

米糠加工技术

Processing Technology of Rice Bran

◎ 何东平 相海 主编



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

米糠加工技术

何东平 相海 主编
陈文麟 主审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

米糠加工技术/何东平, 相海主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2014. 4

ISBN 978 - 7 - 5019 - 9710 - 7

I. ①米… II. ①何… ②相 III. ①米糠—饲料加工
IV. ①S816. 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 055791 号

责任编辑: 张 靓 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 宋振全 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 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: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2014 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 16

字 数: 315 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5019 - 9710 - 7 定价: 48.00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 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邮购联系调换

140331K1X101ZBW

编者的话

30年前武汉工业学院（现武汉轻工大学）陈文麟教授发表了《宝贵的米糠》一文，文中提到：用米糠可制得多种产品，米糠油有良好的抗氧化性和耐热性。已广泛用于油炸食品、罐头、人造奶油及各种糕点，使产品具有良好的保存性。米糠油与红花油混合而成的食用油是降低血中胆固醇效果最好的“营养健康油”，已制得的富含谷维素和维生素E的米糠油胶囊，作为健康食品在日本已经普及。从米糠油脚中提取出的谷维素，其应用范围不断扩大，在短短的十几年中，它已遍及医药、食品、防腐、抗氧化和化妆品等行业。从米糠油脱臭馏出物中，可以浓缩制取维生素E，其含量为馏出物的4%左右。馏出物中还存有为数可观的植物甾醇，它能有效地抑制血清胆固醇的浓度，如与亚油酸配用，更具有加倍效果。米糠油中还含有3%~9%的糠蜡，它已普遍用于食品、化妆品和保鲜等多种行业，由它制成的植物生长促进剂（C₃₀烷醇），能使谷物、蔬果等作物大幅度增产。米糠制油后的粕中，含有10%植酸盐，其中肌醇约占20%。提取植酸盐后的脱脂米糠粕，其营养价值得以提高，蛋白质含量可达25%，作为饲料较为理想。肌醇是B族维生素的一员，可促进生长、预防脂肪肝、肝硬化及动脉硬化。

30年后的今天中国粮油学会首席专家、中国粮油学会油脂分会会长王瑞元发表了《发展稻米油产业，造福人民》一文，文章指出：我国是世界上最大的稻米生产国和消费国。稻米与小麦、玉米一样，是我国的主要粮食品种。2013年我国稻谷产量为2亿多吨，约占世界稻谷产量的1/3，占我国粮食产量的2/5。我国约有8亿人口以稻米为主食，每年因直接食用稻米及其制品而耗用稻米约1.4亿t。稻谷加工的出糠率为6%~8%，平均为7%左右。米糠中不仅含有丰富的脂肪，而且富含多种营养成分，是优质的油料资源。一般来说米糠的含油率为18%~20%。由于米糠的含油量相当于我国的大豆含油量，所以它是极其宝贵的油料资源。根据2亿多吨的稻谷产量，按95%用于加工稻米，约产米糠1330万t。如果在我国稻米加工中能将60%的米糠资源用于榨油，出油率按16%计算，那么，我国每年能生产出120~130万t稻米油，相当于700多万吨国产大豆的产油量，是不种田的“种田”。与此同时，能提高我国食用油4%的自给率。

食用油安全是国家食品安全的重要组成部分，提高食用油的自给能力是当务之急。从目前来看，在进一步发展油料生产、提高我国油料产量的同时，充分利

用油料资源是提高我国食用油自给率的有效方法。面对米糠加工技术的高效提取、增值加工，我们则需加倍努力，这是编写本书的目的所在。

本书共分十四章，参加编写的有：武汉轻工大学何东平（第一、二章）、中机康元粮油装备（北京）有限公司相海（第三章）、武汉轻工大学邹翀（第四章）、武汉轻工大学胡传荣（第五章）、武汉轻工大学尤梦圆（第六章）、中机康元粮油装备（北京）有限公司胡淑珍（第七章）、武汉轻工大学双杨（第八章）、武汉轻工大学王文翔（第九章）、武汉轻工大学赵书林（第十章）、武汉轻工大学孙红星（第十一章）、武汉轻工大学庞雪风（第十二章）、中机康元粮油装备（北京）有限公司任嘉嘉（第十三章）、武汉轻工大学闵征桥（第十四章）。本书由何东平、相海主编，胡传荣、胡淑珍为副主编。

特邀武汉轻工大学陈文麟教授为本书主审，感谢他的辛勤劳动和悉心指导。

武汉轻工大学刘金勇、王澍、陈哲、高盼、曹维、张静雯、宋高翔和陶然等研究生参与了本书的校订和绘图工作，在此向他们表示衷心的感谢。

由于编著者水平有限，书中不妥或疏漏之处恐难避免，敬请读者不吝赐教，来函请发 E-mail: hedp123456@163.com。

有关本书详情请登录 <http://www.oils.net.cn>（中国油脂科技网）查询。

编 者
2014 年 1 月

目录

- 1 第一章 米糠资源
- 1 第一节 米糠的主要成分
- 2 一、粗脂肪
- 2 二、粗蛋白质和维生素
- 3 三、矿物质元素
- 3 第二节 米糠的营养价值
- 3 一、米糠油的营养价值
- 4 二、米糠蛋白的营养特性
- 5 三、米糠半纤维素的生理功能
- 6 第三节 米糠的综合利用
- 6 一、米糠制油
- 7 二、米糠油精炼皂脚的利用
- 7 三、馏出物的利用
- 8 四、脱蜡的利用
- 8 五、脱脂粕(饼)的利用
- 8 六、米糠的直接利用

- 9 第二章 米糠品质稳定化技术
- 9 第一节 米糠不稳定的机理
- 10 第二节 米糠稳定化的方法
- 10 一、米糠稳定化的方法
- 13 二、各种米糠稳定化方法的对比研究
- 18 第三节 米糠稳定化研究
- 18 一、米糠稳定化技术研究
- 21 二、红外加热米糠稳定化研究

- 26 第三章 米糠膨化技术
- 26 第一节 米糠膨化的方法
- 26 一、膨化的目的及意义

- 26 二、米糠挤压膨化
- 27 第二节 米糠膨化工艺及设备
- 27 一、膨化设备
- 31 二、膨化米糠稳定性评价
- 33 三、结论

- 34 第四章 米糠油制取技术
- 34 第一节 米糠油概述
- 36 第二节 浸出法制油
- 36 一、溶剂
- 38 二、油脂浸出的基本原理
- 39 三、浸出法制油工艺
- 41 四、油脂浸出
- 43 五、湿粕的脱溶烘干
- 45 六、混合油的蒸发和汽提
- 49 七、溶剂蒸气的冷凝和冷却
- 51 八、自由气体中溶剂的回收
- 53 九、浸出车间消溶
- 56 十、浸出车间生产安全管理

- 57 第五章 米糠油精炼
- 57 第一节 米糠油精炼方法
- 57 一、米糠毛油的简易间歇精炼技术
- 58 二、米糠毛油的先进(连续)精炼技术
- 64 三、米糠毛油的物理精炼
- 68 第二节 米糠油精炼方法的研究
- 69 一、高酸值米糠油酯化脱酸的研究
- 72 二、高酸值米糠油酶法酯化脱酸工艺研究
- 77 三、谷维素米糠油双相萃取脱酸精炼工艺研究
- 82 四、高酸值米糠油的生物精炼

- 86 第六章 谷维素加工技术
- 86 第一节 谷维素概述

- 88 第二节 谷维素加工方法
- 88 一、米糠油皂脚组成及谷维素提取的复杂性
- 91 二、米糠油谷维素提取和纯化方法
- 96 第三节 谷维素制取的工艺及创新研究
- 96 一、米糠油中谷维素含量的测定
- 99 二、物理精炼法生产富含谷维素的米糠油实例
-
- 104 第七章 植酸钙加工技术
- 104 第一节 植酸钙概述
- 104 第二节 植酸钙加工工艺
- 104 一、工艺流程
- 105 二、工艺要点
- 106 三、植酸钙的质量指标
- 107 四、质量检验方法
-
- 109 第八章 肌醇加工技术
- 109 第一节 肌醇
- 109 一、肌醇的概述及生产意义
- 110 二、肌醇的主要理化性质
- 110 三、肌醇车间生产规模及产品质量要求
- 111 第二节 肌醇制取方法
- 111 一、生产工艺流程
- 114 二、主要化学反应
- 114 三、车间人员及工作制度
- 115 第三节 肌醇生产工艺计算
- 115 一、物料衡算
- 122 二、热量衡算及设备计算
- 130 第四节 主要材料及土建投资估算
- 130 一、主要材料的估算
- 131 二、总投资的估算
- 133 第五节 影响肌醇工艺效果的因素
- 133 一、原料
- 133 二、水解

- 133 三、中和
- 134 四、滤液的处理
- 134 第六节 肌醇的质量标准与检验方法
- 134 一、肌醇的质量标准
- 135 二、肌醇的检验方法
- 136 第七节 肌醇生产副产物的利用
- 136 一、材料和试剂
- 137 二、结果和讨论

- 138 第九章 米糠膳食纤维加工技术
- 138 第一节 米糠膳食纤维概述
- 139 第二节 米糠膳食纤维的制取方法
- 139 一、化学法
- 139 二、生物法
- 140 三、物理法
- 140 第三节 米糠膳食纤维加工工艺
- 140 一、挤压法制备米糠膳食纤维的研究
- 143 二、酶法水解米糠纤维的工艺研究
- 145 三、超微粉碎对脱脂米糠膳食纤维理化特性及组成成分的影响研究

- 150 第十章 米糠多糖加工技术
- 150 第一节 米糠多糖概述
- 150 一、米糠多糖研究现状
- 150 二、米糠多糖的主要成分和理化性质
- 151 三、米糠多糖重要的生理功能
- 153 四、米糠多糖可开发的主要产品
- 153 五、米糠多糖的发展前景
- 154 第二节 米糠多糖的制取方法
- 154 一、现有的米糠多糖加工方法
- 154 二、米糠多糖加工方法简述
- 155 第三节 米糠多糖制取工艺的对比研究
- 155 一、超声强化提取工艺研究
- 159 二、水提醇沉提取工艺研究

- 162 三、高压脉冲强化提取工艺
164 四、酶法提取工艺研究
164 五、硫酸酯化提工艺研究
- 169 第十一章 米糠蛋白加工技术
- 169 第一节 米糠蛋白概述
- 169 一、营养特性
171 二、功能特性
- 172 第二节 米糠蛋白制取方法
- 172 一、碱法提取米糠蛋白
173 二、酶法提取米糠蛋白
174 三、物理处理法提取米糠蛋白
175 四、萃取法提取米糠蛋白
- 176 第十二章 米糠多肽加工
- 176 第一节 米糠多肽概述
- 176 一、降血压肽
178 二、抗氧化肽
- 180 第二节 米糠多肽制取方法
- 182 一、材料与方
184 二、工艺要点
185 三、实验过程
187 四、结果讨论
190 五、结论
- 191 第十三章 甾醇和维生素 E 加工技术
- 191 第一节 甾醇和维生素 E 概述
- 191 一、甾醇和维生素 E 结构、组成和分布
198 二、甾醇的性质和用途
200 三、维生素 E 的性质和用途
- 203 第二节 甾醇和维生素 E 制取方法
- 203 一、甾醇的制取方法
206 二、谷甾醇的质量标准

- 206 三、几种方剂的制法
- 207 四、维生素 E 的制取方法
- 208 五、甾醇和维生素 E 的联合制取方法
- 209 六、生育三烯酚测定及提取纯化技术
- 210 第三节 甾醇和维生素 E 制取工艺的研究
- 210 一、分子蒸馏技术制备米糠油甾醇的工艺研究
- 213 二、超声波技术提取米糠中甾醇的工艺研究
-
- 218 第十四章 糠蜡加工技术
- 218 第一节 糠蜡概述
- 218 一、糠蜡的组成、性质及用途
- 220 二、糠蜡的性质
- 221 第二节 糠蜡制取方法
- 221 一、压榨皂化制取法
- 224 二、溶剂萃取法
- 232 三、糠蜡的应用——保鲜涂膜剂
-
- 237 附录 GB 19112—2003 米糠油
- 244 参考文献

第一章 米糠资源

米糠是大米加工中的重要副产品，含有丰富的油脂，是近代开发出来的一种油料。利用米糠提取油脂，在世界上仅有一百多年的历史，这和玉米油的开发相似。1883年英国人斯密逊首先从米糠中提取出油脂，并发表了有关米糠油的研究资料。1905年意大利开始制取米糠油，并用来制肥皂。1936年以后日本大量提取米糠油。此后，朝鲜、越南等以稻米为主食的国家都开始提取米糠油。用米糠取油，在我国有七十多年的历史，1937年首先在台湾出现，并在全岛推广。1940年在天津建设了米糠榨油厂，1953年后，上海、武汉、广州和天津等大城市先后开始大批生产。1956年后，全国各中、小城市也开始利用米糠来取油。米糠是糙米碾成白米时的副产品，我国盛产稻米，米糠资源非常丰富，米糠取油大有作为。1953—1957年，全国粮食部门生产的米糠达746万t以上，1978年以后，全国的米糠油产量增加很快，综合利用逐渐展开，增值加工技术不断进步和成熟。2013年，我国稻谷产量为2亿多吨，约占世界稻谷产量的1/3，占我国粮食产量的2/5。我国约有8亿人口以稻米为主食，每年因直接食用稻米及其制品而耗用稻米约1.4亿t。稻谷加工的出糠率为6%~8%，平均为7%左右。米糠中不仅含有丰富的脂肪，而且富含多种营养成分，是优质的油料资源。一般来说米糠的含油率为18%~20%。根据2亿多吨的稻谷产量，按95%用于加工稻米，约产米糠1330万t。

1

第一节 米糠的主要成分

米糠是稻谷脱壳后依附在糙米上的表面层，由外果皮、中果皮、交联层、种皮及糊粉盖板层组成。其重量约占稻谷粒重量的5.0%~5.5%。如果将混在其中的稻米胚包括进去，其重量则占稻谷粒重量的7.5%~8.0%。稻谷中的稻壳占16%~20%，糙米约占80%。糙米中的精白米占72%，稻米胚占2.5%。稻谷经砻谷脱稻壳后的糙米，再经脱米糠碾制成精米，米糠和稻米胚就成为生产米糠油的原料。米糠加工实际上是米糠和稻米胚的加工。米糠和稻米胚的化学成分：以糖类、油脂和蛋白质为主，还含有维生素B₁和灰分（常以植酸盐的形式存在）。这些化学成分因稻谷的品种和产地不同而异，米糠和稻米胚的化学成分见表1-1。

表 1-1

米糠和稻米胚的化学成分

单位:%

项目	米糠	稻米胚	项目	米糠	稻米胚
水分	12.1	10.4	灰分	9.9	10.2
粗蛋白	17.5	20.8	无氮浸出物	38.6	28.0
粗脂肪	21.5	20.7	维生素 B ₁ / (μg/100g)	2000	7300
粗纤维	9.11	10.1			

一、粗脂肪

米糠粗脂肪中含有中性油脂 88% ~ 92% (其中游离脂肪酸 5% ~ 15%), 65% ~ 70% 可以制成精炼食用米糠油。在中性油脂中, 结合脂质占 2% ~ 3% (其中磷脂为 0.5%, 糠脂 0.1% ~ 0.2%, 糖脂 0.1% 以下, 脂肪酸甾醇酯 0.1% ~ 0.3%, 脂蛋白 0.1% 以下), 非甘油酯不皂化物 3% ~ 4% (其中蜡 1.5% ~ 2%, 谷维素 2% ~ 3%), 不皂化物 3% ~ 5% (其中烃 0.3% ~ 0.5%, 脂肪醇 0.5% ~ 1.0%, 甾醇 1.8% ~ 3.5%, 维生素 E 0.1% ~ 0.15%); 此外还含有胡萝卜素和类胡萝卜素 200 ~ 300mg/kg, 叶绿素 10 ~ 110mg/kg。米糠中含有约 30% 的稻米胚。稻米胚的中性脂质组成与米糠基本相似, 但含量要高于纯米糠。稻米胚油中的天然维生素 E 含量较米糠油高一倍, 约为 0.17% ~ 0.25%。

二、粗蛋白质和维生素

米糠蛋白质主要有四种: 清蛋白、球蛋白、谷蛋白和醇溶蛋白。米糠、稻米胚所含蛋白质的氨基酸组成见表 1-2, 其中主要为谷氨酸、天冬氨酸、精氨酸、甘氨酸、丙氨酸、赖氨酸和丝氨酸等。米糠蛋白和一般的谷类及油籽(如棉籽、红花籽、葵花籽)相同, 但其营养的化学评分比油籽类蛋白高。米糠和稻米胚中各种维生素的含量见表 1-3。

表 1-2

米糠、稻米胚所含蛋白质的氨基酸组成

单位:%

氨基酸	米糠	稻米胚	氨基酸	米糠	稻米胚
丙氨酸	6.2 ~ 6.7	5.8	赖氨酸	5.1 ~ 5.5	5.3
精氨酸	7.8 ~ 8.8	7.2	甲硫氨酸	2.0 ~ 2.4	2.0
天冬氨酸	9.3 ~ 9.9	7.6	苯丙氨酸	4.3 ~ 4.6	1.7
胱氨酸	2.4 ~ 2.7	2.2	脯氨酸	4.2 ~ 5.0	3.9
谷氨酸	13.3 ~ 14.9	12.1	丝氨酸	4.7 ~ 5.0	3.8
甘氨酸	5.6 ~ 6.2	5.1	苏氨酸	3.9 ~ 4.1	3.4
组氨酸	2.8 ~ 3.2	2.9	色氨酸	—	1.2
异亮氨酸	3.9 ~ 4.1	1.4	酪氨酸	2.9 ~ 3.2	0.9
亮氨酸	6.7 ~ 7.2	2.7	缬氨酸	5.9 ~ 6.2	4.7

表 1-3

米糠、稻米胚中的维生素含量

单位: mg/kg

维生素	米糠	稻米胚	维生素	米糠	稻米胚
维生素 A	4.2	1.3	维生素 H	0.15	0.26
维生素 B ₁	11.5	45.3	肌醇	9270	6400
维生素 B ₂	3.0	3.6	胆碱	1279	2031
烟酸	533	15.2	叶酸	1.35	1.65
维生素 B ₆	10.3	15.2	维生素 B ₁₂	0.005	0.0105
泛酸	45.0	13.2	维生素 E	149.0	87.3

三、矿物质元素

米糠中的矿物质以磷居多,其次为钾、镁、钙、硅等。米糠中的磷主要存在于植酸盐(菲丁)中,植酸盐中的磷约占米糠中磷总量的89%,而米糠中植酸盐的含量为9.5%~14%。每100g米糠中含钾1680mg、镁1075mg、钙64.2mg、锰20mg、锌6.5mg、铁8.7mg、铜2.7mg、磷2200mg、硅16mg。

第二节 米糠的营养价值

一、米糠油的营养价值

米糠油中不饱和脂肪酸组成比较合理,其中亚油酸38%、油酸42%,比例约为1:1.1,符合国际卫生组织推荐的最佳比例。亚油酸是人体所必需的脂肪酸之一,人体自身不能合成又不可缺少。对人体有着多种生理功能,尤其是参与磷脂合成并以磷脂形式作为线粒体和细胞膜的重要成分,促进胆固醇和脂类的代谢,降低胆固醇和预防动脉粥样硬化,还能合成前列腺素前体,而前列腺素具有使血管扩张和收缩、神经刺激的传导作用及保护皮肤避免射线引起的损害等。

另外,米糠油中不皂化的脂类总含量达4.2%,尤其是 γ -谷维醇的含量居食用油之首,它能够有效降低人体血清胆固醇,防治心脑血管疾病。米糠油不仅其脂肪酸构成比较完整,而且还因含有丰富的谷维素、角鲨烯、维生素E(生育酚,生育三烯酚)、甾醇等多种生理活性物质,而被营养学家誉为“营养保健油”,是一种理想的食用油脂。

稻米毛油中含有2%~3%的谷维素。经药理学及医学临床研究证实,谷维素是一种植物神经调节剂,对植物神经失调有明显的疗效,并且具有抗高血脂、抗脂质氧化、降低血小板凝聚、减少肝中胆固醇合成和降低胆固醇吸收等诸多方面的作用,还具有改善调节神经官能症、促进生长发育等功能。

米糠油含 3mg/g 的角鲨烯，角鲨烯是生物体代谢中不可缺少的物质，能生化合成胆固醇，再从胆固醇中生化合成副肾皮质激素、性激素，从而调节人体新陈代谢过程。研究表明，角鲨烯具有降血脂、降低胆固醇等生理活性，还能促进胆汁分泌，强化肝功能，增进食欲。因此是促进人体健康的保健食品的功能成分之一。

米糠油中维生素 E 的总含量不算高，但 γ -生育三烯酚比一般植物油中高。现代医学证明，生育三烯酚能有效的降低血清胆固醇，并且具有抗氧化性能，是有效的脂溶性自由基连锁中断抗氧化剂以 γ -生育三烯酚的功能最强。维生素 E 是细胞膜上的主要脂溶性抗氧化剂，与维生素 C、 β -胡萝卜素等一起构成机体抗脂质过氧化作用的防御体系。生育三烯酚还具有降低血小板凝聚和抗血栓的作用，并且具有抑制肿瘤等疾患的性能。

米糠油中植物甾醇也是一类有生理活性的物质，主要以谷甾醇、菜油甾醇和豆甾醇为主，属于天然物质，没有毒性，具有抗炎等特性。植物甾醇和动物甾醇在小肠的同一位置吸收，因植物甾醇能竞争性地抑制动物甾醇的吸收，而具有预防心血管疾病、皮肤鳞癌和顽固性溃疡的作用。

二、米糠蛋白的营养特性

1. 米糠蛋白中的四大蛋白质含量

米糠蛋白中的四大蛋白质含量为：37% 清蛋白，36% 球蛋白，22% 谷蛋白和 5% 醇溶蛋白。从营养的观点看，清蛋白和球蛋白有很好的氨基酸平衡，赖氨酸、甲硫氨酸、色氨酸含量较高，高于大米以及其他谷类中的含量。这补偿了谷物蛋白中赖氨酸不足的缺陷，大大提高了营养价值，其蛋白质功率比值为 2.0~2.5（牛乳蛋白为 2.5），而大米中蛋白质的主要成分是谷蛋白和醇溶蛋白，清蛋白和球蛋白的含量较低，致使赖氨酸、甲硫氨酸、色氨酸含量不高，由于限制氨基酸的存在，使大米蛋白质的营养价值偏低。

2. 米糠蛋白的氨基酸组成

米糠蛋白中必需氨基酸含量及组成较为合理，米糠蛋白中必需氨基酸含量接近 1985 年 FAO、WHO 推荐的理想蛋白质中的必需氨基酸组成，是一种较优质蛋白。虽然赖氨酸和苏氨酸含量略低，但氨基酸分值已达到 85 和 93。与酪蛋白、大豆蛋白相比较，米糠蛋白有相似或更高的必需氨基酸含量，尤其是甲硫氨酸含量高于大豆蛋白（甲硫氨酸是大豆蛋白的限制氨基酸，氨基酸分值只有 71）；同时，根据 2~5 岁儿童的必需氨基酸需要量，除赖氨酸以外，米糠蛋白基本可达到此年龄段儿童的需求量。

米糠蛋白中的赖氨酸、甲硫氨酸含量高过其他谷物食品，其消化率在 90% 以上，并且过敏率极低，如加以大力开发，不仅原料广泛，而且成本低廉，必将

成为一种良好的蛋白资源。我国是一个农业大国，稻谷资源非常丰富，按5%的米糠产率计算，可年产1500万t米糠，如果蛋白提取率以8.5%计算，每年可获得120万t以上优质米糠蛋白。除此之外，高品质膳食纤维和米糠油也会带来很高的利润回报。因此，综合开发米糠产品有很大的增值空间和可观的社会效益。

三、米糠半纤维素的生理功能

近三十年来，膳食纤维的研究一直是碳水化合物领域内的热门课题，美国、日本和西欧等发达国家和地区的科研人员对谷物、豆类、果蔬和海藻四大类数十种膳食纤维进行了广泛和深入的研究与开发。小麦麸皮、燕麦麸皮、玉米外皮等谷物纤维业已投入实际生产与应用，以满足消费者的需要。而我国在这方面起步较晚，基础研究和应用水平都较低，然而在过去几十年中，饮食习惯的改变和食品工艺的进步已经导致我国居民饮食中膳食纤维的大幅度下降，出现了高血脂及高胆固醇等与饮食有关的现代文明病。由中国营养学会颁布的《中国居民膳食指南》明确指出：在一些比较富裕的家庭中动物性食物的消费量已经超过谷物的消费量，这种“西方化”或“富裕型”的膳食提供的能量和脂肪过高，而膳食纤维过低。因此开展膳食纤维的研究及应用工作对提高我国国民的健康水平具有重要的现实意义。

米糠作为一种产量大、综合利用增值还不高的谷物加工副产品，是我国需优先研究和开发的膳食纤维源之一。约占米糠纤维组分50%的米糠半纤维素（Rice Bran Hemicellulose，简称RBH）有着重要的生理功能，它已经引起了营养及谷物学家们的极大兴趣。

RBH主要有抑制血清胆固醇上升、改善肠道内环境和抑制大肠癌的发生等三大生理功能。可以说，研究者和消费者对膳食纤维如此关注主要是因为它对预防和改善动脉硬化造成的心脏病具有重要的作用，这种作用在于膳食纤维可抑制和延缓胆固醇和甘油三酯被血液所吸收。而RBH在这方面优于小麦麸皮和玉米外皮等谷物纤维中的半纤维素。早在1968年，著名的膳食纤维研究专家Eastwood就米糠纤维的体外模拟研究发现，它对胆汁酸有明显的吸附作用，但他却认为是其中的木质素在起作用。后来，Normand等人和Mongeau等人的研究结果都否认了Eastwood的结论，而都确证是RBH具有对胆汁酸的吸附作用，Normand等人还发现在体外模拟环境下RBH对胆汁酸、甘油胆汁酸、牛磺胆汁酸和甘油牛磺胆汁酸的吸附能力远比麦麸半纤维素对它们的吸附能力强，但其原因还不清楚。对于动物试验研究，RBH抑制血清胆固醇上升的报道较多，如日本的清江程一郎等从脱脂米糠中提取出能有效抑制大鼠血清胆固醇上升的半纤维素B，林野雄幸用制得的RBH对白鼠血清胆固醇和肝胆固醇的影响进行研究，发现RBH对血清胆固醇有明显的抑制效果，对肝胆固醇的影响不大。RBH能在大肠内被

发酵生成许多短链脂肪酸尤其是能大量生成乙酸，降低了肠内的 pH，能促进和改善人体代谢。另外，RBH 能在大肠内诱导出大量的有益菌群，对于预防肝癌和大肠癌有重要作用。1993 年青江诚一郎等利用 RBH 喂食注入了大肠癌诱发剂的大鼠，发现这些大鼠大肠癌的发生率显著低于对照组的发生率。

此外，RBH 还具有吸附人体内有害农药、抑制肝功能紊乱，增加血液淋巴细胞等生理功效。

研究人员用 RBH 就其对致癌的前体物质亚硝酸根离子的吸附作用进行了体外模拟试验，发现 RBH 在胃液 pH 条件下对亚硝酸根离子有较强的吸附作用，但 RBH 的最大吸附量却低于米糠细胞壁物质对亚硝酸根离子的最大吸附量。有关 RBH 对亚硝酸根离子吸附作用的动物试验正在进行之中。

第三节 米糠的综合利用

米糠是一项巨大的资源，经增值加工和综合利用后，其经济效益十分显著。

6 稻米胚中的营养成分（如蛋白质、脂质、矿物微量元素和维生素等）都较米糠中含量高，烟酸是稻米胚特有的，维生素 E 含量高于米糠一倍，与小麦胚油相当，但稻米胚油比米糠油和小麦胚油容易精炼，维生素 E 的提取也比较容易，故稻米胚油主要用于生产浓缩天然维生素 E。维生素 E 以及富含天然维生素 E 的医药商品在日本、美国等经济发达的国家已成为热门俏货。稻米胚另一方面的用途是用来生产各种营养食品或食品强化剂、食品抗氧化剂等，国际上陆续上市的稻米胚制品已超过数十种，还有上升的趋势。国内稻米胚制品开发较少，应积极开发和生产。

目前我国在米糠制油方面已经有了一些成熟的方法，并能生产出色、味及营养俱佳的食用油，而且在副产物综合利用方面已经能制出多个产品，但与国外相比，还存在一定的差距。

一、米糠制油

制油是米糠加工的第一道工序。从经济效益上说，制油的效率最高，而且很多的综合利用产品要从米糠油或其副产物中取得，所以要先从米糠制油做起。米糠制油的工艺基本上是成熟的，但从发展的眼光看，还需解决米糠原料的稳定性、米糠资源的集中和工艺更新及新产品开发等问题。我国可利用米糠资源虽每年有 900 万 t，但 80% 以上是分散的，集中掌握的不足 20%，这对进一步扩大米糠油生产是不利的。目前国内米糠油生产厂采用传统的压榨制油工艺和先进的溶剂浸出工艺，米糠油的品种比较单一。国际上采用先进技术生产的米糠油品种则有米糠色拉油、烹调油、起酥油、煎炸油、快餐油、人造奶油、蛋黄酱以及