

高等学校試用教材

工业发酵

下 冊

发酵食品·抗菌素·有机酸

維生素·酶制剂等

无錫輕工业学院 合編
河北輕工业学院

中国財政經濟出版社

高等学校試用教材

工业发酵

下 冊

发酵食品·抗菌素·有机酸

維生素·酶制剂等

无錫輕工业学院 合編
河北輕工业学院

*

中国財政經濟出版社出版

(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第111号

中国財政經濟出版社印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行

各地新华書店經售

*

850×1168毫米 $1\frac{1}{32}$ •10 $\frac{8}{32}$ 印张•260千字

1962年11月第1版

1962年11月北京第1次印刷

印数: 1~1,600 定价: (10)1.45元

統一书号: K15166·101

高等工业学校教材

工 业 发 酵

、 下 册

发酵食品·抗菌素·有机酸
维生素·酶制剂等

无锡轻工业学院
河北轻工业学院 合編

中国财政经济出版社

1962年·北 京

前 言

本書是根据1961年3月輕工业部召开的高等院校专业教材會議的决定，由无錫輕工业学院主持选編的。华南化工学院、北京輕工业学院、河北輕工业学院、沈阳輕工业学院等，也派人参加討論了本書的提綱。本書的主要执笔人是：无錫輕工业学院丁耀坤、陆城、傅建生、鄺显章及河北輕工业学院梁华等同志。

本書編写时，曾主要参考了友田宜孝等著“霉的利用工业”、陈駒声著“高等酿造学”等。

本書的教学时数为47至52学时，輕工业高等院校发酵工学专业四、五年制的可以通用，专修科借用时宜做必要的删减。

本書經輕工业部教材編审委员会組織有关人員校閱过，可以作为輕工业高等学校試用教材。

目 录

第三篇 发酵食品

第一章 酱 油

第一节	我国酱油工业的概况	(9)
第二节	酱油酿造原理	(10)
第三节	原料	(14)
第四节	酱油工业在各个时期的生产特点及其 生产流程	(19)
第五节	原料处理	(22)
第六节	制曲	(32)
第七节	制醪及发酵	(41)
第八节	压榨及浸出	(54)
第九节	酱油的灭菌、防霉及包装	(67)
第十节	附录: 用无盐发酵法酿制豆豉、豆瓣酱 及甜面酱	(71)

第二章 食 醋

第一节	醋酸发酵原理	(74)
第二节	我国食醋的传统制法及解放后的生产技术改进	(78)
第三节	著名食醋的生产	(85)
第四节	食醋的质量标准及原料利用率的计算	(91)

第三章 豆 腐 乳

第一节	我国豆腐乳工业的概况	(94)
第二节	豆腐坯的制造	(95)
第三节	红曲制造	(99)
第四节	豆腐乳酿造	(104)

第四篇 抗菌素

第一章 概 論

- 第一节 我国抗菌素工业的概况.....(111)
- 第二节 抗菌素的应用.....(112)

第二章 抗菌素产生菌的选育分离和保管

- 第一节 大自然中新抗生素的选育法.....(117)
- 第二节 从已知的抗菌素产生菌中选育及保管.....(121)
- 第三节 抗菌素产生菌的选育举例.....(126)

第三章 抗菌素发酵工艺过程及其特点

- 第一节 产生抗菌素的菌种特性.....(130)
- 第二节 培养基的組成及其特点.....(132)
- 第三节 发酵条件及影响发酵的因素.....(136)
- 第四节 发酵指标.....(141)

第四章 抗菌素生产的一般工艺过程及设备

- 第一节 发酵工艺过程及其设备.....(143)
- 第二节 抗菌素提炼和精制过程及其设备.....(151)

第五章 青 霉 素

- 第一节 青霉素的种类及化学结构.....(155)
- 第二节 青霉素的生物合成机理.....(157)
- 第三节 青霉素的菌种.....(159)
- 第四节 青霉素的生产工艺过程.....(161)
- 第五节 发酵过程中发酵液的生物化学变化.....(166)
- 第六节 青霉素的提炼及精制.....(170)
- 第七节 青霉素成品的質量指标.....(176)

第六章 鏈 霉 素

- 第一节 鏈霉素的种类及化学结构.....(177)
- 第二节 鏈霉素的效价单位.....(178)
- 第三节 鏈霉素的菌种.....(179)

第四节	鏈霉素的生产工艺过程	(181)
第五节	鏈霉素的提炼及精制	(183)
第六节	鏈霉素成品的質量指标	(184)

第七章 四圓素族抗菌素

第一节	四圓素族抗菌素的种类及化学結構	(185)
第二节	四圓素族抗菌素的比較	(186)
第三节	金霉素的菌种及制造过程	(187)
第四节	四圓素制造的工艺过程	(191)
第五节	地霉素的菌种及制造过程	(194)
第六节	农业及食品工业用的抗菌素的生产工艺过程	(199)

第八章 其他几种抗菌素

第一节	紅霉素	(202)
第二节	制霉菌素	(205)
第三节	多肽类抗菌素	(206)

第九章 抗菌素效价的生物检定

第五篇 有机酸及其他发酵产品

第一章 檸檬酸

第一节	我国檸檬酸工业的概况	(217)
第二节	檸檬酸发酵的微生物	(218)
第三节	发酵机理	(219)
第四节	原料	(221)
第五节	发酵的方法	(222)
第六节	檸檬酸的精制及結晶	(230)

第二章 乳酸

第一节	我国乳酸工业的概况	(232)
第二节	乳酸发酵的微生物	(233)
第三节	发酵机理	(233)
第四节	原料	(234)

第五节	发酵的方法	(234)
-----	-------	-------

第六节	乳酸鈣及乳酸的精制方法	(237)
-----	-------------	-------

第三章 葡萄糖酸

第一节	我国葡萄糖酸工业的概况	(240)
-----	-------------	-------

第二节	葡萄糖酸发酵的微生物	(240)
-----	------------	-------

第三节	发酵机理	(241)
-----	------	-------

第四节	原料	(241)
-----	----	-------

第五节	发酵的方法	(242)
-----	-------	-------

第六节	葡萄糖酸及葡萄糖酸鈣的精制方法	(245)
-----	-----------------	-------

第四章 分解烏头酸

第一节	分解烏头酸发酵的意义及其用途	(246)
-----	----------------	-------

第二节	分解烏头酸的生产菌株及发酵机理	(246)
-----	-----------------	-------

第三节	分解烏头酸的生产方法	(247)
-----	------------	-------

第四节	影响发酵的因素	(248)
-----	---------	-------

第五章 微生物合成脂肪

第一节	利用微生物生产的脂肪的性质及用途	(253)
-----	------------------	-------

第二节	微生物合成脂肪的机理	(253)
-----	------------	-------

第三节	产生油脂的微生物及其特性	(253)
-----	--------------	-------

第四节	微生物合成脂肪所用的原料及处理方法	(257)
-----	-------------------	-------

第五节	微生物合成脂肪的生产方法及设备	(258)
-----	-----------------	-------

第六节	微生物中油脂的提取	(258)
-----	-----------	-------

第六章 发酵法制造甘油

第一节	甘油的性质及用途	(260)
-----	----------	-------

第二节	发酵法制造甘油的机理	(260)
-----	------------	-------

第三节	应用的原料及生产方法	(261)
-----	------------	-------

第四节	甘油的提取	(266)
-----	-------	-------

第七章 2、3丁二醇

第一节	我国2、3丁二醇工业的概况	(268)
-----	---------------	-------

第二节	2、3丁二醇发酵的菌种	(269)
-----	-------------	-------

第三节	发酵机理	(269)
第四节	原料	(270)
第五节	发酵方法及影响发酵的因素	(270)
第六节	2、3丁二醇的提取方法	(274)

第六篇 維生素

第一章 核黃素

第一节	核黃素的性能及用途	(277)
第二节	生产核黃素用的菌种	(282)
第三节	固体培养法制核黃素粗制品	(284)
第四节	深层培养法制核黃素粗制品	(291)
第五节	核黃素的提取工艺	(299)

第二章 鈷維生素

第一节	鈷維生素的发现	(302)
第二节	鈷維生素的用途	(303)
第三节	鈷維生素的性能及机理	(303)
第四节	鈷維生素的发酵及制取	(309)
第五节	从发酵工业副产物中提取鈷維生素	(313)
第六节	鈷維生素效价的检定	(316)

第七篇 酶制剂

第一章 霉菌淀粉酶和蛋白酶

第二章 細菌淀粉酶

第三篇 发酵食品

第一章 醬 油

第一节 我国酱油工业的概况

酱油是我国很早就生产的調味品之一。周朝时，醬的生产就很发达；北魏时，已有制魚醬肉醬的方法。以后，逐漸使用植物的子实制醬。到明朝，豆醬的生产相当发达，而用魚肉制醬的已不多了。这种制醬的技术，普遍流传于城乡劳动人民之間。人們在制醬时，往往要从中取出一部分油来食用。这种油，就是酱油，有些地方把它叫做青醬。

我国制酱油的历史虽然較久，但在解放以前，酱油的生产并未得到应有的发展。那时，从生产方法来講，有如下几种情况：

家庭生产的方法：这是以大豆与面粉为原料，利用天然发霉，制成醬曲，加入盐水，在室外瓦缸中，日晒夜露，經過发酵而制成酱油。这种生产方法，在全国各地乡鎮中曾是較为广泛采用的。

工場手工业生产的方法：这是以大豆与小麦为原料，經過加工，在特建的曲室中，利用純粹培养的种曲制成醬曲，再在木桶或瓦缸中发酵而制成醬醪。醬醪仅是部分時間曝曬阳光或全部時間都不晒，經压榨后，即取得酱油。这种生产方法，在全国小城市中曾較广泛采用。

半机械化工厂生产的方法：这是以大豆或豆餅与小麦或麸皮为原料，采用机械化蒸鍋，經過个别的加工处理，使用純粹培养的米曲霉，在曲室中制成醬曲，再于特制的发酵池內利用人工保温，进行速酿。以后又由木榨改用螺旋压榨机或水压机。这种生

产方法只在国内某些大城市（如北京、上海、天津、广州、重庆等）中被采用。

化学酱油：这是用盐酸分解面筋，再經中和及过滤等手續而制得的成品，为味精工业的一种副产品。或再和以酱醪放置1~2日后压榨。这种酱油过去在国内个别大城市中曾有生产。但此法破坏了原料中的一些有效成分，如糖分、淀粉等；且制得的酱油含杂质較发酵法为多，影响酱油的質量。

解放后，由于党的正确领导，酱油工业得到了很大的发展。据11个省和10个大城市、25个中等城市的統計推算，1957年全国产酱油約90万吨。仅以北京市的酱油生产情况来看，1955年总产量19,000吨，1956年增加到27,000吨，1957年为30,000吨，1961年約为60,000吨。

在質量方面也有所提高，一般市場上的一級酱油含全氮1.2%、氨基态氮0.6%、糖分在3%左右。自从改用固态无盐发酵后，全氮可提高到1.6%、氨基态氮提高到0.75%以上。

在生产技术方面，也有了很大的改进。例如有些工厂，由于原料处理逐漸走向机械化及采用固态无盐发酵法等，因而不仅使生产周轉期縮短了，蛋白質分解率提高了，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、原材料和煤电消耗等方面，均有很大的节约。

在原料方面，除了保持传统用的原料大豆、小麦或面粉外，还改用以豆餅和麸皮为原料。另外还有以花生餅、芝麻餅、蚕蛹、甘薯干粉、細米糠等为原料的。

在多种經營綜合利用方面，有些酱油工厂还同时經營豆腐乳、醋、豆豉等的生产，很有利于充分利用人力物力。

第二节 酱油酿造原理

酱油是一种富有营养价值的調味品，不仅有鮮美的滋味，而且有芳香的气味及棕紅的顏色。一般判定酱油的品質，即以色、

香、味、体四者作为标准。关于色、香、味、体的来源，主要是原料（豆餅及麸皮等）中的蛋白質及碳水化合物，经过微生物的酶的作用，使之转变为各种复杂的有机物质，从而形成酱油的鲜味及香味等特有成分的。酱油的酿造，主要是靠微生物所分泌的酶而引起的生物化学作用，因此在其整个酿造过程中，都要控制在有利于微生物发育与其所含酶的作用条件下来进行。

（一）酿造酱油的微生物

1. 米曲霉（*ASP.oryzae*）

米曲霉是酿造酱油的主要微生物，能分泌胰酶及淀粉酶，把原料中的蛋白質水解为各种氨基酸，如氨基酸钠盐即具有鲜美的味道；同时淀粉酶，将淀粉水解为糖，供给其他微生物作用，产生香气与颜色。酱油酿造时的制曲过程，主要是培养米曲霉，使其经过纯粹培养，在处理后的豆餅麸皮原料上充分发育，以便得到大量的酶。酿造酱油所要求的米曲霉，主要以蛋白質水解力的强弱为标准。米曲霉尚含有丰富的淀粉，在20°波美的盐水中，也能起作用，而在无盐发酵的情况下，酶的活力更强，作用更完全。酸性及中性，对淀粉均有刺激作用，但浓度如超过0.1%以上，即有妨碍。碱性盐，除磷酸钾外，皆有毒害。淀粉酶作用的最适宜pH值为5左右，最适宜温度为50~60°C左右。

米曲霉含有多量的胰酶，其作用的最适宜温度为50°C左右，如在35°C以下，或55°C以上，作用就减低。最适宜pH值为4.7。一般盐类，对胰酶有毒害，其中以硫酸锌最甚，食盐次之，硫酸镁最小。所以改用无盐发酵后，大大促进了蛋白質的水解作用。原料处理方法与蛋白質分解有关，加压蒸煮的，蛋白質容易分解。曲的老嫩，与胰酶的强弱有关，过老的曲，其蛋白質水解力稍减退。米曲霉除富有以上两种主要酶外，尚含有麦芽糖酶、轉化酶、尿素酶及氧化酶等。

米曲霉的形态及其所含的酶，因环境不同，常有变化。我国各酱油厂所用的米曲霉品种甚多，各厂都有自己选择的菌种，普

通有下列五种：

“宁波”：系从宁波酱曲中分离出来的一种米曲霉。其特点为：生长快，生长温度范围大，在 $28\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之間，蛋白質分解力强。

“九福”：系从日本酱曲中分离出来的一种米曲霉。其特点为：菌絲短，分生孢子多，蛋白質分解力强。

“A·2015”：系从我国浙江王店酱油厂的酱曲中分离出来的曲霉。

“南京”：系从南京酱油厂所用的米曲霉中分离出来的。

“中3069”：是糖化力较强的米曲霉，用以配合蛋白質分解力强的菌种。

2. 酵母菌

在酱油酿造过程中，参加作用的酵母主要有以下几种：

非产膜酵母：如大豆接合酵母、酱醪接合酵母等。

产膜酵母：如日本接合酵母、醅酵母等。

大豆接合酵母及酱醪接合酵母为酱醪中主要的有益酵母。前者在发酵前期最多，后者在酱醪成熟期最多。它們对食盐的抵抗力很强，在含有20%盐的曲汁中尚能繁殖。其主要功能是在酱醪中起酒精发酵作用及琥珀酸生成作用；因酒精能与各种有机酸形成酯类，因而給酱油以特有的香味。

日本接合酵母及醅酵母为酱醪中主要的有害酵母。在酱油中能繁殖，形成灰褐色的厚被膜，有碍于酱油品質（糖分及氮化合物等被消耗，香气大减，且生霉臭，使酱油品質降低），应注意防止。

酱醪中的酵母，一般都由空气中侵入。少数工厂，則由人工按期添加有益酵母于酱醪中。根据經驗，添加酵母可以提高酱油的风味。

3. 細菌

酱醪中細菌种类很多，一般都由空气中侵入。由于酱醪中食盐含量較多，对人体有害的細菌及腐敗菌，一般都不能繁殖。

、至于无盐发酵的酱醪，由于曲的质量高，并控制一定的水分、温度，上面复盖食盐，因而可以防止有害人体的细菌及腐败菌在酱醪中繁殖。在酱醪中可以繁殖的细菌，主要是乳酸菌、醋酸菌、酪酸菌等。这些细菌的主要功用是发酵糖分，产生各种有机酸，对酱油的色、香、味的形成具有一定的作用。

（二）酿造酱油的生物化学作用

酿造酱油主要是靠微生物在生命活动过程中所进行的生物化学作用。

1. 淀粉糖化作用

豆餅与麸皮經蒸煮后，其中所含的淀粉一部分糊化，再由曲霉中的淀粉酶，将其变为麦芽糖及糊精；曲霉繁殖愈盛，则糖化程度愈深。此項糖化作用，在制曲时，即已开始进行，在酱醪发酵时进一步加剧糖化。所生成的糖分，一部分保留在酱油中，保证了酱油的风味，另一部分被酵母用来做酒精发酵。还有一部分则由各种细菌发酵为有机酸作为酱油中部分色、香、味的基础。

2. 蛋白質水解作用

豆餅和麸皮中的蛋白質，經曲霉所分泌的酶将之分解为各种氨基酸，作为酱油中鮮味的主要来源及部分色素的生成基础。

3. 酒精发酵作用

此作用系由有益的酵母所进行的。当原料中的淀粉經糖化后，即由酵母菌进行酒精发酵。所生成的酒精，一部分被氧化成酸类，一部分挥发散失，一部分与有机酸結合为酯类；所余的微量酒精，则残存在酱醪中。这些产物，为酱油的香与味的来源之一。

4. 酸类发酵作用

酱醪中有机酸的生成，主要是由各种细菌所引起的，如醋酸、乳酸及琥珀酸等，都是分别由醋酸菌及乳酸菌等所生成的。这些酸类給予酱油以調和的酸味，并为酯类生成的基础。

（三）酱油的品质及其形成

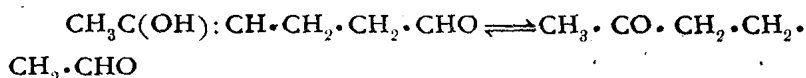
由于上述的生物化学作用，酱醪經過发酵成熟，于是产生酱

油特有的色、香、味、体。

酱油中的鲜味，主要由氨基酸钠盐（特别是麸氨酸钠）构成，而其他的氨基酸及琥珀酸也赋予酱油以一定的鲜味。

酱油中的色素，一般认为是氨基酸经过氧化作用而生成的，即所谓大豆黑色素（ $C_{17}H_{12}N_3O$ ）等。而原料经过加工后也能影响酱油的颜色。

酱油的香气，是由各种物质构成的，其主要成分是酱油香精。它是一种白色结晶体，呈微酸性，其分子式为 $C_6H_{10}O_2$ ，是烯醇式及烯酮式的混合物，其构造式如下：



其他次要成分，如焙炒过的小麦，发酵中所产生的酯类等，也与香气有关。

酱油中的色素及香气是甲基戊糖或戊糖与氨基酸共同存在时，经微生物的作用，而逐渐生成的。氨基酸夺取了甲基戊糖或戊糖分子中的氧而被氧化，构成酱油中的色素。同时，甲基戊糖或戊糖，因失去氧被还原，而生成酱油香气。

酿造酱油中最难控制的为酱油的香气，香气愈浓，品质愈佳；而香气的浓淡，则与发酵时间成正比的关系。

酱油中的身骨（简称体），多以波美度来表示，系由各种可溶性物质所构成。无机物中以食盐为主要成分；有机物中以蛋白质、糊精、糖分等为主要成分。有时人工加添酱色，也可增加酱油的身骨。酱油发酵愈完全时，身骨愈好（即抽出物愈高）。

当酱醪的色、香、味、体具备时，酱醪的成熟作用，即告完毕。

第三节 原 料

（一）蛋白质原料

1. 大豆

大豆的种类很多，以我国东北产的大豆为最优。其成分如

下：水分10~14%，蛋白質36~40%，脂肪16~20%，纖維5~7%，糖类17~20%，灰分4~5%。

选择酿造大豆时应注意这样几点：（1）新鲜；（2）大小均匀而内容充实；（3）干燥而比重大；（4）种皮薄而有光泽，且无伤痕；（5）蒸熟后粘性大，有大豆固有的香味，而无其他杂味。

2. 豆餅

豆餅有热榨豆餅与冷榨豆餅两种。酱油工业中所用的豆餅，大部分属于热榨豆餅。它的含水量較少，一般在3~7%左右，因此单位重量中蛋白質含量比含水量較多的冷榨豆餅多些；同时比較容易破碎。

豆餅成分因大豆种类、榨油方法等条件而异，表3—1是几种豆餅的平均成分。

表3—1

豆餅成分

成分 豆餅	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	碳水化合物 (%)	灰分 (%)
冷榨豆餅	12.12	46.45	6.12	26.64	5.94
热榨豆餅	3.38	47.94	3.74	22.84	6.31

3. 豆粕

豆粕是用溶剂浸提油脂后的残余物質，一般成小片，有时結成小块，其一般成分如表3—2。

表3—2

豆粕成分

水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	碳水化合物 (%)	灰分 (%)
11.58	47.77	2.67	19.63	4.60
12.42	46.75	1.45	20.41	4.92