

食用菌制种与栽培

SHI YONG JUN ZHI ZHONG
YU ZAI PEI



57
-2

中原农民出版社

食用菌制种与栽培

河南农大植保系微生物教研室

李应华 张春娥 姚占芳 编著
吴云汉 张合珍 贾新成

中原农民出版社

食用菌制种与栽培

河南农大植保系微生物教研室

李应华 张春峨 姚占芳 编著
吴云汉 张合珍 贾新成

中原农民出版社出版

山东东明印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米 32 开本9.375印张 200千字

1986年4月第1版 1986年4月第1次印刷

印数1—10000册

统一书号16394·4定价1.40元

前 言

食用菌味道鲜美，营养丰富，不仅是我国人民的佳肴美菜，而且也是一项传统的出口商品，并具有许多特殊的医疗作用。当今，由于人民生活水平的提高和生活方式的改变，特别随着人类食品逐渐向植物性蛋白质方向发展，人们对食用菌的需要也越来越多。食用菌生产以农业有机废料为基本原料，取材方便，栽培容易，用工少，成本低，经济效益较高，是农民发家致富的一条新路。随着乡镇企业的发展，食用菌生产和加工销售相结合，对繁荣市场，扩大外贸出口，改变食物结构，增强人民体质，都具有重要意义。

为了适应食用菌生产发展的需要，进一步普及有关食用菌的知识，我们根据几年来的生产实践和调查，并参考国内外有关资料，编写成《食用菌制种与栽培》一书。我们在编写中，由于水平有限，难免有错误和不妥之处，希望读者批评指正。

本书最后由李应华同志统编。

编写组

1985年5月

目 录

第一章 食用菌的基础知识	(1)
第一节 食用菌的栽培简史及生产状况	(1)
第二节 食用菌的营养价值	(4)
第三节 食用菌的形态结构	(8)
第四节 食用菌的分类	(19)
第五节 食用菌的生理与生态环境	(23)
第二章 菌种选育和保藏	(39)
第一节 遗传和育种	(39)
第二节 菌种的保藏	(46)
第三章 食用菌菌种的培育技术	(52)
第一节 一般食用菌菌种的培育	(52)
第二节 制种中应注意事项	(72)
第三节 菌种质量及不正常的原因	(75)
第四节 银耳菌种的培育	(77)
第四章 白蘑菇的栽培	(90)
第一节 白蘑菇的生物学特性	(91)
第二节 白蘑菇的栽培技术	(97)
第三节 白蘑菇的采收与加工	(112)
第五章 草菇栽培	(115)
第一节 草菇的生物学特性	(116)
第二节 草菇的栽培技术	(122)

第六章	平菇栽培	(132)
第一节	平菇的生物学特性	(133)
第二节	平菇的栽培技术	(139)
第三节	平菇的采收与加工	(151)
第四节	平菇孢子过敏反应的防治	(152)
第五节	凤尾菇的栽培	(153)
第七章	香菇栽培	(155)
第一节	香菇的生物学特性	(155)
第二节	香菇的栽培技术	(160)
第三节	香菇的采收与加工	(176)
第八章	金针菇栽培	(179)
第一节	金针菇的生物学特性	(179)
第二节	金针菇的栽培技术	(183)
第三节	金针菇的采收与加工	(187)
第九章	滑菇栽培	(188)
第一节	滑菇的生物学特性	(188)
第二节	滑菇的栽培技术	(192)
第十章	蜜环菌与天麻伴栽	(196)
第一节	蜜环菌的生物学特性	(197)
第二节	蜜环菌的培养	(200)
第三节	蜜环菌伴栽天麻	(204)
第十一章	猴头栽培	(209)
第一节	猴头的生物学特性	(210)
第二节	猴头的栽培技术	(213)
第三节	猴头的采收与贮存	(215)
第四节	畸形猴头的防治	(216)

第十二章 黑木耳栽培	(218)
第一节 黑木耳的生物学特性	(219)
第二节 黑木耳的栽培技术	(223)
第三节 黑木耳的采收与加工	(237)
第十三章 银耳栽培	(239)
第一节 银耳的生物学特性	(240)
第二节 银耳的人工代料栽培技术	(245)
第三节 银耳的采收与加工	(255)
第四节 银耳烂耳的原因和防治方法	(256)
第十四章 食用菌病虫害防治	(259)
第一节 病害及其防治	(259)
第二节 害虫及其防治	(271)
附:	(278)

第一章 食用菌的基础知识

食用菌是一类可食用的大型真菌、常称为菇或蕈。如羊肚菌、牛肝菌、猴头菌、蘑菇、口蘑、香菇、侧耳、木耳等。自古以来就被我国人民誉为“山珍”，因此，常用作高级宴席上的名菜。此外，据近年来的研究发现，食用菌中的一些种类，如猴头菌、茯苓、蜜环菌、香菇等还可用来提取增鲜剂、抗菌素以及其他一些药用成分。因此，食用菌是食品工业和制药工业的重要资源。

第一节 食用菌的栽培简史及生产状况

我国是发展利用食用菌最早的国家。4,000年前,我们的祖先就以菇类为食; 2,500年前, 已能制“神曲”, 并用于治疗各种消化系统疾病。公元534年, 贾思勰的《齐民要术》里面有“蕪菌法”的记载, 可见当时已将蕪菌及木耳列为名贵佳肴, 还记载了构菌的培养方法。公元1313年, 王桢农书里谈到了香菇的风味及栽培方法。如树种的选择、砍花和敲木掠草等栽培措施至今在我国和日本仍有应用之处。公元1500年, 潘之恒《广菌谱》里记载有鸡枞的风味及四十多种著名的菇类; 特别是公元1596年, 明代大药学家李时珍的《本草纲目》, 对前人引用过的药用菌类作了广泛的收集和更深入的记述和研究。可见我国劳动人民对食用菌的栽培和利用是

世界上最早的国家。

目前世界上广为栽培的食用菌——双孢蘑菇，1650年法国人最早用人工方法进行栽培，直至1920年以后传播欧洲其它地方。1935年才传入我国，开始人工栽培白蘑菇，真正发展是在1972年以后。

香菇在我国已有800多年的栽培历史，木耳栽培约300年，草菇栽培已有200年的历史。随着科学不断发展，人类食品由动物蛋白逐步扩大到植物蛋白、菌类蛋白，食用菌的栽培和生产日益受到重视，发展越来越快。从二十世纪四十年代以来，各国食用菌的栽培，充分利用现代化科学技术，产量和质量不断提高，并增加了大量新品种，与国外的形势相比，我国目前的栽培技术就显得落后了。

近几年来，由于农村商品经济的发展和调整种植业结构的需要，食用菌生产发展很快。栽培的品种和面积不断扩大，如香菇的段木栽培目前以江西、福建、广东、广西几省为重点，每年产量为数百吨，但因受自然气候影响，波动幅度很大，低产年份只有100~200吨，高产年份可达1,000吨以上。湖南、湖北产量虽低，但优质菇、花菇的比例大。

七十年代末期，木屑栽培香菇在上海取得成功后，目前有些省、市初步掌握了生产技术，利用木材下脚料和其他代料，进行室内生产。使生产周期大大缩短，产量也较稳定。但是从产量和质量上看，却不如日本、南朝鲜。（日本占世界总产量的90%以上）。

我国的蘑菇生产，二十年来经几次起伏，发展不算快。以台湾、广东、广西、福建、浙江、湖南为主，仅台湾省蘑菇的产量居世界第三位，而整个大陆还没有台湾省的产量

高。1980年总产量为10万吨。

我国是草菇的家乡，本世纪三十年代，由海外华侨引入菲律宾、马来西亚等其他东南亚各国。以广东、广西、福建、湖南等地栽培较多，1980年总产量已达2.4万吨。

黑木耳是我国传统出口商品，其产量占世界第一位，能控制国际市场。木耳的栽培遍及全国各地，以湖北、山西、贵州、云南最多，1980年总产量约5,000吨。为保护森林资源，研究如何解决代料生产黑木耳，是今后黑木耳生产需要迫切解决的重要课题。

平菇自1972年生料栽培成功后，目前全国许多省乡都进行了大面积栽培，取得了可喜的成绩，成为我国食用菌后来居上的一个品种。但是目前国内外市场的销售量，要积极设法纳入计划供应轨道。

总括起来，我国的食用菌，除黑木耳、草菇外，其他品种和世界其他先进国家相比，产量还是很低的。1981年世界食用菌产量及我国1980年食用菌（见表1、2）。

表1 1981年全世界重要食用菌的产量

种 类	产量(千吨)	所占%
双孢蘑菇及大肥菇	940	69.27
香菇	192	14.15
草菇	58	4.27
金针菇	55	4.05
黑木耳	46	3.39
平菇	38	2.80
银耳	8	0.59
光帽鳞伞	18	1.33
其它	2	0.105

表2

1980年全国菇类产量(吨)

白蘑菇	110,000
香菇(干)	1,000
草菇	24,000
木耳	5,000
银耳	500
平菇	600
总计	141,100

我国食用菌生产产量低还表现在单产上。一些先进国家,在食用菌生产中,采用机械化和自动化的生产程序,取代了各种手工操作方式,在设备中采用空调和空气过滤,使生产周期大大缩短,产量成倍增长。如白蘑菇的生产,在美国一年一般可种4.2次,每年1平方米产鲜菇63.6公斤,少数采用计算机控制的盘式栽培,一年可种8次,每年1平方米产鲜菇107.6公斤。荷兰每年1平方米可产鲜菇117公斤,而我国在目前的条件下,每年只能种两次,每年1平方米产鲜菇10公斤左右。

第二节 食用菌的营养价值

食用菌是富含蛋白质、氨基酸、多种维生素的食品。此外,还因味道鲜美,别具一格,而为人们所喜爱。是国际公认的“十分好的蛋白质来源”,并有“素中之荤”的美称。

其营养成分（见表3）。

食用菌除含高蛋白低脂肪的特点外，还含有一般植物蛋白质所缺少的，人体必需而又无法自身合成的氨基酸。不论是蘑菇、香菇，还是侧耳、羊肚菌、草菇，它们所含的氨基酸种类都有17~18种。如草菇蛋白质中有17种氨基酸，成年人体所必需的8种氨基酸它全具备。香菇蛋白质中含有16种氨基酸（赖氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、色氨酸、甲硫氨酸、苯丙氨酸、结氨酸、精氨酸、谷氨酸、酪氨酸、半胱氨酸、脯氨酸、丙氨酸）。其中前8种是人体必需的氨基酸。平菇蛋白质中也含有18种氨基酸，其中包括成年人必需的8种氨基酸中的7种和婴儿发育所必需的9种氨基酸中的8种。许多食用菌的口味之所以鲜美，就是和它们含有丰富的氨基酸有关，各种食用菌氨基酸的组成（见表4）。

食用菌除了富含蛋白质外，还含有丰富的多种维生素。维生素的种类和含量是鉴定食品质量和判断其营养价值的重要标准之一。据测定，蘑菇中含有一定量的维生素B₁、B₂、B₃、B₅、B₆、B₁₁、B₁₂和维生素C、K及少量的生物素等。香菇中含有维生素B₁、B₂、B₁₂外，还含有烟酸和较多的维生素D源。干香菇比鲜香菇中维生素D的含量更高，每100克可含4万个国际单位。这是因为维生素D源，在晒干的过程中，受日光和紫外线的作用而变成维生素D。鲜草菇和黑木耳中含有丰富的维生素C，每100克鲜草菇中含维生素C 200毫克以上，仅次于大枣和猕猴桃的含量。鸡油菌和蜜环菌菌体中含有维生素A。平菇中富含维生素B₁、B₂。而这些维生素都是人体所必需的。

食用菌目前受到国内外的重视，除上述特点外，它还有

表3 几种食用菌的营养成分分析

★测定项目 菇类	水分(克)	蛋白质(克)	脂肪(克)	碳水化合物(克)	热量(千卡)	粗纤维(克)	灰分(克)	钙(毫克)	磷(毫克)	铁(毫克)	胡萝卜素(毫克)	硫胺素(毫克)	核黄素(毫克)	尼克酸(毫克)
磨菇	9.0	36.1	3.6	31.2	302	6.0	14.2	131	718	188.5	...	...	...	...
口菇	16.8	35.6	1.4	23.1	247	6.9	16.2	100	1620	32.0	...	0.02	25.3	35.1
香菇	18.5	13.0	1.8	54.0	284	7.8	4.9	...	...	...	...	0.07	1.13	18.9
羊肚菌	13.6	24.5	2.6	39.7	280	7.7	11.9	...	...	...	...	...	...	...
侧耳	10.2	7.8	2.3	69.0	328	5.6	5.1	21	220	3.2	...	0.12	7.09	6.7
鸡枞	22.9	28.8	...	42.7	286	...	5.6	23	750	...	...	...	1.20	64.2
银耳	10.4	5.0	0.6	63.3	316	2.6	5.9	380	...	...	...	...	3.54	42.3
木耳	10.9	10.6	0.2	65.5	306	7.0	5.8	357	210	185.0	0.03	0.15	0.55	2.7

★每100克干品中的含量，虚线表示未经测定。

表4 主要食用菌的氨基酸组成 (克/100克蛋白)

氨基酸种类		双孢蘑菇	香菇	草菇	平菇
必需氨基酸	异亮氨酸	4.3	4.4	4.2	4.9
	亮氨酸	7.2	7.0	5.5	7.6
	赖氨酸	10.0	3.5	9.8	5.0
	甲硫氨酸	痕量	1.8	1.6	1.7
	苯丙氨酸	4.4	5.3	4.1	4.2
	苏氨酸	4.9	5.2	4.7	5.1
	缬氨酸	5.3	5.2	6.5	5.9
	酪氨酸	2.2	3.5	5.7	3.5
	色氨酸	未测出	未测出	1.8	1.4
	总计	38.3	35.9	43.9	39.3
非必需氨基酸	丙氨酸	9.6	6.1	6.3	8.0
	精氨酸	5.5	7.0	5.3	6.0
	天门冬氨酸	10.7	7.9	8.5	10.5
	胱氨酸	痕量	未测出	未测出	0.6
	谷氨酸	17.2	27.2	17.6	18.0
	甘氨酸	5.1	4.4	4.5	5.2
	组氨酸	2.2	1.8	4.1	1.8
	脯氨酸	6.1	4.4	5.5	5.2
	丝氨酸	5.2	5.2	4.3	4.2
	总计	61.6	64.0	56.1	60.7

较好的医疗效果。因此，被誉为“健康食品”。

日本学者曾用蘑菇、香菇、金针菇、木耳和银耳等食用菌分别喂老鼠作试验，然后测定其血液中的胆固醇含量，发现蘑菇具有和香菇相同的降低胆固醇效果；香菇还能预防心肌

梗塞、动脉硬化、高血压、冠心病、软骨病、佝偻病等。据报道，香菇对肾脏病、糖尿病、肝硬化、胆结石等有一定疗效。

近10年来，许多药物学家测定出食用菌含有特殊的多糖物质——干扰素诱导剂——双链核糖核酸和香菇素。对肿瘤和病毒性疾病有较强的抑制作用。如用香菇的浸出液，对“小白鼠肉瘤180号”的抑制率可达100%，同时尚有短时间的免疫作用，中国银耳中的多糖BC，对移植四周的“小白鼠肉瘤180号”的抑制率达80%；平菇达75%；黑木耳为42%；冬菇的多糖体和冬菇素对“小白鼠艾氏复水瘤”抑制率超过80%。因此，就可证明许多食用菌的多糖物质都具有抗癌作用。

第三节 食用菌的形态结构

食用菌是一类可供食用的大型真菌。它属于真核生物，是微生物中较高级的类型之一。从生物学上看，它的细胞内不含叶绿素，不能利用阳光和无机物制造食物，因而只能靠寄生、共生或腐生生活。从细胞结构上讲，细胞核结构比较完善（有核膜、核仁和染色体），同时，在其细胞里还含有内质网、线粒体、高尔基体等细胞器。食用菌虽没有象高等植物那样的根茎叶花果等组织分化，但它们有菌丝可吸收营养，有些种类（蜜环菌）的菌丝还可相互扭结形成类似根一样的结构——菌索，还可形成子实体，进行有性繁殖。

一、食用菌在生物界中的地位

食用菌是一类较高等的真菌。因此它在自然界中的地位

主要决定于真菌在自然界中的地位。

随着科学技术的不断发展，人类对真菌的认识也逐步深入，对于它在自然界中地位的认识也愈加准确。早在200年前，人们提出自然界生物仅分两界时，真菌被放在植物界中。后来虽然又提出了动物、植物和原生生物界，然而真菌仍然归于植物界（低等植物）。这样分的重要依据是真菌与植物相同，都有细胞壁。随着科学技术的进一步发展，人们对生物体的认识更加深刻。人们发现在自然界不计其数的众多生物中，尽管其形态千差万别，但从细胞结构上可分为两类——真核、原核。于是，提出了四界系统分类。即将生物界分为：原核生物界、原生生物界、动物界、植物界。真菌被放在原生生物界中。

1965年魏塔克在考培兰得的四界系统的基础上，将真菌从原生生物界中独立出来，形成真菌界。这样就形成了五界分类系统。真菌在生物分类中独立成为一个界是分类学上的一大进展。五界系统的优点是有纵有横，既反映纵向的阶段发育，又反映了横向的分支发展，能够比较清楚地看到植物、动物和真菌的演化情况。

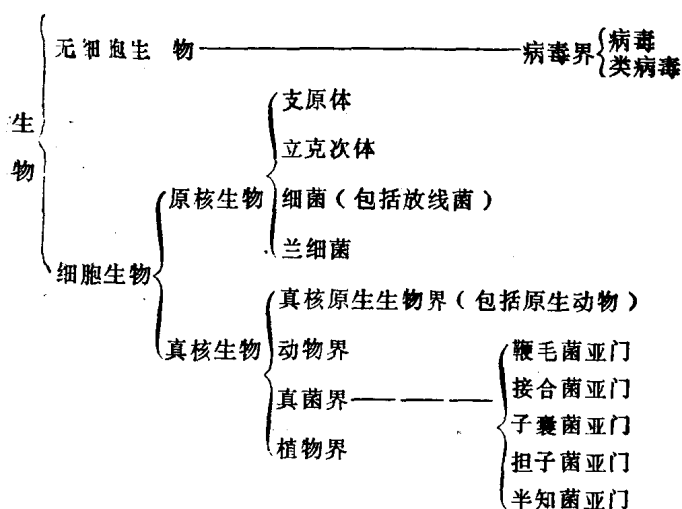
中国科学院微生物研究所王大耜同志根据魏塔克的五界系统又将生物界分为如下几大类：（见第10页）

食用菌分别属于子囊菌亚门和担子菌亚门。

二、食用菌的形态构造

食用菌是由营养体和繁殖体两部分组成的。营养体主要是指菌丝体，繁殖体是指由营养体所组成的子实体。两者形态构造差异较大。

（一）菌丝体的形态和构造：



1. 菌丝体的基本形态：菌丝是真菌营养体的最基本单位。它是由孢子萌发而形成的多细胞菌丝。菌丝透明，有隔膜（见图1），每个隔内有1~2个不等的细胞核。菌丝宽度一般为3~10微米，比细菌和放线菌细胞宽几倍至几十倍。它的细胞壁为几丁质所组成，不含粘质肽或纤维素。菌丝从尖端生长，长出许多分枝，分枝的菌丝相互交错形成一

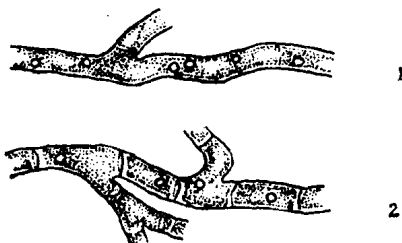


图1 真菌菌丝的类型
1. 无隔菌丝 2. 有隔菌丝