

食用菌循环生产 实例剖析

陈 青 主编



中国农业出版社

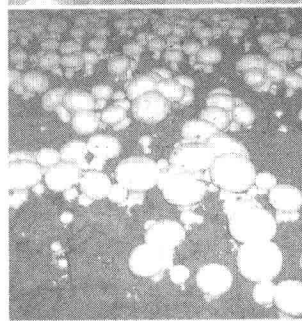
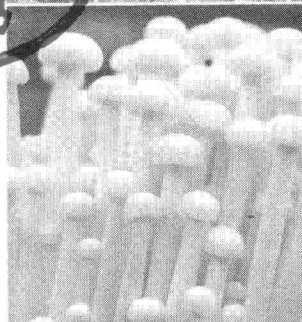
食用菌

循环生产实例剖析

陈 青 主编



中国农业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

食用菌循环生产实例剖析/陈青主编. —北京:
中国农业出版社, 2012. 12

ISBN 978-7-109-17326-2

I. ①食… II. ①陈… III. ①食用菌—蔬菜园艺
IV. ①S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 258569 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 徐建华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 10.5

字数: 262 千字 印数: 1~5 000 册

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



编 委 会

顾 问	孙 健				
主 任	潘慧锋				
副 主 任	陈 青	何伯伟			
委 员	潘慧锋	陈 青	何伯伟	陈再鸣	
	蔡为明	郑巧平	夏建平		

编 写 人 员

主 编	陈 青				
参编人员	陈 青	郑巧平	徐 波	夏建平	
	陈再鸣	叶长文	朱元弟	李汝芳	
	应国华	翁埔垣	周祖法	巫优良	
	李 强	张新华	黄良水	龚佩珍	
	颜伯霖	陈 丽	汪山鹰	高文兴	
	许年林	程全通	陈素云	黄水生	
	孙 莉	袁卫东			

序



浙江食用菌有着深厚的历史文化底蕴，是世界人工栽培香菇的发源地。通过改革开放 30 多年的发展，食用菌产业跃上了新的台阶，初步实现了规模化、生态化和标准化生产，成为浙江农业十大主导产业之一，成为发展生态高效农业的重要载体和建设现代农业园区的重要产业。2011 年，全省食用菌产量 116.5 万吨，种植产值 59.7 亿元，出口量 17 707.4 吨，出口额 11 396.7 万美元，位居全国前列；形成了浙西南丽水市为代表的香菇黑木耳产业带，浙西衢州市为代表的金针菇产业集群。

当前，食用菌产业处在转型发展的关口，浙江省以实施现代农业项目和生态循环农业项目为抓手，在现代农业园区中配置食用菌产业，引导生产向规模化集约化生产方式转变，推进“资源利用节约化，生产过程清洁化，废物利用资源化，环境影响无害化”，提升产业竞争力。食用菌作为资源利用的节点产业，已列入国家“十二五”秸秆综合利用的五大重点领域之一，具有巨大的发展潜力。

该书收集分析了以食用菌为节点的生产模式，这些模式有的已较大面积应用于生产实践，有的是新开发的



模式，需要在实践中进一步熟化。该书以实例剖析和模式点评的方式，介绍了食用菌农作制度创新、新资源开发、菌糠多级利用、新技术应用和安全生产等方面的内容，符合产业发展导向，视角新颖，图文并茂，点评切中要害，反映了最新食用菌应用技术，对生产具有较强的指导意义。愿《食用菌循环生产实例剖析》一书的出版，能进一步推进食用菌产业发展方式的转变，促进产业的转型升级，更好地服务生态大省建设。

浙江省农业厅总农艺师

2012年4月

前 言



两千多年前，古希腊科学家阿基米德说：“给我一个支点，我就能撬动地球。”对于循环农业而言，食用菌就是阿基米德支点，是点草成金的使者，联结着种植业、畜牧业和林业，融入在各产业中。

可以说，菌种、资源和主体（执行力）是提升食用菌产业发展质量和效益的三驾马车。菌种是产业发展基石，资源是产业可持续发展保障，主体是建设现代食用菌产业载体。近年来，为保障食用菌产业稳定发展和防范重大菌种生产事故发生，我们委托第三方开展了种源集中出菇试验；为促进产业可持续发展，我们致力于新资源的开发和新模式的推广应用，追求资源利用的多样化和生态化，发挥食用菌在循环农业中的节点和纽带作用；为提升产业竞争力和促进生产方式的转型，我们积极培育新型主体（菌棒场），引导千家万户分散式生产向“菌包集约化生产+分散式出菇”方式转变，并适度发展食用菌工厂化生产，促使食用菌生产结构逐渐形成两头小、中间大的橄榄型结构，并以菌包集约化生产（菌包培养中心）带动农户标准化生产。在发展低碳经济以及国家“十二五”要求积极发展以秸秆为基料的食用菌生

产的宏观背景下，食用菌具有巨大的发展潜力。

本书以实例剖析和模式点评的方式，介绍了食用菌农作制度创新、新资源开发、菌糠多级利用、新技术应用和安全生产等方面的内容。农作制度创新章节侧重于茬口安排和高产管理要点；新资源开发章节侧重于新资源处理技术和基质配方；菌糠多级利用章节侧重于培养基质的多用途开发和菌糠处理技术；新技术应用章节侧重于最新发展的技术和优势；安全生产章节侧重于生产事故、标准化生产和产品质量等热点难点剖析。食用菌是新兴领域，实例和模式不是固有的，而是无数创业者的首创精神和食用菌科学实践相结合创造的。我们处在快餐时代，时间高度碎片化和视觉化，因此在写作时力求文字简洁、图片生动。模式点评时力求客观评价模式的优劣势和潜力，并注重多样性。但限于水平，难免存在错误、不足和局限性，敬请读者批评指正。

在本书出版之际，衷心感谢同行给予的无私帮助！愿本书为传递食用菌知识和弘扬产业贡献微薄之力，成为产业转型之路的铺路石，期待着食用菌给人们带来更多福祉。

编 者

2012年4月

目 录



序

前言

引言	1
第一章 巧用空间，农作制度创新	9
桑园套种黑木耳	10
黑木耳水稻轮作	19
香菇水稻轮作	26
桑园套种大球盖菇	35
大球盖菇茭白轮作	41
大球盖菇夏玉米轮作	46
大豆竹荪间套模式	50
芋艿间作竹荪	62
竹林套种竹荪	66
笋竹林套种姬松茸	74
“柚—菇”结合模式	78
蘑菇两种两收	86
灰树花一种两收	94
蘑菇草菇连作	102
食用菌吊瓜共育	106
香菇葡萄立体栽培	110

第二章 资源开发，可持续发展	115
“蚕桑—杏鲍菇”模式	116
桑枝栽培工厂化杏鲍菇	122
葡萄枝栽培秀珍菇	127
山茶籽壳栽培茶树菇	131
山核桃蒲壳栽培香菇	136
芦笋母茎栽培平菇	141
一枝黄花栽培秀珍菇	146
茄秆栽培金针菇	151
板栗蒲栽培香菇	155
第三章 物尽其用，菌糠多级利用	159
蘑菇芦笋高效模式	160
菌糠生物发酵后作牛饲料	165
奶牛蘑菇牧草循环模式	170
金针菇菌糠栽培金福菇	173
银耳菌糠栽培鸡腿菇	177
猴头菇平菇循环生产	182
食用菌废菌糠作发酵床养猪	188
香菇菌糠栽培食用菌	191
茶树菇菌糠栽培竹荪	193
黑木耳菌糠生产机制炭	196
第四章 他山之石，新技术应用	201
菌棒场兴起	202
液体菌种技术	208
隧道发酵技术	215
金针菇栽培新法	222



胶囊菌种技术	229
第五章 重点关注，安全生产聚焦	235
菌种案例	236
麸皮纠纷	246
安全生产	252
建章立制	258
第三方试验	263
食用菌保险	270
香菇“三重门”	279
工厂化食用菌	283
食用菌标准园创建	292
种质资源保护利用	298
附录	308
亲近食用菌	308
食用菌基础知识	317
食用菌简史	320
参考文献	323

引 言

世界人口已经达到 70 亿，而且以每小时 1 万人的速度增长，联合国预计，到 2050 年，全球人口将达到 93 亿人，而在 1950 年，这一数字仅为 25 亿人。世界每增加 1 个人就意味着，我们需要更多的食物、水源和能源，并会制造更多垃圾和污染。有理由展望，食用菌将在食物提供和资源转化方面发挥更大的作用。2010 年全国食用菌产量约 2 000 万吨，转化利用秸秆约 0.18 亿吨，占秸秆总量的 2.6%。而且食用菌单位面积产量惊人，据测算，在摊薄附属设施情况下，工厂化金针菇年产量可达 90 吨/亩^{*}，工厂化杏鲍菇则高达 110 吨/亩，约为蔬菜的 6~10 倍，水稻的 90~100 倍。在发展低碳经济、循环农业的宏观背景下，“资源利用节约化，生产过程清洁化，废物利用资源化，环境影响无害化”成为共识，食用菌产业在发展生态高效农业中大有可为。

一、食用菌在发展循环农业中有着重要和独特的作用

食用菌属于微生物，在自然界物质循环和能量传递中扮演着重要角色。传统农业产业模式是由“作物生产+动物生产”二维要素构成，这是一种不平衡的消耗性不可持续的产业发展模式。而在原有的二维生产要素中引入食用菌生产，就形成了由“作物生产+动物生产+食用菌生产”三维要素构成的农业循环经济。

农业循环经济是指在农业生产、流通和消费等过程中进行的减量化、再利用、资源化活动的总称。循环功能是食用菌产业发

* 亩为非法定计量单位，1 亩 $\approx$ 667 米²，全书同。——编者注



展的灵魂，快速发展的食用菌产业也同样离不开资源的支持，食用菌循环经济主要体现在两方面：一是承担着产业间循环的载体作用，将农作物秸秆、桑果枝条、畜禽粪便、棉籽壳、玉米芯等农林牧副产品分解并转化为人类的健康食品——菌物蛋白；并推进菌糠或菌渣的多层次综合利用，再次用于生产食用菌、牲畜饲料、沼气、燃料、有机肥，减少农业面源污染，增加农业生产效益。二是集约利用时间、空间、设施设备和土地资源，创新农作制度，发展食用菌与农林作物的间套轮作和工厂化立体栽培，发展生态高效农业。

表 0-1 以食用菌为节点的生态循环模式

对接产业	食用菌生态循环模式
粮油	菇稻轮作、耳稻轮作；稻麦草栽培蘑菇，食用菌菌糠还田；大豆套种竹荪等
畜牧	金针菇菌糠作牛饲料，牛粪种植蘑菇，蘑菇废料种植牧草，牧草饲养奶牛等
果品	葡萄食用菌立体栽培，果枝条生产食用菌；山核桃壳栽培食用菌等
蚕桑	蚕室作食用菌发菌室，桑枝条发展黑木耳，桑园套种黑木耳或大球盖菇等
蔬菜	蘑菇栽培后的废料种植芦笋，芦笋茎干栽培平菇，茭白叶茭白地种植大球盖菇，芋艿间作竹荪等
油茶	油茶壳栽培茶树菇
竹木	竹林套种竹荪、姬松茸、鸡腿菇等

二、工厂化生产和菌包培养中心模式是今后一段时期食用菌产业升级重要内容

食用菌属于新兴产业，形成产业的历史仅 30 余年，提升发展空间广阔。与其他农业产业一样，食用菌产业面临着生产分



散,技术人员缺乏,从业人员老龄化,劳动力成本越来越高的问题。但是,食用菌栽培基质的粉碎、拌料、装瓶、灭菌、接种、搔菌等诸多环节均可实现机械化,因此更有条件发展专业化分工和社会化服务主体,以提高生产效率。可以预见的是,今后一段时期传统的千家万户的分散式生产、工商资本介入的工厂化生产和“菌棒集约化生产+分散式出菇管理”等三种模式将共同发展。

毋庸置疑,工厂化食用菌的产量和比重将逐年提高。据估算,目前工厂化食用菌主体已逾 650 家,年产量约 110 万~120 万吨,但规模的进一步扩张将受制于土地和电力的供应,市场竞争也必将进一步加剧。与此同时,可以实现工厂化生产的品种,如金针菇、杏鲍菇,其传统生产模式将受到挤压,而“菌棒集约化生产+出菇分散式管理”模式由于在技术密集型环节采用专业化生产,在劳动密集型环节采用分散式管理,将会是近阶段最有发展前途的生产方式,一大批菌棒加工主体将涌现。随着液体菌种技术的发展,菌种生产技术的革新,菌包培养中心模式也将出现,进而带动产业进一步转型升级。

三、食用菌产业发展面临着良好的政策机遇

我国是农业大国,随着农业连年丰收,秸秆产生量也逐年增多。据调查统计,2010 年全国秸秆理论资源量为 8.4 亿吨,可收集量约为 7 亿吨。但秸秆随意抛弃、焚烧现象严重,带来一系列环境问题。发展食用菌对于加快推进秸秆综合利用,对于稳定农业生态平衡、减轻环境压力具有十分重要的意义。2010 年 9 月,浙江省政府发布《浙江省农业废弃物处理与利用促进办法》,其中规定,政府应当扶持利用农业废弃物生产食用菌等产品,支持以秸秆为原料的食用菌生产,鼓励将食用菌生产中产生的菌糠、菌渣等废弃物作为栽培基质、肥料和燃料等,进行资源化利用,禁止将食用菌菌糠和菌渣等农业废弃物倾倒或者弃留在水

库、河道、沟渠中。浙江省在创建现代农业园区中明确要求合理配置食用菌产业。2011年12月，国家发展改革委、农业部、财政部联合印发了《“十二五”农作物秸秆综合利用实施方案》（发改环资〔2011〕2615号），实施方案提出到2015年秸秆基料化利用率达到4%的发展目标，要求积极发展以秸秆为基料的食用菌生产，并将其列入“十二五”秸秆综合利用的五个重点领域之一。并指出，做好秸秆栽培食用菌，有利于促进农业生态平衡，推进农业转型升级，转变农业发展方式，要加快建设高效生态的现代农业，继续重点推广企业加农户的经营模式，建设一批秸秆栽培食用菌生产基地。

在科技支撑层面，国家食用菌产业技术支撑体系和省级食用菌产业创新团队将为产业发展提供技术依托。2012年中央一号文件把农业科技摆上更加突出位置，要求大力推进现代农业产业技术体系建设，完善以产业需求为导向、以农产品为单元、以产业链为主线、以综合试验站为基点的新型农业科技资源组合模式，及时发现和解决生产中的技术难题，充分发挥技术创新、试验示范、辐射带动的积极作用。

四、浙江食用菌发展史

浙江省是认识和利用食用菌最早的省份之一，龙泉、庆元和景宁是世界人工栽培香菇的发源地，在产业历史发展进程中，形成了独特的菇文化，祖先们创造了农业生产专用语言——“山寮白”及春去秋回的“候鸟式”农业生产方式。新中国成立60多年来，浙江食用菌生产在政策、技术、出口、市场多种因素作用下曲折发展，不断壮大，现已成长为浙江省农业十大主导产业之一。

（一）发展历程

新中国成立初期至改革开放初期，食用菌在发展和挫折中艰难前行。新中国成立初期，浙江食用菌生产以段木栽培香菇为

主, 规模很小, 产量仅1 000~2 000吨。20世纪60年代, 食用菌以生产香菇为主, 另有少量木耳、银耳和茯苓, 主要分布在浙西南的龙泉、庆元、景宁及仙居、天台、开化等地, 70年代, 逐步扩展到杭州、金华地区部分县。70年代前, 是香菇生产恢复期和蘑菇培育期, 70年代, 为保护森林资源, 限制了段木香菇生产, 香菇生产跌入低谷, 但蘑菇生产有所发展。

改革开放初期至1989年, 蘑菇生产大发展, 香菇、金针菇袋栽技术有所突破。随着蘑菇罐头出口渠道的开辟和蘑菇培养料二次发酵技术应用, 蘑菇生产迅速发展, 20世纪80年代蘑菇产量稳居食用菌首位, 1989年产量是1980年的2.67倍, 1989年下半年, 蘑菇出口受阻, 生产陷入低迷。1986年, 引进代料香菇栽培技术, 香菇生产迎来“第二春”。1989年, 浙江省推广“斤料斤菇”金针菇高产栽培技术, 单产从0.3~0.35千克/袋提高到0.45~0.5千克/袋。

1990—2000年, 蘑菇内需市场培育, 香菇生产蓬勃发展, 品种多样化。随着内需市场逐步培育, 蘑菇生产逐步恢复, 1998年蘑菇产量重新超越1989年。同时, 香菇生产十年间产量增长了10.4倍, 年均增长高达27.6%, 鲜香菇常年出口量约万吨, 居全国首位。1993年, 浙江食用菌产量居全国第二位。2000年香菇产量达到52.94万吨, 但由于出口遭遇“甲醛门”, 引发市场价格暴跌, 严重影响了食用菌生产效益。

2001—2011年, 品种结构优化, 生产持续健康发展, 产量产值均创新高。2003年, 浙江省将食用菌等确定为特色优势农产品, 明确了主攻方向、优势区域和发展目标, 重点建设香菇、蘑菇、金针菇、黑木耳、特色食用菌等五大基地。2006年, 浙江省农业厅和浙江省蔬菜瓜果产业协会举办全省“浙江名菇”评选, 评出10个“浙江名菇”。浙江名菇评选进一步增强了食用菌的影响力, 培育了名牌产品和地域品牌。2007年, 浙江省政府将食用菌确定为十大农业主导产业之一, 稳定香菇等木腐菌生

产，加快珍稀类和草腐菌开发，培育新型菌种生产体系。2011年，将“实施‘131’菌种产业提升工程，推进集约化生产和循环生产模式”确定为“十二五”产业转型升级重点。

（二）发展态势

新中国成立以来，食用菌产业逐步发展壮大，目前，呈现了良好的发展态势：

一是产业快速发展，成为农民增收重要渠道。2011年，浙江省食用菌总产量116.5万吨（鲜品），种植产值59.7亿元，出口额11396.7万美元，首次突破1亿美元大关。2011年产量分别是1949和1978年的573倍和88倍。目前，浙江省食用菌从业人员约42万人，产量1万吨以上的县有16个，产值超亿元的县有15个。

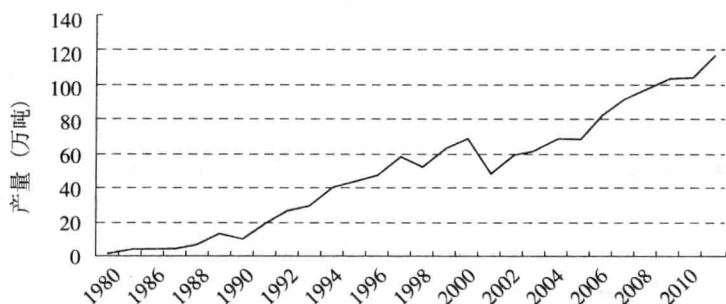


图 0-1 1980—2011 年浙江食用菌产量走势图

二是区域特色日益明显，产业结构持续优化。优势区域进一步得到巩固和发展，2011年18个重点发展县的食用菌产量达到106.7万吨，占到浙江省食用菌总量的91.6%。而且，优势品种集聚明显，浙西南和浙中香菇黑木耳产业带的（庆元、龙泉、景宁、松阳、云和、莲都、缙云、磐安等）8个县集中了全省82.4%的香菇黑木耳，浙西金针菇、浙中珍稀特色食用菌产业带（江山、开化、常山、衢江、武义等）的5个县集中了全省