

高等學校試用教材

食品微生物学

余蔚英 編

中国財政經濟出版社

高等学校試用教材
食 品 微 生 物 学
余 蔚 英 編

*

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1/32·6²⁸/₃₂印张·171千字
1963年5月第1版
1963年5月北京第1次印刷
印数: 1~2,500 定价: (10)1.00元
統一书号: K15166·127

高等学校試用教材

食品微生物学

余 蔚 英 编

中国財政經濟出版社

1963年·北京

前 言

本书是根据1961年3月轻工业部召开的高等学校专业教材会议的决定，由华南工学院负责主持，无锡轻工业学院、轻工业部食品工业科学研究所、广东省轻工业厅和广州市轻工业研究所等单位参加选编的。全书由华南工学院余蔚英同志执笔编写。

本书内容分为两部分，前一部分（第一至第七章）包括食品微生物学基础，即微生物的形态和分类，微生物的生理，外界条件对微生物的影响，微生物在自然界中对物质的循环，微生物的遗传和变异，微生物在自然界中的分布等；后一部分（第八至第十章）包括微生物引起的生物化学变化过程及其在食品工业上的应用，食物传染及食物中毒，食品的变质及食品的保藏原理等。

本书编就后，曾请中山医学院细菌研究室和华南工学院陈连就同志审查，最后经轻工业部教材编审委员会组织有关人员作了校阅，可以作为轻工业高等学校试用教材。

轻工业部教材编审委员会

1962年11月

目 录

第一章 緒言	(9)
第一节 食品微生物学的研究对象及任务	(9)
第二节 微生物学的发展简史	(10)
第二章 微生物的形态和分类	(20)
第一节 微生物在植物学上的位置	(20)
第二节 细菌的形态和分类	(20)
一、細菌的基本形态	(20)
二、細菌的大小和比重	(22)
三、細菌体的构造	(24)
四、細菌的多形性	(31)
五、細菌的增殖法	(33)
六、細菌的分类	(34)
七、主要的細菌	(36)
第三节 放线菌	(39)
第四节 病毒	(40)
第五节 酵母的形态和分类	(41)
一、酵母的形态及大小	(41)
二、酵母体的构造	(42)
三、酵母的增殖法	(43)
四、酵母的孢子	(45)
五、酵母的分类	(47)
六、主要的酵母	(49)
第六节 霉菌的形态和分类	(52)
一、霉菌的形态	(52)
二、霉菌的构造	(53)
三、霉菌的繁殖法	(53)

四、霉菌的分类.....	(56)
第三章 微生物的生理学	(67)
第一节 微生物的增殖.....	(67)
第二节 微生物的营养.....	(69)
一、菌体的成分.....	(69)
二、微生物按营养要求的分类	(70)
三、一般营养物质	(72)
四、微生物定量法	(75)
第三节 微生物的物质代谢.....	(75)
一、碳水化合物的代谢	(76)
二、氮化合物的代谢	(79)
三、脂肪的代谢.....	(85)
第四节 细菌的代谢产物.....	(86)
一、毒素	(86)
二、色素	(87)
三、发光	(90)
第五节 酶.....	(91)
一、一般的性质.....	(91)
二、酶的分类	(94)
第四章 外界条件对微生物的影响	(113)
第一节 物理的因素.....	(113)
一、水分及干燥.....	(113)
二、温度	(114)
三、渗透压	(115)
四、表面张力	(116)
五、超声波	(116)
六、光线	(117)
七、放射线	(117)
八、电力	(118)

九、氧化还原电位	(118)
第二节 化学的因素	(119)
一、pH值	(119)
二、氧	(119)
三、化学药品	(120)
第三节 生物的因素	(121)
一、共生	(121)
二、拮抗	(122)
第五章 微生物在自然界中对物质的循环	(123)
第一节 碳的循环	(123)
第二节 氮的循环	(124)
一、氨化作用	(125)
二、硝化作用	(125)
三、去氮作用	(125)
四、氮的固定作用	(126)
第六章 微生物的遗传与变异	(127)
第一节 微生物的遗传性与变异性	(127)
第二节 微生物的定向变异	(128)
一、驯养的变异	(128)
二、特性诱导的变异	(129)
三、杂交的变异	(130)
四、辐射线和化学药品的变异	(131)
五、菌落形态的变异	(131)
第七章 微生物在自然界的分布	(133)
第一节 空气中的微生物	(133)
一、微生物在空气中的意义	(133)
二、空气中的微生物	(133)
三、空气中微生物的来源	(134)
第二节 水中的微生物	(134)

一、水的来源及污染的原因	(134)
二、細菌在水中的消长	(136)
三、水的疾病传播	(137)
第三节 土壤中的微生物	(141)
第八章 微生物引起的生物化学变化过程及其在食品工业	
上的应用	(143)
第一节 酒精发酵	(144)
一、菌种	(144)
二、酒精发酵的机理	(144)
三、酒类的制造	(150)
第二节 乳酸发酵	(153)
一、菌种	(154)
二、发酵乳酸的旋光性	(155)
三、乳酸发酵的机理	(155)
四、乳酸的制造	(157)
第三节 酪酸发酵	(158)
一、菌种	(159)
二、酪酸发酵的机理	(161)
三、酪酸的制造	(161)
第四节 醋酸发酵	(162)
一、菌种	(163)
二、醋酸发酵的机理	(163)
三、醋酸的制造	(165)
第五节 柠檬酸发酵	(165)
一、菌种	(165)
二、檸檬酸发酵的机理	(166)
三、檸檬酸的制造	(166)
第六节 酵母和人造肉	(168)
第七节 小球藻	(169)

第八节	馒头和面包	(170)
第九节	酱油	(171)
第十节	腐乳	(172)
第十一节	酸菜	(172)
第九章	食物传染及食物中毒	(173)
第一节	病原微生物的概念	(173)
第二节	传染病的传染途径	(174)
第三节	免疫的概念	(176)
一、	免疫的成立及抗原、抗体	(176)
二、	免疫的特殊性	(176)
三、	免疫的种类	(177)
四、	抗毒素	(178)
五、	凝聚反应	(178)
六、	沉降反应	(179)
七、	溶菌反应及溶血反应	(179)
第四节	食物引起的疾病	(180)
一、	食物传染病	(180)
二、	食物中毒	(183)
第十章	食品的变质及食品保藏的原理	(190)
第一节	引起食品腐败的微生物	(190)
一、	细菌	(190)
二、	酵母	(192)
三、	霉菌	(193)
第二节	食品变质的环境因素	(193)
一、	水分	(194)
二、	温度	(195)
三、	光线	(197)
四、	氧	(197)
五、	酸、盐及pH值	(198)

第三节 食品的变质.....	(198)
一、肉类及肉制品的变质	(198)
二、鱼类及鱼制品的变质	(201)
三、乳及乳制品的变质	(202)
四、蛋及蛋制品的变质	(205)
五、罐头食品的变质	(207)
六、谷类及面粉的变质	(209)
七、水果及蔬菜的变质	(211)
八、糖类及糖产品的变质	(215)
第四节 食品保藏的原理.....	(216)
参考文献.....	(219)

第一章 緒 言

第一节 食品微生物学的研究

对象及任务

细菌、酵母、霉菌和原生动物等均属生物，但由于其躯体微小，要用显微镜才能看见，因此叫做微生物。

微生物学是研究微生物的基本性状、作用、它们彼此间以及它们和外界的相互关系的科学。从而研究如何加以控制、应用，甚至加以改造，使其为人类服务，则属于应用微生物学的范围。

在自然的任何地方都布满着微生物。在我们周围的物体表面以及人和动物的肠内也都有微生物。

微生物既然属于生物，那么它就能够进行物质代谢，生长，增殖和适应环境。

微生物积极参加自然界的物质转化活动，使土壤肥沃。研究有关这门科学的微生物学，叫做土壤微生物学。

很多微生物和人类、动物、植物的疾病有关系。研究这些科学的微生物学或共有关的学科，则分别叫做医学微生物学、兽医微生物学、植物病理学和公共卫生学等。

微生物在日常生活上有很大的作用。很多微生物用于食品和轻工业上。例如用酵母制造酒精、葡萄酒、啤酒、绍兴酒、馒头、面包等，用细菌制造醋酸、乳酸、酪酸、丙酮丁醇、乳制品，用霉菌制造柠檬酸、青霉素等。研究这类微生物的科学是工业微生物学。食品微生物学是属于工业微生物学的。

食品是微生物良好的培养基。有的微生物参加食品制造过程，如发酵微生物；有的微生物能使食品破坏，如腐败微生物；还有的微生物会引起食品中毒，如病原微生物。

食品微生物学的对象和任务是研究食品制造和保藏等的有关微生物，即细菌、酵母、霉菌的性质和作用，辨别有益的、腐败的和病原微生物，从而在食品制造和保藏过程中采取措施，加强有益微生物的生长和增殖，以提高产品质量，控制腐败和病原微生物的影响，避免食品的变质和中毒。

第二节 微生物学的发展简史

我国不仅有悠久的历史，而且也是一个文化灿烂辉煌的国家。我们的祖先是勤劳勇敢的，而且是世界上最早利用微生物生命活动创造出丰富多彩的食品的，如在夏商时代（公元前2205～1766年）已能酿造美酒。馒头、酱油、醋、腐乳和豆豉等则是我国独特的食品。

我们的祖先也在三千年前就已了解疾病与微生物有关系，并且已创造出防止传染病的方法，如应用天花痘人工接种，以防止天花传染病等。

但是，微生物是肉眼所不能看见的微小生物，为了进一步了解它，首先非使用精密仪器不可。在17世纪荷兰自然科学家安东·列文虎克(Antony van. Leeuwenhoek, 1622～1723年)设计制造了第一架显微镜，如图1所示。这种显微镜能够放大160～200倍，观察牙垢、雨水、井水、沟渠水和各种有机浸出液之后，发现了许多细小的“活的野兽”。其中有一些，按照他的比喻来说，“象水中的梭鱼”一样地运动。他详细地记载了所见到的各种微

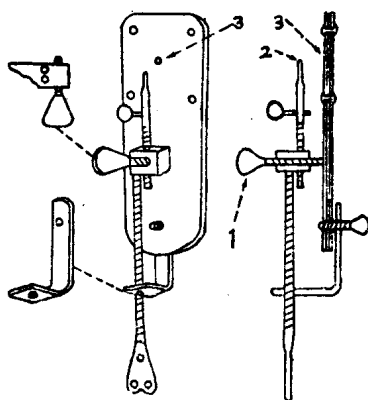


图1 列文虎克所制造的显微镜

1—放大鏡；2—标本；

3—螺旋調節器

生物，并绘出了它们的外形，如图2所示。并写成“安东·列文虎克所发现的自然界的秘密”一书，于1695年出版。这为微生物学的进一步发展打下了基础。

微生物学和其它科学一样，正式成为一门科学，还是在17世纪后半期，即在资本主义开始发展的时代。

古代对于微生物的起源，有许多争论，特别是在19世纪中叶关于微生物自然发生说的争论得最激烈。

希腊亚里斯多德 (Aristoteles) 认为低等动物 (软体动物、节足动物) 甚至某些脊椎动物 (鱼、蛙)，可以由腐败的动植物遗体自然发生，疾病是生来的传染。他这种思想，一直普遍地传播到中世纪。但意大利医生莱其 (Redi, 1675年) 驳斥自然发生说的谬误。他通过实验证明：用细纱盖在新鲜的肉上，经过一些时候出现了苍蝇的蛆，但不是在肉里出现，而是出现于细纱的表面上。这是证明蛆不是自然形成的，而是由苍蝇产下的卵发育出来的。因此，他支持“所有生物由生物产生 (Omne vivum ex vivo)”的生物起源说。

尽管列文虎克 (1680年) 用显微镜观察微生物，但他反而共唱自然发生说。他认为所有生物是天然涌出来的。

英国僧侣尼添 (Jurberwill Needham, 1745年) 是自然发生说的热烈拥护者。他把有机物和青菜浸出液放入密闭瓶，略为加热，放置下来，结果发生微生物。他认为原有的微生物应当遇热死灭，但新发生的是自然发生。

但是，意大利哲学学者斯帕蓝沙尼 (Abbe Lazzaro Spallanzani, 1769年) 揭露尼添的试验的错误，他把肉汁放入玻璃瓶，煮沸1小时，然后烧熔瓶颈，封密，证明微生物不发生。指出尼添

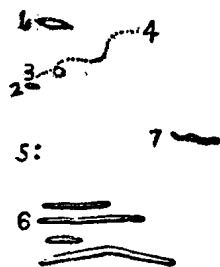


图2 安东·列文虎克所绘的细菌

3~4 (点线) —表示运动;
1、2、5、6、7—各种菌的形态

密封不充分，微生物便由外面进来。斯帕蓝沙尼的实验也为罐头的制造原理提供了根据：

可是，自然发生说的信仰者不屈服，他们固执自己的主张，认为斯帕蓝沙尼的实验，加热过度，瓶中液体变质，不适于生物发生。斯帕蓝沙尼反驳他们，把瓶破坏，微生物便发生，证明不是液体不适于微生物的发生，但自然发生说派认为，密封没有空气，微生物不发生。

到了19世纪仇尔遮 (Max Schultze, 1825 ~ 1874年) 为了反驳自然发生说，他设计如图3所示的装置，把动物性和植物性的浸出液放入玻璃瓶，用木塞封

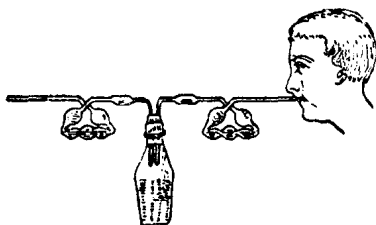


图3 仇尔遮的实验

密。然后插入2支弯曲的玻璃管，加热玻璃瓶，充分煮沸，使水蒸气剧烈喷出后，在两头安装钾球，加入氢氧化钾和浓硫酸。在两个月期间沿此管，每天放入空气两次。结果液体中不见微生物发生。但将玻璃瓶暴露于空气中，微生物就发生。

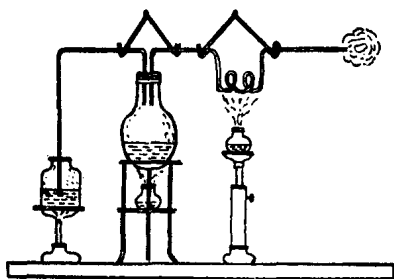


图4 胥环的实验

胥环 (Theodor Schwann, 1837年) 设计如图4所示装置，即让空气通过充满浓硫酸的钾球和烧红的螺旋管，空气中的微生物不会侵入，证明微生物不是自然发生。他又说在发酵物中的酵母是一种微生物，并与发酵有关系。

斯力大 (Schroeder) 和独斯 (V. Dusch, 1854~1855年) 的实验证明，只使用棉塞封口，可除去空气中的微生物。

这些试验，无疑的，给自然发生说有力的驳斥，但尚有缺点，

即在液体中有时保证无菌，但有时却又发生。因此，自然发生说仍然存在。特别是波式（Pyze）在法国研究院的报告，引起了很大的混乱。他根据自己的试验，肯定是自然发生。但是巴士德（Louis Pasteur）在1862年针对波式的错误，发表“论空中微粒”的文章。在试验工作中，他批判地研究了前人错误的根源，给有关试验方法的全部过程作了合理的解释。以前微生物在试验中神秘的出现，是因为还没有充分地防止微生物污染仪器，而不是它们在那里自然发生。若说培养基经过长期煮沸，会改变它的化学性质，这是毫无根据的。因为他把已滤过空气的棉塞，投入曾经杀菌的液体中，液体很快便腐败了。

为了证明空气是培养液污染的根据，巴士德把培养液放在自己设计的如图5所示的S形的长颈烧瓶中煮沸一定时间后，在培养液冷却时，空气很容易进入该瓶中。但是细菌和霉菌孢子不能进入，因为它们在瓶颈第1个弯曲的地方即已沉淀在潮湿的壁上了。这个烧瓶的液体是无菌

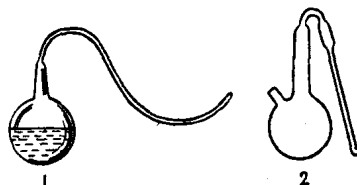


图5 巴氏瓶

1—巴士德当时所用的瓶；

2—现在所用的巴氏瓶

的。但是如果用任何方法使沉淀下来的尘埃和液体相接触，液体便由于微生物的生长而逐渐混浊起来。

巴士德的研究结果完全被肯定了，因而自然发生说彻底破产。

巴士德的研究证明，任何一种生物，那怕是构造最简单的生物，也一定要由和自己相似的生物而产生，不能由别的物质产生。现在认为生物直接由自然界的无机元素或由死的有机物质分解而产生的观点，是属于机械唯物论的。即是说各个微生物的种不是从自然界的无机元素中偶然发生的，而是和其它生物的种一样，是历史发展与适应的产物。

巴士德是现代微生物学的创始人，在他以前是微生物形态学阶段，在他以后转入生理学阶段。这对研究微生物在我们周围的自然界中的活动，研究微生物的生理机能，从而推动微生物学进一步发展，具有决定性意义，并把它引上广泛应用的道路。正如巴士德所指出的，微生物不仅外形上互有区别，生理上的物质代谢的特性也各有不同。物质代谢的比较研究，必然会了解微生物在地球表面所起的作用——各种物质化学转化的媒介。

由1857~1868年，巴士德集中精力研究微生物和工业有关的重要问题，如发酵及其媒介物，葡萄酒和啤酒的变质，蚕的病害等。在这个时期内，巴士德取得了许多重大的发现，扭转了当时人们关于生物化学作用的观点。他阐明了微生物参加工艺过程和引起产品变质的媒介物，使酿酒工人也获得了比较明确的概念。知道了微生物的特性和它存在的条件，便容易在它们对产品起不良影响时，采取有效的防治方法，或是在工艺过程的进行中，采用有效的方法，以便合理的利用它们。例如，为了防止葡萄酒的腐败，提出60°C的低温杀菌法。这样，由于巴士德的研究，从而使工业部门大大地提高了生产能力和产品质量。巴士德的研究工作，不仅解决了生产上所存在的一些问题，而且奠定了微生物学发展的基础。同时，使微生物学的新的部门也发展了起来。这个新的部门后来称为工业微生物学，是研究各种发酵工业生产的全部生物化学原理和媒介物。这种工业在各国国民经济中占有很重要的地位。

由于巴士德对微生物作过广泛的研究，他为生物发酵学说打下了牢固的基础。即他认为发酵作用是基于酵母的生活机能，而且没有活的酵母，绝对不能发生酒精发酵。酵母是一种低等植物，它的营养也和其它的植物一样，需要氮源、碳源和无机物等。酵母由简单的氮源形成蛋白质。酒精发酵时，糖分100容积中，有94~95容积转化为酒精和二氧化碳，残留的4~6容积产生甘油琥珀酸等，1容积被消费为酵母的营养。缺乏氧气的供应

时，酵母的发酵作用旺盛；供应氧气时，酵母的增殖力强，但发酵力弱。不供应糖分于酵母时，它发生自溶。巴士德的研究，还区别了好气性细菌和嫌气性细菌，并且发现了乳酸菌、醋酸菌、酪酸菌，决定乳酸、醋酸和酪酸的成因。

巴士德又用人工培养法培养成功炭疽病的病原菌，并且还进行了恶性浮肿芽孢杆菌和鸡霍乱菌等的培养。在免疫方面发现了狂犬病疫苗。

在19世纪前半叶，德国的化学家利比希（Liebig）的观点，即机械发酵说，在学者之间占优势。他认为发酵是由于蛋白质分解所引起的化学现象。即在糖液中因蛋白质分解，它的原子发生运动。这种运动带动了糖，使糖的原子或分子发生动摇，因此糖就分解了。巴士德反对利比希这种学说，他认为发酵过程不是单纯的化学现象，而是无可辩驳地证明了发酵是由活的酵母作用而使物质分解的。他是用酵母来试验证明他的生物发酵说的正确性的。即在糖溶液中加入铵盐和酵母粉，并接种少量酵母，则在不含分解的蛋白质的培养液中，也可见到发酵作用。显然发酵作用的本质，不是化学的，而是生物化学的“酒精发酵是和酵母的生活有关的作用”。酵母从何而来呢？它是从空气、果皮、谷物种子等中带进发酵的液体里来的。

继巴士德之后，德国细菌学者柯赫（Robert Koch, 1843~1910年）创造明胶培养基，使纯粹培养细菌成功。他利用此纯粹培养发现结核菌和霍乱菌等。伤寒菌、白喉菌和破伤风菌等，也是他的门徒发现的。另外他还设计了为培养基杀菌用的杀菌锅，即柯赫杀菌锅。他的门徒伟及特（Weizert, 1876年）始创苯胺色素并发现染色细菌；黑舍（Hesse, 1881年）创造了琼脂培养基。

关于细菌种的概念，从发展来看，是一个重要问题。根据现在细菌的分类法，细菌是属裂殖菌类，且又分为许多种。但在19世纪70年代，细菌在生物系统中的位置，不够明确，随而对细菌