

绪 论

很久以来食品工业就被视为永不衰落的朝阳工业，它的产品与人民的生活密切相关。食品工业的发展标志着一个国家的强盛与发展程度，尤其在当代社会中表现的更为突出。目前，发达国家的加工食品已占饮食消费的 80% ~ 90% 当前全球排名前 10 位的大型财团中 其中 4 家是以农产品为基础的食品企业集团。发达国家的居民消费的食品中，有 80% 以上是经过多层次加工的。中国是世界上农副产品极其丰富的国家，农业产业化主要环节是食品加工，然而食品加工工业的发展却远远落后于农产品加工业发展的需要，其农产品加工产值与农业产值比仅为 0.7:1，大量农产品并未加工或未经深加工便进到消费者手中。

在我国 约有食品企业 6 万多家，从业人员达 561 多万 其中三资企业占 5000 多家。食品工业总产值中，基础原料加工，即粮、油、糖、饲料等占了整个总产值的一半 而深加工产品 即食品制造业只占 16%，具体落实到具有方便时尚食品特征的以米面制品、焙烤制品为代表的淀粉类深加工产品 占到的份额更少。在跨入新世纪的今天，尤其中国已成为 WTO 成员国 若能充分地研究中国米、面、焙烤制品的现状 认真分析其发展态势，探讨未来的发展方向 将有利于新产品市场的拓展 特别是对特

种淀粉类制品加工中新材料、新工艺、新设备的认识和使用有着积极的推动作用。

一、中国淀粉类制品的发展现状

淀粉类制品是我国的传统食品。早在公元前两千七百年我国就有磨粉的记载。在汉朝《汉书宣帝记》中就有描写汉宣帝买饼的经过。古代的饼即为今天的面条食品。到唐代中期，面条制作传到日本，后由著名旅行家马可·波罗带向意大利，经过人们不断改革创新，成为当今风靡世界的通心粉。南北朝年间的《齐民要术》中有粮食加工的系统描述，记载了面、饭、面条的烹煮方法。北宋时期，月饼、油条、春卷等新品种又相继问世。如今，淀粉类制品已逐渐形成了一个行业，尤其是近 20 年的发展更加迅速。

方便面是近几十年来米面制品的主要产品，产品类别为油炸方便面、热风干燥方便面、温性方便面等，以油炸方便面居于主流，杂粮类方便面仍居于弱势。料包趋于三和一或多味配合。

近几年来，饼干作为烤制类淀粉制品的主要产品，在我国的生产总量以 10% 的速度增长。其他如面包、月饼、蛋糕以及西点等产品也迅速发展，并以逐渐形成独特的中西饮食文化相交融的新兴行业。从焙烤经营场地来看，20 世纪 90 年代初期，街头闹市难以看到装饰华丽的焙烤制品屋，进入 20 世纪 90 年代中期，饮食文化的国际化，带来了外资独资企业、合资企业对饼屋的投资，随着西式饼屋、中西合璧饼屋、东方风格饼屋犹如雨后春笋，蓬勃发展，进而带动了整个行业产品结构与经营方式的改变。

在我国，人们的膳食结构正处于由温饱型向营养型的过渡阶段，但尚存在着解决几千万人的温饱问题。由于受几千年传

统饮食习惯的影响，我国人民既有因食物短缺或品种单调所造成的各种营养缺乏病，如一般营养不良、缺陷性贫血、维生素 A、D、B 缺乏症，又有由于膳食不平衡和某些与营养失调有关的‘富裕病’，如心血管病、脑血管病、糖尿病等。这一切问题需要食品工作者在充分利用我国现有食物资源的情况下，制定出一个合理的国民膳食结构模式，把食品开发这一系统工程做好。营养学家们预测，进入 21 世纪 20 年代，我国每日膳食人均热量中，淀粉类食物提供的热量将占总热量的 55%，动物性食物提供的热量为 19%~20%，月旨肪提供的热量将不会超过 30%，蛋白质提供的热量为 11.5%~12%。

二、中国淀粉类食品的发展特征

我国淀粉类制品经历了漫长的发展历程，在继承与发扬传统中国饮食文化的同时，与西方的饮食文化相互交融，已经形成具有自己特色的淀粉类食品行业特征及发展模式。具体表现在如下几个方面：

（一）中西饮食文化的有机交融

在中国饮食文化几千年的发展过程中，许多淀粉类食品加工品种已经不仅仅是作为一种食品来享用，而是作为一种精神和文化交流的载体，在制作和享用中都必须考虑节日、礼仪和地方通俗需要。中国人过生日要制作和享用长寿面，以求健康长寿之意；极具东方传统色彩的中秋吉庆团圆月饼，却是中华民族独脉相承的饮食文化象征。随着西方文化源源不断渗透中国大地，现代人过生日已开始选择生日蛋糕作为庆贺礼物；西方国家对月饼的需求量也越来越大，成为中西文化交融、技术交融、原材料交融的产物，在口味、营养和情趣上更适合于西方特点。

（二）现代科技与传统工艺、技术的有机结合

淀粉类制品的品位与特色，较大程度上依赖于生产加工工艺和技术，其工艺技术又体现了中华民族几千年的文明和进步，特别是发酵、烹调和焙烤技艺历史悠久、技术精湛。随着生产技术的进步，生产设备的改进与更新，带来了淀粉类制品工业的更大发展。如今方便面行业兴旺空前，焙烤制品琳琅满目，即便是地方小吃、传统名点也都具备了相当的生产规模、先进的生产技术和设备。

（三）经营方式顺应人们消费理念的变化

由于生产力的发展和社会的进步，人们对精神文明和物质文明的追求越来越高，消费观念也发生了深刻的变化，中国的对外开放，中西文化交流频繁，饮食习惯相互影响，引导着人们追求营养、品质和情趣，淀粉类制品企业或经营者都在为满足消费理念去实施营销策略，去获取最佳效益。注重品质、讲究风格、新颖包装，使制品体现出更多的创造性、艺术性和多变性，以适合消费者不同情感的需求。

三、淀粉类制品的发展方向

（一）食品工业“十五”期间主要目标

1. 工业总产值：在结构调整和提高经济增长质量的前提下，2005年食品工业总产值预期达到13800亿元；2010年为22225亿元，平均年递增10%（以2000年价计算的预期产值为基数）。

2. 经济效益：“十五”期间食品工业利税预期年平均增长8%，2005年利税总额达到2100亿元；2010年利税总额达到3080亿元。

3. 出口创汇：2005年由目前的132.31亿美元增加到170亿~200亿美元，年平均增长为6.5%左右。

4. 膳食水平：“十五”期间 人体科学发展所需的营养成分可基本满足，达到小康和更加富裕的食物结构和膳食营养水平。

（二）淀粉类制品发展方向

1. 大米、面食加工 从原料入手 添加杂粮、豆类淀粉 开发适应市场需求和食品专用的新产品、新品种、新包装，以延长货架期 开发米、面制品加工的新技术、新装备 提高传统主食品的工业化水平；努力推广米糠灭酶技术和提高米糠综合利用水平。

(1)开发以杂粮、豆产品为原料的方便食品，如豆类方便面。在这种方便面中，豆类原料可占到 30% 比单纯面粉为主要原料的方便面营养更丰富，更具保健功能。

(2)在方便礼包中研究添加营养物质，如维生素 B、E、C 和矿物质以及特定消费群体需要的营养物质。

(3)根据消费需要，计算每天营养需求量的合理搭配，如添加脱水蔬菜、蛋、肉类及汤料 以满足人们一天的营养需要。

(4)大力发展工业化生产的各类米、面方便主食，着重发展营养卫生、搭配科学合理的主副方便食品 各种畜、禽、肉、蛋、蔬菜熟食制品(含软罐头)以及各种方便汤料、调味品食品等。按一定营养标准配制不同食品，采用多种原辅料制成的中式快餐食品、中西结合配套的快餐食品、学生课间餐、营养餐以及外出旅游方便食品。

(5) 在新世纪想，我国的焙烤行业将跨入行业发展的黄金时期。首先在原料和配料上将有较大的发展空间，如乳清饼制品、经酶法修饰的大豆卵磷脂、强化风味粉末可可脂、果料、营养强化的配料等。饼干是以谷类和干果为原料，将营养与美味很好地结合，以满足青年、儿童的需求。其次在包装上更趋于完美和富有情趣。随着中国加入 WTO 市场趋于国际化 各国风情意

境的包装也将形成新的亮点。三是伴随着焙烤食品原辅材料研究的继续，焙烤食品原辅材料以及焙烤添加剂类产品开发和应用进一步发展，如面粉中的面筋、蛋白质的分子结构、添加剂改善面粉油脂、蛋糕发泡剂、乳化剂等而且这类新产品正朝优质、高效、多功能的方向发展。超软面包改良剂、色香油、双效泡打粉、耐烤果点等，为制作高质量面点提供了良好的条件。由于高糖、高脂膳食对健康带来的危害，追求健康、安全、天然食品已成为一种时尚，低糖、低脂、天然添加剂的焙烤食品将成为主角。如低聚糖和糖醇或非糖甜味产品代替或部分代替蔗糖作为甜味剂，或采用南瓜果酱为馅料，制作的低糖西点、糕点，深受糖尿病、肥胖病、高血压病患者的欢迎。添加膳食纤维的面包，可以预防中老年便秘和预防肠癌；用天然大豆粉、鼓皮、燕麦粉制成高蛋白、富含纤维素、矿物制的营养功能面包市场前景诱人。四是将快速冷冻技术应用于新型焙烤食品，包括对面包、蛋糕、点心等多种品种冷冻，同时也包括半制品，如面团经 -40℃ 的低温速冻成冷冻面团，然后通过冷藏链送到各生产点和客户手中，随时按需要进行烘烤，制作相关的食品。此种食品有着较长的货架期，价格低廉，并保证产品新鲜可口，特别适合快节奏的现代生活。

2. 玉米加工：加大玉米深加工和综合利用力度，重点开发玉米系列产品，以及提高附加值的产品。

世界谷物资源中，玉米占有相当重要的地位，其产量为世界谷物产量的 1/4 达 5 亿多吨。我国玉米年产量在 1.1 亿吨左右，居世界第二位。玉米无论是作为资源还是商品原料，都是不容忽视的“战略课题”。目前，有 70% ~ 80% 作为饲用玉米，其余多用于发酵工业和淀粉工业。玉米作为世界性的粮食作物以

营养丰富、生长快、产量高、贮存性稳定而备受青睐。随着经济和科技的发展，玉米的营养价值逐渐被认识到，玉米直接加工成食品的比率将愈来愈高。

3. 速冻食品 进一步搞好生产、储运、销售和消费的冷冻链建设 大力发展各类米、面制品的速冻主食 供饭店、餐馆及家庭直接烹调食用。同时微波炉及电烤箱加热即食的方便速冻熟食制品，也需作出相应的调整。方便半成品开发，可按不同风味配料调味 以供直接食用。

4. 营养保健品：营养保健食品是通过科学配方强化或改变食品的天然成分和含量比例，以适应特殊人群营养需要的食品。除大力强化主食营养，还要积极发展下列各类产品。一是婴幼儿学生食品 推广各种泥糊状食品 适用于4~24个月龄婴幼儿的营养补助食品；发展强化钙、铁、锌元素和各种维生素食品及高营养易消化的淀粉类乳酸饮品；大力推广学生营养餐。二是老年食品 老年食品重点发展低盐、低糖、高纤维、高蛋白、具有增强免疫功能、延缓衰老的食品。三是功能食品：重点发展功能因子明确、功能作用显著的第三代功能食品；加强对功能食品的理论研究和应用研究，提高我国功能食品的科学依据和产品水平。

未来食品业的发展充满了各种机遇与挑战。当今国际性食品加工高新技术已出现了挤压技术、膜分离技术、微胶囊化技术、超临界萃取技术、辐照技术、超微粉碎技术、微波技术、超高压杀菌技术、冷冻干燥技术、食品生物技术等，通过这些高新技术的推广运用，各种淀粉类材料将得到更深化的研究与开发，最终实现食品营养结构的人工重组，淀粉类食品的开发将更趋于工程化。功能性食品、绿色食品、方便食品、速冻食品等的兴起

和推广，为淀粉类原料提供了更加广阔的发展空间。现代工立发展造成的空气、水源等污染日益严重，迫使人们开始关注自美的健康，功能性食品、绿色食品应运而生。功能性食品强调的是其成分能充分调节人体生理节律、预防疾病和促进康复等功能，绿色食品强调的则是安全、优质、无公害的有机食品、生态食品或自然食品。随着现代生活节奏的加快和旅游业的兴旺发达，各类食品的逐步方便化，冷冻食品、微波食品等的发展与推广，只要我们明确其发展的方向及目标，逐步趋向于精、深、高技术，和优化的食品深加工产品，我们的未来定能迈向辉煌。

第一章 米类淀粉制品

第一节 稻谷的结构与组成

一、稻谷的结构与形态

稻谷籽粒的结构是由外部的稻壳和内部的糙米组成。稻壳由两片退化的叶子内颖和外颖组成，内外颖的两缘相互钩合包着糙米，构成完全密封的谷壳。谷壳约占稻谷总重量的 20%，它含有较多的纤维素(30%)、木质素(20%)、灰分(20%)、戊聚糖(20%)、蛋白质(3%)，脂肪和维生素的含量很少。灰分主要由二氧化硅(94%~96%)组成。

稻谷去掉外壳即为糙米，它是由受精后的子房发育而成。按照植物学的概念，整粒米是一个完整的果实，由于其果皮和种皮在米粒成熟时愈合在一起，故称为颖果。颖果由颖果皮、胚、胚乳三部分组成。颖果皮由果皮、种皮和珠心层组成，包裹着成熟颖果的胚乳。胚乳在种皮内，是由糊粉层和内胚乳组成。胚位于糙米的下腹部，包含胚芽、胚根、胚轴和盾片四个部分组成。在糙米中，果皮和种皮占 2%~3%，珠心层和糊粉层占 5%~6%，胚芽占 2.5%~3.5%，内胚乳占 88%~93%。

在碾米时，果皮、种皮和糊粉层一起被剥除，故这三层合称为米糠层。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，营养价值高。稻壳籽粒及各组成部分的平均化学成分见表 1-1。

表 1-1 稻壳籽粒及各组成部分的平均化学成分（%）

名称	水分	蛋白质	脂肪	碳水化合物	粗纤维	灰分
稻谷	11.7	8.1	1.8	64.5	8.9	5.0
糙米	12.2	9.1	2.0	74.5	1.1	1.1
胚乳	12.4	7.6	0.3	78.8	0.4	0.5
米胚	10.4	20.8	20.7	31.9	7.5	8.7
米糠	13.5	17.5	20.1	39.8	9.3	9.8

从米糠中提取的米糠油（包括米胚油）所包含的不饱和脂肪酸和维生素 E 有重要的生理功能，它与红花籽油合用重量比 7:3) 在日本被称为“健康油脂”能明显降低人体血清胆固醇水平，对预防动脉硬化、冠心病有良好的效果。米糠和米胚还是 B 族维生素和维生素 E 的良好来源。

二、大米的化学组成

糙米去掉糠层和胚芽即是大米，它由胚乳组成。大米胚乳通常是硬质半透明的，也有不透明的，某些品种兼有不透明区，与小麦胚乳中的粉质部分相似。胚乳细胞相互间紧紧联系在一起，形成具有多角形的复粒淀粉与蛋白质体，在靠近糊粉层胚乳细胞中的蛋白质体比靠近胚乳中心细胞中的蛋白质体多很多。大米胚乳多角形的复粒淀粉，即较大的淀粉颗粒中包含一些较小的淀粉颗粒。

（一）蛋白质

大米胚乳中蛋白质含量较少，但它是谷物蛋白质中生理价值最高的一种，其氨基酸组成比较平衡，赖氨酸含量约占总蛋白的 3.5%。大米蛋白质以米谷蛋白为主要组成，约占总蛋白的

80% 其他三种为清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白 其中以醇溶蛋白最低 仅占 3% ~ 5%。不同品种大米的化学组成见表 1-2。

表 1-2 不同品种大米的化学组成(%)

品种	水分	蛋白质	脂肪	淀粉	灰分	纤维	支链淀粉/ 直链淀粉
杂交早籼	14.0	7.8	1.3	75.1(29.3)	1.0	0.4	2.41
晚籼	13.8	8.1	1.2	74.9(22.8)	0.9	0.3	2.39
早粳	14.1	6.8	1.4	75.8(20.2)	1.1	0.5	3.95
晚粳	14.3	7.1	1.4	75.7(15.8)	0.9	0.4	5.33
糯米	14.2	7.6	1.5	74.8(5.4)	1.0	0.6	17.52

注: 中为大米淀粉中直链淀粉含量。

(二) 淀粉

淀粉是大米最主要的组成, 占整粒大米的 77% ~ 80%。它有两种结构形式, 即直链淀粉与支链淀粉, 各自具有不同的性质。直链淀粉糊化后没有粘性, 支链淀粉吸水膨胀后易生成冻胶状粘质体。谷物中两种类型的淀粉比例, 决定其加工性质的变化。对于大米, 直链淀粉的含量与其蒸煮品质有密切的关系。直链淀粉含量高的大米, 蒸煮时膨胀率高, 米饭于干燥疏松, 粘性差 食用品质低 但适合于加工米粉 若支链淀粉含量高 蒸煮时膨胀率低, 米饭湿而粘性强。糯米淀粉几乎都是由支链淀粉组成, 不含直链淀粉; 粳米中直链淀粉多一些(约占淀粉总量的 20%), 而籼米胚乳中的直链淀粉更多。

大米直链淀粉含量除与其蒸煮品质有关外, 还与用米粉加工米制小吃食品时的许多性能有关。籼米直链淀粉含量高, 糊化后易回生, 不能用于生产含水量高的米粉面包, 否则产品会变得干硬、粗糙、易碎掉渣。粳米和糯米所含的直链淀粉少或没有 米质较粘 糊化后几乎没有回生现象 食用品质好 可用米加

工糕类食品，却不适宜加工米粉条。

大米富含 B 族维生素，但含量会随着加工精度的提高而下降。大米中含有的极少量的脂肪，主要由不饱和脂肪酸组成。大米中又含钙、磷、铁及钾等矿物质。

第二节 米糠营养素的提取及营养特征

一、米糠营养素的提取

米糠是稻谷加工中主要副产物，约占稻谷的 6%。最新研究表明米糠集中了稻米 64%的营养成分，含有丰富的蛋白质、脂肪、糖类、维生素、膳食纤维和矿物质 其中所含不饱和脂肪酸和多种天然生理活性物质对人体健康具有重要的作用。

为了充分开发米糠资源，防止米糠变质，提高其保存性，必须钝化所含脂肪酶，即米糠的稳定化处理，以稳定米糠为原料生产出许多衍生产品，如水溶性稻米营养素、稻米浓缩纤维、米糠油、生育酚及生育三烯酚、 γ -谷维醇等。米糠营养素富含米糠优质蛋白、脂肪、多糖及多种生理活性物质。

(一) 米糠中主要营养素组成

米糠中主要营养素见表 1-3。

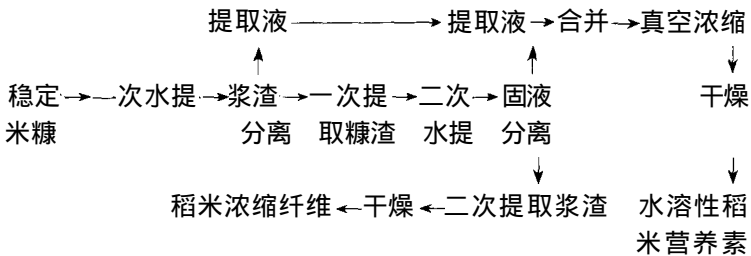
表 1-3 米糠主要营养素组成

成分	含量(%)
脂肪	18.0~24.0
蛋白质	12.0~17.0
碳水化合物(膳食纤维,水溶性膳食纤维)	45.0~55(23.0~35.0,2.0~6.0)
灰分	7.0~11.0
水分	2.0~8.0

(二) 米糠营养素的一般制备方法

新鲜清洁的稳定米糠，于料水比为 1:3~1:8 条件下浸湿，35~38℃ 下搅拌提取 0.5~3 小时，使水溶性的成分游离出来，并使蛋白和脂肪充分乳化。浆渣分离后，得到的浆液即提取液，分离得到的浆渣应用酶技术进行第二次提取。提取采用的酶可为淀粉酶和蛋白酶。在料水比为 1:2~1:4 条件下添加，提取时间一般为 0.5~2 小时，使淀粉和蛋白发生水解作用。二次提取糠渣经气流干燥或流化干燥得到稻米浓缩纤维。水解液与提取液合并后，经真空浓缩、喷雾干燥或真空干燥，得到水溶性稻米营养素。

(三) 水溶性稻米营养素的工艺流程



经此生产工艺，米糠完全转化为水溶性营养素和稻米浓缩纤维两个产品。1 吨米糠约可生产 400 千克水溶性稻米营养素和 600 千克稻米浓缩纤维，无废弃物。

(四) 水溶性营养素的主要理化指标

水溶性稻米营养素的主要理化指标见表 1-4。

水溶性稻米营养素除含有碳水化合物外，还富含脂肪、蛋白质和矿物质，是一种营养全面的产品，而且色泽金黄，味道甘美，具有米香坚果味，冲调性良好，可直接食用，也可用作其他保健食品的原料。稻米浓缩纤维含有 50% 左右的膳食纤维，是制备高纤维保健食品的良好原料。

表 1-4

水溶性稻米营养素的主要理化指标

成 分	质量分数(%)
脂肪	24.0~30.0
蛋白质	7.0~11.0
碳水化合物	55.0~60.0
灰分	3.0~6.0
水分	2.0~4.0
膳食纤维	2.0~6.0
水溶性膳食纤维	2.0~4.0

二、稻米营养素的营养特征

(一) 脂肪

水溶性稻米营养素中脂肪含量比较高,脂肪酸主要由棕榈酸、油酸和亚油酸组成,其中油酸和亚油酸等不饱和脂肪酸含量高达 60%~85%,且必需脂肪酸达 47%,远远高于其他植物油。此外,水溶性稻米营养素还含有十几种不皂化脂类物质和几十余种抗氧化剂等生理活性物质。这些生理活性物质的协调作用对高血脂、糖尿病、心血管病等具有预防、控制和减轻的良好作用。水溶性稻米营养素中不皂化物类生理活性成分见表 1-5。

表 1-5 水溶性稻米营养素中不皂化物类生理活性成分

谷维素	生育酚	生育三烯酚	植物甾醇	米糠磷脂
β -谷甾醇阿魏酸酯	α -生育酚	α -生育三烯酚	未明确甾醇	卵磷脂
菜油甾醇阿魏酸酯	β -生育酚	β -生育三烯酚	菜油甾醇	脑磷脂
豆甾醇阿魏酸酯	γ -生育酚	γ -生育三烯酚	豆甾醇、 Δ^7 豆甾醇	肌醇磷脂
环木菠萝醇阿魏酸酯	δ -生育酚	δ -生育三烯酚	β -谷甾醇	丝氨酸磷脂
环菠萝烯醇阿魏酸酯		环木菠萝醇	Δ^5 、 Δ^7 燕麦甾醇	甘油磷脂

(续表)

谷维素	生育酚	生育三烯酚	植物甾醇	米糠磷脂
24-亚甲基环菠萝烯醇阿魏酸酯		环木菠萝烯醇	钝叶大戟甾醇	脱酰化胆碱磷脂
		24-亚甲基环木菠萝醇	芦叶甾醇、环桉烯醇	脱酰化脑磷脂
环米糠醇阿魏酸酯			柠檬二烯醇	磷脂酸

(二) 蛋白质

米糠蛋白质是一种高营养价值的蛋白质，氨基酸种类和含量与 FAO 和 WHO 的建议模式很接近。米糠提取后约有 20% 的蛋白质进入水溶性稻米营养素，其氨基酸的组成及其他谷物的比较见表 1-6。

表 1-6 稳定米糠、水溶性稻米营养素及其他谷物氨基酸组成比较

氨基酸	稳定米糠 (克/100克 蛋白质)	水溶性稻米 营养素(克/ 100克蛋白质)	小麦麸 (克/100克 蛋白质)	黑麦麸 (克/100克 蛋白质)	FAO/W H O 模式
赖氨酸	6.1	5.71	4.5	4.1	5.5
苏氨酸	3.97	4.64	3.7	3.3	4.0
色氨酸	2.2	1.8	1.7		1.0
胱氨酸	2.0	2.3	2.8	1.9	3.5
蛋氨酸	1.1	1.9	1.7	0.4	
缬氨酸	6.2	3.8	3.2	2.7	5.0
亮氨酸	8.0	5.5	6.8	6.8	7.0
异亮氨酸	4.14	2.31	3.58	3.14	4.0
苯丙氨酸	4.3	2.8	4.3	4.6	
酪氨酸	3.1	2.5	3.3	2.7	6.0
组氨酸	3.2	3.6	3.2	2.2	

(续表)

氨基酸	稳定米糠 (克/100克 蛋白质)	水溶性稻米 营养素(克/ 100克蛋白质)	小麦麸 (克/100克 蛋白质)	黑麦麸 (克/100克 蛋白质)	FAO/W 小时 0模式
丙氨酸	6.4	7.2	5.7	5.4	
精氨酸	9.2	9.6	8.1	6.3	
天门冬氨酸	10.2	11.1	8.5	7.5	
谷氨酸				27.9	
甘氨酸	6.3	7.5	6.7	5.4	
脯氨酸	4.7	3.2	6.5	4.9	
丝氨酸	4.7	4.6	5.0	4.5	

(三) 水溶性多糖

米糠水溶性多糖与一般均聚糖不同,是一种结构复杂的杂多糖。米糠水溶性多糖单糖的气相色谱分析表明,它主要是由鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖、半乳糖等组成。医学研究证明,它不仅具有一般多糖的生理功能,而且还具有较强的抗肿瘤、降血糖、降血压、降胆固醇等防治老年心血管疾病的功能。米糠中原有的水溶性多糖经提取分离过程,进入了水溶性的稻米营养素,成为其中的保健因子。

(四) 矿物质

米糠中含有大量人体必需的矿物因素,尤其含有碘、铬和硒等微量元素。研究证实,稳定米糠中大部分矿物质进入了水溶性稻米营养素,一些矿物元素在水溶性稻米营养素中得到富集。结果见表1-7。

水溶性稻米营养素富含维生素B、维生素E、 β 胡萝卜素等各类维生素,米糠中的抗营养因子植酸,在提取过程中由于内源

植酸酶的作用，在水溶性稻米营养素中的含量极低。

表 1-7 稳定米糠和水溶性稻米营养素矿物元素的组成

元素	稳定米糠质量分数 (毫克/100克)	水溶性稻米营养素 质量分数(毫克/100克)
钙	38.41	31.95
钾	1 498.90	1 212.8
磷	2 083.07	610.66
镁	1 080.02	186.67
铁	9.00	10.77
锌	15.45	5.06
锰	20.87	4.74
铜	0.97	0.65
铬	0.051	0.13
碘	0.066	0.012
硒	0.29	0.41
钠	36.5	103.81

第三节 米类淀粉粉丝类产品制作

一、保鲜湿米粉的制作

米粉又名米粉条、米线、米面或米粉丝 是一种有悠久历史的传统食品。它质地柔软、滑爽可口、有咬劲 既可作为主食 又可作为小吃。但米粉条的生产又与面条不同，大米中的蛋白质不能像面粉一样形成面筋网络，只有依靠大米淀粉糊化后回生来产生抗拉强度。因此米粉条的诸多性质主要来自大米淀粉的行为表现。

通过对大米粉末进行必要的处理、添加变性淀粉等措施 使