

农村实用科技与技能培训丛书

主编：崔富春

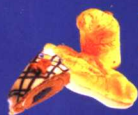


发酵食品 加工技术

FAJIAOSHIPINJIAGONGJISHU

郝林 杨宁 编著

提高农产品附加值、增加农民收入是建设社会主义新农村的内容之一。根据这个原则，本书详细阐述了酱油、食醋、腐乳、黄酒、白酒、发酵乳制品、发酵豆制品等发酵食品的生产工艺及技术要点。



农村实用科技与技能培训丛书

主编 崔富春

发酵食品加工技术

郝 林 杨 宁 编著

 中国社会出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

发酵食品加工技术/郝林, 杨宁编著. —北京: 中国
社会出版社, 2006. 9
(农村实用科技与技能培训丛书/崔富春 主编)

ISBN 7-5087-1122-X

I. 发... II. ①郝... ②杨... III. 发酵食品—食品
加工 IV. TS26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 099002 号

丛 书 名: 农村实用科技与技能培训丛书

主 编: 崔富春

书 名: 发酵食品加工技术

编 著 者: 郝 林 杨 宁

责任编辑: 王紫千 陈创业

出版发行: 中国社会出版社 邮政编码: 100032

通联方法: 北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦

电话: (010) 66051698 电传: (010) 66051713

邮购部: (010) 66060275

经 销: 各地新华书店

印刷装订: 北京市宇海印刷厂

开 本: 140mm×203mm 1/32

印 张: 5.5

字 数: 127 千字

版 次: 2006 年 9 月第 1 版

印 次: 2006 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 8.00 元

(凡中国社会出版社图书有缺漏页、残破等质量问题, 本社负责调换)

建设社会主义新农村书屋

总顾问：回良玉

编辑指导委员会

主 任：李学举

副主任：翟卫华 柳斌杰 胡占凡 窦玉沛

委 员：詹成付 吴尚之 涂更新 王英利

李宗达 米有录 王爱平

农村实用科技与技能培训丛书编辑委员会

主 任：崔富春

副主任：左义河 宗颖生 弓永华

成 员：（按姓氏笔画为序）

王金胜 孙泰森 邢国明 李生才

李生泉 李宏全 李国柱 杨 鹏

郭晋平 郭玉明 郝利平 武星亮

蔺良鼎 薛孝恩

总序 造就新农民 建设新农村

李学举

党的十六届五中全会作出了建设社会主义新农村的战略部署。在社会主义新农村建设过程中，大力发展农村文化事业，努力培养有文化、懂技术、会经营的新型农民，既是新农村建设取得进展的重要标志，也是把社会主义新农村建设不断推向前进的基本保证。

为落实中央的战略部署，中央文明办、民政部、新闻出版总署、国家广电总局决定，将已开展三期的“万家社区图书室援建和万家社区读书活动”由城市全面拓展到农村，“十一五”期间计划在全国三分之一以上的村委会开展农村图书室援建和读书活动，使两亿多农民由此受益，让这项造福城市居民的民心工程同时也造福亿万农民群众。中央领导同志对此十分重视，中共中央政治局委员、国务院副总理回良玉同志作出重要批示：“发展农村文化事业是新农村建设的重要内容，也是农村发展中一个亟待加强的薄弱环节。在农村开展图书室援建和读书活动，为亿万农民群众送去读得懂、用得上的各种有益书刊，对造就有文化、懂技术、会经营的新型农民，满足农民全面发展的需求，将发挥重要作用。对这项事关农民切身利益、事关社会主义新农村建设的重要活动，要精心组织，务求实效。”

中共中央政治局委员、中央书记处书记、中宣部部长刘云山

同志也作出重要批示。他指出：“万家社区图书室援建和万家社区读书活动，是一项得人心、暖人心、聚人心的活动，对丰富城市居民的文化生活、推动学习型社区建设发挥了重要作用。这项活动由城市拓展到农村，必将对丰富和满足广大农民群众的精神文化生活，推动社会主义新农村建设发挥积极作用。要精心组织，务求实效，把这件事关群众利益的好事做好。”

为了使活动真正取得实效，让亿万农民群众足不出村就能读到他们“读得懂、用得上”的图书，活动的主办单位精心组织数百名专家学者和政府相关负责人，编辑了“建设社会主义新农村书屋”。“书屋”共分农村政策法律、农村公共管理与社会建设、农村经济发展与经营管理、农村实用科技与技能培训、精神文明与科学生活、中华优秀传统文化道德与民俗民风、文学精品与人物传记、农村卫生与医疗保健、农村教育与文化体育、农民看世界等10大类、1000个品种。这些图书几乎涵盖了新农村建设的方方面面。“书屋”用农民的语言、农民的话，深入浅出，使具有初中文化水平的人就能读得懂；“书屋”贴近农村、贴近农民、贴近农村生活的实际，贴近农民的文化需求，使农民读后能够用得上。

希望农村图书室援建和农村读书活动深入持久地开展下去，使活动成为一项深受欢迎的富民活动，造福亿万农民。希望“书屋”能为农民群众提供一个了解外界信息的窗口，成为农民学文化、学科技的课堂，为提高农民素质，扩大农民的视野，陶冶农民的情操发挥积极作用。同时，也希望更多有识之士参与这项活动，推动农村文化建设，关心支持社会主义新农村建设。

值此“新农村书屋”付梓之际，以此为序。

二〇〇六年九月

目 录

第一章 绪论

第一节 发酵食品的历史 /1

第二节 发酵食品的种类 /2

第二章 发酵食品基础知识

第一节 发酵和发酵食品 /3

第二节 发酵食品与微生物 /4

一、发酵食品与细菌 /4

二、发酵食品与霉菌 /9

三、发酵食品与酵母菌 /12

第三节 食品发酵工艺 /14

一、根据涉及到的主要微生物种类分类 /14

二、根据基质物理状态分类 /15

第四节 发酵食品的形成机理 /15

第三章 发酵调味食品

第一节 酱油 /16

- 一、酱油酿造的原料 /16
- 二、酱油酿造中的微生物 /18
- 三、酱油的酿造工艺 /23
- 第二节 食醋 /34
 - 一、酿醋的原料 /35
 - 二、酿醋的糖化发酵剂 /39
 - 三、酿醋的微生物 /46
 - 四、食醋酿造的工艺流程 /52
 - 五、果醋 /71
- 第三节 豆腐乳 /72
 - 一、生产豆腐乳的原料、菌种及机理 /73
 - 二、豆腐乳生产工艺 /74
 - 三、红曲的生产 /79

第四章 酒

- 第一节 黄酒 /82
 - 一、黄酒酿造原料 /83
 - 二、黄酒的基本生产工艺 /85
- 第二节 白酒 /101
 - 一、概述 /101
 - 二、白酒生产原料 /105
 - 三、白酒的生产工艺 /110

第五章 发酵乳制品

第一节 酸乳 /127

一、酸乳生产原料及预处理 /127

二、凝固型酸乳的加工 /129

三、搅拌型酸乳的加工 /130

四、饮料型酸乳的加工 /132

第二节 干酪 /133

一、概述 /133

二、干酪的生产工艺 /134

第六章 发酵豆制品

第一节 酸豆乳 /139

一、酸豆乳制造的工艺流程 /139

二、酸豆乳的生产工艺 /139

第二节 豆豉 /141

一、概述 /141

二、豆豉的生产技术 /141

第三节 纳豆 /145

一、概述 /145

二、纳豆的生产方法 /145

第四节 丹贝 /147

一、概述 /147

二、丹贝的制作方法 /148

第七章 其他发酵食品

第一节 面包 /150

一、生产面包的原辅料 /150

二、面包生产分类 /153

三、面包生产工艺 /153

第二节 泡菜 /155

一、泡菜生产中的微生物 /156

二、泡菜生产工艺流程 /156

三、四川泡菜生产工艺流程 /158

第三节 酒酿 /160

一、概述 /160

二、酒酿的生产技术 /160

参考文献 /162

后记 /163

第一章 绪论

第一节 发酵食品的历史

发酵现象，很久以前就被人类认识。我国劳动人民在数千年前就会酿酒，制醋，制酱。在距今 4000 多年前的龙山文化遗址（新石器时代，山东章丘县）中，发掘出许多盛酒的陶制器皿。公元前 14 世纪《书经》一书中有“若作酒醴，尔惟曲蘖”的记载，意思说：要酿酒类，必须用曲蘖。曲是谷物发霉而成，蘖就是发芽的谷物。说明那时已用曲与蘖酿酒。在河南郑州二里岗和河北莫城台西村两处的商代遗址中，均发现了酿酒工场遗址。可见至少在商代我国酿酒就已从农业分化发展成相当发达、独立的手工业了。在 2500 年前的春秋战国时期，我国人民已知制酱和醋。制曲酿酒是我国人民所发明一种独特的酿酒方法，后魏贾思勰著《齐民要术》（公元 6 世纪）一书中，对制曲与酿酒技术都有详细的记载。制曲酿酒的方法直到 19 世纪末才传入欧洲。

但开始了解发酵的本质，只是近二百年的事。在这一问题上作出重大贡献的有荷兰学者安东·列文虎克和法国科学家巴斯德。

安东·列文虎克用自己制作的手磨透镜发现了单细胞生命体，当时叫做极微动物，但这类生命体与发酵的关系仍不明了。后来，巴斯德揭示了发酵是由微小生命体进行的一种化学变化这一本质。他还对各种发酵现象（如食醋酿造、酒精发酵、葡萄酒酿造等）进

行了研究,明确了这些不同类型的发酵,是由形态上可以区别的各種特定的微生物所引起的。

自从揭示了发酵本质以后,发酵工业就迅速发展起来。

第二节 发酵食品的种类

发酵食品的种类极其繁多,这里把世界上部分发酵食品的名称、发酵所用的主要微生物及产品用途列表如下:

表 1-1 世界传统发酵食品

产品名称	产地	原料	发酵微生物	用途
食醋	中国、日本	谷物	黑曲霉、酵母菌	调味品
酱油	中国、东南亚	大豆、小麦	属、醋酸菌属 米曲霉、黑曲霉、 鲁氏酵母、乳酸菌	调味品
豆腐乳	中国	大豆	毛霉属或根霉属	调味品
豆豉	中国、东南亚	大豆、面粉	米曲霉、枯草杆菌	风味食物
纳豆	日本	大豆	纳豆芽孢杆菌	风味食物
丹贝	东南亚	大豆	少孢根霉	风味食物
面包	世界各地	面粉	啤酒酵母	主食
白酒	中国	高粱、大米	霉菌、酵母菌属	饮料
啤酒	世界各地	麦芽汁	啤酒酵母	饮料
葡萄酒	世界各地	葡萄	酵母菌属	饮料
黄酒	中国、日本	大米	曲霉、酵母菌属	饮料
酒酿	中国南方	糯米	米根霉、酵母菌属	饮料
酸牛乳	世界各地	牛奶、脱脂奶	嗜热链球菌、保加	饮料
干酪	世界各地	粉	利亚乳杆菌	风味食物
开菲尔	高加索	牛奶或羊奶	乳酸菌、青霉等 乳酸链球菌、保加利亚	饮料
干香肠	欧洲、美国	猪肉、牛肉	乳杆菌	菜肴
酸泡菜	世界各地	白菜、甘蓝	片球菌属	菜肴
酸黄瓜	世界各地	黄瓜	肠膜状明串珠菌 啤酒片球菌、植物乳	菜肴
			杆菌	

第二章 发酵食品基础知识

第一节 发酵和发酵食品

发酵的概念最早来源于酿酒的过程。“发酵”原来指的是轻度发泡或沸腾状态。随着人们对发酵认识的不断增加，发酵的概念也逐渐成熟。

从生理学和生物化学的角度来看，发酵应理解为在缺氧状态下糖类的分解。而在发酵工业上发酵则是利用微生物的代谢活动，通过生物催化剂（微生物细胞或酶）将有机物质转化为产品的过程。

食品发酵泛指食品原料在微生物的作用下转化为新的食品类型或饮料的过程。这种类型的食品总称为“发酵食品”。发酵食品是一类色、香、味、形等诸项调和的特殊食品，它是食品原料（包括本身的酶）经微生物作用所产生的一系列特定的酶所催化的生物、化学反应总和的代谢活动的产物。它包括生物合成作用，也包括由原料降解的分解作用，以及推动生物合成过程所必需的各种化学反应。

如食醋的生产是由乙醇经醋酸菌的氧化作用而实现的。酱类食品，诸如酱油、面酱等的生产，是依靠曲霉的蛋白酶、淀粉酶及酵母菌的共同作用来实现的。米曲霉、酱油曲霉是目前酱油生产中最常用的曲霉，它们在含蛋白质的原料上繁殖，分泌蛋白酶、淀粉酶等。蛋白酶能将蛋白质分解成多种氨基酸，从而使产品具有特殊的鲜味；而淀粉酶分解产生的糖分则与氨基酸反应生成氨基糖色素物

质,另外还形成酒精以及有关酯类,从而构成了酱油的特殊风味。

实际上发酵食品本质上是糖类、蛋白质和脂肪等同时变化后的复杂混合物,或在各种微生物和酶依照某种顺序作用下形成的复杂混合物。所以发酵制品的发酵过程事实上是包括了发酵、水解、脂解等多种变化的综合作用。

传统发酵食品的工艺中微生物类群来源于自然界,而现代科技则采用微生物纯培养,这不仅能提高原料利用率,缩短生产周期,而且便于机械化生产,但对传统食品的风味却有一定的影响。

第二节 发酵食品与微生物

微生物在自然界的分布极其广泛,种类繁多、繁殖很快,在发酵食品的生产过程中起着巨大的作用。在这些微生物种类中,有些是发酵食品生产中有益的微生物,如乳酸菌、酵母菌等。这类微生物是食品发酵的动力。在发酵食品生产中,由于这些微生物的参与,使发酵食品具有丰富的营养价值,且赋予产品特有的香气、色泽和口感。而另外一些微生物则是发酵工业中的有害菌,它们阻碍着发酵过程的进行,甚至会引起发酵食品的变质、变味,有的还会产生有毒物质。

一、发酵食品与细菌

细菌在自然界分布甚广,特性各异,在这类菌中,有的是发酵工业中的有益菌,有的是有害菌。

(一) 链球菌属 (*Streptococcus*)

细胞球形或卵圆形,成对或成链排列。革兰氏染色阳性,无芽

孢，一般不运动，不产生色素，但肠球菌群中某些菌种能运动或产色素。兼性厌氧，化能异养，发酵代谢，葡萄糖发酵的最终产物为乳酸。有些菌种可用于生产发酵食品。现介绍几种常见菌种：

1. 嗜热链球菌 (*S. thermophilus*)

细胞圆形或卵圆形，成对或长链状。对双糖类、蔗糖和乳糖的发酵最佳。最适生长温度在 $40^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ ，高于 53°C 不能生长，低于 20°C 不生长，在 65°C 下加热 30min 后仍存活。分布于牛乳及乳制品中，可用于干酪及奶酒的生产。

2. 乳链球菌 (*S. lactis*)

细胞卵圆形，多数成对或短链。在含 4.0% NaCl 的培养基上生长。营养要求复杂。最适生长温度约 30°C ，在 45°C 不生长。应用于乳制品及我国传统食品发酵行业。

(二) 明串珠菌属 (*Leuconostoc*)

细胞球状或透镜状，成对或成链排列，革兰氏染色阳性。兼性厌氧、不还原硝酸盐，对人和动物不致病，最适生长温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ ，发酵葡萄糖产生乳酸、乙醇和二氧化碳。经常存在于水果、蔬菜和牛奶及乳制品中，能在高浓度的含糖食品中生长，肠膜明串珠菌 (*L. mesenteroides*) 能利用蔗糖合成大量荚膜多糖，用以生产右旋糖酐，作为代血浆的主要成分，维持血液渗透压和增加血容量的作用。但是，明串珠菌可使牛乳变粘；造成制糖行业中糖液粘度增加，影响过滤而降低糖的产量。

(三) 乳酸杆菌属 (*Lactobacillus*)

革兰氏阳性杆菌，细胞从短的球杆状到长杆状，单生、成对或成链，通常不运动，厌氧或兼性厌氧。利用葡萄糖发酵产生的最终产物中至少 50% 为乳酸，其他副产物有乙酸、二氧化碳和乙醇等。

营养要求复杂,需要氨基酸、肽、核酸、维生素和可发酵性碳水化合物等多种营养物质。厌氧,和5%~10%的二氧化碳可促进其在固体培养基上的表面生长。最适生长温度一般为30℃~40℃。耐酸,最适生长pH为5.5~5.8或更低。本属包括许多种,根据发酵葡萄糖产生乳酸的情况可分为同型发酵和异型发酵两个群。

同型发酵乳杆菌由葡萄糖发酵产生的最终产物有85%或更多是乳酸,不产气。异型发酵乳杆菌由葡萄糖发酵产生的最终产物有50%是乳酸,并产生相当数量的CO₂、乙酸和乙醇。

常见于乳制品、谷物、肉制品、啤酒、葡萄酒、果汁、泡菜、发酵面团和麦芽汁等中,在温血动物及人的口腔和肠道中也可分离到。极少有致病性的。本属中的某些种可用于生产乳酸及乳酸发酵食品。以下介绍其中的几种:

1. 保加利亚乳杆菌 (*L. bulgaricus*)

细胞形态长杆状,两端钝圆。能利用葡萄糖、果糖、乳糖进行同型乳酸发酵产生D型乳酸(有酸涩味,适口性差),不能利用蔗糖。

该菌是乳酸菌中产酸能力最强的菌种,其产酸能力与菌体形态有关,菌形越大,产酸越多,最高产酸量2%;如果菌形为颗粒或细长链状,产酸较弱,最高产酸量1.3%~2.0%。蛋白质分解力较弱,发酵乳中可产生香味物质乙醛。最适生长温度37℃~45℃,温度高于50℃或低于20℃不生长。常作为发酵酸奶的生产菌。

2. 德氏乳杆菌 (*L. delbruekii*)

杆菌,宽0.5~0.8μm,长2~9μm,两端呈圆形,单生或成短链。不运动。菌落通常粗糙,不产生色素。在15℃不生长,最适生长温度40℃~44℃。微好氧。对牛奶无作用,能发酵麦芽糖、葡萄

糖、蔗糖、果糖、半乳糖、糊精，不发酵乳糖。

3. 乳酸乳杆菌 (*L. lactis*)

杆菌，常表现出长杆状，趋向于线状、卷曲状，幼龄时单生或成对。不运动。菌落通常粗糙，直径1~3mm，白色至浅灰色。分离自牛奶、干酪。

4. 瑞士乳杆菌 (*L. helveticus*)

杆菌，大小为 $0.6 \sim 1.0 \mu\text{m} \times 2.0 \sim 6.0 \mu\text{m}$ 。单生或成链。在牛奶或含乳清、西红柿、胡萝卜或干酪素水解物中加上酵母提取物和能发酵的碳水化合物的培养基中生长良好。15℃不生长，最适生长温度40℃~42℃。常作为酸乳、干酪的发酵菌。

5. 植物乳杆菌 (*L. plantarum*)

圆端直杆菌，通常 $0.9 \sim 1.2 \mu\text{m} \times 3 \sim 8 \mu\text{m}$ ，单生、成对或成短链。通常缺乏鞭毛，但能运动。厌氧，表面菌落凸起、光滑、白色，偶尔浅黄色或深黄色。培养液中生长浑浊。通常最适温度30℃~35℃。常作为泡菜、腌菜的发酵菌。

(四) 芽孢杆菌属 (*Bacillus*)

革兰氏阳性杆菌，需氧，能产生芽孢。端生或周生鞭毛。在自然界分布很广，在土壤、水中尤为常见。其中枯草芽孢杆菌是分解蛋白酶及淀粉酶的菌种，纳豆杆菌是纳豆和豆豉的生产菌。

(五) 醋酸杆菌属 (*Acetobacter*)

细胞呈椭圆形杆状，革兰氏染色阳性，无芽孢，有鞭毛或无鞭毛，运动或不运动，醋酸杆菌属的形态不稳定，老化细胞或在不宜条件培养，菌细胞常出现多形态性。

其中极生鞭毛菌不能将醋酸氧化为 CO_2 和 H_2O ，而周生鞭毛菌可将醋酸氧化成 CO_2 和 H_2O 。不产色素，液体培养形成菌膜。能利用葡