



SHI YONG JUN
SHENG CHAN JI SHU SHOU CE

食用菌生产技术手册

吕作舟 蔡衍山 编著

农业出版社

67.42073
296
C2

食用菌生产技术手册

吕作舟 蔡衍山 编著

zk606/11

农业出版社



(京)新登字060号

食用菌生产技术手册

吕作舟 蔡衍山 编著

* * *

责任编辑 孟令洋 范 林

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 密云县印刷厂印刷

850×1168mm32开本 11.75印张 296千字

1992年5月第1版 1992年5月北京第1次印刷

印数 1—10,000册 定价 7.35元

ISBN 7-109-02328-1/S·1520

内 容 介 绍

本书主要介绍了食用菌的基础知识，菌种的选育、生产技术，香菇、木耳、蘑菇、平菇、草菇、竹荪等十多种常见食用菌的栽培技术及其采收、贮藏保鲜与加工技术，以及科研生产中常见杂菌与病虫害的识别及其相应的防治方法和食用菌病原物的分离与观察鉴定等项实用研究技术。本书内容丰富，文字简炼，通俗易懂，并附有大量的插图，对一些实用、关键性的技术采用文字叙述与图对照相结合的办法来加以介绍，使读者能够一目了然，有助于读者尽快地掌握这方面的知识和技术，并在生产实践中加以参考应用。本书在内容编写上既注意到生产手册的实用性，又兼顾了食用菌学的系统性。

此书可供大专院校有关专业师生和广大食用菌生产爱好者参考应用，也可作为职业学校或实用菌技术培训的教材。

前 言

近年来，我国城乡从事食用菌生产，或加工经营食用菌产品的队伍正日益扩大。笔者在福建、湖北、陕西等地调查研究或指导食用菌生产时发现，各地依靠种菇致富的人固然不少，但小试成功，扩大生产时失败的现象时有发生。针对这种情况，在广泛收集国内外有关文献的基础上，结合我们多年来从事食用菌科研、教学和科技推广工作中的经验与教训，本着理论联系实际、普及与提高相结合的原则，写成这本《食用菌生产技术手册》。希望这本手册能够引导初学者顺利入门，帮助入门者掌握食用菌学的基础知识，正确处理生产中已经出现，或可能出现的各种问题，不断取得成功。

在编写过程中，我们作了大体上的分工。第二章制种技术，第三章食用菌栽培技术，第五章食用菌保鲜与加工，以及附录主要由蔡衍山执笔；其余三章，以及第三章中的第二节香菇林地段木栽培，第四节黑木耳段木栽培，第十四节茯苓栽培，第十二节竹荪栽培等内容，由吕作舟执笔。

业师杨新美教授在百忙中通读书稿，并提出宝贵的修改意见，特致以衷心的感谢。朱达美工程师为本书绘制插图，陈忠纯、黄秀治、刘巧云、李筠贞、许惠霜等帮助收集整理资料、抄写书稿，为本书的出版付出了艰辛的劳动，在此一并致谢。

由于水平有限，不妥之处，恳请读者批评指正。

作者

42231

目 录

前言

第一章 基础知识.....	1
第一节 真菌的基础知识.....	1
第二节 食用菌的食用与药用价值.....	3
第三节 食用菌的形态及分类.....	15
第四节 食用菌的繁殖与生活史.....	44
第五节 食用菌生理与生态环境.....	51
第二章 制种技术.....	71
第一节 菌种的种型和生产流程.....	72
第二节 菌种场的规划与布局.....	74
第三节 菌种场的基本设备.....	79
第四节 培养基的种类和配方.....	88
第五节 培养基的制作技术.....	94
第六节 培养基的灭菌.....	100
第七节 接种.....	103
第八节 培养条件的控制.....	109
第九节 菌种和菌袋污染的原因及其综合防治措施.....	111
第十节 菌种质量和目测指标.....	119
第十一节 菌种的分离与繁殖.....	127
第十二节 菌种的保藏和复壮.....	129
第三章 食用菌栽培技术.....	136
第一节 食用菌栽培的菇事安排.....	136
第二节 香菇的林地段木栽培.....	140
第三节 香菇的代料栽培.....	151

第四节	黑(毛)木耳段木栽培	168
第五节	黑(毛)木耳代用料栽培	173
第六节	银耳栽培	176
第七节	双孢蘑菇栽培	180
第八节	平菇(凤尾菇)栽培	186
第九节	草菇栽培	191
第十节	金针菇栽培	195
第十一节	猴头菌栽培	199
第十二节	竹荪栽培	201
第十三节	滑菇栽培	204
第十四节	茯苓栽培	206
第十五节	灵芝栽培	209
第十六节	灰树花的驯化栽培技术	211
第四章	食用菌病虫害防治	213
第一节	食用菌病害的基础知识	213
第二节	真菌性病害	215
第三节	细菌性病害	238
第四节	食用菌病毒病	241
第五节	线虫病害	243
第六节	生理性病害	248
第七节	虫害及其防治	251
第八节	生物防治	272
第五章	食用菌保鲜与加工	275
第一节	食用菌的保鲜	275
第二节	食用菌的干制加工技术	283
第三节	食用菌的罐藏加工	289
第四节	食用菌的浸渍加工	296
第五节	食用菌的深加工	300
第六节	食用菌菜谱	305
第六章	实用研究技术	324
第一节	病原物的分离与观察	324

第二节 单孢分离技术.....	339
第三节 食用菌的菌种选育.....	342
第四节 标本的采集与保存.....	347
附录.....	352
主要参考文献.....	362

第一章 基础知识

食用菌是一类可以食用的大型真菌，常称为蘑菇或蕈，诸如双孢蘑菇、香菇、草菇、金针菇、平菇、凤尾菇、松乳菇、竹荪菌、羊肚菌、牛肝菌、鸡枞菌、猴头菌、木耳、银耳、金耳等。它们具有肉质或胶质的子实体，既是美味佳肴和高级调料，又是不可多得的健康食品。

第一节 真菌的基础知识

一、真菌的概念

真菌是具有真正细胞核的、能产生孢子的、没有叶绿素的有机体，它们一般都能进行有性和（或）无性繁殖，并常为分枝的丝状营养体，典型的具有几丁质的细胞壁。

从生物学的观点来看，真菌不具备叶绿素，因而不能进行光合作用，只能从基质中吸收营养，靠寄生、腐生或共生得以生存。就其细胞中所贮藏的养分而言，是肝糖而不是淀粉。这几点是真菌与绿色植物的明显区别。另外，真菌的细胞具有细胞壁，而动物细胞没有细胞壁，这一点则是真菌与动物的明显区别。

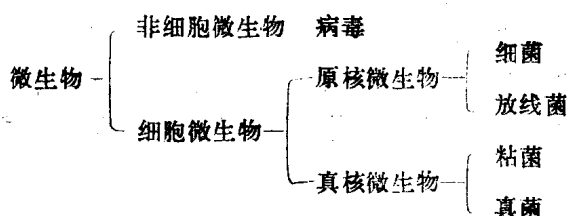
真菌的营养体，主要包括原生质团、单细胞或具须（假根）的单细胞、假菌丝及菌丝体等类型。但是，大多数真菌的营养体是菌丝体。菌丝宽度 $2-10\mu\text{m}$ ，较高等的真菌菌丝有隔。

食用菌均可以产生肉眼可见的子实体，所以称作大型真菌。但是，无论真菌子实体的大小如何，其孢子和菌丝的微观构造等，都必须借助显微镜才能够进行详细观察。所以说，真菌属于

微生物范畴。

二、真菌在生物中的分类地位

(一) 真菌与其它几种微生物之间的关系 真菌是微生物中的一大类群，它与病毒、细菌、放线菌、粘菌等微生物之间的关系是：



现代生物分类的主要趋势，是根据生物的进化程度和营养方式来确定它们的分类地位。进化程度如原核、真核类，营养方式如光合作用、摄食、吸收等。粘菌与真菌都属于真核微生物，但是它们的营养方式不同，粘菌为摄食（与动物相似），真菌为吸收。

(二) 真菌在生物中的分类地位 最早的生物分类系统是两界学说。在这个系统中，真菌划归植物界，是植物界的一个亚门。随着人们对生物认识的不断提高，相继提出了三界说、四界说和五界说。在三界说中，真菌仍属于植物界。在四界说中，真菌被划归原生生物界。直到五界说诞生后，真菌才独立成界——真菌界。

真菌在生物分类中独立成为一界，是分类学上的一大进展。五界说（五界系统）的优点是有纵有横，既反映了纵向的阶段系统发育，又反映了横向的分支发展，能够比较清楚地说明植物、动物和真菌的演化情况。

下面是五界系统示意图（图1-1）。

第二节 食用菌的食用与药用价值

一、食用菌成分的分析

(一) 水分 鲜菇(耳)的含水量通常在90%左右。不同种

的食用菌含水量是不同的，而在同一种食用菌中，鲜菇的含水量也有较大的变化（表1-1）。不同培养基上采收的同一种食用菌鲜菇的含水量也有不同。例如从废棉上采收的平菇、凤尾菇的含水量就比从稻草上采收的含水量少，同样，从栓皮栎上采收的香菇的含水量也比从枫香上采收的含水量少。栽培时的水分管理措施、采收前后的环境条件、以及保鲜贮藏期间的温度、相对湿度等，都能影响鲜菇含水量。Leroux和Danslot（1972）发现，双孢蘑菇在3℃贮藏3天后，鲜菇失水10—13%，而在20℃贮藏3天后，则失水25—27%。所以说，鲜菇的含水量是可变的。

表 1-1 常见食用菌的主要成分①

（单位：%）

种 类	样 品	粗蛋白 (N×4.38)	脂肪	碳 水 化 合 物			灰分
				总含量	无氮	纤维	
双孢蘑菇	鲜	26.3	1.8	59.9	49.5	10.4	12.0
香 菇	鲜	17.5	8.0	67.5	59.5	8.0	7.0
草 菇	鲜	30.1	6.4	50.9	39.0	11.9	12.9
金 针 菇	鲜	17.1	1.9	73.1	69.4	3.7	7.4
滑 菇	鲜	20.8	4.2	66.7	60.4	6.3	8.3
平 菇	鲜	30.4	2.2	57.6	48.9	8.7	9.8
口 蘑	鲜	16.7	3.1	71.9	59.4	12.5	8.3
鸡 油 菌	鲜	21.5	5.0	64.9	53.7	11.2	8.6
鸡 枞	鲜	20.6	4.0	67.5	59.4	8.1	7.0
毛头鬼伞	鲜	25.4	3.3	58.8	51.5	7.3	12.5
松 乳 菇	鲜	18.8	7.1	67.8	未测	未测	6.3
美味牛肝菌	鲜	29.7	3.1	59.7	51.7	8.0	7.5
黑 木 耳	干	8.1	1.5	81.0	74.1	6.9	9.4
毛 木 耳	干	7.9	1.2	84.2	75.1	9.1	6.7
银 耳	干	4.6	0.2	94.8	93.4	1.4	0.4
羊 肚 菌	鲜(幼)	23.4	7.5	55.5	46.0	9.5	13.6

① 引自吴淑珍、沈国华资料。

(二) 有机物 食用菌除去水分以外,在剩下的干物质中,有90—97%是有机物。据报道(泽田满喜,1983),在112种食用菌的有机物中,平均含粗蛋白质25%,脂肪8%,碳水化合物60%(其中糖52%、纤维8%),灰分7%。上述有机物的含量在各种食用菌中差异较大,其组成与食用菌的发育生长场所有密切的关系。一般说来,木生菌比长在地上的食用菌蛋白质和灰分的含量少,而木生菌碳水化合物含量较多(表1-1)。

1. 蛋白质 评价菇类食用价值的重要指标之一,是菇类的蛋白质含量。食用菌的蛋白质含量虽然不及动物性食品的含量丰富,但食用菌不象动物性食品那样,在含有高蛋白的同时,往往伴随着高脂肪和高胆固醇。据测定,一般菇类所含蛋白质约占可食部分鲜重的4%,是大白菜、番茄、萝卜等常用蔬菜的3—6倍,是香蕉、橙子的4倍。

2. 脂类 脂类包括脂肪、磷脂、蜡和固醇等脂溶性化合物。脂类可与蛋白质结合成脂蛋白,也可在细胞中以油滴状态存在。

脂肪被摄食后,经过胃、十二指肠和小肠的消化吸收,以脂蛋白络合物的形态在血液中输送,直接或间接地通过肝脏,在肝脏进一步裂解和再合成,积存于脂肪组织中,作为能量和合成材料的储蓄。饮食中缺少或完全除去脂肪时,会导致生长阻滞,皮肤起鳞痂,生殖减少,以及肾脏损坏等病变。食物中添加适量的不饱和脂肪酸,如油酸、亚油酸等,可以防止和治疗上述疾病;同时,还有利于人体对脂溶性维生素A、D、E的吸收利用。所以,脂肪是人的重要组分,而为人类营养所必需。

食用菌脂肪的含量一般在10%以下,平均为2—8%。食用菌脂肪的性质类似于植物脂肪,含有较高的不饱和脂肪酸,如油酸、亚油酸。其中亚油酸约占中性脂肪部分脂肪酸含量的70%,占极性类脂部分脂肪酸含量的90%。正因为食用菌所含的脂肪多是不饱和脂肪酸,所以食用菌对降低血脂有明显的作用。Sumner(1973)研究了许多食用菌脂肪酸的含量,发现菌柄中亚油酸的

含量比菌盖中的含量高。菇类细胞中脂肪的含量受到培养条件的影响很大，当培养基的C/N比值大时，积累的脂肪就多。在食用菌生长后期，如果培养料中碳源不足，细胞内贮藏的脂肪就可能作碳源或能源被利用掉。

磷脂包括卵磷脂、脑磷脂和神经磷脂。在食用菌中主要含有卵磷脂。卵磷脂是由1分子甘油、2分子脂肪酸和1分子磷酸胆碱组成的两性化合物。卵磷脂与蛋白质结合成脂蛋白，是细胞质膜、内质网膜和线粒体膜的组成成分。

固醇又称甾醇，包括胆固醇和麦角固醇。麦角固醇是维生素D的前体物质，经紫外线照射后，就变成维生素D₂。食用菌中麦角固醇的含量每100g干菇可达200mg左右，如蘑菇为124mg，香菇为246mg。

3. 碳水化合物 食用菌中碳水化合物的含量平均为干重的78%，其中美味草菇最低，为31.7%，而银耳最高，为94.8%（见表1-1）。在碳水化合物中，海藻糖和糖醇的含量均达3%左右。这两种物质是食用菌的甜味成分。戊糖胶的含量一般在3%以下，但银耳和木耳中戊糖胶的含量较多，银耳高达14%。食用菌还含有丰富的糖原（肝糖），在幼龄子实体中含有大量的 α -海藻糖（菌糖），当菇类成熟后，菌糖就水解为葡萄糖。

食用菌中的高分子碳水化合物，除肝糖之外，还有构成真菌细胞壁的几丁质（真菌甲壳素）。几丁质是食用菌纤维素的主要成分，含有大量的非蛋白质氮。食用菌中的纤维素是一种食物纤维。食用菌纤维的含量平均为干重的12%（见表1-1）。食物纤维对人体健康是极有益的。它有助于肠胃蠕动，预防便秘；同时，食物纤维还能吸附血液中多余的胆固醇，并经过肠道排出体外。所以，经常食用含食物纤维较多的蘑菇、香菇、金针菇等食用菌，对高血压患者是有益的。

（三）矿物质 食用菌含灰分（矿物质）3—10%，平均7%左右。一般说来，土生的菇类灰分含量较高，而木生菇类灰分含量较

表 1-2 常见食用菌的矿质元素含量①

(单位: %)

	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	CuO	ZnO	SO ₂	Cl	P ₂ O ₅	SiO ₂	CO ₂ 及其它	发生场所
蘑菇	55.95	1.26	0.38	3.44	0.08	1.47	0.04	0.15	0.08	2.17	5.77	25.23	1.32	2.66	粪草堆肥上
香菇	63.92	2.55	1.01	2.52	0.11	1.88	0.07	0.05	0.00	3.66	0.26	20.05	1.77	2.14	阔叶树枯木上
金针菇	61.75	2.86	0.24	2.58	0.47	1.62	0.04	0.05	0.08	1.07	0.22	20.51	1.27	7.24	阔叶树枯木上
滑菇	60.03	2.34	1.68	2.87	0.58	0.90	0.13	0.06	0.79	6.62	2.33	13.17	2.23	6.37	阔叶树枯木上
平菇	64.26	2.92	0.42	2.56	0.07	3.83	0.05	0.06	0.07	1.97	0.00	22.91	0.63	0.25	阔叶树枯木上
黑木耳	35.50	4.63	11.70	2.82	5.12	6.43	0.40	0.07	0.10	2.35	1.29	8.64	19.08	1.79	阔叶树枯木上
银耳	63.38	1.22	2.04	1.14	0.51	1.52	0.03	0.00	0.05	1.38	0.35	11.07	1.75	15.56	阔叶树枯木上
灰树花	57.92	2.05	0.77	1.13	0.50	0.98	0.06	0.63	0.00	1.46	0.12	23.62	4.49	6.67	林地枯木上
亚侧耳	63.42	0.86	1.16	0.94	0.26	1.04	0.13	0.03	0.12	0.19	0.54	16.85	2.11	11.33	阔叶树枯木上
松口蘑	64.45	2.00	0.44	2.46	0.69	0.79	0.02	0.05	0.19	2.72	0.38	13.27	5.68	6.86	红松林地
蜜环菌	37.03	11.45	0.99	4.69	3.20	3.18	0.23	0.07	0.19	2.36	0.08	13.86	14.73	7.94	朽木根部地上
橙盖鹅膏	60.52	3.41	0.77	1.31	0.76	1.02	0.09	0.00	0.17	1.06	1.50	15.96	2.80	9.98	林地上
丛生或褶伞	60.46	1.07	0.34	2.04	0.98	0.82	0.04	0.04	0.25	3.13	0.66	10.69	10.13	9.35	林地上
红汁乳菇	50.43	3.67	0.55	5.55	1.34	0.85	0.09	0.08	0.37	2.78	0.62	18.80	12.70	2.17	林地上
乳牛肝菌	53.58	3.71	0.29	2.19	0.95	0.96	0.07	0.00	未测定	1.49	1.38	20.75	10.71	未测定	林地上
竹荪	56.54	1.33	0.38	1.96	0.40	2.76	0.21	0.07	0.06	14.43	0.42	11.05	5.44	4.95	竹林地上

① 摘自1983年日本菇类年鉴。

低，特别是木耳科的胶质菌灰分含量更低。食用菌的灰分中含有人体必需的多种矿质元素，其中钾、磷的含量最高（表1-2）。

据日本菇类年鉴（1983年）报道，对112种食用菌进行成分分析，结果在灰分中，钾占58%，磷占20%，钾和磷占灰分总量的78%。食用菌中，土生菇类钾的含量较高，而木生食用菌钾的含量较低。虽然钾的含量因食用菌的种类而异，但其含量均占灰分的1/2—1/3。钠只占2%左右，其次是钙和铁。

食用菌中的矿物质对人体健康也十分有益。其中钾对调节体液，维持细胞内含物代谢等生命活动起着重要作用。人体摄入食盐（NaCl）后，常出现血液中的 K^+ 、 Na^+ 不平衡的问题。随着吃进越来越多的带盐食物，人体血液中钾离子含量不断减少，而钠离子却相应增加。而这种钠离子的增加往往是诱发高血压的一个原因。如上所述，食用菌含有丰富的钾（占灰分的58%）和少量的钠（占灰分的2%）；所以，食用菌是那些为了健康而正在节制食盐，寻求更为健康饮食方式的人们最理想的食品之一。

二、食用菌的食用价值

食用菌是美味佳肴，在家庭饭桌和各种宴会上都备受欢迎，常食者深受其益。营养分析结果表明，蘑菇的氨基酸含量与鸡蛋相似，凤尾菇的营养价值相当于牛奶。所以近年来，随着日常饮食水平的提高和多样化、科学化，蘑菇、香菇、平菇、草菇、金针菇、银耳和黑木耳等食用菌作为一种自然的、低热量的健康食品的事实，正重新为人们所认识。

（一）氨基酸 蛋白质通常由20种氨基酸组成，其中缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、色氨酸、甲硫氨酸（蛋氨酸）8种氨基酸是人体必需氨基酸。各种食用菌不仅氨基酸含量很高，而且富含人体必需的8种氨基酸。谷物中通常缺乏的赖氨酸和亮氨酸，在食用菌中却很丰富；肉类中含量较多的甲硫氨酸和半胱氨酸，在菇类蛋白质中却是很少的。所以

表 1-3 常见食用菌的氨基酸含量①

(单位: mg/100mg样品)

	必需氨基酸						非必需氨基酸				必需氨基酸			必需氨基酸总量		必需氨基酸总量占%			
	异亮氨酸	亮氨酸	缬氨酸	蛋氨酸	苯丙氨酸	苏氨酸	缬氨酸	酪氨酸	丙氨酸	精氨酸	天门冬氨酸	谷氨酸	甘氨酸	组氨酸	脯氨酸		丝氨酸		
双孢蘑菇	1.06	1.72	1.48	0.31	0.99	1.43	1.59	0.80	2.31	2.04	2.83	6.33	1.19	0.60	1.71	1.43	27.82	8.58	31.84
香菇	0.40	0.73	0.52	0.34	0.61	0.70	1.58	0.43	0.76	0.64	1.24	3.72	0.60	0.28	0.38	0.74	13.67	4.88	35.69
草菇	0.97	1.68	1.63	0.25	1.27	1.23	1.45	1.02	1.48	1.32	2.39	4.56	1.11	0.55	0.86	1.22	22.90	8.48	36.88
金针菇	0.57	1.00	0.95	少量	0.59	0.70	1.61	0.45	0.99	0.48	1.25	2.49	0.68	0.42	0.54	0.72	13.44	5.42	40.32
滑菇	0.73	1.09	0.64	0.30	0.80	0.94	1.31	0.50	1.08	0.84	1.79	2.89	0.84	0.41	0.76	0.88	15.80	5.81	36.77
糙皮侧耳	0.60	1.02	0.98	0.42	0.98	0.78	1.30	0.55	0.93	1.01	1.86	2.40	0.76	0.39	0.57	0.84	15.39	6.08	39.50
凤尾菇	0.77	1.30	0.95	0.33	0.85	0.88	1.38	0.56	1.27	1.13	1.54	3.48	0.77	0.41	0.83	0.86	17.31	6.46	37.32
黑木耳	0.43	0.81	0.57	0.21	0.57	0.71	0.81	0.42	0.94	0.71	1.16	1.49	0.53	0.35	0.38	0.60	10.69	4.11	38.44
毛木耳	0.38	0.72	0.62	0.13	0.48	0.63	1.03	0.37	0.77	0.60	1.06	1.34	0.50	0.27	0.45	0.54	9.89	3.99	40.34
猴头菌	0.18	0.32	0.10	0.14	0.23	0.23	0.64	0.15	0.37	0.28	0.39	1.03	0.23	0.09	0.11	0.20	4.69	1.84	39.23
蜜环菌	0.44	0.73	0.52	0.37	0.51	0.58	1.62	0.34	0.73	0.58	0.94	1.51	0.57	0.23	0.34	0.60	10.61	4.77	44.95
铆钉菌菇	0.50	0.90	0.51	0.39	0.50	0.59	1.70	0.36	0.68	0.83	1.07	1.94	0.53	0.31	0.41	0.59	11.81	5.09	43.09
褐环乳牛肝菌	0.46	0.79	0.64	0.60	0.57	0.65	2.18	0.41	0.70	0.83	1.05	2.11	0.59	0.30	0.42	0.65	12.95	5.89	45.48
马勃(幼)	1.37	2.47	2.04	0.83	1.22	1.80	3.31	1.12	2.21	2.66	3.93	5.23	1.73	0.97	1.51	1.86	34.26	13.04	38.06

① 引自汪麟分析数据, 色氨酸(必需氨基酸)、胱氨酸待测。