

发酵调味品生产技术

上册

微生物基本知识

轻工业出版社

发酵调味品生产技术

(上册)

微生物基础知识

上海市粮油工业公司技校 编著
上海市酿造科学研究所

轻工业出版社

内 容 提 要

本书分上、中、下三册。上册结合发酵调味品生产实践，介绍了有关微生物的基础知识，如：微生物的一般概念；霉菌、酵母菌、细菌、放线菌、噬菌体的形态、构造、繁殖方法及环境对它们的影响；微生物的营养与培养；酶和酶活力的测定等知识。本书力求选用与生产有关的实例，对于发酵调味品生产者应掌握的微生物实验法也作了简单的阐述。

本书可供从事发酵调味品生产的工人、技术人员参考，也可作为有关酿造厂生产工人的培训教材或业余技术教育教材。

发酵调味品生产技术

(上册)

微生物基础知识

上海市粮油工业公司技校 编著
上海市酿造科学研究所

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092 毫米 印张：8 $\frac{12}{32}$ 字数：180 千字

1978年7月 第一版第一次印刷

印数：1—21,900 定价：0.58元

统一书号：15042·1462

前 言

本书是为适应发酵调味品工业的发展，直接服务于生产的一本专业书籍，可供从事发酵调味品工业生产的人员参考。它对酿造生产技术的基本理论和基础知识作了较为详细的阐述，特别是对无产阶级文化大革命以来，酿造生产采用的新技术、新工艺作了比较系统的介绍。全书分上、中、下三册。

上册为微生物基础知识部分。对发酵调味品生产中目前应用的菌种分别进行介绍，并尽量选用与生产有关的实例。同时也阐述了有关酶和酶活力的测定方法，以供生产上参考与应用。

中册为生产工艺部分。重点阐述各种产品的生产方法及其理论基础，对酱油、酱类、食醋、饴糖、豆腐乳及综合利用的生产工艺和有关设备分别进行详细的介绍。

下册为检验部分。根据商业部颁发的《酱油、食醋、酱类质量标准及检验方法》（试行办法），系统地介绍工业分析中必需的基础知识，再按各种产品介绍实际操作方法及其基本理论。

本书在编写过程中，参考和引用了全国和华东协作区调味品工作会议的有关资料，并得到许多酿造厂的大力支持和帮助，谨此表示感谢。由于我们水平有限，书中会有不少缺点和错误，希望读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
第一章 微生物的概念	(9)
第一节 什么是微生物	(9)
第二节 微生物的特点	(10)
第三节 微生物在生物界中的地位	(14)
第二章 霉菌	(17)
第一节 霉菌的形态	(18)
第二节 霉菌细胞的构造	(27)
第三节 霉菌的繁殖方法	(28)
第四节 酿造厂生产中目前应用的几种霉菌	(33)
第三章 酵母菌	(45)
第一节 酵母菌的形态	(46)
第二节 酵母菌细胞的构造	(48)
第三节 酵母菌的繁殖方法	(50)
第四节 几种主要的酵母菌	(57)
第四章 细菌	(71)
第一节 细菌的形态	(71)
第二节 细菌细胞的构造	(83)
第三节 细菌的繁殖方法	(91)
第四节 酿造厂生产中目前应用的几种细菌	(99)
第五章 放线菌	(109)
第一节 放线菌的形态	(110)

第二节	放线菌的构造与繁殖	(112)
第三节	放线菌的生理特性	(113)
第四节	酿造厂综合利用中应用的 几种放线菌	(113)
第六章	细菌病毒——噬菌体	(119)
第一节	噬菌体的形态与构造	(120)
第二节	噬菌体的繁殖方法	(121)
第三节	怎样识别噬菌体的存在	(124)
第七章	环境对微生物的影响	(129)
第一节	温度与微生物的关系	(129)
第二节	水分与微生物的关系	(134)
第三节	氧气与微生物的关系	(135)
第四节	pH 值与微生物的关系	(136)
第五节	光线与微生物的关系	(138)
第六节	化学药剂与微生物的关系	(139)
第七节	微生物相互之间的关系	(142)
第八章	微生物的营养与培养	(144)
第一节	微生物细胞的化学组成	(144)
第二节	微生物的基本营养	(147)
第三节	培养基的种类	(152)
第四节	酿造厂常用的几种培养基	(154)
第五节	培养基的灭菌	(165)
第六节	培养基的制备	(168)
第七节	接种与培养	(176)
第九章	微生物的酶	(183)
第一节	酶的特性	(184)
第二节	几种应用较多的酶	(185)

第三节	影响酶作用的因素·····	(200)
第四节	酿造厂常用的几种酶活力测定·····	(206)
第十章	微生物菌种的选育 ·····	(225)
第一节	菌种选育的目的·····	(225)
第二节	菌种的筛选·····	(227)
第三节	育种·····	(236)
第四节	菌种的保藏·····	(241)
附 录	·····	(245)
一、	显微镜的构造、使用及维护·····	(245)
二、	微生物大小的测定·····	(250)
三、	米曲霉孢子数的测定·····	(252)
四、	悬滴培养观察米曲霉发芽及生长·····	(255)
五、	微生物的活细胞计数法·····	(256)
六、	酵母对糖类发酵的测定·····	(259)

绪 论

一、我国发酵调味品生产的悠久历史

伟大领袖和导师毛主席教导我们：“中国是世界文明发达最早的国家之一”，“在中华民族的开化史上，有素称发达的农业和手工业，有许多伟大的思想家、科学家、发明家、政治家、军事家、文学家和艺术家，有丰富的文化典籍。”我国劳动人民在同自然界的长期斗争中，很早就认识到微生物的某些生命活动，对利用有益的微生物来酿造各种发酵调味品，也积累了丰富的经验，并且有历史记载，是宝贵的民族遗产之一。

酱油及酱类是主要的发酵调味品，是我国劳动人民创造发明的。早在周朝时(约公元前十一世纪到公元前三世纪)，酱的生产就很发达。《周礼天官篇》：“醢人掌四豆之实，又酱用有百二十瓮。”“膳夫掌王饔，食酱百有二十瓮。”《史记》亦有：“通都大邑，醢酱千瓮，比之千乘之家。”的记载。北魏时(五世纪)已用乌豆(黑豆)、小麦制酱，而用牛、羊、獐、鹿、兔、雉肉和鱼虾等制成肉酱和鱼酱也很盛行。到了明朝(十三世纪)，豆酱的生产更为发展，而鱼、肉制酱则日渐被淘汰。制酱的技术亦普遍流传于城乡劳动人民之间，人们在制酱的同时，往往从中取出一部分汁液作为调味品，这种汁液就是具有特殊香气、色红褐、有光泽、味鲜美的酱油。

食醋也是主要的发酵调味品，我国西北干燥地区，食醋的需要量更大。关于食醋，历史上也早有记载，《荀子正名》：

“香臭芳郁腥臊酒酸奇臭以鼻异。”《隋书酷吏传》：“宁饮三升醋，不见崔弘度。”

在三千多年前，我国就能制造饴糖，到汉朝（公元前二世纪到公元二世纪）已普遍应用，元代《六书考》记载：“以米蘖煎材为白饴也。”《周礼天官篇》：“王之膳羞共饴盐”。《本草纲目》：“饴盐生于戎地，味甜而美。”

酒主要作为饮料，但也是一种不可缺少的发酵调味品。在豆腐乳生产的后期发酵中，酒又是重要的配料。我国利用谷物酿酒的历史最早，可追溯到距今四千多年前的龙山文化时期。从我国各地“龙山文化”遗址出土的陶器中，就有尊、罍、盃之类的酒器。商代（公元前十七世纪到公元前十一世纪）甲骨文中也有大量关于“酒”的记载，在河南郑州曾发掘出商代酿造工场遗址。由此可知，从商代开始，我国酿酒已经从农业分化发展成独立的手工业了。

在我国的历史资料中，《齐民要术》是一部最早、最完整的农业技术书，著者是北魏时期（五世纪）的贾思勰，由于他重视生产实践，善于总结劳动人民丰富的实践经验而作最详细的记录。书中对发酵调味品，如酒、酱、豉及饴等的制造方法，都有正确清楚的叙述。不仅是我国，也是世界上利用微生物酿造的最早典籍。在酿酒一项内，就记载了十二种不同的酒曲和二十多种酒的制法，提出所谓曲和“五色衣”的概念，并认识到两者的相关性。“五色衣”就是指酒曲中霉菌的菌丝体和分生孢子的混合物，颜色是白、黄、绿、黑等色。书中指出“五色衣”未成，则曲不能出。在制酱中，不但详尽地记载豆酱、肉酱与鱼酱的制法，还把制酱用的曲与酒曲相区分，称之为“黄衣、黄蒸”。黄衣又名麦麴，是用整粒小麦做的曲；黄蒸是用麦粉做的曲。由于酒曲与酱曲两者要求不同，

制曲控制的条件也各异，从而获得性质不同的微生物。书中“黄衣、黄蒸”两种散曲名词的提出，证明早在一千五百年前古代劳动人民已广泛使用到黄曲霉与米曲霉一类微生物了。尽管当时的条件还看不到微生物的个体形态，但劳动人民已懂得通过微生物群体形态的观察，如“五色衣”、“黄衣”等来控制微生物的生长发育，同时防止杂菌（称为乌肠）的污染。这些实践和理论，不仅在当时是非常先进和科学的，直至今今天也还很有实用意义。

二、解放以来我国发酵调味品生产的飞跃发展

发酵调味品的生产在我国虽有悠久的历史，但由于受封建统治者的长期压迫，近百年来又受到帝国主义的侵略，以及国民党反动派的残酷压榨与摧残，严重地阻碍了我国发酵调味品生产的发展。解放前，发酵调味品生产大部分是些手工作坊，设备十分落后，操作也墨守陈规。在几个大城市里，由帝国主义和外国资本家建立起来的个别酿造工厂，生产也是奄奄一息。新中国成立以后，在毛主席和共产党的英明领导下，发酵调味品工业也和其他各行各业一样，得到了飞跃的发展。酱油、酱类、食醋等调味品的需要量随着人民生活的改善而迅速增长。

发酵调味品的生产主要是粮食，用粮很多，但节约潜力也大。传统上酱油酿造以大豆、小麦或面粉为原料，由于大豆中含有20%左右油脂，无形中被浪费掉。一九五七年经北京进行酱油试点后，推广以豆饼、豆粕代替大豆，以麸皮代替小麦或面粉为原料酿造酱油。此外，还有因地制宜，以花生

饼、芝麻饼、蚕豆、豌豆、甘薯干及米糠等为原料的。食醋的原料，解放前我国长江以南用大米酿醋，长江以北用高粱、小米酿醋，所用的麦曲都以小麦为原料，因此每年消耗的粮食数量非常巨大。解放后，由于酿醋技术的改进，扩大了酿醋原料来源，曾采用鲜甘薯、甘薯干、马铃薯、碎米、橡子、细谷糠、脱脂米糠、饴糖渣、干淀粉渣、废糖蜜、槐角白皮、菊芋、干红枣、黑枣以及蕃茄等作为酿醋原料，为国家节约了大量粮食。

在生产技术的改进方面，国家也非常重视，先后组织多次全国性试点及经验交流会。一九五六年在北京进行第一次酱油试点后，为了提高原料利用率，采取一些技术措施，总结出一套比较完整的酱油酿造操作法。由于我国酱油制曲，除少数厂自己选择菌种外，多数厂还是依靠空气中的微生物自然繁殖，所以杂菌较多，技术上甚难掌握，致使原料利用率低，产品质量也差。而菌种是微生物发酵的基础和关键环节，为此，一九五七年在北京进行第二次酱油试点，对应用的菌种予以选择，终于获得了蛋白酶活力大、糖化酶活力也大、生长繁殖快，且产生酱油香气好的优良菌株，定名为中科3.863号米曲霉，进行推广。与此同时，试点组制定了种曲操作法及以豆饼与麸皮为原料的制曲操作法，制曲时间也由一般的三日曲缩短为二日曲，为提高曲室的设备利用率及增产创造了条件。第二次试点的重点是制定一套适用于中小型工厂的无盐发酵法。接着在北京、上海、天津、济南、成都等处举办培训班，大力培训技术骨干，保证无盐发酵法遍地开花及各项操作法迅速落实。一九五八年初，在全国食品工业规划会议上，明确提出了要大力发展酿造酱油的方针。同年在党的鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义总路线的光辉

照耀下，我国发酵调味品工业战线上的广大职工，发扬自力更生，艰苦奋斗的革命精神，大搞技术革新，迅速改变了发酵调味品生产的落后面貌。一九五九年在上海召开全国酱油酿造生产技术交流会，总结先进经验，主要推广内容有：（1）用浸出法代替压榨法，彻底解决自古以来笨重的体力劳动问题；（2）用螺旋推进机（绞龙）连续蒸煮原料；（3）减曲发酵生产酱油。一九六〇年又在福建省建阳县召开全国食品工业生产技术交流会。通过交流，使发酵调味品酱油、食醋、酱类、饴糖及酒等的生产又有了进一步的发展。酿造工厂由于原料处理逐渐走向半机械化、机械化，并采用了无盐发酵及浸出法等新工艺，不仅使生产周期大大缩短，蛋白质分解率显著提高，而且使酱油生产的工序也减少了，从而在劳动力、生产设备、厂房建筑、原料和煤电消耗等方面，均有很大的节约，还大大减轻了劳动强度与改善了劳动条件。

三、通过无产阶级文化大革命，发酵调味品工业出现了崭新面貌

革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展。伟大的无产阶级文化大革命是我国社会生产力发展的强大推动力。发酵调味品工业的广大工人对生产工艺和设备进行了许多重大改革，并在酶制剂应用、微生物选育和综合利用等方面也都取得了很大的成果。

在酱油及酱类生产上，工艺和设备同时进行了全面的革新。首先是原料蒸煮采用高压旋转锅，克服了过去常压蒸料原料生熟不均匀的缺点，同时进料与出料采用机械与风送，提高了劳动生产率和改善了劳动条件。但制曲仍沿用竹匾、木

盘为主要工具，全部手工操作，翻曲的劳动强度也很高。经过广大工人和科技人员的不断革新，实现了厚层通风制曲新工艺。翻曲也使用了翻曲机，大大地减轻了劳动强度和改善了劳动条件。发酵方面在无盐发酵基础上，为了增加酱油和酱类的风味，提高产品质量，普遍采用低盐固态发酵新工艺。发酵设备也创建了许多类型。成品消毒、包装及出渣也实现了机械化与半机械化。使自古以来沿用的旧工艺和旧设备都得到了系统的改革。

食醋生产在文化大革命中也进行了重大改革。继自然通风回流酿醋的新工艺试制成功后，一九六八年建成25吨大型醋酸发酵水泥池投入生产，还应用了经过纯粹培养和选育的醋酸菌，不仅简化了工序，改变靠天吃饭老方法，而且减轻了劳动强度，提高了生产率和食醋的质量，使食醋生产向前跃进了一大步。但发酵调味品工业的广大工人并不满足于现状，又先后试制成功氧化醋及深层发酵制醋工艺，现在我国有些地区正在向食醋连续深层发酵法进军。

饴糖生产在文化大革命中变化也是巨大的。在克服了液化、压滤、糖化和质量四大难关后，很多地区都开始应用 α -淀粉酶生产饴糖的新工艺，并实现管道化和机械化生产。此外，直接用麸皮代替大麦芽，以麸皮中 β -淀粉酶应用于饴糖生产，取得了简化工艺、节约粮食的效果，彻底改变了千百年遗留下来的陈旧方法。

酶制剂的生产和应用都是文化大革命中才发展起来的新事物，在发酵调味品生产上的应用，现在已越来越广泛： α -淀粉酶应用于酿造酱油、酶法液化制醋、酶法制饴糖等都获得了良好的效果。利用这种由微生物体内产生的具有催化作用的酶后，既可以提高产率、提高产品质量，又可以节

粮代粮、节约燃料、节约酸碱等化工原料，使成本大为降低。蛋白酶的应用也正在试验中。酶制剂在发酵调味品工业上应用有着十分广阔的前景。

微生物选育也做了许多工作，并取得了丰硕的成果。特别值得一提的是，沪酿 3.042 米曲霉新菌株的选育成功。它的特点是蛋白酶活性比 3.863 号米曲霉显著提高，生长繁殖速度加快，制曲时间由原来 48 小时缩短为 24 小时左右，为全面实现厚层通风制曲创造了有利条件。新菌株不产生黄曲霉毒素，可以安全生产，它对环境适应性也强，制曲管理方便，所以深受酿造工人的欢迎。

此外，在利用酿造下脚料大搞综合利用方面也取得了可喜的成绩。文化大革命中利用下脚料搞成的产品据不完全统计已有：蛋白酶、 α -淀粉酶、灰黄霉素药水、糖果发泡剂、乳糖酶、辅酶 A、核糖核酸、核苷酸及白地霉(食母生)等，其中大部分产品都已成批投产，对支援工农业生产起到了一定作用。

总之，文化大革命以来我国发酵调味品工业出现了蒸蒸日上，欣欣向荣的崭新面貌。

四、鼓足干劲、攀登高峰，把我国 发酵调味品工业不断推向前进

无产阶级文化大革命以来，发酵调味品工业虽然出现了新面貌，但还不能完全适应整个国民经济发展的需要。地区与地区之间有差距，厂与厂之间的差距也不小。各地由于生产工艺不同，产品质量和出品率相差也较大。如酱油蛋白质利用率高的达到 75~80%，每斤粮食可生产酱油 6 斤多；

而有的蛋白质利用率很低。食醋每斤粮食出品率高的可达 8 斤，低的只有 3 斤。可见，发酵调味品生产搞得越好，节约粮食的潜力是很大的。目前虽然在城市和城镇，发酵调味品基本上已能满足人民生活的需要，但必须生产出更多更好的产品，以满足边防、岛屿及工矿林区的需要。

一九七五年七月，商业部召开的全国调味品工作会议，讨论制定了关于发酵调味品《酱油、食醋、酱类质量暂定标准和检验方法》(试行办法)和成立技术协作小组，规定定期召开抓革命、促生产的经验交流会。对发酵调味品的生产还要求做到：就地生产，就地供应，提高质量，讲究卫生，不断满足人民日益增长的生活需要。这就要求我们重视提高产品质量这项工作，及时总结、交流经验。

毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”“中国应当对于人类有较大的贡献。”让我们在英明领袖华主席提出的抓纲治国战略决策的指引下，开足马力，破除迷信，解放思想，大搞技术革新和技术革命，进一步把我国发酵调味品工业推向新的水平。

第一章 微生物的概念

第一节 什么是微生物

在生物界中，除了动物和植物以外，还有一大类体形非常微小，肉眼看不见或看不清楚的生物，称为微生物。它们的个体大多是单细胞，也有只是简单的多细胞，以及一些还没有完整的细胞形态。构造都极为简单，但均具有生命活动的的能力。由于它们的体形极其微小，所以必须用显微镜或电子显微镜把它们放大后才能观察到。微生物就生活在我们的周围，它们积极地活动着，每时每刻在和我们打交道，并形成了一个庞大的微生物世界。

很多人对微生物虽然不熟悉，但微生物所引起的一些现象在我们日常生活和生产实践中是经常遇到的，有不同程度的感性认识。如黄梅季节空气潮湿，常会见到衣物上长出青绿色的绒毛来，天热时食物容易发馊腐败，不少种微生物喜寄生于人、畜以及动植物的体内外引起各种病害，有时还会发觉纺织品、皮革、木材、药品及玻璃的发霉变质等等，这都是由于微生物生长繁殖的结果。但另一方面，很多种微生物在适宜的条件下能够合成对人类有用的物质，如酱油、酱类、食醋、豆腐乳等调味品就是经过微生物发酵而制成，酿酒，发面做馒头和面包也离不开微生物，现在医药上所有的抗菌素大多也是由微生物所产生，目前工、农、医生产上更广泛地应用着微生物。由此可知微生物有的是有害的，但有

的是有益的。因此我们要充分认识和掌握微生物生命活动的规律，控制、改造和消灭有害的微生物，利用和发展有益的微生物，使之对社会主义建设作出重大的贡献。

微生物一般包括细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、病毒、立克次氏体、单细胞藻类和原生动物等。发酵调味品生产中常用和常见的微生物主要属于霉菌、酵母菌、放线菌与细菌四大类，以及细菌病毒——噬菌体。

第二节 微生物的特点

微生物的个体虽然极其微小，但和其他生物一样，具有新陈代谢、生长繁殖、衰老死亡及遗传变异的共同特性。此外微生物还有自己的特点：分布广，种类多；个体小，胃口大；繁殖速，转化快及适应强，变异易。并且在生产中往往可以不受时间、季节和地区的限制，所以在工、农、医生产上现在越来越广泛地被重视和应用了。现将微生物的特点分别叙述如下：

一、分布广，种类多

自然界中存在着无机和有机物质，在适宜的温度、水分与空气（某些微生物甚至不需要空气）供给的条件下，微生物就能大量地生长繁殖。土壤、河流、空气、平原、高山、深海、油井、矿山、盐湖、沙漠、动植物和人体内外，都是微生物活动的场所。特别是土壤更是微生物最集中的地方，因为土壤里有动物的排泄物、尸体和植物的腐朽物质，营养丰富，土壤中的空隙又保持着空气和水分，温度变化也不大，所以具备了微生物发育所需的条件。土壤是微生物的大