

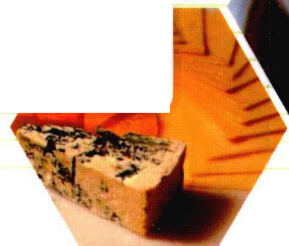


四川工商职业技术学院
省级重点专业建设项目成果

发酵食品 生产技术

主 编 张崇军

副主编 隋 明 郑 佳



科学出版社

四川工商职业技术学院
省级重点专业建设项目成果

发酵食品生产技术

主 编 张崇军

副主编 隋 明 郑 佳

主 审 江建军

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以职业能力为主线,详细地阐述了酱油、食醋、豆酱、腐乳、味精、酸奶、发酵饮料等主要发酵食品的生产技术,并对典型发酵食品的生产及应用实例做了系统的介绍。全书注重实践性,以培养高素质技术技能型人才为目标,实用性强。

本书可作为高职高专院校生物技术及应用、微生物技术及应用、食品加工技术、食品生物技术等专业的教材,也可作为中等职业学校、技工学校等相关专业的教学用书,同时也可作为发酵食品企业技术人员的参考书和行业、企业技术培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

发酵食品生产技术/张崇军主编. —北京:科学出版社,2016

(四川工商职业技术学院·省级重点专业建设项目成果)

ISBN 978-7-03-025909-7

I. ①发… II. ①张… III. ①发酵食品-生产工艺 IV. ①TS26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 074316 号

责任编辑:沈力匀 冯 涛 王丽丽 / 责任校对:刘玉靖

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

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>

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016 年 5 月第一次印刷 印张:7 1/2

字数:178 000

定价:19.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈鑫丰华〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135235 (VB04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

目 录

模块一 酱油的生产技术	1
任务一 生抽酱油的生产工艺	1
任务二 老抽酱油的生产工艺	9
任务三 其他种类酱油的生产工艺	19
任务四 酱油生产工艺中的经济效益计算	26
思考题	29
模块二 食醋的生产技术	31
任务 固态发酵法制醋工艺	31
思考题	51
模块三 豆酱的生产技术	53
任务一 豆瓣酱的生产工艺	53
任务二 黄酱的生产工艺	54
任务三 东北大酱的生产工艺	56
思考题	62
模块四 腐乳的生产技术	63
任务 腐乳的制作工艺	63
思考题	74
模块五 味精的生产技术	77
任务一 味精的生产工艺	77
任务二 种子扩大培养和谷氨酸发酵	79
任务三 谷氨酸的提取工艺	83
思考题	96
模块六 酸奶的生产技术	97
任务一 凝固型酸奶的生产工艺	97
任务二 搅拌型酸奶的生产工艺	101
任务三 饮料型酸奶的生产工艺	102
任务四 杀菌型酸奶的生产工艺	103
任务五 冷冻酸奶的生产工艺	104
思考题	107
模块七 发酵饮料的生产技术	108
任务一 大豆乳清发酵饮料的生产工艺	108

任务二 乳酸菌发酵麦芽汁饮料的生产工艺.....	109
任务三 酵母菌发酵麦芽汁饮料的生产工艺.....	109
思考题	110
参考文献.....	111

模块一 酱油的生产技术

【知识目标】

1. 熟悉酱油生产中的专业术语，了解酱油生产的基本理论和方法。
2. 掌握酱油的色、香、味、体形成的基本理论及影响因素。
3. 掌握低盐固态发酵法和天然晒露发酵法生产酱油的异同。
4. 了解新技术应用于酱油生产的理论依据及应用前景。
5. 掌握酱油酿造工艺及每一道工序的要求。
6. 了解酱油酿造的微生物及生化机制。
7. 了解发酵技术在生活中的应用。

【能力目标】

1. 能完成对酿造原料的质量判断，掌握小麦粉的水分添加量的计算方法。
2. 能掌握酱油的生产流程及操作规范。
3. 能熟练进行菌种的培养及保藏。
4. 能按照国家标准进行质量控制。

模块导读

酱油是起源于我国的传统发酵食品之一，是以大豆或脱脂大豆、小麦或麸皮为原料，经微生物发酵制成的具有特殊色、香、味的液体调味品。《齐民要术》最先记载了以大豆为原料，经霉菌的作用而制成酱油的方法。目前按照酿造工艺不同，我国酱油可以分为高盐稀态发酵酱油和低盐固态发酵酱油两类。目前低盐固态发酵法是我国主流的酱油生产技术，大中小型企业多采用这种工艺。现阶段我国酱油总产量的90%是用这种速酿技术生产的。

任务一 生抽酱油的生产工艺

任务分析

本任务要求熟悉低盐固态发酵法制备酱油的工艺流程，初步掌握利用大豆、麦麸等基础原料和辅料进行酱油生产所需要具备的知识和操作手段。例如，如何选择优质的原料及蛋白质辅料、蒸煮及润水的目的、如何计算加水量等。

低盐固态发酵法酿制酱油的方法是：以豆饼与麸皮为原料，利用纯培养的米曲霉制

曲，固态低盐制醅，保温发酵，浸淋取油。其工艺流程大致分为制曲、发酵、浸出和加热调配四个阶段，其工艺流程如图 1-1 所示。

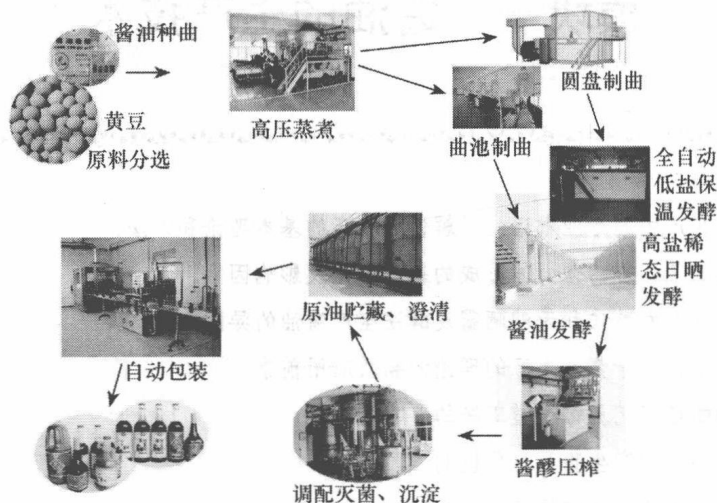


图 1-1 酱油工业化生产工艺流程

本任务需完成的工艺步骤如图 1-2 所示。

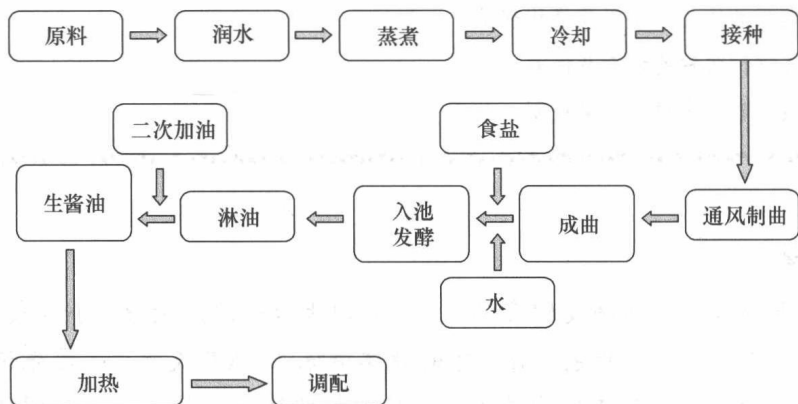


图 1-2 本任务工艺步骤示意图

影响本任务完成效果的关键因素有原料质量、润水量、曲房的温度和湿度控制、勾兑、制曲等。

任务实施

一、原料配比操作

大豆、小麦、盐、水可以按照 1 : 1 : 1 : 2 的比例进行配比，也可根据各地大豆和小麦的来源及价格的高低适当调配。

二、原料处理

将大豆洗净，然后进行浸渍，夏天浸渍时间为 4~6h，冬天则需要 16h 左右。

三、饼粕加水及润水

加水量以蒸熟后曲料水分达到 47%~50% 为标准。先将麸皮与辅料用拌和机拌匀,再加水充分拌和,加水时应采用两次润水方法,即在混合原料中先加 40%~50% 的水,蒸熟过筛后再补充清洁的冷开水 30%~45%。为防止杂菌污染,可在冷开水中添加按总原料计 0.3% 的食用级冰醋酸或 0.5%~1% 的醋酸钠拌匀。

将浸渍后的大豆移入锅中,按相当于原料大豆体积的 1.1~1.3 倍量加水煮熟。煮后的豆汁是一种茶褐色黏稠液,它含有碳水化合物、半乳聚糖及氨基酸等,因此不可废弃,可作为部分用水配制酱油或氨基酸液的原料,也可用作辣酱油原料、微生物培养基或者饲料。但此液极易腐败,应立即加入食盐(每千克加入 0.17kg)及盐酸(每升加入 22°Bé 的盐酸 0.03L)防腐。小麦应先炒制成黄褐色,然后粉碎。

四、混合与蒸煮操作

饼粕润水后,与轧碎的小麦及麸皮充分混合均匀。

蒸料可使蛋白质适度变性,淀粉蒸熟糊化,并杀灭附着在原料上的微生物。蒸料时先开启蒸汽,排尽冷水,分层进料。注意,原料必须撒于冒蒸汽处,撒料要求松散,切忌将原料压实而堵塞蒸汽进汽处,导致熬料不匀。进料完毕,全面冒汽后加盖蒸煮。常压蒸煮冒汽后维持 1h,闷 30min,或采用加压(0.1MPa)蒸煮维持 30min,出锅,然后过筛,移入拌和台上摊开,适当翻拌,使之快速冷却。

1. 蒸煮目的

蒸煮主要是使豆饼(粕)及辅料中的蛋白质完成适度变性,成为酶容易作用的状态。未经变性的蛋白质,虽能溶于 10% 以上的食盐水中,但不能为酶所分解。淀粉原料先是吸水膨化,随着温度的上升,淀粉粒的体积逐渐增大,分子链之间的联系削弱,达到颗粒解体的程度。

蛋白质变性后成为变性蛋白质和少量氨基酸,淀粉物化后变成淀粉糊和糖分。这些成分是有利于米曲霉生长繁殖的养料,且易被酶分解。此外,蒸料也可以杀死附着在原料上的有害微生物,给米曲霉正常生长(制曲)创造有利条件。

2. 蒸煮操作对原料的影响

如蒸煮压力(温度)不足或时间不够,水分不充分,就会造成蒸料不熟,即原料中残存着未变性的蛋白质。从分子空间结构来说,其次级键未完全受到破坏,肽键未彻底暴露,所以难以被米曲霉的蛋白酶分解,这部分蛋白质即通常所说的未变性蛋白,它虽能溶于酱油中,但经稀释或加热后,仍会生成浑浊物质或沉淀,影响成品质量。

如果采用高压(高温)长时或常压蒸煮闷过夜(老法生产)方式,会使蛋白质过度变性(二次变性),过度变性会使部分蛋白质的多肽链松散紊乱、缠结一团,使包在螺旋体内部的疏水基(烃基)暴露出来,降低蛋白质的吸水性能,变成不易溶解的物质。这部分

蛋白质很难被蛋白酶分解。过度变性还会使豆饼颜色变深，这主要是由于豆、麦中含有 3.6% 左右的植酸，在高温高压下转变成植酸钙镁，形成深褐色素。这种物质能抑制米曲霉的生长，影响原料的利用率。

蒸料的条件对酱油质量和原料蛋白质（全氮）利用率十分重要。一般来说，原料含有适当水分，蒸料采用高压（高温）短时或常压长时的方式，都可以使蛋白质变性。近年来国内外大量的实践证明，高温短时的蒸料方式（俗称高短法），较之常压蒸料更有利。

3. 熟料质量标准

- 1) 外观：黄褐色，色泽不过深。
- 2) 香气：具有豆香味，无烟味及其他不良气味。
- 3) 手感：松散、柔软、有弹性，无硬心、无浮水。

4. 理化标准

- 1) 水分含量（入曲池取样）：45%~50%；
- 2) 蛋白消化率：80%以上。

► 知识拓展

现在我国大部分酱油酿造厂普遍采用大豆脱脂后的饼粕为主要的蛋白质原料。脱脂大豆蛋白质原料主要包括豆粕、豆饼，也有以花生饼、蚕豆为代用品的，传统生产中以大豆为主。

一、蛋白质原料

酱油酿造过程中，利用微生物产生的蛋白酶的作用，将原料中的蛋白质水解成多肽、氨基酸，成为酱油的营养成分及鲜味来源。另外，部分氨基酸的进一步反应与酱油香气的形成、色素的生成有直接的关系。因此，蛋白质原料对酱油色、香、味、体的形成至关重要，是酱油生产的主要原料。酱油酿造一般选择大豆、脱脂大豆作为蛋白质原料，也可以选用其他蛋白质含量高的代用原料。

1. 大豆

大豆是黄豆、青豆、黑豆的统称，我国各地均有种植，其中尤以东北地区大豆产量最多、质量最优。

大豆的主要成分中蛋白质占 35%~45%，脂肪占 15%~25%，碳水化合物占 21%~31%，纤维素占 4.3%~5.2%，灰分占 4.4%~5.4%，水分占 8%~12%。另外，大豆还含有多种微量元素和维生素。大豆氮素成分中 95% 是蛋白质氮，其中水溶性蛋白质占 90%。大豆蛋白质以大豆球蛋白为主，约占 84%，乳清蛋白占 5% 左右。组成大豆蛋白质的氨基酸种类较全面，含有人体所需的 8 种必需氨基酸，且谷氨酸含量高，用于酿制酱油可产生浓厚的鲜味。

酿造酱油时的大豆原料以颗粒饱满、干燥、杂质少、皮薄新鲜、蛋白质含量高者为

佳。大豆是一种重要的油料作物，若用于酿造酱油，其脂肪没有得到合理的利用。目前除一些高档酱油仍用大豆作原料外，大多用脱脂大豆作为酱油生产的蛋白质原料。

2. 脱脂大豆

脱脂大豆按生产方法的不同可分为豆粕和豆饼两种。

(1) 豆粕

豆粕又叫豆片，是大豆先经适当加热处理，再经轧坯机压扁，然后用有机溶剂以浸出法提取油脂后的产物，为片状颗粒。豆粕含 47%~51%的粗蛋白质、1%的脂肪、25%的碳水化合物、5%的粗纤维素、5.2%的灰分、7%~10%的水分。豆粕蛋白质含量高，水分含量低，且不必粉碎，因而适宜于作酱油生产原料。豆粕用途广泛，还可用于生产大豆蛋白、配合饲料、豆制品等。

(2) 豆饼

豆饼是用机榨法从大豆中提取油脂后的产物，按压榨工艺条件不同可以分为冷榨豆饼和热榨豆饼。冷榨豆饼生产时大豆未经高温处理，故出油率低，但豆饼中蛋白质基本没有变性，这种豆饼适合于制作豆制品；热榨豆饼是大豆轧片后加热蒸炒，使大豆细胞组织破坏，同时降低油脂黏度，再经压榨而成，这样可提高大豆出油率。热榨豆饼水分含量较少，蛋白质含量高，质地疏松，易于粉碎，适合于酿制酱油。冷榨豆饼的一般成分为：粗蛋白质占 43%~46%，粗脂肪占 6%~7%，碳水化合物占 18%~21%，灰分占 5%~6%，水分占 10%~12%。热榨豆饼的一般成分为：粗蛋白质占 45%~48%，粗脂肪占 4%~5%，碳水化合物占 18%~21%，灰分占 5%~6%，水分占 8%~10%。

脱脂大豆作为酱油生产原料比大豆经济合算。它的全氮含量为大豆的 1.2 倍，因而酱油产量高。由于在脱脂处理时破坏了大豆的细胞组织，脱脂大豆很容易吸水，酶容易渗透进去，酶作用速度加快，因此，原料利用率高，酿造周期可以缩短。

(3) 脱脂大豆的生产流程

1) 豆粕的生产流程如图 1-3 所示。

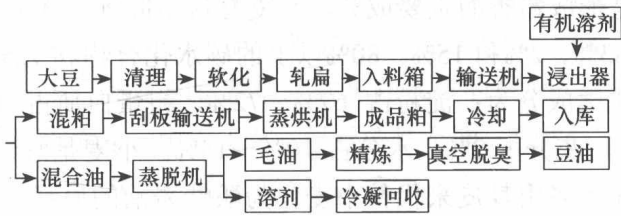


图 1-3 豆粕的生产流程

2) 冷榨豆饼的生产流程如图 1-4 所示。

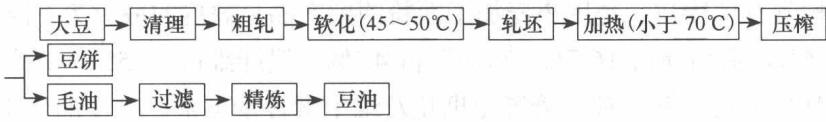


图 1-4 冷榨豆饼的生产流程

3) 热榨豆饼的生产流程如图 1-5 所示。

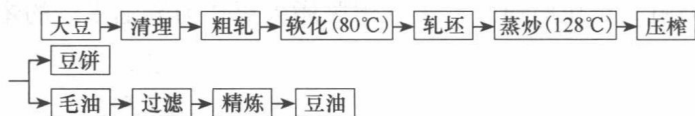


图 1-5 热榨豆饼的生产流程

3. 其他蛋白质原料

蛋白质含量高、不含有毒物质、无异味的物质均可选为酿造酱油的代用原料，如蚕豆、豌豆、绿豆、花生饼、葵花籽饼、芝麻饼、脱酚后的菜籽饼、棉籽饼、脱脂蚕蛹粉、鱼粉、糖糟等。蚕豆、豌豆、绿豆蛋白质含量为 24% 左右，比豆饼、大豆蛋白质含量低，一般只有符合卫生标准的才可使用。

二、淀粉原料

淀粉在酱油酿造过程中分解为糊精、葡萄糖，除提供微生物生长所需的碳源外，葡萄糖经酵母菌发酵生成的酒精、甘油、丁二醇等物质是形成酱油香气的前体物和酱油的甜味成分；葡萄糖经某些细菌发酵生成各种有机酸，可进一步形成酯类物质，增加酱油香味；残留于酱油中的葡萄糖和糊精可增加甜味和黏稠感，对形成酱油良好的体态有利。另外，酱油色素的生成与葡萄糖密切相关。因此，淀粉质原料也是酱油酿造的重要原料。

1. 小麦

小麦是传统方法酿造酱油使用的主要淀粉质原料，除含有丰富的淀粉外，还含有一定量的蛋白质。酱油中的氮素成分约有 3/4 来自大豆蛋白质，1/4 来自小麦蛋白质。小麦蛋白质主要由麦胶蛋白质和麦谷蛋白质组成，这两种蛋白质中的谷氨酸含量分别可达 38.9% 和 33.1%，是酱油鲜味的重要来源。小麦中含有的木质素，可以生成 4-乙基愈创木酚，该物质是形成酱香的重要成分。小麦籽粒由胚乳、胚芽和麸皮三部分组成，分别占籽粒重量的 83%、2% 和 15%。80% 以上的碳水化合物和 72% 以上的蛋白质存在于胚乳中。小麦的化学成分为：淀粉占 67%~72%，粗蛋白质占 10%~13%，脂肪占 2%，纤维素占 1.9%，灰分占 2%，水分占 10%~14%。小麦是酿制酱油的优质原料，但因它是细粮，现在大多用麸皮来代替小麦作为酿造酱油的原料。

2. 麸皮

麸皮又称麦麸或麦皮，是用小麦加工面粉的副产品。麸皮的成分为：淀粉占 11.4%，戊聚糖占 17.6%，蛋白质占 16.7%，粗脂肪占 4.7%，粗纤维占 10.5%，灰分占 6.6%，水分占 12%。麸皮中钙、铁、钾、磷等无机盐及维生素含量丰富。麸皮的化学成分随加工条件、小麦品种等不同稍有差异。

麸皮质地疏松，表面积大并含有多量维生素及无机盐，适宜米曲霉生长和产酶，有利于制曲，也有利于酱醅淋油。麸皮中戊聚糖含量高，而戊聚糖是生成酱油色素的重要前体物，对增加酱油色泽有利。另外，麸皮中淀粉含量较低，影响酱油香气和甜味成分的生成量，以麸皮作酱油生产原料时，一般应添加小麦粉或其他淀粉含量高的原料。

3. 其他淀粉质原料

凡含有淀粉较多而又无毒无异味的物质，都可以作酿制酱油的淀粉质原料，如甘薯、玉米、大麦、高粱、小米及米糠等。

三、食盐

食盐也是酱油生产的重要原料，它使酱油具有适当的咸味，并与氨基酸共同给予酱油鲜味，起到调味的作用。另外，在酱醅发酵时食盐有抑制杂菌的作用，在成品中有防止酱油变质的功用。食盐的主要成分是氯化钠，杂质有硫酸镁、氯化镁、硫酸钠、硫酸钙、氯化钾等，这些杂质是由卤汁带入的。食盐随氯化钠含量不同可分为：优级盐（氯化钠含量不少于 93%）、一级盐（氯化钠含量不少于 90%）、二级盐（氯化钠含量不少于 80%）。食盐按来源不同可以分为海盐、岩盐和井盐，我国以生产海盐为主。使用含卤汁过多的食盐会使酱油带苦味，简单的去除方法是让食盐中卤汁自然吸收空气中水分，潮解而流失，达到脱苦的目的。

选择酱油酿造用食盐的要求：水分及杂质含量少，颜色洁白，氯化钠含量高，卤汁（氯化钾、氯化镁、硫酸钙、硫酸镁、硫酸钠等混合物）宜少。

四、水

1. 润水的目的

加水及润水的目的有以下三点：一是使原料中蛋白质含有一定水分，以便在蒸煮时利用水的渗透压，使蛋白质迅速达到适度变性；二是使原料中的淀粉吸水，充分膨胀，易于糊化，以溶出米曲霉生长所必需的营养成分；三是提供米曲霉生长繁殖所必需的水分。一般来讲，原料全氮利用率和氨基酸生成率随水量的增加而逐渐提高，但并不是水越多越好，应视制曲要求而定。由于工艺、气候条件不同，对曲料水分的要求也不相同，一般春秋季节掌握在 49%~50%，夏天为 51%~52%，冬天为 48%~49%。

2. 加水量的表观确定

加水量的多少是制曲成败的关键。根据米曲霉的生理特性，制曲时应缩短曲霉的发芽时间，从而对杂菌起抑制作用。原料中含有适量的水分是加速米曲霉孢子发芽的主要条件之一，如水分适当，孢子即吸水膨胀，体积增加 2~6 倍，细胞内物质被水溶解，为发芽、生长、繁殖提供营养条件。微生物生长需要从体外吸收养料，而养料又必须被水

解后才能吸收利用。已溶入养料的细胞液是靠细胞产生的渗透压而流动的,如水分不足,细胞就无法膨胀,也就不能通过渗透作用输送养料。

另外,若原料水分不足,豆饼蒸煮时蛋白质不易变性,而未变性的蛋白质,虽能溶于酱油中,但经稀释或加热后会产生浑浊或沉淀。反之,如果原料水分充足,不仅有利于米曲霉吸收养料,加速曲霉的繁殖,而且还会使米曲霉分泌大量的酶。一般情况下,加水量大,成曲酶活力强,有利于提高原料利用率和氨基酸生成率。但制曲不是无菌操作,过量的水容易引起杂菌污染。由于大部分细菌、毛霉、根霉的最低水分活度高于米曲霉,从而不利于米曲霉生长,过量用水时制曲较难控制,不仅会出现花曲、酸曲等污染现象,也会造成酱油成品细菌数偏高,不符合卫生标准,酱油呈现细菌性浑浊,降低酱油质量;同时,水分大,制曲消耗热量也大,淀粉原料损耗多,部分蛋白质会被分解成游离氨。

3. 润水的设备和操作方法

1) 最简单(土法)的润水设备。在燕锅附近用水泥砌一个平地,四周砌一砖高墙围,以防拌水时水分流失,水泥平地稍向一方倾斜,以便冲洗排水。润水方法像拌水泥一样,在豆粕中加入 50~80℃ 热水(水温高,饼粕吸水快,润水时间可短些),用钉耙与煤铲人工翻拌,豆饼拌匀以后堆成丘形,上面加盖辅料(麸皮或麦粉),堆积 30min,让豆饼充分吸水润胀。最后,再一次翻拌,使主、辅料混合均匀。该方法劳动强度较大,除少数小厂尚保留外,在大、中城市企业中已被淘汰。

2) 螺旋输送机(俗称绞龙)。将豆粕和麸皮等原料不断送入绞龙,同时加入 50~80℃ 的热水,通过螺旋输送进入蒸锅达到润水目的。绞龙底部外壳要求制成一边可以脱卸型,便于润水完毕清洗干净,以免细菌污染而发臭。

4. 加水量的计算

在生产实践中,为了掌握水分含量,应测定每批熟料及成曲的水分含量,对成曲的感官、细菌数量及酶活力进行鉴定、检测,并做好记录,对照酱油质量,以便合理地确定和调整原料加水量。

按总料加水量的计算公式(未考虑蒸煮时的水分吸收)为

$$W = \frac{X + AA_1 + BB_1 + CC_1}{A + B + C + X} \times 100\%$$

式中: W ——熟料中的水分(%);

X ——加水量;

A_1 ——豆饼中的水分(%);

B_1 ——麸皮中的水分(%);

C_1 ——小麦粉中的水分(%);

A ——豆饼的质量;

B ——麸皮的质量。

例如，原料配比为豆粕 900kg，水分含量 12%；麸皮 450kg，水分含量 14%；小麦粉 150kg，水分含量 12%。经蒸煮冷却后的熟料水分要求达到 50%，则加水量应为多少千克？

按公式进行计算，加水量应为

$$\frac{50\% \times (900 + 450 + 150) - (900 \times 12\% + 450 \times 14\% + 150 \times 12\%)}{1 - 50\%} = 1122(\text{kg})$$

$$\text{总原料加水百分比} = \frac{1122\text{kg水}}{1500\text{kg总料}} \times 100\% = 74.80\%$$

一般蒸料中吸收的水分为总料的 3%~5%。由于熟料在接种曲时拌入部分干麸皮，可抵消部分水分。假如考虑蒸料时吸收的水分，则应在加水量百分比中适当减除。

水的质量直接影响酿造产品的质量。酿造酱油的用水必须符合饮用水的标准。凡是可饮用的自来水、深井水，以及清洁的河水、江水、湖水等均可使用，但含有多量铜、铁的水不宜使用，否则有损酱油的风味、香气和色泽的稳定性。酿造用水必须具备的条件为：无色透明、无异味、中性或微碱性；铁、锰含量小于 0.02mg/kg；亚硝酸性氮、氨基态氮、大肠菌群、生酸菌群均不得检出。

任务二 老抽酱油的生产工艺

任务分析

本任务介绍利用多种微生物的作用，使原料中的蛋白质分解、淀粉糖化，并伴有酒精发酵、乳酸发酵等过程，使其发酵为营养丰富，含有糖类、多肽、氨基酸、维生素等物质，而且还赋予其鲜味、香味和色泽的酱油。

种曲即酱油酿造制曲时所用的种子。它是生产所需要的菌种，不仅要求孢子多、发芽快、发芽率高，而且必须纯度高。种曲的优劣直接影响酱油曲的质量、酱油杂菌含量、发酵速度、蛋白质和淀粉的水解程度。

种曲制作一般采用木盘和铝盘，随着设备的改进，大的生产厂家开始使用固态种曲培养设备——种曲培养罐，该设备集蒸料、灭菌、接种和培养于一体。

任务实施

一、种曲的制作

种曲的制作工艺流程如图 1-6 所示。

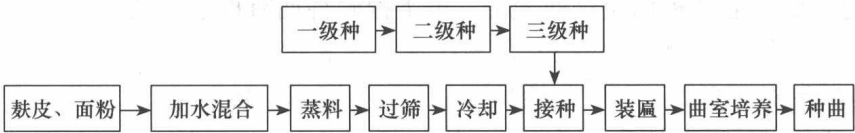


图 1-6 种曲的制作工艺流程

1. 种曲的选择

种曲是酱油大曲的种子,国内普遍使用的菌种为米曲霉沪酿 3.042。种曲制造时一般采用麸皮培养基,培养温度为 28~32℃,时间为 3~4d。

2. 培养基(曲料)的制作过程

1) 将麸皮 80g、面粉 20g 及水 80~90mL 或者麸皮 85g、豆饼粉 15g 及水 95mL 混合均匀,分装于带棉花塞的三角瓶中,瓶中料的厚度为 1cm 左右,在 100kPa 的蒸汽下灭菌 30min,然后趁热摇松曲料。

2) 将菌种接入斜面,置 31℃培养箱内培养 3d,待长出茂盛的黄绿色孢子,并检查确定无杂菌,即可作为三角瓶扩大培养的菌种。

3) 待曲料冷却后接入试管斜面菌种,摇匀,置 30℃培养箱内培养 18h 左右,当瓶内曲料发白并结饼,摇瓶 1 次,将结块摇碎,继续培养 4h,再摇瓶 1 次,经过 2d 培养后,把三角瓶倒置,以促进底部曲霉生长,继续培养 1d,待全部长满黄绿色孢子即可使用。若需放置较长时间,应置于阴凉处或冰箱中。

3. 现代酱油生产企业的种曲

随着微生物制备技术的发展,一般的酱油企业已经很少自己制备种曲,而是采用直投式的米曲霉进行接种制曲。

1) 直投式米曲霉即米曲霉孢子粉,为干粉状,是现代企业中常用的一种直投式菌种。米曲霉活性可达 $(100\sim 300)\times 10^8\text{cfu/g}$,含水量小于 5%,具有很强的繁殖能力,在生产时可依据实际情况添加 0.1~0.2g/kg 物料,具有相当于种曲的效果。

2) 直投式米曲霉的制备方式:预先液体培养出具有较高活力的米曲霉孢子,然后在保护剂(抗氧化剂和其他载体)的作用下经分离、浓缩、干燥和包装制成。由于其高效的米曲霉活性和方便的使用方式,正逐渐取代传统的种曲制备方式。

4. 种曲质量鉴别

(1) 感官指标

1) 外观:菌丝整齐健壮、孢子旺盛,米曲霉呈新鲜的黄绿色,黑曲霉呈新鲜的黑褐色,无夹心,无杂菌,无异色。

2) 气味:具有种曲特有的曲香,无霉味、酸味、氨味等不良气味。

3) 手感:用手触及种曲松软而光滑,用手捏碎种曲有孢子飞扬,内部无硬心,手感疏松。

(2) 理化指标

1) 孢子数:用血球计数板测定法,孢子数大于 60 亿个/g(以干基计)。

2) 孢子发芽率:用悬滴培养法测定,大于 90%。

3) 细菌数: 米曲霉种曲细菌数不超过 10^7 个/g。

二、制曲生产操作

传统的制曲方式有竹匾制曲、竹帘制曲和木盘(曲盒)制曲, 这些方式劳动强度大, 全部靠人工操作, 生产率低。

经过多年的实践, 目前绝大多数企业采用的是厚层通风制曲。厚层通风制曲就是将接种后的曲料置于曲池内, 厚度一般为 25~30cm, 利用通风机供给空气, 调节温、湿度, 促进米曲霉在较厚的曲料上生长繁殖, 完成制曲过程。与传统制曲工艺相比, 该种方式节约制曲面积, 管理方便, 减轻劳动强度, 便于实现机械化和自动控制, 利于提高成曲质量。现除使用通用的简易池外, 还有使用链箱式机械通风制曲机和旋转圆盘式自动制曲机进行厚层通风制曲的。

厚层通风制曲工艺流程如图 1-7 所示。

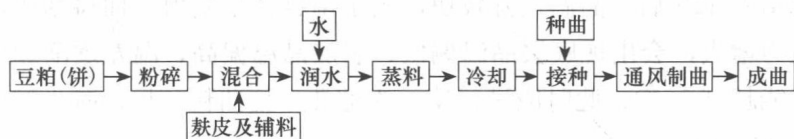


图 1-7 厚层通风制曲工艺流程

1. 曲料配制

北京的酱油生产曲料配制有豆粕: 麸皮为 7:3 和 6:4 两种; 上海的酱油生产曲料配制有豆粕: 小麦片: 麸皮为 10:4:1 和豆粕: 面粉: 四号粉: 麸皮为 10:1:3:1.5 两种; 苏州的酱油生产曲料配制有为豆饼: 小麦片: 麸皮为 10:4.5:1.5; 其他类型的酱油生产曲料配制有豆饼: 麸皮为 8:2 或豆饼: 小麦片: 麸皮为 6:2:3。而国外(如日本)酿造酱油则是由等量的大豆和小麦制成, 即大豆: 小麦为 5:5。

2. 种曲接入

原料经过蒸熟出锅后, 迅速冷却到 35~40℃, 并打碎结块, 接入 0.3%~0.5% 的种曲, 立即送入曲池内培养。种曲事先用 4~5 倍麸皮搓碎拌匀后再掺入熟料中, 以增加其均匀性。接种温度夏天为 40℃, 冬天为 50℃。操作完毕后应及时清洗各种设备, 搞好环境卫生, 以免滋生杂菌, 影响下次制曲。

3. 培养及翻曲

曲料装池的厚度一般为 30cm 左右, 为了保证良好的通风条件, 必须堆积成疏松平整的样式, 不能压实。接种后料层温度过高或上下品温不一致, 应及时开动鼓风机, 调节温度在 32℃左右, 静止培养 4~5h, 这时孢子进入发芽期, 此时料层开始升温至 35~37℃, 应开动风机通风降温, 维持曲料温度为 35℃左右。由于此时菌丝刚开始生长, 产热少, 曲

料透气性好，所以降温快，温度降低至 32℃ 时，停止通风。结块的酱油曲如图 1-8 所示。

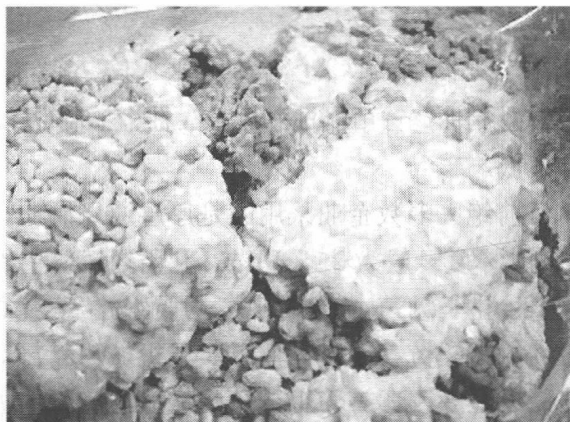


图 1-8 结块的酱油曲

曲料入池培养 12h 后，品温上升较快，由于菌丝密集繁殖，曲料结块，此时曲料呈白色，通风阻力增大，会出现底层品温偏低、表层品温偏高、温差逐渐加大的现象，而且表层温度可能超过 35℃，此时应进行第一次翻曲，使曲料疏松，减少通风阻力，保持正常品温低于 34~35℃。

继续培养 4~6h 以后，由于菌丝繁殖旺盛，再次形成结块，应及时进行第二次翻曲，翻曲后应连续鼓风，以品温维持在 30~32℃ 为宜。培养 20h 后，米曲霉开始产生孢子，蛋白酶活力大幅度上升。培养 24~28h，即可出曲（注意：此时曲呈淡黄绿色）。也可在出曲前停风，堆积 30min，使品温上升至 40~43℃，以利于拌水后控制酱醅温度，但品温不应超过 45℃，防止酶活力损失。

4. 制曲时间的确定

制曲时间应根据所应用的菌种、制曲工艺及发酵工艺而定。日本的米曲霉或酱油曲霉菌株采用低温长时间发酵，其制曲时间一般为 40~46h。低温长时间有利于谷氨酰胺酶和肽酶的形成，而这些酶活力的高低又对酱油质量有直接影响。接种后的黄豆初始状态如图 1-9 所示，接种后的黄豆曲料成熟状态如图 1-10 所示。



图 1-9 接种后的黄豆初始状态

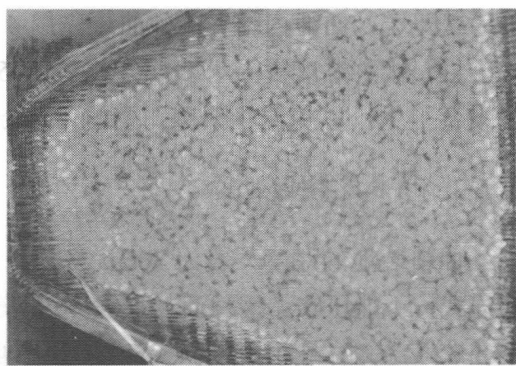


图 1-10 接种后的黄豆曲料成熟状态