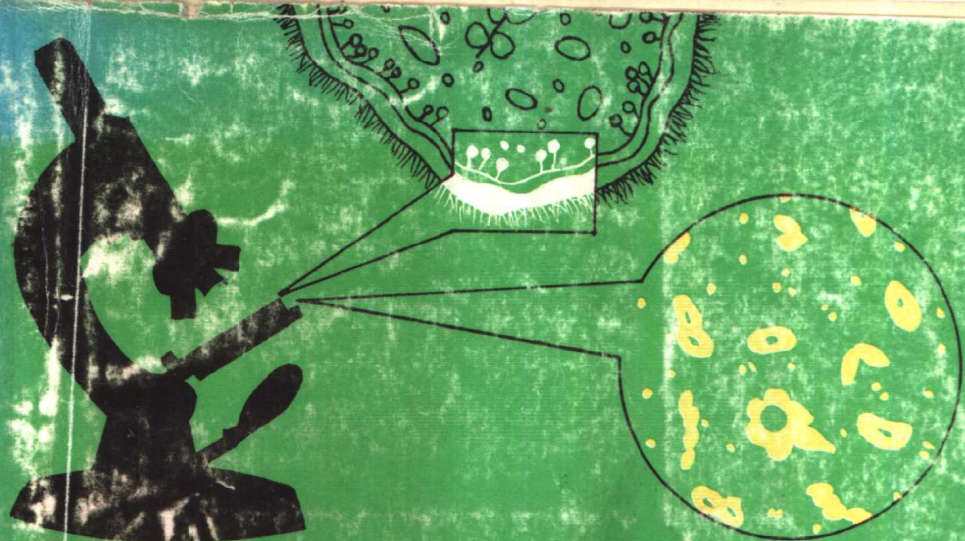




微生物学基础 与 食用菌栽培

万增强 刘少芬 编



广西师范大学出版社

微生物学基础与食用菌栽培

万增强 刘少芬 编

广西师范大学出版社

(桂)新登字 04 号

微生物学基础与食用菌栽培

万增强 刘少芬 编

责任编辑：陈仲芳

封面设计：韦明军

广西师范大学出版社出版

邮政编码：541001

(广西桂林市中华路 36 号)

广西新华书店发行

湖南省地质测绘印刷厂印刷

*

开本：850×1168 1/32 印张：9.75 字数：260 千字

1993 年 2 月第 1 版

1993 年 2 月第 1 次印刷

印数：0001—1500 册

ISBN 7-5633-1475-X/G · 1188

定价：5.50 元

前 言

食用菌是大家所熟知的营养丰富并能防病治病的健康食品。近年来,我国对食用菌的研究和生产发展迅速。为培养食用菌专业人材,一些大专院校、农校、职业中学等设立了食用菌专业,开设食用菌栽培技术课程和办培训班,以适应食用菌研究与生产发展的社会需要。

食用菌的制种、栽培等生产实践都离不开有关的微生物学的基础知识和理论的指导;培育食用菌的优良品种、探讨食用菌的高产稳产途径,也都是采用微生物学研究的手段。因此,微生物学基础知识对掌握好食用菌技术是很重要的。出于这样的考虑,我们编写了这本《微生物学基础与食用菌栽培》,它将微生物学基础知识与食用菌的生物学、制种、栽培等知识和技术有机地结合,注重理论指导实践、理论与实践相结合;注重引入新信息、新技术,使其更适应当今科技发展的需要。本书可作为大专、中专和职业中学等微生物学基础和食用菌课程教材,也可作为食用菌生产者、食用菌栽培的爱好者系统掌握微生物学知识和食用菌栽培技术的读物。

本书的微生物学基础部分和食用菌栽培部分的第一、二章以及附录、附表由万增强编写;食用菌栽培部分的第三章至第十章由刘少芬编写,全书由万增强统稿。书稿得到梁倩华教授的审阅,在此表示感谢。

把微生物学基础知识和食用菌合编为一书,目前尚为首次尝

试，经验不足，水平有限，若有不当和错误之处，恳请读者予以指出并提出改进意见，以期再版时，更臻完善。

编 者
1992年5月

目 录

第一部分 微生物学基础

第一章 微生物的形态结构	(1)
第一节 细菌	(1)
一、细菌的形态与大小	(2)
二、细菌的细胞结构	(5)
三、细菌的菌落形态	(15)
四、细菌的繁殖	(15)
第二节 放线菌	(16)
一、放线菌的形态结构	(17)
二、放线菌的菌落特征	(18)
三、放线菌的繁殖	(19)
四、放线菌在微生物分类中的地位	(19)
第三节 酵母菌	(20)
一、酵母菌的形态结构	(21)
二、酵母菌的繁殖	(21)
第四节 霉菌	(23)
一、霉菌的形态结构	(23)
二、霉菌的菌落特征	(24)
三、霉菌的繁殖	(24)
四、几种常见的霉菌	(25)
第五节 病毒	(28)
一、病毒的形态结构	(28)
二、病毒的增殖	(33)
第六节 类病毒	(38)
第二章 微生物的营养	(39)

第一节 微生物的营养要素	(39)
一、能源	(39)
二、碳源	(40)
三、氮源	(41)
四、矿质元素	(41)
五、生长因素	(42)
六、水	(43)
第二节 微生物的营养类型	(43)
一、自养型	(44)
二、异养型	(45)
第三节 培养基	(46)
一、配制培养基的原则	(46)
二、培养基的类型及其应用	(48)
第三章 微生物的呼吸与发酵	(52)
第一节 呼吸作用的本质	(52)
第二节 微生物产能代谢的类型	(53)
一、发酵	(53)
二、有氧呼吸	(55)
三、无氧呼吸	(56)
第三节 微生物的发酵方式及其产品类型	(57)
一、微生物的发酵方式	(57)
二、微生物发酵产品的类型	(58)
第四章 微生物的生长	(60)
第一节 微生物的纯培养生长	(60)
一、纯培养的分离	(60)
二、生长的测定	(62)
三、生长曲线	(63)
第二节 理化因素对微生物生长的影响	(66)
一、温度	(67)
二、氢离子浓度	(70)
三、辐射	(71)

四、干燥	(73)
五、渗透压	(73)
六、重金属及其化合物	(74)
七、有机化合物	(74)
八、卤素及其化合物	(75)
九、染料	(76)
第三节 化学药剂对微生物的作用	(76)
一、抗代谢物	(76)
二、抗生素	(77)
第五章 微生物的遗传变异	(79)
第一节 微生物遗传变异的物质基础	(80)
一、脱氧核糖核酸 (DNA) 与微生物的遗传变异	(80)
二、DNA 和染色体的关系	(81)
三、DNA 的分子结构	(81)
四、DNA 的复制	(83)
第二节 基因突变和诱变育种	(84)
一、微生物基因突变的类型	(84)
二、自发突变	(85)
三、诱发突变	(87)
第三节 基因重组和杂交育种	(103)
一、转化	(103)
二、转导	(106)
三、溶原转变	(108)
四、杂交育种	(109)
第四节 菌种的保藏	(112)
第六章 微生物的生态	(114)
第一节 自然界中的微生物	(114)
一、空气中的微生物	(114)
二、水中的微生物	(115)
三、土壤中的微生物	(117)
第二节 微生物种间以及微生物与其他生物之间的关系	(119)

一、互生关系	(119)
二、共生关系	(120)
三、拮抗(抗生)关系	(121)
四、寄生关系	(121)
第三节 微生物在自然界物质转化中的作用	(122)
一、微生物在碳素循环中的作用	(123)
二、微生物在氮素循环中的作用	(125)

第二部分 食用菌

第一章 食用菌的形态结构、生活史及简明分类	(130)
第一节 食用菌的形态结构	(130)
一、菌丝体	(131)
二、菌柄	(133)
三、菌盖	(134)
四、孢子	(136)
第二节 食用菌的生活史	(139)
一、初生菌丝	(139)
二、同宗结合与异宗结合	(140)
三、次生菌丝(体)和三级菌丝(体)	(141)
四、生活史	(142)
第三节 食用菌的简明分类	(144)
第二章 食用菌与生态环境	(147)
第一节 食用菌及其生活条件	(147)
一、温度	(147)
二、水分和湿度	(149)
三、酸碱度(pH值)	(151)
四、氧气与二氧化碳	(151)
五、营养	(152)
六、光线	(156)
第二节 食用菌的生物环境	(158)
一、食用菌与动物的关系	(158)

二、食用菌与植物的关系	(159)
三、食用菌与其他微生物的关系	(160)
第三章 基本设备及培养基制备	(162)
第一节 基本设备	(162)
一、接种室	(162)
二、接种箱	(163)
三、菌种室	(163)
四、菇房	(164)
五、灭菌锅	(167)
六、孢子采集器	(168)
七、菌种瓶	(168)
八、接种工具	(168)
九、菌种瓶架	(169)
第二节 培养基的配制与灭菌	(169)
一、母种培养基的制作	(169)
二、原种培养基的制作	(170)
三、栽培种培养基的制作	(172)
四、消毒与灭菌	(173)
第四章 菌种	(176)
第一节 菌种的分离	(176)
一、孢子分离法	(176)
二、组织分离法	(179)
三、基内菌丝分离法	(181)
四、分离后的培养	(183)
第二节 菌种的扩大与培养	(184)
一、接种	(184)
二、菌种培养	(186)
三、菌种质量鉴定	(188)
四、食用菌菌种选育及保藏	(192)
第五章 木生菌类的段木栽培	(193)
第一节 香菇的生物学特性	(194)

一、形态	(194)
二、生活条件	(194)
第二节 香菇段木栽培技术	(196)
一、菇场的选择	(196)
二、菇树的选择	(197)
三、段木的准备	(198)
四、段木的接种	(199)
五、接种后的菇木管理	(202)
六、起架出菇	(204)
七、采收	(206)
八、采菇后的菇木管理	(206)
第六章 草生菌类的栽培	(208)
第一节 蘑菇的栽培	(208)
一、蘑菇的生物学特性	(208)
二、栽培技术	(210)
第二节 草菇的栽培	(218)
一、草菇的生物学特性	(218)
二、栽培技术	(220)
第七章 木生菌类的代料栽培	(225)
第一节 香菇菌筒栽培	(228)
一、栽培季节	(228)
二、料筒制作	(228)
三、接种与培养	(230)
四、菇筒栽培与管理	(232)
五、出菇期管理	(235)
第二节 平菇的栽培	(238)
一、平菇的生物学特性	(239)
二、栽培技术	(240)
第三节 木耳的栽培	(245)
一、黑木耳的生物学特性	(245)
二、栽培技术	(247)

第四节 金针菇的栽培	(249)
一、金针菇的生物学特性	(250)
二、栽培技术	(251)
第五节 猴头菌的栽培	(255)
一、猴头菌的生物学特性	(255)
二、栽培技术	(256)
第八章 竹荪的人工栽培	(258)
第一节 竹荪的生物学特性	(259)
一、形态结构	(259)
二、生活条件	(260)
第二节 栽培技术	(261)
一、母种的分离和培养	(261)
二、原种和栽培种的培养	(261)
三、栽培方法	(262)
四、采收和加工	(265)
第九章 食用菌的主要病虫害及防治	(267)
第一节 杂菌、病害及防治	(267)
一、真菌性病害	(267)
二、细菌性病害	(271)
三、病毒性病害	(272)
四、食用菌段木栽培常见的病害	(272)
第二节 虫害及其防治	(273)
一、眼菌蚊	(273)
二、瘿蚊	(274)
三、蚤蝇	(275)
四、螨类	(275)
五、线虫	(276)
六、蛭螭	(277)
七、白蚁	(278)
第十章 食用菌的加工	(279)
第一节 保鲜	(279)

一、蘑菇化学保鲜法	(279)
二、平菇冷冻贮藏法	(279)
三、腌制	(280)
第二节 盐渍	(280)
一、原料菇的选择	(280)
二、清洗、漂白、漂洗	(280)
三、杀青、冷却	(280)
四、盐渍	(281)
五、装桶	(281)
第三节 干制	(281)
一、晒干	(282)
二、烘干	(282)
三、木耳的烘烤	(283)
四、干制品的贮藏	(283)
第四节 食用菌产品的分级	(284)
一、干香菇	(284)
二、干黑木耳	(284)
三、鲜蘑菇	(285)
四、鲜草菇	(285)
五、鲜金针菇	(285)
六、鲜平菇	(286)
附录	(287)
附表	(296)
主要参考文献	(300)

第一部分 微生物学

在我们周围,存在着一个肉眼难以发现的庞大的微生物世界。微生物是指一些个体体积微小(一般直径小于1mm),结构简单的低等生物,它们大多数是单细胞,少数为多细胞,还有些没有细胞结构。由于其形体微小,所以必须在光学显微镜甚至电子显微镜下才能看清它们的形态结构。微生物可包括细菌、放线菌、酵母菌、立克次氏体、衣原体、支原体、病毒和真菌。单细胞的藻类和原生动物也属于微生物,但现在人们将它们分别归属于植物与动物的范围。

对于生物的分类,人们曾把生物分成动物界和植物界。后来发现有些微生物近似植物,与植物关系密切;有些微生物又近似动物。显然将它归属于植物界或动物界都不恰当。于是便提出了一些新的分类系统。1969年魏塔克(R. Whittaker)首先提出了五界系统,他将生物分为原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界五界。近年来我国学者提出无细胞结构的病毒应作为一界。即病毒界。在这六界中,微生物占有四界,显示了微生物在自然界中的重要地位。因此,微生物学的研究对象是十分广泛而丰富的。

第一章 微生物的形态结构

第一节 细菌

细菌是在自然界中分布最广、数量最多的一类微生物。可是

由于它的形体太小，因而不被人们所认识。事实上，人们经常都在与细菌打交道，日常生活中出现的食品变质、墨汁变臭、抹布发粘、某些传染病的发生等等，都是由于细菌的生命活动所引起的。随着人们对微生物生命活动规律认识的日益深入，细菌性的疾病基本上都已被控制。而细菌对人类的有益作用，越来越被人们所认识与重视，并已广泛应用到工、农、医各个实践领域中去。例如，工业上淀粉酶、蛋白酶以及各种氨基酸和维生素的发酵生产，农业上对杀螟杆菌、青虫菌和农用抗生素的应用，医学上菌苗、类毒素以及各种医用抗生素的应用等，都是利用细菌有益的作用。

一、细菌的形态与大小

(一) 细菌的形态

细菌具有球状、杆状和螺旋状三种基本形态，在这三种类型之间，还存在着一些不明显的过渡形态。

1. 球菌 球状的细菌称为球菌。根据球菌分裂的方式及分裂后各子细胞排列的状态不同。球菌又可分为六种：单个的称为单球菌，如尿素小球菌 (*Micrococcus urae*)；两个联在一起的称为双球菌，如肺炎双球菌 (*Diplococcus pneumoniae*)；连成长链状的称为链球菌，如乳酸链球菌 (*Streptococcus lactis*)；四个细胞联成一个平面的称为四联球菌，如四联小球菌 (*Micrococcus tetragenus*)；八个联成一方块的称八联球菌，如尿素八叠球菌 (*Planosarcin anreae*)；由许多细胞无规律地联成葡萄状的称为葡萄球菌，如金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)。(见图 1-1-1)。

2. 杆菌 杆状的细菌称为杆菌，是细菌中为数最多的一个类群。杆菌往往长与宽的比例上有明显的区别，菌体的两端依菌种不同也呈现出各种形态，有的两端呈平截状，有的稍圆，有的略尖，有的膨大，这些形态学上的细微特征，有时对细菌学检查过程能提供很好的鉴别依据。例如，炭疽杆菌有典型的截平端，而

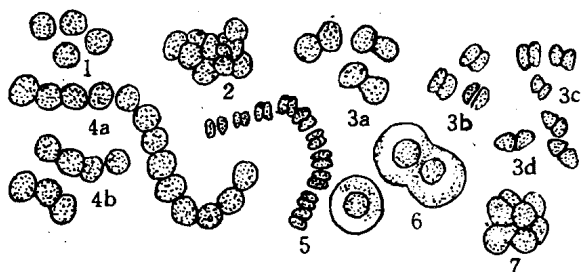


图 1-1-1 球菌形态及排列方式

1. 微球菌；2. 葡萄球菌；3 (a~d). 双球菌；4 (a, b) 链球菌；
5. 含有双球菌的链球菌；6. 具荚膜的球菌；7. 八叠球菌

鼠疫杆菌的两端呈椭圆形。杆菌按其形态有球状菌、链杆菌、分枝杆菌、棒状杆菌和芽孢杆菌等见 (图 1-1-2)。

3. 螺菌 呈弯曲状、螺旋状的细菌称为螺菌。依细胞弯曲的情况不同,分为三种类型:

(1) 弧菌: 菌体略弯, 形如逗号或香蕉状。如霍乱弧菌 (*Vibrio cholerae*)。(图 1-1-3)

(2) 螺旋菌: 菌体较弧菌弯曲, 回转如螺旋, 菌体较硬。如小螺旋菌 (*Spirillum minus*)。

(3) 螺旋体: 是介于细菌与原生动物之间的微生物。菌体柔软, 较螺菌长且回转次数多。如梅毒螺旋体 (*Treponema pallidum*) (图 1-1-3)。



图 1-1-2 杆状细菌形态与排列

上述的细菌三种基本形态, 是单细胞细菌的特征, 各种细菌在年幼时期与适宜的培养条件下表现其典型的形态特征。这些特



图 1-1-3 螺旋菌和弧菌的形态

a. 螺旋菌；b. 弧菌

征可以作为鉴别菌种的依据之一。除了上述三种单细胞细菌基本形态外，还有很多单细胞连成丝状的类型。例如，雪白丝硫细菌 (*Thiothrix nivea*) 与多孢铁细菌 (*Crenothrix polyspora*) 等。

当培养条件改变时，细菌的形态可能不改变，也可能随之改变，这样改变了的形态，叫做衰残型。例如霍乱弧菌在陈旧的培养基上因受累积代谢产物的影响而形成大球形、螺旋形及变形虫形等形态，如果将这种改变了形态的细菌接种到新鲜培养基上，细菌则能再繁殖，重新恢复到原来的形态。

(二) 细菌的大小

细菌的大小，依种的不同而有很大的差异。测量细菌的大小，必须在显微镜下进行。测量细菌大小的单位用微米 (μm) 表示 ($1\mu\text{m}=1/1000\text{mm}$)，如用电子显微镜观察细胞构造或更小的微生物时还应用更小的单位，即纳米 (nm) 表示 ($1\text{nm}=1/1000\mu\text{m}$) 或埃 (Å) 表示 ($1\text{Å}=1/10\text{nm}$)。它们的关系是： $1\text{mm}=10^3\mu\text{m}=10^6\text{nm}=10^7\text{Å}$ 。

测量球菌的大小，只测量其直径。测量杆菌与螺旋菌，则测量其长与宽，但测螺菌长度时，一般只测量其弯曲形的总长度，而不是其真正的长度。

细菌的大小差别虽大，但一般都不超过几微米。大多数球菌细胞直径为 $0.5\sim 2\mu\text{m}$ ；杆菌一般长 $1\sim 5\mu\text{m}$ ，宽为 $0.5\sim 1\mu\text{m}$ 。产芽孢的细菌一般比无芽孢细菌大一些。