

杂粮改性专用粉制备技术 & 杂粮食品开发

曹龙奎 王立东 张学娟 王维浩 著



科学出版社

杂粮改性专用粉制备技术 及杂粮食品开发

曹龙奎 王立东 张学娟 王维浩 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本著作重点阐述了杂粮专用粉的改性技术方法、杂粮改性粉的物理化学性质和杂粮专用粉食品的开发。本书介绍通过采用挤压膨化、超微粉碎、生物发酵等加工技术方法对杂粮原料进行改性处理,制备得到改性杂粮粉,进一步对改性粉的物理化学性质进行探究,最后利用该杂粮改性粉进行杂粮主食如馒头、面条和饼干等食品的加工。本书既有前瞻性,又有实用性,具有较高的学术价值。

本书可供从事杂粮加工技术研究、生产的技术人员及有关企业,以及高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

杂粮改性专用粉制备技术及杂粮食品开发 / 曹龙奎等著. —北京: 科学出版社, 2016

ISBN 978-7-03-047899-3

I. ①杂… II. ①曹… III. ①杂粮-食品加工 IV. ①TS210.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 058356 号

责任编辑: 刘思佳 王杰琼 / 责任校对: 王万红

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 艺和天下

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>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 3 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2016 年 3 月第一次印刷 印张: 18 1/2

字数: 370 000

定价: 80.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135235 (VP04)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

随着人们生活水平的提高,国内对优质杂粮产品的需求迅速增长,使得杂粮加工业逐渐受到重视,杂粮加工业有了较大的发展,杂粮产品品种不断增加,杂粮的精深加工也有了较快的发展速度,以杂粮为原料生产的营养食品、保健食品等受到消费者的欢迎。同时,产业结构的调整也为杂粮的产业化发展提供了良好的机遇,使得杂粮产业巨大的开发潜力和市场拓展潜力日益凸显,我国杂粮加工业的发展呈现新态势。作为杂粮主食加工品,杂粮面制食品具有广阔的市场和开发前景。杂粮虽具有一定的营养保健作用,但杂粮本身的一些固有特性,如杂粮面筋含量极低,影响其在面条、烘焙食品等方便食品的品质;杂粮食品口感差,影响产品的适口性;杂粮含有很多抗营养因子,使得杂粮的消化性差,如杂粮仅经过初级加工制备杂粮食品,将影响人体机能对蛋白质、无机盐以及某些微量元素的吸收。随着人们对杂粮保健功能的深入认识和对健康关注,对“多样化、营养、健康、安全、方便”的杂粮健康食品的需求日益增强,对杂粮食品的研究与深度也在逐步加深。因此,针对当前杂粮食品普遍存在的适口性差、面筋含量低、消化性差等状况,采用现代高新技术手段,将杂粮进行有效的改性处理,并将其与小麦粉混合使用,应用到面条、馒头及饼干等食品加工中,在保留杂粮营养成分的基础上,更好的改善加工产品的口感,同时赋予食品特有的杂粮风味,使杂粮最大程度的发挥资源优势,实现杂粮的高质化利用。

本书主要介绍杂粮改性专用粉制备技术及相关杂粮食品开发。书中系统介绍了杂粮粉的改性技术方法,改性专用粉的物理化学性质,杂粮专用粉在杂粮食品中的应用等内容,在编写方法上从机理到工艺,从配方到产品,具体详尽的对杂粮改性专用粉的工艺和可开发产品进行介绍。

本书共分七章,第一章主要对我国杂粮加工和发展现状、杂粮改性方法和杂粮食品进行概述;第二章介绍了挤压膨化改性杂粮粉粉质特性及对馒头品质的影响;第三章介绍了利用挤压膨化预处理杂粮制备饼干预混合粉及杂粮饼干的制备研究;第四章介绍了挤压膨化对鹰嘴豆淀粉物理化学性质的影响;第五章介绍了不同添加剂对小米粉和小米淀粉物理化学性质的影响;第六章介绍了生物发酵法对黄米物理化学性质的影响;第七章介绍了芸豆淀粉的提取、物理化学性质研究及芸豆复合挂面的制备。

本书具体撰写分工为:曹龙奎撰写第一章、第二章和第六章的第四节、第五节;王立东撰写第四章和第六章的第一节、第二节、第三节;张学娟撰写第三章和第五章;王维浩撰写了第七章。在试验研究及撰写过程中得到了冷雪、沈丹、

高珊、孟郊、李强双、李丽等研究生的大力帮助，在此表示衷心的感谢。

本书可作为高等院校有关专业本科、硕（博）研究生和科研工作者的教学和科研参考用书。而且，随着科技的进步和加工技术的发展，著者也将对该书有关内容进行适时修订，使其不断更新、丰富和完善。

由于受材料、手段、研究方法、食品种类及作者水平的限制，本书的研究结果不可避免地会存在一些观点、结论方面的问题和不足；作者对国内外研究资料的整理和加工也未必全面系统，或未完全表达原作者的思想，衷心地希望读者在阅读本书的过程中给予批评和指正。

著 者

2015年11月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 杂粮加工及产业化发展现状	1
第二节 杂粮粉的改性技术方法	7
第三节 杂粮面制食品加工利用现状	11
主要参考文献	15
第二章 改性杂粮粉粉质特性及对馒头品质的影响	17
第一节 杂粮的营养特性及物理改性方法研究概述	17
第二节 挤压膨化对杂粮改性处理	22
第三节 杂粮馒头粉基础配方及杂粮面团流变学特性测定	35
第四节 杂粮馒头的品质改良	50
第五节 结论	61
主要参考文献	62
第三章 挤压膨化预处理黑色杂粮制备饼干预混粉的研究	65
第一节 研究概述	65
第二节 挤压膨化杂粮工艺条件的优化	72
第三节 杂粮粉对饼干预混粉品质的影响	81
第四节 黑色杂粮饼干工艺配方的研究	90
第五节 黑色杂粮饼干预混粉品质测定	97
第六节 结论	102
主要参考文献	103
第四章 挤压膨化对鹰嘴豆淀粉理化特性及其品质的影响	106
第一节 研究概述	106
第二节 鹰嘴豆淀粉的提取工艺	113
第三节 响应面法优化鹰嘴豆淀粉挤压膨化工艺条件	119
第四节 膨化鹰嘴豆淀粉理化特性的研究	129
第五节 挤压膨化对鹰嘴豆淀粉消化吸收性及对有关营养性的研究	151
第六节 结论	155

主要参考文献	155
第五章 不同添加剂对小米粉和小米淀粉理化特性的影响	159
第一节 研究概述	159
第二节 小米淀粉和小米粉基础性质的研究	166
第三节 小米淀粉和小米粉糊化特性的研究	182
第四节 小米淀粉和小米粉老化特性的研究	190
第五节 结论	199
主要参考文献	200
第六章 自然发酵对黄米理化性质的影响研究	204
第一节 引言	204
第二节 自然发酵对黄米化学成分的影响	214
第三节 自然发酵对黄米淀粉含量和结构的影响	223
第四节 自然发酵对黄米淀粉理化性质的影响	233
第五节 结论	249
主要参考文献	250
第七章 芸豆淀粉的提取、理化性质及复合芸豆挂面的制备	255
第一节 引言	255
第二节 芸豆淀粉提取工艺研究	262
第三节 芸豆淀粉理化性质研究	267
第四节 复合挂面制作工艺研究	279
第五节 结论	287
主要参考文献	288

第一章 绪 论

第一节 杂粮加工及产业化发展现状

一、杂粮及其营养价值

杂粮是小宗粮豆的统称，亦称小杂粮，主要是指生育期短、种植面积少、种植地区和种植方法特殊、有特殊用途的多种粮豆，其特点是小、少、特、杂。主要包括有芸豆、红小豆、绿豆、黑豆、豌豆等杂豆类作物以及大麦、高粱、谷子、荞麦、燕麦、糜子等杂谷类，共 20 多种，除水稻、小麦、玉米、大豆和薯类五大作物外的粮豆作物均属杂粮。

杂粮中富含较高的微量元素、膳食纤维、维生素、蛋白质与氨基酸，具有碱酸中和性，热量低，同时含有多种药用成分如膳食纤维、芦丁、不饱和脂肪酸、多种维生素和微量元素。同时杂粮也是一种药物，富含各种生理功能活性物质，如异黄酮、黄酮、黄酮醇、皂角苷、类固醇、萜类化合物、生物碱、毒枝霉素、植物抗毒素与多酚类化合物等，可降低高脂血症、糖尿病、冠心病等患病率。因此，杂粮是调整膳食结构、避免长期单一食用主粮导致的膳食营养“过剩”或“不足”的重要食粮。由于杂粮具有独特的风味和较高的营养价值，使其在食品工业中应用广泛。

二、国内外杂粮生产现状

无论是国内还是国外，杂粮都是旱作农业的重要组成部分。全球主要有 30 多个国家生产杂粮，杂粮总产量 2.44 亿 t。近年来，在世界杂粮作物种植上，美国、德国、法国等发达国家种植面积稳中略降，发展中国家杂粮种植面积呈上升趋势。世界杂粮消费量和单价呈现逐年上涨趋势。豌豆、青豆、荞麦的种植面积和总产量中国居世界第一位；芸豆加拿大、印度居第一、二位；高粱美国、尼日利亚居第一、二位；小米印度、尼日利亚居第一、二位，单产量中国位居世界前列。根据联合国粮农组织发布的 2010 年统计，世界杂粮主要生产国有中国、俄罗斯、印度、美国、澳大利亚、加拿大等（表 1-1、表 1-2）。

表 1-1 2010 年世界杂粮主要生产国及中国所处地位

作物	主要生产国	中国所占有的地位
芸豆	加拿大、中国、印度、尼泊尔	主要生产国之一
谷子	印度、中国、俄罗斯	产量居第 5 位
燕麦	俄罗斯、中国、澳大利亚、加拿大	主要生产国之一
高粱	美国、尼日利亚、印度、澳大利亚	主要生产国之一
糜子	俄罗斯、中国、伊朗、乌克兰、印度	面积、产量均居第 2 位
荞麦	中国、俄罗斯、日本、乌克兰、加拿大	面积、产量均居第 1 位
红小豆	中国、朝鲜、韩国、日本、印度、泰国	占 30% 以上份额
豌豆	中国、法国、印度	面积、产量均居第 1 位
绿豆	中国、印度尼西亚、土耳其、印度	占 30% 以上份额

表 1-2 2010 年世界主要杂粮生产国及产量统计

序号	绿豆 (mung bean)		燕麦 (oat)		荞麦 (buckwheat)	
	国家	产量/t	国家	产量/t	国家	产量/t
1	中国	14 688 367	俄罗斯	5 401 200	中国	570 000
2	印度尼西亚	879 597	波兰	1 415 400	俄罗斯	564 040
3	土耳其	603 653	澳大利亚	1 244 000	乌克兰	188 600
4	印度	540 624	芬兰	1 114 700	美国	142 196
5	埃及	300 000	西班牙	906 200	波兰	81 226

序号	芸豆 (Lentil)		小米 (Millet)		大麦 (Barley)	
	国家	产量/t	国家	产量/t	国家	产量/t
6	加拿大	1 510 200	印度	8 810 000	俄罗斯	17 880 800
7	印度	950 000	尼日利亚	4 884 890	法国	12 875 800
8	土耳其	302 181	尼日尔	2 677 860	德国	12 288 100
9	美国	265 760	马里	1 390 410	乌克兰	11 833 100
10	尼泊尔	147 725	中国	1 225 579	澳大利亚	8 098 000

中国是世界杂粮生产大国和出口大国, 种植面积年均 900 万 hm^2 , 2010 年的杂粮总产量达到了 2557 万 t (根据 2010~2015 年中国粗杂粮市场需求预测与投资可行性研究报告), 居世界第一位。杂粮年出口量约 80 万~150 万 t, 约占我国粮食出口量的 10%。由于国家、各级部门和地方政府重视粮食安全和国民健康, 对杂粮产业的研究、技术研发及生产给予了大量的投入, 使得生产技术水平不断提高, 单产稳步提升, 主要是芸豆、绿豆、红小豆种植面积和单产增长较快, 促使总产量逐年增长。其中荞麦、豌豆、红小豆和绿豆居世界第一位, 苦荞为中国独产, 高粱、芸豆、谷子的种植面积、总产量和出口量都居世界前列, 蚕豆产量占世界总产量的 50%; 绿豆、红小豆产量均占世界总产量的 30% 以上。在我国种植面积较大的省份是内蒙古、黑龙江、山西、甘肃、四川、河北; 单产较高的主要省份是黑龙江、四川、甘肃、吉林。黑龙江省以芸豆、绿豆、红小豆、谷子为主, 内蒙古以种植燕麦、绿豆、荞麦、糜子为主, 山西主要种植谷子、豆类 (表 1-3)。

表 1-3 2009 年我国生产杂粮的主要省份与品种分布情况

省份	杂粮总面积/万 hm^2	杂粮单产/ (t/hm^2)	主要种植品种
内蒙古	99.70	1.95	燕麦、糜子、绿豆、荞麦
黑龙江	65.50	2.45	芸豆、绿豆、红小豆、谷子
江苏	45.00	2.25	大麦、豌豆
山西	62.30	0.39	谷子、豆类
甘肃	45.96	2.42	大麦、荞麦、豌豆、糜子
四川	44.92	2.45	荞麦、青稞、芸豆
河北	37.22	1.25	绿豆、红小豆、豌豆、谷子
贵州	26.33	1.19	豆类、谷子、糜子
吉林	25.42	2.25	高粱、谷子、糜子、燕麦
陕西	21.00	1.18	荞麦、糜子、谷子、豆类
辽宁	20.80	0.31	高粱、谷子、糜子、荞麦

三、杂粮加工及产业化现状

1. 杂粮加工技术

以现代粮食加工技术为基础,利用营养学、谷物化学、食品科学、机械、食品工程、植物生理学、经济学等多学科领域的基本原理与新技术,将各种杂粮及其加工副产物与废弃物转化为高附加值食品、食品配料、保健品、可再生生物质能源与生物质环保工业材料等(图 1-1)。

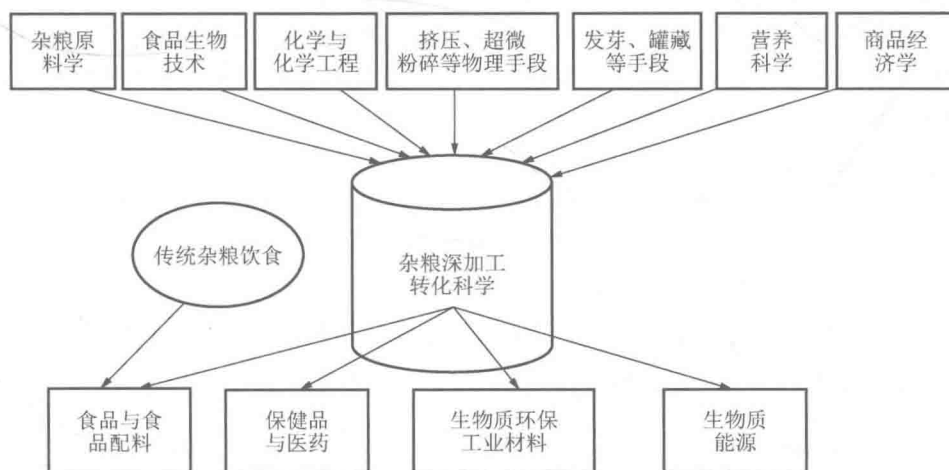


图 1-1 杂粮加工技术

2. 杂粮加工的特点

(1) 复杂而多样

杂粮含有杂谷类如荞麦、糜子、高粱、燕麦、谷子、大麦、黑麦、青稞等，杂豆类如蚕豆、芸豆、绿豆、红小豆、扁豆、鹰嘴豆、豌豆等，由于品种繁多，使得杂粮加工的技术复杂而多样。

(2) 多学科理论相结合

同类杂粮的品种具有多样性，其成分和保健功能各不相同，如荞麦分为甜荞与苦荞，燕麦分为皮燕麦与裸燕麦（即莜麦），高粱分为饲用高粱、酿酒用高粱与食用白高粱等，在加工中需要综合利用食品生物技术、化学化工技术、发酵工程技术以及分离、挤压、超微粉碎等技术。

(3) 需最大限度地保留功能活性成分

杂粮具有许多独特的保健功能，多数杂粮含有特殊的功能活性成分，因此在加工过程中必须最大限度地保护其有效功能成分。

(4) 调整适口性，满足人们吸收营养的要求

大部分杂粮含有很多抗营养因子，适口性及消化性较差。因此需要在加工过程中充分考虑人们的口味需求，保证产品有良好的适口性，使得大众乐于接受杂粮产品，同时采取新技术、新工艺，使杂粮食品利于人们消化和吸收。

3. 杂粮加工产品的形式

通过利用不同的加工技术，可将杂粮制备出不同形式风格的产品。其主要产品形式有油炸物，如燕麦油、薏苡仁油等；茶饮料类，如大麦茶、大麦咖啡、绿豆汁、薏苡仁饮料、燕麦乳、小米奶饮料等；蛋白提取物，如荞麦种子经碾磨、碱提、浓缩、中和、杀菌、干燥制得蛋白提取物；黄酮类物质，如荞麦中提取的类黄酮作为医药原料和添加剂；发酵、焙烤制品，如荞麦酱、荞麦醋、荞麦蛋糕、荞麦面包等；多糖、淀粉提取物，如薏苡仁多糖、大麦淀粉等；葡聚糖和葡聚糖凝胶，如燕麦葡聚糖、燕麦葡聚糖凝胶等；酒类食品，如大麦啤酒、苦荞麦酒、高粱酒等；膨化及方便食品，如黑色杂粮膨化食品、杂粮八宝粥、杂粮方便面等。

4. 国内外杂粮加工技术现状

(1) 国外杂粮加工技术现状

国外对杂粮食品的加工技术研究主要集中在杂粮功能因子与功能特性、杂粮保健食品及增值技术与装备等方面。杂粮产业是一项技术综合而复杂的系统工程，世界各国特别是发达国家都以市场为导向、效益为中心，把提高杂粮的产量和品质、开发精深加工产品、工程化转化、提高市场竞争力作为杂粮产业发展的主攻任务。

① 注重杂粮深加工增值技术与多元化利用研究。以增加产品附加值为主要目

标,应用超微粉碎技术、新型分离技术等^①在初级加工基础上,开展杂粮新产品的开发及深加工增值技术研究。如加拿大已经有 170 余种燕麦食品上市,每吨去壳燕麦的价值由 400 美元增加到 4000 美元。日本将荞麦作为民间的主要饭食外,还将荞麦淀粉与蛋白提取后,制成功能性荞麦蛋白添加剂。

② 注重消费量最大的杂粮方便化、餐桌化食品的开发。各国专家一直致力于研究开发杂粮食品的营养与感官特性的最佳组合,研究改变杂粮加工品质的新技术。如美国、加拿大等国的杂粮加工业一方面引入不同民族风味的食品;另一方面积极推出便捷食品,如“保鲜餐”、“全餐配备”、“速配餐”、“即食汤”等,以及健康食品,包括低脂、低盐、低糖食物,瘦身特餐等。

③ 注重杂粮功能性食品与保健品的开发。各国研究杂粮中生物活性物质的分离、鉴定、特性与生物效价、生物活性物质的保健作用及减少慢性疾病的危害作用等方面比较深入,通过新工艺将这些生理活性物质开发成应用于食品与非食品产品的配料。如美国在燕麦功能性配料的开发方面非常成功,利用燕麦与燕麦麸皮开发出一种富含 β -葡聚糖的可溶性膳食纤维胶 Nutrim 与 Z-Trim 等商品化功能性食品配料,具有降低血液胆固醇的功能,已广泛应用于食品工业。

④ 注重加工专用设备的研制和加工水平的提升。发达国家的杂粮加工比较深入,使用了先进的专用加工机械装备。国际上杂粮深加工工程技术研究开展比较深入的国家主要有法国、德国、日本、美国、瑞士、丹麦、印度、韩国等国家,杂粮加工机械装备比较先进,目前已形成配套完整的杂粮加工机械装备制造体系。法国、德国大麦生产线采用计算机程序智能控制,具有自动检测、自动分析、自动调整等功能。

⑤ 注重标准化生产体系的建设和实施。发达国家建有非常全面的相互配合的农产品(包括杂粮)质量安全体系,包括产品质量安全管理体系,产品质量安全法律法规体系,产品质量标准体系,产品质量检验检测体系,产品质量认证体系,质量安全技术支撑体系和产品质量安全信息体系。

(2) 国内杂粮加工技术现状

国内对杂粮的研究主要集中在品种选育和种植技术方面,对杂粮的加工技术的研究较少,我国杂粮产品主要以民族食品 and 传统食品为主,其加工率不高,多数企业只是简单加工和包装,绝大部分杂粮产品是以原粮和初级加工产品的形式进入市场,产业化程度低,进一步的深加工比例小,多层次开发的产品更少,先进加工技术的应用严重不足。目前我国有一批杂粮加工企业与科研机构正致力于深加工产品的开发,并取得了一些可喜的成果。

① 开始注重杂粮方便食品的开发。如安徽燕之坊有限公司利用黑豆、高粱、红芸豆、红小豆、小米、花生、绿豆等开发生产了原生态系列、养生系列、早餐系列等产品;山西金绿禾生物科技有限公司开发的燕麦益生乳、燕麦纤维、燕麦 β -葡聚糖胶囊等。

② 加大企业产业技术研发投入,开发精深加工产品。如山西寿阳民生粮油有限公司建立了研发机构开发出荞麦营养专用粉、苦荞茶与荞苣素;四川凉山彝家山寨绿色食品厂开发出荞麦苣油;贵州赫章县黔丰荞业有限公司开发了苦荞三高苣麦片、苦丁茶,获得卫生部批准的苦荞保健食品共有 11 种。

③ 中国传统食品正在走向工业化生产之路。我国杂粮一直以民间传统食品消费为主,如传统的荞麦面条、烙饼、煎饼、荞酥、凉粉、灌肠及荞麦粥等,其工业化产品几乎是空白;传统高粱食品约有 40 余种,大体分成米制食品、面制食品和膨化食品三大类,但这些食品均由于工艺落后、生产设备简陋,很难实现产业化。近年来,一些企业开始注重民族传统食品的工业化开发,如豆沙、油炸豆、面条等传统食品已由圣昂达机械(天津)有限公司自主开发的二次挤压非膨化生产装备等实现了工业化生产。

5. 我国杂粮加工存在的主要问题

(1) 加工企业规模小、创新能力弱

尽管我国的杂粮加工业有了较快发展,但大多数企业处于小规模经营,品牌杂,缺乏市场竞争能力,技术水平低,设备落后,缺乏高质量和高水平的监测手段。长期以来,对杂粮生产、加工领域的科研工作重视不够,造成杂粮生产、加工领域技术创新能力不强。

(2) 杂粮加工装备陈旧,工艺水平低

目前,我国大多数杂粮加工企业的工艺技术水平都较低,缺乏高质量和高水平的工艺装备。我国在杂粮加工机械方面的差距主要体现在杂粮加工机械装备的专用性、配套性差,自动化程度低,大型装备少,自主研发能力弱。

(3) 技术研发投入低,精深加工产品少

我国杂粮产品主要以民族食品和传统食品为主,其加工率不高,多数企业只是简单加工和包装,绝大部分杂粮产品是以原粮和初级加工产品的形式进入市场,产业化程度低,深加工比例小,多层次开发的产品更少,先进加工技术的应用严重不足。市场上能够满足改善膳食结构、调整营养平衡的大众化杂粮食品很少,而能够防病的杂粮保健食品更是十分稀少,品牌影响力弱,名牌产品凤毛麟角,加工业效益低下。

(4) 缺乏系统的杂粮原料及加工制品的品质评价指标体系与方法

由于杂粮产品质量标准体系不健全,与国际质量要求不同步,无法与国际接轨,致使产品在国际市场缺乏竞争力,只能受制于人,处于被动和从属地位。有些杂粮品种正面临退化的危险,同时育种、生产、加工与消费市场有脱节现象。

(5) 加工产业链条不完整,未形成产业化体系

我国的杂粮产业现状表现为种植、收购、流通、加工、销售等诸环节之间互相脱节,产业链条不紧密、不完善、不平衡,杂粮产业发展各环节组织化程度均

不高,龙头企业少、规模小,精深加工能力不足,没有形成足够大的杂粮产业带动力,杂粮加工企业缺少做大做强的人才、技术、资金及政策等支持。

四、我国杂粮加工的发展趋势

(1) 开发方便化杂粮食品及杂粮加工增值技术

通过对杂粮产品的精深加工、梯级增值产品的开发,加工满足改善膳食结构需要的方便化杂粮食品;开展杂粮加工增值技术研究,如特殊碾磨工艺、包装工艺、有效成分提取技术、杂粮副产物综合利用技术、杂粮多元化利用技术等,提高杂粮产品的科技含量、生产水平、产品档次和市场竞争能力。

(2) 建立标准化的加工体系和高水准的质量标准

规范具有可操作性的生产技术规程,确定高水准的质量标准,制定和完善杂粮作物生产的系列标准,主要有:杂粮加工产品的生产标准与产品标准、杂粮绿色有机生产技术标准、杂豆及谷类杂粮的种子标准化生产及供应体系、“农田到餐桌”杂粮全供应链质量控制与管理追溯体系标准、杂粮产业链高效、经济、生态、集约可持续发展标准模式。

(3) 加大宣传力度,创造品牌杂粮产品

通过新闻媒体加大宣传力度,及时发布相关信息,提高杂粮产品质量和市场竞争能力,促进杂粮的产业化发展;要加强杂粮名牌产品的保护、创新和管理,明确名牌产品的生产地域、条件、质量标准,大力推行名牌战略,切实增强“品牌兴农”的意识,以名牌促发展。

(4) 拓宽营销渠道,扩大国内、国际市场

通过参加和举办各种展销会、博览会等形式,提高杂粮产品的知名度。积极探索订单农业、产销直挂、连锁经营、期货交易、电子商务等现代流通方式;积极扶持农民经纪人队伍的发展,充分发挥他们在反馈市场信息、开拓销售渠道等方面的重要作用;建立杂粮行业协会及其他专业经济合作组织。搞好产销衔接,引导加工企业、批发市场、大型超市及其他中介组织建立生产基地或签订购销合同,促进订单农业发展。

第二节 杂粮粉的改性技术方法

一、挤压膨化技术改性

挤压食品的过程与通常食品的蒸煮、熟化过程完全不同,挤压食品的加热、熟化和挤压成型时在一台挤压机内,用很短的时间,几乎是同时完成的。其加工的大致过程是:食品原料按不同的配方混合,经过预处理后,进入螺杆挤压机,在螺杆的转动作用下,被揉捏成一种有黏性和塑形的面团,进而继续受到高剪切

力作用,并在模头的控制下产生高温、高压,使淀粉糊化,蛋白质变性,酶失活,微生物杀灭。全部过程一般是在 5~10s 内完成的,最长超不过 1min,其温度可达 150~200℃,模头前物料的压力最高可达 1MPa。食品在被挤出模头时,从高温、高压状态骤然进入高温、常压,由于压力的突然下降,水蒸气迅速膨胀和散发,使产品形成多孔结构,这与通常烤制的熟化过程完全不同,这种挤压过程的特殊加热、加压方式,对食品产生很多有利的影响,使产品的可消化性、 α -糊化度、灭菌率等趋于最大值,而对食品的有害影响如褐变、营养破坏等趋于最小值。挤压膨化技术具有以下特点。

(1) 有利于杂粮精加工

资料表明,杂粮食品合乎人体的营养生理科学,杂粮中含有较多的维生素、纤维素以及钙、锌、铁、磷等微量元素,对人体有益,但因口味、口感差而不为人们所接受。用膨化技术可改变食用风味、即可直接食用,也可做配料加工成多种制品。

(2) 营养价值损失少

杂粮膨化后,膨化时间短,加工的杂粮食品营养损失最小。谷物膨化不仅改变了外形,更重要的是改变了内部分子的结构和理化性质,其中部分淀粉转化为糊精和麦芽糖,有利于人体吸收。膨化后,淀粉的分子间出现间隙和裂解,消化酶易于进入,从而提高了消化率。据国外营养学家分析,高粱水浸物增加 2 倍,糊精增加 7 倍,由于膨化处理瞬时快速,杂粮中营养素破坏很少。

(3) 便于长期贮存

杂粮膨化食品经过高温、高压,杀菌较为彻底,膨化后食品降低了水分,限制细菌的滋生,这些都有利于食品的长期贮存。

(4) 不易回生,食用方便

高淀粉的杂粮原料,食品的熟化是将 β -淀粉转化为 α -淀粉的过程。实现这种转化需要加热, β -淀粉由淀粉的氢键彼此以胶束状态相结合,一般加热不能彻底把胶束状态破坏,冷却后被损胶束易于恢复原状,即产生“回生”现象。采用膨化工艺,比一般加热糊化的淀粉体积增大 15~20 倍。由于体积的显著增大,被切断氢键呈现较大间隙,冷却后不易复合,可防止老化。

(5) 应用范围广

挤压膨化技术可用于加工各种膨化食品加工及对食品的改性处理,经过简单模具的更换,可生产不同外形和花色的产品,因而产品范围广、种类多、花色齐,可形成系列化。

(6) 生产效率高

由于挤压加工集供料、输送、混合、加热、熔融、成型为一体,又是连续生产,因此生产效率高,小型挤压机生产能力为每小时几十千克,而大型挤压机生产能力可达每小时十几吨以上,但能耗仅是传统生产方法的 60%~80%。

(7) 原料利用率高, 无污染

挤压加工是密闭的容器内进行的, 几乎是进多少原料出多少产品, 生产过程中没有原料流失, 除了开机和停机需投少量原料作为头料和尾料, 使设备过渡到稳定状态外, 一般不产生原料浪费现象, 也不会向环境排放废气、废水而造成污染。

二、超微粉碎技术改性

超微粉碎技术是利用特殊的粉碎设备, 通过一定的加工工艺流程, 对物料进行碾磨、冲击、剪切等, 将粒径 3mm 以上的物料粉碎至粒径为 $10\sim 25\mu\text{m}$ 以下的微细颗粒, 从而使产品具有界面活性, 呈现出特殊的功能。与传统的粉碎、破碎、碾碎等加工技术相比, 超微粉碎产品的粒度更加微小。超微粉碎技术是基于微米技术原理的。随着物质的超微化, 其表面分子排列、电子分布结构及晶体结构均发生变化, 产生块(粒)材料所不具备的表面小尺寸效应、量子效应和宏观量子隧道效应, 从而使得超微粉碎产品与宏观颗粒相比具有优异的物理、化学及表界面性质。

(1) 超微粉碎方式及设备

① 气流式超微粉碎设备。气流式超微粉碎是利用气体通过压力喷嘴的喷射产生剧烈的冲击、碰撞、摩擦等作用来实现对物料的超微粉碎。与普通机械式超微粉碎机相比, 气流粉碎机可将产品粉碎得很细, 粒度分布范围更窄, 粒度更均匀。因为气体在喷嘴处膨胀可降温, 粉碎过程不伴随热量产生, 所以粉碎升温很低, 这一特性对于低熔点和热敏性物料的超微粉碎特别重要。但是, 气流粉碎能耗大, 一般要高出其他粉碎方法数倍, 气流粉碎还存在粉碎极限, 粉碎粒度与产量呈线性关系, 产量越大, 粒度越大。

② 高频振动式超微粉碎设备。高频振动式超微粉碎是利用球形或棒形磨介作高频振动而产生的冲击、摩擦、剪切等作用力来实现对物料的超微粉碎。振动磨是用弹簧支撑磨机体, 由一带有偏心块的主轴使其振动, 磨机通常是圆柱形或槽形。振动磨的效率比普通磨高 $10\sim 20$ 倍, 其粉磨速度比常规球磨机快得多, 而能耗比普通球磨机低数倍。

③ 旋转球(棒)磨式超微粉碎设备。旋转球(棒)磨式超微粉碎设备主要有球磨机、棒磨机等。常规球磨机一直是细磨过程中的主要加工设备, 主要靠冲击进行破碎, 物料粒度小于 $20\mu\text{m}$ 时, 反映出其效率低、耗能大、加工时间长等缺点。搅拌式球磨机是超微粉碎机中能量利用率最高的超微粉碎设备, 主要由搅拌器、筒体、传动装置和机架组成, 工作时搅拌器以一定速度运转带动研磨介质运动, 物料在研磨介质中利用摩擦和少量的冲击研磨粉碎。

④ 冲击式超微粉碎设备。冲击式超微粉碎机利用围绕水平轴或垂直轴高速旋转的转子对物料进行强烈冲击、碰撞和剪切。其特点是结构简单, 粉碎能力大, 运转稳定性好, 动力消耗低, 适合于中等硬度物料的粉碎。国产的 MLC-40 高速

冲击粉碎机用于超微粉碎取得了理想效果,入料粒度 3~5mm,产品粒度 10~40 μm 。

(2) 超微粉碎技术的优点

① 速度快,可低温粉碎。超微粉碎技术采用超音速气流粉碎、冷浆粉碎等方法,在粉碎过程不会产生局部过热现象,甚至可在低温状态下进行,粉碎瞬时即可完成,因而能最大限度地保留粉体的生物活性成分,有利于制成所需的高质量产品。

② 粒径细,分布均匀。由于采用了气流超音速粉碎,使得原料外力的分布非常均匀。分级系统的设置既严格限制了大颗粒,又避免了过碎,能得到粒径分布均匀的超细粉,很大程度上增加了微粉的比表面积,使吸附性、溶解性等亦相应增大。

③ 节省原料,提高利用率。物体经超微粉碎后的超微粉一般可直接用于制剂生产,而用常规粉碎方法得到的粉碎产品,仍需一些中间环节才能达到直接用于生产的要求,这样很可能造成原料的浪费。因此,超微粉碎技术非常适合珍稀原料的粉碎。

④ 减少污染。超微粉碎是在封闭系统内进行的,既避免了微粉污染周围环境,又可防止空气中的灰尘污染产品,在食品及医疗保健品中运用该技术,可控制微生物和灰尘对产品的污染。

⑤ 提高了发酵、酶解过程的化学反应速度。由于经过超微粉碎后的原料,具有极大的比表面,在生物、化学等反应过程中,反应接触的面积大大增加了,因而可以提高发酵、酶解过程的反应速度,在生产中节约了时间,提高了效率。

⑥ 利于对食品营养成分的吸收。研究表明,经过超微粉碎的食品,由于其粒径非常小,营养物质不必经过较长的路程就能释放出来,并且微粉体由于粒径小而更容易吸附在小肠内壁,加速了营养物质的释放速率,使食品在小肠内有足够的时间被吸收。

三、冻结技术改性

冻结工艺在杂粮食品加工中发挥着重要的作用,其基本原理一般分为两个方面。一是利用冻结使物理化性质发生变化而赋予其新的加工品质。冷冻使蛋白质变性,形成空隙网络结构。冷冻温度的高低直接影响着空隙网络的形成。冷冻速率过快,易产生裂缝和凹凸不平等;冷冻速率过慢,冰晶颗粒大,网络结构松散。冻结后即需进行干燥,使水分蒸发。二是利用冻结使物料水分体积膨胀的特性,使其形成微细孔和网络结构,从而提高复水性,达到食用方便的目的。

在杂粮主食方便食品生产中,比较多的要用到冻结工艺,冻结工艺可以使杂粮粉形成具有微孔特征的网络结构,易于复水或改良食品品质。例如制作冻结粉(生产面包、饼干的原料),在非油炸方便面、方便米粉(条)、速食米生产中,都