

全国高等农业院校教材

农产品加工工艺学

刘心恕 主编

农产品贮藏加工专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

农产品加工工艺学

刘心恕 主编

责任编辑 陈万里

出版 中国农业出版社

(北京市朝阳区农展馆北路2号)

发行 新华书店北京发行所

印刷 北京科技印刷厂

* * *

开本 787mm×1092mm16开本

印张 16.5 字数 376千字

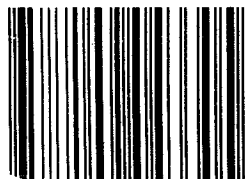
版、印次 1997年5月第1版

1997年5月北京第1次印刷

印数 1—4,000册 定价 15.90元

书号 ISBN 7 109 04330-4/S·2682

ISBN 7-109-04330-4



7109043305>

主 编 刘心恕 西南农业大学
副主编 赵增煜 沈阳农业大学
主 审 胡光烈 华南热带作物学院

前 言

《农产品加工工艺学》是全国高等农业院校农产品贮藏加工专业本科生教材。由西南农业大学刘心恕教授主编、沈阳农业大学赵增煜教授副主编、华南热带作物学院胡光烈教授主审，北京农业大学蔡同一教授等复审。在编写过程中，先提出编写大纲，寄全国有关高等院校征询意见修订计划，主编副主编分工编写、讨论、合稿，经主审人审查、修改内容，再经复审人审阅定稿，交中国农业出版社。

农产品资源种类繁多，加工品的门类极为广泛。本书主要阐述粮食、油料初加工与深加工主要产品的基础理论及现代生产工艺技术，并涉及副产物的综合利用，达到农产品资源充分开发。

本书为农产品贮藏加工专业用书，国内首次编写，编者水平不高，教材字数所限，书中挂一漏万，谬误不足之处，请指示。

编 者

目 录

绪论	1
一、农产品加工的意义	1
二、农产品(粮油)加工的主要内容	2
三、开创农产品加工新局面	2
四、农产品加工工艺学的主要任务	4
第一章 稻谷的加工	5
一、稻谷加工产物的营养成分	5
二、稻谷的碾(制)米工艺	6
三、大米的加工	7
第二章 面粉生产及面粉制品	10
第一节 小麦制粉	10
一、小麦制粉过程一般概述	10
二、小麦入磨前的清理与润麦	11
三、小麦的碾磨、筛分与面粉处理	14
四、面粉与小麦质量管理	19
第二节 焙烤食品	23
一、原辅料工艺性能	23
二、饼干生产基本理论及工艺综述	29
三、面包生产基本理论及工艺综述	38
第三节 面食品	46
一、挂面生产工艺综述	46
二、方便面生产工艺综述	51
第三章 淀粉生产及淀粉制糖	59
概述	59
一、用化学和生物化学的观点研究玉米的科学利用	59
二、玉米深加工的途径	60
三、玉米的深加工与饲料生产	64
第一节 玉米淀粉加工工艺	64
一、玉米加工前的清理与清理后输送	64
二、玉米的浸泡	64
三、亚硫酸制备	67
四、玉米的破碎,胚芽分离与洗涤	68
五、浆料的细磨	69
六、渣滓的筛分和洗涤	69

七、淀粉与麸质的分离	70
八、麸质的浓缩与干燥	72
九、淀粉干燥	72
十、玉米淀粉生产中其他若干问题	73
第二节 马铃薯淀粉生产	76
一、概述	76
二、马铃薯淀粉制取工艺	77
三、马铃薯汁液的成分与利用	79
第三节 变性淀粉	80
一、概述	80
二、几种主要的变性淀粉	84
第四节 淀粉制糖	87
一、淀粉制糖基本理论	87
二、饴糖生产工艺	90
三、淀粉糖浆生产工艺	91
四、果葡糖浆生产工艺	92
第四章 植物油制取、精炼及加工	96
概述	96
一、植物油料的种类及化学成分	96
二、植物油制取的主要方法	96
三、大豆是我国的主要制油原料	97
第一节 大豆油提取	97
一、大豆在取油前原料的预处理	97
二、压榨法提取大豆油	99
三、浸出法制取大豆油	102
第二节 其他植物油料的制油特点	106
一、油菜籽制油	106
二、棉籽制油	106
三、花生制油	107
四、向日葵籽制油	107
五、芝麻制油	107
六、米糠制油	108
七、玉米胚芽制油	108
第三节 油脂的精炼	108
一、毛油中机械杂质的去除	109
二、脱胶	109
三、脱酸	110
四、脱色	111
五、脱臭	112
六、脱蜡	112
第四节 油脂的加工	112
一、油脂的氢化	113

二、人造奶油	115
三、起酥油	117
第五章 大豆蛋白质的提取及其在食品加工上的利用	119
第一节 大豆蛋白质提取	119
一、大豆蛋白质与加工有关的几点特性	119
二、大豆蛋白质的提取工艺	121
第二节 大豆蛋白质的食用品质特性	124
一、大豆蛋白质的功能性	124
二、大豆制品中抗营养物质作用机理及其处理	128
三、大豆蛋白质制品中气味的产生及防止	130
四、大豆蛋白制品在食品中的应用	132
第六章 酿造调味品	134
第一节 酱油	134
一、酱油酿造原辅料工艺特性	134
二、酱油酿造工艺综述	137
三、酱油再制品	156
四、酱油生产新技术探讨	157
第二节 食醋	159
一、食醋酿造基础理论	159
二、原辅料工艺性能	163
三、工艺综述	164
第七章 酿酒	181
第一节 白酒	181
一、白酒原料	183
二、白酒酿造基础理论	183
三、大曲法白酒	197
四、小曲法白酒	218
五、液、固结合法白酒	222
六、低度白酒	224
第二节 黄酒	229
一、原料要求	230
二、曲、酒药和酒母	230
三、工艺综述	236
第八章 农产品加工与综合利用	243
概述	243
第一节 玉米提取淀粉后的饲料生产	245
第二节 农产品加工副产品的其他利用	247
一、水化油脚中磷脂的提取	248
二、皂脚中脂肪酸的提取	249
三、甾醇和生育酚的提取	250
四、谷维素的提取	251

五、米糠糠粕中植酸的提取	251
主要参考文献	254

绪 论

一、农产品加工的意义

广义讲,凡种植业收获的产品,统称为农产品,包括粮、油、糖、果、蔬、茶、棉、麻、烟草、食用菌、药材、花卉等,范围广泛,种类繁多。狭义讲指粮食、油料二者。以农产品(粮食、油料)为基础原料,采用物理、化学、生物工程等技术,制成供食用、工业用或医药用的成品或半成品,提供各方面需要。

农产品加工是农产品生产与销售、消费之间一个极为重要的环节。水稻、小麦只有经过制米工业和面粉工业的加工处理,才能供食用或工业用,油料不经加工是不能供消费或其他方面用的。所以,当今世界发达国家,运用现代科学技术将农产品加工成各种产品,投放市场,发挥其可用价值,提高其经济效益。

农产品加工始终是一个战略问题。首先,它与人民生活息息相关。人类活着要吃,“民以食为天”。人类食物除少部分由矿物质提供,绝大部分都是农、林、牧、副、渔业的发展而得以丰衣足食,安居乐业,经济繁荣。食品问题是世界四大问题(人口、能源、环境污染、食品)之一,古今中外任何国家都把食品问题看作国家兴衰存亡的头等大事,都把发展食品工业作为富国强民的决策和部署。同时人们对食品的要求,不仅要吃饱,而且要求吃好,要求卫生、营养、方便以及多样化,一日三餐,不可缺一。初级的农产品是不能满足人们需要的,必需通过加工才能解决。所以农产品加工是“永恒的工业”,既能调节季节性、区域性与单一性,又能提高商品性与适用性。世界上一切发达国家,国民的食物结构,都有所改变,减少粮食的消耗量,反之,凡食单一粮食的人民,必然陷于饥饿或半饥饿状态。

其二,农产品加工直接关系能否实现高产优质高效农业的主要保证。刚收获的农产品是初级产品,经济价值低,又是易腐性产品,容易腐败变质,失去利用价值。通过加工,既能把资源优势,变为商品优势,增值再增值,是农产品“收获后的再收获”;又能保存不坏,保证“丰产丰收,丰收丰食”。世界上发达国家大体上农产品的产值是一,其加工后的产值为二,而以加工品的形式在市场交易,只卖初级农产的国家或地区,必然处于落后的状态。

第三,农产品加工投资少,见效快,原料分散,劳动力密集,适合乡镇企业,是农村脱贫致富奔小康的有效途径。世界上发达国家都把农产品初加工安排在农村产地,就地取材,就地加工。能获得新鲜原料,保质加工,减少原料长途搬运,加工后的下脚副料,及时返还农村作饲料或肥料,促进农业良性循环,把农业、工业、商业有机结合起来,形成一体多元化结构。

总之,农产品加工,是大农业的延伸发展;是高效农业的保证;是丰富人民生活、改善人们食物结构的良策;也是发展乡镇企业的主力,更是促进农村脱贫致富的有效途径。

二、农产品（粮油）加工的主要内容

以农产品为基础原料加工的产品繁多，内容各异，本书只讲述粮食、油料的初加工与深加工的产品。

粮食、油料就其组织结构、理化特性各异的特点，加工的主要产品如下：

（一）粮食作物加工

1. 稻谷加工 大米

（1）大米复制品 光米、强化米、婴儿米以及米饭、方便米饭、米粉、米糕等。

（2）发酵制品 黄酒（清酒、米酒）、醪糟等。

2. 小麦加工 面粉

（1）面粉复制品 挂面、方便面、面皮等。

（2）焙烤食品 面包、饼干、烧饼、月饼等。

3. 玉米、薯类加工 淀粉

（1）淀粉复制品 粉条、粉丝、粉皮等。

（2）淀粉衍生物 氧化淀粉、环状糊精等。

（3）淀粉制糖 麦芽糖、葡萄糖、淀粉糖浆、高果糖（果葡糖浆）及其糖果等。

（4）淀粉发酵制品 氨基酸，柠檬酸，维生素C、B₁、B₁₂等，抗生素类，有机溶剂，酶制剂，酵母制品，调味品及酒类等。

4. 豆类加工

（1）豆油。

（2）豆制品 豆浆、豆腐、豆干、豆筋、豆粉、粉丝等。

（3）发酵制品 酱油、豆酱、豆豉、豆腐乳、酸豆奶等。

（4）蛋白制品 浓缩蛋白、分离蛋白、组织蛋白、人造肉等。

（5）罐头制品、油炸制品、膨化制品等。

（二）油料作物加工

1. 粗制油 大豆油、花生油、芝麻油、向日葵瓜籽油、菜籽油、棉籽油等。

2. 精炼油 精制油、色拉油、起酥油、人造奶油等。

（三）副产物综合再生利用

1. 粮食加工副产物

（1）谷壳 耐火灰砖、糠醛等。

（2）米糠 米糠油、维生素B₁等。

（3）麸皮 植酸钙、肌醇、谷维素等。

（4）玉米胚芽 胚芽油、胚芽蛋白、亚油酸等。

（5）粉渣、黄浆等作饲料。

2. 油料加工副产物 饼粕—豆腐、酱油、酱、植物蛋白、饲料等；皂脚—肥皂。

三、开创农产品加工新局面

我国农产品加工业，经40多年的建设，得到了巨大发展，现已拥有粮食加工、油脂加

工、淀粉、制糖、焙烤、酿酒、调味品、糖果糕点、氨基酸、抗生素、维生素等门类比较齐全的加工业。特别是粮油加工、酿酒、调味品工业等遍及全国城乡各地，生产设备绝大部分已实现机械化、半机械化，作坊式手工生产将成为历史。但我国农产品加工业与国际发达国家比，仍有不同程度的差距。主要表现在：品种结构少，质量标准低，深度加工不够，再生利用差。例如，大米只有精米与标米，碎米率占35%以上，含糖0.2%以上，纯度、精度差，谷壳作燃料，米糠作饲料，方便米饭少，不淘洗米（光米）空白；面粉只有特粉、标粉、普粉三种，分级粗放，出粉率低，精度差，挂面断条，饼干欠酥，面包缺骨力，麸皮仅用作饲料、填充料或调味料；植物油提取，压榨法居多，出油率低，油饼残油率高达7%—8%，毛油质量差，饼多作饲或肥，仅豆饼用作调味料，从饼粕中提取脱脂蛋白甚少或仍是空白。究其原因，主要是设备落后，原料工艺性能差，工程技术人员少，素质偏低，管理也不上等。

如何开创农产品加工新局面，使我国农产品加工业上新台阶，到本世纪末接近或赶上发达国家的水平呢？

（一）充分利用现有资源 我国人口众多，又是世界大国，而人均资源占有量则很少，为世界第70位，如何用好、用尽现有农产品资源是当前最迫切的问题：（1）需对现行企业进行设备挖潜，加强技术监督管理，从而提高产品质量与原料利用率。产品质量是竞争力，低劣产品不仅不能进入国际市场，国内市场也将丧失。减少原料吨耗，是降低成本增强竞争力的有效手段。（2）需对加工余下的副产物，再生利用，减少资源浪费，达到物尽其用，进而提高经济效益。（3）需开发新产品，增强企业活力。新产品开发，首先针对国内市场，把农产品加工业与日常消费联系起来，与特殊需要、市场短缺联系起来。其次针对国际市场，按国际标准、习惯生产，与之接轨，提供终端产品。（4）需弘扬中国传统产品，提高档次，改进包装，美化商品。

（二）选、引、育加工用新品种 原料是基础。没有加工适性优良的品种原料，是难于加工出优质产品的。原料的加工适性是以加工产品不同而要求各异。但一般讲对原料的可利用率、成熟度、新鲜度、主要化学成分含量高等基本是一致的。有了优良品种，还需建立原料基地，按生态农业规格，按需种植，集中种植，按质按价收购，确保农、工、贸利益。基地生产的原料，应是无公害污染的“绿色原料”，以便生产出“绿色食品”，向消费者提供营养丰富，保健、益智、延衰的功能性食品。

（三）采用高新技术，武装农产品加工业 例如将电子计算机应用于磨油机组的检测和控制，提高了产品质量，降低了成本；将微波技术应用于白酒催陈，微机技术与专家智能结合应用于名酒勾兑，既缩短了白酒贮存“酒龄”，又保证了产品质量。目前在食品加工方面已实用的高新技术较多，诸如膜分离技术、超临界流体萃取技术、超压膨化技术、微波技术、辐照技术、速冻技术、生物工程技术以及无菌包装、过滤技术等等，根据不同的产品而采用相应的高新技术。

（四）培训技术人才，制订质量标准 人才是关键。据有关方面统计，我国食品工业方面人才，按职工计不足3%，有的企业中级职称的人才都缺乏，急应积极培训补充。任何产品都应有质量标准。标准是法规，是准绳。标准应与国际标准接轨。没有质量标准的产品不准生产，不合标准的产品不准销售。

总之，开创我国农产品加工新局面，首要是用好、用尽现有农产资源，提高现有产品档次，增强竞争力，同时选、引、育新品种，应用高新技术，培训技术人才，制订质量标准，使我国的农产品加工业走向世界。

四、农产品加工工艺学的主要任务

（一）农产品加工的主要产品是食品，食品是供人们生长发育、益智、抗衰老所必需，以生产出安全卫生、营养丰富、适口性好，且耐保藏的食品为首要任务。

（二）农产品加工是为高效农业产后服务，对收获的农产品如何用好用尽，产生最好的经济效益与社会效益的工艺过程，是实现农村小康宏观战略的重要组成部分。

（三）农产品加工的原料是“生物原料”，是活的有机体，使营养成分自耗降质（后熟者例外），又易遭受微生物侵染为害，腐败变质。在加工过程中必须了解生物原料营养成分的变化规律、与微生物生长繁殖条件，从而制定减少或避免营养成分损耗、微生物为害的工艺路线与技术措施。

（四）农产品加工是以食品化学、食品营养、食品微生物、食品机械（含化工机械）及食品工程原理（含化学工程原理）等的基础理论应用于每一项操作单元。在单元操作中必须知道为什么这样做？否则，会出现什么问题？如何解决？从而按品质要求而获得最佳产品。

（五）在整个生产过程中，始终重视以提高产量质量，提高设备利用率与劳动生产率为目标，科学合理地组织生产，严格监测产品质量。

第一章 稻谷的加工

水稻收获以后的籽粒称为稻谷。稻谷和小麦、玉米等籽粒的不同是它外面有颖壳。颖壳内部是糙米，糙米去掉皮层才是米（大米、精米）。

颖壳在加工上称稻壳或谷壳，在植物学上是籽粒的内颖和外颖，其细胞高度木质化，硬脆，起着保护的作用。

糙米在植物学上是果实，是由受精后的子房发育而成，由皮、胚乳和胚三部分组成，皮由愈合在一起的果皮和种皮组成。再内部便是糊粉层和胚乳，胚有胚芽、胚根、胚轴和盾片，是一个小植株的雏形体，含有丰富的营养。在制米时是将糙米的皮层（果皮、种皮）、糊粉层去掉，并在大多数情况下胚也被磨掉，这一部分便称米糠。所以在加工上是先去掉稻壳，去掉稻壳的籽粒称糙米；其次是去掉糙米的糠层，去掉糠层的糙米称米（大米、精米），而加工后的产物便有稻壳、米糠和米三种。

一、稻谷加工产物的营养成分

稻米的营养价值较高，各种营养成分的可消化率和吸收率高，粗纤维含量少。虽然蛋白质含量较低，但其生物价（即吸收蛋白质构成人体蛋白质的数值）高。一般糙米和大米的营养成分可如表 1-1 所示。当然，因品种及栽培条件不同会有变化。

表 1-1 糙米和大米营养成分

类 别	水分 (%)	蛋白质 (%)	脂肪 (%)	糖类 (%)	热量 (J) (每 100g)	B ₁ (mg%)	B ₂ (mg%)	Ca(mg%)	P(mg%)
糙 米	14.4	7.9	2.3	74.4	1 464.4	0.45	0.10	37	341
白 米	14.2	7.0	0.9	78.0	1456	0.10	0.45	26	348

大米中的蛋白质可分为四种，即白蛋白、球蛋白、醇溶谷蛋白和谷氨酰氨。谷氨酰氨不溶于盐和水，但溶于稀酸和稀碱，占米蛋白的 62%；白蛋白溶于水、盐、稀酸和稀碱，占米蛋白的 12%；球蛋白不溶于水，但可溶于盐、稀酸和稀碱；醇溶谷蛋白与谷氨酰氨显示基本相同的溶解性，还溶于浓度为 70%—80% 的酒精，占米蛋白的 9%。

大米蛋白质的生物价较高为 88%，其与其他动植物食物的生物价相比如表 1-2 所示。从表中可知大米蛋白质的生物价远高于小麦和玉米。当然，蛋白质的含量比小麦低，且不能形成面筋。

米糠含有丰富的营养物质。一般加工 100kg 稻谷可得 5kg 米糠。我国是世界上最大的产米国，而米糠的总产量也是非常大的。但是，我国农村人口多，且居住分散，构成稻米的加工也比较分散，分散加工后所获得的米糠多为就地喂猪作饲料，这实际上造成了许多

物质的浪费，而这些物质都是植物通过一个生长周期积累起来的，白白地浪费掉十分可惜。所以，对米糠科学地利用，应该是一个值得重视的问题，其中有一部分是加工体系的结构问题。

表 1-2 几种动植物食物蛋白质的生物价

动物蛋白质 (%)	植物蛋白质 (%)
牛 肉 100	大 米 88
牛 奶 100	马铃薯 79
鱼 肉 95	菠 菜 64
螃 蟹 79	豌 豆 56
干酪素 70	小 麦 40
	玉 米 30

米糠中所含有的营养物质如下所示：水分 13.5%，油分 17%—20%，粗蛋白 15%—17%，粗纤维 6%—8%，糖类 37.5%—39.0%，灰分 7%—9%，糠蜡 0.9%—1.8%，维生素 E 0.1%—0.25%，胡萝卜素和类胡萝卜素 $(200-300) \times 10^{-6}$ ，其他尚含有固醇、磷脂、谷维素等。

二、稻谷的碾（制）米工艺

稻谷碾米的全过程也就是清理与分级；砻谷；精碾以及成品的清理和分级。

（一）清理与分级 在加工之前，必先进行清理，如同其他谷物加工一样，稻谷的清理可用筛选法；风选法；比重法；磁选法等，为了产品质量整齐，减少碎米率，清理后的稻谷应按粒度适当分级后进行加工。

（二）砻谷 砻谷就是净谷脱去颖壳而成为糙米的过程。脱壳是用砻谷机，砻谷机主要是借助于一对相向不等速旋转的胶辊，在一定压力下，对从中通过的稻谷进行挤压和快速搓撕，使稻壳脱离。通过的稻谷当然不能一次把稻壳全部脱掉。所以，通过砻谷机的稻谷要经过谷糙分离筛，使已被脱壳和未脱壳的谷粒分开，这称为谷糙分离。在砻谷机上有吸风装置，把脱掉的稻壳用风吸走，直接吸至稻壳堆放的地方。

（三）碾米 脱掉稻壳的谷粒是糙米，糙米需通过精米机去掉皮层、糊粉层及胚，然后经过筛分把米和糠分开，便完成了制米的过程。

碾米用机械有摩擦式和研削式两种。

摩擦式碾白：糙米粒在碾白室内靠螺旋的推进装置推进时，籽粒与构件之间，粒与粒之间产生了摩擦作用。当这个摩擦力大于籽粒皮层与胚乳的联结力，而小于胚乳分子间的凝聚力时，皮层与胚乳间产生滑动摩擦，使皮层延伸、撕裂，直到与胚乳分离。这种由物体运动摩擦变为皮层与胚乳间的滑动摩擦称为擦离作用。利用这种擦离作用得到碾白，称为擦离碾白。这种擦离作用是在碾白室内具有较大压力的摩擦下进行的。这种机器是将糙米从一端装入，由螺旋将米送往另一端出口，在出口处用金属挡及钢板弹簧的阻力来调整机内的压力。

研削碾白：碾米机内有金钢砂的砂辊。砂辊表面上有许多突出的、坚硬的、密集而尖锐的金钢砂楞角，对籽粒的皮层进行不断的切削而碾掉，研削碾米不但要求砂辊表面金钢

砂粒锋利，线速度要大，它主要靠一定的速度使米碾白的。所以，机内压力要小，压力小碾白效果好。否则，压力大会使米粒破碎，出米率低。

(四) 成品整理 成品整理主要是成品分级，使用的设备是白米分级筛。通过筛分，可分出大米、大碎米、小碎米等。

三、大米的加工

对大米进行的加工，粗略地可分三种类型。一是以大米为基础的仍作为主食的产品；其次是以大米为原料的饮料系统；三是以大米加工成米粉后再加工成的食品或小食品类。如以小麦、水稻、玉米、大豆为代表来看粮食作物的深加工，则各有其独立系统的走向，各有千秋。这其中说到大米，它的深加工虽然也有很多花样和产品，但在主体上仍以作主食用的产品为主要的系统。所以，这里仅就主要的稍加叙述，各种小食品等就简略了。

(一) 以大米为基础的主食性产品

1. 高蛋白营养米粉 高蛋白营养米粉应该说是婴儿特别是断奶婴儿的主食。大米所含粗纤维少，蛋白质的生物价高，容易吸收，容易消化，婴幼儿即使牛奶和奶粉供应充足，断奶后也要喂给大米制成的米粉，以适应其健康生长的需要。但是大米中的蛋白质含量只有7%—10%左右，含量偏低，而婴幼儿的食品每百克中应含有20g左右蛋白质为宜。供给婴幼儿的米粉应设法提高它的蛋白质含量。所以，才有了高蛋白营养米粉的概念。实际上，高蛋白营养米粉对老弱及患有糖尿病的患者也是很需要的。

高蛋白营养米粉的生产：高蛋白营养米粉可以用酶法和膨化法进行不同类型的生产。

酶解法是利用 α -淀粉酶把已磨成的米粉浆进行酶解， α -淀粉酶可降解淀粉分子产生糊精和部分糖类，然后用离心机分离，使部分糊精及糖类分离出来，再将其沉淀物进行干燥，干燥物中蛋白质的含量便相对提高了。这就获得了含量高的大米蛋白质的米粉，被分离出去的部分糊精及部分糖类还可作其他利用。 α -淀粉酶作用的时间和条件可以根据对产物内含物变化的要求加以控制和调整。所获得的高蛋白米粉利用真空冷冻干燥的方法进行干燥，可以得到高质量的产品。

根据试验，酶解后的产物变化如表1-3所示。

所用原料大米含淀粉77.8%，蛋白质7.9%，水分12.5%，脂肪1.26%，灰分0.17%，用 α -淀粉酶酶解， α -淀粉酶活力单位20 000/ml，加酶量为0.5ml/1 000g大米。

表 1-3 α -淀粉酶不同作用时间大米浆中内含物变化

作用时间 (min)	蛋白质	淀 粉	糊 精	还原糖
10	11.02	69.33	6.67	2.10
20	20.69	55.67	8.67	3.21
30	24.78	49.32	9.06	4.03
40	30.09	43.40	8.33	3.33
60	44.67	33.40	7.94	2.22

膨化法是将大米淘洗干净，调整适宜的含水量，一般以15%左右为宜，在膨化机中进行膨化。膨化后进行切断、干燥、粉碎、筛分便成为膨化大米粉。膨化是物料的一种物理变化过程。但由于高温、高压以及压力瞬间变化的条件，物料的大分子结构也随之发生一

定的变化。经膨化后的大米粉，疏松、柔软，易于冲调成可食状态的糊，适于婴幼儿进食。大米、玉米、大豆经膨化后各营养成分如表 1-4 所示。

表 1-4 大米、玉米、大豆膨化后营养成分的变化

营养成分	大 米		玉 米		大 豆	
	膨化前	膨化后	膨化前	膨化后	膨化前	膨化后
水 分 (%)	13.6	9.41	16.80	9.60	12.00	8.97
蛋白质 (%)	7.8	7.82	10.03	9.89	36.60	36.81
淀 粉 (%)	76.50	65.22	68.50	59.58	28.31	20.03
糊 精 (%)	0.71	3.74	0.79	3.55	0.84	4.00
还原糖 (%)	0.68	1.89	0.77	1.23	0.72	1.43
脂 肪 (%)	1.30	1.27	4.50	4.30	18.22	18.03
V _{B₁} (mg/100g)	0.30	0.53	0.15	0.37	0.79	1.44
V _{B₂} (mg/100g)	0.10	0.10	0.09	0.11	0.25	0.27
V _{B₆} (μg/100g)	83.41	100.13				
V _E (mg/100g)	7.82	7.80	33.41	33.00	28.34	27.98

膨化后的大米粉，可按婴幼儿或老年人的营养需要，加入其他物料进行调配。为提高其蛋白质含量和调整氨基酸的平衡，国内多采用膨化大豆粉进行掺合。原大豆中含有胀气因子和生理障碍因子。用膨化的大豆粉不如用近代科学生产的分离大豆蛋白为好。

2. 大米的小袋冬眠包装和不淘洗米 我国市民过去买米习惯用米袋现称现买，随着生活水平和经济水平的提高，大米零售应改成小袋包装。日本有冬眠包装机。“冬眠”包装就是将大米计量装入塑料袋中，机器在向袋中计量注入大米的同时充入 CO₂ 气体，然后立即热合封袋。这样的袋装大米因充有 CO₂，降低了袋中的 O₂ 的含量，不易氧化，虫子不易生存。如果碾米过程中未被虫卵污染，则装袋后可长时间不生虫；因米粒表面附着糠屑不易氧化，大米可较长时间保持新鲜，且分成小袋包装购买方便。这是值得推广的方法。

不淘洗米：糙米在碾白过程中，由于米粒表层细胞被破坏，米粒相互摩擦产生静电，使微细的米糠屑容易附着在米粒表面，同时还容易附有米糠油。这样的米，在贮藏中容易氧化降低质量和新鲜度，在煮饭时要进行淘洗，在淘洗过程中，可使水溶性物质及维生素 B₁、B₂ 等部分流失。所以，在加工上才有不淘洗米。

不淘洗米，顾名思义就是在煮饭前可不经淘洗投米入锅。这种米的生产，其前过程与制米基本相同。其主要区别在于糙米要更严格去杂分级；然后分层碾磨，即多机轻碾的方法，将米粒的皮层全部碾削干净；最后一道工序是除糠上光，大米经溶剂喷涂，在上光机上光后，清除了表面的糠屑，在米粒表面产生一层极薄的珠光蜡质层，米粒晶莹干净。当然，这样的米，提高了成本，提高了价格。

3. 方便米饭 方便米饭种类很多，一般可分为脱水干燥型、半干型、冷冻型和罐头型。罐头型比其他类型保质量好，特别是口感好，现在多采用软罐头型。

软罐头米饭是选用优质大米，经淘洗、浸渍、初蒸、配上所需要的肉、菜、豆等添加剂，共同装入特制蒸煮袋中，再经高温蒸煮同时起到杀菌作用，然后用热风吹干袋面水气

即成。软罐头米饭的包装材料可用铝箔袋或复合袋,这种袋符合一系列质量指标的要求,如复合、热封、抗张、引裂、破裂强度、透气、透湿性、延伸度、耐热、耐封温度等性能。这种软罐头米饭,重量轻,携带方便;食用方便,可以打开就吃,也可以将袋放入沸水中煮10min后,开袋热食。米饭的营养成分及色、香、味都保持较好的状态,不另加防腐剂及杀菌剂,不需要冷藏条件。这种软罐头米饭除适合于野外作业、军用、旅游等需要外,在生活中逐步起到了类似方便面的作用。

(二) **大米饮料类** 以大米为原料可以制成软饮料类。如发酵清凉饮料;乳酸风味饮料;保健饮料等。

以大米为原料制成的酒精饮料也有几种类型。如白酒、黄酒、米酒、日本的清酒等。

(三) **大米食品** 以大米为原料制成的糕点、食品、小食品种类很多,我国南方在这方面有悠久的历史 and 优良的传统。可以分为糕点糕粿类;饼干、面包类;油炸脆酥点心类;甜饼类等。