

食用菌

栽培基础与应用

郭尚 编著



中国农业出版社



S646
161

食用菌

栽培基础与应用

郭 尚 编著

SHIYONGJUN ZAIPEI JI

YINGYONG

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食用菌栽培基础与应用 / 郭尚编著. —北京: 中国农业出版社, 2015. 7

ISBN 978 - 7 - 109 - 20689 - 2

I. ①食… II. ①郭… III. ①食用菌-蔬菜园艺
IV. ①S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 153523 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 张 利

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 8.125

字数: 250 千字

定价: 18.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

目 录



第一章 食用菌基础	1
第一节 食用菌的形态	1
一、菌丝体	1
二、子实体	4
第二节 食用菌的繁殖与生活史	7
一、食用菌的生殖方式	7
二、食用菌的生活史	10
第二章 食用菌的营养类型及生长条件	12
第一节 食用菌生长的营养需求	12
一、食用菌生长的营养方式	12
二、食用菌生长所需的营养物质	13
第二节 食用菌生长的环境条件	15
一、温度	15
二、湿度	17
三、酸碱度	19
四、空气	20
五、光照	20
第三章 食用菌菌种生产	21
第一节 菌种类型与分级	21
一、母种（一级种）	22

二、原种（二级种）	22
三、栽培种（三级种）	22
第二节 菌种生产所用的设备	22
一、原料处理设备	22
二、灭菌设备	23
三、接种设备	24
四、培养设备	26
五、菌种保藏设备	27
六、食用菌栽培所用容器	27
第三节 培养基的配制	28
一、培养基的类型	28
二、母种培养基的配制	29
三、原种和栽培种培养基的配制	31
第四节 消毒与灭菌	33
一、物理消毒灭菌	34
二、化学消毒灭菌	36
第五节 接种与培养	38
一、接种前的准备	38
二、母种的接种与培养	38
三、原种的接种与培养	39
四、栽培种的接种与培养	40
第六节 菌种分离方法	42
一、组织分离法	42
二、孢子分离法	43
三、基内菌丝分离法	46
第七节 菌种质量鉴定	47
一、母种质量鉴定	47
二、原种与栽培种质量鉴定	48
第八节 菌种的保藏与复壮	49

一、母种保藏	49
二、原种和栽培种保藏	52
三、菌种复壮	52
第九节 食用菌遗传育种	53
一、食用菌育种的遗传学基础	53
二、食用菌的育种方法	54
第十节 液体菌种制作	56
一、液体菌种的生产设备	57
二、液体培养基	58
三、液体菌种制备工艺流程	59
四、培养条件	61
五、发酵过程	62
六、菌丝纯度及生长状态检查	62
七、液体菌种的接种方法	63
八、液体菌种的保藏方法	64
第四章 香菇栽培	66
第一节 概述	66
第二节 香菇的生物学特性	67
一、形态特征	67
二、生长发育条件	68
三、生活史	71
第三节 香菇的栽培技术	71
一、段木栽培	71
二、代料栽培	77
第五章 金针菇栽培	85
第一节 概述	85
第二节 金针菇的生物学特性	86



一、形态特征	86
二、生长发育条件	87
三、生活史	88
第三节 金针菇的栽培技术	89
一、栽培季节	89
二、菌种制备	90
三、熟料袋栽	90
第六章 平菇栽培	95
第一节 概述	95
第二节 平菇的生物学特性	96
一、形态特征	96
二、生长发育条件	97
三、生活史	99
第三节 平菇的栽培技术	99
一、栽培季节	100
二、栽培前准备	100
三、栽培方式及其装袋、接种	101
四、发菌管理	104
五、出菇管理	104
六、采收	105
七、采后管理	106
第七章 黑木耳栽培	107
第一节 概述	107
第二节 黑木耳的生物学特性	108
一、形态特征	108
二、生长发育条件	109
三、生活史	111

第三节 黑木耳的栽培技术	112
一、段木栽培	112
二、代料栽培	116
第八章 银耳栽培	121
第一节 概述	121
第二节 银耳的生物学特性	122
一、形态特征	122
二、生长发育条件	123
三、生活史	124
第三节 银耳的栽培技术	125
一、栽培季节	125
二、菌种制备	126
三、配料与装袋	127
四、灭菌	128
五、接种	128
六、发菌管理	128
七、出耳管理	129
八、采收	130
第九章 双孢蘑菇栽培	132
第一节 概述	132
第二节 双孢蘑菇的生物学特性	133
一、形态特征	133
二、生长发育条件	134
三、生活史	136
第三节 双孢蘑菇的栽培技术	136
一、栽培季节	136
二、菌种制备	136

三、菇房及床架设置	137
四、原料及配方	137
五、培养料的堆制发酵	138
六、播种	140
七、发菌管理	140
八、覆土管理	140
九、出菇管理	141
十、采收	142
第十章 鸡腿菇栽培	143
第一节 概述	143
第二节 鸡腿菇的生物学特性	144
一、形态特征	144
二、生长发育条件	145
三、生活史	147
第三节 鸡腿菇的栽培技术	147
一、栽培季节	147
二、菌种制备	148
三、培养料的配方	148
四、栽培技术	148
五、出菇管理	151
六、采收	151
第十一章 草菇栽培	152
第一节 概述	152
第二节 草菇的生物学特性	153
一、形态特征	153
二、生长发育条件	154
三、生活史	156

第三节 草菇的栽培技术	157
一、栽培季节	157
二、菌种制备	158
三、培养料的配方	158
四、室外栽培	159
五、室内栽培	160
六、采收	162
第十二章 竹荪栽培	163
第一节 概述	163
第二节 竹荪的生物学特性	164
一、形态特征	164
二、生长发育条件	165
三、生活史	167
第三节 竹荪的栽培技术	167
一、栽培季节	167
二、菌种制备	168
三、培养料的配方	168
四、原料处理	169
五、铺料、播种与覆土	169
六、发菌管理	169
七、出菇管理	170
八、采收	171
第十三章 杏鲍菇栽培	172
第一节 概述	172
第二节 杏鲍菇的生物学特性	173
一、形态特征	173
二、生长发育条件	173

三、生活史	175
第三节 杏鲍菇的栽培技术	175
一、栽培季节	175
二、菌种制备	175
三、培养料的配方	175
四、栽培技术	176
五、采收	179
六、采后管理	179
第十四章 茶树菇栽培	180
第一节 概述	180
第二节 茶树菇的生物学特性	181
一、形态特征	181
二、生长发育条件	182
三、生活史	183
第三节 茶树菇的栽培技术	184
一、栽培季节	184
二、菌种制备	184
三、配料、装袋与灭菌	184
四、接种	185
五、发菌管理	185
六、出菇管理	186
七、采收	187
第十五章 猴头菇栽培	188
第一节 概述	188
第二节 猴头菇的生物学特性	189
一、形态特征	189
二、生长发育条件	189

三、生活史	191
第三节 猴头菇的栽培技术	192
一、栽培季节及常用栽培方法	192
二、菌种制备	192
三、培养料的配方及制备	192
四、培养料的分装及灭菌	193
五、接种	194
六、发菌管理	194
七、出菇管理	194
八、采收	195
第十六章 灵芝栽培	196
第一节 概述	196
第二节 灵芝的生物学特性	197
一、形态特征	197
二、生长发育条件	198
三、生活史	200
第三节 灵芝的栽培技术	200
一、栽培季节	200
二、菌种制备	201
三、栽培方法	201
四、灵芝采收及灵芝孢子粉的收集方法	204
第十七章 食用菌病虫害防治	206
第一节 食用菌主要病害及其防治	206
一、生理性病害	206
二、非生理性病害	207
三、竞争性杂菌	212
第二节 食用菌主要虫害及其防治	217



一、菇蚊类	217
二、菇蝇类	219
三、螨类	219
四、线虫	220
五、蛞蝓	221
六、跳虫	222
第三节 食用菌病虫害的防治方法	222
一、农业措施	223
二、物理防治	224
三、生物防治	225
四、化学防治	226
第十八章 食用菌保鲜与加工	227
第一节 食用菌保鲜	227
一、保鲜原理	227
二、保鲜技术	228
第二节 食用菌加工	230
一、食用菌干制	231
二、食用菌盐渍	234
三、食用菌糖制	236
四、食用菌罐藏	238
五、食用菌速冻	241
六、食用菌的深加工	244
主要参考文献	245



第一章 食用菌基础

第一节 食用菌的形态

不同种类的食用菌以及不同的环境中生长的食用菌有其独特的形态特征。虽然它们在外表上有很大差异，但实际上它们是由生活于基质内部的菌丝体和生长在基质表面的子实体组成的。

一、菌丝体

(一) 菌丝体的形态

食用菌是靠菌丝体进行营养生长的。菌丝是由管状细胞组成的丝状物，是由孢子吸水后萌发形成芽管，芽管的管状细胞不断分枝伸长发育而形成的。菌丝体是由基质内无数纤细的菌丝交织而成的丝状体或网状体，一般呈白色绒毛状。菌丝主要有分解、吸收、转化、积累、运输养分和贮藏、繁殖等功能。

食用菌的菌丝都是多细胞的，主要由细胞壁、细胞膜、细胞质、细胞器和细胞核等组成。细胞管状，壁薄、透明，细胞内含有一个、两个或多个细胞核。菌丝一般呈管状，薄而透明，菌丝可以无限伸长，直径则因菌种而不同，相同菌种在不同环境条件下，菌丝直径也有细微差异。

在光学显微镜下观察，多数种类的菌丝被横隔膜隔成多个细胞。横隔膜是由细胞壁向内环状生长而形成的。菌丝按横隔的有无可以分为有隔菌丝和无隔菌丝（图 1-1）。食用菌的菌丝都为有隔菌丝。

按照不同的发育阶段，食用菌的菌丝可分为初生菌丝、次生菌

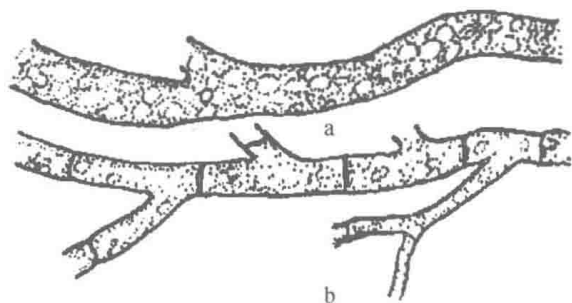


图 1-1 真菌的菌丝

a. 无隔菌丝 b. 有隔菌丝

丝和三生菌丝。

1. 初生菌丝 孢子刚萌发形成的菌丝体为没有横隔膜的多核菌丝，在适宜的环境条件下，产生隔膜把菌丝分隔成许多个单核细胞。这种每个细胞只含有一个细胞核的菌丝即为初生菌丝。初生菌丝极为纤细，其染色体为单倍体。初生菌丝无论怎样繁殖，一般都不能形成子实体。

初生菌丝不具有结实性，所以不能作为生产的菌种食用。但是，它是科研人员选育优良品种不可缺少的原始材料。

2. 次生菌丝 次生菌丝是由两条初生菌丝经过质配以后形成的菌丝，但核并没有融合，以致菌丝中每个细胞均有两个细胞核，这种双核化的菌丝称次生菌丝或双核菌丝、二次菌丝。次生菌丝较初生菌丝粗壮，分枝繁茂，生长速度快。食用菌生产上使用的菌种都是双核菌丝。

双核菌丝的分裂生长不同于单核菌丝，它是以锁状联合方式进行的。先在双核菌丝顶端细胞的两核之间的细胞壁上产生一喙状突起，形似小分枝，分枝向下弯曲，两核之一移进分枝部分，细胞中两个细胞核立即同时进行有丝分裂，形成四个子核，分枝的顶端与细胞的另一处融合，分枝中的一个子核沿着突起移入到细胞的基部，另一个子核进入顶部，另一母核分裂产生的两个子核中，一个随新细胞生长方向移到顶端，另一个子核则和分枝中接来的子核配合在一起，最后在细胞中间和喙状突起处分别各形成一个新隔膜，



使一个母细胞形成两个具有双核的子细胞（图 1-2）。

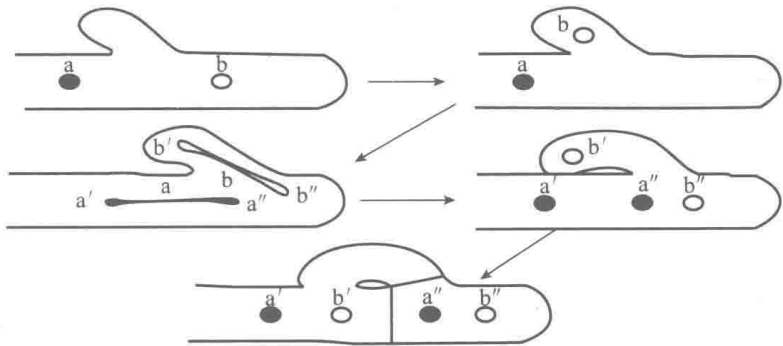


图 1-2 锁状联合

在食用菌栽培过程中使用的各级菌种都是次生菌丝体，栽培中的发菌过程和培养料中生长的都是次生菌丝。

3. 三生菌丝 三生菌丝是由次生菌丝进一步发育而形成的已组织化了的的双核菌丝，三次菌丝又叫结实性双核菌丝，进一步发育成子实体。它与次生菌丝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。如菌核、菌索、子实体中的菌丝等。

（二）菌组织

菌丝体一般处于分散状态，起营养体的作用。但如果食用菌的菌丝在生长发育过程中遇到不良环境或将要繁殖时，部分分散的菌丝往往会相互紧密地缠结在一起，变态形成一些特殊结构的菌丝组织体。常见的如菌丝束、菌索、菌核、菌根、菌膜等。

1. 菌丝束 菌丝束是长形菌丝细胞向同一方向平行扩展聚集而成的绳束状结构，由少数至百万具特殊分化的营养菌丝组成，结构简单，粗细不一，一般数厘米长，具营养输导作用，常见于多种木材腐朽菌，通常是在营养条件不良时形成，营养条件改善后菌丝束即能迅速生长。

2. 菌索 菌索是一些种类的营养菌丝形成绳索状或根状的菌组织，通常具有更高级组织并且是顶生生长的，与菌丝束具同样功

能，可伸长至数米外吸取养分。菌索结构较菌丝束复杂，四周被拟薄壁组织组成的皮层（外皮），顶端具有发达的分生组织，尖端是生长点，其后是伸长区，再后为养分吸收区，中心为管状，有利于氧气流通，白色或其他各种色泽，生于树皮或地下，环境条件不适宜时可以休眠，环境条件适宜后从生长点恢复生长，发育到一定阶段再形成子实体，如蜜环菌等。

3. 菌核 菌核是由菌丝体和贮藏营养物质密集而形成的有一定形状的休眠体，又称菌核。菌核具有坚硬程度不同、贮存较多养分、可抵抗不良环境、能长时间地休眠到环境适宜时萌发的特点。因此，菌核既是真菌的贮藏器官，又是度过不良环境的菌丝组织体。如猪苓、雷丸、茯苓等的药用部分就是他们的菌核。

4. 菌膜 菌膜是由菌丝紧密交织而形成的一层薄膜。如栽培香菇时，培养料的表面形成的褐色被膜。

5. 子座 子座是由菌丝组织即拟薄壁组织和疏丝组织组成的容纳子实体的褥座状结构。一般呈垫状、柱状、头状或棍棒状等。是真菌从营养生长阶段到生殖生长阶段的一种过渡形式。如冬虫夏草、蛹虫草等。

二、子实体

子实体是食用菌的繁殖器官，其功能是产生孢子，繁殖后代，也是人们主要的食用部分。担子菌的子实体称为担子果，产生担孢子。子囊菌的子实体称为子囊果，产生子囊孢子。多数食用菌外形伞状，形态结构上由菌盖、菌褶、菌柄、菌环和菌托等部分组成（图 1-3）。

（一）菌盖

菌盖是子实体的帽状部分，

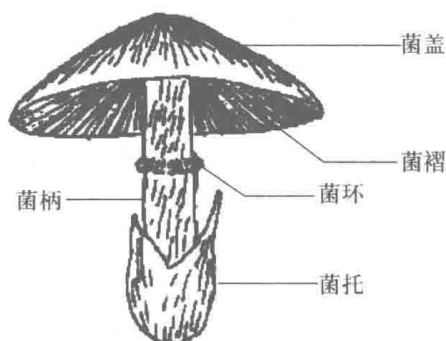


图 1-3 食用菌子实体形态结构