

农业高产优质高效益丛书

食用菌生产新技术

张水旺 康源春 苗长海 编著
刘克全 刘锡兰 陈新兰



农业出版社

农业高产优质高效益丛书

食用菌生产新技术

张水旺 康源春 苗长海 编著
刘克全 刘锡兰 陈新兰

农业出版社

(京)新登字060号

农业高产优质高效益丛书

食用菌生产新技术

张水旺 康源春 苗长海 编著
刘克全 刘锡兰 陈新兰

• • •

责任编辑 罗梅健

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 北京市密云县印刷厂印刷

787×1092mm 32开本 5印张 119千字

1994年1月第1版 1994年1月北京第1次印刷

印数 1—15,000册 定价 3.10元

ISBN 7-109-03018-0/S·1930

出版说明

当前，我国农业正处于由传统农业向高产优质高效农业的转变时期。实现这个转变，是发展社会主义市场经济，进一步解放和发展农村生产力的需要；同时对于实现小康目标，加快农业现代化进程，具有重要意义。

广大农民朋友、基层农业技术人员及专业户在发展高产优质高效农业中，必须依靠科学技术。为此，我们邀请了具有较高理论水平并有丰富实践经验的专家编写了一套“农业高产优质高效益丛书”，以满足他们对农业实用新技术的需要。该丛书主要以技术性强、经济效益好的经济作物、蔬菜、果树为主，其内容突出高产优质高效益，重点介绍生产全过程的关键技术和新技术，以及如何解决生产中普遍存在的主要问题等，力求通俗易懂，简明实用，使读者能看得懂、学得会、用得上。这也是我们出版这套丛书的目的。

本套丛书可供农业技术推广人员、职业技术培训师生、农民朋友及专业户参考使用。

农业出版社

1993年3月

42717

前 言

食用菌味美宜口，营养丰富，是低脂肪高蛋白食品，又有“素中之荤”、“健康食品”和“无公害食品”之美称。由于食用菌生产原料来源广泛，栽培容易，周期短、成本低、效益高，是拓宽农民致富门路的一条有效途径，并在我国正逐步形成一个新兴产业。随着科学技术的迅速发展，人民生活水平不断提高，食用菌的需求量也与日俱增。为此，应加快食用菌的开发利用，挖掘其生产潜力。

为了推广、普及食用菌高产栽培新技术，快速帮助菇农提高经济效益，促进食用菌生产的发展，我们根据多年的科研、生产实践，并参阅有关资料，编写了《食用菌生产新技术》一书。但由于作者水平有限，错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者予以批评指正。

编 者

1992年11月

目 录

前言

一、概 述	1
(一) 食用菌的栽培简况	1
(二) 食用菌的生产状况	2
(三) 食用菌的营养及药用价值	4
二、食用菌菌种制作技术	7
(一) 食用菌菌种的培育	7
(二) 母种制备应注意的问题	13
(三) 原种、栽培种制备应注意的问题	13
(四) 菌种质量及正常的原因	14
三、平 菇	16
(一) 平菇的生物学特性	16
(二) 平菇的栽培技术与管理方法	21
(三) 平菇的采收与保鲜加工	28
(四) 平菇生长发育中的生理性病害	30
(五) 平菇丰产优质栽培中应注意的几个问题	31
(六) 主要栽培品种	35
四、金针 菇	37
(一) 金针菇的生物学特性	37
(二) 栽培技术与管理方法	41
(三) 主要栽培品种	45
(四) 金针菇的保鲜与加工	45
五、草 菇	48
(一) 草菇的生物学特性	48

(二) 栽培技术和管理方法·····	51
(三) 主要栽培品种·····	64
(四) 草菇的采收、保鲜与加工·····	66
六、猴头 ·····	69
(一) 猴头的生物学特性·····	70
(二) 栽培技术与管理方法·····	73
(三) 主要栽培品种·····	75
(四) 猴头的采收与贮藏·····	76
七、黑木耳 ·····	77
(一) 黑木耳的生物学特性·····	77
(二) 栽培技术与管理方法·····	79
(三) 主要栽培品种·····	83
(四) 黑木耳的保鲜与加工·····	84
(五) 主要防杂措施·····	84
附 毛木耳代料栽培技术·····	85
八、香菇 ·····	86
(一) 香菇的生物学特性·····	87
(二) 栽培技术与管理方法·····	91
(三) 主要栽培品种·····	103
(四) 香菇的采收与加工·····	103
九、灵芝 ·····	105
(一) 灵芝的生物学特性·····	105
(二) 栽培技术与管理方法·····	106
(三) 主要栽培品种·····	109
(四) 灵芝的采收与加工·····	109
十、银耳 ·····	110
(一) 银耳的生物学特性·····	110
(二) 栽培技术与管理方法·····	113
(三) 银耳的采收、保鲜与加工·····	116
十一、蘑菇 ·····	117

(一) 蘑菇的生物学特性	117
(二) 栽培技术及管理方法	122
(三) 主要栽培品种	133
(四) 蘑菇的采收、保鲜与加工	135
十二、食用菌主要杂菌及害虫的防治	139
(一) 菌种生产中常见的杂菌及害虫	139
(二) 栽培过程中常见的杂菌、害虫及防治	142
主要参考文献	146

一、概 述

食用菌是指可供人类食用的大型真菌，俗称“菇”、“蕈”或“耳”，通常称为“蘑菇”。如蘑菇、香菇、猴头、木耳、半肚菌、牛肝菌、侧耳等。我国人民采食和栽培食用菌已有悠久的历史，由于食用菌在野生条件下往往生长在山林中，故被誉为“山珍”。又因其味美宜口，营养丰富，亦成中外筵席上的佳肴。据研究，长期食用，其菌类蛋白质具有降低胆固醇、防止血管硬化、降低血压及防治癌症等医疗效果。为此，在国际上被誉为“植物蛋白的顶峰”和“健康食品”。随着人民生活水平的提高，对食用菌的需求量将越来越多。但不少食用菌还远不能满足国内外市场的需要。在今后的科研、生产中，食用菌作为新的研究领域，有待进一步探索、挖掘。

（一）食用菌的栽培简况

我国是食用菌开发最早和最多的国家。4000年前，我们的祖先就以菇类为食。2000多年前的《诗经》已有关于菌类的记载。东汉至三国时代，我国出现了一部药物学专书——《神农本草经》。书中记载药物365种，包括灵芝、茯苓、猪苓、雷丸、白僵蚕等十几种菇类药物。汉代司马迁的《史记》中记有“所谓茯灵（苓）者，在兔丝之下，状似飞鸟之形……”，并详细记述了从地下掘取茯苓的方法。唐宋时期，本草书中对大型真菌的记载更加详细，种类也逐渐增

多。像银耳、金耳、竹荪等都在有关著述中有所论及。宋代出现了我国第一部专门论述食用菇类的著作，即是陈仁玉的《菌谱》。明清时期又继续出现了两部菌类专著，即潘之恒的《广菌谱》和清代吴林的《吴菌谱》。《广菌谱》一书记载菇类19种，产地涉及湘、鲁、云、粤、皖、赣等9省。明代我国著名医药学家李时珍的《本草纲目》，把以前各代本草书中记载的大型真菌，根据形态、生态、功用等统一了种名。据不完全统计，该书记载大型真菌40余种，并对其药效、药用价值等都作了详尽描述。明末科学家徐光启在其《农政全书》中也曾记载了数种前人未曾记载过的菇类。如羊肚菜、麻菇（草菇）、鸡枞、猴头等，在明清的各地志中，也大量记载着菇类真菌。如云南《永昌府志》中记有“鸡枞属滇，在在有之”。《居山杂志》中这样写道：“山中雨后多生菌，凡有数种……。”综上所述，可见我国劳动人民对食用菌的栽培和利用的历史是非常悠久的。

我国近代食用菌的栽培约开始于20世纪30年代，1935年，我国引进了双孢蘑菇并进行了试验栽培。1938年，裘维蕃先生用锯木屑和其它营养物质栽培平菇、金针菇取得了成功。1942年，杨新美先生从银耳子实体上用孢子弹射法分离出银耳菌种，同时还进行了人工接种栽培试验并获得成功。1959年，上海农科院又用木屑栽培猴头取得了成功。在60年代，我国香菇、木耳、银耳的生产还处于半人工、半野生状态。70年代以来，我国人工栽培食用菌才发展起来。各种代料栽培技术日渐广泛。特别是近几年来，食用菌的栽培在一些地区已成为种植业的一部分，在农村经济振兴中起了很大作用。

（二）食用菌的生产状况

我们通常称的食用菌有1000多种，我国可食用的种类约

有360多种，其中蘑菇、香菇、平菇、草菇、滑菇、黑木耳、银耳等都有大面积的栽培，可以人工栽培的亦有50多种。食用菌总量大约在125—150万吨左右，世界上主要生产品种是蘑菇、香菇、金针菇、草菇、平菇、滑菇、木耳等。蘑菇产量最高，产量在88万吨左右，占世界食用菌总量的70%。有80多个国家进行栽培，主要生产国是美国、法国、中国、英国、荷兰等。香菇是第二大食用菌，总产量为17万吨，占世界食用菌总量的13.6%。香菇主要产区集中在亚洲地区，日本和中国是传统的香菇生产国。金针菇近年来则一跃为仅次于蘑菇和香菇，成为第三位的食用菌，金针菇最大的生产国是日本。草菇为世界第四大菇，总产量为5万吨左右，其中我国年产就有3万多吨，居世界首位。另外，泰国、印尼、菲律宾、印度等亚洲国家也有生产。平菇大约4万吨左右，占世界食用菌的第五位。主产国是日本、中国、德国、意大利、法国等国。滑菇总产量为1.7万吨，居世界第六位，主产国是日本。木耳产量为1.4万吨左右，中国产量居世界第一位。国外食用菌生产总产量一直比较稳定，没有大起大落现象。例如日本的干香菇自1974年突破1万吨，鲜香菇突破5万吨后，十余年来，总产量基本上一直持续稳定上升。我国食用菌生产发展比较迅速，目前已成为世界上最大的食用菌生产国，全国食用菌年产量达75万吨，年产值35亿元，出口创汇3.5—4亿美元。全国已有64个县食用菌年产值在1000万元以上，主要分布在江苏、浙江、福建等省。食用菌在我国正逐步成为一个新兴产业，全国已涌现一批具有特色的“蘑菇乡”、“香菇乡”、“银耳乡”、“草菇乡”。上海嘉定县1986年蘑菇总产量609万公斤，比1978年增长3.2倍；福建古田县的香菇产量从1983年的1.15吨增至1986年的1096吨；陕西省留坝县食用菌产量1983年为1.65万公斤，1986年

则达到15万公斤。近年来，福建、浙江、江苏、黑龙江、上海等五省（市）食用菌年产值都超过了亿元。福建省仅蘑菇、银耳、香菇、木耳四种菇类的产值由1980年的1亿元升至1986年的4亿元；1980年至1985年蘑菇罐头出口创汇2.73亿美元，占全省创汇总额的12.4%，成为拳头出口商品。在一些重点产区，如福建古田县、陕西省留坝县、上海市嘉定县等，都形成了从菌种生产、生产资料供应，一直到产品加工、运输的系列化服务体系。我国食用菌总产量虽然在与日俱增，但目前我国每年人均占有量仅0.5公斤左右，远远低于一些先进国家的消费水平（德国每人每年4公斤，西欧和美国每人每年2公斤）。所以，我国食用菌生产潜力很大，又有广大的国内市场和日益扩大的国际市场。应按照“决不放松粮食生产，积极发展多种经营”的方针，充分合理地利用当地资源条件和经济、技术条件，立足国内，扩大出口，加快我国食用菌生产的发展步伐。

（三）食用菌的营养及药用价值

食用菌不仅鲜嫩宜口，味道独特，且含有丰富的营养，有“素中之荤”、“健康食品”、“自然食品”和“无公害食品”之美称。

食用菌为低脂肪高蛋白食品，所含蛋白质在植物性食物中居于前位。据测定，在100克干菇中蛋白质的含量分别为：蘑菇为36.1克，口蘑为35.6克，香菇为13克，金针菇为16.2克，木耳为10.6克。一般说来，干菇类脂肪含量仅有2%。菇类蛋白的质量介于动物蛋白和植物蛋白之间。食用菌的氨基酸含量和种类也很多。香菇、蘑菇等含有18种氨基酸，其中有人体所需要的必需的氨基酸8种，尤其是色氨酸和赖氨酸，在一般植物蛋白质中是缺乏的。所以，食用菌具有对

植物蛋白的营养有增补的价值。菇类所含的氨基酸量可与肉类、鱼类、奶品等相媲美。同时，像金针菇中赖氨酸含量特别高，有助于儿童身体的生长发育，在日本风靡一时，被称为“增智菇”。维生素是人体和代谢所必需的微量有机物，为食物中不可缺少的组成部分。食用菌中含有多种维生素，含有一定量的B₁、B₂、B₃、B₅、B₆、B₁₁、B₁₂、C、K和生物素等。香菇除含有B族维生素外，在鲜香菇中含有的维生素D原较多。每克香菇中的维生素D原含量为128个国际单位，为大豆的21倍。一个人每天食用3—4克香菇，就可满足对维生素D的需要。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C200毫克以上，仅次于大枣和猕猴桃的含量。密环菌和鸡油菌菌体中含有维生素A，平菇含有维生素B₁、B₂。其它如钙、磷、铁、钾、钠、镁、硫等元素在食用菌中也都有一定含量。

食用菌除上述的营养价值外，还有一定的药用价值，这在我国医药典籍中早有记载。例如香菇很早以来就被民间用来辅助治疗小儿天花和麻疹，也常用来解毒，降低血压，减少胆固醇和预防感冒等。现代科学研究发现，香菇含有多种药用成分。香菇素可降低血液中胆固醇的含量，“香菇多糖”通过调节人体的免疫机能，起到抑制肿瘤的作用。由于香菇中含有丰富的维生素B₁、B₂、维生素C和作为维生素D原的麦角固醇，所以对人体蛋白转化机制有益。日本科学家研究认为，妇女某些贫血症是由于血浆蛋白多而转化或红细胞数量不足，多食香菇对改善蛋白转化红细胞有良好的效果。猴头是一种富含蛋白质、维生素、多糖和无机盐类的高级滋补品。近年来研究发现猴头菇中的粘多糖对S-180肉瘤和S-755肉瘤以及艾氏腹水瘤均有不同程度的抑制作用。美国抗肿瘤药物中心的报道也证明猴头菇粘多糖对小鼠S-

180肉瘤有显著抑制作用。目前临床上应用的用猴头菌丝体制成的“猴菇菌片”，对十二指肠溃疡有较好疗效，对消化系统的癌症也有缓解作用。用密环菌菌丝体制成的“密环菌片”具有天麻的功效。用蘑菇浸出液制成的“健肝片”是医治肝炎的辅助药物。从云芝子实体提出的“云芝多糖”，对肿瘤细胞有较强的抑制作用。真菌抗肿瘤作用具有直接抑制作用外，还具有增加人体免疫力的作用。其免疫力的作用可有两个方面，一是增强细胞免疫作用，刺激网状细胞系统的吞噬功能，刺激或活化T细胞，提高淋巴细胞的转化率；二是增强体液的B细胞和T细胞的免疫作用，促进抗体形成。最近科学家还发现，像云芝、香菇等提取的多糖能在人体细胞内诱生干扰素，以抵御病毒侵袭。有人用亮菌多糖试验，发现亮菌多糖对受致死剂量 γ -射线照射的小鼠和狗有明显防护作用，能降低机体造血组织的损伤，促进造血功能的恢复。在菇类的提取物中，除多糖外，对肿瘤有抑制作用的还有冬菇素，对肉瘤180和艾氏腹水瘤均有抑制效果。1980年东北师范大学利用长白山产云芝，研制出的“云芝肝泰冲剂”是治疗乙型肝炎、迁延性肝炎、慢性活动性肝炎的有效药物。木耳有滋润强壮，清肺益气补血活血，镇静止痛等功效，并有清涤胃肠的作用，因而是纺织工人和矿山工人的重要保健食品之一。据报道，美国明尼苏达大学医学院的哈默斯教授发现：食用黑木耳可以抑制血小板的凝集，这一作用能维持24小时；食用黑木耳，可防治脑血栓形成和其它血管疾病。银耳是一种传统滋补品，具有补肾强精，清热润肺，益胃润肠等功能，并对滋润皮肤有一定作用，已作嫩肤剂的原料普遍应用。鉴于食用菌的营养价值以及防病、治病的功能，已开始把它列为人类的“第三类食品”，即动物性食物、植物性食物和菌类性食物。

二、食用菌菌种制作技术

菌种，好比作物的种子，是食用菌生产的根本。其优劣直接影响食用菌的产量和质量，为获得优质菌种，必须科学地掌握好制种环节。

（一）食用菌菌种的培育

人工培育的菌种有母种、原种和栽培种，在试管中孢子或组织分离培育的菌丝体称为“母种”（一级种），母种的菌丝体较纤细，分解养料的能力弱，需要在营养丰富而又易吸收利用的培养基上培养。

从母种培养出来的叫“原种”（二级种），由原种再扩大培养为“栽培种”（三级种）。经过以上三级培养，食用菌菌丝体大量增加，每支母种又可接4—6瓶（750毫升菌种瓶）原种。每瓶原种又可扩繁殖成60—80瓶栽培种。在菌种数量扩大的同时，菌丝体也从初生菌丝发育到次生菌丝，菌丝越来越粗壮，分解物质的能力越来越强。所以，生产上一般利用栽培种进行播种。

1. 配制培养基 培养基是菌丝体赖以生存的营养基物。要培养菌种，就必须为其提供含有丰富营养物质的培养基。培养基因菌种的不同而亦有不同。一般培养基可分三类：培养从菇体（耳），或菇木上分离到的菌种（或转接母种），称为母种培养基；用母种扩大繁殖的培养基称为原种培养基；用原种再扩大繁殖供生产栽培用的培养基称为栽培种（生

产种)培养基。三种培养基的组成配方及配制方法也有所不同。

(1) 母种培养基的配制: 母种培养基就是试管斜面琼脂培养基, 是专门用来保存纯菌种和扩大繁殖母种用的培养基。母种培养基通常多采用马铃薯、葡萄糖、琼脂培养基(简称PDA培养基)。

配方: 马铃薯	200克
葡萄糖(或蔗糖)	20克
琼脂	20克
水	1000毫升

制法: 挑选质量好的马铃薯洗净去皮, 称取200克切成薄片, 放入铝锅或烧杯中, 加清水1000—1400毫升(包括耗水量), 加热煮沸, 维持20分钟左右, 使马铃薯熟而不烂。然后用四层纱布过滤, 取其汁液, 再将琼脂加入, 继续加热使琼脂全部溶化。加热过程中, 要用玻璃棒不断搅动, 以防溢出和焦底, 最后加入葡萄糖, 并用热水补足1000毫升。用玻璃棒搅拌, 使滤液均匀。配制好的培养基要趁热分别装入试管。装入量约为试管的1/5或1/4。装管时要注意莫让培养基沾附在试管口。分装完毕塞上棉塞, 棉塞要松紧适度, 塞入长度约为棉塞长度的2/3左右, 使之有利于通气, 又可防止杂菌侵入。

塞好棉塞的试管培养基, 放置在小铁丝筐中, 然后用布袋装好, 盖上牛皮纸, 用绳扎紧, 竖直放在高压锅内, 进行灭菌。在1.1公斤/厘米²压力下维持30分钟。灭菌后, 待培养基温度下降至60℃左右时, 可摆斜面, 以防冷凝水过多。摆斜面时, 先在桌子上放一本棒, 将试管培养基逐支斜放, 斜面长度为试管长度的1/2, 冷却后即成斜面培养基。

高压蒸汽灭菌法, 是被普遍采用的灭菌方法。水蒸汽压

力增高，温度也随之升高（表1）。使用高压灭菌锅灭菌时，要特别注意冷空气的排放，否则压力表所指示的压力，不是水蒸汽的实际压力，而是水蒸汽压力和空气压力的总和，压力所对应的温度与灭菌锅内的温度也是不一致的（表2）。

表1 蒸汽压力与温度的关系

蒸 汽 压 力		相当温度 (°C)
磅/平方英寸	公斤/厘米 ²	
5	0.352	107.7
10	0.703	115.5
15	1.055	121.6
20	1.406	126.6
25	1.758	130.5
30	2.109	134.4

表2 灭菌锅中空气排出程度与锅内温度关系

空气排出程度	压力 (公斤/厘米 ²)	温度 (°C)
完全排除	1.055	121
排除2/3	1.055	115
排除1/2	1.055	112
排除1/3	1.055	109
完全未排除	1.055	100

在使用高压锅灭菌时，要严格遵循操作规程，时刻注意锅内的温度和压力。掌握好时间，控制好热源。其操作方法