5	72.2	3.9	0.33	0.13	12	1.6
香大米	12.7	0.9	72.4	0.6	-	0.08	8	5.1
糯米	7.3	1.0	78.3	0.8	0.11	0.04	26	1.4
优糯米	9.0	1.0	75.3	0.6	0.10	0.03	8	0.8
早糯米	7.1	3.2	77.0	2.8	0.19	0.04	19	3.0
紫红糯米	8.3	1.7	75.1	1.4	0.31	0.12	13	3.9

1. 黑米

黑米营养成分丰富，黑米与普通稻米相比，不仅蛋白质的含量高，人体必需氨基酸齐全，还含有大量的天然黑米色素、多种微量元素和维生素，特别是富含铁、硒、锌、维生素B₁、维生素B₂等。每百克黑米含蛋白质9.4g，比普通稻米高27.0%。黑米中还含有较多的维生素B₁和维生素B₂，还含有水溶性黄酮类化合物以及生物碱、植物甾醇等药用成分。黑米皮中的总黄酮物质主要是由黑色素组

成。黑米中的膳食纤维、维生素E、硒的含量非常丰富。

黑米的营养物质在糠层中含量高,当碾去黑米的糠时,其营养物质显著减少。因此,有色米食用的是它们的糙米而不是精米。

2. 香大米

香大米含丰富的蛋白质、多种氨基酸、生物碱、维生素B₁和维生素B₂以及多种人体必需的营养成分,具有滋补和药用效果。

第二节 小麦品种与营养价值

小麦作为主食在消费者需求中具有重要地位。在消费水平不同发展阶段,人们对面粉消费需求也是有变化的。不同的小麦品种,加工目的不同。本节介绍了小麦品种的差异及其营养特点。

一、小麦品种

小麦属于禾本科、小麦族、小麦属,原产地在西亚和中亚。小麦属内的分类,按照形态特征分为普通小麦、密穗小麦、圆锥小麦、硬粒小麦和云南小麦、波兰小麦六个种。我国栽培小麦的历史悠久,在长期自然选择和人工选择下,小麦品种资源极为丰富,全国有7000多个品种,其中普通小麦占绝大多数,为90%以上,分布于全国各地。圆锥小麦品种仅占2%,零星种植于我国中部、西部和西北部。密穗小麦和硬粒小麦不足1%,分布于我国西南和西北地区,还有极少数波兰小麦,主要在新疆种植。云南省西部地区还有一种独特的小麦类型,属普通小麦亚种,称云南小麦,此类型小麦极不易脱粒,群众称为“铁壳麦”。

普通小麦在习惯上还有以下几种分类方法:

1. 按播种期和生育习性

按播种期和生育习性可分为春小麦和冬小麦。春小麦在春季播种,当年夏秋收获。冬小麦在秋冬播种,第二年夏季收割。

2. 按小麦粒色的不同

按小麦粒色的不同可分为红色小麦、白色小麦和花小麦。红色

麦种皮深红色或红褐色，皮层较厚，出粉率较低；白色小麦种皮白色、乳白色或黄白色，皮层较薄，出粉率高，且粉色白，工艺品质较好；红白混合的小麦习惯上称为花小麦。

3. 按小麦子粒的质地不同

按小麦子粒的质地不同可分为硬质小麦和软质小麦。在小麦子粒中，角质胚乳占1/2以上的是硬质粒，硬质（粒）率达50%以上的小麦称硬质小麦。硬质小麦以春小麦居多，其截面呈半透明，结构紧密，蛋白质含量高，面筋品质好，出粉率高。在小麦子粒中粉质胚乳占1/2及以上的是软质粒，软质（粒）率达50%以上的小麦称软质小麦。软质小麦截面呈粉状，质地疏松，蛋白质含量低，面筋品质较差，结构疏松，出粉率较低。

二、小麦营养价值

小麦是人类的主要粮食之一。人体可以从中获得60%以上的热量和蛋白质。小麦子粒由皮层、胚和胚乳三部分组成，小麦皮层占子粒总质量的8%左右，主要由纤维素、阿拉伯木聚糖、 β -葡聚糖组成。小麦胚占子粒总质量的2%~4%。胚中含有大量脂肪、类脂物质、脂肪酶等。胚乳占小麦子粒总质量的78%~83%，胚乳是小麦面粉的基本成分，主要成分为淀粉和蛋白质，淀粉占胚乳质量的95%~96%。

小麦的营养价值较高，其主要成分有水分、碳水化合物、蛋白质、脂肪、各种维生素、矿物质、纤维素和酶，其含量随小麦的品种及制粉方法、面粉的等级而异（如表1-3所示）。

1. 碳水化合物

碳水化合物占面粉干重的80%左右，主要包括淀粉、糖、纤维素、戊聚糖等，其中淀粉是小麦粉的主要成分，占小麦粉质量的70%左右。小麦粉中的糖含量较少，约2.5%，主要是葡萄糖、果糖、蔗糖及麦芽糖，糖主要作为发酵面制品的碳源，并参与焙烤食品色、香、味的形成。小麦粉中纤维素含量极少，精粉0.20%，标准粉0.60%。

表 1-3 小麦及小麦粉的营养价值 (100g)

食物名称	蛋白质	脂肪	碳水化合	膳食纤维	维生素	维生素	钙	铁
	/g	/g	物/g	/g	B ₁ /mg	B ₂ /mg	/mg	/mg
小麦	11.9	1.3	75.2	10.8	0.40	0.10	34	5.1
五谷香	9.9	2.6	78.9	0.5	0.11	0.19	2	0.5
小麦粉 (标准粉)	11.2	1.5	73.6	2.1	0.28	0.08	31	3.5
小麦粉 (富强粉)	10.3	1.1	75.2	0.6	0.17	0.06	27	2.7
小麦粉 (特二粉)	10.4	1.1	75.9	1.6	0.15	0.11	30	3.0
小麦胚粉	36.4	10.1	44.5	5.6	3.50	0.79	85	0.6
麸皮	15.8	4.0	61.4	31.3	0.30	0.30	206	9.9

2. 蛋白质

小麦中蛋白质含量虽然高于其他谷物 (大米、玉米、高粱和小米), 但小麦蛋白质中的氨基酸组成不平衡, 赖氨酸的含量很低, 仅为24%, 比世界卫生组织的推荐值55%要少很多。小麦中的苏氨酸、异亮氨酸含量也不足, 因而小麦蛋白质品质较差。

3. 脂肪

小麦中的脂肪主要存在于胚芽和糊粉层中, 小麦粉中脂肪含量很少, 通常为1%~2%, 其主要由不饱和脂肪酸组成, 故小麦胚芽油有较高价值, 但小麦胚芽油易氧化而酸败, 产生异味。

4. 维生素

小麦中的维生素主要为B族维生素和维生素E, 维生素A含量很少, 几乎不含维生素D、维生素C, 小麦的维生素主要存在于糊粉层及胚中, 制粉过程中显著减少。

5. 矿物质

小麦中的矿物质主要为钙、铁、钾、镁、钠, 它们大量存在于糊粉层中, 随着加工精度的提高而减少, 矿物质在面粉中以灰分计, 特一粉0.70%, 特二粉小于0.85%, 标准粉小于1.10%。

第三节 豆类品种与营养价值

我国是世界豆类主要生产和出口大国，豆类产量与贸易量均占世界总量10%以上。豆类不同的花色品种，可满足不同的消费需求。豆类的营养价值非常高，我国传统饮食讲究“五谷宜为养，失豆则不良”，意思是说五谷是有营养的，但没有豆子就会失去平衡。

一、大豆品种与营养价值

大豆具有营养和保健双方面的优异特性，是一种不可多得的平衡膳食资源。由于它的营养价值很高，被称为“豆中之王”、“田中之肉”、“绿色的牛乳”等。

(一) 大豆品种

大豆原产中国。我国大豆品种资源丰富，品种几千个，大豆的分类方法很不一致。

1. 按种皮的色泽分类

大豆可以分为黄、青、黑、褐、双色五种，其中以黄豆的产量最高。

(1) 黄大豆 黄大豆又可以细分为白、黄、淡黄、深黄、暗黄五种。我国生产的大豆大部分为黄色。

(2) 青大豆 青大豆可以细分为绿色、淡绿和暗绿三种，包括青皮青仁大豆和青皮黄仁大豆。

(3) 黑大豆 黑大豆可以细分为黑和乌黑两种，包括黑皮青仁大豆和黑皮黄仁大豆。如广西产的柳江黑豆、灵川黑豆，山西的太谷小黑豆。

(4) 褐大豆 褐大豆可以细分为茶、淡褐、褐、深褐、紫红色五种。如广西、四川产的泥豆（小粒褐色），云南产的酱色豆，湖南产的褐泥豆等。

(5) 双色豆 常见双色豆为鞍垫、虎斑两种，如吉林鞍垫豆，云南产的虎皮豆等。