

现代食品深加工技术丛书

米糠深加工技术

张 敏 编 著



科学出版社

TS 210.4
32

现代食品深加工技术丛书

米糠深加工技术

张 敏 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

米糠深加工,其产出值相当于黄金七倍的价格,是农产品深加工的高附加值项目。全书分六章:第1章和第2章是米糠加工的基本概况;第3章至第6章详细叙述当前国内外应用的主要米糠深加工技术,结合米糠产品——米糠油、米糠蛋白、米糠多糖及膳食纤维和其他活性物质等展开介绍。编者力求反映目前行业现状和发展水平,根据米糠产品的变化、发展情况,关注理论研究前沿,突出实践环节,使现阶段新技术、新变化在本书中有所体现。

本书可作为高等院校粮食工程、农业工程及轻工业专业有关粮食储运与加工、食品科学与工程、粮食物流与贸易等方向的教科书;可供粮食、农业、食品、外贸有关科研及生产部门的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

米糠深加工技术/张敏编著. —北京:科学出版社, 2016.1

(现代食品深加工技术丛书)

ISBN 978-7-03-046729-4

I. ①米… II. ①张… III. ①米糠-食品加工 IV. ①TS210.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 302433 号

责任编辑:贾 超/责任校对:何艳萍
责任印制:赵 博/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>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年1月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2016年1月第一次印刷 印张:7 1/2

字数:140 000

定价:68.00 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 (以姓名汉语拼音为序)

毕金峰	曹雁平	程云辉	段长青	哈益明
江连洲	孔保华	励建荣	林 洪	林亲录
刘新旗	陆启玉	马美湖	木泰华	单 杨
王 静	王 强	王 硕	王凤忠	魏益民
谢明勇	徐 岩	杨贞耐	叶兴乾	张 泓
张 敏	张 慙	张 偲	张春晖	张德权
张丽萍	张名位	赵谋明	周光宏	周素梅

秘 书 贾 超

联系方式

电话:010-6400 1695

邮箱:jiachao@mail.sciencep.com

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,例如,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%都是加工产品和精深加工产品。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,功能性的深加工食品将成为我国居民消费的热点,其需求量大、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。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,其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。新型食品产业又是高技术产业。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。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,还包含了新型食材及其副产品的深加工、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。每一部对于大学、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

中国是世界上 100 多个稻米生产国中的“稻米王国”，稻谷年产量占世界稻谷总产量的 35% 左右，居世界首位。新中国成立以来，水稻播种面积、稻谷产量及稻谷总量大幅提升，水稻年播种面积约占粮食种植面积的 30%，稻谷年产量占粮食总产量的 44% 左右，尤其是世界矮秆稻良种的“绿色革命”源于中国，举世闻名的水稻杂交优势利用也在中国首先应用于生产，可以说中国是世界水稻科技强国。在 20 世纪下半叶，中国稻米生产以其辉煌的成就解决了占世界 1/5 人口的吃饭问题，做出了历史性贡献。

2002 年 12 月 16 日，联合国大会（简称联大）宣布 2004 年是国际稻米年。为一种单一作物设立国际年，在联大是史无前例的。联大通过宣布国际稻米年，确认了稻米是世界上一半以上人口的主要粮食来源，加强以稻米为基础的生产系统的可持续性和生产效率，要求民间社会各方面的承诺以及政府和政府间的行动。对世界上大部分人口来说，稻米深深植根于许多社会的文化遗产之中。仅在亚洲，就有 20 亿人从稻米及稻米产品中摄取 60%~70% 的热量。稻米是非洲增长最快的粮食来源，对越来越多的低收入缺粮国的粮食安全至关重要。世界上 4/5 的稻米是低收入发展中国家的小规模农业生产者种植的。稻谷生产系统及收获后经营，为发展中国家农村地区提供了近 10 亿个就业机会。国际稻米年的主题“稻米就是生命”，即以稻米为基础的生产体系与每一个人都直接或间接地息息相关，对粮食安全、脱贫及全球和平至关重要。

米糠是稻谷脱壳后精碾糙米时的副产物，由外果皮、中果皮、交联层、种皮及糊粉层组成。据不完全统计，我国年产米糠 1000 万 t，是最具开发潜力的一种高附加值资源。用米糠生产精炼米糠油、米糠蛋白、谷维素、肌醇、米糠多糖、米糠营养素、米糠膳食纤维等附加值高的新型产品，可促进水稻加工产业实现可持续发展和提高经济效益。美国、日本等国家都在积极开展稻米产后精深加工研究，尤其是米糠副产品综合利用的研究。有些产品处在中间实验或实验室阶段，有些已生产出功能保健食品、婴儿食品、药品和医药中间体系商品，进入国际贸易市场。目前，米糠中含有的功能活性成分还在不断地研究和开发中，如从梗稻中提取二十八烷醇具有独特的人体生理功能作用，且具有绿色属性，在市场上具有较强的竞争性，产业化前景很好。

米糠油中富含不饱和脂肪酸（80% 以上）和人体必需的脂肪酸，其中亚油酸含 29%~35%，可降低人体中胆固醇的含量和甘油三酯的含量，有“健康营养油”

的美称，是一种营养和保健价值都很高的新型食用油脂，可作为一级油和油炸专用油，也是高血压、心脑血管疾病、神经衰弱患者以及中老年人理想的保健用油。另外，米糠油具有特殊的谷物香味，烟点高，是餐饮业和食品工业的理想用油。除作为食用油外，米糠油还可用于医药、精细化工、日用化工等行业。

米糠蛋白主要包含清蛋白、球蛋白、谷蛋白以及醇溶蛋白，生物效价较高。控制蛋白酶的水解进程，制备具有生理活性的功能肽，是目前国内外食品、医药领域研究的热点。国内外已有利用酪蛋白、大豆蛋白及玉米醇溶蛋白等原料生产具有促进钙吸收、降低血压以及增强免疫作用的功能肽产品。米糠蛋白及其系列水解物的产品，也在陆续地被研发出来。米糠蛋白不仅可作为营养强化剂，将它添加到肉、乳制品中可降低产品的成本；米糠蛋白及其衍生物由于具有良好的表面活性，且对皮肤刺激性小，对毛发的再生和亮泽有明显效果，被作为化妆品的高级配料使用。

由于可溶性纤维含量低，米糠中的米蜡、半纤维素及谷甾醇都具有降低血液胆固醇的作用。很多报道指出，米糠能够降低血清总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇含量、增加高密度脂蛋白胆固醇含量，具有降低血脂、调节血糖、预防癌症和脂肪肝等多种保健功能。米糠中的膳食纤维能抑制食量，促进胃肠蠕动，达到通便防癌的效果；膳食纤维能抑制皮下脂肪的堆积，是过食、偏食时代最为有效的健康减肥食品之一。对米糠或米糠中的多糖进行发酵或酶解处理，可提取有增强免疫功能的活性因子；还可利用米糠生产含有生理活性成分的米糠发酵制品。此外，米糠中提取的植酸及其水解产物可作为化工、医药的重要原料。

发达国家的稻谷加工产品产值和利润比值约为 1 : 6，我国仅为 1 : 1.3；发达国家将稻谷加工副产品（米糠、稻壳）进行深加工，所创产值相当于我国米糠与稻壳价值的 60 倍。米糠深加工，其产出值相当于黄金七倍的价格，是农产品深加工的高附加值项目。联合国粮食及农业组织的研究数据指出，全球米糠油、米糠蛋白年生产能力分别为 60 万 t 和 20 万 t，至 2015 年市场需求量分别为 200 万 t 和 60 万 t。中国是世界上米糠资源最丰富的国家，发展稻谷综合利用精深加工高科技产业，提高稻谷产业科技水平，增强稻谷产业在国际市场上的竞争力，无疑对增强国家农业实力、稳定国家经济基础、振兴民族产业有着十分重要和深远的意义！发展米糠深加工项目，形成米糠油、米糠蛋白及米糠纤维等系列产品，加大对米糠功能成分的工业应用，开发出更多更好的高附加值产品，市场前景广阔！

作 者

2015 年 12 月

目 录

第 1 章 米糠概述	1
1.1 米糠资源的利用	2
1.1.1 发达国家米糠资源的利用	2
1.1.2 国内米糠资源的利用	5
1.2 米糠产品加工技术的研究	5
1.2.1 米糠保鲜技术的研究	6
1.2.2 米糠二级、三级产品的研究	7
1.3 米糠产品的生理功效及安全事件	8
1.3.1 米糠产品的生理功效	8
1.3.2 米糠的安全事件	9
1.4 米糠产品的开发与应用	10
1.4.1 米糠营养添加剂	10
1.4.2 米糠营养保健产品	11
1.4.3 米糠饲料	12
第 2 章 米糠的基本特征	13
2.1 米糠的来源与组成	13
2.1.1 米糠的化学组成	14
2.1.2 米糠的理化特性	16
2.1.3 米糠的国家标准	17
2.2 米糠的营养价值	17
2.2.1 米糠蛋白	18
2.2.2 米糠油脂	20
2.2.3 米糠多糖及膳食纤维	23
2.2.4 米糠中的活性物质	24
2.3 米糠的保鲜处理	25
2.3.1 引起米糠酸败的脂肪酶	25
2.3.2 米糠的稳定化方法	26
2.3.3 米糠的挤压保鲜处理技术	30
第 3 章 米糠油脂的加工	33
3.1 米糠油的特点	34

3.2 米糠制油的前处理	35
3.3 米糠油的制取	36
3.3.1 压榨法制取米糠油	37
3.3.2 常规浸出法制取米糠油	38
3.3.3 低温浸出法制取米糠油	40
3.3.4 其他米糠油制取技术	41
3.4 米糠油的精炼与加工	42
3.4.1 米糠油的常规精炼技术	43
3.4.2 米糠油的物理精炼	47
3.4.3 米糠油的其他精炼技术	49
第4章 米糠蛋白的加工	53
4.1 米糠蛋白的营养及特征	53
4.1.1 米糠蛋白的组成	55
4.1.2 米糠蛋白的结构	56
4.2 米糠蛋白的加工性质（功能特性）	57
4.2.1 大米蛋白和米糠蛋白的特性比较	58
4.2.2 米糠蛋白功能特性的变化	59
4.3 加工条件对米糠蛋白的影响	61
4.3.1 温度处理	61
4.3.2 pH 处理	62
4.3.3 压力处理	63
4.3.4 超声波处理	63
4.3.5 酶解处理	64
4.4 米糠蛋白的提取工艺	64
4.4.1 碱法提取	65
4.4.2 酶法提取	66
4.4.3 分级蛋白的提取	67
4.5 米糠蛋白肽的研究	69
4.5.1 米糠蛋白肽的生产	70
4.5.2 米糠抗氧化肽	71
4.5.3 其他米糠活性肽	72
第5章 米糠多糖及膳食纤维的加工	75
5.1 米糠多糖的形态与结构	76
5.2 米糠多糖的生理作用	77

5.2.1 提高免疫力	77
5.2.2 抗癌、抗肿瘤作用	78
5.2.3 降血脂、降血糖作用	79
5.2.4 抗紫外线辐射及影响矿物质代谢	80
5.3 米糠多糖的加工	80
5.3.1 热水浸提	81
5.3.2 超声波辅助浸提	81
5.3.3 微波辅助浸提	81
5.3.4 酶处理提取	82
5.3.5 其他提取技术	83
5.4 米糠膳食纤维的加工	83
5.4.1 膳食纤维的提取	84
5.4.2 米糠半纤维素的提取	85
5.4.3 米糠膳食纤维的改性加工	86
第 6 章 米糠其他活性物质的加工	87
6.1 菲汀的加工	89
6.2 植酸的加工	90
6.2.1 植酸的结构及性质	90
6.2.2 植酸的生产方法	92
6.2.3 植酸的纯化研究	94
6.2.4 植酸的生产工艺	95
6.2.5 植酸的应用	96
6.3 肌醇的加工	97
6.3.1 肌醇的性质	98
6.3.2 肌醇的生产	98
6.4 谷维素的加工	99
6.5 脂肪酸的加工	100
6.6 米糠蜡的加工	101
参考文献	104

第1章 米糠概述

稻米 (*Oryza Sativa* L.) 诞生在亚洲, 是世界上最主要的粮食作物之一。稻谷产量占粮食总产量的 37%, 是世界上一半以上人口的主要粮食。人类的食物热量有 23% 来自稻米。亚洲是世界上水稻的主要生产区, 稻谷产量占世界稻谷产量的 90%, 其次是南美洲占 3.2%, 非洲占 2.9%, 北美洲占 1.4%, 中美洲、欧洲和大洋洲共占 2.5%。现在稻谷种植已遍及 113 个国家和除南极洲以外的各大陆。中国、南亚和东南亚是亚洲水稻三个主要产区, 中国稻谷的产量占亚洲的 38%, 南亚占 29%, 东南亚占 25%。中国的稻谷产量居世界首位, 被称为水稻生产国中的“稻米王国”。

几乎每一种文化都有食用稻米的独特方式, 这是一个非常重要的现象。依照传统和人们的喜好, 稻米常被碾磨成白米 (精米), 这一加工过程可以缩短稻米的烹饪时间, 延长储藏期, 但同时也让稻米丧失了大量营养物质, 包括蛋白质、纤维素、脂肪、铁和维生素 B 等。稻谷在加工成精米的过程中要去掉外壳和占总重 10% 左右的种皮、果皮、外胚乳、糊粉层和胚。传统的米糠也就是现行我国国家标准规定, 糙米碾白时, 米粒 (胚乳) 的表皮、糊粉层、米胚芽和少量破碎胚乳 (碎米、米粃) 的混合物, 通称为米糠。米糠是稻谷加工中最重要的一类副产品, 它不仅有高含量的蛋白质 (14%~16%) 和脂肪 (15%~23%), 而且还含有抗微生物、抗致癌和其他能够促进健康的活性物质, 如膳食纤维、维生素、谷维素、矿物质、肌醇六磷酸、蛋白酶抑制物和丹宁等。

稻谷作为我国第一大粮食品种, 目前年产 1.85 亿 t 左右, 占全国粮食总产量的 44% 左右。米糠包含 90% 以上的人体必需元素, 因此有“天然营养宝库”之称, 是一种具有广泛开发价值的副产品资源。我国米糠资源的年拥有量在 1000 万 t 左右, 联合国工业发展组织 (UNIDD) 把米糠称为一种未被充分利用的原料 (an under-utilized raw material)。美国农业部的研究报告指出, 稻米中 64% 的营养素集中在米糠中, 除含有丰富的蛋白质、脂肪、糖类、维生素、膳食纤维和矿物质等营养元素外, 还含有生育酚、生育三烯酚、脂多糖、二十八烷醇、 α -硫辛酸、 γ -谷维素、角鲨烯等多种天然抗氧化剂和生物活性物质, 对人类健康和现代文明病的预防和治疗具有重要意义。

米糠可用于榨取米糠油, 脱脂米糠可以用来制备蛋白质、膳食纤维、植酸、肌醇和磷酸氢钙等产品。米糠颗粒细小、颜色淡黄, 便于添加到烘焙食品及其他米糠强化食品中。目前, 美国和日本是利用高科技开发米糠高附加值产品的典范。

日本将米糠作为一种高附加值产品可开发的新资源,在以米糠为原料提取米糠油后,还将精制过程中分离制得的其他米糠特有成分进行商品化生产,从而增加了米糠综合利用的途径和企业经济效益。

1.1 米糠资源的利用

米糠占糙米质量的 8%~10%,糙米重要营养成分大量集中于米糠之中。米糠的质量与各营养成分的数量取决于碾米精度以及碾米过程中胚乳破碎程度。一般米糠含有 14%~16%蛋白质、15%~23%脂肪、8%~10%粗纤维和 7%~12%灰分,此外还含有丰富的维生素和矿物质,至少集中了糙米 78%的维生素 B₁、47%的维生素 B₂、67%的维生素 P 和 80%铁元素。米糠蛋白含有所有必需氨基酸,并且属低过敏性,适用于婴幼儿食品。米糠油的脂肪酸组成中油酸约占 40%,亚油酸约占 34%。米糠碳水化合物含量较高,其中主要成分是膳食纤维。

米糠深加工技术及工艺方法很多,米糠深加工产品也很多,食用商品米糠(稳定全脂米糠或脱脂米糠)为一级产品;将其进一步加工成精制米糠油、米糠蛋白及其水解物、米糠膳食纤维等功能性食品为二级产品,以及以米糠为原料的增效和增值传统食品;以二级产品为原料,可生产各种新型医药品,是米糠加工的三级产品。米糠综合加工利用的原则是集中,只有集中加工才能解决米糠资源面广,但量小、分散的难题。

1.1.1 发达国家米糠资源的利用

一些发达国家已经较好地利用米糠资源,形成米糠油脂、蛋白质与膳食纤维等营养健康食品、护肤品等精细化工产品等多元化、综合性企业加工方向。目前已知米糠精深加工品种众多,美国的 Rice-X 公司及日本筑野食品公司等,在米糠综合开发利用方面处于技术领先地位。

美国等发达国家已经有食用米糠问世,我国也有类似产品被发明,即应用现代食品加工精准碾制技术将米糠中的不益食物物质(稻壳、果皮、种皮、灰尘、微生物等)与益食营养物质(胚、糊粉层等外层胚乳)在洁净的生产车间里进行精准碾磨分离。此分离技术可将米糠分级为饲料级米糠和食品级米糠两部分,其中食品级米糠约占米糠总质量的 80%,营养可达米糠总营养的 90%以上。食品级米糠虽然是大米碾白过程中的碾下物,只占稻谷质量的 6%,营养含量却占稻谷约 60%,所以也被人们称为“米珍”或“米粕”。

美国每年从日本进口米糠油约 1 万 t,绝大部分作营养用油,少量用于医药、精细化工、日用化工等行业。米糠油在日本、美国、加拿大、欧洲等发达国家或地区备受关注,成为继葵花籽油、玉米胚芽油之后的又一新型食用油。

许多膳食纤维产品的生产技术都起源于美国，并在美国问世后很快风靡欧美等发达地区。美国利普曼公司百利康米糠系列健康食品如表 1.1 所示，主要有天然全能稻米营养素、天然利脂稻米营养素、天然利糖稻米营养素及天然稻米营养纤维。

表 1.1 百利康米糠系列健康食品

产品名称		主要营养成分/[g/(100 g)]					主要生理作用
天然全能 稻米营养素	蛋白质	10.50	膳食纤维	9.00	碳水化合物	53.10	均衡营养、提高机能、防止疾病、保持健康
	脂肪	26.10	矿质元素	5.30	可溶纤维	2.65	
天然利脂 稻米营养素	蛋白质	14.10	膳食纤维	29.00			降低血脂胆固醇、防治心脑血管疾病、补充营养、提高身体机能
	脂肪	18.21	可溶纤维	6.90			
天然利糖 稻米营养素	蛋白质	9.00	膳食纤维	4.90			控制血糖、防治糖尿病、补充营养、提高身体机能
	脂肪	29.40	可溶纤维	2.30			
天然稻米 营养纤维	蛋白质	16.60	膳食纤维	51.50	矿质元素	9.80	维护肠胃、通便抗癌、降脂减肥、防止疾病
	脂肪	14.70	可溶纤维	7.00			

该公司生产的百利康米糠营养系列饮料如表 1.2 所示。以天然全能稻米营养素为基本原料，以不同的配方调制出各具风味的营养饮料，不仅口味天然芳香、生津解渴，同时还能提供人体所需的营养成分和生理活性物质。

表 1.2 百利康米糠营养系列饮料

产品类型	配料表
米香味	水、米糠营养素、米香、脱脂奶粉、蔗糖
花生味	水、米糠营养素、花生、脱脂奶粉、蔗糖
杏仁味	水、米糠营养素、杏仁、脱脂奶粉、蔗糖
椰子味	水、米糠营养素、椰子原浆、脱脂奶粉、蔗糖

日本虽不是大米生产大国，但其却是米糠利用技术最先进的国家之一。日本米糠综合加工的产品达 100 余种，如制取米糠油、保健食品、营养素，以及医药、精细化工、日用化工等系列产品。日本米糠油产量在 7.5 万 t 左右，作为一种营养保健油被广泛使用。1994 年，日本市场上还出现了一种谷维素营养油，它是以米糠油为原料，含丰富的谷维素、维生素 E、维生素 A，一瓶 900 g，售价 1500 日元。同年筑野食品公司出品米饭油，也以米糠油为原料，内含谷维素、维生素 E，

一瓶 250 g, 售价 370 日元。近年来, 日本有些企业已对米糠营养油采用明码标价, 在产品名牌上注明谷维素、维生素 E 的含量, 实行优质优价。东京油脂公司将毛糠油采用水蒸气蒸馏脱酸、脱色、脱蜡的办法制得酸价 0.05mg/g、谷维素含量为 2% 的营养油。在国际上, 生产米糠油著名企业——日本的谷物油脂化工株式会社和谷物食品公司两家企业, 不仅生产米糠色拉油, 还有多种的米糠油综合利用产品。日本虽然是米糠油生产大国、强国, 但由于自身资源不足, 原料主要依赖泰国进口, 生产成本较高。

日本利用米糠所富含的各种有效成分, 作为营养饮料和婴儿牛奶等的原料, 在医药用品和营养辅助食品领域被广泛使用。对米糠中的蛋白质作改性处理, 生产功能性多肽, 制作保健品; 米糠蛋白及其水解产物, 可用于焙烤制品、咖啡伴侣、糖果、汤料以及其他调味食品。对米糠及米糠中的多糖进行发酵或酶解处理, 提取有增强免疫功能的米糠活性多糖, 用于保健食品和制药行业; 生产含有生理活性成分 (γ -谷维醇、生育三烯酚等) 的米糠发酵制品、米糠饮料等。米糠中的脂多糖是已知的一种抗癌作用显著的功能因子。日本研究者从米糠中得到一种命名为 MGN3 的生物改性多糖, 其免疫活性显著, 目前已临床应用在艾滋病、癌症等的治疗中。日本已将米糠蛋白的衍生物 (乙酰化多肽钾盐) 应用于化妆品中, 并且研究表明其对皮肤的刺激性小, 对毛发的再生和亮泽有较好效果。

日本筑野辅食食品有限公司的 RICEO 米糠系列功能性提取物等健康食品, 具有抗癌症、动脉硬化等病症和抑制食品劣化相关的抗氧化脂质生成的抗氧化作用。从机理上讲, 抗氧化功能与其所含植酸的螯合作用有关; 其次, 维生素 B₆ 具有清除活性氧的抗氧化功效; 另外, 米糠水溶性类似蛋白质的物质也具有清除活性氧的功能。RICEO 米糠制品可应用于食品、饮料、化妆品、饲料等领域。

印度是世界上第二大稻米加工国, 年产量约 13 000 万 t, 作为米厂加工的副产物米糠的年产量约 1000 万 t。据估计, 印度毛米糠油生产潜力为 150 万 t/年, 而实际产量小于 50 万 t/年。近年来, 随着印度国内食用油需求的快速增长, 其对米糠油的生产给予了较多关注。泰国作为稻米生产大国之一, 有 40% 以上的米糠用来制取米糠油, 并作为烹调用油使用。

此外, 以米糠为原料开发的一些非食品类产品也在陆续投产。日本食品协会利用米糠制取生物可降解农业用材料, 我国台湾新东阳公司推出由米糠制成的环保方便面碗等。这些以稻米糠为原料制成的农用材料和方便面碗, 埋入土中后经 3~4 周时间, 便会自然发生生物降解作用, 而且粉碎后还可直接作为植物肥料, 有利于环境保护。为更具环保色彩, 这种米糠面碗采用稻米糠土灰原色, 投放市场后, 反应良好。米糠资源的深度开发利用, 已成为世界发达国家应用高新技术开发附加值产品的重要研究领域。

1.1.2 国内米糠资源的利用

作为稻米加工的主要副产物,我国米糠利用率不足 10%,相较于日本 100%、印度 30%的米糠利用率有很大差距。我国稻米加工企业生产的米糠,一般都提供给饲料厂生产配合饲料,只是低品质、低价值的应用。另外,民间对米糠的小规模再利用,也只限于将含有米糠的稻米粉,经过蒸煮后发酵制作成家畜用的熟饲料,发酵后产生的液体加入糖类等调味剂,或者加入蒸馏后的酒精和水稀释成含有酒精的饮料(米酒),这种方法制成的酒精饮料,没有多余的酒糟产生。

由于米糠不能长期保存,糠油精炼工艺落后,糠油、米酒等产品档次低、成本高,米糠制品的销路一直不好。20 世纪 80 年代后期,加工、贩卖米糠制品的制油企业、小规模饲料企业、制酒企业等生产、销售情况恶化,更使米糠的深度开发利用受到影响。虽然米糠油具有降低血压、预防肥胖、维持妊娠的作用,在各种食用油中,米糠油的品质较高,但对已习惯于食用色拉油的中国消费者而言,米糠油除了颜色上的不足之外,其与色拉油不同的口感,也使米糠油的销售不容乐观。

目前,我国的米糠资源绝大部分没有经过加工直接用作饲料原料。虽然已开发出几种米糠新产品,但只有少量是用来生产米糠油等高附加值产品,大部分米糠资源没有得到进一步加工利用。我国是世界上最大的稻米生产国,若将年产米糠量 1000 万 t 中的一半用于加工米糠油,则每年可得 80 万 t 米糠油,再进行深加工利用,至少价值可提高 10 倍以上,最多可增值 50 倍。当前,国内进行米糠综合利用的厂家很少,大部分厂家综合利用都处于停产或半停产状态,生产企业主要集中在浙江、江苏、山东一带的私营企业。这主要是由于米糠资源难以集中,米糠综合利用难以形成规模;企业收购的米糠及米糠毛油质量参差不齐,造成米糠终产品质量不稳定。同时,由于生产规模小、产量低、加工成本高及国内外市场波动影响,米糠资源的合理利用在我国还没有真正开展起来。

现在,我国已有部分企业引入米糠油深加工项目,黑龙江省的北大荒希杰食品科技有限责任公司在 2010 年建成的年产 12 000 t 米糠油厂已投产,黑龙江东粮油脂有限公司于 2012 年 11 月引进米糠油深加工项目并投入试生产,实现了我国米糠油的工业化生产。随着我国稻米精深加工业整体水平的提高,以及人们对米糠产品营养保健作用的重视,米糠的产业链正在逐步形成,其市场潜力将逐步释放。

1.2 米糠产品加工技术的研究

截至 2010 年年底,在国家知识产权局申请的与米糠有关的专利共有 138 项,

其中发明专利 108 项,实用新型专利 26 项。与米糠蛋白有关的发明专利 5 项,与米糠纤维有关的发明专利 3 项,与米糠油有关的发明专利 21 项。美国申请的与米糠相关的专利 515 项,我国米糠专利总数仅为美国四分之一。专利内容方面,美国专利多为工艺、设备等方面的成熟实用技术与产品,许多具有原创知识产权,而我国的专利在原创技术方面较少。国内已有米糠油国家标准 GB 19112—2003,国家标准 GB 10371-89 则规定了饲用米糠、米糠饼、米糠粕的质量标准,有关米糠蛋白及米糠膳食纤维的国家标准尚未检索到。

尽管我国米糠资源量居世界之首,但米糠的深度开发利用及相应的理论研究和高科技产品的开发尚处于低水平,只有不足 10%左右的米糠用来制油或提取植酸钙、肌醇、谷维素等附加值高的产品,虽取得了一定的经济效益,但与当前发达国家对米糠的综合利用深度和高新技术的应用相比,差距仍很大。并且从碾米工业上来看,虽然近 20 年来引进了国外先进的技术设备,加工水平有较大提高,但资源的综合利用仍处于起步阶段。随着大米精深加工技术的发展,大米加工的副产品——米糠的综合利用,成为决定粮食工业持续稳定发展后劲的主要因素之一。

1.2.1 米糠保鲜技术的研究

自 1920 年国外发表米糠制油专利以来,米糠制油及加工工艺已基本成熟,米糠综合利用研究已达到一定深度。但与其他植物油相比,米糠中含有极活泼的脂解酶,使米糠在储运、制油过程中发生劣变,大大限制了米糠食用油的生产,造成了米糠这一宝贵资源的极大浪费。因此,防止米糠酸败、稳定米糠品质已成为米糠开发利用的先决条件。

多年来,油脂工作者围绕米糠稳定化技术进行了不懈研究。国内外研究开发的米糠保鲜技术主要包括高压过热蒸汽处理法、低温($-16\sim-18^{\circ}\text{C}$)处理法、热风或传导热干燥法、添加抑制脂解酶的盐类处理法、强制挤压处理法等。除挤压法外,其他几种方法均未被确认具有工业实用价值。对米糠采取挤压(膨化)钝化其脂解酶的方法,可以阻止米糠中油脂的变质,且在普通的环境条件下,可安全储存 30~60 d,其游离脂肪酸(FFA)含量没有明显变化。

自 1965 年美国发表米糠膨化和浸出论文及 1966 年获得米糠膨化的专利,其后的 30 多年时间里,米糠膨化浸出工艺与设备在美国、韩国和日本等国家有很大发展。我国云南玉溪粮油加工厂 1986 年引进美国米糠膨化设备进行了实验,湖北省安陆于 1989 年在引进、消化国外米糠膨化设备的基础上,研制成功了 MKJ-100 型米糠成型保鲜机。米糠膨化处理作为米糠制油前处理工艺,是目前米糠稳定保鲜的最可靠方法。

挤压机瞬时、高温、高压、高剪切的加工特点,使其具有生化反应器的功能。对挤压改性处理后的米糠粉主要营养成分变化情况进行测试,结果表明,挤压加