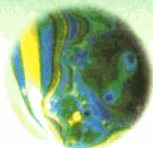


国内贸易部部编



中等专业学校教材

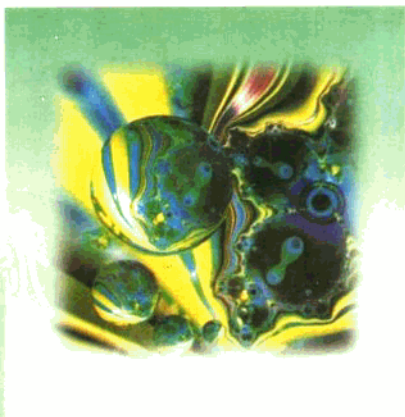
食品专业教材



食品酿造学

SHI PIN NIANG ZAO XUE

胡本高 主编



中国商业出版社

国内贸易部部编中等专业学校教材

食品酿造学

胡本高 主编

中国商业出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品酿造学/胡本高主编. —北京:中国商业出版社,
1998.5

ISBN 7-5044-3676-3

I. 食… II. 胡… III. 食品加工—酿造—专业学
校—教材 IV. TS26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 12588 号

责任编辑 陈学勤

特约编辑 王锦文

中国商业出版社出版发行

(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店总店北京发行所经销

北京北商印刷厂印刷

1998年5月第1版 1998年5月第1次印刷

850×1168毫米 32开 9.25印张 240千字

定价: 12.00元

* * * *

(如有印装质量问题可更换)

编审说明

为适应建立社会主义市场经济新体制的要求,我部于1994年颁发了财经管理类5个专业和理工类7个专业教学计划。1996年初印发了以上12个专业的教学大纲。《食品酿造学》一书是根据新编《食品工艺》专业教学计划和教学大纲的要求,结合我国科技进步和财税、金融等体制改革的情况重新编写的。经审定,现予出版。本书是国内贸易部系统中等专业学校必用教材,也可供职业中专、职工中专、电视中专等选用,还可以作为业务岗位培训和广大企业职工自学读物。

本书由山东省淄博商业学校胡本高担任主编。参加编写的人员有胡本高(绪论、第一章、实验指导)、天津第二商业学校杨桂芬(第二、四章)、湖南省粮食学校周利刚(第三章)。全书由山东轻工业学院尹卓容教授审阅。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者不吝赐教,以便于修订,使之日臻完善。

国内贸易部教育司

1996年12月

目 录

绪 论	(1)
第一章 酱油酿造	(6)
第一节 酿造原料	(7)
第二节 酱油酿造基本原理	(15)
第三节 种曲制备	(26)
第四节 原料处理	(37)
第五节 制曲	(50)
第六节 发酵	(73)
第七节 提取与后处理	(93)
第八节 传统名牌酱油	(106)
第九节 花色酱油	(115)
第十节 质量规格及技术指标	(125)
第二章 酱品酿造	(133)
第一节 酿造原料	(133)
第二节 曲法酱品生产	(137)
第三节 酶法酱品生产	(143)
第四节 质量规格	(150)
第三章 食醋酿造	(153)
第一节 酿造原料	(154)
第二节 食醋酿造基本原理	(161)
第三节 糖化发酵剂制备	(176)
第四节 固态法食醋生产工艺	(200)
第五节 半固态法食醋生产工艺	(205)
第六节 液态法食醋生产工艺	(207)
第七节 食醋的后处理	(218)
第八节 传统名牌食醋	(224)

第九节	果醋、保健醋·····	(234)
第十节	质量规格及技术指标·····	(245)
第四章	腐乳酿造·····	(250)
第一节	酿造原料·····	(251)
第二节	腐乳酿造基本原理·····	(256)
第三节	腐乳生产工艺·····	(262)
第四节	传统名牌腐乳·····	(271)
第五节	质量规格及技术指标·····	(280)
实验指导·····		(286)
实验一	三角瓶菌种的制作·····	(286)
实验二	盒子种曲的制作·····	(288)
主要参考文献·····		(290)

绪 论

一、学习本课程的目的要求

食品酿造学是研究由食品原料，经微生物分泌的各种酶催化的生物化学反应总和及微生物代谢活动产物积累而形成的色、香、味调和的发酵产品的一门科学。学习本课程的目的，是使学生能运用微生物学、生物化学、分析化学、化工原理等基础理论，结合酿造分析、酿造设备等专业知识，明确食品酿造中的具体生产技术，懂得食品酿造过程的基本原理，了解生产工艺现状及发展方向。要求理论与实践相结合，具有初步的探讨新工艺、新技术的科研能力和酿造食品生产的设计能力。

二、食品酿造业与人民生活的关系

食品酿造业是利用微生物及其酶的作用，把农副产品加工成营养丰富、颜色瑰丽、香气宜人、口味鲜美的调味品或佐餐食品的工业。它是食品工业的分支，在国民经济及人民生活中占有重要的地位。酿造食品主要包括酒类、酱油、酱类、食醋、腐乳、豆豉和酱腌菜等。本教材主要介绍酱油、酱类、食醋和腐乳的酿造。

酱油是以蛋白质原料和淀粉质原料为主，经蒸煮、制曲、发酵与调配而成的调味品。随着人民生活水平的不断提高，酱油的需求量也越来越大，现人均年消费量约2千克。食醋是以淀粉质原料为主，经糖化、酒精发酵和醋酸发酵酿制而成的酸性调味品。食醋的用途除了调味外，还具有保健、美容等作用。目前全国每年人均消费量为0.5千克左右，有些地区的消费量与酱油相近，甚至超过了酱油，如山西每年人均消费约9千克。酱品包括豆酱、甜面酱、豆瓣酱三种，它们既可做菜，又可作为调味品，自古以来就享有很高的声誉，在国外也曾称酱是东方特产。我国年产量为20多万吨。腐乳是在豆腐坯上进行微生物培养，然后进行腌制发酵而成的佐餐食品，南北各地均有生产。腐乳质地酥松，入口细

腻，咸淡适口，滋味鲜美，香气浓郁，深受人们喜爱。其种类很多，风味各异，主要有红腐乳、白腐乳、青腐乳和酱腐乳等。

酿造食品是经过复杂的生物化学变化酿制而成的，都不同程度地含有多种营养物质，如蛋白质、糖类、脂肪、维生素、矿物质等。据分析，每100克酱油中含有可溶性蛋白质2~8克，其中氨基酸约占60%，且氨基酸品种齐全，比例适当；每100克酱油中含有糖5~20克，还有较多的钙、磷、铁和丰富的磷脂，多种有爽口作用的有机酸。随着科学技术的不断发展，人们将会越来越认识到酿造食品的营养价值。

食品酿造业是改善人民生活水平，增强人民健康，补充食品营养物质的重要行业，酿造产品还可发展为医疗食品和保健食品。酱油、食醋、酱品、腐乳等都有悦目的色泽，醇和的香气，鲜美的口味和厚实的质地，对促进食欲、帮助消化、增强体质有着重要的作用。

三、食品酿造业的历史与发展

我国的食品酿造业历史悠久，劳动人民在长期的生产实践中，创造了独特的酿造方法。据传早在三千多年前的周朝就已开始了酱油生产，到春秋战国时期，酱油几乎已成为人们一种不可缺少的调味品。我国历代很多书籍中对食品酿造都有记载，最完整的农业技术专著是北魏农业科学家贾思勰所著的《齐民要术》，书中对酿造食品，如酒、酱、豉、醋、泡菜等的制造方法，都有比较详尽的论述。该书不仅在我国，就是在世界上也是利用微生物酿造食品的最早典籍。在酿酒一项内，就记载了12种不同的制曲法和12多种酒的制法，提出所谓“五色衣”的概念，并认识到酒和曲的相关性。在制酱中，不仅详尽记载了豆酱、肉酱和鱼酱的制法，还把制酱用的曲与制酒用的曲加以区别。尽管当时的条件还看不到微生物的个体形态，但是通过微生物的群体形态已懂得了控制不同的条件，可以制得不同的曲子，酿造不同的产品。这些实践和理论，不仅在当时是先进和科学的，有些至今仍有很大

实用价值。虽然我国是酿造技术的发源地，但因其数千年来由于一向不为人们所重视，所以长期处于手工操作状态，发展缓慢，原料利用率低，劳动强度大。直到解放后酿造行业才得到了快速的发展。

食品酿造业的发展与微生物学的发展是密切相关的。从微生物学的发展史，我们可以把酿造行业分为三个阶段。第一阶段称为自然发酵阶段，系采用自然发酵、手工操作，至今很多地方名特产品仍沿用这种古老的传统酿造工艺。第二阶段是纯种发酵阶段。法国科学家巴斯德的研究工作，在微生物学发展史上是一个划时代的贡献，为纯种发酵奠定了基础。古老的自然发酵逐渐发展到利用纯培养微生物进行发酵。在 50 年代末期，生物遗传物质基础脱氧核糖核酸（DNA）的发现，使发酵工业由细胞水平进入分子水平，并在分子生物学水平上逐步发展了代谢调节模式和控制理论，从而使发酵产品生产能做到有效地控制。如营养缺陷型菌株的选育和结构类似物的应用，对改变发酵产品的品种和提高产品得率都取得了很大的成就。

随着我国国民经济的迅速发展，人民生活需求的日益提高，对酿造食品的需求量也越来越大，同时也促进了酿造工艺的改革。酱油生产面临的主要问题是缩短发酵周期。1957 年原食品工业部在北京组织了酱油生产试点，结合我国以大缸和木桶为容器进行发酵的经验，取得了无盐固态发酵生产性试验的成功，进而又推广为发酵池生产酱油，1958 年后该工艺在全国普遍采用。由于此工艺采取了无盐、高温发酵方法，大大缩短了酿造周期，仅需要 56~72 小时就可生产出酱油。但无盐固态发酵工艺生产的酱油风味欠佳，缺乏酱香。60 年代又在无盐发酵的基础上成功地研制了低盐固态发酵工艺，使酱油质量大大提高。目前全国广泛采用的是低盐固态发酵工艺。食醋的生产技术近几年来也有了较大幅度的提高，许多新工艺、新技术得到了应用。如醋酸菌的人工纯培养，液体深层发酵法，液体回浇法等，对提高原料淀粉利用

率，提高产品质量，降低生产成本起到了很大作用。为了降低能耗，有些厂家还采用了生料制醋的新工艺。酱品、腐乳等其他酿造产品也都得到了很大发展。

四、食品酿造业的特点

食品酿造业与其他行业相比，主要有以下特点。

1. 产品以直接供人们食用为主

酿造产品的绝大多数是直接供人们食用，因此不仅要求其色、香、味、体完整协调，而且要具有一定的营养价值，卫生安全，使消费者乐于食用。

2. 以农副产品及其下脚料为生产原料

酒类、酱油、食醋、腐乳等，主要以粮食为原料。我国粮食原料品种繁多，酿造厂要因地制宜，合理利用。要注意开发新的原料资源，减少粮食的消耗。

3. 酿造过程以微生物作为动力

酿造过程是以微生物及其产生的酶，进行的极其复杂的生物化学变化及物理化学变化的过程，涉及到多门学科的知识，且生产中受环境条件的影响较大。

4. 工艺类型复杂

酿造产品历史悠久，劳动人民经过长期实践创造了多种多样的生产方法。如酱油发酵方法有固态发酵、稀态发酵、固稀发酵等。不同工艺方法生产出的产品，其风味质量各具特色。

5. 产品品种，规格多

不同地区消费者的习惯不同，所以产品的风味特色也有差别。当今市场上酿造产品的类型很难统计清楚。

6. 投资少，见效快

食品酿造业虽历史悠久，由于是在作坊的基础上逐步发展起来的，因此企业的规模较之其他工业企业还是小的，而且具有投资少、见效快、方便灵活、适应性强的特点。例如建一个酱油厂，2~3年就可以回收全部投资。

五、食品酿造业的发展方向

酿造业起源于我国，其后才传入日本及亚洲其他国家，但我国目前很多方面仍处于落后的状态。食品酿造业的发展方向应是，以传统产业的技术改造为主，有计划有重点地促进新兴产业的建立。

1. 应用现代生物技术改造传统的酿造工业

加强科学研究，采用新技术；降低原料和能源消耗；降低成本；进行综合治理；减少环境污染；推广已成熟的科研成果，包括高产菌株、新工艺和新设备，提高酿造产品的产率、转化率和提取率。

2. 提高企业的管理水平

目前酿造企业的管理比较落后，工艺操作粗放。要提高原料有效成分的利用率，管理占有很重要的地位。要把现代管理方法运用到生产中去。此外，提高操作人员的技术水平是提高产品质量的关键。

3. 提高机械化程度，降低劳动强度

食品酿造业的大部分工序现在仍处于手工操作和半机械化操作，操作人员在高温、高湿条件下工作，环境差，劳动强度大。因此，应加强生产设备研究，逐步实现酿造行业的机械化和自动化。如酱油制曲设备采用圆盘式制曲机，既降低了劳动强度，又可实现自动控制，制曲质量也有所提高。

4. 缩短酿造周期，降低成本

酿造产品的生产周期较长，因此应加强研究。如食醋的催陈，采用静电催陈技术、激光催陈技术、红外线催陈技术等都取得了良好的效果，大大缩短了贮存的时间。

5. 应用新原料，开发新产品

积极开发原料的新资源，减少粮食原料的消耗。在新产品开发上，增加花色品种，开发营养保健型酿造食品。对于调味品应向复合型调味料的方向发展，以满足消费者的需求。

第一章 酱油酿造

酱油是以蛋白质原料和淀粉质原料为主，经微生物酶的催化作用，酿造而成的色香味体协调、营养物质丰富的调味食品。

酱油酿造过程主要包括下列工序：原料处理、制曲、发酵、提取和后处理等。原料处理是使原料中的蛋白质适度变性，淀粉充分糊化，以利于酶的作用；制曲是在曲料上培养微生物，以产生大量的酶类；发酵是通过一系列复杂的生物化学反应，将大分子物质转换成酱油的成分；提取是从酱醅中提取酱油有效成分的过程；后处理是经过一系列操作，达到规定的质量要求。

酱油的品种，由于原料不同，工艺不同，地区的差异，其风味各异。根据世界各地的习惯，大致可分为三大类，欧美一些国家以蛋白质水鲜液为主；东南亚一些国家和我国广州、福建等地以海产小鱼、虾为原料酿造鱼露；我国大部分地区和日本均以大豆蛋白质为主要原料酿造酱油。

酱油的发酵方法有多种，如天然晒露发酵法、温酿稀发酵法、分酿固稀发酵法、无盐固态发酵法、低盐固态发酵法等。目前，我国主要采用低盐固态发酵工艺。此工艺是北京东城酱油厂1957年至1966年试验总结的一套工艺，青岛会议后，在全国普遍推广，对促进酱油生产的发展起到了很大的作用。

随着生物技术的不断发展和人们生活水平的不断提高，对酱油的需求量也越来越大，对酱油的品种也要求多种多样，对酱油的质量要求也越来越高，因此酱油的生产将会有更大的发展。

第一节 酿造原料

一、选择原料的基本原则

酱油酿造的原料通常分为基本原料和辅助原料两大类。基本原料分为蛋白质原料、淀粉质原料、食盐和水等；辅助原料主要有增色剂、助鲜剂、防腐剂等。

原料的选择在生产中占有重要地位，既要保证生产的顺利进行，又要使产品具有必要的风味，因此，合理选择原料是保证生产的一个重要环节。原料选择的基本原则通常应从以下方面考虑：主要原料蛋白质含量高，碳水化合物含量适当；便于制曲和发酵；无毒、无霉、无异味，符合卫生指标的要求；资源丰富，价格低廉；容易收集，便于运输和贮藏。此外，应尽量做到因地制宜，并争取进行综合利用。

二、蛋白质原料

（一）蛋白质原料的作用

蛋白质原料在酱油生产中的作用，一是提供微生物生长繁殖所需要的氮源，以保证有益微生物生长良好，并产生大量的酶类；二是作为酶的分解底物，其酶解产物赋予酱油特有的风味；三是构成酱油色素的基础物质之一。

（二）蛋白质原料的种类及特点

1. 大豆

大豆为黄豆、青豆、黑豆的统称，种子呈椭圆形至近球形。我国各地均有种植，以东北产大豆质量最优。大豆是传统的酱油酿造用蛋白质原料。

（1）大豆的性质。大豆中蛋白质含量丰富。部分国家大豆的化学组成见表 1—1。

表 1—1 部分国家大豆的化学组成(%)

项 目	水 分	粗蛋白质	粗脂肪	可溶性 非氮物	粗纤维	灰 分
日本	10.00	33.20	17.50	30.20	4.40	4.70
朝鲜	12.00	37.12	18.60	32.88	4.00	4.22
中国	8.89	39.27	17.24	28.78	—	5.85
美国	7.74	35.00	20.37	26.57	4.58	5.99
欧州	9.94	34.30	17.60	28.44	4.79	5.21

在大豆的氮素成分中,非蛋白质氮仅占 5%~7%,95%左右均为蛋白质,其中水溶性蛋白质占 90%。在 PH4~5 内生成沉淀的占 80%,称为酸沉淀蛋白质,酸不沉淀蛋白质仅占全大豆蛋白质的 6%~7%,称乳清蛋白。

大豆中的碳水化合物约占大豆的 30%。其中寡糖较多,基本上不含单糖。胚轴的多糖有阿拉伯糖、半乳糖、核糖等;子叶中主要是阿拉伯戊糖、半乳聚糖;种皮的多糖主要由纤维素、果胶质等成分组成。

(2) 大豆的特点。酱油中的氮素成分有 3/4 来自大豆蛋白质。大豆蛋白中含有多种氨基酸及人体所必需的八种氨基酸,是酱油酿造理想的蛋白质原料。但是,大豆是主要的油料作物之一,且大豆中脂肪在酱油中作用不大,目前大多数生产厂都以脱脂大豆生产酱油,大豆只作为高档酱油的生产原料。

2. 脱脂大豆

脱脂大豆是大豆经过提取脂肪后的产物。因提取脂肪的方法不同,可分为豆饼和豆粕两种。

(1) 脱脂大豆的性质。脱脂大豆的主要化学成分见表 1—2。

表 1—2

脱脂大豆的主要化学成分 (%)

项 目	水 分	粗蛋白质	粗脂肪	碳 水 化 合 物	灰 分
豆 粕	7~10	46~51	0.5~1.5	19~22	5 左右
冷榨豆饼	12	44~47	5~7	18~21	5~6
热榨豆饼	11	45~48	3~4.5	18~21	5.5~6.5

豆粕是大豆经过适当的热处理，然后轧扁，再用有机溶剂提取油脂后的产物。一般呈颗粒片状，蛋白质含量高，脂肪含量极少，水分亦少。

豆饼是大豆用压榨法提取油脂后的产物。由于压榨前处理的温度不同，可分为冷榨豆饼和热榨豆饼。冷榨豆饼是采用软化处理后的大豆，不经加热，直接加压压榨提取油脂后的产物；热榨豆饼是大豆经过加热炒蒸后，再加压压榨提取油脂后的产物。

(2) 脱脂大豆的特点。脱脂大豆是大豆榨油后的副产品，因此，使用脱脂大豆价格合理。衡量酱油质量的主要指标之一是全氮在成品中的含量。脱脂大豆的全氮是大豆的 1.2 倍，除了脂肪含量低于大豆外，其他成分均无明显变化。

使用脱脂大豆可以提高全氮利用率，缩短酿造周期。大豆在脱脂前处理时，将大豆轧扁，破坏了大豆细胞的细胞膜，其组织发生了很大改变，吸水快，容易进行原料处理，而且便于酶的分解，使脱脂大豆成分的分解比大豆容易。

由于脱脂大豆在脱脂前处理方法不同，因而造成蛋白质热变性的程度也不一样，这就要求蒸煮工序要掌握适度，合理控制工艺条件。此外，豆粕内存在微量的有机溶剂，在使用时，应将豆粕存放一定时间，以去掉有机溶剂的气味。

3. 代用原料

蛋白质代用原料应具有蛋白质含量高，脂肪含量低，没有异味，不含有毒成分。如含有毒物质应进行处理后再使用。

常用的蛋白质代用原料有花生饼、棉子饼、蚕豆、芝麻饼等。一些蛋白质代用原料的化学成分见表 1—3。

表 1—3 代用蛋白质原料主要化学成分 (%)

项 目	水 分	粗蛋白质	粗脂肪	碳 水 化 合 物	粗纤维素	灰 分
花生饼	9~12	40~45	5~7	20~30	4~6	6~7
蚕 豆	12.30	25.60	1.50	49.50	7.90	3.20
豌 豆	12.50	24.60	1.60	49.20	8.90	3.10
菜子饼	8.81	36.91	3.45	30.21		7.12
棉子饼	8~10	40~45	7~9	20~30	5~10	5~7
糖 槽	60.75	14.01	3.70	19.36	0.65	1.53
芝麻饼	10.96	48.24	5.29	26.42		11.42
椰子饼	8.45	21.75	7.69	26.50		4.95
鲜豆渣	79.59	7.06	4.32	3.58		0.91

三、淀粉质原料

(一) 淀粉质原料的作用

淀粉质原料是酱油酿造的基本原料之一。淀粉经过淀粉酶水解后，提供微生物生长繁殖所需要的碳源；生成酱油成品中碳水化合物的主要成分；是构成酱油香气成分的主要来源；是形成酱油色素的基础物质之一及成品体态的主成分。

(二) 淀粉质原料的种类及特点

1. 小麦

小麦是世界上分布最广、栽培面积最大的主要粮食作物之一，因品种、产地等不同而外形及成分各有差异。小麦的粒色可分为红皮和白皮，以质粒分为硬质、软质和中间质三种。作为酱油酿造，应选用红皮软质小麦为宜。

(1) 小麦的性质。小麦的主要化学成分见表 1—4。

表 1—4 小麦的主要化学成分 (%)

成 分	水 分	粗蛋白质	粗脂肪	粗淀粉	灰 分
含 量	10~14	10~13	2 左右	67~72	2 左右

小麦的种子由皮部、胚乳、胚芽等组成。小麦的淀粉和蛋白质主要存在于胚乳之中。

小麦的碳水化合物以淀粉为主体，在胚乳部分的细胞内以淀粉颗粒的形式存在。除淀粉外，还有游离的糖类、纤维素、半纤维素等，主要存在于麸皮及胚芽之中。

小麦中的蛋白质主要由麦胶蛋白、麦谷蛋白组成，俗称面筋。小麦蛋白质不溶于水和盐类溶液，溶于异丙醇、乙醇、稀酸和稀碱液中。

(2) 小麦的特点。小麦淀粉含量高，能增加酱油的甜味和固形物，而且葡萄糖易被酵母发酵生成酒精，是生成香气成分的前体物质。此外，小麦蛋白质的高级结构是比较松弛的，容易被酶分解，小麦中蛋白质的谷氨酸含量要比其他氨基酸高出5倍以上，是产生酱油鲜味的主要成分。因此，小麦是理想的酿造酱油的淀粉质原料。但因小麦是主食中的细粮，故近年来除少量的特殊酱油使用外，大部分已用麸皮替代。

2. 麸皮

麸皮是小麦制粉后的副产物，其质量随小麦的品种、产地、加工条件不同而有所差异。

(1) 麸皮的性质。麸皮的主要化学成分见表1—5。

表 1—5 麸皮主要化学成分 (%)

成 分	水 分	蛋白质	粗脂肪	淀 粉	戊聚糖	粗纤维	灰 分
含 量	12	16.7	4.7	11.4	17.6	10.5	6.6

(2) 麸皮的特点。麸皮营养物质丰富，表面积大，有利于米曲霉的生长。和孢子繁殖，用于种曲制造，十分适宜。制曲时用麸皮，对米曲霉的生长和产酶均有利。麸皮中戊聚糖含量高达20%，它易于氨基酸结合产生黑褐色色素，对提高成品色泽有利。此外，麸皮质地疏松，使酱油淋出畅爽，提高出油率。但麸皮中纯淀粉含量较低，故使用麸皮为原料酿造的酱油香气不足，甜味