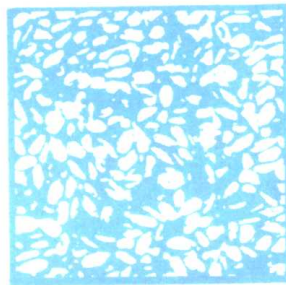
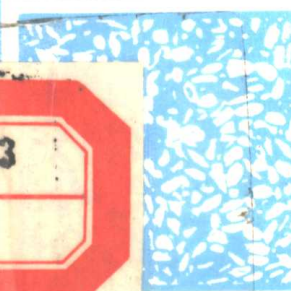
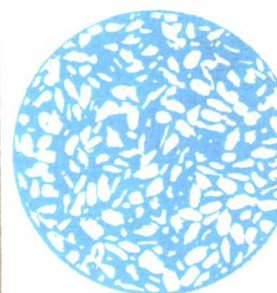
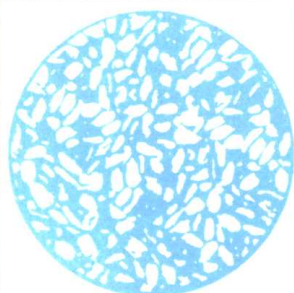
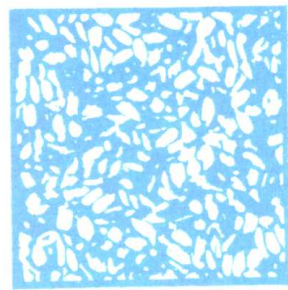
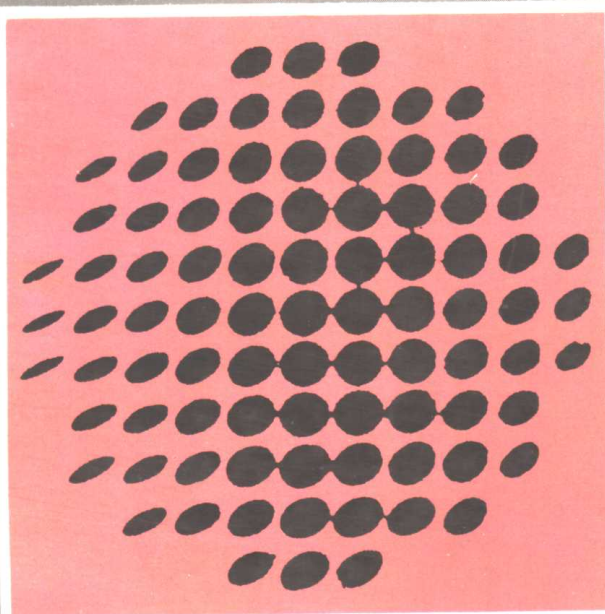
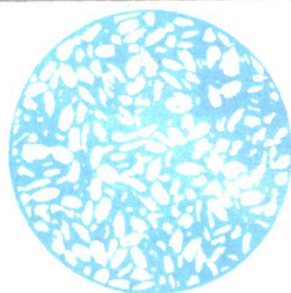
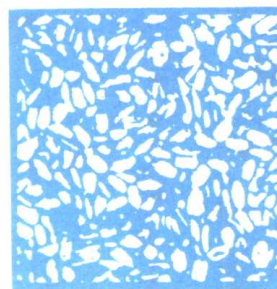
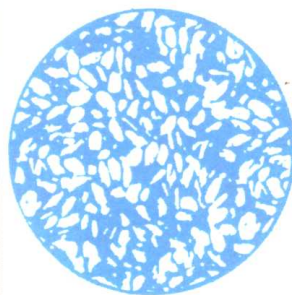


新编食品 微生物学

■ 张文治 编著



■ 中国轻工业出版社

201.3

9

新编食品微生物学

New Food Microbiology

张文治 编著

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 简 介

本书简明地介绍了有关微生物学的基本知识,论述了微生物在其生命活动中的基本规律,阐明了微生物学与食品工业的关系。书中着重论述了食品中的微生物,微生物的营养、生长、代谢、遗传、生态、分类,利用微生物制造食品,防止有害微生物引起食品变质,食品卫生以及常用的食品微生物学实验技术等内容。

本书可作为高等院校中食品、发酵、农林、水产、粮食等专业的教材,同时也可供有关食品加工、保藏、卫生检验、微生物发酵等专业技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

新编食品微生物学/张文治编著. — 北京:中国轻工业出版社,1995

ISBN 7-5019-1773-6

I.新… II.张… III.食品—微生物学 IV.TS201.3

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第11108号

张文治 编著

责任编辑 彭倍勤 崔百鸣

*

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

北京交通印务实业公司印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/16 印张:24.75 字数:600千字

1995年12月 第1版第1次印刷

印数:3000 定价:30.00元

ISBN7-5019-1773-6/Q·001

前 言

本书在出版之前,一直用作食品等有关专业的食品微生物学课程的教材。在这次出版过程中,作者又对原来的讲义进一步作了修改和补充,其内容包括绪论、食品中的微生物、微生物的营养、微生物的生长、微生物的代谢、微生物遗传变异、微生物与自然界、微生物的分类鉴定、利用微生物制造食品、有害微生物引起食品变质、食品卫生和食品卫生检验等。另外还增加了食品微生物学实验技术一章,这是为了让读者在学习食品微生物学理论知识的同时,更好地进行实践操作,以便学以致用,收效更大。考虑到在工科院校中较少开设生物学方面的课程,因此作者在本书编写中适当强调了基础微生物学方面的知识。根据作者多年的教学实践,觉得这样做有利于该课程的教学,容易培养学生既具有较扎实的微生物学基础,又能较全面地了解微生物与食品的关系,以更好地适应食品科学和食品工业日益发展的需要。

在整个编写过程中,作者力求使本书既有较系统的基础理论知识,又具有实际应用价值,希望本书的出版能有助于食品微生物学基本知识的普及和应用技术的提高。但是由于食品微生物学的发展日新月异,新知识、新成果不断出现,而作者又学识浅薄,水平有限,因此书中错误和不妥之处在所难免,衷心希望读者批评指正。

张文治

目 录

绪论	(1)
一、什么是微生物	(1)
二、微生物的特点	(1)
三、微生物学发展简史	(3)
四、食品微生物学的研究内容和发展概况	(7)
第一章 食品中的微生物	(10)
第一节 原核微生物——细菌、放线菌	(10)
一、细菌	(10)
二、放线菌	(23)
第二节 真核微生物——真菌	(27)
一、真菌	(27)
二、酵母菌	(27)
三、霉菌	(32)
第三节 非细胞生物——病毒、类病毒	(42)
一、病毒	(42)
二、类病毒	(49)
第四节 微生物形态结构的观察方法	(49)
一、肉眼观察	(49)
二、显微镜观察	(50)
三、染色法	(51)
第二章 微生物的营养	(53)
第一节 微生物细胞的化学组成	(54)
第二节 营养物及其功能	(55)
一、碳源	(55)
二、氮源	(55)
三、能源	(56)
四、无机盐	(56)
五、生长因子	(57)
六、水分	(57)
第三节 微生物吸收营养的方式	(57)
一、微生物吸收营养的机制	(58)
二、微生物吸收营养的方式	(58)
三、影响营养吸收的因素	(59)

第四节 微生物的营养类型	(59)
一、光能自养微生物	(60)
二、光能异养微生物	(60)
三、化能自养微生物	(60)
四、化能异养微生物	(60)
第五节 微生物的培养基	(61)
一、培养基的类型	(61)
二、设计培养基的原则	(64)
三、设计培养基的方法	(65)
四、配制培养基的步骤	(66)
第三章 微生物的生长	(67)
第一节 微生物生长的测定方法	(67)
一、细胞量的测定	(67)
二、细胞数的测定	(68)
第二节 微生物的生长规律	(68)
一、延滞期	(68)
二、对数期	(69)
三、衡定期	(70)
四、衰亡期	(70)
第三节 影响微生物生长的因素	(70)
一、营养物浓度	(70)
二、温度	(71)
三、水分	(73)
四、氧气	(74)
五、pH值	(75)
六、渗透压	(76)
七、氧化还原电位	(77)
八、辐射	(77)
九、化学药物	(78)
十、生物因素	(78)
第四节 接种和培养	(79)
一、微生物的接种	(79)
二、微生物的培养	(81)
第五节 灭菌和消毒	(83)
一、一组容易混淆的名词概念	(83)
二、物理因素	(83)
三、化学因素	(90)
第四章 微生物的代谢	(95)

第一节 生物催化剂——酶	(95)
一、酶的一般性质	(95)
二、酶的分类	(96)
第二节 能量代谢	(98)
一、生物氧化的过程	(98)
二、生物氧化的类型	(98)
三、呼吸链	(99)
四、ATP的产生	(100)
第三节 大分子物质的降解	(101)
一、多糖的分解	(101)
二、蛋白质、氨基酸的分解	(104)
第四节 微生物的发酵	(107)
一、由EMP途径进行的发酵	(107)
二、由HMP途径进行的发酵	(110)
三、由E.D途径进行的发酵	(112)
四、由TCA途径进行的发酵	(113)
五、氨基酸类物质的发酵	(113)
第五章 微生物的遗传变异	(116)
第一节 遗传的物质基础	(116)
一、遗传物质——DNA(有时是RNA)	(116)
二、DNA的分子结构和复制	(119)
三、遗传单位——基因	(122)
第二节 遗传信息的传递	(123)
一、中心法则	(123)
二、遗传密码	(124)
三、核糖核酸	(125)
四、蛋白质的生物合成	(127)
第三节 微生物的变异	(128)
一、微生物的变异现象	(128)
二、微生物的突变	(129)
三、微生物的遗传重组	(132)
第四节 菌种选育	(136)
一、选种	(137)
二、育种	(139)
第五节 菌种的退化、复壮和保藏	(152)
一、菌种的退化	(153)
二、菌种的复壮	(154)
三、菌种的保藏	(154)

第六节 遗传工程	(155)
一、供体基因的分离与制备	(155)
二、目的基因与载体相结合	(156)
三、重组分子进入受体	(157)
第六章 微生物与自然界	(158)
第一节 微生物与自然界中的物质循环	(158)
一、碳素循环	(158)
二、氮素循环	(158)
三、硫素循环	(161)
四、磷素循环	(163)
第二节 微生物间以及与其它生物间的关系	(163)
一、互生	(164)
二、共生	(164)
三、拮抗	(166)
四、寄生	(167)
五、猎食	(168)
第三节 病原微生物的传染	(169)
一、病原微生物的致病原理	(169)
二、传染的发生	(171)
三、传染的结局	(172)
第四节 寄主的免疫力	(173)
一、非特异性免疫	(173)
二、特异性免疫	(175)
第五节 血清学反应	(179)
一、血清学反应的一般特点	(179)
二、血清学反应的种类	(179)
第七章 微生物的分类鉴定	(184)
第一节 微生物的分类	(184)
一、微生物的分类单位	(184)
二、微生物的命名规则	(186)
第二节 微生物的分类系统	(187)
一、细菌的分类系统	(187)
二、放线菌的分类系统	(188)
三、真菌的分类系统	(188)
第三节 微生物的鉴定	(189)
一、菌种鉴定的条件	(189)
二、菌种鉴定方法	(190)
三、查阅检索表进行定名	(192)

第八章 利用微生物制造食品	(196)
第一节 利用微生物的菌体	(196)
一、食用菌	(196)
二、单细胞蛋白质	(198)
三、生产面包	(200)
第二节 利用微生物的发酵产物	(202)
一、酒精发酵	(202)
二、谷氨酸发酵	(206)
三、柠檬酸发酵	(208)
四、乳制品发酵	(210)
第三节 副食品的酿造加工	(213)
一、酱油	(213)
二、腐乳	(217)
三、食醋	(218)
第九章 有害微生物引起食品变质	(221)
第一节 食品发生变质的基本条件	(221)
一、食品的特性	(221)
二、微生物	(223)
三、环境因素	(224)
第二节 糖果的腐败变质	(228)
第三节 罐头食品的腐败变质	(229)
一、罐头食品按照酸碱度的分类	(229)
二、罐头食品常见的腐败变质现象及其原因	(230)
三、罐头食品的生物腐败类型	(231)
四、腐败变质罐头的微生物学分析	(234)
第四节 乳和乳制品的腐败变质	(235)
一、鲜乳的腐败变质	(236)
二、乳制品的腐败变质	(240)
第五节 肉类的腐败变质	(242)
一、鲜肉中的微生物	(242)
二、鲜肉的腐败变质	(242)
第六节 鱼类的腐败变质	(244)
一、鱼类中的微生物	(244)
二、鱼类的腐败变质	(244)
三、腌制鱼品的腐败变质	(244)
第七节 鲜蛋的腐败变质	(245)
一、鲜蛋中的微生物	(245)
二、鲜蛋的腐败变质	(245)

第八节 水果和蔬菜的腐败变质	(246)
一、水果和蔬菜的腐败变质	(246)
二、果汁的腐败变质	(248)
第十章 食品卫生和食品卫生检验	(249)
第一节 食品卫生	(249)
一、食品的卫生要求	(249)
二、食品的卫生标准	(250)
三、食品卫生标准中的微生物指标	(251)
四、部分食品中的卫生标准	(252)
第二节 微生物对食品的污染	(261)
一、污染源	(261)
二、污染途径	(264)
三、预防和控制措施	(266)
第三节 微生物性食物中毒	(268)
一、食物中毒概述	(268)
二、细菌性食物中毒	(269)
三、真菌性食物中毒	(282)
第四节 食品卫生微生物学检验	(287)
一、采样	(287)
二、处理	(288)
三、检验	(288)
第十一章 食品微生物学实验技术	(293)
实验须知	(293)
实验一 环境微生物的检测	(294)
实验二 微生物的接种方法	(296)
实验三 微生物细胞形态的观察(一)	
——简单染色和革兰氏染色	(302)
实验四 微生物细胞形态的观察(二)	
——荚膜染色和芽孢染色	(307)
实验五 微生物细胞形态的观察(三)	
——微生物细胞大小的测量	(310)
实验六 微生物群体形态的观察(一)	
——四大类细胞型微生物菌落形态的比较和识别	(312)
实验七 微生物群体形态的观察(二)	
——微生物的载片培养	(316)
实验八 微生物群体形态的观察(三)	
——放线菌的插片培养	(318)
实验九 微生物群体形态的观察(四)	

——根霉假根的观察	(320)
实验十 微生物群体形态的观察(五)	
——根霉接合孢子的形成和观察	(322)
实验十一 培养基的配制与灭菌	(324)
实验十二 微生物的计数方法(一)	
——啤酒酵母的显微直接计数	(329)
√实验十三 微生物的计数方法(二)	
——大肠杆菌的平板菌落计数	(332)
实验十四 微生物的纯种分离(一)	
——平板划线分离法	(335)
实验十五 微生物的纯种分离(二)	
——涂布稀释分离法	(338)
实验十六 细菌生理生化反应(一)	
——常规法	(339)
实验十七 细菌生理生化反应(二)	
——试纸法	(344)
实验十八 柠檬酸的液体发酵	(347)
实验十九 蛋白酶的固体发酵	(349)
实验二十 菌种保藏	(353)
实验二十一 鲜牛奶的消毒试验	(355)
√实验二十二 食品中菌落总数测定	(356)
实验二十三 食品中大肠菌群测定	(359)
附录一 实验用菌种学名	(363)
附录二 试剂、药品使用常识	(364)
附录三 实验用试剂的配制	(365)
附录四 染色液与指示剂	(367)
附录五 相对密度与糖度换算表	(371)
附录六 酒精稀释表	(372)
附录七 常用玻璃器皿的洗涤与包装	(372)
附录八 灭菌压力与灭菌器内温度的关系	(375)
附录九 灭菌技术	(376)
附录十 实验用培养基	(379)
主要参考资料	(382)

绪 论

在地球上,生活着一百多万种生物。大多数生物体形较大,肉眼可见;结构功能,分化得比较清楚。这些生物包括我们人类在内,还有我们比较熟悉的动物和植物。它们之中,有的生活在江河湖海,有的生活在高山平原;有的钻在土层中,有的飞行于空中。然而,在我们周围,除了这些较大的生物以外,还存在着一类体形微小、数量庞大、肉眼难以看见的微小生物,这就是本书所要讨论和研究的微生物(Microorganism)。微生物虽然微小,“看不见”,“摸不着”,似乎感到陌生,但是与我们人类、与食品工业却有着密切的关系。

一、什么是微生物

在生产实践中,在日常生活中,常常可以看到下面的现象:通过发酵可以生产大量的抗菌素、味精和酶制剂,谷物大豆可以做出面包、酒精和酱油,农田种上红花草就能肥田,衣服发霉、食品腐败,人类和动植物的传染病容易流行等等。所有这些都是由于微生物作用的结果。

那么,什么是微生物呢?

微生物是一群体形微小、构造简单的低等生物的总称。从广义上讲,它包括细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、病毒、类病毒、蓝绿藻、螺旋体、支原体、立克次氏体、衣原体、粘菌、单细胞藻类和原生动物等。在食品工业中,较为常见与常用的微生物属于前面五大类。

从细胞构造是否完整的角度来看,可以把微生物分成不同的类型。有的微生物没有典型的细胞构造,只有裸露的核酸和蛋白质,即所谓非细胞微生物,例如病毒。70年代初期又发现仅有核酸的类病毒。病毒和类病毒属于非细胞生物。有的微生物虽有细胞构造,但只有原始的细胞核,没有核膜,例如细菌、放线菌、蓝绿藻等。它们属于原核生物(pro-caryote),称原核微生物。大多数微生物具有完整的细胞构造,细胞核被核膜包围,例如酵母菌、霉菌等。它们属于真核生物(eucaryote),称真核微生物。

由于微生物的体形非常微小,所以用肉眼通常无法感觉到它们的个体存在。只有借助于显微镜甚至电子显微镜才能看到它们。

二、微生物的特点

微生物与动、植物相比,具有以下的特点:

1. 繁殖快

微生物的繁殖速度非常惊人。拿细菌来讲,一般每隔20~30min即可分裂1次,细胞的数目就要比原来增加1倍。假如1个细菌20min分裂1次,而且每个子细胞都具有同样的繁殖能力,那么1h后,就变成8(2^3)个,2h后变成64(2^6)个。24h可繁殖72代,这样原始的1个细菌变成了 2^{72} 个细菌。如果按每10亿个细菌重1mg计算,则 2^{72} 个细菌的重量超过4722t。假使再这样繁殖4~5天,它就会形成和地球同样大小的物体。当然,由于种种原因,这种情况

并不存在。

微生物这种惊人的繁殖速度为在短时间内获得大量的菌体提供了极为有利的条件。例如利用培养酵母来生产蛋白质，一般每隔8~12小时就可“收获”1次。而农作物一般要每年才能收获1次。相反，如果发酵生产受到微生物的污染，其危害性也是十分严重的。

2. 食谱杂

微生物利用物质的能力很强。凡是能被动、植物利用的物质，例如蛋白质、糖类、脂肪及无机盐等，微生物都能利用。有些不能被动、植物利用的物质，也能找到能利用它们的微生物。例如纤维素、石油、塑料等，不少微生物能将它们分解。另外还有一些对动、植物有毒的物质，例如氰、酚、聚氯联苯等，也有一些微生物能对付它们。美国康奈尔大学早在70年代初期就分离到能分解DDT的微生物，日本也发现了分解聚氯联苯的红酵母。

微生物这个特点有利于我们开展综合利用，化废为宝，为社会创造财富。农村中农副产品可以进一步加工，如秸秆发酵，作为猪的饲料；纤维素分解成单糖，进行酒精发酵等都可以提高副产品的利用率；污水处理、制造堆肥能将有害物质化为无害，把不能利用的物质变成为植物能吸收的肥料，减少了环境污染。这些都是有利的一面。然而，对我们人类有用的食品、原材料，由于保管不当，它们也会占为已有，加以利用而造成浪费。这一方面也应引起我们的注意。

3. 分布广

微生物在自然界中的分布是极其广泛的。上至几万米的高空，下至数千米的深海；高达90℃的温泉，冷至-80℃的南极；盐湖、沙漠；人体内外，动植物组织；化脓的伤口，隔夜的饭菜……到处都留下微生物的足迹，真可以说是无微不至、无孔不入了。

微生物之所以分布广泛，与微生物本身小而轻密切相关。说它小，通常要以微米为单位。例如大肠杆菌只有1~3μm长。这样小的个体，任何地方都可以成为它的藏身之地。说它轻，每个细菌的重量只有 $1 \times 10^{-9} \sim 1 \times 10^{-10}$ mg。大约10亿个细菌才有1mg重。这样轻的个体，可以随风飘荡，走遍天涯。

微生物虽然分布广泛，但其分布密度是不一样的。它随着外界环境条件的不同而不同。一般地说，外界环境条件适宜，有机物质丰富的地方，微生物的种类和数量就多。一个感冒的人，打一个喷嚏含有1500万个左右的病菌。土壤更是微生物的“大本营”。1g肥土含有几十亿个微生物。这些“富饶”的地方，几乎成了微生物的一统天下。相反，如果营养缺乏，条件恶劣，微生物的种类和数量就大大减少。但是总是有少数强者，能征服并占据着各种各样的处女地。

微生物分布广泛，对我们人类来讲，有其利的一面。我们可以更好地开发菌种资源，从各种场所筛选到我们所需要的微生物。例如我国曾多次从土壤中筛选到许多抗菌素的产生菌。但是如果不加注意，也会引起麻烦。

4. 代谢旺

微生物虽然很小，但“胃口”却很大，会“吃”会“拉”，代谢作用十分旺盛，素有小型“活的化工厂”之称。从单位重量来看，微生物代谢强度比高等动物的代谢强度要大几千倍至几万倍。例如1kg酒精酵母1天内能“消耗”掉几千公斤糖，把它转变为酒精。从工业生产的角度来看，它能够把基质较多地转变为有用的产品。例如用乳酸菌生产乳酸，每个细胞可

以产生为其体重 $10^3 \sim 10^4$ 倍的乳酸。

代谢旺的另一个表现形式就是微生物的代谢类型非常多,有些是动、植物所不具有的,例如生物固氮作用等。

在生产实践中,应用这个特点不仅可以获得种类繁多的发酵产品,而且可以找到比较简便的生产工艺路线。在理论研究上,可以更好地揭示生命活动的本质。但是食品碰上了腐败微生物,发酵污染了杂菌,代谢越旺,损失就越大。

5. 适应强

微生物对外界环境条件的适应能力很强,善于随“机”应变,而使自己得到保存。有些微生物在其身体外面,添上保护层,提高自己对外界环境的抵抗能力。例如肺炎双球菌有了荚膜,就可以抵抗白血球的吞噬。但微生物最拿手的好戏要算及时形成休眠体,然后长期进入休眠状态。例如细菌的芽孢、放线菌的分生孢子、真菌的各种孢子等。这些孢子较之营养体更具有抵抗不良环境的能力,一般能存活数月或数年,甚至几十年。当外界条件十分险劣时,虽然大部分个体都因抵抗不住而被淘汰,但仍有少数“顽固分子”会发生某种“变异”而蒙混过关。微生物之所以能够延种续代、儿女满堂,数量极其庞大,善于“变”也是一个十分重要的原因。

在生产实践中,常利用这个特点来保藏菌种和诱变育种。例如人们常常利用物理或化学因素迫使微生物进行诱变,从而改变它的遗传性质和代谢途径,使之适应于人们提供的条件,满足人们提高产量或简化工艺的需要。

6. 培养易

由于微生物食谱杂,对营养的要求一般不高,因而原料来源广泛,容易培养。许多不易被人和动植物所利用的农副产品、工厂下脚料,例如麸皮、饼粉、酒糟等都可用来培养微生物。这样不仅解决了培养微生物的原料问题,而且为三废处理找到了出路,做到综合利用,大大提高了经济效益。另外大多数微生物反应条件温和,一般能在常温常压下,进行生长繁殖,新陈代谢和各种生命活动,不需要什么复杂昂贵的设备。这比化学法具有无比的优越性,因而既使在条件较差的农村,也能土法上马。除此以外,培养微生物不受季节、气候的影响,因而可以长年累月地进行工业化生产。

微生物这些特点使微生物显示了神通广大的本领,在生物界中占据了特殊的位置。它不仅广泛地被用于生产实践,而且成了进行生物科学研究的理想材料,推动和加快了生命研究科学的发展。特别是在当前掀起的新技术革命的浪潮中,微生物更是引起了人们的重视,被优先得到开发和利用,微生物工程作为生物工程的突破口而得到迅速发展。

三、微生物学发展简史

微生物学的研究对象是微生物。研究微生物及其生命活动规律的科学称为微生物学(Microbiology)。人类在长期的生产实践中利用微生物,认识微生物,研究微生物,改造微生物,使微生物学的研究工作日益得到深入和发展。

微生物学的发展过程一般可分为下面四个时期。

1. 感性认识时期

在人类第一次真正看到微生物个体之前,虽然还不知道世界上有微生物存在,但是在

生产实践和日常生活中已经开始利用微生物,并且积累了丰富的经验。利用得最早、最多的领域是食品、酿造行业。在这方面,我国古代劳动人民尤为突出,作出了重大的贡献。

远在4000多年以前的龙山文化时期,我国劳动人民就会利用微生物酿酒。这从龙山文化遗址出土的陶瓷饮酒用具中得到证明。解放后在郑州发现了商代酿酒工场遗址,表明当时做酒已具有一定的规模。古书中也有许多关于酿酒的记载。《吕氏春秋》一书记载:“仪狄作酒,禹饮而甘之”。公元5世纪,北魏贾思勰著的《齐民要术》更详细地记载了制曲和酿酒的技术。书中“黄衣”、“黄蒸”等名词的提出,证明当时已经看见和认识了特种微生物(即现在称谓的米曲霉)。除了酒以外,我国劳动人民还最早利用有益微生物生产了酱油、食醋和腐乳等发酵调味品。春秋战国时期,这些发酵调味品已经成为当时人们较受欢迎的食品。随着文化交流日益扩大,我国的酿造技术不断被传授到外国,促进了其他国家科学技术的发展。例如日本著名的清酒就是在1000多年前从我国传过去的。

我国古代劳动人民在2000多年前已经采集野生菌供食用。蘑菇的人工栽培,要比西欧(最早是法国)早1000多年。《本草纲目》记载,人工栽培食用菌约从公元7世纪中叶(唐朝)开始。《汉书·艺文志》、宋代的《菌谱》、明代的《广菌谱》、清代的《吴菌谱》等都记载了有关灵芝、蘑菇的生长、采收、特征及食用方面的内容,成为研究菌类的重要书籍。

其他如农业、医药等方面,我们的祖先也有许多创造发明。《齐民要术》指出,种过豆类作物的田块特别肥沃,并提倡轮作制。金、元时期,提出养蚕的用具每天要晒,以减少病原微生物对蚕体的感染。汉代一本中药志《神农本草经》记载了65种药物,其中就有10多种是真菌类药物。名医华佗除首创麻醉技术和剖腹外科手术外,还主张割去腐肉以防传染。种牛痘预防天花的方法,早在北宋真宗时代(998—1022年)已广泛应用。当时称为“人痘”。所谓人痘接种法是从正在生天花的人体中取出一些痘痂,经过阴干研细,然后把它吹到被接种人的鼻孔里,使其得到免疫力。这项技术以后由我国传到俄国,继而传到土耳其,1717年又由英国驻土耳其大使夫人孟塔古带到了英国,以后又传到欧洲和美洲各国。由于“人痘”方法危险性很大,后来经过改进,才发展成为“牛痘”。“人痘”接种法不仅是我国古代劳动人民与天花作斗争的结果,而且是一切免疫方法的起源,在原则上和方法上均给后人种痘方法以很大地启示。现在一般都认为种痘是英国乡村医生琴纳(Jenner)在1796年所发明。实际上这是在我国“人痘”接种法以后几百年的事情。

由于当时科学技术条件的限制,始终未能看到微生物的个体,证实微生物的存在,更无法把它们分离出来。所以从整体上来说,当时只是停留在感性认识阶段。微生物真正作为一门科学,是在1675年荷兰人列文虎克首次发现原生动物后才逐渐形成。

2. 形态描述时期

17世纪末叶,资本主义开始发展。由于航海事业的需要,促进了光学技术的研究,使显微镜的制造有了可能。荷兰人列文虎克(Leeuwenhoek)当过布店学徒,做过市府看门人。他虽然未受过正式教育,但对自然科学发生浓厚的兴趣,特别爱好利用业余时间磨制透镜,终于自己做成了能放大200~300倍的显微镜。他利用自制的显微镜,观察雨水、牙垢、腐败物、血液等,于1675年第一次观察到原生动物,1683年又发现细菌。他把这些微小生物,称为“微动物”,并描绘成图(图1),于1695年发表了《安东·列文虎克所发现的自然界的秘密》的论文。从此以后的一百多年时间内,各国科学家纷纷寻找各种微生物,进行观察。

描述它们的形态,有的也作了简单的分类,但是对于微生物的生命活动规律,以及与人类的密切关系仍然了解得不多。直到19世纪50年代,由于生产发展的需要,才进一步推动了微生物学研究的发展,由形态学时期进入了生理学时期。

3. 生理学时期

这个时期前后不过几十年的时间,但对微生物学发展起了重要的作用。研究由表及里,揭示了许多生命活动的规律,解决了许多生产上的难题,建立了一整套研究微生物学的实验方法,是微生物学发展史上的奠基时期。在这个时期,对微生物学发展作出最大贡献的要算法国的巴斯德 (Pasteur)和德国的科赫(Koch)2人。

巴斯德在大学里专攻化学,是位化学家。后来由于生产发展的需要,转向研究微生物学,直至把自己的整个一生都献给了研究微生物的事业,成了著名的微生物学家。他对人类的贡献主要表现在以下几个方面:

(1) 否定了生命“自然发生”的学说。这就是有名的曲颈瓶试验(图2)。试验是这样的:他将盛有有机物的汁液的两个瓶子加热灭菌。其中一个瓶侧连接一个弯曲的长管,通过弯曲的长管,能与外界空气直接接触。另一个瓶子从顶端开口,管口与瓶口都不加盖任何东西,置于空气中。结果前一个瓶中没有微生物发生,而后一个瓶中出现了大量的微生物。前一个瓶之所以能保持无菌状态,是由于空气中尘埃颗粒不能通过弯曲长管而落入瓶中的缘故。这样长期争论不休的生命“自然发生”论得到彻底地否定。

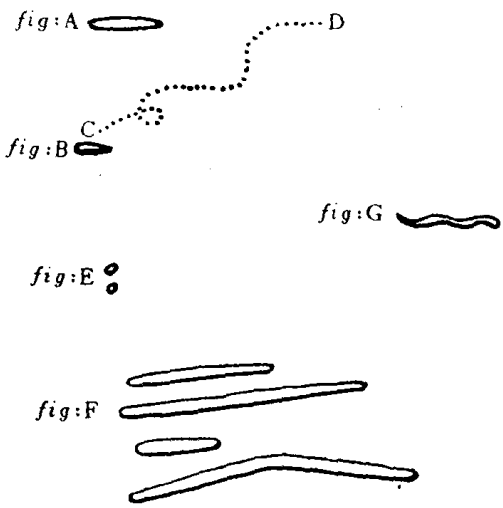


图 1 列文虎克最先描绘的
细菌及其运动图

A、B、F、G—杆状的; E—球状的; C—D—细菌运动

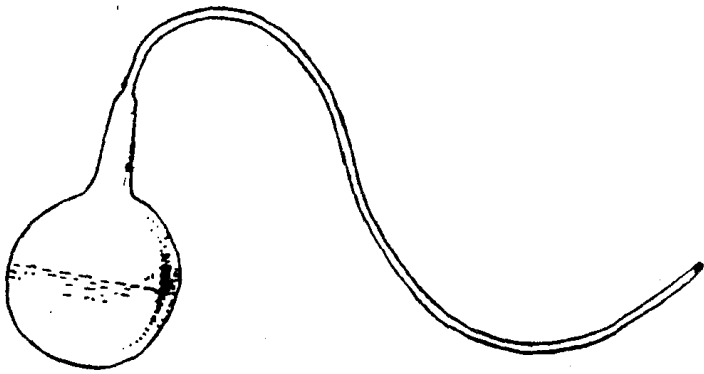


图 2 巴斯德试验时所用的曲颈瓶

(2) 解决了当时生产中提出的许多难题,推动了生产的发展。在工业方面,他解决了啤酒变酸的问题,指出只要把酒加热到一定温度,保持一定时间,就可以了。在农业方面,他解决了“蚕病”问题,指出细菌是使蚕生病的根源,并提出只要在显微镜下发现有致病的细菌,就连蚕卵一起烧掉,这样可以除去祸根。在医学方面,他对人畜多种疾病进行了研究,创造了防治方法。他应用减低毒性的鸡霍乱病原体接种于鸡体中,即可使鸡产生对霍乱的免疫力。他用在42~43℃高温培养的炭疽病病原体注射绵羊,使绵羊不受炭疽菌的侵袭。他创造了“固定毒疫苗”,用它可治疗被狂犬咬伤的人,挽救了无数人的生命。

(3) 奠定了微生物学的理论基础,开创了许多新的微生物学科。他在解决生产难题的过程中,获得了关于微生物的很多知识,揭示并证明了许多微生物生命活动的规律,为微生物学的研究奠定了理论基础。他研究“酒病”后指出,这是由于杂菌污染的结果。他证明含糖溶液中发生的酒精发酵是由酵母菌引起的。他研究了多种发酵以后,认为发酵是微生物的作用,不同的微生物可以引起不同的发酵;没有微生物存在,发酵是不能进行的。他研究“蚕病”及许多人畜疾病以后,提出并证实了传染病是由病原微生物所引起的理论。这些重要的理论推动了微生物学研究工作向深入方向发展,许多新的微生物学科应运而生,例如工业微生物学、医学微生物学、微生物生理学和微生物免疫学等。

(4) 创造了一些微生物学实验方法。例如著名的“巴氏消毒法”就是由巴斯德在解决“啤酒变酸”时创造的。该法是把含有微生物的酒溶液加热到62℃,维持30分钟,就可杀死其中不耐高温的病原微生物而保持酒不被腐败。此法直至现在仍广泛应用于酒、醋、酱油、牛奶、果汁等食品的消毒。

正是由于巴斯德对微生物学作出了这么大的贡献,所以赢得了人们的尊敬,被称为是微生物学的奠基人。

继巴斯德之后,德国的科赫对微生物学的研究也作出了卓越的贡献。他本是乡村医生。由于他对法国著名微生物学家巴斯德关于传染病是由微生物所引起的学说颇感兴趣,开始了对微生物的探索。由于他有着超人的独创精神和刻苦的细心研究,他在微生物学领域中做出了巨大的贡献,获得了丰硕成果,被人们称为“细菌学之父”。他的主要贡献表现在以下几个方面:

(1) 发明了固体培养基。由于细菌种类很多,形态各异,常常混杂在一起,给研究工作带来许多不便。科赫在厨房中,无意发现了马铃薯的不同地方能长出不同颜色的微生物,并从中得到启发,发明了固体培养基。经过他和他的学生的不断改进,不仅找到了比较理想的凝固剂琼脂,而且设计出了浇铺平板用的玻璃培养皿。这些一直使用至今。

(2) 创造了细菌染色方法。细菌个体微小,且透明,在显微镜下不易观察。科赫使用苯胺染料,给菌体染色,使其与视野形成明显的色差,这样便于观察。他也是第一个给细菌鞭毛染上颜色的人。

(3) 发现了许多病原菌,为以后研究药物和寻找治疗方法提供了依据。他先后对多种疾病进行研究,找到了它们的病原菌,如炭疽杆菌、结核杆菌、霍乱弧菌等。

(4) 提出了为证明某种特定细菌是某种特定疾病的病原菌的所谓“科赫原则”。这个原则的主要要点是:

① 在所有病例中都能发现这种病菌;