



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



Zymurgy

酿造学

第2版

主编 赵述淼 葛向阳

参编 田焕章 梁运祥 闫淳泰 车友荣 杨强

非外借

高等教育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

酿造学

第2版

主编 赵述淼 葛向阳

参编 田焕章 梁运祥 阎淳泰 车友荣 杨强

高等教育出版社·北京

内容简介

本书在编写中突破了偏重于工艺技术描述的旧的编写思路,在对工艺技术的主要内容进行了详尽的描述的基础上,又增加了“食品酿造各阶段的微生物生化机制”“酿造微生物学中的常用培养技术”等基础知识,使读者在学习酿造学工艺的同时为深入了解工艺技术奠定理论基础,知其然而又知其所以然。同时,本书还较为全面地介绍了酿造业的最新发展成果。

本书是一本实用性和先进性较强的酿造学教材,既适合高等院校生物科学、生物工程与技术、食品科学与工程等有关专业的学生学习使用,也可作为酿造行业从业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

酿造学 / 赵述森, 葛向阳主编. --2 版. --北京: 高等教育出版社, 2018.8

ISBN 978-7-04-048870-8

I. ①酿… II. ①赵…②葛… III. ①酿造 - 高等学校 - 教材
IV. ① TS26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 092840 号

Niangzaoxue

策划编辑 孟 丽 责任编辑 孟 丽 特约编辑 赵君怡 封面设计 张 楠
责任印制 耿 轩

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landraco.com
印 刷	北京市白帆印务有限公司		http://www.landraco.com.cn
开 本	889mm×1194mm 1/16	版 次	2005 年 12 月第 1 版
印 张	21.25		2018 年 8 月第 2 版
字 数	510 千字	印 次	2018 年 8 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	42.00 元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 48870-00

数字课程 (基础版)

酿造学

(第2版)

主编 赵述森 葛向阳

登录方法:

1. 电脑访问 <http://abook.hep.com.cn/48870>, 或手机扫描下方二维码、下载并安装 Abook 应用。
2. 注册并登录, 进入“我的课程”。
3. 输入封底数字课程账号 (20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
4. 点击“进入学习”, 开始本数字课程的学习。

课程绑定后一年为数字课程使用有效期。如有使用问题, 请发邮件至:
lifescience@pub.hep.cn



酿造学 (第2版)

《酿造学》数字课程, 是与教材一体化设计的配套数字资源, 是教材的有力补充。本数字课程主要包括教学课件、教学视频、彩图和思考题与答案, 建议教师根据教学目标引导学生充分利用这些资源, 进行拓展学习。

用户名:

密码:

验证码:

5369

[忘记密码?](#)

[登录](#)

[注册](#)

<http://abook.hep.com.cn/48870>

扫描二维码, 下载Abook应用



第2版前言

本书第1版出版于2005年,为生物技术和生物工程专业规划教材。10多年来,随着科学技术的进步,食品酿造生产技术已有许多改进。为使本书内容更好地适应当前教学科研的需求,我们对第1版进行了修订。本书删除了固体发酵技术及过程控制一章的内容,调整了饮料酒生产工艺与酿造调味品生产工艺的顺序,对新工艺、新技术、新标准作了补充和更新。

全书分3篇。第一篇为基础知识,分3章介绍了食品酿造历程的微生物生化机制和酿造微生物常用培养技术;第二篇为饮料酒生产工艺,共4章,主要介绍了啤酒、黄酒、葡萄酒、白酒生产工艺;第三篇为酿造调味品生产工艺,共5章,主要介绍了酱油、食醋、酱类、酱腌菜、豆腐乳的生产工艺。为了全面反映酿造学学科、酿造行业的新进展,本书数字课程中有较多彩图用于展示新技术,还有教学课件和思考题辅教辅学,读者可根据需求按说明登录查阅。

本书作者均为长期从事食品酿造教学、科研和生产一线的学者和专家,包括华中农业大学梁运祥、闫淳泰、田焕章、葛向阳、赵述森,劲牌有限公司杨强,北京六必居食品有限公司车友荣等。其中第一、二、三章由葛向阳、赵述森编写;第四、五、六章由梁运祥、葛向阳编写;第七章由杨强编写;第八、九、十章由闫淳泰、车友荣编写;第十一、十二章由田焕章编写。本书编写过程中,得到了华中农业大学和高等教育出版社的大力支持和帮助;配套数字资源课程的制作得到了劲牌有限公司、青岛啤酒(黄石)有限公司、湖北白云边酒业股份有限公司、湖北枝江酒业股份有限公司、湖北土老憨生态农业集团、北京六必居食品有限公司等企业的密切配合,在此一并表示衷心的感谢。

本书适合生物技术、生物工程、食品科学与工程等专业的专科生、本科生作为教材使用,也同样适用于和酿造行业从业人员的学习参考书。

限于编者水平,本书不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2018年5月

第1版前言

酿造学是研究食品酿造原理、工艺条件和过程控制的一门学科,与这一过程有关的技术称为酿造技术。

酿造技术是人类祖先在防止食物腐败的斗争过程中,逐渐积累经验而又加以创造形成的一种专门技术,其结果不但防止了腐败,而又产生了一类新型食品。经过几千年的技术经验积累和不断的精心改进,致使我国的酿造技术长期居于世界领先地位,为祖国文化遗产中不可多得的奇葩,所以说这门学科是古老的。西方自工业革命之后,各类学科突飞猛进,而我国闭关自守、科学落后,在酿造技术上保守成规很少改进,而日本在学习了中国酿造技术之后,利用现代技术加以研究改进,在酱油酿造技术上有较大的进步。欧美学者对中国酿造技术研究较少。我国在20世纪30年代才有少数学者开始注意酿造技术的研究,所以说酿造学又是一门年轻的学科。

关于酿造学的书在国内出版不多,中华人民共和国成立前有陈驹声编的《酿造学总论》和《酿造学各论》,是比较完整的一套书,惜已陈旧。中华人民共和国成立后由各轻工业学院编写的酿造工程学,多注重工艺技术的描述,对酿造学理论的叙述有所欠缺。

本书是我们结合多年酿造学教学、科学研究和生产实践而编写的。书中增加了酿造学理论以及发酵过程控制技术等基础知识,这是学习酿造学工艺时深入了解工艺技术的理论基础,即不但知道如何做,还了解为什么这样做。介绍的酿造工艺技术详尽,并结合了酿造业的最新成果。另外,本书介绍了酿造调味品的生产工艺,还包含了饮料酒生产工艺,因此,是内容较为全面的一本书。

全书分3篇。第一篇为基础知识,主要介绍食品酿造历程的微生物生化机制、酿造微生物常用培养技术以及固态发酵技术和过程控制;第二篇为酿造调味品生产工艺,主要介绍酱油、食醋、酱类、酱腌菜及豆腐乳的生产工艺;第三篇为饮料酒生产工艺,主要介绍啤酒、黄酒、葡萄酒及白酒生产工艺。

由于编者水平有限,本书对酿造学的描述可能不尽全面、准确,甚至存在错误的地方,请读者批评指正和原谅。

编者

2005年5月

001 第一篇 基础知识

003 第一章 绪论

006 第二章 食品酿造历程的微生物生化机制

006 第一节 食品酿造历程

008 第二节 微生物对酿造变化因素的适应性

010 第三节 食品酿造各阶段主要生化机制及相关微生物

042 数字课程学习资源

043 第三章 酿造微生物学中的常用培养技术

043 第一节 微生物营养原理在培养基中的应用

049 第二节 培养基

054 第三节 微生物培养方法

059 第四节 微生物分离培养技术

064 第五节 微生物分离方法举例

069 第六节 菌种保藏的常用方法

072 数字课程学习资源

073 第二篇 饮料酒生产工艺

077 第四章 黄酒

077 第一节 黄酒生产的主要原料

079 第二节 黄酒生产的糖化发酵剂

082 第三节 黄酒生产工艺流程

085 第四节 黄酒生产工艺操作

091 数字课程学习资源

092 第五章 葡萄酒

092 第一节 酿酒葡萄

095 第二节 葡萄酒酵母

099 第三节 葡萄汁成分调整

101 第四节 二氧化硫的应用

102 第五节 红葡萄酒生产工艺

107 第六节 白葡萄酒生产工艺

110	第七节 山葡萄酒生产工艺
112	第八节 葡萄酒的贮存管理
118	 数字课程学习资源
119	第六章 啤酒
120	第一节 啤酒酿造原料
127	第二节 麦芽汁制备
136	第三节 啤酒发酵
144	第四节 啤酒的过滤与包装
148	第五节 成品啤酒
151	 数字课程学习资源
152	第七章 白酒
152	第一节 酒曲的生产
160	第二节 浓香型大曲酒的生产
168	第三节 清香型大曲酒的生产
170	第四节 酱香型大曲酒的生产
172	第五节 其他香型大曲酒的生产
177	第六节 小曲白酒的生产
182	第七节 麸曲白酒的生产
189	第八节 液态法白酒的生产
194	第九节 生料酿酒
196	第十节 白酒的勾兑调味技术
207	 数字课程学习资源
209	第三篇 酿造调味品生产工艺
211	第八章 酱油
211	第一节 概述
212	第二节 酱油生产的主要原料
216	第三节 原料处理
220	第四节 种曲制造
225	第五节 制曲
232	第六节 发酵
239	第七节 酱油的浸出(淋油)
242	第八节 酱油的加热与配制
247	第九节 酱油贮存
248	第十节 酿造酱油色、香、味、体的构成
250	第十一节 酱油生产的技术经济指标

252	 数字课程学习资源
253	第九章 酱类
253	第一节 主要的酱类生产原料
255	第二节 原料处理
256	第三节 豆酱生产工艺
259	第四节 面酱生产工艺
260	第五节 液体曲酶法制面酱工艺
261	 数字课程学习资源
262	第十章 酱腌菜
262	第一节 酱腌菜生产原料
263	第二节 酱腌菜生产的基本原理
266	第三节 酱腌菜的色香味及脆性
269	第四节 酱腌菜生产过程中亚硝酸盐及亚硝基胺的产生与防止
270	第五节 酱渍菜生产工艺
276	第六节 盐渍菜生产工艺
282	第七节 盐水渍菜生产工艺
286	 数字课程学习资源
287	第十一章 食醋
287	第一节 概述
291	第二节 醋酸菌及扩大培养
293	第三节 固态法制醋工艺
296	第四节 酶法液化通风回流制醋
299	第五节 喷淋塔法制醋
301	第六节 液体深层发酵制醋
302	第七节 生料制醋
304	第八节 传统制醋工艺举例
307	第九节 食醋质量标准与主要经济技术指标
310	 数字课程学习资源
311	第十二章 豆腐乳
311	第一节 概述
314	第二节 豆腐乳生产工艺
320	第三节 几种名特豆腐乳的生产
322	第四节 腐乳的色、香、味、体及营养
324	第五节 豆腐乳质量标准与主要技术指标
325	 数字课程学习资源
326	参考文献

第一篇 基础知识

酿造工业(brewing industry)是指利用一种或多种微生物的生命活动产生的酶,对有机原料进行酶加工而获得产品的工业。在我国酿造工业有别于现代纯种发酵工业,人们常常把成分构成复杂并有较高风味要求的发酵食品,如啤酒、白酒、黄酒及葡萄酒等饮料酒,以及酱油、酱、豆豉、腐乳、酱腌菜及食醋等调味品归属于酿造工业产品。

从酿造工业的定义可知,要完成酿造过程并得到产品,必须具备以下几个条件:

- (1) 要有适宜的微生物菌种或菌群。
- (2) 要保证或控制微生物进行代谢的各种条件(酿造原料、温度和 pH 等)。
- (3) 要有进行微生物发酵的设备。
- (4) 酿造产品后处理的方法和设备,如产品的抽提、过滤、消毒和包装等。

食品酿造过程实际上是微生物对农副产品原料进行分解作用并产生风味物质的过程。我们必须掌握微生物学的基本知识,才能够在生产中更好地利用、改造和控制微生物,因此微生物学是酿造的基础。

微生物并非是生物分类学上的名词,而是所有个体微小(小于 0.1 mm),单细胞或个体结构极为简单的多细胞,甚至没有细胞结构的微小生物的通称,包括病毒、细菌、放线菌、真菌(霉菌和酵母)、藻类和原生动物等。同酿造工业有关的微生物主要是细菌和真菌中的某些种类。

尽管微生物是多种多样的,但作为食品酿造生产,选择菌种应遵循以下原则:

- (1) 菌种不是病原菌,不产生任何有害的生物活性物质和毒素(包括抗生素、激素等),以保证安全。
- (2) 生长速度和反应速度较快,产生的酶活力高。
- (3) 菌种稳定,不易变异退化,以保证发酵生产和产品品质的稳定性。
- (4) 能够赋予产品良好的风味。

从酿造工业的角度看,通常把微生物分为有用微生物和有害微生物。有用微生物是酿造工业的基础和动力;而有害微生物能影响正常酿造过程、降低产品品质和破坏产品风味,这类微生物被称为杂菌。尤其是酱油、食醋、腐乳等传统调味品,生产工艺较为粗放,而且是多菌种的发酵,污染杂菌的环节和机会较多,因此在生产中充分发挥有用微生物的作用和抵制杂菌的为害,是保证酿造生产的关键。我们只有掌握微生物学知识,了解食品酿造过程原理以及发酵过程的控制手段,才能生产出稳定、优质、安全的酿造产品,提高酿造工业的水平。

第一章 绪论

利用发酵作用制造食品的过程称为食品酿造。酿造学(zymurgy)是有关食品酿造原理、工艺过程及其规律的科学。微生物是食品酿造的“主角”,发挥着主要的作用。

一、酿造微生物学的概念

酿造微生物学是研究食品酿造中微生物及其生命活动规律的学科。研究的内容涉及微生物的形态结构、分类鉴定、生理生化、生长繁殖、遗传变异和生态分布,以及微生物各类群之间和微生物与环境、工艺条件、产品产量、质量、风味及生产周期之间的相互作用和相互影响,微生物及其制剂在食品酿造中的应用等方面。

二、食品酿造法与微生物学的发展

1. 我国古代劳动人民对食品酿造的贡献

我们的祖先对微生物的认识和利用历史悠久,实践经验丰富。在距今 4 000 多年前的龙山文化遗址出土的陶器中就有不少饮酒的器具,殷代甲骨文中也载有不少形状不一的酒的象形字,还有表示不同品种酒的象形字,可见我国酿造酒的历史之悠久。一般认为,蒸馏酒起源于元代。李时珍在《本草纲目》中说:“烧酒非古法也,自元时始创其法。”李时珍还详细阐明了新鲜葡萄与葡萄干的酿酒方法,且对葡萄酒的制法作了详细说明,可见明代也生产葡萄酒。欧洲的蒸馏酒白兰地很可能是通过丝绸之路由我国经由阿拉伯国家传往欧洲的。中国是世界上谷物酿醋最早的国家,公元前 1058 年周公所著《周礼》以及孔子《论语·公治长》中已经有了酿醋的文字记载。这些是对淀粉质资源的加工利用,之后酱和酱油出现了,人们开始了对蛋白质资源的加工利用。《论语·乡党》中有“不得其酱不食”,《物原》中有“周公作酱”,可知酱的酿造远在周代。后来,这些酿造技术逐渐传到日本、东南亚和世界各地。

2. 纯培养技术

自古以来,虽然人们对微生物的宏观存在有所感受,已推测到自然界中除了看得见的生物外,还有些细小的、肉眼看不见的生命现象存在,但缺乏直接的证据。17 世纪,荷兰人列文虎克(Antonie van Leeuwenhoek)利用自创的显微镜直接看到微小生物,为微生物的个体存在提供了有力的证据,也为以后微生物的研究创造了条件。19 世纪 60 年代,法国人巴斯德(Louis Pasteur)与德国人柯赫(Robert Koch)通过多年的实验,证明酒、醋等酿造过程是由微生物引起的发酵,而且是由不同种类的微生物引起。由于他们的一系列科学研究工作,不仅解决了许多实际问题,而且在实验过程中获得不少微生物

知识,例如微生物的形态是怎样的,其如何生长繁殖以及如何区别它们等,这些知识大大促进了人们从微观角度对微生物活动的了解,并建立了一整套研究微生物的技术方法,如菌种分离、培养、染色及接种等。

20世纪以来,由于电子显微镜的发明、同位素示踪原子的应用,生物化学和生物物理学等新理论、新技术的渗透,大大推动了对微生物的研究,促进了微生物学理论研究的迅速发展,带来了生产的革新。人们先后利用纯种发酵技术进行了乙醇、丙酮、丙醇、甘油、各种有机酸及氨基酸等的工业化生产。各种抗生素的发现与广泛应用是现代微生物学对人类的又一巨大贡献。20世纪70年代以来,基因的人工合成与基因的体外操纵,使得按照人们需要去定向改造和创建新的微生物类型和获得新型微生物产品成为可能。

3. 自然发酵

在有纯培养技术之前,食品酿造都是自然发酵。在纯培养技术出现之后,食品酿造均进行了纯种发酵的尝试。纯种化带来了巨大的技术进步,使传统的自然发酵得到革新、改造,并发展了许多新的食品酿造方法。纯种化带来了多元化的结果,纯种发酵与自然发酵和中间类型并存,生产的产品形式丰富多样,如食醋有纯种发酵的白醋,地道传统自然发酵的山西老陈醋、镇江香醋,以及属于中间类型的麸曲食醋等。通常情况下,自然发酵产品风味更好,这是在白酒、黄酒、酱油、食醋、腐乳及酱腌菜等产品中普遍存在的现象。因此,自然发酵的纯种化并不都是可行的,如传统风味白酒等,仍然需要传统的生产方式,有些甚至只能“原位”(原产地)生产。

事实上,传统风味与传统工艺的微妙关系在其他领域也有类似表现。如现代饲料饲喂的动物产品风味不如传统方法,仅靠化肥培育的蔬菜、水果口感明显不如有机种植的产品。这些现象反映的不仅仅是数量与质量、时间与风味积累的矛盾关系,同时也说明了环境、生态在地道酿造食品生产中的重要性。

传统食品发酵过程中的混菌发酵及其作用是影响食品风味的重要因素,这种类似自然状态下的多种微生物的共存与作用相当复杂,揭示其规律是食品酿造学的重要内容。

三、酿造微生物的作用特点

食品酿造大都是开放式发酵,即便是接种纯种微生物,在发酵过程中也会有外界微生物的侵入。因此,多种微生物混菌发酵是酿造微生物作用的基本特点。尽管有多种微生物共存,但通常情况下,一种酿造食品会有一种起主要作用的微生物,这是纯种化的基础。有些酿造食品的不同发酵阶段,存在着起主要作用的不同微生物。

我们知道,在温度、湿度合适的情况下,暴露在空气中的食物由于环境微生物的侵染和繁殖容易腐败变质,但食品发酵尤其是早期的食品酿造为什么不是这样?它们靠什么来避免这种风险?

实际上,传统酿造并不是纯粹意义上的自然发酵,而是在一定选择压力下,通过原料、生产条件、工艺过程控制的发酵,它们总是以一定的方式“正确”地选定所需的发酵微生物。例如曲的培养就是对微生物的一种选择和净化,它有类似纯种培养的功效。真正令人称奇的是,在开放式的体系中,传统酿造过程是通过什么方式来减少环境中有害微生物的危害?是阻止有害微生物的生长,还是将其有害代谢产物无害化?

从生态学的观点看,食品酿造中的生态过程与自然界中复杂的土壤生态系统比较相似,不过是它

进行的速度更快、更集中,整个系统存在的时间较短罢了。揭示食品酿造中微生物的作用特点和规律将有助于揭示许多重要的生态学规律。

四、中国食品酿造工业现状

2015年,我国饮料酒总产量 6.4×10^7 kL。从总量上看,酒业的供需基本平衡。2004—2015年,中国白酒产量从 3.2×10^6 kL上升到 1.3×10^7 kL,上升了306.50%;啤酒产量从 2.7×10^7 kL上升到 4.7×10^7 kL,上升了72.24%;葡萄酒产量从 4×10^5 kL上升到 1.1×10^6 kL,上升了约187.50%;黄酒约 2.8×10^6 kL,果露酒等约 5×10^5 kL。

白酒名优产品市场优势化突出,产品低度化趋势显著。根据酒精度,白酒分为高度酒、降度酒和低度酒,高度酒的酒精度在 50° (体积分数,下同)以上,降度酒在 $40^\circ \sim 50^\circ$,低度酒在 40° 以下。据相关资料显示, 40° 以下白酒占总量的36%, $40^\circ \sim 50^\circ$ 占50%, $50^\circ \sim 60^\circ$ 高度酒占14%, 60° 左右的高度酒已经相当少见,低度白酒未来将逐步成为消费的主流。

啤酒行业在连续领跑全球产销第一大国后,产量规模出现收缩,大众啤酒消费市场趋于饱和。啤酒品种继续向多样化发展,纯生啤酒、无醇啤酒、鲜酿啤酒、黑色啤酒、果蔬味啤酒等特色产品比重加大,但普通淡色清爽型啤酒仍占据市场主流地位。浓醇型啤酒进口量增加,差异化、浓醇型和中高档啤酒产品将成为啤酒企业产品结构调整的重点。此外,个性化、小型化、新鲜化的微酿啤酒目前我国各大城市发展迅猛,其多样化的品种、新鲜的口感赢得了不少消费者的青睐。

近年来葡萄酒一直保持着良好的发展势头,葡萄酒产量和质量均大幅提高。2008年1月起,经过修订的葡萄酒国家强制性新标准即《葡萄酒》(GB 15037—2006)正式实施。新标准在内容上更加完善,更贴近于国际要求。现阶段我国葡萄酒企业的酿酒工艺、技术水平与世界同步,从原辅材料、工艺技术到生产设备,均达到了国际先进水平。葡萄品种与国际接轨,十大葡萄酒产区规模化形成。随着人们生活水平的提高、葡萄酒文化的深入传播和葡萄酒消费市场的积极培育,进口葡萄酒份额提高,产品高端化成为葡萄酒行业的重要趋势,酒庄酒、冰酒、年份酒、分级酒、树龄酒、产地酒、品种酒等概念化的高端酒在市场上占据的份额越来越重要。但我国葡萄酒人均消费量与世界水平仍差距较大。

黄酒行业受大众健康消费观念提升的影响,产品的绿色、保健功能逐步得到市场认可,产品附加值有所增强,行业发展形势总体向好。从发展方向上看,黄酒将降低其甜度,以干酒、半干酒及半甜型酒为主体。一些黄酒企业在口感、酒体颜色、酒精度、保健功能等方面进行全方位的品种创新,如低度清爽型黄酒、纯生黄酒、枸杞黄酒、蜂蜜黄酒等先后上市,吸引了众多年轻消费者。

2015年,我国调味品年产量超过 2.2×10^7 kL,其中酱油产量接近 1×10^7 kL;食醋接近 4×10^6 kL;味精、复合调味品、料酒产量均在 2×10^6 kL左右,品类发展日趋多元化。酱油的生产量占调味品生产之首,广东省是全国酱油生产大省,年产量占全国酱油总量的40%以上。我国酱油行业呈现“南强北弱,板块发展明显”的特点,市场竞争格局大体分为3个层次:一是少数全国性品牌引领市场(如海天、美味鲜、李锦记、加加等),市场网络已遍布全国,企业的品牌营销意识强,营销策略成熟;二是区域性品牌作补充,特别是珠江三角洲、长江三角洲、环渤海及山东地区的品牌较为突出;三是小规模工厂或家庭作坊式酱油厂一般采取自产自销,多以大桶装、塑料袋装等简易包装为主,产品价格低廉,主要在乡镇及广大农村地区销售。因我国地域广阔,食醋企业也具有很强的区域分布性,消费口味也存在较大差异,市场集中度相对较低,因此也决定了目前各地食醋仍主要以地方品牌居多。

第二章 食品酿造历程的微生物生化机制

我国食品酿造历史悠久,源远流长。在几千年的漫长历史过程中,由于广大生产者的不断探索和实践,逐步总结和完善,从而形成了一整套行之有效的酿造工艺。

酿造食品是一种色、香、味、体诸味调和的发酵产品,它是由食品原料(包括本身的酶)及发酵微生物产生的一系列特定酶所催化的生物化学反应的代谢产物的总和。包括生物合成作用,也包括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。因此传统酿造工艺是多种自然和人工因素的综合体现。将曲、醅、糟、醪作为一个实体,研究酶和微生物在原料上的生命(非生命)活动动态,不仅要定性,还应该定量。

第一节 食品酿造历程

人们习惯于将白酒的酿造大致归纳为淀粉经淀粉酶糖化,然后经酵母酒化的过程;把食醋的酿造简化为淀粉的糖化、酒化、醋化过程;把酱油的酿造认为是蛋白质的降解等,这种归纳只是概括了一条主要的发酵路线。通过几个方程式可以概括地指出一个产品生成的主要生化机制,让人一目了然,但从阐明酿造机制上来说,还远远不够完整和确切。很多时候使人们都去抓主要矛盾,而忽略了次要矛盾。尤其在当前我国酿造食品业正朝着大型化、机械化方面发展的同时,对我们考虑提高产品品质(风味)问题也带来一些局限性。这就是当前纯种酿造食品虽然工艺先进、设备新颖、生产周期短、劳动效率高、食品卫生好、操作容易掌握,但风味上仍有不足的关键原因所在。

白酒的酿造不仅是用淀粉生产酒精;食醋的酿造不仅是用淀粉生产醋酸;酱油酿造不仅是用蛋白质生产混合氨基酸;等等。如果只是这么简单的认识问题,就抹杀了中国几千年来的传统酿造法,中国传统酿造食品也就无立足之地了。但这种简单归纳可使我们基本上认识了各类食品酿造物料中微生物生命活动的各个环节的本质特征,对食品酿造的生化机制有一个基本的概念。但是只停留在典型优势种(或称高度特化的微生物生理类群)的研究上还是很不够的,因料醅中微生物种类多、数量大,它们既是酿造工艺中逐步生长、繁殖、物竞天择的产物,也是食品酿造的推动者。须知,完全套用纯种工业发酵中“杂菌”的概念估价食品酿造中有很大大生物量的酿造微生物种类的观点是不正确的,因为它们是料醅的重要组成部分,同典型优势种一样与其他因素一起决定着料醅的本质属性。它们并非在料醅中与典型优势种争夺养料、降低原料“出品率”;相反,正常酿造物料中各种微生物相互作用,构成复杂而秩序井然的自然体系,对于各种酿造食品形成的重要属性起着不可缺少的作用。目前大量

的工作只是将酿造微生物从曲料中分离出来进行研究,因此关于酿造微生物在料醅中(原位料醅中)活动的本来面目,也只是一些粗放的测定和估量。

一、食品酿造历程

在一系列食品酿造的工艺过程中,各种产品生产工艺上都存在着某些共同点,比如原料的选择、加工、处理、制曲、发酵及后处理等,那么它们的酿造历程是否也存在着某些共性的东西呢? 以下是食品酿造的一般历程。



应该说明的是,食品酿造历程是物料无机、有机、微生物复合体新陈代谢的动态表现,一般经历以下过程:当原料经处理后由于温度、湿度适宜,原料本身酶被激活,料醅表面微生物迅速繁殖,经过一段竞争后各种生理类群的微生物按一定比例定居下来,这是第一阶段;随着原料被分解,环境条件不断变化,微生物区系随时间流逝而改变,代谢产物开始积累,原来定居下来的微生物中许多生理类群的数量开始下降,代之而起的是一群高度特化的微生物生理类群,如制酒时的酵母菌、制醋时的醋酸菌等,这是第二阶段,此阶段持续时间相对较长;通过各种生理类群之间反复较量,其中最适合在这种环境中生活而其代谢产物又能抑制其他类群微生物的种类则最终取得优势,这是第三阶段。传统酿造过程就是通过酿造工艺的巧妙掌握,给不同时期、不同生理类群微生物以合适的外界条件,以期多、快、好、省地获得酿造食品。由于研究方法上的困难,对特定条件下有机物质分解过程中微生物更替的具体情况还不太清楚,因此仅对食品酿造历程进行粗略的描述,人为将它划分为三个阶段,主要是为了叙述方便。在实际生产中,此三个阶段的界限不十分明确,而是交错进行的。通过各种工艺操作的控制,决定了酿造最终产物的趋向。

二、食品酿造历程的三个阶段

(一) 大分子物质降解阶段

第一阶段可以称为大分子降解阶段,利用原料中固有的酶和微生物产生的酶同时水解、酿造原料中的有机物质。

由于传统酿造法的操作过程是在自然状态下进行的,物料本身就是一种选择培养基,且不断地处于好氧、厌氧环境之中,因此从原料润水开始,原料自身的酶便被激活进行水解。物料品温、pH也在不断地变化,致使微生物区系也处于动态之中,正是由于这种强烈变动,才造成原料的逐步降解。可将参与大分子物质降解的微生物大致分为淀粉分解菌、蛋白质分解菌、果胶分解菌、纤维素分解菌和脂肪分解

菌等。

(二) 代谢产物形成阶段

在原料降解的同时产生了各种各样的代谢产物,为了叙述方便将其划分为第二阶段——代谢产物形成阶段。这一阶段变化十分繁杂,是多种自然和人工因素的综合体现,它决定了酿造最终产物的趋向。

(三) 产物再平衡

酿造食品在形成过程作为一个有生命活力的实体,不单单是纵向的降解和合成,其横向的发展也从来没有停止过,这种横向的发展称为产物再平衡阶段。这一平衡过程贯穿于酿造过程的始终,通过各种纵横交错的途径使产物组分达到基本平衡。

第二节 微生物对酿造变化因素的适应性

因为传统酿造法大多为自然发酵或人工接种后又有大量外界微生物侵入,其酿造历程与这些微生物关系极为密切,如酒曲里有霉菌、酵母、细菌,它们能够非常协调地完成发酵作用;又如酸牛奶制造时所用的酸奶酪,也不是纯培养,其中占优势的是使牛奶变酸、凝结的嗜酸乳杆菌(*Lactobacillus acidophilus*)或乳链球菌(*Streptococcus lactis*)或干酪乳杆菌(*Lactobacillus casei*),也杂有其他乳酸菌,从而使各地酸奶风味不同,因此有必要对酿造中微生物加以描述。

一、酿造微生物生态系统

许多学者不仅把生态系统看成生物群体与其环境组成的一个自然系统,而且强调它是生物群体与周围环境相互作用的功能系统。如白酒制大曲时,曲房环境作用于曲醅,曲醅也作用于曲房环境,其功能方面包括曲醅中物质转化及能量流动。生态学家 Odum (1978) 认为生态系统是在一定空间内存在的各种生物体和非生物环境之间的相互依存和相互制约的统一整体,两者之间进行着能量和物质的交换,成为一个能够维系自身稳定且有一定独立性的体系。例如一个酱油厂,酱醅中有霉菌、酵母和细菌,并各自组成群落,它们依附在以豆饼和小麦为原料的酱醅上,与酱醅的水分、含盐量、温度、发酵池的大小、保温方式、发酵周期、制曲菌种品质及老嫩、环境卫生、水质、操作方法和一年四季季节变化,甚至厂址是在在南方还是北方、城市还是乡村等相互之间都有着密切的关系,从而形成一个人造生态系统。

二、酿造微生物生态系统的特征

1. 生境大小

根据微生物所处环境或自然生境的大小,酿造微生物生态系统的大小可以按不同水平来划分。例如酵母菌和霉菌在酱油厂都是主要的生理类群,它们在曲室和发酵池中的生活环境显然是大不相同的。

传统酿造法大都采用固体发酵,尤其是中国白酒更是如此。在酿造过程中料醅大都是相互胶结成各种形状的大小团块,也可称为结构体或团聚体。料醅结构体的大小、形状、排列和相应的孔隙状态称为料醅结构性。传统酿造法中特别强调细微操作,“均、透、适”“低倒均铺、先倒后翻、头均二细”