



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
生物技术类专业教材系列

发酵食品生产技术

王传荣 主编



科学出版社

www.sciencep.com



教育部职业教育与成人教育司推荐教材

生物技术类专业教材系列

发酵食品生产技术

王传荣 主编

贡汉坤 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

全书对酱油、食醋、腐乳、酱类、酸乳、干酪、味精、柠檬酸、复合调味品、啤酒、葡萄酒、黄酒、单细胞蛋白、黄原胶等主要发酵食品的生产技术做了较为详细的阐述;同时简要介绍 HACCP 体系。全书的编写力求理论与生产实际相结合,理论知识以"必需、够用"为度,侧重于实用性、应用性、实践性。按照职业岗位群的要求,突出对高等技术应用型技能人才的教学和培养;并力求做到深入浅出,通俗易懂,并积极反映国内外较为成熟的发酵食品生产新工艺、新技术。

本书主要作为高职高专院校生物技术、食品加工技术专业类的教材,同时可为中职学校、技校等相关专业的师生使用,也可作为企业工程技术人员的技术参考书和企业员工技术培训的教材。

图书在版编目(CIP)数据

发酵食品生产技术/王传荣主编. —北京:科学出版社,2006

(教育部职业教育与成人教育司推荐教材·生物技术类专业教材系列)

ISBN 7-03-017706-1

I. 发… II. 王… III. 发酵食品-生产工艺-高等学校:技术学校-教材
IV. TS26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 0802887 号

责任编辑:沈力匀 / 责任校对:刘彦妮
责任印制:吕春珉 / 封面设计:北新华文

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年8月第一次印刷 印张:23 1/2

印数:1—3 000 字数:540 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<路通>)

《生物技术类专业教材系列》编委会

主 编 陆寿鹏

副主编 温守东 张安宁 翟 敏 逯家富
廖湘萍 江建军 侯建军

编 委 徐清华 赵金海 蔡功禄 赵 辉
李宏高 杨天英 翁鸿珍 廖世荣
武 运 何 惠 胡文浪 万 萍
陆正清 王传荣 葛 亮 辛秀兰
宇文威胜 李霞 夏未铭 王晓利

出版说明

进入 21 世纪,国际竞争日趋激烈,竞争的焦点是人才的竞争,是全民素质的竞争。人力资源在国家综合国力的增强方面,发挥着越来越重要的作用,而人力资源的状况归根结底取决于教育发展的整体水平。

教育部在《2003~2007 年教育振兴行动计划》中明确了今后 5 年将进行六大重点工程建设:一是“新世纪素质教育工程”,进一步全面推进素质教育;二是“就业为导向的职业教育与培训工程”,增强学生的就业、创业能力;三是“高等学校教学质量与教学改革工程”,进一步深化高等学校的教学改革;四是“教育信息化建设工程”,加快教育信息化基础设施、教育信息资源建设和人才培养;五是“高校毕业生就业工程”,建立更加完善的高校毕业生就业信息网络和指导、服务体系;六是“高素质教师和管理队伍建设工程”,完善教师教育和终身学习体系,进一步深化人事制度改革。

职业教育事业的各项改革中也在加速发展,其为经济建设和社会发展的服务能力显著增强。各地和各级职业院校坚持以服务为宗旨,以就业为导向,大力实施“制造业与现代服务业技能型紧缺人才培养培训计划”和“农村劳动力转移培训计划”,密切与企业、人才、劳务市场的合作,进一步优化资源配置和布局结构,同时深化管理体制和办学体制改革。

为配合教育部职业教育与成人教育司 2004~2007 年推荐教材的出版计划,科学出版社本着“高水平、高质量、高层次”的“三高”精神和“严肃、严密、严格”的“三严”作风,集中相关行业专家、各职业院校双优型教师,编写了高职高专层次的基础课、公共课教材;各类紧缺专业、热门专业教材;实训教材、引进教材等特色教材。其中包括:

(一) 高职高专基础课、公共课教材

- (1) 基础课教材系列
- (2) 公共课教材系列

(二) 高职高专专业课教材

- (1) 紧缺专业教材系列
 - 软件类专业系列教材
 - 数控技术专业系列教材
 - 护理类专业系列教材
- (2) 热门专业教材系列
 - 电子信息类专业系列教材
 - 交通运输类专业系列教材
 - 财经类专业系列教材
 - 旅游类专业系列教材

- 生物技术类专业系列教材
- 食品类专业系列教材
- 精细化工类专业系列教材
- 艺术设计类专业系列教材
- 土建类系列教材
- 水利类系列教材
- 制造类系列教材
- 材料与能源类系列教材

(三) 高职高专特色教材

- (1) 高职高专实训教材系列教材
- (2) 国外职业教育优秀系列教材

本套教材建设的宗旨是以学校的选择为依据,以方便教师授课为标准,以理论知识为主体,以应用型职业岗位要求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位,力求突出以下特色:

(1) 理念创新:秉承“教学改革与学科创新引路,科技进步与教材创新同步”的理念,根据新时代对高等职业教育人才的需求,出版一系列体现教学改革最新理念,内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

(2) 方法创新:摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法,专门开发符合高职特点的“对口教材”。在对职业岗位所需求的专业知识和专项能力进行科学分析的基础上,引进国外先进的课程开发方法,以确保符合职业教育的特色。

(3) 特色创新:加大实训教材的开发力度,填补空白,突出热点,积极开发紧缺专业、热门专业的教材。对于部分教材,提供“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学支持,方便教师教学与学生学习。对于部分专业,组织编写“双证教材”,注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

(4) 内容创新:在教材的编写过程中,力求反映知识更新和科技发展的最新动态。将新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中来,更能体现高职教育专业设置紧密联系生产、建设、服务、管理一线的实际要求。

欢迎广大教师、学生在教材的使用中提出宝贵意见,以便我们进一步做好教材的修订工作,出版更多的精品教材。

科 学 出 版 社

前 言

食品工业是我国国民经济的重要行业，而发酵食品又是食品工业的重要组成部分。随着我国人民生活水平的提高以及科学技术的进步，全国发酵食品数量日益众多，产品品种日益丰富。发酵食品和人们的生活密切相关，具有广阔的发展前景。

本书对酱油、食醋、腐乳、酱类、酸乳、干酪、味精、柠檬酸、复合调味品、啤酒、葡萄酒、黄酒、单细胞蛋白、黄原胶等主要发酵食品的生产技术做了较为详细的阐述；同时简要介绍了 HACCP 体系。全书的编写力求理论与生产实际相结合，理论知识以“必需、够用”为度，侧重于实用性、应用性、实践性。按照职业岗位群的要求，突出对高等技术应用型技能人才的教学和培养；力求做到深入浅出，通俗易懂；并积极反映国内外较为成熟的发酵食品生产新工艺、新技术。

本书由王传荣、张安宁、祝战斌、马长路、吴晓彤、曹梅艳编写。其中第 1、4 章由陕西杨凌职业技术学院祝战斌编写，第 2、3、12~14 章由北京农业职业技术学院马长路编写，第 5、11 章由江苏食品职业技术学院王传荣编写，第 6、8 章由内蒙古农业学校曹梅艳编写，第 7 章由内蒙古农业学校吴晓彤编写，第 9、10 章由江苏食品职业技术学院张安宁编写。王传荣担任主编工作，贡汉坤高级工程师担任主审工作。

在本书编写出版过程中，得到中国高等职业技术教育研究会食品生物技术类专业协作委员会以及各有关学校领导的大力关心和支持；同时参考了许多同仁的资料，在此谨表示衷心的感谢！

由于编者的学识和水平有限，书中难免存在不当或错漏之处，敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 酱油生产技术	1
1.1 原料	2
1.2 原料处理	5
1.3 种曲制造.....	10
1.4 制曲.....	14
1.5 液化及糖化.....	19
1.6 发酵.....	20
1.7 酱油的浸出、加热和配制.....	27
1.8 防霉.....	32
1.9 酱油的储存包装.....	33
1.10 酱油生产新技术	35
1.11 酱油的生产计算	36
1.12 成品酱油的质量标准	40
第 2 章 食醋生产技术	44
2.1 食醋发酵的理论基础.....	44
2.2 原料.....	49
2.3 糖化发酵剂.....	51
2.4 我国常用的制醋工艺.....	61
2.5 我国几种名特醋产品的酿造方法.....	66
2.6 食醋质量标准.....	71
第 3 章 腐乳生产技术	74
3.1 概述.....	74
3.2 生产腐乳的原辅料.....	76
3.3 豆腐坯的生产.....	80
3.4 腐乳发酵.....	87
3.5 腐乳的质量标准及生产技术指标.....	96

第4章 酱类生产技术	99
4.1 一般面酱酿造法	99
4.2 大豆酱酿造法	102
4.3 蚕豆酱酿造法	105
4.4 豆瓣辣酱酿造法	107
4.5 酶法面酱生产	110
4.6 豆豉	113
第5章 发酵乳制品生产技术	116
5.1 酸乳生产	116
5.2 干酪制造	141
第6章 味精生产技术	154
6.1 概述	154
6.2 谷氨酸生产菌株	154
6.3 谷氨酸发酵机制	157
6.4 谷氨酸发酵技术	159
6.5 谷氨酸提取方法	168
6.6 谷氨酸制造味精	176
第7章 复合调味品生产技术	190
7.1 复合调味品的概况与定义	190
7.2 复合调味品的原料	192
7.3 味的科学	197
7.4 复合调味品的生产技术	199
第8章 柠檬酸生产技术	204
8.1 柠檬酸发酵原料及其处理	204
8.2 柠檬酸发酵机理	205
8.3 柠檬酸发酵	208
8.4 柠檬酸提取	219
第9章 啤酒生产技术	222
9.1 概述	222
9.2 原辅料和生产用水	223
9.3 麦芽制备	228

9.4 麦芽汁制造	241
9.5 啤酒发酵	258
9.6 成品啤酒	270
9.7 几种啤酒新品种简介	276
第10章 葡萄酒生产技术	279
10.1 概述	279
10.2 葡萄	280
10.3 葡萄酒发酵前的准备工作	283
10.4 葡萄酒的酿造	289
10.5 葡萄酒的储存	299
10.6 成品葡萄酒	304
第11章 黄酒生产技术	308
11.1 概述	308
11.2 原辅料及处理	309
11.3 糖化发酵剂的制备	313
11.4 传统黄酒的酿造	323
11.5 新工艺黄酒的酿造	330
11.6 压滤、澄清、煎酒和包装储存	333
第12章 单细胞蛋白生产技术	339
12.1 单细胞蛋白生产特点	339
12.2 单细胞蛋白的生产	341
第13章 黄原胶生产技术	349
第14章 HACCP 体系简介	356
参考文献	363

第 1 章

酱油生产技术

酱油生产历史悠久，据史料记载，最早发明于我国的西周。以大豆、小麦生产豆酱和豆酱油始于公元前 1 世纪左右。酱油在历史上名称很多，有清酱、酱汁、豆酱、淋油、晒油、豉油等。最早使用“酱油”这一名称是在宋代至明代万历年间。我们勤劳智慧的祖先，不仅创造了酿造技术，并将它留给了后人，而且随着佛教的传播，于公元 8 世纪由著名的鉴真和尚将其传入日本，后逐渐扩大到东南亚和世界各地。

随着科学技术的发展，酱油生产的机械化程度有了很大的提高。蒸料普遍采用了旋转式蒸料罐，制曲采用了厚层通风制曲，并大量采用翻曲机、抓酱机、拌曲机、扬散机等先进的机械设备。工艺上低盐固态发酵法已经被普遍采用，稀发酵法和固稀发酵法也有了长足的进步。设备的机械化、自动化，加上工艺的进步和生产管理的加强，酱油生产的原料蛋白质利用率有了较大提高，一般的企业可以达到 70%~75%，较好的企业可高达 80% 以上。目前酱油的品种和质量基本上满足了广大消费者的需求。

据酿造酱油的国家标准（GB18186—2000）和配制酱油的行业标准（SB10336—2000），酱油的分类如下。

1. 酿造酱油

酿造酱油是以大豆和/或脱脂大豆、小麦和/或麸皮为原料，经微生物发酵制成的具有特殊色、香、味的液体调味品。

酿造酱油按发酵工艺分为两类：高盐稀态发酵酱油和低盐固态发酵酱油。

（1）高盐稀态发酵酱油

1) 高盐稀态发酵酱油：以大豆和/或脱脂大豆、小麦和/或小麦粉为原料，经蒸煮、曲霉菌制曲后与盐水混合成稀醪，再经发酵制成的酱油。

2) 固稀发酵酱油：以大豆和/或脱脂大豆、小麦和/或小麦粉为原料，经蒸煮、曲霉菌制曲后，在发酵阶段先以高盐度、小水量固态制醪，然后在适当条件下再稀释成醪，再经发酵制成的酱油。

（2）低盐固态发酵酱油

以脱脂大豆及麦麸为原料，经蒸煮、曲霉菌制曲后与盐水混合成固态酱醪，再经发酵制成的酱油。

2. 配制酱油

配制酱油是以酿造酱油为主体，与酸水解植物蛋白调味液、食品添加剂等配制成的液体调味品。

注意：配制酱油中酿造酱油比例（以全氮计）不得少于 50%；配制酱油中不得添加味精废液、胱氨酸废液和用非食品原料生产的氨基酸液。

3. 再配制酱油

再配制酱油是酱油经过浓缩、喷雾等工艺制成的其他形式的酱油，如酱油粉、酱油膏等。这是为了满足酱油的储存、运输，以及适于边疆、山区、勘探、部队等野外生活的需要。

1.1 原 料

1.1.1 原料的选择

生产酱油的原料都是以大豆和小麦为主。为合理利用资源，目前我国大部分酱油酿造企业已普遍采用大豆脱脂后的豆粕或豆饼作为主要的蛋白质原料，以麸皮、小麦或面粉等作为淀粉质原料，再加食盐和水生产酱油。实践证明，采用不同的原料将会使产品具有不同的风味。

原料质量优劣决定着酱油产品的质量，所以原料选择一定要慎重。具体可依据以下标准：① 蛋白质含量较高，碳水化合物适量，有利于制曲和发酵；② 无毒无异味，酿制出的酱油质量好；③ 资源丰富，价格低廉；④ 容易收集，便于运输和保管；⑤ 因地制宜，就地取材，有利于原料的综合利用。

1.1.2 蛋白质原料

1. 大豆

大豆是黄豆、青豆及黑豆的统称，一年生草本植物，种子椭圆形至近球形，有黄、青、褐、黑和双色等。我国各地均可种植，其中以东北地区产量最大，大豆质量最优，平均千粒重约为 165g，最大者千粒重在 200g 以上。大豆的一般成分如表 1-1 所示。

表 1-1 大豆的一般成分

名 称	水 分	粗蛋白质	粗脂肪	碳水化合物	纤维素	灰 分
含量/%	7~12	35~40	12~20	21~31	4.3~5.2	4.4~5.4

2. 豆粕

豆粕是大豆先经适当的热处理，调节其水分到 8%~9%，再经过轧坯机轧扁，然后加入有机溶剂浸泡或喷淋，提取其中的油脂，然后用烘干法等除去豆粕中溶剂而得到。一般呈颗粒片状，有时有少部分结成团块。豆粕中脂肪含量低，水分也很少，蛋白质含量很高，约为大豆全氮量的 1.2 倍，而豆粕价格比大豆便宜，容易破碎，其他成分与大豆相同。实践证明，豆粕是制作酱油的理想原料。豆粕的一般成分如表 1-2 所示。

表 1-2 豆粕的一般成分

名 称	水 分	粗蛋白质	粗脂肪	碳水化合物	灰 分
含量/%	7~10	46~51	0.5~1.5	19~22	5

3. 豆饼

豆饼是大豆用压榨法提取油脂后的产物，习惯上统称为豆饼。根据压榨工艺条件不同，豆饼有几种不同的名称。豆饼的一般成分如表 1-3 所示。

表 1-3 豆饼的一般成分

单位：%

项 目 名 称	水 分	粗蛋白质	粗脂肪	碳水化合物	纤维素	灰 分
冷榨豆饼	12	44~47	6~7	18~21		5~6
热榨豆饼	11	45~48	3~4.6	18~21		5.5~6.5
红车饼	3.38~4.55	46.25~47.94	3.14~3.06	22.84~28.92	5.50	5.9~6.31
方车饼	10.77	42.06	5.51	31.6	4.99	5.37

(1) 按加热程度不同分

1) 冷榨豆饼：压榨前未经高温处理，将未经任何处理的大豆送入压榨机压油出来的豆饼，此法压榨出油率低，但蛋白质基本没有任何变性，可用来做豆制品。

2) 热榨豆饼：经较高温度处理后（即炒熟）再经压榨而得到的豆饼，此法含水分较少，含蛋白质较高，质地较松，易于破碎，非常适合酿制酱油。

(2) 按压榨机的形式及压榨压力的不同分

1) 圆车饼：制作方式是先将大豆加热再压榨成扁平形，入蒸锅蒸煮后用油草包好，经初压成型再经压榨机压榨，大豆受压力为 10~14MPa，经 3~5h 压完，属热榨豆饼。

2) 方车饼：用板式及盒式压榨机从低油压（表压 3.5MPa）至高油压（表压 28MPa），压榨时间 30~50min，制成的长方形饼板。

3) 红车饼：此饼是用动力连续作用的螺旋榨油机所榨出的油饼，压前经过一定温度的热炒，对料坯压榨的压强最高可达 70MPa，压榨时间只需 2~3min，压榨过程中温度在 125~140℃，所以蛋白质变性程度随温度不同而异，基本已达适度变性。

4. 蚕豆、豌豆

蚕豆，也称胡豆、罗汉豆、佛豆或寒豆，我国西南、华中和华东各地栽培最多，种子富含蛋白质和淀粉，江浙地区常作为酱油原料。豌豆，也称小寒豆、淮豆或麦豆，我国各地均有栽培，我国西南地区常作为酱油原料。

5. 其他蛋白质原料

只要蛋白质含量高，脂肪含量少，没有异味，不含有毒成分即可。如含有毒物质应先经处理后再使用。常用的有花生饼、菜籽饼、芝麻饼等各种油料作物的饼粕和玉米浆干、豆渣等均可利用以酿造酱油，鱼粉或蚕蛹等也可用于制酱油。

1.1.3 淀粉质原料

酿造酱油用淀粉质原料传统上以小麦和面粉为主,多年的生产实践表明,小麦和麸皮是比较理想的淀粉质原料,也可因地制宜选用其他淀粉质原料。

1. 小麦

小麦是世界上分布最广、种植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。按照粒色可分为红皮小麦和白皮小麦,以质粒可分为硬质小麦、软质小麦和中间质小麦,国外一般可分为白皮和硬皮小麦。酿造酱油,应选用红皮及软质小麦。

小麦除含70%淀粉外,还含有2%~3%的糊精和2%~4%的蔗糖、葡萄糖和果糖。小麦含有10%~14%的蛋白质,其中麸胶蛋白质和谷蛋白质丰富,麸胶蛋白质中的氨基酸以谷氨酸最多,是产生酱油鲜味的主要因素之一。

2. 麸皮

麸皮质地疏松、体轻、表面积大,除一般成分外,还含多种维生素、钙、铁等无机盐,营养成分适于促进米曲霉的生长和产酶,既有利于制曲,又有利于淋油,能提高酱油的原料利用率和出品率。

麸皮粗淀粉中多缩戊糖含量高达20%~24%,它与蛋白质的水解产物氨基酸相结合,产生酱油色素;另外麸皮本身还含有 α -淀粉酶和 β -淀粉酶。据测定,每克麸皮含 α -淀粉酶10~20U(60℃碘比色法测定),含 β -淀粉酶2400~2900U(40℃碘量法测定)。

由于麸皮资源丰富、价格低廉、使用方便,又有上述多种优点,因此目前国内酱油厂大多以麸皮作为生产酱油的主要淀粉质原料。为了提高酱油质量,尤其是要改善风味,以适当补充些含淀粉较多的原料为宜,如淀粉不足,必然使糊精和糖分减少,影响酒精发酵,造成酱油香气差和口味淡薄。

3. 米糠和米糠饼

米糠是碾米后的副产品,米糠饼则是米糠榨油后的饼渣。两者均含有丰富的粗淀粉,尤其米糠饼更甚。它们均可作为生产酱油的淀粉质原料。

4. 其他淀粉质原料

凡是含有淀粉而又无毒、无怪味的谷物,如玉米、甘薯、碎米、小米等均可作为生产酱油的淀粉质原料。

酿造酱油所用的淀粉质和蛋白质原料中还含有许多微生物所必需的脂肪、无机盐、维生素、氨基酸等营养物质,这些物质对酿制成的酱油亦有一定的影响。

1.1.4 食盐

食盐是生产酱油的重要原料之一,它使酱油具有适当的咸味,并且与氨基酸共同呈

鲜味,增加酱油的风味。食盐还有杀菌防腐作用,可以在发酵过程中在一定程度上减少杂菌污染,同时可以防止成品酱油的腐败。

生产酱油的食盐宜选用氯化钠含量高、颜色白、水分及夹杂物少、卤汁(氯化钾、氯化镁、硫酸钙、硫酸镁、硫酸钠等的混合物)少的。食盐若含卤汁过多,会给酱油带来苦味,使品质下降。最简单的去除卤汁的方法是将食盐放于盐库中,让卤汁自然吸收空气中的水分进行潮解而脱苦。

食盐在运输和保管过程中,要防止雨淋、受潮、漏撒及杂质混入,保管的地方必须清洁干燥。

纯食盐的相对密度为 2.161 (25℃),在溶解食盐水中时应不断搅拌,生产实践经验是每 100kg 水中加入 1.5kg 食盐即约为 1°Bé 的盐水。食盐的溶解度与温度的关系不大,因此在溶解食盐时可以不加热。一般 27°Bé 即达到饱和状态。

1.1.5 水

凡是符合卫生标准能供饮用的水如自来水、深井水、清洁的江水、河水、湖水等均可使用。

酿造酱油用水量很大,一般生产 1t 酱油需用水 6~7t,包括蒸料用水、制曲用水、发酵用水、淋油用水、设备容器洗刷用水、锅炉用水以及卫生用水等。专就产品而言,水的消耗量也是很大的,酱油成分中水分占 70%左右,发酵生成的全部调味成分都要溶于水才能成为酱油。

目前来讲自来水比较理想,但随着工业化的进展,今后对水质的要求必将更高。如果水中含有大量的铁、镁、钙等物质,不仅不符合卫生要求,而且有碍于酱油风味。一般来说在酱汁中含铁不宜超过 5mg/kg。

含有可溶性钙盐、镁盐较多的水叫硬水,含较少的则为软水。通常钙盐以 CaO 表示,镁盐以 MgO 表示。硬度是表示水中含有多少 CaO 和 MgO 的单位。硬度的标准是 100mL 水中含有 1mg CaO 为 1°d, MgO 的含量要换算成 CaO,即 1mg MgO=0.714mg CaO。

水中含有 CaO 和 MgO 的总量即为总硬度,化验水中 CaO 和 MgO 的含量即可计算水的总硬度。水的硬度标准如表 1-4 所示。

表 1-4 水的硬度

单位:°d

很软水	软 水	中等硬水	硬 水	很硬水
0~4	4~8	8~16	16~30	>30

1.2 原料处理

1.2.1 原料处理的意义

原料的处理是生产酱油的重要环节,处理是否得当直接影响到制曲的难易、成曲的质量、酱醪的成熟度、淋油的速度和出油的多少,同时也影响着酱油的质量和原料利用

率，因此必须掌握好这一环节。

原料处理包括两个方面：一是通过机械作用将原料粉碎成为小颗粒或粉末状；二是经过充分润水和蒸煮，使原料中蛋白质适度变性、淀粉充分糊化，以利于米曲霉的生长繁殖和酶类的分解作用。另外，通过加热可以杀灭附在原料上的杂菌，以排除制曲过程中对米曲霉生长的干扰。

原料的处理因设备、原料、工艺而不同，但原则上应做到：颗粒细而均匀，润水充分，适当的蒸煮压力和时间，迅速地脱压和冷却。

1.2.2 豆饼（豆粕）轧碎

1. 轧碎的作用和要求

豆饼坚硬而块大，必须予以轧碎。豆粕颗粒虽不太大，但不符合要求，也要适当进行破碎。

1) 轧碎的作用：轧碎为豆饼（豆粕）润水、蒸熟创造条件，使原料充分地润水、蒸熟，达到蛋白质一次变性，从而增加米曲霉生长繁殖及分泌酶的总面积，提高酶的活力。

2) 轧碎的要求：豆饼（豆粕）轧碎程度以细而均匀为宜，颗粒大小为 2~3mm，粉末量小于 20%。

2. 细碎度与制曲、发酵、原料利用率的关系

原料细碎度对制曲、发酵、原料利用率乃至酱油质量关系很大。颗粒太大，不但不易吸水和蒸熟，减少曲霉生长繁殖的总面积，降低酶活力，而且影响发酵时酶对原料的作用程度，导致发酵不良，影响酱油的产量和质量。但粉碎过细，麸皮比例又少，则润水时易结块，蒸后难免产生夹心，制曲时曲料太实，会造成通风不畅，发酵时酱醅发黏，给控温和淋油带来一定困难，反而影响酱油质量和原料利用率。因此，原料破碎细度要适当，特别要注意颗粒均匀。

1.2.3 加水及润水

豆粕或豆饼由于其原形已被破坏，加水浸泡就会将其中的成分浸出而损失，因此必须有润水的工序，使需要加入的水分充分而均匀地吸入原料内部，以利于进一步加工处理。润水需要一定的时间。

1. 润水的目的

使原料中蛋白质含有适量的水分，以便在蒸料时受热均匀，迅速达到蛋白质的一次变性；使原料中的淀粉吸水膨胀，易于糊化，以便溶解出米曲霉生长所需要的营养物质；供给米曲霉生长繁殖所需要的水分。

2. 加水量的确定

加水量的确定必须考虑到诸多因素。

1) 原料含水量: 原料不同, 其含水量不同, 即使同一种原料因加工方法不同, 含水量也不一样。

2) 原料配比: 目前各厂生产酱油, 豆饼与麸皮的配比不同, 有 7:3、6:4 或 5:5 者, 麸皮用量越大, 加水量越大; 反之, 则可适当减少。

3) 季节和地区: 夏季, 风大, 温度相对高, 应多加水; 一些地区气候干燥, 加水量也应该相应增加; 反之, 则应减少用水量。

4) 蒸料方法: 一般常压蒸料蒸汽流畅, 原料增加水分较少; 而加压蒸料时, 水分较多。

5) 冷却和送料方式: 在夏季有时为了使蒸料迅速冷却, 要大力翻扬或用风扇吹, 水分散发较快、较多, 应注意加水量的调节。

6) 曲室保温及通风情况: 当曲室保温及通风设备良好, 可以自由控制室温时, 加水量应该适当增加。

生产上应严格控制加水量。生产实践证明, 以豆粕数量计算加水量在 80%~100% 较合适。但加水量的多少主要依据曲料水分为准, 一般冬天掌握在 47%~48%, 春天、秋天要求 48%~49%, 夏天以 49%~51% 为宜。

1.2.4 蒸料

1. 蒸煮的目的和要求

蒸煮在原料处理中是个重要的工序。蒸煮是否适度, 对酱油质量和原料利用率影响极为明显。蒸煮的目的: 一是蒸煮使原料中的蛋白质完成适度的变性, 便于被米曲霉发育生长所利用, 并为以后酶分解提供基础。二是蒸煮使原料中的淀粉吸水膨胀而糊化, 并产生少量糖类, 这些成分是米曲霉生长繁殖适合的营养物, 而且易于被酶所分解。三是蒸煮能消灭附在原料上的微生物, 以提高制曲的安全性, 给米曲霉正常生长发育创造有利条件。

蒸煮的要求: 达到一熟、二软、三疏松、四不粘手、五无夹心、六有熟料固有的色泽和香气。

加压蒸料操作时应注意:

- ① 经常检查, 压力不得超出规定范围。
- ② 操作时要严格遵守操作规程。
- ③ 出料时锅内残余蒸汽必须排尽。
- ④ 装卸锅盖时, 应对称地上紧螺栓, 使各螺丝及锅盖承受比较均匀的力量。

2. 蒸熟程度与蛋白质变性

1) N 性蛋白 (原料未蒸熟): 未蒸熟的蛋白质称为 N 性蛋白, 其不变性, 能溶于盐水中, 但不能被米曲霉中的酶系所分解。含有 N 性蛋白的酱油经稀释或加热后会产生浑浊物质 (这是通过检验酱油, 了解蒸料质量的简便方法)。

2) 适度变性: 适度变性的蛋白质能为米曲霉分泌的蛋白酶所分解。