

ZALIANG SHIPIN
JIAGONG JISHU

杂粮食品 加工技术

于 新 马永全 编著



化学工业出版社

ZALIANG SHIPIN
JIAGONG JISHU

杂粮食品 加工技术

于 新 马永全 编著



化学工业出版社

·北京·

内 容 提 要

本书共分七章,深入浅出地介绍了杂粮食品的加工工艺、常用设备及杂粮原辅料的制备。重点介绍了常见谷物类杂粮(小米、玉米、黑米、薏米、燕麦、荞麦、大麦、糜子、黍子、高粱、青稞),豆类杂粮(蚕豆、绿豆、豌豆、豇豆、小扁豆、小豆、黑豆、芸豆),块根块茎类杂粮(马铃薯、甘薯、山药、芋头)和木本杂粮(栗子、橡子)等杂粮食品的原料与配方、加工方法、操作要点及产品特色。具体品种涉及中国各地区、各民族具有代表性的传统杂粮食品。本书内容全面,条理清晰,阅读方便,易于理解,理论联系实际,具有较好的实用性。

本书可供城乡居民家庭、杂粮食品加工企业、个体户杂粮食品加工作坊、食品餐饮以及商业等部门从业人员使用。也可供农产品加工生产、科研、教学、应用、检验和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

杂粮食品加工技术/于新,马永全编著. —北京:化学工业出版社, 2011.5

ISBN 978-7-122-10746-6

I. 杂… II. ①于…②马… III. 杂粮-粮食加工 IV. TS210.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第041609号

责任编辑:张彦
责任校对:顾淑云

文字编辑:李锦侠
装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张10½ 字数279千字
2011年6月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00元

版权所有 违者必究

前 言

随着人们生活水平的提高，在满足丰衣足食的同时，人们的餐桌风味也正在悄然发生着一场吃的“革命”。在世界范围内，已刮起一股声势浩大的吃粗杂粮食品的风，不少城市众多饭馆竞相树立杂粮招牌，粗杂粮食品如荞麦面、高粱面和玉米面等应有尽有。

杂粮营养丰富并具有较强的保健功能。如裸燕麦中蛋白质、脂肪、矿物质总量及不饱和脂肪酸含量均居谷物之首，特别是所含的 β -葡聚糖在所有谷物中含量最高，一般可占籽粒重量的2%~5%。 β -葡聚糖作为功能因子，对维持血糖平衡和抑制胆固醇的吸收具有明显的效果。荞麦种子中8种必需氨基酸含量丰富，尤其是精氨酸、赖氨酸、色氨酸、组氨酸含量较高，荞麦面粉的蛋白质含量为10%~15%，高于大米、小麦和玉米。荞麦中的黄酮类物质——芦丁，具有软化血管、降低血脂和胆固醇的功能，对预防高血压、心血管疾病也有独特的功效；红小豆是制作各种糕点馅和风味食品的上佳原料，且具有利尿、除湿、活血、消肿、解毒等多种药用价值。绿豆富含氨基酸和矿物质，是一种高蛋白、低脂肪、多营养、用途广的食物原料，具有清凉解毒、止泻利尿、滋补强身的作用。薏苡仁中除蛋白质、脂肪、碳水化合物和维生素B₁含量较高外，还含有薏苡酯、三萜类化合物。总之，每种杂粮作物都独具不同的营养特点和功能优势。

社会经济水平的提高、市场的推动以及人们消费的要求，将极大地促进杂粮食品如玉米、薯类、小米等重返人们的主食行列，对缓解未来粮食压力，提高国家粮食安全，起着重要作用。推广杂粮食品对开发杂粮资源、利用杂粮营养、扩大食品消费、拓宽食用领域、促进农业发展、推动农业产业化、解决“三农”问题，均具有一定意义。

现在，欧美许多国家正兴起吃杂粮食品的热潮，特别青睐玉米食品。其原因是单纯追求精致食品，导致糖尿病、肥胖症、心血管病、结肠癌等“富贵病”患病率大大上升。在总结经验与教训之后，人们对于玉米食品更为重视，把玉米产业称为“黄金产业”，玉米食品也被推上了健康食品的至尊宝座。欧洲、美国、日本等科技发达国家称玉米食品为“黄金食品”，并提出玉米是未来食品的口号。美国家庭几乎每天早餐都配食玉米片粥，以此来调整饮食结构。

本书共分为七章，第一章介绍了杂粮食品常见的加工工艺、操作要点及注意事项。第二章介绍了杂粮食品加工常用的机械设备，以及设备流程等。第三章阐述了杂粮原辅料的种类及制备。第四章至第七章重点介绍了常见谷物类杂粮（小米、玉米、黑米、薏米、燕麦、荞麦、大麦、糜子、黍子、高粱、青稞）、豆类杂粮（蚕豆、绿豆、豌豆、豇豆、小扁豆、小豆、黑豆、芸豆）、块根块茎类杂粮（马铃薯、甘薯、山药、芋头）和木本杂粮（栗子、橡子）等杂粮食品的加工原理、材料配方、加工工艺、操作要点及产品特色。

本书的编撰参考了许多相关文献，在此向原作者深表谢意。虽然在编写过程中尽了很大努力，但是自觉水平有限，可能还存在诸多遗缺。对于本书的疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编著者

2011年3月 于广州

目 录

绪论	1
一、杂粮的营养价值	1
二、杂粮食品开发应用的现状	4
三、我国杂粮食品加工的发展优势	5
四、我国杂粮食品加工业存在的问题及发展趋势	6
 第一章 杂粮加工工艺	9
第一节 混合工艺	9
第二节 膨化工艺	12
一、基本原理	12
二、杂粮膨化食品生产工艺	13
三、杂粮膨化食品生产线	13
四、杂粮膨化食品的特色	14
五、杂粮食品在挤压过程中的变化	16
第三节 冻结工艺	17
一、冻结工艺原理	17
二、水与冻结工艺	18
三、冻品的干燥	20
第四节 细粉碎工艺	21
一、粉碎原理和粉碎类型	21
二、细粉碎工艺的特点	22
第五节 发酵工艺	23
一、杂粮发酵类食品的成型机理	23
二、活性干酵母	24
三、杂粮发酵面团的调制	26

第六节 焙烤加工工艺	30
一、杂粮焙烤食品及分类	30
二、杂粮焙烤食品的原辅料及其加工特性	31
三、杂粮焙烤食品生产技术	38
第七节 挤压搅拌工艺	55
一、杂粮粉面团韧性和粘连性形成机理	55
二、挤压搅拌工艺在杂粮食品生产中的应用	59
三、搅拌挤压机(粉条机)的基本结构	59
第八节 高温高压工艺	60
一、高温高压工艺对杂粮加工的作用	61
二、操作要点	61
第九节 水磨、湿磨工艺	62
一、水磨粉、湿磨粉的生产工艺	62
二、水磨粉、湿磨粉的特点	63
 第二章 加工设备	 65
第一节 清理机械与设备	65
一、清理机械的作用、原理及分类	65
二、清理机械与设备	66
第二节 清洗机械与设备	72
一、清洗机械的作用、原理及分类	72
二、食品原料的清洗机械与设备	72
三、食品包装容器的清洗机械与设备	74
四、其他清洗机械与设备	78
第三节 脱皮机	80
第四节 粉碎机	82
一、QWJ 气流涡旋微粉机	82
二、WDJ 涡轮式粉碎机	83
三、锤片式粉碎机	86
四、砂盘粉碎机	87

第五节 混合机	88
一、卧式螺带混合机	88
二、立式螺旋(螺带)混合机	90
三、立式锥体行星螺旋混合机	92
第六节 膨化机	93
一、单螺杆挤压膨化机	95
二、双螺杆挤压机	97
三、连续式大型膨化设备	100
第七节 干燥设备	105
一、柜式干燥设备	105
二、隧道式干燥设备	107
三、带式干燥机	109
四、流化床干燥器	111
五、吸干机	111
第八节 冷冻设备	112
一、速冻箱	112
二、XSD 型小包装食品速冻装置	113
三、SDS 型装配式速冻隧道	114
四、SDSD 型隧道式速冻装置	115
五、流化床速冻设备	116
第九节 搅拌挤压机(粉条机)	117
第十节 高压锅	119
一、卧式矩形高压锅	119
二、GT ₇ C ₉ 系列卧式灭菌锅	120
 第三章 杂粮制备原辅料	 121
第一节 杂粮精制粉	121
第二节 杂粮膨化粉	122
第三节 杂粮冻结粉	124
第四节 杂粮水磨粉、湿磨粉	126

一、水磨粉的操作要点	126
二、水磨粉加工前后营养变化	127
第五节 薯类全粉	128
一、薯干的制取	129
二、甘薯干的贮藏	131
三、马铃薯全粉生产工艺	132
四、甘薯全粉生产工艺	137
五、防止褐变	138
第六节 薯类淀粉	143
一、薯类淀粉中的淀粉酶	143
二、薯类淀粉糊的特性	143
三、薯类淀粉的生产工艺	144
第七节 大豆粉	146
一、大豆粉的种类	146
二、大豆粉和大豆蛋白质的功能特性	146
三、大豆粉的制法	147
四、添加大豆粉的注意事项	150
第八节 谷朊粉	151
一、谷朊粉	151
二、谷朊粉的生产工艺	151
三、谷朊粉的效用	152
 第四章 谷物类杂粮食品加工	 154
第一节 小米	154
第二节 玉米	165
第三节 黑米	180
第四节 薏米	189
第五节 荞麦	192
第六节 燕麦	200
第七节 大麦	209

第八节	黍子	215
第九节	糜子	220
第十节	高粱	223
第十一节	青稞	229
第五章	杂豆类杂粮食品加工	231
第一节	蚕豆	231
第二节	绿豆	235
第三节	豌豆	245
第四节	豇豆	254
第五节	小扁豆	256
第六节	黑豆	260
第七节	芸豆	262
第八节	小豆	267
第六章	块根块茎类杂粮食品加工	276
第一节	甘薯	276
第二节	马铃薯	284
第三节	山药	292
一、	山药全粉的加工	292
二、	山药食品加工	293
第四节	芋头	300
一、	芋头全粉加工	301
二、	芋头食品加工	301
第七章	木本类杂粮食品加工	309
第一节	栗子	309
一、	栗子粉加工	309
二、	栗子食品加工	310

第二节 橡子	317
一、橡子全粉加工	317
二、橡子食品加工	318
参考文献	320

绪 论

杂粮通常是指水稻、小麦、大豆三大作物以外的粮豆薯作物。主要有：谷物类，如玉米、小米、红米、黑米、紫米、高粱、大麦、燕麦、荞麦/麦麸、青稞等；杂豆类，如绿豆、红豆、黑豆、青豆、芸豆、蚕豆、豌豆等；块茎类，如红薯、山药、马铃薯、芋头；木本类，如栗子和橡子。

近几年，我国的糖尿病、肥胖症、心血管疾病、结肠癌等“富贵病”的发病率显著提高。究其原因，主要是常吃太精太细的粮食。据我国营养学家在一次“节粮与营养”研究会上提出的数据表明：粗、细搭配比单吃一种粮食营养价值要高出很多。如单吃大米，蛋白质的利用率只有 58%，若与 1/3 的玉米混合食用，蛋白质的利用率则可提高到 71%；面粉、小米、大豆和牛肉如单一食用，其营养价值成分利用率在 70% 以下，而这 4 种食品搭配食用则可提高到 99%。我国的膳食指南中也提出了“要注意粗细搭配，经常吃一些粗粮、杂粮”的建议。

一、杂粮的营养价值

杂粮具有很高的营养价值，一些杂粮在某些营养指标上比大米、小麦更有优势（见表 1）。例如：荞麦、燕麦、黍、稷米、籽粒苋中的蛋白质含量均高于小麦和大米的 1.5 倍；尤为难能可贵的是燕麦、籽粒苋中的赖氨酸含量也很高。众所周知，我国人均从主食中获得 50%~80% 的蛋白质，但作为主食的大米和小麦，其蛋白质存在明显的缺陷，即缺乏赖氨酸，这样极易造成各种氨基酸之间的不平衡，导致蛋白质消化吸收率下降，利用率也不高。若能配以一定量的燕麦、籽粒苋，必能使氨基酸的构成更接近人体需要的模式，从而提高蛋白质的营养状况。在脂肪和碳水化合物方面，除

表 1 几种粮食的营养组成情况 (每 100g 含量)

种类	水分 /g	蛋白质 /g	脂肪 /g	碳水化合物 /g	粗纤维 /g	灰分 /g	热能 /kJ
小麦	12.0	9.9	1.8	74.6	0.6	1.1	1481.8
大米	11.9	10.5	2.2	66.3	6.5	2.6	1368.8
黄玉米	12.0	8.5	4.3	72.0	1.3	1.7	1515.3
小米	11.1	9.7	3.5	72.8	1.6	1.3	1410.7
高粱面	13.6	7.5	2.6	70.8	1.2	1.6	1741.4
黍、稷米	4.9	16.5	9.6	66.0	1.4	1.6	1561.4
荞麦面	8.5	10.6	2.5	72.2	1.3		1481.8
大麦	21.5	10.0	2.2	66.3			1368.8
莠麦	6	15	9	70	2.0	2.8	
籽粒苋	18	15	7	60	2.0		1657.7
食用稗	8.5	5.8	5.8	74.3	2.0	3.6	1565.6
薏红米	10.1	12.7	5.7	68.0	1.5	2.0	1565.6
甘薯	68.5	1.8	0.2	29.5			513.6
马铃薯	80	2.3	0.1	16.6			322.3
木薯	70.8	1.0	0.2	28.0			493.9

种类	Ca /mg	P /mg	Fe /mg	维生素 B ₁ /mg	维生素 B ₂ /mg	尼克酸 /mg	特殊成分
小麦	38	268	4.2	0.46	0.06	2.5	—
大米	43	400	4.1	0.36	0.1	4.8	—
黄玉米	22	210	1.6	0.34	0.1	2.3	维生素 E
小米	29	240	4.7	0.57	0.12	1.6	维生素 E、 维生素 A
高粱面	44	—	0.27	0.09	2.8	—	—
黍、稷米	80	293	7.8	0.58	0.18	0.4	—
荞麦面	15	180	1.2	0.38	0.22	4.1	叶绿素、芦丁
大麦	72	273	4.0	—	4.8	4.4	—
莠麦	58	328	9.6	0.34	0.17	5.5	赖氨酸
籽粒苋	304	—	42	—	—	—	赖氨酸
食用稗	—	—	—	—	0.16	—	—
薏红米	47	242	5.8	0.38	0.16	1.7	—
甘薯	18	20	0.4	0.12	0.04	0.5	维生素 C 30mg
马铃薯	11	64	0.1	0.1	0.03	0.4	维生素 C 16mg
木薯	85	30			0.08	0.9	维生素 C 22mg

薯类外，所有杂粮均高于小麦和大米，有的甚至高出4~5倍。研究认为，各种米面中的脂肪均以不饱和脂肪酸为主，必需脂肪酸含量较高。必需脂肪酸在促进人体组织细胞的生成，调节脂质代谢，尤其是胆固醇代谢，防止X射线引起的皮肤损伤等方面有突出作用。在重要的无机盐中，各种杂粮的钙、铁含量相差较大。杂粮中钙含量最多的是籽粒苋，是小麦、大米的近10倍。黍、稷米、大麦、莜麦、木薯中钙含量也较丰富。同时，这些杂粮中的铁含量也超过了大米和小麦。但要注意这些食物中钙、铁的存在状态和植酸对其吸收率的影响。维生素中硫胺素、核黄素的含量也是很丰富的。如大麦中的核黄素为4.8mg/100g，是小麦粉的80倍，大米的48倍；薯类中富含维生素C，这是其他粮食无法比拟的。所以，从营养角度说，杂粮具有很好的利用价值。

资料表明，许多杂粮含有特殊的成分对人体具有特殊的食疗和保健作用。如荞麦含有芦丁。芦丁具有软化血管、降低血脂和胆固醇的功能，对高血压、心血管疾病有较好的治疗和预防作用，并能控制和治疗糖尿病、青光眼。此外，荞麦还有健胃、增强免疫、消炎、除湿热、祛风痛、清热解毒、防癌之功效。小米具有清热、消渴、利尿作用，可治脾胃气弱、食不消化、反胃呕吐等症。玉米中含一种抗癌因子——谷胱甘肽，对清除体内自由基、刺激体内免疫反应、增强免疫力有重要作用。用玉米胚芽制成的胚芽油是一种上等植物油，具有抗疲劳、降血脂、预防心血管疾病的神奇功效。甘薯是目前公认的健康长寿食品，其中所含的黏液蛋白不但可以防止脂类物质在动脉壁上沉积而引起动脉硬化，还可防止肝、肾等器官结缔组织的萎缩，具有抗老化作用，并对呼吸道、消化道、关节腔和浆膜起一定的润滑作用。大麦中的尿氮素对促进化脓性创伤及顽固性溃疡愈合，治疗慢性骨髓炎、胃溃疡有积极的作用。燕麦中的功能因子则为燕麦纤维、亚油酸、皂苷等，利于预防和治疗心血管疾病，并可有效地防治结肠癌、便秘、静脉曲张等疾病。而燕麦面作为治疗糖尿病的食品一直在民间广泛流传。

二、杂粮食品开发应用的现状

目前国内外对杂粮食品的开发主要侧重于以下几个方面。

1. 杂粮面制品的加工

杂粮营养丰富，具有良好的保健功效，虽可直接食用，但往往口感粗糙，色泽不吸引人，味道也不佳。可将一种或几种杂粮与口感好的小麦粉搭配，制作出不同种类的品种，但杂粮面制品一直是杂粮食品加工的重要内容，也是人们非常喜欢的食品，常见的诸如燕麦饼、麦香包、黑面包、燕麦馒头、莜面窝垒、莜面团子、莜面猫耳朵；玉米馒头、玉米面蛋糕、二面豆沙包、玉米窝头、芝麻煎堆；黄米面油糕、豆面糕、红枣切糕；高粱面鱼鱼、高粱面疙瘩等都是人们日常生活中非常喜爱的杂粮食品。

2. 杂粮休闲食品

以马铃薯为原料可制成各种休闲食品，如果脯、薯米（粒）、脱水马铃薯片（条、泥）、薯粉、马铃薯方便面、油炸马铃薯片等。浙江、福建等省出口的“油炸薯片”和“红心地瓜干”在日本和中国香港的市场上供不应求。目前已经上市的非油炸薯片更是备受青睐。以玉米为原料可制成玉米片、玉米方便粥、玉米营养粥、玉米花、玉米面饼干，玉米面脆片等。玉米花丝罐头、甜玉米罐头、玉米笋罐头、玉米笋蜜饯也深受欢迎。

3. 特殊保健杂粮食品

目前该方面研究最多的是荞麦疗效食品。多项研究认为苦荞麦对高血脂及高血压、糖尿病有显著的疗效。日本九州工业技术研究所发现荞麦粉中含 8 种蛋白酶阻化剂，能阻碍白血病细胞增殖，有望研制成治疗白血病的新药。北京粮食科学研究所利用新工艺研制出三种苦荞粉、疗效粉、颗粒粉，以这三种粉为原料制出复方苦荞双降粉（降血糖、降血脂），并以这种粉制出方便面、空心面、蛋糕、面包、点心等。

4. 杂粮饮料加工

用鲜玉米加工制作液体饮料如玉米杏仁茶和玉米冰淇淋已有报

道，也可用小米制冰淇淋，用大麦生产大麦咖啡饮料和大麦保健茶。以荞麦为辅料，制作的荞麦豆乳也是一种很受欢迎的保健饮品。特色饮料格瓦斯源自俄罗斯，以利用面包屑或玉米发酵而成（属于俄式饮料），格瓦斯饮料在国际上是与可口可乐并驾齐驱的两大饮料之一，其具有天然发酵的醇香味，营养丰富，酒精含量低微，除消暑、解渴外还能增进人体消化功能，是既可作饮料又可代酒助兴的良好保健饮料。利用甘薯制作的格瓦斯风味独特，营养丰富，也是一种理想的保健饮品。

5. 其他

大麦、红薯、马铃薯、玉米、小米等可作为酿酒的原料。此外，我国酿制成功的籽粒苋酱油，开创了国内外酱油生产不用人工色素而保证传统酱油色泽的先例，引起了世界的惊奇和关注。

三、我国杂粮食品加工的发展优势

与其他作物相比，加入世贸组织和世界经济一体化进程的加快使我国的杂粮生产与加工面临着更好的机遇，我国杂粮产品有显著的市场优势。

1. 相对低廉的成本优势

据了解，近 10 年来，发达国家小杂粮种植面积稳中略有下降，发展中国家杂粮种植面积却呈上升趋势。据专家们分析，近几年来全世界小杂粮的消费量和单价呈现逐年上涨趋势，主要原因是小杂粮作物属于劳动密集型产业，单产较低而不稳，且不利于机械化生产，导致国际市场上小杂粮出现供不应求的局面，国际杂粮价格远高于国内。随着我国加入世界贸易组织带来的机遇，今后几年内，国内小杂粮作物发展将迎来一个黄金时期。

2. 消费需求增加的市场优势

随着人们生活水平的提高，健康饮食与保健意识的增强，在满足丰衣足食的同时，人们的餐桌风味也正在悄然发生着一场吃的“革命”。在世界范围内，已刮起一股声势浩大的吃粗杂粮食品的旋风，不少城市众多饭馆竞相树起杂粮招牌，粗杂粮食品如荞麦面、

高粱面和玉米面等应有尽有。杂粮食品必将成为未来饮食的主导，市场开发潜力巨大。

3. 无污染无公害的原料优势

杂粮在我国也是一种无公害的天然绿色食品，大多数杂粮种植在边远山区、高寒地区，一般比较耐瘠薄、耐干旱，多在不宜种植水稻和小麦的山坡、旱地或干旱区种植杂粮，土质和空气无污染，无过量农药化肥残留之忧。杂粮不与水稻、小麦争土地。杂粮作物生长期短，耐旱、耐寒，适应于干旱区种植，是节水作物。这些优势表明，杂粮产业具有巨大的开发潜力和市场拓展潜力。

4. 古老的杂粮食文化优势

在我国漫长的发展历史中，杂粮作物的种植、加工、食用占据着相当重要的地位，2000 多年来，杂粮一直是我国传统的农业种植作物，是中华民族赖以繁衍生存的重要食物来源。我国古老的医学对杂粮的医疗保健作用有着深刻的了解和应用。劳动人民通过自己的劳动和经验总结发展了丰富的杂粮食文化。这种深厚的文化积淀对建立现代杂粮食品工业提供了良好的借鉴。

四、我国杂粮食品加工业存在的问题及发展趋势

1. 存在的问题

(1) 杂粮加工原料生产缺乏稳定性 我国杂粮生产一直处于农户口粮调剂和农业生产的填空补缺状态，种植分散、产量不稳，加上生产加工与商贸系统之间缺少信息交流，更使杂粮的产销存在很大的盲目性，一旦货源紧俏，便价格飞涨，兴起抢购热。在大部分地区，杂粮的生产还处于自给自足状态，商品率很低。同时，杂粮生产广种薄收、管理粗放、优质品种面积少、品种混杂和退化严重，杂粮亩产（1 亩=666.67m²）水平一直在 200kg 左右徘徊。

(2) 杂粮深加工比例低 用杂粮可加工各类杂粮食品，其经济效益比原杂粮提高数倍甚至数十倍。而在我国，目前大量杂粮只用于饲料、造酒等，既不科学，经济效益又低。不少农民手中杂粮积压、难以消化的状况，使得杂粮种植有连年递减的趋势。据估测，