

粮食食品 加工技术

李庆龙 主编

中国食品出版社

粮食食品加工技术

主 编 李庆龙

编写人员 李庆龙 陈文麟 柯惠玲
曾昭鲁 李品德 周 坚
刘章武 张金成

中国食品出版社

内 容 提 要

本书主要介绍以粮食为原料的各种食品加工技术，特别是对国内外的新食品加工作了较详细的介绍，主要内容包括粮食食品加工基础知识，淀粉的制取与加工，玉米新食品，谷物蛋白食品，米、麦加工，包、糕点、挂面加工，调味品、方便食品、强化食品，特殊食品与专用食品，食用油脂及粮食食品质量控制等。本书是一部系统完整的粮食食品加工著作，内容新颖，实用性强，是各级粮食食品加工专业人员的必备书，是大专院校食品专业师生的重要参考书，可作为中专中技食品专业教材或培训班教材。

粮 食 食 品 加 工 技 术

李庆龙 主编

中国食品出版社出版
(北京市广安门外湾子)
北京燕山印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

开本787×1092毫米1/32 14.25印张 306千字
1987年6月第1版
1987年6月第1次印刷
印数，1—13,000
ISBN 7-80044-047-8/TS·048
书号：15392·078 定价：2.70元

前 言

为了适应食品工业发展的需要，搞好粮食食品加工，我们编写了《粮食食品加工技术》一书。本书初稿成于一九八五年，当时书名叫《粮食食品》，曾内部铅印用作湖北省粮食转化技术培训班的教材，并进行了广播函授，在社会上引起一定反响。在培训期间，我们收到大量的读者来信，充分肯定了教材的实用性，同时也提出了许多宝贵的意见和建议。我们根据读者的意见和建议，对全书内容进行了调整、充实和改写。这次正式出版，将书名定为《粮食食品加工技术》。

《粮食食品加工技术》一书重点介绍以粮食为原料的食品加工技术。全书共十四章。第一、十四章由柯惠玲编写；第二、三、四、十、十一、十二章由李庆龙编写；第五章由周坚编写；第六章由刘章武编写；第七章由李品德、李庆龙编写；第八章由张金成编写；第九章由曾昭鲁编写；第十三章由陈文麟编写。全书由李庆龙主编和统稿。本书选材注意了科学性与实用性，重点考虑到乡镇企业的需要，适当收入了国内外的新技术，并采用分章节叙述的形式，以便粮食食品培训班及院校有关专业选作教材。本书也可供粮食食品加工技术人员参考。

本书编写过程中，得到了有关单位和许多同志的帮助，在此深致谢意。由于编者水平所限，书中仍不免存在许多缺点和错误，恳望读者提出宝贵意见，以便再版时修改提高。

1987年7月于武汉

目 录

第一章 粮食食品加工基础知识	(1)
第一节 粮食中的营养成分.....	(1)
第二节 粮食中的禁忌成分.....	(14)
第三节 食品添加剂.....	(20)
第四节 我国主要粮食的食品加工特点.....	(35)
第二章 淀粉的制取与加工	(48)
第一节 马铃薯淀粉.....	(48)
第二节 甘薯淀粉.....	(61)
第三节 米、麦淀粉.....	(65)
第四节 其他淀粉的加工品.....	(66)
第五节 变性淀粉.....	(77)
第三章 玉米新食品	(83)
第一节 玉米淀粉.....	(83)
第二节 玉米甜味剂.....	(98)
第三节 多种多样的玉米食品.....	(113)
第四章 粮食蛋白食品	(122)
第一节 大豆食品.....	(123)
第二节 大豆蛋白质的提取.....	(143)
第三节 谷类蛋白质及其食品.....	(154)
第四节 蛋白食用粉.....	(166)
第五章 米麦加工新技术新品种、	(173)
第一节 大米加工.....	(173)
第二节 小麦加工.....	(187)

第六章 面包的生产	(139)
第一节 原辅料的选用与预处理.....	(200)
第二节 面包的生产过程.....	(208)
第七章 糕点制作	(219)
第一节 常见糕点制作技术.....	(220)
第二节 奶油花蛋糕的配制及挤花技术.....	(236)
第三节 常用糕点半成品加工.....	(245)
第八章 挂面加工	(251)
第一节 挂面加工的原辅料.....	(251)
第二节 挂面加工工艺.....	(254)
第九章 调味品	(267)
第一节 味精.....	(267)
第二节 酱油.....	(281)
第三节 食醋.....	(289)
第四节 酱类.....	(293)
第十章 粮食方便食品	(300)
第一节 概述.....	(300)
第二节 方便面.....	(306)
第三节 方便米饭.....	(321)
第四节 方便米粉.....	(323)
第五节 膨化食品.....	(328)
第十一章 强化粮食食品	(337)
第一节 概述.....	(337)
第二节 强化米的生产方法.....	(341)
第三节 面粉的强化方法.....	(354)
第四节 其它强化食品.....	(361)

第十二章	特殊食品与专用食品	(369)
第一节	疗效食品.....	(369)
第二节	儿童食品.....	(374)
第三节	老年食品.....	(383)
第十三章	食用油脂	(389)
第一节	油脂的制取.....	(389)
第二节	油脂深加工产品.....	(398)
第十四章	粮食食品质量控制	(407)
第一节	粮食食品质量控制的一般原则.....	(407)
第二节	食用品质的鉴定.....	(410)
第三节	降落数值与面筋的测定.....	(417)
第四节	面团特性试验.....	(427)
第五节	粮食食品卫生.....	(438)
	主要参考文献	(446)

第一章 粮食食品加工基础知识

第一节 粮食中的营养成分

粮食中主要的营养成分有碳水化合物、脂类、蛋白质、维生素、水分和矿物质等。粮食加工成食品供人食用后，经消化吸收，各营养成分便发挥营养功用。碳水化合物（主要指淀粉和糖类）主要为人体供给热能，用以维持体温并使人能进行工作；脂肪主要也是供给热能，供给必需的脂肪酸，还能帮助脂溶性维生素的吸收；蛋白质主要是构成身体组织，调节生理功能，促进生长发育，补充代谢的消耗，同时也供给一部分热能；维生素、水分和矿物质都是调节人体生理功能的重要物质，水还参与构成身体组织，矿物质中的钙、磷、铁是构成骨骼、牙齿及血红蛋白的重要成分。

一、碳水化合物

碳水化合物包括单糖、低聚糖和多糖三类，因此又称为糖类。多糖是粮食中最主要的营养成分。碳水化合物在很大程度上决定着粮食的营养品质、食用品质和工艺品质，在粮食食品转化过程中起着非常重要的作用。

（一）单糖：粮食中的单糖主要有葡萄糖、果糖、半乳糖、木糖等，一般都以结合的状态构成双糖和多糖，游离存

在的单糖极少。单糖是粮食作物的绿色部分通过光合作用形成的，然后陆续转运到粮食籽粒中，并转化成多糖贮存在粮食中。

单糖是最简单的碳水化合物，是构成低聚糖和多糖的基本单位。单糖易溶于水，它可不经消化液的作用，直接被人体吸收利用。低聚糖和多糖在人体内都必须分解成单糖后，才能被人体吸收利用。

(二) 低聚糖：粮食中主要的低聚糖有蔗糖、麦芽糖、纤维二糖(以上三者为双糖，即由两个单糖分子组成)、棉子糖(三糖)、水苏糖(四糖)。

麦芽糖分子由两个葡萄糖分子结合而成。因此，麦芽糖水解后完全生成葡萄糖。正常的粮食中不含游离的麦芽糖。谷类粮食发芽时，幼芽中即产生较多的麦芽糖。特别是麦芽中含麦芽糖最多，因此叫麦芽糖。食品工业中以大麦芽为酶源，作用于淀粉生产饴糖，其中麦芽糖占三分之一以上。甘薯经蒸煮或烤熟后变甜，也是因为甘薯中的淀粉分解成麦芽糖的缘故。

蔗糖分子由一个葡萄分子和一个果糖分子组成。因此，蔗糖水解后即生成葡萄糖与果糖等量的混合物——转化糖。转化糖是很甜的糖，若以蔗糖的甜度为100计，则转化糖的相对甜度为160，葡萄糖为70，果糖为150。谷类粮食中的蔗糖主要集中在胚中，胚乳中的含量很低。一般新鲜粮食中蔗糖含量较高，陈粮中蔗糖含量不断下降，豆类中蔗糖的含量比谷类高。

(三) 多糖：多糖又称高聚糖，由许多单糖分子结合而成。多糖经酸或酶水解可生成单糖。粮食中最主要的多糖是

淀粉，特别是谷类粮食中，淀粉含量一般在60%以上。此外，纤维素和半纤维素也是粮食中重要的多糖，对食品加工也有极为重要的影响。

淀粉在粮食中以淀粉粒的形式存在，绝大多数存在于粮食的胚乳细胞里，糊粉层和胚部的含量很少(如玉米)，甚至完全没有(如小麦和黑麦)。不同粮食的淀粉粒，其形态和大小均有一定区别，食品加工特点也各有差异。淀粉粒具有晶体结构，把生淀粉放入冷水中搅拌成悬浮液，加热到一定温度时，就会变成淀粉糊，这时淀粉粒的晶体结构也就破坏了。

粮食中的淀粉有两类：一类为直链淀粉，其分子卷曲成螺旋形；另一类为支链淀粉，其分子呈树枝状。直链淀粉遇碘显兰色，支链淀粉遇碘显红紫色。一般粮食的淀粉中，直链淀粉占20~25%，支链淀粉占75~80%。糯米、糯玉米、糯高粱、黍子等糯性粮食中，几乎全部是支链淀粉。各种粮食淀粉中直、支链淀粉的含量如表1。利用淀粉与碘的颜色反应，可鉴别糯性粮食或非糯性粮食。

淀粉的比重为1.5左右，不溶于冷水，在水悬浊液中很容易沉淀。利用这一性质可以用水磨法从粮食中提取淀粉。方法是：先将原料湿磨成糊，再加水调成悬浊液，溶去可溶物，再过筛去渣，最后沉淀或离心分离，即可得淀粉。

纤维素和半纤维素主要存在于粮粒的皮层中。粮食加工的目的主要是通过除去皮壳，减少纤维素的含量，提高食用品质。纤维素和半纤维素都不能为人体消化吸收，对人体无直接营养意义，但它们能促进肠胃蠕动，刺激消化腺分泌消化液，帮助消化其它营养成分。纤维素还有预防结肠癌和减

表 1 粮食淀粉中直、支链淀粉的含量(%)

淀粉种类	直链淀粉	支链淀粉
大米	17	83
甜玉米*	70	30
玉米	26	74
高粱	27	73
小麦	24	76
马铃薯	22	78
甘薯	20	80
豌豆	75	25
荞麦	28	72
糯米	0	100

*为通过现代育种技术培育出的高直链淀粉含量的玉米新品种

少冠心病发生的作用。近代研制的各种高纤维食品，愈来愈引起人们的兴趣。

二、脂 类

脂类包括脂肪、类脂物和一些脂肪伴随物。通常用有机溶剂(乙醚)从粮食中提取脂类。由于提取物不是纯净的脂肪，还含有磷脂、蜡、色素和植物固醇及某些维生素等，因此又称“粗脂肪”或“乙醚抽出物”。

(一) 脂肪：脂肪是脂肪酸与甘油的化合物，又称甘油酯。脂肪酸是脂肪分子中的主要成分，它由氢和碳排列成长链，氧化时必须从空气中夺取大量的氧而放出热能，因此人体能利用脂肪获得能量。

组成脂肪的脂肪酸有饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸两类。

通常动物脂肪中含饱和脂肪酸多，常温下呈固态；植物脂肪中含不饱和脂肪酸多，常温下呈液态。粮食脂肪中主要的不饱和脂肪酸有油酸、亚油酸和亚麻酸等。不饱和脂肪酸对人体有较高的营养价值，如亚油酸、亚麻酸是人体的必需脂肪酸，它们是维持人体正常生长发育和健康所必需的。但人体自身不能合成，必须靠摄取食物来供给。粮食是人体必需脂肪酸的主要来源。

谷类粮食含脂肪较少，油料中含脂肪很高，大豆中脂肪的含量也很丰富。菜籽、大豆、棉籽、芝麻等油料是我国人民的主要植物油源。谷类中脂肪含量虽然较少，但大部分集中在胚部和皮层，如玉米胚含油量为33~35%，米糠含油量为16~21%，小麦胚含油量为14.3%，大麦胚含油量为22.4%。因此，这些谷类粮食的加工副产品也是很好的食用油源。

粮食中脂肪的存在对粮食的安全贮藏和食品加工有重要影响。脂肪是食品调配中不可缺少的成分，但也是食品劣变的主要因素。粮食食品在加工和贮藏的过程中，各营养成分的劣变以脂肪最快，淀粉其次，蛋白质的劣变较慢。

(二) 类脂：磷脂和蜡是粮食中两种最重要的类脂。它们在结构上与溶解特性上都与脂肪相似，在制油过程中与脂肪一起被取出。磷脂的分子中，有一个脂肪酸被磷酸基取代，而且磷酸基上还结合有其他化学基团。根据磷酸基上结合的化学基团的不同，磷脂又可分为卵磷脂和脑磷脂两类。磷酸基与胆碱结合为卵磷脂，与胆胺、丝氨酸或肌醇结合为脑磷脂。磷脂大多集中在粮食种子的胚中。大豆中磷脂的含量特别丰富，占干重的2.8%左右。油菜籽中磷脂的含量占

干重的1.5%，大麦为0.74%，小麦为0.65%，糙米为0.64%，玉米为0.28%。

磷脂对人体有很高的营养价值，并有一定的药用疗效，对高胆固醇、粪中脂肪过多及维生素A缺乏症等有辅助治疗作用。磷脂在食品工业中广泛用作乳化剂。

蜡存在于粮食的果皮和种皮的细胞壁中，对粮粒有一定的保护作用。蜡是高级一元醇与高级脂肪酸合成的酯，分子两端都是非极性的长链烃基，不溶于水。蜡在人体内不能被消化，无营养作用，且能影响人体对食物的消化与吸收，因此，在粮食食品中应尽量降低蜡的含量。但蜡在工业上有广泛用途。米糠油含蜡较多，为0.4%。用溶剂从蜡质玉米中可抽出0.01~0.03%的蜡。高粱的出蜡率为0.32%左右。

(三) 脂肪伴随物：脂肪伴随物在结构上不于脂肪相似，而在溶解特性上与脂肪相似。粮食中的脂肪伴随物主要有色素、植物固醇及某些脂溶性维生素等。主要的脂溶性色素，有叶绿素、叶黄素、胡萝卜素、棉酚等。棉酚是一种有毒物质。毛棉油呈深棕色或红褐色，就是因为含有棉酚的原故，故毛棉油不能食用。

粮食中的植物固醇有豆固醇、麦角固醇、油菜固醇等。植物固醇主要存在于粮食的胚中，麦胚中含植物固醇为0.2~0.5%，玉米胚的比例大，故使玉米籽粒中植物固醇含量较高，为1~1.3%。植物固醇本身不能被人体吸收利用，但它具有抑制人体吸收胆固醇的作用。所以多吃植物油类食品，可以在一定程度上降低人体血液中的胆固醇。

三、蛋白质

粮食因种类不同，蛋白质的含量存在着很大的差异。一般谷类粮食含蛋白质不超过15%，豆类和油料中蛋白质含量可高达30~40%。粮食蛋白质是我国人民主要的蛋白质来源。食品蛋白质的多少及质量好坏，不仅决定着食品的营养价值，而且也在很大程度上决定着食品的工艺品质和食品的风味。

(一) 蛋白质的组成与必需氨基酸：蛋白质主要是由碳、氢、氧、氮四种元素组成，有的蛋白质还含有硫和磷。氮素是蛋白质中特殊的元素，一般蛋白质平均含氮量为16%左右，这样可以推算出蛋白质系数为6.25(因为 $100:16=6.25$)。测定食品中的含氮量，乘以蛋白质系数，便可计算出样品中蛋白质的含量，即：含氮量 \times 蛋白质系数=蛋白质含量。

各种粮食的蛋白质系数并不完全相同，在测定各种粮食蛋白质含量时，应分别采用相应的蛋白质系数进行换算。主要粮食的蛋白质系数为：大米5.95，小麦5.7，玉米6.25，大豆5.71，花生5.46，芝麻、棉籽5.30。

蛋白质的基本组成单位是氨基酸，组成粮食蛋白质的氨基酸有20多种。蛋白质彻底水解时，便可得到各种氨基酸。有8种氨基酸人体自身不能合成，必须从食物中摄取。这8种氨基酸称为必需氨基酸，即色氨酸、赖氨酸、苏氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸和苯丙氨酸。此外，组氨酸和精氨酸对儿童来说，也是必需的氨基酸。新的研究表明，组氨酸可能也是成年人的必需氨基酸。

含有全部8种必需氨基酸而且数量充足的蛋白质，称为

完全蛋白质；缺少一种或数种必需氨基酸的蛋白质，称为不完全蛋白质；虽然含有各种必需氨基酸，但各种氨基酸的含量比例不合适的蛋白质，称为半完全蛋白质。多数谷类粮食的蛋白质中，赖氨酸、色氨酸等必需氨基酸的含量较少，属半完全蛋白质，营养价值较低。豆类蛋白质中，赖氨酸、色氨酸的含量较丰富，属完全蛋白质，营养价值较高。因此，将谷类与豆类混合制作食品，有利于氨基酸的互补，可提高蛋白质的营养价值。

(二) 蛋白质的分类与性质：根据蛋白质分子组成的繁简，可分为单纯蛋白质与结合蛋白质两大类：单纯由氨基酸组成的蛋白质，称为单纯蛋白质；由单纯蛋白质与非蛋白质物质相结合组成的蛋白质，称为结合蛋白质。

1. 单纯蛋白质：单纯蛋白质根据其在水及各种溶剂中溶解度的不同，又可分为清蛋白(白蛋白)、球蛋白、谷蛋白、醇溶蛋白(胶蛋白)等小类。各类蛋白质的特性及在粮食中的含量如表2。

2. 结合蛋白质：结合蛋白质根据其非蛋白质部分的不同，可分为核蛋白、色蛋白、磷蛋白、糖蛋白、脂蛋白等。结合蛋白质的非蛋白质部分又称为辅基。核蛋白的辅基是核酸，色蛋白的辅基是含金属的色素，磷蛋白的辅基是磷酸，糖蛋白的辅基是多糖，脂蛋白的辅基是脂类。粮食中仅胚部含有极少量的结合蛋白质，主要是核蛋白。粮食加工时，结合蛋白质随着胚的除去而损失掉。结合蛋白质的稳定性较差，故含胚成分多的食品不易贮藏。

(三) 主要粮食中的蛋白质：

1. 小麦面筋蛋白质：小麦面筋的主要成分是蛋白质，

表 2

各类蛋白质的特性及在粮食中的含量

		清 蛋 白	球 蛋 白	胶 蛋 白	谷 蛋 白
特 性		溶于水及中 性盐溶液， 热稳定性差， 60°C变性。	不 溶 于 水，溶于中 性盐的稀溶 液。	不溶于水， 溶于70~80% 的酒精中。	不溶于水， 溶于稀酸及 稀碱溶液。
含 量 占 蛋 白 质 总 量 的 %	粳糙米	12.3	17.1	11.3	58.8
	玉 米	0	5~6	50~55	30~45
	小 麦	3~5	6~10	40~50	30~40
	大 麦	3~4	10~20	35~45	30~45

占干重的85%以上。主要是麦谷蛋白和麦胶蛋白，占面筋干物质的80%以上。

2. 玉米蛋白质：玉米一般含蛋白质8~10%，主要是玉米胶蛋白和玉米谷蛋白，两者合占玉米蛋白质总量的80%以上。玉米蛋白质中缺乏赖氨酸、色氨酸、营养价值较低。长期单食玉米，容易出现一种营养缺乏症——癞皮病。因此，玉米加工食品时，为了提高营养价值，可进行营养强化或与豆类搭配制作食品。

3. 大米蛋白质：大米含蛋白质7~8%。和一般谷类粮食比较，大米蛋白质的营养价值较高，氨基酸的含量比较平衡。大米蛋白质主要分布在糊粉层中，大米加工精度越高，蛋白质损失就越多。

1. 豆类蛋白质：豆类含蛋白质很丰富，一般20~40%。豆类蛋白质主要是球蛋白，杂有清蛋白。豆类蛋白质的氨基

酸组成与动物蛋白质相似，是完全蛋白质，特别是赖氨酸的含量较丰富，故营养价值较高。食品加工中，豆类蛋白质常被作为营养强化剂而添加到其他谷物食品中，以充分发挥蛋白质的互补作用。

四、维 生 素

人体自身一般不能合成维生素，大多数必须由食物供给。粮食是人体维生素的主要来源。粮食中的维生素，根据其溶解特性的不同分为脂溶性维生素和 水溶性维生素两大类。主要的脂溶性维生素有A、D、E、K四种，它们不溶于水，而溶于脂肪及溶脂的有机溶剂中；主要的水溶性维生素有B₁、B₂、B₆及维生素C等数种。

粮食中不含维生素A，但含有维生素A原——胡萝卜素。胡萝卜素在人体内能转变成维生素A，但当胡萝卜素的摄入量超过人体的需要时，通常就不再转化为维生素A。小麦、黑麦、大麦、燕麦、玉米中都含有少量的胡萝卜素。一般黄色粮粒比白色粮粒含胡萝卜素多，例如黄玉米含胡萝卜素比白玉米多，黄心甘薯比白心甘薯多。粮食食品加工中，保留其固有色泽，可以充分利用胡萝卜素的营养功能。

粮食中也不含维生素D，但在棉籽油、麦胚油等植物油中含有少量麦角固醇，麦角固醇可转变成维生素D。

粮食中的维生素E分布很广，特别是胚部富含维生素E。比如小麦胚就是提取维生素E的良好原料，因此维生素E又叫“麦胚醇”。各种植物油中，维生素E的含量都很丰富，所以植物油是人体维生素E的良好来源。

维生素B₁、B₂、B₆等B族维生素都是粮食中广泛存在的