



教育部“一村一名大学生计划”教材

食用菌栽培技术

主 编 王贺祥



中央广播电视大学出版社

教育部“一村一名大学生计划”教材

食用菌栽培技术

主编 王贺祥

江苏工业学院图书馆
藏书章

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食用菌栽培技术/王贺祥主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2005.12

教育部“一村一名大学生计划”教材

ISBN 7-304-02977-3

I. 食… II. 王… III. 食用菌类-蔬菜园艺-教材
IV. S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 146946 号

版权所有, 翻印必究。

教育部“一村一名大学生计划”教材

食用菌栽培技术

主编 王贺祥

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-68519502

总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

责任编辑: 吴国艳

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

印数: 0001~5000

版本: 2005 年 12 月第 1 版

2005 年 12 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 12 字数: 275 千字

书号: ISBN 7-304-02977-3/S·89

定价: 13.60 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

序

“一村一名大学生计划”是由教育部组织、由中央广播电视大学实施的面向农业、面向农村、面向农民的远程高等教育试验。令人高兴的是计划已开始启动，围绕这一计划的系列教材也已编撰，其中的《种植业基础》等一批教材已付梓。这对整个计划具有标志意义，我表示热烈的祝贺。

党的十六大提出全面建设小康社会的奋斗目标。其中，统筹城乡经济社会发展，建设现代农业，发展农村经济，增加农民收入，是全面建设小康社会的一项重大任务。而要完成这项重大任务，需要科学的发展观，需要坚持实施科教兴国战略和可持续发展战略。随着年初《中共中央国务院关于促进农民增收收入若干政策的意见》正式公布，昭示着我国农业经济和农村社会又处于一个新的发展阶段。在这种时机面前，如何把农村丰富的人力资源转化为雄厚的人才资源，以适应和加速农业经济和农村社会的新发展，是时代提出的要求，也是一切教育机构和各类学校责无旁贷的历史使命。

中央广播电视大学长期以来坚持面向地方、面向基层、面向农村、面向边远和民族地区，开展多层次、多规格、多功能、多形式办学，培养了大量实用人才，包括农村各类实用人才。现在又承担起教育部“一村一名大学生计划”的实施任务，探索利用现代远程开放教

育手段将高等教育资源送到乡村的人才培养模式，为农民提供“学得到、用得好”的实用技术，为农村培养“用得上、留得住”的实用人才，使这些人才能成为农业科学技术应用、农村社会经济发展、农民发家致富创业的带头人。如若这一预期目标能得以逐步实现，这为把高等教育引入农业、农村和农民之中开辟了新途径，展示了新前景，作出了新贡献。

“一村一名大学生计划”系列教材，紧随着《种植业基础》等一批教材出版之后，将会有诸如政策法规、行政管理、经济管理、环境保护、土地规划、小城镇建设、动物生产等门类的三十种教材于九月一日开学前陆续出齐。由于自己学习的专业所限，对农业生产知之甚少，对手头的《种植业基础》等教材，无法在短时间精心研读，自然不敢妄加评论。但翻阅之余，发现这几种教材文字阐述条理清晰，专业理论深入浅出。此外，这套教材以学习包的形式，配置了精心编制的课程学习指南、课程作业、复习提纲，配备了精致的音像光盘，足见老师和编辑人员的认真态度、巧妙匠心和创新精神。

在“一村一名大学生计划”的第一批教材付梓和系列教材将陆续出版之际，我十分高兴应中央广播电视大学之约，写了上述几段文字，表示对具体实施计划的学校、老师、编辑人员的衷心感谢，也寄托我对实施计划成功的期望。

教育部副部长

吴启迪

2004年6月30日

前 言

本教材是中央广播电视大学为教育部“一村一名大学生计划”的学习者开设的一门专业课的主教材，同时也可用于种植类专业成人教育、高职高专教育和短期培训及相关技术人员的培训课程。“食用菌栽培技术”为专业课，要求学生在学完本课程后，能够掌握食用菌的形态、生理、生态、消毒灭菌、菌种生产、常见食用菌的栽培、储藏加工及病虫害防治等方面的基本知识。

作者参考了国内外的最新进展，对食用菌栽培技术的现状作了比较系统的阐述，力求概念准确、叙述简明，同时兼顾了食用菌的系统性，并且在本书最后附有食用菌栽培技术实验指导和一些常用到的基础知识，以方便同学们参考和使用。

本教材分四部分：第一部分基础知识，包括第一章食用菌学基础知识，第二章菌种的制作；第二部分具体菌种的栽培，包括第三章木腐型食用菌的栽培，第四章草腐型食用菌的栽培，第五章其他食用菌的栽培技术简介；第三部分包括第六章食用菌的病虫害及其防治和第七章食用菌产品的储藏及加工；第四部分为实验指导。

本书的作者分工情况是：王贺祥编写绪论、第六章、第七章、实验指导和附录；姜伟编写第一章、第三章和第四章；刘庆洪编写第二章和第五章。

宋渊、袁红莉、顾桂芬几位老师对书稿认真地进行了审定，在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免会有不妥之处，敬请读者随时向我们提出宝贵意见。

编 者

2006.1

目 录

绪 论	(1)
第一节 食用菌的概念	(1)
第二节 发展食用菌生产的意义	(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	(9)
第五节 毒菌	(10)
 第一章 食用菌学基础知识	(11)
第一节 食用菌的形态结构和分类	(11)
第二节 食用菌的生长发育与生活史	(17)
第三节 食用菌对营养物质的要求	(24)
第四节 菌种保藏	(26)
 第二章 菌种的制作	(29)
第一节 母种的制作	(30)
第二节 原种的制作	(37)
第三节 栽培种的制作	(41)
第四节 液体菌种	(43)
 第三章 木腐型食用菌的栽培	(46)
第一节 香菇	(46)
第二节 侧耳	(54)
第三节 黑木耳	(62)
第四节 银耳	(66)
第五节 金针菇	(70)

第四章 草腐型食用菌的栽培	(75)
第一节 双孢蘑菇	(75)
第二节 草菇	(84)
第三节 鸡腿菇	(88)
第四节 竹荪	(89)
第五章 其他食用菌的栽培技术简介	(93)
第一节 白灵菇	(93)
第二节 杏鲍菇	(96)
第三节 茶树菇	(98)
第四节 灵芝	(101)
第五节 猴头菇	(105)
第六章 食用菌的病虫害及其防治	(109)
第一节 主要病害及其防治	(109)
第二节 主要虫害及其防治	(118)
第七章 食用菌产品的储藏及加工	(128)
第一节 食用菌产品的储藏保鲜	(130)
第二节 食用菌产品的初级加工	(134)
第三节 食用菌的深度加工	(144)
食用菌栽培技术实验指导	(147)
附 录	(173)
附录1 常用母种培养基配方	(173)
附录2 培养料中碳氮比例 (C/N) 的计算方法	(176)
附录3 培养料的含水量	(177)
附录4 食用菌产品的分级	(178)
主要参考文献	(183)

绪 论

[学习目标]

1. 掌握食用菌的概念。
2. 熟悉发展食用菌生产的意义。
3. 了解食用菌学的标准化生产, 食用菌的价值, 毒菌及中毒类型。

我国食用菌生产发展的历史悠久, 自然植被种类繁多, 菌类资源及用于食用菌人工栽培的工、农业副产品丰富, 是发展食用菌栽培业极为有利的条件。2001 年我国食用菌总产量是 781 万 t (鲜重), 2002 年为 876 万 t, 2003 年达到 1 038 万 t, 占世界食用菌总产量的 65%。2001 年全国食用菌出口 45.5 万 t, 平均出口价格为每吨 1 240 美元 (折合 1 kg 约 10.2 元人民币), 出口量占总产量的 5.8%。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, 我国已成为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, 但其在区域间的发展并不平衡, 福建、河南食用菌年产量已超过 100 万 t, 山东超过 50 万 t, 江苏、浙江、四川、黑龙江、湖北、江西、河北、湖南超过 30 万 t, 陕西、辽宁、云南、广东、广西超过 10 万 t, 安徽、吉林超过 5 万 t, 山西、内蒙古、贵州、上海、北京、重庆超过 1 万 t, 新疆、天津、宁夏为几千吨。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、双孢蘑

菇、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估计约有 10 000 种，其中可以食用的 2 000 多种，有些学者的估计值还要高。我国已发现食用菌有 981 种。到目前为止，能够进行人工栽培的食用菌有 80 多种，商业化栽培的有 30 多种，绪表 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门，极少数属于子囊菌门。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。

绪表 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>

续表

名 称	商品名或又名	学 名
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 djamor</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>
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、玉草、斑玉草、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 chazinggu</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 fuscusuccenia</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 fuciformis</i>
40. 金 耳	云南黄木耳	<i>Tremella aurantialba</i>

续表

名 称	商品名或又名	学 名
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>
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 echinovolvata</i>
50. 红托竹荪	竹荪	<i>Dictyophora rubrovolvata</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 发展食用菌生产的意义

我国每年农林业的秸秆、枝杈及酿造工业的副产品总量达 6 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, 食用菌产业也是一个变废为宝、化害为利的有机物转化途径。

食用菌同其他农作物相比, 具有繁殖快、生物学效率高的特点。1 hm² (15 亩) 菇房若工厂化周年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 1 hm² 1 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。2003 年全国食用菌的产量为 1 038 万 t, 按各种食用菌的平均生物学效率为 80% 来计算, 2003 年栽培食用菌所利用的 1 297.5 万 t 工农业副产品仅占全国工农业副产品总量的 2.2%, 所以食用菌产业具有很大的发展潜力。

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， P_2O_5 和 K_2O ）也达到或超过了人粪尿、猪粪和牛粪的指标（绪表 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料。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。

绪表 2 糙皮侧耳 (*Pleurotus ostreatus*) 菌糠的肥用价值分析 %

	N	P_2O_5	K_2O
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

2003 年，我国栽培食用菌所利用的工农业副产品总量为 1 297.5 万 t，出菇后原料重量约减少一半，即产生了 648.8 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%，648.8 万 t 菌糠的含氮量是 11.0 万 t，相当于 23.9 万 t 尿素的含氮量，能满足 63.7 万 hm^2 (956 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。

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

世界各国进行商业化栽培的四种食用菌为双孢蘑菇、香菇、平菇和草菇，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，而稻米仅含 7.3%，小麦为 13.2%，大豆为 39.1%，牛奶为 25%，禽畜肌肉的蛋白质含量约为 80%。因此，食用菌的蛋白质含量虽低于动物肉类食品，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而且质量高，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。通常栽培的食用菌都含有人类所必需的 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. 脂肪

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、甾醇酯和磷酸酯等，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 74% 为非饱和脂肪酸（见表 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。

胆固醇是甾类化合物脂类中的一个成员（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心血管疾病的可能性，因此胆固醇在一般公众心目中的名声不太好。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。

绪表 3 食用菌中脂肪酸、非饱和脂肪酸及饱和脂肪酸的含量 %

食用菌种类	非饱和脂肪酸	饱和脂肪酸	脂肪酸总量
草 菇	2.6	0.4	3.0
香 菇	1.7	0.4	2.1
双孢蘑菇	2.5	0.6	3.1
凤尾菇	1.3	0.3	1.6
黑木耳	1.0	0.3	1.3
银 耳	0.5	0.1	0.6

说明：本表数据均为干重百分比。

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 1 g 干子实体中所含的维生素质量（mg）表示，草菇的维生素 B₁ 含量为 0.35 mg，双孢蘑菇中为 1.14 mg，香菇中为 7.8 mg；维生素 B₂ 的含量在草菇中为 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 6.2% 的纤维素成分，双孢蘑菇为 10.4%，草菇为 18.4%。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，并稳定病人的血糖浓度。

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 2.66%，鲍鱼菇为 2.93%，凤尾菇为 4.06%，草菇为 3.88%（绪表 4）。

绪表 4 四种食用菌的核酸含量 %

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

说明：表中数据为干重百分比。

（引自杨国良等译，食用菌菌及其栽培，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。在常见的四种食用菌中，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。2003 年我国生产食用菌 1 038 万 t，减去出口的数量，国内平均每人每年约消费 7.5 kg，即每人每天平均消费 20.5 g。392.5 g 鲜凤尾菇是平均消费量的 19.1 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。两千多年前的东汉末，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癌、食道癌方面有一定作用。

2. 对心血管系统的作用

灵芝可降低小鼠整体的耗氧量，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效果，层孔菌对治疗冠心病和心绞痛有一定效果。

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、红斑狼疮、斑秃、银屑病等疑难病症，都获得了一定疗效。药理实验证明，灵芝具有免疫调节、抗过敏、抗肿瘤、抗衰老、提高肌体耐缺氧、降血糖和降血压的作用。

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、马勃医治恶疮等也一直用于中医临床。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应用于治疗疾病，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多糖的研究，与中医药理论紧密结合，并已在临床上用于癌症的免疫治疗，如香菇多糖、裂褶菌多糖、猪苓多糖等，已取得了较好的疗效。随着在化学、药理学、临床医学等方面的进一步深入研究，药用真菌在医疗临床中将会显示出更大的作用。

许多药用真菌特别是一些具有肉实质子实体的大型真菌，它们既可以入药医治疾病，同时又是人们食用的美味佳肴，如黑木耳、香菇、银耳、猴头菇、金针菇、羊肚菌、松口蘑、蜜环菌等，都可制造出许多可口的菜肴和保健食品。

第四节 食用菌的标准化生产

2003年2月，中国食用菌协会根据国内外食用菌产业的现状，提出了实施食用菌标准化生产的意见。标准化生产包括：

- ①食用菌产品生产环境的标准化；
- ②投入品的标准化；
- ③生产过程的标准化；
- ④食用菌产品及其加工品的标准化；
- ⑤食用菌产品及其加工品的包装、储藏、运输、营销标准化。

在实施过程中，要以全面提高食用菌产品质量卫生安全水平为中心，通过健全体系，完善制度，对食用菌生产加工销售，实行从“农田到餐桌”全过程管理监督。