



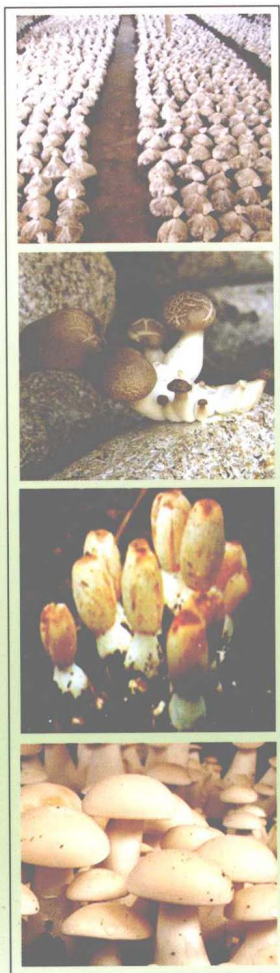
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

食用菌

SHIYONGJUN
ZAIPEIXUE

栽培学

王贺祥 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

食用菌栽培学

王贺祥 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

食用菌栽培学/王贺祥主编. —北京:中国农业大学出版社,2008.7

ISBN 978-7-81117-440-3

I. 食… II. 王… III. 食用菌类-蔬菜园艺 IV. S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 036467 号

书 名 食用菌栽培学

作 者 王贺祥 主编

策划编辑 高欣 田树君

责任编辑 田树君

封面设计 郑川

责任校对 王晓凤 陈莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京市鑫丰华彩印有限公司

版 次 2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 22 印张 400 千字

定 价 32.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 王贺祥

副主编 李 明 刘庆洪 陈青君

编写人员 (按姓氏拼音顺序排列)

陈青君(北京农学院)

侯振世(内蒙古农业大学)

李 明(河北农业大学)

刘庆洪(中国农业大学)

吕润海(中国农业大学)

王贺祥(中国农业大学)

王立安(河北师范大学)

俞建民(甘肃农业大学)

郑素月(河北工程大学)

审 稿 人 顾桂芬

前 言

食用菌栽培学是微生物学的一个重要分支,通过本课程的学习,不仅能全面了解食用菌栽培学的基本知识,还能得到实验操作和栽培技术的基本训练。本书作者均为高等院校食用菌栽培学的主讲教师和科研工作者。在教材的编写过程中,我们尽可能参考了国内外的最新进展,对食用菌栽培学的现状作了比较系统的阐述,力求概念准确,叙述简明,同时兼顾了食用菌栽培学的系统性,各院校可根据自己的需要和学时,选择性地讲授部分内容。本书最后附有食用菌栽培学实验指导和一些常用的基础知识,以方便同学们参考和使用。

参加本书编写的单位有中国农业大学、河北农业大学、甘肃农业大学、河北师范大学、内蒙古农业大学、北京农学院和河北工程大学。每一章的作者分别是:第一章王贺祥、第二章王立安、第三章和第八章李明、第四章俞建民、第五章陈青君、第六章侯振世、第七章郑素月、第九章刘庆洪、第十章王贺祥、附录 I 王贺祥、附录 II 至附录 X 王贺祥、刘庆洪、郑素月和吕润海。

本书的编写得到了科技部“十一五”支撑项目“农田循环高效生产模式关键技术与集成示范”、农业部行业科技项目“食用菌菌种质量评价与菌种信息系统研究与建立(nyhyzx07-008)”和北京市科委农村科技协调员专项的支持,在此一并致谢。由于作者水平有限,本书难免会有不妥之处,敬请读者随时向我们提出宝贵意见。

编 者

2008.3

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 食用菌的概念	(1)
第二节 食用菌促进农业生态系统的良性循环	(4)
第三节 食用菌的营养价值与药用价值	(5)
第四节 食用菌的标准化生产	(10)
第五节 毒菌及中毒类型	(11)
第二章 食用菌学基础知识	(15)
第一节 食用菌的形态结构和分类地位	(15)
第二节 食用菌的生长发育条件	(36)
第三节 食用菌的繁殖与生活史	(52)
第三章 菌种的制作	(60)
第一节 制种条件	(60)
第二节 母种的制作	(65)
第三节 原种的制作	(74)
第四节 栽培种的制作	(77)
第五节 液体菌种的制作	(80)
第六节 菌种的鉴定与保藏	(82)
第四章 常见木腐型食用菌的栽培	(85)
第一节 香菇	(85)
第二节 侧耳	(107)
第三节 木耳	(117)
第四节 银耳	(126)
第五节 金针菇	(133)
第五章 草腐型食用菌的栽培	(143)
第一节 双孢蘑菇	(143)
第二节 草菇	(158)
第三节 鸡腿菇	(164)
第四节 竹荪	(167)

第六章 药用菌栽培	(174)
第一节 灵芝.....	(174)
第二节 猪苓.....	(179)
第三节 茯苓.....	(181)
第四节 猴头.....	(185)
第五节 蛹虫草.....	(189)
第七章 其他食用菌的栽培技术简介	(193)
第一节 白灵菇.....	(193)
第二节 杏鲍菇.....	(196)
第三节 茶树菇.....	(198)
第四节 滑菇.....	(201)
第五节 姬松茸.....	(204)
第六节 灰树花.....	(208)
第七节 大球盖菇.....	(211)
第八节 真姬菇.....	(214)
第九节 毛木耳.....	(216)
第八章 病虫害防治	(220)
第一节 主要病害及其防治.....	(220)
第二节 主要虫害及其防治.....	(230)
第九章 食用菌产品的贮藏及加工	(239)
第一节 食用菌产品的贮藏保鲜.....	(239)
第二节 食用菌产品的初级加工.....	(245)
第三节 食用菌深度加工.....	(256)
第十章 食用菌育种技术	(263)
第一节 选择育种.....	(263)
第二节 杂交育种.....	(264)
第三节 诱变育种.....	(267)
第四节 生物技术在食用菌良种选育中的应用.....	(271)
附录	(279)
附录 I 食用菌学实验指导.....	(279)
实验一 食用菌母种的制作.....	(279)
实验二 食用菌的组织分离和孢子分离.....	(282)
实验三 原种的制作.....	(285)

实验四 栽培种的制作	(287)
实验五 平菇的栽培	(289)
实验六 香菇的栽培	(291)
实验七 金针菇栽培技术	(295)
实验八 黑木耳栽培技术	(298)
实验九 双孢蘑菇栽培技术	(300)
实验十 鸡腿菇的栽培	(305)
实验十一 草菇的栽培	(308)
实验十二 杏鲍菇的栽培	(310)
实验十三 白灵侧耳的栽培	(312)
实验十四 灵芝的栽培	(314)
实验十五 蛹虫草的栽培	(316)
附录 II 常用培养基配方	(318)
附录 III 培养料中碳氮比例(C/N)的计算方法	(322)
附录 IV 培养料的含水量	(323)
附录 V 食用菌产品的分级和卫生指标	(324)
附录 VI 消毒与灭菌	(330)
附录 VII 接种	(334)
附录 VIII 食用菌标本的制作技术	(335)
附录 IX 不允许使用的化学药剂	(338)
附录 X 部分食用菌生产环境及器具消毒方法	(338)
参考文献	(339)

第一章 绪 论

我国发展食用菌生产的历史悠久,自然植被的种类繁多,菌类资源及用于食用菌人工栽培的工、农业副产品丰富,具有发展食用菌栽培业极为有利的条件。据中国食用菌协会统计,2002年我国食用菌总产量是876万t(鲜重),2003年1038万t,2004年为1160万t,2005年达到1200万t,约占世界食用菌总产量的65%。2004年全国食用菌出口58.1万t,平均出口价格为每吨1552美元,出口量占总产量的5.0%。平菇、香菇、双孢蘑菇、金针菇、黑木耳等食用菌的产量均居世界第一位,是真正的食用菌生产大国。我国食用菌产值在种植业中仅次于粮、棉、油、果、菜,居第六位,已成为农村经济中最具活力的新兴产业,但区域间发展并不平衡,2004年食用菌年产值超过1亿元的县全国有100个,河南、福建、江苏、山东4个省的食用菌产量已超过100万t,而有些省区的产量仅有几千吨。食用菌种类间的产量差异更为明显,2001年全国生产平菇259万t、香菇207万t、双孢蘑菇74万t、黑木耳42.4万t、金针菇38.9万t、银耳11.4万t,其余食用菌种类的产量之和不足150万t。

第一节 食用菌的概念

一、食用菌的概念

食用菌是能够形成大型肉质或胶质的子实体或菌核类组织并能供人们食用或药用的一类大型真菌。子实体是着生孢子的器官,常见的食用菌如香菇、平菇、木耳、银耳、金针菇、草菇等,其被食用的部分都是子实体,而茯苓和猪苓则是菌核。多种大型真菌既是营养丰富、味道鲜美的食品,又是对某些疾病具有一定治疗或预防效果的药用菌,如猴头菇、银耳等。所以,食用菌和药用菌并无明显的界限和标志加以区别,只是各自在功能和用途上有些主次之分。本书对一些功能和用途偏于药用的高等真菌,也一并加以阐述。

二、食用菌名称的演变

古代人类对食用菌种类的区别是十分混乱的,曾用蕈、菰、芝、耳等名称记载各

种食用菌,后来又称之为蘑菇。英语中 mushroom 被翻译成蘑菇,对欧美人来讲, mushroom 主要指双孢蘑菇,而对我国人民而言,蘑菇往往包括各种食用菌,所以食用菌常被翻译成 edible fungi,但有时 mushroom 与 edible fungi 也混用。

随着科学的发展,对食用菌各种不同的种都给予了确切的名称,如香菇、双孢蘑菇、金针菇、黑木耳、猴头菇、银耳、草菇、美味牛肝菌、短裙竹荪等。地球上已知能形成大型子实体的真菌约有 14 000 种,其中可以食用的 2 000 多种,有些学者的估计值还要高。我国已发现食用菌 981 种。其中能够进行人工栽培的有 92 种,商业化栽培的有 30 多种,表 1-1 列出了 51 种我国能够人工栽培的食用菌。食用菌在真菌分类中绝大部分属于担子菌,极少数属于子囊菌。多数食用菌是菜肴中的珍品,因此,也可以说食用菌是一类菌类蔬菜。

表 1-1 我国能够人工栽培的食用菌

名 称	商品名或又名	学 名
1 双孢蘑菇	白蘑菇、双孢菇、洋菇	<i>Agaricus bisporus</i>
2 双环蘑菇	大肥菇、高温蘑菇、美味蘑菇、高温洋菇	<i>Agaricus bitorquis</i> (= <i>Agaricus edulis</i>)
3 金针菇	冬菇、金钱菇、金针蘑	<i>Flammulina velutipes</i>
4 香菇	花香菇、厚菇、薄菇、香信、香菌	<i>Lentinula edodes</i>
5 虎奶菇	虎奶菌、南洋茯苓	<i>Pleurotus tuber-regium</i> (= <i>Lentinus tuber-regium</i>)
6 大斗菇	巨大香菇	<i>Lentinus giganteus</i>
7 草菇	杆菇、麻菇、苞脚菇	<i>Volvariella volvacea</i>
8 银丝草菇	树生草菇、丝盖苞脚菇	<i>Volvariella bombycin</i>
9 姬松茸	巴西蘑菇、巴西菇	<i>Agaricus blazei</i>
10 皱环球盖菇	大球盖菇	<i>Stropharia rugosoannulata</i>
11 平菇	侧耳、北风菌、秀珍菇、小平菇	<i>Pleurotus ostreatus</i>
12 美味侧耳	紫孢平菇	<i>Pleurotus sapidus</i>
13 凤尾菇	印度平菇	<i>Pleurotus plumonarius</i> (历来误为 <i>Pleurotus sajor-caju</i>)
14 亚侧耳	黄蘑、元蘑、晚生北风菌	<i>Panellus serotius</i>
15 榆黄蘑	金顶侧耳	<i>Pleurotus citrinopileatus</i>
16 红平菇		<i>Pleurotus djamar</i>
17 黄白侧耳	姬菇、小平菇	<i>Pleurotus comucopiae</i>
18 刺芹侧耳	杏鲍菇、刺芹菇、干贝菇	<i>Pleurotus eryngii</i>

续表 1-1

名 称	商品名或又名	学 名
19 阿魏侧耳	阿魏菇(含白灵菇)	<i>Pleurotus ferulae</i> , <i>Pleurotus ferulae</i> var. <i>nebrodensis</i>
20 鲍鱼菇		<i>Pleurotus abalonus</i>
21 盖囊侧耳	盖囊菇、高温平菇、夏季鲍鱼菇	<i>Pleurotus cystidiosus</i>
22 滑菇	滑子蘑、真珠菇、珍珠菇	<i>Pholiota nameko</i>
23 黄伞	金柳菇、黄柳菇、柳蘑、多脂鳞伞	<i>Pholiota adiposa</i>
24 长根菇	奥德蘑、水鸡	<i>Oudemansiella radicata</i>
25 鳞长根菇		<i>Oudemansiella radicata</i> var. <i>furfuracea</i>
26 真姬菇	海鲜菇、蟹味菇、松茸菇、灵芝菇、玉蕈、斑玉蕈、胶玉蘑	<i>Hypsizigus marmoreus</i>
27 杨树菇	柳松菇、柳环菇、柱状田头菇	<i>Agrocybe aegerita</i> (= <i>Agrocybe cylindracea</i>)
28 茶薪菇	茶树菇	<i>Agrocybe chaxinggu</i>
29 毛头鬼伞	鸡腿菇	<i>Coprinus comatus</i>
30 小孢毛头鬼伞	白鸡腿菇	<i>Coprinus ovatus</i>
31 高大环柄菇	棉花菇	<i>Macrolepiota procera</i>
32 巨大口蘑	金福菇、洛巴依口蘑、仁王口蘑(日本名)	<i>Tricholoma giganteum</i>
33 灰离褶伞	松毛菌	<i>Lyophyllum cinerascens</i>
34 紫丁香蘑	裸口蘑	<i>Lepista nuda</i>
35 黑木耳	细木耳、川耳、云耳	<i>Auricularia auricula</i>
36 毛木耳	粗木耳、牛皮木耳、黄背木耳、白背木耳	<i>Auricularia polytricha</i>
37 琥珀褐木耳	斤耳、黄褐木耳	<i>Auricularia fuscosuccenia</i>
38 皱木耳	砂木耳、网纹木耳	<i>Auricularia delicata</i>
39 银耳	白木耳、雪耳、通江银耳	<i>Tremella fuciiformis</i>
40 金耳	云南黄木耳	<i>Tremella aurantialba</i>
41 血耳	红耳	<i>Tremella sanguinea</i>
42 榆耳	榆蘑	<i>Gloeostereum incamatum</i>
43 灰树花	舞茸、栗蘑、云蕈	<i>Grifala frondosa</i>
44 牛舌菌	牛排菌、肝脏菌	<i>Fistulina hepatica</i>
45 猴头菌	猴头菇	<i>Hericium erinaceus</i>
46 分枝猴头菌	菜花菇	<i>Hericium ramosum</i>

续表 1-1

名 称	商品名或又名	学 名
47 长裙竹荪	竹荪	<i>Dictyophora indusiata</i>
48 短裙竹荪	竹荪	<i>Dictyophora duplicata</i>
49 棘托竹荪	竹荪	<i>Dictyophora echinovolva</i>
50 红托竹荪	竹荪	<i>Dictyophora rubrovolva</i>
51 茯苓	支苓、皖苓、鄂苓、闽苓、松茯苓	<i>Wolfiporia cocos (= Poria cocos)</i>

引自:黄年来.中国食用菌,2000,19:3~5.

第二节 食用菌促进农业生态系统的良性循环

我国每年农林业的秸秆、枝杈及酿造工业的副产品总量估计达 7 亿 t,其中 75%~80%被用于牛羊的饲料、秸秆还田及农民的燃料等,剩余的 20%~25%如果被焚烧,将造成极大的资源浪费和环境污染。

木腐型食用菌以前采用段木栽培法,现已改用“代料”栽培。所谓“代料”,是指代替段木栽培木腐型食用菌的各种有机物。代料栽培食用菌,不仅可以保护林木,而且具有生产周期短、生物学效率高、便于工厂化生产等优点。生物学效率是指食用菌鲜重与所用的培养料干重之比,常用百分数表示。如 100 kg 干培养料生产了 80 kg 新鲜食用菌,则这种食用菌的生物学效率为 80%,生物学效率也被称为转化率。利用农林业的秸秆、枝杈及酿造工业的副产品栽培食用菌,还可以消除环境污染,因此,食用菌产业是一项变废为宝、化害为利的有机物转化途径。

食用菌同农作物相比,具有繁殖速度快、生物学效率高的特点。1 hm²(15 亩)菇房若周年工厂化栽培双孢蘑菇一年可生产 22 t 蛋白质,相比而言,多数农作物每公顷每年的蛋白质产量仅为 1~2 t。食用菌不仅美味可口,而且有很高的营养价值和药用价值。2005 年全国食用菌产量为 1 200 万 t,按各种食用菌的平均生物学效率为 50%来计算,2005 年栽培食用菌所利用的 2 400 万 t 工农业副产品仅占全国工农业副产品总量的 3.4%,所以有很大的发展潜力。

如果在农作物的栽培过程中过量使用化肥,将造成具有致癌作用的 N-亚硝胺的前体硝酸离子(NO₃⁻)和亚硝酸离子(NO₂⁻)的含量在农产品中大幅超标。施用有机肥料,发展绿色农业或有机农业是当今农业的发展趋势。有机农业绝对禁止使用化肥和化学农药。但由于化肥效益明显和施用方便,所以农民不愿生产和使用有机肥。生产食用菌后的菌糠粗蛋白含量高于 10%,其他肥用指标(N, P₂O₅ 和

K₂O)也达到或超过了人粪尿、猪粪和牛粪(表 1-2),是优质的有机肥料。栽培食用菌的同时就生产出了大量优质的有机肥。施用这种有机肥料,农作物中的硝酸盐和亚硝酸盐含量将会降低,消费者可得到更安全的农产品。所以,发展食用菌产业不仅可以致富,而且还能减少农作物秸秆的剩余量和促进有机农业的发展。

表 1-2 糙皮侧耳(*Pleurotus ostreatus*)的菌糠肥用价值分析

项目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
平菇菌糠	1.70	0.61	1.13
人粪尿	0.60	0.16	0.30
猪粪	0.60	0.60	0.50
牛粪	0.59	0.28	0.14

2005年,我国食用菌产量为1 200万t,利用的工农业副产品总量约为2 400万t,出菇后原料重量约减少一半,即产生1 200万t干菌糠,除少数菌糠被进一步加工利用外,绝大部分可作为优质有机肥料用于农业。菌糠的含氮量为1.7%,1 200万t菌糠的含氮量是20.4万t,相当于44.3万t尿素的含氮量,能满足118.1万hm²(1 772万亩)土地一个生长季节对氮的需求。

食用菌是一个一箭三雕的产业。第一只雕是食用菌产品;第二只雕是减少了秸秆的剩余量,降低了焚烧秸秆对环境的污染;第三只雕是生产了大量的有机肥,促进了有机农业的发展。与其他转化农作物秸秆的方法相比,栽培食用菌的特点是经济效益高和基本不产生污染物。

第三节 食用菌的营养价值与药用价值

食用菌不仅是一类味道鲜美、营养丰富的食品,而且可以用作保健品或药品。著名食用菌学家、香港中文大学张树庭(S. T. Chang)教授将食用菌的价值高度概括为“可食可补可药”。

一、食用菌的营养价值

食用菌美味可口,营养丰富,美味可通过色、香、味的优劣来评判,而营养价值则需要采用科学的方法进行检测,如化学成分分析,包括氨基酸、脂肪酸、维生素、矿物质及核酸的光谱分析等。食用菌的营养成分取决于其遗传基础所导致的生物化学特性,此外,环境条件和培养基质对营养成分也有影响;食用菌和其他生物一

样,收获后仍进行代谢,不同发育阶段的子实体及其采收后的贮存和加工方式,也导致化学成分的改变。

1. 蛋白质 双孢蘑菇、香菇、平菇和草菇是世界上许多国家都进行商业化栽培的4种食用菌,它们的蛋白质含量一般占其子实体湿重的1.75%~3.63%,平均值为3.5%。这些数据表明,食用菌的蛋白质含量分别比芦笋和卷心菜高2倍,比柑橘高4倍,比苹果高12倍;按干重计算,食用菌通常含有19%~35%的蛋白质,而稻米仅为7.3%、小麦为13.2%、大豆为39.1%、牛奶为25%。因此,食用菌的蛋白质含量虽低于动物肉类食品,但却高于其他大多数食物甚至包括牛奶。据估计,全世界每年约有5亿人患蛋白质营养不足症。大力发展食用菌产业,是解决世界粮食不足,特别是解决严重缺乏蛋白质的有效途径之一。

2. 必需氨基酸 对食用菌粗蛋白的测定是一种间接分析氨基酸总量的方法,它受到样品中各种非蛋白氮的干扰,因此酸解或碱解后对全氨基酸的定量分析是更为准确的方法。蛋白质由20种氨基酸组成,人体虽能把某些氨基酸转化为另一些氨基酸,但有8种是人体不能自身合成的,只能从食物中获得,它们被称为必需氨基酸。这8种必需氨基酸在蛋白质合成时必须同时存在并且在数量上有正确的比例,如果其中的一种或多种供应不足,则细胞中所有其他氨基酸的利用将以相应的比例减少。动物蛋白与植物蛋白相比,前者所含氨基酸的种类平衡因而质量高,后者常缺乏一些重要的氨基酸,如禾谷类所含赖氨酸很少,豆科类常缺少蛋氨酸和色氨酸。通常栽培的食用菌含有人类所必需的8种氨基酸,各种食用菌中赖氨酸含量都很高,但蛋氨酸和色氨酸含量较少。除普通氨基酸和酰胺之外,食用菌还含有不常见的氨基酸和相关的含氮化合物,如甲硫氨酸亚砷、 β -丙氨酸、磺基丙氨酸、羟脯氨酸、 α -氨基己二酸、刀豆氨酸、瓜氨酸、鸟氨酸等。

3. 脂类 脂类包括脂肪、磷脂、类固醇和萜类等。常见食用菌的粗脂肪含量占其干重的1.1%~8.0%,平均为4%。一般而言,食用菌的脂肪种类齐全,包括游离脂肪酸和甘油单酯、甘油双酯、甘油三酯、甾醇、甾醇酯和磷酸脂等,其中非饱和脂类含量高于饱和脂类。

食用菌所含的脂肪酸中,至少有76%为非饱和脂肪酸(表1-3)。这些非饱和脂肪酸主要为亚油酸。在人们的日常饮食中,非饱和脂肪酸是必需的营养物质。而动物脂肪中所含的大量饱和脂肪酸对过多摄入的人不利。因此,食用菌中含有高比例的非饱和脂肪酸,是其作为健康食品的重要因素之一。

表 1-3 食用菌中非饱和脂肪酸及饱和脂肪酸的含量(干重)

%

食用菌种类	非饱和脂肪酸	饱和脂肪酸	非饱和脂肪酸的比例
草菇	2.6	0.4	86.7
香菇	1.7	0.4	81.0
双孢蘑菇	2.5	0.6	80.6
凤尾菇	1.3	0.3	81.3
黑木耳	1.0	0.3	76.9
银耳	0.5	0.1	83.3

胆固醇(cholesterol)是甾类化合物的脂类中的一个成员(甾类化合物是四环碳氢化合物环戊烷多氢菲的衍生物),它是真核生物膜的一种重要的结构成分,但是血清中胆固醇含量的升高会增加患心血管疾病的可能性,因此胆固醇在一般公众的心目中名声不太好。在人类的食品中,动物类食品蛋白质含量高,胆固醇含量也高;植物类食品蛋白质含量低,胆固醇含量也低。随着人们生活水平的提高,动物类食品的消费数量提高,胆固醇的摄入量也明显增加,患心血管疾病的可能性也随之提高。食用菌蛋白质含量高,胆固醇含量低,多吃食用菌不会引起胆固醇偏高。

4. 维生素、矿物质及纤维素 食用菌中含有多种维生素,如硫胺素(维生素 B₁)、核黄素(维生素 B₂)、生物素和抗坏血酸(维生素 C)。以每克干子实体中所含的毫克数表示,草菇的维生素 B₁ 含量为 0.35 mg,双孢蘑菇为 1.14 mg,香菇为 7.8 mg;草菇维生素 B₂ 的含量为 1.63~2.98 mg,而在双孢蘑菇和香菇中高达 5.0 mg。

食用菌是一类较好的矿物质源,其菌丝吸收基质中的矿物质并转运到子实体中。食用菌含量最高的矿物质是钾,其次是磷、硫、钠、钙和镁,这些属于主要矿质元素或称之为大量矿质元素占总灰分的 56%~70%;此外,食用菌还含有微量元素如铜、铁、锰、钼等。

平菇含有 7.4%~27.6%的纤维素成分,双孢蘑菇为 10.4%。纤维素被认为是有益于健康的食品成分,高纤维素膳食可以减少糖尿病人对胰岛素的需要量,并稳定患者的血糖浓度。

5. 核酸 微生物的特点是核酸含量较高,如酵母菌的核酸含量为其干重的 6.0%~12.0%、细菌为 8.0%~16.0%、海藻为 3.0%~8.0%、食用菌的核酸含量为 2.7%~4.1%,其中双孢蘑菇的核酸含量为 2.65%、鲍鱼菇为 2.93%、凤尾菇为 4.06%、草菇为 3.88%(表 1-4)。

表 1-4 4 种食用菌的核酸含量(干重)

%

种类	DNA	RNA	总量
双孢蘑菇	0.17±0.01	2.49±0.08	2.65
鲍鱼菇	0.37±0.02	2.56±0.10	2.93
凤尾菇	0.21±0.02	3.85±0.05	4.06
草菇	0.29±0.01	3.59±0.20	3.88

引自:杨国良等译. 食用菌及其栽培, 1992.

联合国的蛋白质顾问组建议,成人摄入核酸的安全限量最高为每日 4 g,而从微生物食品中摄入的核酸不能超过此限量的一半。这是因为人类缺少尿素氧化酶,不能氧化尿酸,尿酸是鸟嘌呤与腺嘌呤的难溶性代谢产物。血浆中尿酸含量高时,可导致组织和关节中的尿酸盐沉积,并引发肾和膀胱中生成结石。1967 年召开的首届单细胞蛋白质国际学术会议呼吁,要注意任何生长迅速的细胞所具有的高核酸含量问题。在常见的 4 种食用菌中,凤尾菇的核酸含量最高,占其干重的 4.06%,相当于其湿重的 0.51%,即使如此,每人每天食用 392.5 g 鲜凤尾菇是安全的。2004 年我国生产食用菌 1 160 万 t,出口 58.1 万 t,国内消费 1 101.9 万 t,平均每人每年消费 8.48 kg,即每人每天平均消费 23.2 g。392.5 g 鲜凤尾菇是平均消费量的 16.9 倍。如果食用核酸含量较低的其他食用菌,这个界限还可以再放宽些;经烹煮后的食用菌子实体可再多食 20%。因此,作为日常蔬菜食用时,不必限制摄入食用菌的量。

二、食用菌的药用价值

高等真菌被用作药物,在我国已有悠久的历史,它不但是我国天然药物资源的一个极为重要的组成部分,而且已成为当今探索和发掘抗癌药物的重要领域。2 000 多年前的东汉末,世界上第一部药物专著《神农本草经》中就记载了灵芝、茯苓、猪苓、雷丸等 10 余种真菌。至明代,著名医药学家李时珍的巨著《本草纲目》,收载药用真菌 40 多种。1974 年刘波著的《中国药用真菌》介绍了 78 种真菌,再版时记载了 117 种。应建浙等 1987 年编著的《中国药用真菌图鉴》收集了药用真菌 272 种。

1930 年德国科学家发现担子菌有抗肿瘤的活性,特别是 1969 年日本科学家千原吴郎报道了香菇多糖具有抗肿瘤活性之后,全世界掀起了从真菌中寻找抗癌药物的热潮,并证明 100 多种真菌具有显著的抑瘤活性。我国真菌资源十分丰富,

民间利用真菌入药有着悠久的历史,许多真菌已被用作生药或制成中成药。食用菌的主要药理作用有:

1. 抗癌作用 对猪苓、侧耳、云芝、香菇、灵芝、银耳、茯苓、冬虫夏草、猴头菇、裂褶菌等真菌的研究,证明这些真菌的多糖对某些肿瘤有一定的治疗作用,如香菇多糖和猪苓多糖能抑制小鼠肉瘤 180 的增殖;猴头菇多糖在治疗胃痛、食道癌方面有一定作用。

2. 对心血管系统的作用 灵芝可降低小鼠的耗氧量,提高耐缺氧能力,其注射液能改善心率失常和胰腺微循环。冬虫夏草也同样具有降低实验动物耗氧量和提高耐缺氧能力,临床上对心肌梗塞有一定的保护作用。银耳对治疗慢性肺原性心脏病有较好的效果,层卧孔菌对治疗冠心病和心绞痛有一定的效果。

3. 对肝脏的作用 香菇多糖对慢性病毒性肝炎有一定的治疗效果。灵芝能促进肝细胞蛋白质的合成。云芝、槐栓菌、亮菌、树舌、猪苓等在治疗肝炎方面也有一定的作用。

4. 对神经系统的作用 冬虫夏草的乙醇提取物能抑制小鼠自主活动,延长睡眠时间。小刺猴头菌对中枢抑制剂有协同作用,对中枢兴奋剂有对抗作用,安络小皮伞有较好的镇痛作用。

5. 抗炎作用 银耳、冬虫夏草、蜜环菌、竹黄菌均有一定的抗炎作用。

一些药用真菌,除对某种疾病有特殊的治疗效果外,它的作用往往是综合性的。不少药用真菌都具有滋补强壮作用,如灵芝、冬虫夏草、香菇等。我国历代医药学家都认为灵芝具有滋补强壮、扶正固本的作用,近代医药临床上,灵芝在治疗慢性支气管炎、消化不良、神经衰弱、冠心病、肝炎、高血脂症、高血压、白细胞减少症等疾病中均有效果。灵芝菌丝体和孢子粉制成的注射液,用于弥漫性或局限性硬皮病、多发性肌炎、红斑狼疮、斑秃、银屑病等疑难病症,都获得了一定的疗效。药理实验证明,灵芝具有免疫调节作用、抗过敏作用、抗肿瘤作用、抗衰老作用、提高机体耐缺氧作用、降血糖作用、降血压作用。

药用真菌在提高人体免疫功能、滋补、抗衰老方面的作用,早已受到我国历代医药学家的关注,冬虫夏草、灵芝、香菇等在医疗临床或滋补保健中都显示了一定的效果;茯苓、猪苓利水渗湿,雷丸杀虫,马勃医治恶疮等都一直用于中医临床。随着近代化学和药理学的发展,逐渐明确了一些药用真菌的化学成分和药理作用,并通过临床验证,一些药用真菌的制剂大量用于治疗疾病,如树舌、云芝、亮菌治疗乙型肝炎,云芝、银耳医治慢性气管炎,猴头菇、白靶齿菌治疗慢性胃炎,安络小皮伞治疗三叉神经痛、偏头痛等。特别是近年对药用真菌中生物活性多糖的研究,紧密与中医药理论相结合,已在临床上用于癌症的免疫治疗,如香菇多糖、裂褶菌多糖、