


# 食用菌栽培加工生产技术 与机械设备

SHIYONGJUN ZAIPEI JIAGONG SHENGCHAN JISHU YU JIXIE SHEBEI

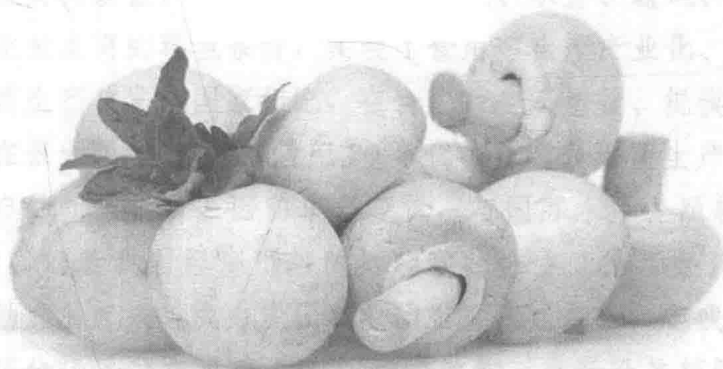
林 静 ©编著



 中国农业出版社

# 食用菌栽培加工 生产技术与机械设备

林 静 编著



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食用菌栽培加工生产技术与机械设备 / 林静编著.

—北京: 中国农业出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-109-21141-4

I. ①食… II. ①林… III. ①食用菌—栽培技术—农业机械—机械设备 IV. ①S646②S233.74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 271675 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 王琦璐 张凌云 陈曦

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15

字数: 336 千字

定价: 49.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 内容提要

《食用菌栽培加工生产技术与机械设备》是一本食用菌栽培加工技术与配套机械设备相结合的科技图书，由沈阳农业大学工程学院林静教授编写。本书共分七章，主要阐述了食用菌培养料制备技术与机械，菌种生产技术与机械，食用菌工厂化生产环境控制技术与设备，病虫害防治技术与机械，食用菌加工机械与设备，以及典型食用菌机械化栽培技术与机械等。详细介绍了食用菌栽培加工技术与配套机械的构造、性能、使用维护和故障排除等。该书内容丰富、图文并茂、通俗易懂，实用性强，做到了知识性和实用性，理论性和实践性的有机统一。本书可作为食用菌栽培加工技术与配套机械推广和管理培训的教材，也可供从事食用菌生产、加工、产品开发、流通和管理等方面的科技人员和管理人员，以及大专院校相关专业师生使用，也适合农村专业户和食用菌生产企业的技术人员阅读参考。





食用菌产业是中国农村经济中新兴的重要的支柱产业，是农业增产、农民增收极具潜力的 21 世纪的朝阳产业，是“白色农业”的重要组成部分，是我国菜篮子工程、特色农业、创汇农业，城乡经济中脱贫致富首选项目。食用菌生产是充分利用农、林、牧业等副产品做原料来代替木材栽培食用菌，这些原料的利用会大大提高资源的利用率，提高了食用菌生产的综合效益。但加工这些原料费工费时、劳动强度大、时间长，手工操作容易使培养料感染细菌，迫切需要实现食用菌生产机械化，来扩大食用菌生产规模，增加出口量，达到食用菌生产的标准化，并逐渐与国际接轨。

国外的食用菌栽培加工生产机械化水平较高，主要是欧美和日本等工业发达的国家，从原料的粉碎、拌料、堆肥、装袋到发酵、接种、覆土、喷水、采菇、清床等生产环节均实现了机械化；同时，采用空调设备和各种测量仪器以及自动化、半自动化装置，调节控制温度、湿度、水分、通风、光照等，创造最适宜食用菌生长发育的环境条件，实现了食用菌生产产业化、设施化和工厂化。我国食用菌生产与发达国家相比，在食用菌生产质量、规模和机械化生产水平上仍然存在很大距离。在 20 世纪 80 年代以前，食用菌生产基本上以手工操作为主，靠自然气候生长，因而单产较低，与国际水平差距较大。在 20 世纪 80 年代以后，随着我国经济形势的好转和社会主义市场经济体制的建立，食用菌行业蓬勃发展起来，成为现代农业的重要组成部分。但我国食用菌生产方式落后，一部分仍停留在家庭手工作坊式操作，生产设施简陋，工艺落后，规模小，产量低，效益差，是一种低产、低效、资源浪费的生产方式，与当今国际食用菌市场的需求和发展极不相符。进入 21 世纪，结合我国加入 WTO 后对食用菌产业结构调整带来的机遇与挑战，山东九发食用菌股份有限公司引进国外设备和技术生产双孢蘑菇获得了成功，并带动了国内食用菌机械化、工厂化生产的技术发展。福建省大力开发袋栽食用菌生产机械，采用机械化、工厂化集中生产袋料，然后分散到农户管理的生产模式取得了成功的经验，并推广到全国 20 个省（直辖市），推动了我国食用菌机械化生产的发展。目前，食

用菌机械化生产设备的种类不断丰富,保有量不断增加,已发展成培养料制备、拌料、装袋、灭菌、液体制种、接种、消毒净化等几大系列 30 余个品种,基本上涵盖了食用菌生产的各个环节。食用菌机械化生产,正向着工厂化、大型化、设施化、园艺化和生态化方向发展。由于我国各省食用菌生产发展不平衡,采用机械化、半机械化生产食用菌的程度也不同,所以我国机械化生产食用菌还处于发展和提高阶段。因此,研究生产适宜我国食用菌栽培加工技术与装备,推动食用菌生产规模化、集约化、工厂化和智能化发展,对提高食用菌生产质量,增强我国食用菌在国际市场的竞争力,增加农民收入等均具有重要的现实意义。

工作者在攻读硕士和博士学位期间对食用菌生产的关键机械设备进行了设计与研究,主持辽宁省教育项目 3 项:食用菌生产机械化工艺系统与生态效益的研究(202050774),培养料理化特性与仿生搅拌装袋机研制和技术推广的研究(05L384),食用菌机械化生产工艺优化及关键设备研制与开发(2009A636);并且在沈阳农业大学园艺学科博士后流动站期间进行了食用菌机械化栽培工艺及关键设备的研究。在本研究领域内,先后在《农业机械学报》《粮油加工与食品机械》和《农机化研究》等国家核心期刊发表论文 30 余篇,并且取得一定的研究成果,为《食用菌栽培加工生产技术与机械设备》的编写提供了良好的理论基础和实践经验。

《食用菌栽培加工生产技术与机械设备》系统地阐述了食用菌栽培加工技术和工艺模式,以及配套机具的构造和正确使用等,对机械的性能、结构、使用范围、技术参数、工作原理、安装调试、操作使用、注意事项、维修保养和故障排除等作了图解和说明。融知识性、实用性、普及性于一体,通俗易懂,简便实用。相信本书的出版将有助于食用菌栽培加工技术与机械的推广和发展。

沈阳农业大学工程学院教授

李宝筏

2015 年 10 月



## 前言

食用菌自古以来被人们列为菜中佳品，是一种营养丰富，又具有多种药用价值的食品，有高蛋白、低脂肪、低热能、多功效等特点。食用菌细胞中最主要的有机物是蛋白质、核酸、碳水化合物和脂类，还含有多种维生素和生理活性的矿物质元素，是改善人民生活 and 保健的重要食品，也是出口创汇的重要商品，目前发展较快。中国的食用菌年总产量  $1.2 \times 10^{12}$  t，约占世界总产量的70%以上，不仅产量居世界之首，而且因其品种多、出口量大，在国际市场上占有重要位置，总产值在种植业中排在粮、棉、油、菜、果之后位居第六，是农村短平快脱贫致富的重要项目。为了适应产业的发展，满足市场的需要，机械化栽培食用菌是食用菌生产发展的必然趋势。在一些发达国家，食用菌生产已向机械化、工厂化方向发展，建立了大型联合企业；从菌种制作到栽培、加工一条龙生产，基本上实现了栽培设施化、机械化和周年化。我国的食用菌产业，由于基础薄弱，机械化水平较低，生产分散，大部分集中于南方，采用手工生产，生产率低。为了改变我国食用菌生产现状，推动食用菌产业的发展，减轻劳动强度，提高食用菌的产量和机械化水平，降低食用菌生产的成本，研发和推广食用菌生产的原料特性和机械设备至关重要。

食用菌机械化、工厂化生产专业化程度高，生产稳定，净化条件优越，管理制度严格，同时可以提高劳动生产率，能及时生产出所需的菌种和培养料，而且还可进一步扩大生产规模，缩短栽培周期，减轻劳动强度，提高生物转化率和生产率，扩大出口量，有利于形成机械化、工厂化规模经营。使食用菌产业具有了强有力的竞争态势，将更多的商品打入国际市场，来促进食用菌产业的快速发展。

本书以目前食用菌生产中广泛使用的食用菌栽培及其深加工机械，如切片粉碎机、搅拌机、装瓶装袋机、蘑菇切片机、烘干机等为例，对机械设备的性能、结构、使用范围、技术参数、工作原理、安装调试、操作使用、注意事项、维修保养和故障排除等作了图解和说明。融知识性、实用性、普及性于一体，通俗易懂，简便实用，面向广大从事食用菌栽培与深加工的工作者，具有

初中以上文化程度者均可阅读。

《食用菌栽培加工生产技术与机械设备》系统地阐述了食用菌栽培加工技术和配套机械设备的构造和正确使用等,对机械的性能、结构、使用范围、技术参数、工作原理、安装调试、操作使用、注意事项、维修保养和故障排除等作了图解和说明。本书可作为食用菌栽培加工技术与配套机械推广与管理培训的教材,可供食用菌生产专业户和企业技术人员参考,也是农业院校相关专业师生的参考书。

本书在编著过程中,参阅并吸收了从事食用菌栽培加工技术与配套机械研究广大同行的不少研究成果,恕不一一注明,在此表示衷心感谢!由于水平有限,书中难免有错误之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2015年10月



# 目 录



## 序 前言

第一章 食用菌机械化生产概述	1
第一节 食用菌生产意义	1
一、食用菌的营养与药用价值	1
二、食用菌生产的综合效益	3
第二节 食用菌机械化生产优势与模式	5
一、食用菌机械化生产技术的內容	5
二、食用菌生产机械化发展的优势和前景	5
三、食用菌生产模式的发展现状	6
第三节 国内外食用菌机械化生产概况	7
一、国外食用菌机械化生产概况	7
二、国内食用菌机械化生产概况	8
三、发展食用菌机械化工厂化生产的措施	10
第四节 食用菌机械化生产工艺与机械类型	11
一、食用菌机械化生产工艺	11
二、食用菌生产机械的类型	12
第二章 食用菌培养料制备技术与机械	15
第一节 食用菌培养料制备技术与配方	15
一、食用菌的营养基础	15
二、食用菌培养料原料	19
三、培养料配制技术与配方	21
第二节 切片粉碎机	28
一、切片机	28
二、切秆机	31
三、稿秆(菌草)切碎机	32
四、粉碎机	32
五、切片粉碎机	38
六、木质物料粉碎机	39
七、筛选机	41

第三节 培养料搅拌机	42
一、搅拌机的技术性能	42
二、培养料搅拌机的构造	43
三、培养料搅拌机的工作原理	44
四、培养料搅拌机的正确使用	44
五、培养料搅拌机的故障及排除	44
六、自走式堆料翻料机	45
第四节 培养料装瓶装袋机	45
一、GE型培养料装袋机	46
二、ZDP-3型装瓶装袋两用机	47
三、6ZP-500A型装瓶装袋两用机	50
四、培养料压块机	55
五、搅拌装瓶装袋联合作业机	57
<b>第三章 菌种生产技术与机械设备</b>	<b>58</b>
第一节 菌种生产技术	58
一、菌种类型与分级	58
二、菌种生产的基本工艺流程	58
三、食用菌菌种分离	58
四、培养基的制作	61
五、接种	64
六、菌种的培养	65
第二节 菌种场的基本规划及其布局	66
一、场址选择原则	66
二、规划	66
三、基本设施和设备	67
四、菌种场布局设计	67
第三节 菌种生产机械与设备	69
一、消毒与灭菌设备	69
二、接种室及接种设备	76
第四节 菌种培养、保藏技术与设备	80
一、菌种的培养技术与设备	80
二、菌种的保藏技术与设备	82
第五节 液体菌种制作技术与机械设备	89
一、液体菌种制作技术	89
二、液体菌种生产机械与设备	90
<b>第四章 食用菌工厂化生产环境控制技术与机械设备</b>	<b>94</b>
第一节 食用菌栽培环境条件与设施	94

一、食用菌栽培环境条件 .....	94
二、食用菌栽培的设施 .....	99
第二节 食用菌工厂化生产环境控制与设备 .....	103
一、食用菌工厂化生产厂房的布局设计 .....	103
二、食用菌工厂化生产环境控制 .....	104
三、环境控制技术与设备 .....	107
四、食用菌工厂化生产配套机具 .....	110
第三节 食用菌工厂化生产技术与工艺 .....	112
一、菌种工厂化生产工艺流程与技术 .....	112
二、金针菇工厂化栽培技术 .....	113
三、杏鲍菇工厂化栽培技术 .....	116
四、平菇工厂化栽培技术与工艺 .....	119
第五章 食用菌病虫害防治技术与机械设备 .....	122
第一节 食用菌病虫害防治技术 .....	122
一、食用菌病害及其防治 .....	122
二、食用菌虫害及其防治 .....	133
三、食用菌病虫害的综合防治 .....	136
第二节 食用菌病虫害防治机械与设备 .....	139
一、食用菌病虫害防治设备 .....	139
二、食用菌病虫害防治机械 .....	142
第六章 典型食用菌机械化栽培技术与机械设备 .....	157
第一节 平菇机械化栽培技术与机械设备 .....	157
一、平菇栽培季节和场所设施 .....	157
二、平菇机械化栽培工艺与机械设备 .....	157
三、平菇机械化栽培技术 .....	158
第二节 香菇机械化栽培技术与机械设备 .....	161
一、香菇栽培季节和场所设施 .....	161
二、香菇机械化栽培工艺与机械设备 .....	162
三、香菇机械化栽培技术 .....	162
第三节 金针菇机械化栽培技术与机械设备 .....	167
一、金针菇栽培季节和场地设施 .....	167
二、金针菇机械化栽培技术与机械设备 .....	168
第四节 滑菇机械化栽培技术与机械设备 .....	173
一、滑菇栽培季节和场所设施 .....	173
二、滑菇机械化栽培工艺与机械设备 .....	174
三、机械化栽培滑菇技术 .....	174
第五节 猴头菇机械化栽培技术与机械设备 .....	177



一、猴头菇栽培季节和场所	177
二、猴头菇机械化栽培工艺与机械设备	177
三、猴头菇机械化栽培技术	177
第六节 银耳机械化栽培技术与机械设备	181
一、银耳栽培季节和场所设施	181
二、银耳机械化栽培工艺与机械设备	181
三、银耳机械化栽培技术	181
第七节 黑木耳机械化栽培技术与机械设备	184
一、黑木耳机械化栽培工艺与机械设备	184
二、黑木耳机械化栽培技术	185
第八节 灵芝机械化栽培技术与机械设备	191
一、灵芝机械化栽培工艺与机械设备	191
二、灵芝机械化栽培技术	192
第七章 食用菌加工机械与设备	195
第一节 食用菌加工前处理机械与设备	196
一、食用菌分级机械与设备	196
二、食用菌清洗机械与设备	197
三、食用菌抽空装置	197
四、蘑菇切片机	198
五、预煮设备	199
第二节 食用菌干制机械与设备	201
一、烟道气供热式干燥机	202
二、隧道式干燥机	204
三、热水循环供热式干燥机	207
四、冷冻干燥机	208
第三节 食用菌加工的其他常用机械与设备	211
一、速冻设备	211
二、均质机	213
三、过滤设备	214
四、杀菌设备	216
五、发酵设备	222
六、装罐与包装设备	223
参考文献	226

# 第一章 食用菌机械化生产概述

## 第一节 食用菌生产意义

### 一、食用菌的营养与药用价值

#### (一) 食用菌的营养价值

食用菌含有非常丰富的营养物质(表1-1),食用菌所含的蛋白质是比较高的。如鲜蘑菇的蛋白质含量为8.5%。每千克蘑菇的蛋白质含量相当于2kg瘦肉、3kg鸡蛋或12kg牛奶的含量。从食用菌中氨基酸含量来看,人体所需的8种氨基酸在食用菌中都有,其中赖氨酸和亮氨酸的含量尤为丰富,赖氨酸对促进记忆,增进智力有独特的作用,对婴幼儿和老年人健康发育十分重要。

食用菌中脂肪的含量较低,而且以不饱和脂肪酸为主,与植物油近似。如香菇、黑木耳、银耳中不饱和脂肪酸分别占脂肪中的75%、73.1%、69.2%。食用菌中不但不含胆固醇,而且含丰富的类甾醇,可以降低血液中胆固醇的含量。

表1-1 常见食用菌的主要营养成分(100g干重中所含克数)

种类	蛋白质	脂肪	糖类	膳食纤维
草菇	35.1	2.6	35.1	20.8
香菇	26.5	3.6	22.9	39.8
银耳	13.6	1.73	39.7	37.0
羊肚菌	31.4	8.3	35.9	15.1
双孢菇	55.3	1.3	15.8	19.7
猴头菇	26.0	2.59	9.1	54.5
金针菇	24.5	4.1	33.7	27.6
黑木耳	14.3	1.8	42.2	35.4
平菇	25.3	4	30.7	30.7

食用菌中含多种维生素(表1-2),为一般蔬菜所不及。尤其是维生素B类和维生素D。食用菌中维生素A的含量较低,维生素C的含量接近于一般蔬菜的含量,而维生素D的含量却远远高于其他食品,特别是香菇,其含量最高。维生素B类的种类和含量在食用菌中都很丰富。

表 1-2 常见食用菌维生素含量 (100g 干重中含有的毫克数)

种类	维生素 A	维生素 B <sub>1</sub>	维生素 B <sub>2</sub>	维生素 B <sub>6</sub>	维生素 C	维生素 E
草菇	—	1.04	4.41	103.90	—	5.19
香菇	—	微量	0.96	24.10	12.00	—
银耳	0.05	0.09	0.11	—	—	1.06
羊肚菌	1.25	1.17	2.63	10.30	3.50	4.18
双孢菇	—	—	3.55	42.10	—	—
猴头菇	—	0.12	0.52	2.60	51.90	13.00
金针菇	0.30	1.53	1.94	41.80	20.40	11.60
黑木耳	0.18	0.20	0.52	26	—	13.42
平菇	0.13	0.80	2.10	41.30	53.30	10.00

食用菌中还含有极为丰富的矿物质元素,如钾、钠、钙、铁、锌、镁、磷等。食用菌含灰分 4%~10%,平均为 7%左右。它所含矿物质营养元素的种类、数量与其生长环境有着密切的关系。有些食用菌中还含有大量的锗和硒,如灵芝,能提高人体免疫机能和推迟细胞衰老等作用。

目前,食用菌已成为人们的美味佳肴,越来越受人们的喜爱,食用菌类的产品也越来越多,有许多厨师以食用菌为主要原料已经发明了许多名菜,备受人们的喜爱。食用菌的初级产品经过深加工后,也可以得到干制、盐渍、糖制及罐藏的食用菌,以及食用菌饮品、风味食品、休闲食品、糖果、糕点和面食加工食品等。

## (二) 食用菌的药用价值

食用菌药用价值很高。许多菌类既是美味佳肴,又是珍贵良药。中国利用大型真菌作为药物历史悠久,如汉代的《神农本草经》及以后的本草学著作均有记载。香菇能增强人体的抗病能力,可预防坏血病、肝硬化等多种疾病。木耳有润肺和消化纤维素的作用。银耳有提神生津、滋补强身的作用。马勃菌在新鲜时可炒食,老熟时可止血、治疗胃出血等症。猴头菌能“泻肝经之火,主治眼目不明”。近年来中国医药工作者更是倾注于从真菌资源中挖掘新药物,如上海研制的“猴头菌片”“蜜环片”“亮菌糖浆”“健肝片”等,都在临床上发挥了很好疗效。现代发现灵芝对慢性气管炎、高山病、急慢性肝炎,以及被认为不治之症的进行性肌营养不良均有一定疗效。在许多药方剂中,茯苓是著名滋补性食品。雷丸含有溶蛋白酶,可作为驱虫剂。从云芝中提取的蛋白多糖体(PSK)能增强机体免疫能力,临床上已作为抗癌药物应用。用蘑菇预煮液制成药物,对医治迁延性肝炎、慢性肝炎、肝肿、早期肝硬化均有显著疗效。在蘑菇、香菇的提取液内,还发现了一种干扰素诱导剂,具有很强抗病毒能力,类似这些菌类约 200 种之多,是很有希望的药物。有百余种大型真菌具有抗肿瘤活性,主要成分是真菌多糖。这些化合物虽不能直接杀伤肿瘤细胞,但能刺激抗体形成,从而调整和提高机体的免疫功能(表 1-3)。

据统计,到目前为止,中国的药用真菌大约有 270 种,其中有不少种类是著名食用菌,其中能抗癌的真菌大约有 150 多种,现已应用于临床的有近 10 种。



表 1-3 几种食用菌抑癌效率

种类	抑癌效率 (%)	种类	抑癌效率 (%)
香菇	80.70	银耳	80.00
松茸	91.30	草菇	75.00
平菇	75.30	猴头	91.30
金针菇	81.10	滑菇	86.00
木耳	42.60	茯苓	96.90

## 二、食用菌生产的综合效益

### (一) 初级产品产生的直接效益

初级产品就是通过食用菌生产直接得到产品，如通过食用菌栽培得到香菇、平菇、滑菇、金针菇等，这些初级产品直接进入市场，直接获得经济效益。例如用塑料大棚栽培食用菌，建一个 60m<sup>2</sup> 的塑料大棚，需投资 8 000 元左右。大棚内按塑料袋立体栽培，一年栽培四茬，需要栽培料大约 10 000kg，每千克 0.2 元，需投资 2 000 元左右，总投资（包括塑料袋、药物等）共计 12 000 元。其产量按每千克菌料生产平菇 0.9kg，总产量 9 000 kg，每千克 3 元，总收入 27 000 元，收回全部投资后，当年纯收入 15 000 元。下一年栽培只需要栽培料、塑料袋、药物等投资，其他用品可连续使用，其效益会一年比一年高。

### (二) 食用菌产品由初级产品进行深加工产生的间接效益

食用菌由初级产品进行深加工所带来的经济效益往往是加工前的几倍，甚至几十倍。例如香菇通过加工可生产 10 多个系列产品，如图 1-1 所示，不仅解决了产菇高峰鲜菇难以出售的矛盾，而且可获得更大的效益。据测算，每生产 1kg 香菇深加工后的产值是原菇的 5 倍，最高可达 10 倍。

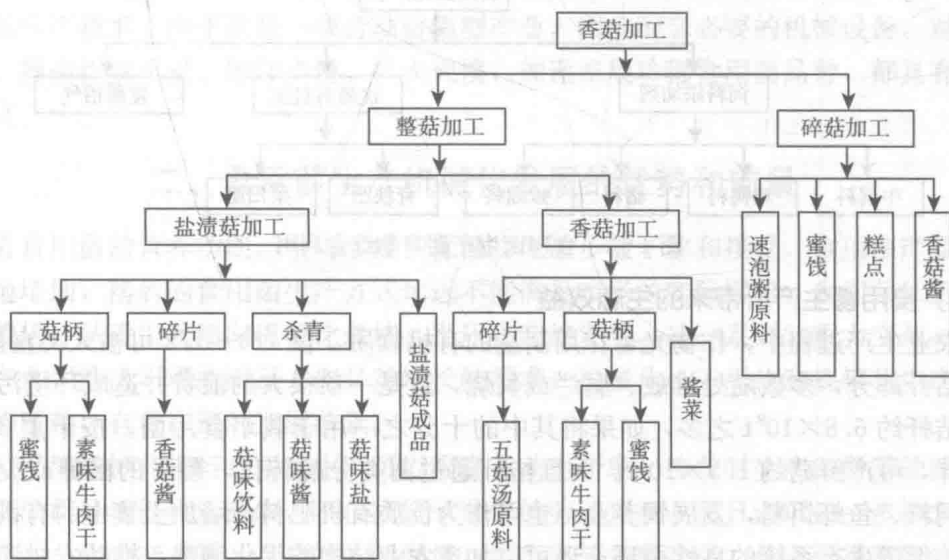


图 1-1 香菇加工可生产的系列产品

另外，有的食用菌可以制成“保健食品”和药品，现已开发出数十种菇类药物，如云芝糖肽、云芝肝泰、猴头菌片、三九胃泰、猪苓多糖、金耳胶囊、香菇多糖、蜜环菌片、香云片、胃乐宁、灵芝粉等。

总之，食用菌的初级产品经过深加工后，可以得到干制、盐渍、糖制及罐藏的食用菌，以及食用菌饮品、保健品、调味品、风味食品、休闲食品、糖果、糕点和面食加工食品等。由此所产生的间接效益也不断上升，这使食用菌生产的经济效益越来越显著。

### (三) 食用菌生产副产物综合利用的经济效益

食用菌生产过程中会产生大量的副产物（下脚料），这些副产物可以回收利用，可用作生产优质有机肥料的原料，还可作为饲料的添加剂，发展沼气，又可添加部分新料重新用于食用菌生产，由此会带来很大的社会效益和经济效益。

**1. 副产物可作饲料** 由于食用菌的作用，产生大量多糖及氨基酸盐，最主要是多种食用维生素，如维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 B<sub>5</sub>、维生素 B<sub>11</sub> 和维生素 B<sub>12</sub> 等，具有提高鸡、鸭、猪、牛的免疫力及食欲作用。目前，食用菌副产物作为配合饲料饲养蚯蚓已获得成功。

**2. 副产物可作为有机肥** 食用菌生产结束后，菌渣仍含有许多有机质，一般来说，干物质的转化率可达 30%~40%。食用菌的副产物做有机肥是无任何副作用的，而且是长效的有机肥料。例如，食用菌生产的副产物在育秧上作用非常明显，用以代替以往的草木灰，不仅苗壮，而且易于起苗。

**3. 副产物可作为配料重新用于食用菌生产** 食用菌生产的副产物重新用于生产，不仅降低了成本，而且提高了生产效率。开发食用菌生产副产物综合利用框图，如图 1-2 所示。

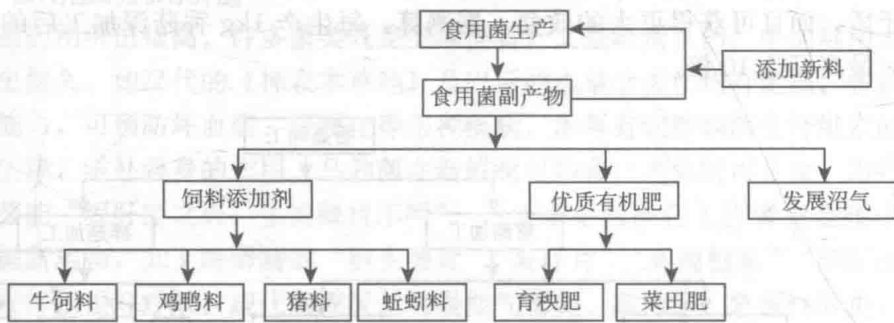


图 1-2 食用菌生产副产物综合利用

### (四) 食用菌生产所带来的生态效益

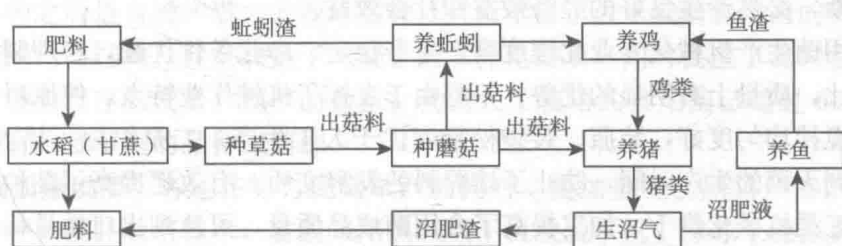
在农业生产过程中，作物光合作用制造的有机物质，仅 1/4~1/2 可被人类直接利用，剩余的秸秆部分，多数随处堆放、腐烂或焚烧，这是一项很大的浪费并造成环境污染。中国年产秸秆约  $6.8 \times 10^8$  t 之多，如果将其中的十分之一用于栽培食用菌，按干重 3% 的生物效率计，可产鲜菇约  $1.5 \times 10^7$  t。而且秸秆通过菌类分解转化，剩下的菌糠或废料，还可作为饲料、鱼虾饵料，发展饲养业；也可作为优质有机肥料，增加土壤中的有机质，增肥地力，促进生态系统的良性循环；还可以加速农业结构的优化调整，推动农村商品经济的发展，可得良好的生态效益。经过调研和查阅有关文献，得出中国南方与北方以食用菌





为中心的农业多次循环生产模式，如图 1-3 所示。

南方水稻甘蔗区：



北方玉米高粱区：

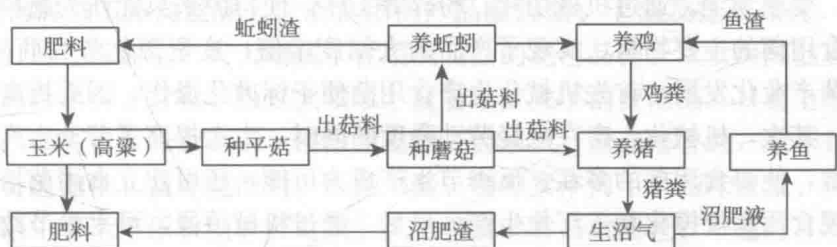


图 1-3 以食用菌为中心的农业多次循环生产模式

## 第二节 食用菌机械化生产优势与模式

### 一、食用菌机械化生产技术的内容

食用菌机械化生产技术是用机械手段完成食用菌栽培的技术，它将优良菌种、栽培工艺和机械化技术融为一体，是一种变人工操作为机械作业、变分散经营为集约机械化生产食用菌的生产技术。由于这是一项劳动密集型产业，因此配套必要的机械设备，对减轻劳动强度、提高作业质量、增加产量、扩大规模、加速发展珍稀食用菌品种，都具有十分重要的意义。

### 二、食用菌生产机械化发展的优势和前景

随着食用菌的营养功能、生物活性和保健功能逐步被了解和接受，食用菌产品的出口量大幅地增加，落后的食用菌生产方式远远不能满足市场的实际需要。食用菌从野生发展到人工栽培，从手工栽培向机械化栽培、工厂化栽培发展，这一系列的重大变革，都说明手工生产食用菌已不可能满足人们日益增长的需求，机械化、工厂化和规模化生产食用菌已是大势所趋，有着广阔的发展前景。

(1) 采用机械化进行食用菌生产可以提高劳动生产率，能及时生产出所需的菌种和培养料，保质保量地提供给菇农，不仅减轻了菇农的劳动强度，而且还可进一步扩大生产规模，提高专业化生产水平，在较短的时间里，生产出较多的产品，且不受季节影响可以实现稳定的周年生产。手工操作的食用菌生产，受环境、气候条件的严重制约。如平菇，冬