



食用菌学

MUSHROOMOLOGY

刁治民 魏克家 吴保锋 王学江 编著



青海人民出版社

青海省科技学术著作出版基金资助出版

食 用 菌 学

MUSHROOMOLOGY

刁治民 魏克家
吴保锋 王学江 编著

青海人民出版社
· 西 宁 ·

图书在版编目(CIP)数据

食用菌学/刁治民等编著. —西宁:青海人民出版社,
2006. 8

ISBN 7-225-02818-9

I. 食... II. 刁... III. 食用菌类—蔬菜园艺
IV. S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 105721 号

食用菌学

SHIYONGJUNXUE

刁治民 魏克家 吴保锋 王学江 编著

出 版 青海人民出版社 (西宁市同仁路10号)
发 行 : 邮政编码 810001 总编室 (0971)6143426
发行部(0971)6143516 6123221
印 刷: 青海新华印刷厂
经 销: 新华书店
开 本: 890mm×1240mm 1/16
印 张: 46
字 数: 1400 千
版 次: 2006 年 8 月第 1 版
印 次: 2006 年 8 月第 1 次印刷
印 数: 1—1 000 册
书 号: ISBN 7-225-02818-9/S·88
定 价: 68.00 元

版权所有 翻印必究

(书中如有缺页、错页及倒装请与工厂联系)

作者简介

刁治民，男，汉族，四川省武胜县人，1956年1月6日生，副教授，硕士研究生导师，理学学士，青海师范大学生命与地理科学学院副院长，生物技术系主任。1982年1月毕业于西南师范大学生命科学学院。现在青海师范大学从事微生物学及有关学科教学和科研工作。

从1982年至今，在青海高校独立讲授专、本科、研究生的生物学基础、微生物学、植物微生物学、饲料微生物学、应用微生物学、食用菌栽培技术、食品发酵工艺学、微生物发酵工程学、微生物检验学、环境生物工程学、微生物生态学、微生物资源学、免疫学、生物统计学、实用生物化学技术、土壤学等多门课程的教学。主持青海省教育厅“青海药用真菌资源调查及开发利用价值的研究”（第一完成者），1997年获青海省科技进步三等奖；主持“青海真菌资源调查及分类研究”（第一完成者），通过省科技厅组织的专家鉴定。参加青海省教育厅“增产菌在青贮玉米上的应用研究”（第二完成者），“高等真菌优化麦秸饲料优良菌种的筛选研究”（第二完成者）；参加北京农业大学教授陈文新院士主持的国家自然科学基金“八·五”重点项目“中国豆科植物根瘤菌资源调查及分类研究”的工作（1998年12月获农业部科技进步一等奖）；发表教学、科研论文100余篇，主编出版了《青海药用真菌》（青海人民出版社，1994）、《平菇高产栽培新技术》（青海人民出版社，1993）著作2部。《青海冬虫夏草自然分布及生物学特性的研究》获1997年青海省微生物学会优秀论文一等奖；《青海发菜的自然分布及生态生理学特性的研究》获青海省微生物学会优秀论文二等奖。获青海省教书育人奖1项，青海省青年科技奖1项，青海省教学成果二等奖1项，青海师范大学教学成果一等奖1项、二等奖1项。

魏克家，男，汉族，陕西人，1954年1月18日生，中共党员，硕士研究生，推广研究员，享受国务院政府特殊津贴专家，现任青海省绿色食品办公室主任，青海省绿色食品协会会长。自大学毕业20多年以来，一直在青海省农业科研生产推广第一线工作，主要从事农业科研、推广、菜篮子工程建设及绿色食品事业等。主持参加了省、部级科研推广项目20余项，共获省、部级科技成果、奖励20多项，其中“青海省高原百万亩旱作农业综合栽培技术推广项目”，荣获农业部二等奖；“万亩高原节能日光温室推广”、“高原瘦肉型猪示范推广”、“高原千栋温室双孢蘑菇引种示范推广”项目获农业部三等奖；“增产菌技术推广”、“果树黄叶病矫治实验”项目获省科技进步四等奖；引进“良种蜂王实验项目”；完成省科委下达的“九·五”重大科技攻关项目“蔬菜周年生产配套推广研究与示范推广”；省政府下达的青海省菜篮子工程项目、设施农业项目，特别是浅山温室的建造、食用菌生产基地建设等为青海省农牧业生产、菜篮子工程、科技推广做出突出贡献。发表学术论文20余篇，其中12篇获优秀论文奖，8篇在全国核心期刊上发表，编写《青海省玉树州东三县农业综合开发研究》和《青海自然资源区划要览》著作2部（青海人民出版社出版）。另外，还编写了《青海省2003~2010年菜篮子工程规划》和《绿色青海》。

前 言

我国是世界上物种最丰富的国家之一。中华民族有采食蕈菌的习惯，并积累了驯化栽培食用菌的经验和方法，创造了悠久的蕈菌文化。

教育培养科技人才是食用菌发展的关键。时代在前进，科技在发展，21世纪是生命科学世纪，食用菌科技产业的发展对生命科学的贡献决定了食用菌在生命科学的重要地位。

目前，国内外食用菌科技在不断发展，为了适应教育和研究的需要，作者结合从事食用菌教学、科研、生产和推广实践，并参考国内外的新技术、新成果，编写了《食用菌学》一书，这对食用菌教学及产业的发展具有重要的意义。

本书共计42章211节，主要介绍食用菌的形态结构、分类、营养生理、生长发育、生态习性等基础理论知识；食用菌培养基制作、菌种分离、菌种选育、扩大培养、质量鉴定、菌种保藏等技术；平菇、杏鲍菇、白灵菇、阿魏菇、榆黄蘑、双孢蘑菇、金针菇、香菇、滑菇、草菇、鸡腿菇、姬松茸、大球盖菇、真姬菇、鲍鱼菇、杨树菇、茶薪菇、猴头菇、银耳、黑木耳、灰树花、灵芝、茯苓、猪苓、中华虫草、蛹虫草、羊肚菌、竹荪、黄伞、金福菇、蒙古口蘑、天麻、裂褶菌、亮菌、槐栓菌、云芝、安络小皮伞、柴达木大肥菇、蘑菇、黑蘑菇、草地蘑菇、香口蘑、大杯蕈、大环柄菇、长根菇、牛舌菌、金耳、榆耳、亚侧耳、榆干离褶伞、松茸、松乳菇、黄绿蜜环菌、雷丸等50多种食用菌生物学特性、栽培技术、病虫害防治以及食用菌产品保鲜加工技术。

本书内容丰富，选材新颖，信息量大，内容充实，观点明确，阐述清楚，实用性强，汇集了作者多年从事食用菌教学、科研及开发应用所积累的新知识、新技术、新成果，反映了食用菌发展的新水平，适合生物科学、生物技术、生物工程、食品科学、农学或其他有关专业的研究参考，既可供生物科

学、生物技术等有关专业的学生参考应用，也可供从事相关学科的研究者和生产者参考应用。各专业可根据自己的需要和学时，选择性地讲授部分章节。

在编写过程中，本书引用了大量的文献资料，特向有关作者谨致谢忱；感谢青海省农牧厅、青海省绿色食品协会和青海省绿色食品办公室对本书编写给予的关心和支持；感谢青海省人民政府和青海省科技厅对本书的资助出版。

本书的编写在许多方面是一次改革的尝试，希望能得到社会各方面的关心和支持，使它在使用中不断提高和日臻完善。由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中不足和疏漏在所难免，敬请读者指正，以便修正、补充和完善。

编者

2006年6月



目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 食用菌与食用菌学	(1)
第二节 食用菌发展简史	(2)
第二章 食用菌生物学基础	(4)
第一节 食用菌的形态结构	(4)
第二节 食用菌的生活史	(16)
第三节 食用菌的分类	(19)
第四节 食用菌营养生理类型	(42)
第五节 食用菌的生活条件	(48)
第六节 食用菌生态学	(51)
第七节 食用菌资源收集	(55)
第八节 中国食用菌资源	(59)
第九节 蕈菌的资源价值及开发前景	(65)
第三章 菌种培养技术	(73)
第一节 菌种生产的类型及流程	(73)
第二节 菌种生产的基本设备	(74)
第三节 一级菌种的培养技术	(79)
第四节 二级菌种和三级菌种的生产	(90)
第五节 液体菌种的生产	(97)
第六节 菌种质量鉴定	(103)
第七节 食用菌优良菌种的选育	(108)
第八节 菌种保藏与复壮	(112)
第四章 平菇	(117)
第一节 概述	(117)
第二节 平菇生物学特性	(118)
第三节 平菇生产工艺流程	(124)
第四节 平菇菌种培养	(124)
第五节 平菇栽培技术	(129)
第六节 白平菇	(140)
第五章 杏鲍菇	(144)
第一节 概述	(144)
第二节 杏鲍菇生物学特性	(145)
第三节 杏鲍菇菌种培养	(148)
第四节 杏鲍菇栽培技术	(150)
第六章 白灵侧耳	(158)
第一节 概述	(158)

第二节	白灵侧耳生物学特性	(159)
第三节	白灵侧耳菌种培养	(160)
第四节	白灵侧耳栽培技术	(161)
第七章	阿魏侧耳	(170)
第一节	概述	(170)
第二节	阿魏侧耳生物学特性	(171)
第三节	阿魏侧耳菌种培养	(172)
第四节	阿魏侧耳栽培技术	(173)
第八章	金顶侧耳	(175)
第一节	概述	(175)
第二节	金顶侧耳生物学特性	(176)
第三节	金顶侧耳菌种培养	(177)
第四节	金顶侧耳栽培技术	(178)
第九章	双孢蘑菇	(183)
第一节	概述	(183)
第二节	双孢蘑菇生物学特性	(185)
第三节	双孢蘑菇菌种培养	(188)
第四节	双孢蘑菇栽培技术	(195)
第十章	金针菇	(220)
第一节	概述	(220)
第二节	金针菇生物学特性	(223)
第三节	金针菇菌种培养	(227)
第四节	金针菇栽培技术	(230)
第五节	金针菇规模化生产工艺	(240)
第六节	白色金针菇栽培技术	(243)
第十一章	香菇	(248)
第一节	概述	(248)
第二节	香菇生物学特性	(252)
第三节	香菇菌种培养	(254)
第四节	香菇栽培技术	(256)
第十二章	滑菇	(275)
第一节	概述	(275)
第二节	滑菇生物学特性	(275)
第三节	滑菇菌种培养	(277)
第四节	滑菇栽培技术	(278)
第十三章	草菇	(282)
第一节	概述	(282)
第二节	草菇生物学特性	(283)
第三节	草菇菌种培养	(287)
第四节	草菇栽培技术	(287)
第十四章	鸡腿菇	(296)
第一节	概述	(296)
第二节	鸡腿菇生物学特性	(297)
第三节	鸡腿菇菌种培养	(299)

第四节	鸡腿菇栽培技术	(303)
第五节	鸡腿菇保鲜与加工	(320)
第十五章	姬松茸	(323)
第一节	概述	(323)
第二节	姬松茸生物学特性	(325)
第三节	姬松茸菌种培养	(326)
第四节	姬松茸栽培技术	(328)
第五节	姬松茸加工技术	(332)
第十六章	大球盖菇	(334)
第一节	概述	(334)
第二节	大球盖菇生物学特性	(335)
第三节	大球盖菇菌种培养	(336)
第四节	大球盖菇栽培技术	(338)
第十七章	真姬菇	(345)
第一节	概述	(345)
第二节	真姬菇生物学特性	(345)
第三节	真姬菇菌种培养	(347)
第四节	真姬菇栽培技术	(348)
第十八章	鲍鱼菇	(354)
第一节	概述	(354)
第二节	鲍鱼菇生物学特性	(354)
第三节	鲍鱼菇菌种培养	(355)
第四节	鲍鱼菇栽培技术	(356)
第十九章	杨树菇	(359)
第一节	概述	(359)
第二节	杨树菇生物学特性	(359)
第三节	杨树菇菌种培养	(361)
第四节	杨树菇栽培技术	(363)
第二十章	茶薪菇	(368)
第一节	概述	(368)
第二节	茶薪菇生物学特性	(368)
第三节	茶薪菇菌种培养	(369)
第四节	茶薪菇栽培技术	(370)
第二十一章	猴头菌	(376)
第一节	概述	(376)
第二节	猴头菌生物学特性	(377)
第三节	猴头菌种的培养	(378)
第四节	猴头菌栽培技术	(380)
第五节	猴头药用菌丝体培养技术	(386)
第六节	猴头菌加工技术	(387)
第二十二章	银耳	(393)
第一节	概述	(393)
第二节	银耳生物学特性	(394)
第三节	银耳菌种培养	(396)

第四节	银耳栽培技术	(397)
第二十三章	黑木耳	(405)
第一节	概述	(405)
第二节	黑木耳生物学特性	(406)
第三节	黑木耳菌种培养	(408)
第四节	黑木耳栽培技术	(408)
第五节	毛木耳	(417)
第六节	白背木耳	(419)
第二十四章	灰树花	(421)
第一节	概述	(421)
第二节	灰树花生物学特性	(423)
第三节	灰树花菌种培养	(424)
第四节	灰树花栽培技术	(425)
第二十五章	灵芝	(434)
第一节	概述	(434)
第二节	灵芝生物学特性	(440)
第三节	灵芝菌种培养	(447)
第四节	灵芝栽培技术	(449)
第五节	灵芝发酵技术	(453)
第六节	灵芝加工与应用	(455)
第二十六章	茯苓	(464)
第一节	概述	(464)
第二节	茯苓生物学特性	(465)
第三节	茯苓纯菌种培养	(466)
第四节	茯苓栽培技术	(468)
第二十七章	猪苓	(472)
第一节	概述	(472)
第二节	猪苓生物学特性	(473)
第三节	猪苓菌种培养	(474)
第四节	猪苓栽培技术	(475)
第二十八章	中华虫草	(477)
第一节	概述	(477)
第二节	中华虫草生物学特性	(480)
第三节	中华虫草菌种培养	(489)
第四节	蝙蝠蛾幼虫的饲养	(492)
第五节	中华虫草人工培养技术	(496)
第六节	中华虫草发酵技术	(497)
第七节	中华虫草的应用	(503)
第二十九章	蛹虫草	(507)
第一节	概述	(507)
第二节	蛹虫草生物学特性	(507)
第三节	蛹虫草菌种培养	(508)
第四节	蛹虫草栽培技术	(510)
第三十章	羊肚菌	(512)

第一节 概述	(512)
第二节 羊肚菌生物学特性	(517)
第三节 羊肚菌菌种培养	(528)
第四节 羊肚菌栽培技术	(529)
第五节 羊肚菌菌丝体深层培养技术	(531)
第三十一章 竹荪	(535)
第一节 概述	(535)
第二节 竹荪生物学特性	(535)
第三节 竹荪菌种培养	(540)
第四节 竹荪栽培技术	(543)
第五节 竹荪分级及加工	(547)
第三十二章 黄伞	(548)
第一节 概述	(548)
第二节 黄伞生物学特性	(548)
第三节 黄伞菌种培养	(549)
第四节 黄伞栽培技术	(551)
第三十三章 金福菇	(553)
第一节 概述	(553)
第二节 金福菇生物学特性	(554)
第三节 金福菇菌种培养	(555)
第四节 金福菇栽培技术	(555)
第三十四章 蒙古口蘑	(557)
第一节 概述	(557)
第二节 蒙古口蘑生物学特性	(558)
第三节 蒙古口蘑菌种培养	(558)
第四节 蒙古口蘑栽培技术	(558)
第三十五章 蜜环菌与天麻	(562)
第一节 概述	(562)
第二节 天麻生物学特性	(564)
第三节 天麻菌种培养技术	(571)
第四节 天麻栽培技术	(572)
第五节 蜜环菌发酵技术	(586)
第三十六章 槐栓菌	(588)
第一节 概述	(588)
第二节 槐栓菌生物学特性	(588)
第三节 槐栓菌菌种培养	(589)
第四节 槐栓菌栽培技术	(589)
第五节 槐栓菌固体发酵工艺流程	(589)
第六节 槐栓菌的应用	(589)
第三十七章 云芝	(591)
第一节 概述	(591)
第二节 云芝生物学特性	(592)
第三节 云芝菌种培养	(592)
第四节 云芝栽培技术	(592)

第五节 云芝发酵技术	(593)
第三十八章 安络小皮伞	(596)
第一节 概述	(596)
第二节 安络小皮伞生物学特性	(596)
第三节 安络小皮伞菌种培养	(596)
第四节 安络小皮伞深层发酵	(597)
第三十九章 裂褶菌	(599)
第一节 概述	(599)
第二节 裂褶菌生物学特性	(599)
第三节 裂褶菌发酵技术	(600)
第四十章 其他食用菌	(601)
第一节 柴达木大肥菇	(601)
第二节 蘑菇	(603)
第三节 黑蘑菇	(604)
第四节 草地蘑菇	(606)
第五节 褐蘑菇	(607)
第六节 大杯蕈	(607)
第七节 大环柄菇	(611)
第八节 长根菇	(613)
第九节 牛舌菌	(616)
第十节 金耳	(617)
第十一节 榆耳	(620)
第十二节 亚侧耳	(623)
第十三节 榆干离褶伞	(625)
第十四节 松茸	(626)
第十五节 松乳菇	(637)
第十六节 黄绿密环菌	(639)
第十七节 雷丸	(641)
第十八节 亮菌	(642)
第四十一章 食用菌病虫害防治	(644)
第一节 概述	(644)
第二节 食用菌生理性病害	(645)
第三节 食用菌竞争性病害	(653)
第四节 食用菌侵染性病害	(661)
第五节 常见食用菌虫害及防治	(669)
第四十二章 食用菌的保鲜加工	(683)
第一节 保鲜方法	(683)
第二节 食用菌浸渍加工技术	(684)
第三节 食用菌脱水技术	(692)
第四节 食用菌罐藏技术	(693)
第五节 食用菌产品深加工	(695)
附录	(718)
参考文献	(720)



第1章

绪论

第一节 食用菌与食用菌学

一、食用菌

食用菌被人们称为食用蕈菌。蕈菌的英文是 Mushroom。公元 1703 年吴材著《吴菌谱》中记载：“出于树者为‘蕈’，出于地者为‘菌’。”蕈和菌皆指具有比较复杂的组织结构，肉眼可辨的有显著子实体的高等真菌，即那些具有显著子实体以资鉴别的一类高等大型真菌（Macrofungi）。其中肉质可食用的是食用蕈菌（Edible Mushroom）或食用菌；具有药用价值的称为药用蕈菌（Medicinal Mushroom），一些具有毒性的大型真菌称为毒蕈（Poisonous Mushroom）。此外，还有一些功能未明的蕈菌待进一步研究，这种区别是相对的。因为许多蕈菌是可食的，可补亦可药用。

蕈菌在自然界和生态系统的物质循环中起重要作用，它们能将植物凋落物中的复杂有机物分解转化为各种无机物，以供再利用；同时不少种类的蕈菌能与许多树木的根系共生，形成菌根。菌根能分泌各种有机物和碱类物质，有利于土壤中有有机物质的分解，而且还扩大了根系对水分和各种营养物质的吸收，特别是对磷的吸收，增加了林木合成有机物质的能力。毫无疑问，通过菌根真菌的调查研究，将会对蕈菌资源开发利用产生促进作用，对树木的生长丰产有十分重要意义。

蕈菌形成多种子实体，有不少种类具有很高经济价值。除栽培的平菇、猴头、木耳、香菇、金针菇等少数种类外，还有蕴藏丰富的野生菌，如松乳菇、大肥菇、黄绿蜜环菌等。这些名贵食药用菌，不仅味道鲜美，还有健身、滋补及治癌、抗癌作用。灵芝、猪苓、马勃、虫草等，则是传统而珍奇的中药材。一些蕈菌含有毒性物质，可引起人和动物中毒。目前，毒蕈的毒素及菌素在医学和分子生物学的研究和应用领域显示出越来越广阔的前景。

真菌约有 150 万余种，是世界上仅次于昆虫类的第二大生物群，但目前已知真菌只有 6.9 万种，约占总数的 5%（Hawksworth, 1991）。其中约 1 万种是肉质的大型真菌，只有少数大型真菌是有毒的。在蕈菌中，要区分有毒和食用蕈菌是不易的，因此，对于蕈菌只有了解其确切名称后方可食用。世界上有食药用菌 2 000 种，有的学者认为多达 5 000 种。中国至少有 1 500 种或接近 2 000 种，其中研究报道过的有 1 100 种，隶属于 166 属，54 科，14 目。在这些蕈菌中，有 100 种在人工栽培条件下培养出子实体，40 种有经济价值，20~30 种可大量生产，具有商业价值，还有 10 余种不能形成子实体，但可供菌丝体发酵培养。

可人工栽培但尚未大量生产的食药用菌，有的是因为色、形、味差，商品价值低；有的是因为尚未被市场接受。一般来说，新驯化栽培成功的食药用菌新品种，少则 5 年，多则 10 年才会被人们认识而食用。因此，对食药用菌新品种的消费倡导是至关重要的。

我国尚不能人工栽培的野生食药用菌资源很丰富，比较常见或广泛采集食用的约有 200 多种，适于出口的目前仅有 10 余种，不能人工栽培的几乎都是菌根菌。

长期以来，蕈菌的经济价值已得到肯定。蕈菌作为食物可消除饥饿，作为调味料有独特的风味，还可以作辅助性保健食品。近年来，人们对蕈菌越来越重视，发现许多食用蕈菌同时具有药用价值，最新的药剂和临床分析结果表明，蕈菌的生物学效应明显，尤其具有提高机体免疫力、抗癌和强心的功效。现已开发成功并投放市场的有保健饮料、食物和药物等系列产品。有迹象表明，蕈菌产品可望越来越受

到人们的欢迎。

高等大型真菌作为一种有益的资源,随着科学的发展,将广泛地被开发利用;而其中有害的菌种,将采取各种先进的防治对策予以控制。在干旱少雨、生态环境特异的青海,系统地调查和研究大型真菌,对开发利用和指导蕈菌科研、生产有着重要的意义。

二、食用菌学

食用菌学(Mushroomology)也称食用蕈菌学,是以食用菌(edible fungi)为研究对象的一门科学,是一门新兴的应用真菌的现代学科。食用菌学隶属于生物学,是真菌学的一个重要分支学科。国际上创立于1934年,日本称之为蕈菌学。主要研究食用菌的形态、分类、生态、生理、生化、遗传、栽培及应用等方面的内容。食用菌学和其他许多学科有极其密切的联系,它是在微生物学、真菌学、细胞学、生物化学、生理学、遗传学、发酵学、生态学以及环境工程学等多门学科间相互渗透的基础上发展起来的具有独特专业性质的一门边缘学科。它不仅是一门基础学科,同时也是应用学科。中国食用菌学的研究内容是丰富多彩的。要搞好食用菌的研究与生产,就必须具有系统的食用菌方面的基础知识和掌握大量的实践技术。

第二节 食用菌发展简史

一、食用菌的认识和利用

中国是世界上最早认识食用菌的国家之一。食用菌也伴随着人类文明的进步经历了悠久岁月。东西方文明古国的早期历史文献中,都记述了关于菌类的栽培。《吕氏春秋》载有“味之美者,越骆之菌”。《史记》中有对茯苓的记载,称为“千岁松根,食之不死”。东汉王充的《论衡》中就谈到“紫芝”可以像豆类在地里栽培。我国最早药学专著《神农本草经》中记载了灵芝可治神经衰弱、心悸、失眠等症,并根据菌盖色泽,评述品质高低。6世纪贾思勰的《齐民要术》“素食篇”中详细介绍了木耳的做法。7世纪段成式写的《酉阳杂俎》中,有关于竹荪的描述。苏恭等人著的《唐本草注》中记载了“煮浆粥安诸木上,以草覆之,即生蕈尔”的原始木耳栽培法。唐代韩鄂编的《四时纂要》中,则比较详细地叙述了用烂构木及树叶埋在畦床上栽培构菌的方法。《种菌篇》还对食用菌的种植、管理、采收、贮藏以及菌的有无毒性,能否食用,作了具体叙述。南宋陈仁玉撰写了第一部《菌谱》,其中对侧耳作过“五台天花,亦甲群汇”的评述,还对浙江东南部11种食用菌列述了名称,并对它们的风味、生长习性和出菇环境等作了精辟的论述。这一时期我国人民认识和利用食用菌知识进步很大。在西方国家中,希腊有一名医师在公元1世纪提出用木屑在畦床上栽培杨树鳞耳的方法。到16世纪末,意大利的一位名医用这种方法栽培成功,后来大力传播。虽然这些办法比较原始,但它具体记载了食用菌科学知识的渊源,具备了后来半人工栽培的雏形。这一阶段从技术上考虑,完全是靠食用菌的孢子漫天飞,天然生产,人们只是认识了现象,用一句话概括就是“孢子飞扬,天然生长”这就是食用菌栽培业的诞生。

我国食用菌半人工栽培,有规模的生产应始于元代,可以说是商品生产的开始。王桢撰写的《农书》详细记载了香菇伐树砍花的栽培法:“取向阴地,择其所宜木,枫楮栲等树伐倒,用斧碎砍成坎,以土覆压之,经年树朽,以蕈砍铤,均布坎内,以蒿叶及土覆之,时用泔浇灌。越数时则以槌击树,谓之惊蕈。雨露之余,天气蒸暖,则蕈生矣……采之讫,遗种在内,来岁仍复发”至今,我国不少地方沿用其合理的部分,如选树、砍花、惊蕈等。这一时期的技术也逐渐成熟,如潘之恒于1522~1566年完成的《广菌谱》,记载15种可食菌的生态和利用价值。1578年,李时珍著的《本草纲目》对前人记述的20多种有药用价值菌类的名称考证,对形态、栽培、采集方法和药用功效作了详细论述,记载了32种食药菌。

二、食用菌的驯化栽培

我国是世界上绝大多数食用菌人工栽培的发源地。在采食、认识食用菌的基础上,早就开始驯化、栽培食用菌。在当今世界上五大栽培食用菌中,除双孢蘑菇为法国人于公元1707年首先栽培成功外,

其余的木耳、香菇、金针菇、草菇都是我国最早人工栽培的。目前广泛栽培的一些其他食用菌也是我国首创的。我国食用菌的栽培从诞生到形成产业，大约经历了三个时期。

(一) 萌芽期 (公元1~10世纪)

在这一时期，驯化栽培品种只有金针菇，木耳和茯苓，生产技术十分落后。产量低，品质差，主要产地在淮北和中原一带。人们食用的食用菌以野生为主。

始于1000多年前的木耳半人工栽培方法，在林区伐木，以粥培菌者今日也常有出现。

茯苓作为重要药用真菌，也是1000年前就在松根周围掘取菌块，切块就地下种栽培。

(二) 发展期 (公元10~14世纪)

在这一时期，我国的食用菌人工栽培技术有了新的发展，如宋代出现了香菇砍花栽培。

800年前在浙江西南部山区，由吴三公创始砍花栽培香菇的方法，在龙泉、庆元、景宁三县山区农民遂以伐木栽培香菇为专业，积累了在林内选场、倒树、砍花接菌和击树惊蕈的经验。这一时期从技术上总结可以是“人工砍花，自然接种”。

(三) 成熟期 (公元14世纪以后)

明代以后，我国食用菌栽培积累了大量的经验，其发展十分迅速，草菇、平菇、银耳、血耳等人工栽培相继出现。香菇的栽培技术已相当完善，浙江的香菇、湖北的木耳、四川的银耳，皆盛极一时。

我国近代食用菌生产新产业的形成，始于20世纪30年代，上海引进了双孢蘑菇 [*Agaricus bisporus* (Lang) Sing.] 的纯种堆料栽培技术，在向各地推广栽培中，逐步改进操作技术以适应各地的栽培条件，在引种中评比出优良菌株，并改进制种技术，就地以麦秆、稻草为基料，以猪粪、牛粪代替马粪配料，在室外堆制腐熟，还用土粒代替泥炭为覆土等成功经验，扩大了生产。20世纪50年代以来，随着新中国建立后的经济复兴，食用菌生产广泛推广了纯菌丝体接种，像传统的食用菌香菇、木耳，至今仍打孔接种。这一时期的技术比以前有了很大进步，总结为“人工培养纯菌丝，打孔接种”。

20世纪70年代，由于人工培养纯菌丝的兴起，并开始采用木屑、棉籽壳等农副产品下脚料栽培食用菌。代料栽培的探索，广开了利用其他农副产品及工业生产的下脚料如啤酒渣、甜菜渣、中药渣、废棉等配料堆料，就地取材，使食用菌生产走出山区，向广大农村和城市郊区发展。栽培食用菌的培养料的改进，以尿素、硫酸铵代替畜粪，发展了无粪合成堆料。这一时期主要技术是“代用料栽培，无菌接种”。

近几年，我国的食用菌事业正以空前的规模向前发展，生产技艺也有很大提高，特别是越来越多的科研单位，在食用菌资源调查、野生品种驯化、栽培技术、产品加工和综合利用方面都取得了可喜成绩。

当代科学技术的发展，出现了从基础研究到技术开发应用之间的周期日益缩短的趋势，如对食用菌生长发育过程中的遗传机制、营养生理、生殖生理及酶的功能的研究都有了进展。我国和世界先进的国家相比，在食用菌研究和生产的发酵、代谢、遗传、育种等方面还有一段距离。我们必须努力探索，逐步改变手工操作，栽培管理实行机械化。可以预见，随着新技术革命的兴起，食用菌将会成为举世瞩目的新兴产业。

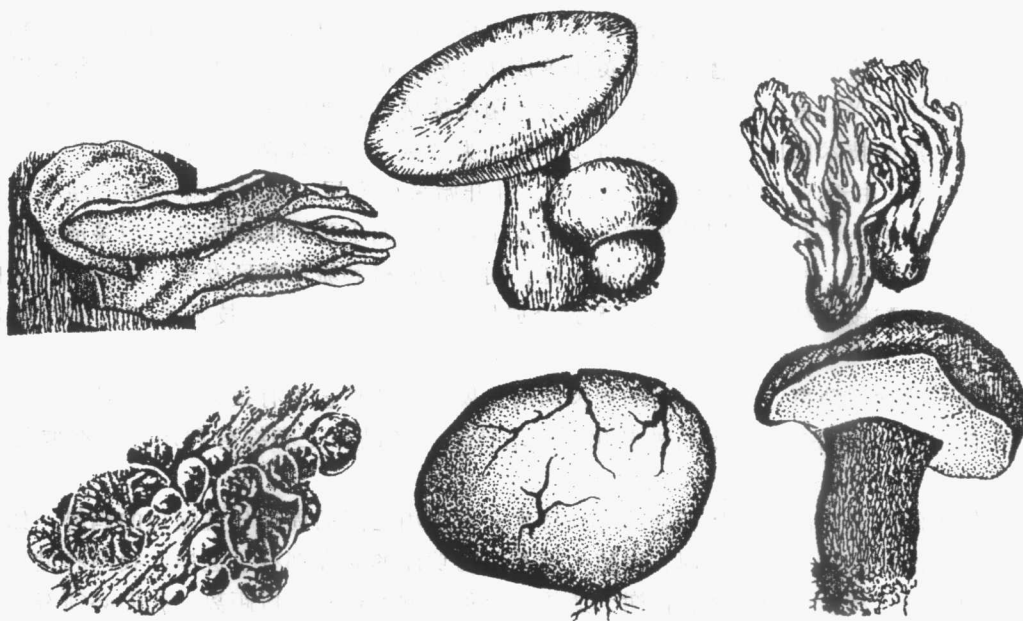


第2章

食用菌生物学基础

第一节 食用菌的形态结构

食用菌是一类可供食用的大型真菌 (Macroscopic Fungi), 俗称菇或蕈 (图 2-1)。在分类学上属于真菌门 (Eumycota), 子囊菌亚门 (Ascomycotina) 和担子菌亚门 (Basidiomycotin) 的菌类。所谓子囊菌是指有性孢子内生于子囊细胞内的菌类, 如羊肚菌。担子菌是指有性孢子外生在担子细胞外的菌类, 如双孢蘑菇、香菇等。目前国内外栽培数量最多的是担子菌亚门的菌类, 包括银耳目的银耳、黑木耳, 多孔菌目的猴头菌和伞菌目的香菇、草菇等。在担子菌亚门中又以伞菌目的种类最多, 资源比较丰富。现以伞菌为例, 介绍一般食用菌的形态结构。



上: 多孔菌 口蘑 珊瑚菌 下: 木耳 马勃 牛肝菌

图 2-1 食用菌的子实体

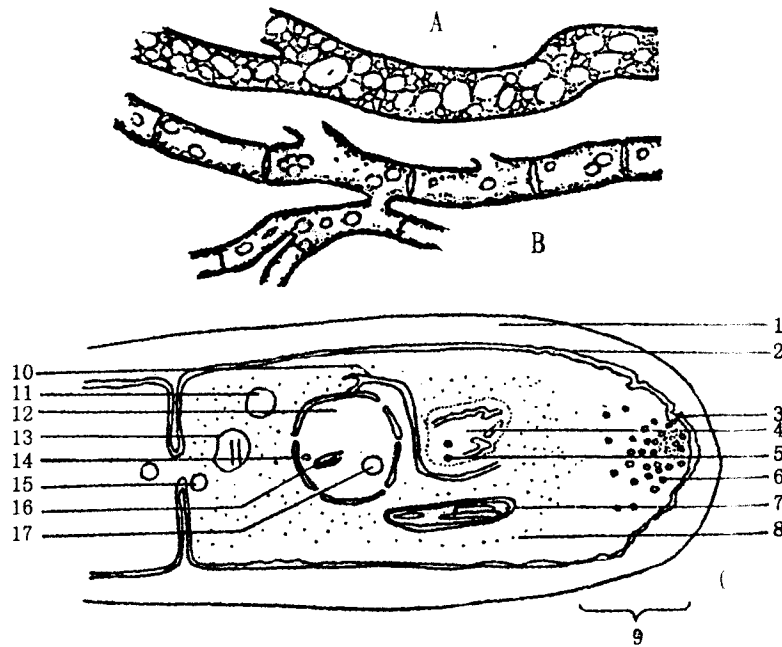
食用菌的形态结构, 都是由菌丝体 (mycelium) 和生长在基质 (substrate) 表面的子实体 (fruit body) 两大部分组成的。

一、菌丝体

(一) 菌丝体的概念

菌丝体是食用菌的营养器官, 分布在基质中, 起吸收、分解、运输和积累营养物质的作用。它是由许多分枝而纤细的菌丝 (pyphae) 组成。菌丝是由孢子萌发而来。菌丝细胞是管状, 通常无色透明, 但老的菌丝可能产生各种色素, 因而呈现种种不同色泽。菌丝中有横隔壁, 大多是多细胞的, 每个菌丝细胞都有细胞壁、细胞质和细胞核。细胞壁的主要成分是几丁质 (图 2-2)。

菌丝体在基质内，一方面吸收营养，一方面分裂繁殖，不断向四周蔓延扩展，并在一定季节和一定的发育阶段，产生出繁殖器官子实体。食用菌生产中所使用的菌种（spawn），实际上就是纯菌丝体。



A. 无隔菌丝 B. 有隔菌丝 C. 菌丝的顶端细胞结构

1. 细胞壁 2. 细胞膜 3. 细胞质膜相连的泡囊 4. 无核糖体区 5. 泡囊
6. 生长点的泡囊 7. 线粒体 8. 核糖体 9. 生长点 10. 内质网 11. 液泡
12. 细胞核 13. 类质体 14. 中心粒状体 15. 微体 16. 微细孔道 17. 核仁

图 2-2 真菌的营养体

由于发育阶段不同，菌丝体的形态结构也不一样，通常可分为初生菌丝体、次生菌丝体和三次菌丝体三种。

1. 初生菌丝体（primary mycelium）：又叫一次菌丝体，是从担孢子萌发而成的菌丝体。开始时含菌丝细胞多核，纤细，以后产生横隔，使每个细胞各具 1 个核，所以也叫单核菌丝体（uninucleate mycelium）（或同核体）。初生菌丝体无论如何繁殖，一般都不会产生子实体。

2. 次生菌丝体（secondary mycelium）：也叫二次菌丝体。初生菌丝体发育到一定阶段，由 2 个单核菌丝细胞的细胞质融合在一起（质配），成为双核细胞，具双核细胞的菌丝体称双核菌丝体。由于细胞内含有 2 个遗传性不同的核，所以又称异核体。双核菌丝体的菌体粗壮，生长也快。在菌丝横隔壁上方有锁状联合的结构；所谓锁状联合是双核菌丝细胞分裂的一种特殊形式，借锁状联合使双核菌丝得以不断增殖。通常菌丝较细的食用菌如香菇、黑木耳等，在双核菌丝上都有锁状联合；菌丝较粗的食用菌如蘑菇、草菇等在双核菌丝上就没有锁状联合。

3. 三次菌丝体（third mycelium）：又叫结实性双核菌丝体。双核菌丝发育到一定阶段，在适宜条件下，能互相扭结成团，发育成子实体原基，进一步发育成子实体。它与次生菌丝体所不同的是有一定排列、一定结构和组织分化的双核菌丝体，而不再是散生的、无组织的双核菌丝体。

有些食用菌的菌丝体平行密集成绳索状的结构叫菌索（或菌丝束）。有些菌丝体成团密集成块状或颗粒状的休眠体叫菌核。菌索和菌核都有保护食用菌免受不良环境影响的作用，菌索还有输送养分的功能，菌核有贮存营养的作用，如茯苓的菌核贮存 80% 的茯苓多糖。

有些食用菌在单核菌丝或双核菌丝上还会形成厚垣孢子、粉孢子、芽孢子、分生孢子等无性繁殖器官。在适宜的环境条件下，这些无性孢子又能萌发成单核菌丝或双核菌丝。