



菇菌栽培新技术丛书

菇菌

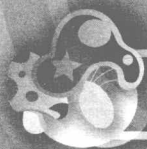


严泽湘 主编

工厂化生产 新技术



化学工业出版社



菇菌栽培新技术丛书

菇菌



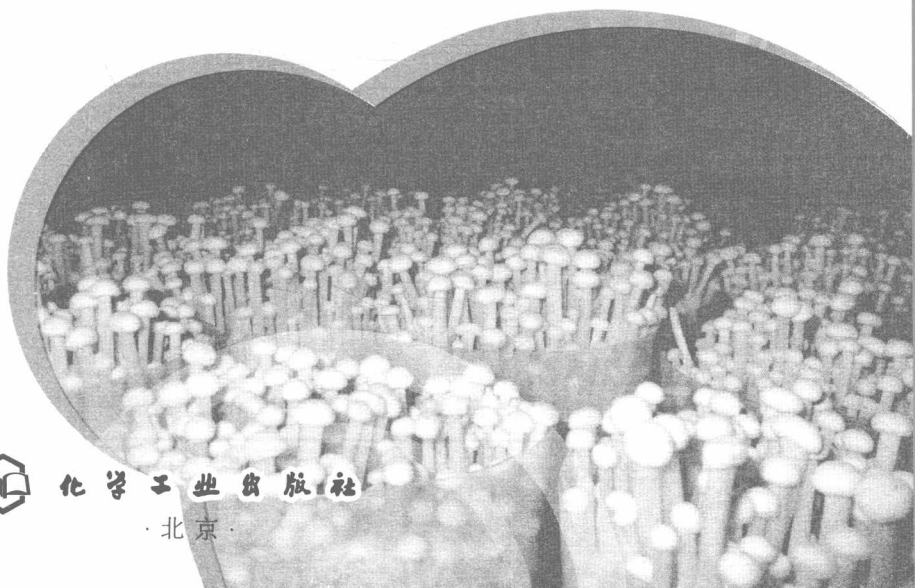
严泽湘 主编

工厂化生产 新技术



化学工业出版社

· 北京 ·



本书介绍了食用菌工厂化生产的研究成果和栽培技术,并介绍了部分食用菌固体发酵和深层发酵技术,是目前少见的最新技术。本书适合具备一定生产条件的生产厂家使用,也可作为职业技术学院相关专业培训此类人才的教辅材料。

图书在版编目(CIP)数据

菇菌工厂化生产新技术 / 严泽湘主编. —北京: 化学工业出版社, 2016.3
(菇菌栽培新技术丛书)
ISBN 978-7-122-26012-3

I. ①菇… II. ①严… III. ①食用菌-工厂化育苗 IV. ①S646

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第004692号

责任编辑: 张彦
责任校对: 王静

文字编辑: 林丹
装帧设计: 张辉

出版发行: 化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 三河市延风印装有限公司
850mm×1168mm 1/32 印张4³/₄ 彩插5 字数94千字
2016年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)
售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 22.00元

版权所有 违者必究



前言

食用菌工厂化生产起源于欧洲，发展于日本。在国际上最早进行工厂化生产食用菌的国家是荷兰，1947年，荷兰率先进行了蘑菇工厂化生产，随后美国、德国、意大利等国也陆续开始食用菌工厂化生产。日本于20世纪60年代开始采用工厂化生产白色金针菇，我国内地在80年代也从国外引进了蘑菇工厂化生产线，但由于种种原因未能达到预期的效果，因而工厂化生产食用菌进展缓慢。

食用菌工厂化生产是一种新趋势，它有以下众多优点：

一是不受季节的限制，一年四季均可进行生产；

二是不受外界不良环境的影响，产品能确保质量卫生安全；

三是不受劳力的限制，可大量使用机械设备等先进技术进行生产；

四是可大大降低劳动强度和提高生产效率；

五是可以大批量生产，确保市场供应。

但工厂化生产也有很多困难：

一是需要高额的投入，没有几百万上千万的强大经济基础，是难以上马的；

二是需要具有高智能的生产和管理人才，一般普通劳动者是难以胜任的；

三是产品需要有广阔的市场，工厂化生产的产品多以鲜销为主，如果鲜销市场不旺，就可能导致鲜品腐败变质，造成重大经济损失。

食用菌（尤其是药用菌）采用深层发酵培养是工厂化生产的一大优势。深层发酵（也称液体发酵）培养的设备主要是摇床和发酵罐。深层发酵培养具有生产周期短、产量高等特点，一般只需7~10天便可获得大量产品——发酵产物菌丝球（亦称菌质）。特别适合那些难以栽培或不需子实体的药用珍稀名优菇菌的生产。

本书中介绍了灵芝、槐栓菌、冬虫夏草等菇菌深层发酵培养法，以供参考。

本书由严泽湘主编，刘建先、曾祥华、严新涛、朱学勤、刘云参加了编写工作。

在编写本书时，笔者参阅和吸收了广大同仁的部分研究资料，特在此一并表示衷心的感谢，不妥之处，恳请批评赐教！

编 者

2016年2月



目 录

一、食用菌工厂化生产问题的探讨	001
二、食用菌工厂化生产智能控制系统的利用	010
三、食用菌工厂化生产技术的改进与建议	018
四、食用菌工厂化生产成功的要素	025
五、宁夏食用菌小型工厂化生产技术	033
六、金针菇工厂化生产技术	040
七、袋栽白色金针菇工厂化生产技术	043
八、鸡腿菇工厂化生产技术	049
九、真姬菇工厂化生产技术	056
十、平菇仿工厂化生产技术	061
十一、阿魏菇工厂化生产技术	067
十二、灵芝深层发酵培养法	075

十三、云芝液体发酵培养法	084
十四、云芝固体发酵培养法	087
十五、猴头菇深层发酵培养法	089
十六、莲花菌深层发酵培养法	093
十七、榆耳液体发酵培养法	096
十八、金耳深层发酵培养法	099
十九、蜜环菌固体发酵培养法	102
二十、蜜环菌深层发酵培养法	105
二十一、银耳孢子深层发酵培养法	109
二十二、香菇深层发酵培养法	112
二十三、金针菇深层发酵培养法	116
二十四、槐栓菌固体发酵培养法	119
二十五、裂褶菌深层发酵培养法	124
二十六、白僵菌深层发酵培养法	127
二十七、竹黄菌深层发酵培养法	131
二十八、麦角菌深层发酵培养法	134
二十九、鸡枞菌深层发酵培养法	139
三十、冬虫夏草液体发酵培养法	142
参考文献	145



一、食用菌工厂化生产问题的探讨

食用菌工厂化生产是近年在我国逐渐兴起的。本文探讨了食用菌工厂化生产的定义；对工厂化生产的认识；分析了工厂化生产的优势与局限；展望、预测了工厂化发展前景和趋势，对食用菌工厂化生产有重要的指领性作用。

（一）食用菌工厂化生产的起源与发展

食用菌工厂化生产始于20世纪中叶。1947年，荷兰率先进行蘑菇工厂化生产，随后，美国、德国、意大利等国家陆续进行。日本于20世纪60年代开始采用工厂化生产以白色金针菇为代表的木腐菌。80年代后，韩国和中国台湾在日本的基础上开始食用菌工厂化生产的尝试。我国大陆在20世纪80年代引进蘑菇工厂化生产线，但由于种种原因而未能达到预期效果。90年代后，台湾省和国内其他省份

的一些企业投资兴建了木腐菌工厂化生产线，其中有的取得了较好的效益。随后，国内食用菌工厂化生产由此起步并逐渐兴起。

(二) 食用菌工厂化生产的定义和认识

我国食用菌工厂化生产起步较晚。迄今为止，对食用菌工厂化生产还没有一个明确、统一的定义。任为民、刘遐等先后分别提出了食用菌工厂化生产的定义。这些定义的共同特点是把高效率的机械化、自动化、规模化作业作为食用菌工厂化生产的基本要素；黄毅从另一角度提出食用菌工厂化的定义，强调食用菌工厂化的目的是提高设施和设备的使用效率，提高资金周转使用率，从而实现“空龄效应”。

食用菌工厂化生产是一种特殊模式。其根本目的是实现不局限于地域、不限于季节的全天候生产；其关键是使食用菌生产的农艺技术与环境调控的工业技术有机结合；其手段是用工业设备调控环境条件，使之满足食用菌生产过程对环境的要求。机械化、自动化可以减少劳动力的投入，提高功效和劳动生产率，这固然是食用菌工厂化发展中应当追求的，与食用菌工厂化生产的目的有一定的联系，但并不是必然相关。与其必然相关的是环境调控的设施、设备。尽管我国的劳动力成本在快速上涨，但目前仍低于整个亚洲的平均水平，更是大大低于发达国家和地区。劳动力价格优势是我国目前乃至今后相当长一段时间内的重要优势，盲目强调机械化、自动化并不适合中国国情。另

外，一定规模只是食用菌工厂化生产正常进行和赢利的基本要求，不是食用菌工厂化生产与否的依据。规模本身是一个模糊的概念，何为大何为小，并无精确和公认的划分依据；福建省许多村年生产食用菌数百万袋，产菇上千吨，规模不可谓不大，但却与工厂化生产不着边际。全面考察目前国内食用菌工厂化生产后，可以发现这样一个事实，产品质量高低、企业效益好坏，与投资规模、装备层次和自动化程度的高低，仅仅是食用菌工厂化生产的本质属性。将非本质属性的内容列入定义之中，其结果是不适当地缩小了食用菌工厂化这一概念之外延。从广义上来看，食用菌工厂化生产还应当包含以液体培养为手段、以生产菌丝体为目的的深层发酵工艺。事实上，深层发酵已为多数药用真菌生产所利用，它具有机械设备简单，便于操作，生产周期短，产量高等特点，很适合工厂化生产。

综上所述，笔者认为，食用菌化工厂生产是指利用工业技术控制光、温、湿、气等环境要素，使食用菌菌丝体和子实体生长于人工环境，从而实现食用菌生产周年化的生产模式。

食用菌常规生产与工厂化生产的产品各有千秋，前者的产品虽然在外观质量和安全方面处于劣势，但在生产成本方面的优势却十分明显。工厂化生产的产品形式是鲜品，从经济角度看，用于干制、盐渍或其它方式加工都是不可行的；而常规生产的产品除鲜销外，还是各种初加工和深加工的原料。工厂化生产的产品的主要消费对象是宾馆、酒楼和其他高端、中端消费者，而常规生产的产品销售对象则主要是中端、低端大众化消费群体。常规生产的产品

在自然条件适合出菇的季节集中上市，工厂化生产的产品则是周年均衡的供应市场。由于二者的产品形式、消费对象和上市季节的差异，二者并不存在直接的竞争。因此，在现阶段两者可以“兼蓄并存”。

（三）食用菌工厂化生产的优势与特性

1. 反季节生产

不同食用菌或同一食用菌的不同品种，对生活条件有不同的要求。尤其是对温度、湿度有不同要求，决定了常规食用菌生产对季节有一定的选择性。食用菌工厂化生产实现了不拘泥于区域和季节的食用菌周年生产，但其获利主要依赖于反季节产品，故工厂化生产食用菌的关键在于反季节的生产。常规食用菌生产中，也有周年生产、反季节生产之说，但主要是通过不同品种或菌株安排，个别小气候独特地点的选择以及适当技术措施的应用实现的。这种周年生产和反季节生产，受制于区域和季节，其任何工艺技术必须适应于自然条件，与摆脱了自然条件羁绊的工厂化生产的反季节生产有着本质上的区别。就生产的角度而言，食用菌工厂化生产无地域选择和季节安排之说，即便有，也只是从成本和效益的角度考虑。因此，反季节生产是食用菌工厂化生产的一个显著特征和优势。

2. 产品高质量

就食用菌而言，产品的品质至少应包括外观品质、内在品质和安全卫生品质等几个方面。工厂化生产和常规生

产的食用菌产品，二者在品质的优劣尚难定论，但在外观品质和安全卫生品质方面，前者具有明显的优势。工业技术的应用，使得工厂化生产中的菌丝体和子实体所处的环境相对一致并且稳定，为生产出外观品质高的产品奠定了基础，这是常规生产所难以比及的。从产品安全、生产卫生的角度看，工厂化生产便于建立无害化食用菌病虫害的防治体系，便于对原辅材料进行检测和选择，便于对生产环境的检测和监控，在产品安全卫生品质方面也具有较大的优势。

3. 要素密集化

食用菌工厂化生产中，各个要素高度密集。

首先是基金的密集。食用菌工厂化生产是一项高投入的资金密集型产业。建设成本高，运作成本高。姑且抛开机械化、自动化不谈，仅出菇房的制冷系统和保温设施，就是一项数额巨大的投入。日常维持生产的电费支出也相当昂贵。食用菌工厂化生产投资动辄数百万、数千万。即便是简陋的小规模工厂化生产，没有数十万元也难以启动。

其次是技术密集。一般食用菌生产技术只涉及许多农业科学领域的知识，如微生物学、遗传学、生态学、栽培学、气象学等。而食用菌工厂化生产在此基础上还需具备制冷、机械、建筑、保温等工业技术。

第三是人才密集。企业化的运作特点决定了食用菌工厂化生产需要懂经营、善管理的经营人才，需要专业知识深厚和生产实践丰富的工、农专业技术人才，需要了解市场、营销能力强的销售人才，需要具备食用菌生产经验并适应工厂化生产作业操作的技工人才。

(四) 食用菌工厂化生产的问题与局限性

1. 生产种类少

目前我国人工栽培的食用菌种类已达60余种,而目前实现工厂化生产的食用菌种类仅10余个品种。从生产角度出发,大多数食用菌应该都可以用工厂化的模式生产出来。但食用菌工厂化生产的目的不仅仅是追求产品,其终极目标是利润。工厂化生产的特点,决定了食用菌生产种类受到限制。有些出菇周期长、占用空间大的食用菌品种,如香菇、竹荪、大球盖菇等,目前就无法采用工厂化模式生产。日本是香菇的消费大国,生产香菇的历史仅次于我国,对香菇生产有深入的研究,同时是亚洲率先实现食用菌工厂化生产的国家,但至今没有实现香菇的工厂化生产。国内有人提出香菇工厂化生产,但实际上只是在菌筒制作、培养过程采用了一些机械和温控设备,出菇过程仍然沿用传统栽培管理方法,并非真正意义上的工厂化生产。

2. 生物效率低

目前工厂化生产的十余个品种中,除蘑菇的生物学效率较高外,其余品种的生物学效率都低于常规生产。食用菌生产中,许多品种的产量主要集中在第一潮菇,约占总产量的50%。常规食用菌生产通常通过采收三、四潮方能获得全部产量。由于后几潮菇占总产量的比重低,且出菇需要较长时间,从生产成本考虑,工厂化生产一般只采收一潮菇。因此,食用菌工厂化生产的生物学效率普遍较低。

例如，浙江江山白色金针菇常规生产，生物学效率可达80%～90%，而大多数白色金针菇工厂化生产的生物效率仅有40%～50%（编者按：如果将采收第一潮菇后的菌袋移入厂房附近的塑料大棚，让专人继续管理出菇，可提高产量，以补工厂化生产的不足）。

3. 能源消耗大

食用菌工厂化生产，需要根据所生产的食用菌品种特性，创造温、湿、光、气等生活条件，这些条件的取得，有赖于工业设备的不停运转，需要消耗大量的能源。从目前情况看，食用菌工厂化生产主要是中温、低温型食用菌品种，需要在低温环境出菇。因此，要实现连续出菇，必须有制冷设备的不间断运转，其电费消耗量相当惊人，如夏季生产金针菇每月需要电费50元/米²，占运行成本的一半。就企业而言，更多的是从经济效益的角度来考虑能源问题。能源消耗的多少，决定生产成本的高低和经济效益的好坏。而就全社会而言，能源的紧缺，已成为阻碍经济发展的一大瓶颈，国家在大力提倡建立节约型社会，其中重要的就是要节约能源。从这个角度出发，食用菌工厂化生产应在节约能源方面加强研究与探索。

（五）食用菌工厂化生产的前景与趋势

1. 前景

经过近二十年的探索，在总结失败教训和成功经验的

基础上,国内食用菌工厂化生产已经起步,不少食用菌工厂化企业也获得了良好的效益。作为一种食用菌生产的新模式,食用菌工厂化生产在我国前景良好并且有巨大的发展空间。

首先是市场有空间。目前我国食用菌工厂化生产品种主要是白色金针菇,其生产量占有食用菌工厂化产品的60%以上,其余有限的几个品种,诸如杏鲍菇、真姬菇、秀珍菇、白灵菇的栽培数量较少。尽管工厂化生产的产品成本高,主要消费对象是高端消费群体,但由于生产量少,除个别不适合中国人口味的品种外,大部分品种市场空间较大;并且随着经济的发展和公众生活水平的提高,消费群体将逐渐向中端和高端发展,市场将不断扩大。

其次是品种有余地,一方面我国目前常规食用菌生产的品种达60余个,应该可以从中筛选出更多适于工厂化生产的品种。

再次,我国乃至整个亚洲,食用菌工厂化生产的品种还局限于木腐菌,草腐菌的工厂化生产几乎空白,草腐型食用菌的工厂化生产可值得探索、开发。

此外,目前生产的品种主要是中温、低温型食用菌。从理论上分析,工厂化生产中,对环境升温的成本应该低于降温的成本,因此,中温、高温型食用菌工厂化生产的可能性是存在的。

2. 趋势

首先,食用菌工厂化生产在品种上有向多菌类方向延伸的趋势。木腐菌、草腐菌并行,高温、中温、低温全面

发展。随着工厂化生产的不断发展，现有品种终究有达到市场饱和的时候。开发其他品种既符合市场的需求，也是食用菌工厂化生产自身发展的需要。

其次，食用菌工厂化生产在设备、设施的投入方面将趋于理性。我国经济发展水平与发达国家尚有很大的差距，在食用菌工厂化生产的设备、设施方面不能像日本、韩国或者欧美追求高度的自动化和机械化，应该根据我国的国情和食用菌工厂化生产的特点有所取舍。在环境控制、尤其是产菇环境控制方面的设备、设施不能吝啬，而在拌料、装袋（瓶）、搬运、采收的人工操作方面，尽量减少不必要的固定资产投资。

第三，食用菌工厂化生产的配套行业将逐步兴起。社会发展是以分工专业化为方向的，食用菌工厂化生产也不例外。欧美蘑菇品种供应、培养料发酵、覆土加工等生产的各个环节，都成了互相联系而又各自独立的企业。从趋势上看，今后一段时间内，我国使用工厂生产的发展速度要高于欧美亚洲其他国家，工厂化生产的配套行业极有可能随之兴起。

第四，菌糠的处理利用将趋于合理。食用菌生产原料，经菌丝酶系的作用，木质素、纤维化被降解，而蛋白质、脂肪和其他营养物质则有所增加，菌糠具有多种用途，可以作为饲料，喂养牛、羊、猪等，也可作为肥料和沼气生产的原料。作为肥料是优质有机肥，既可改良土壤，又可节省投资，且可增产增收，是一举多得的大好事。

不论如何，食用菌工厂化生产是一种必然的趋势，经过较长时间的不懈努力探索，必将产生辉煌的业绩。



二、食用菌工厂化生产智能控制系统的利用

工厂化生产食用菌，智能控制系统是关键技术。在食用菌工厂化生产现状的基础上研究食用菌智能控制系统的工作原理和过程，指出控制系统平台的应用，对工厂化生产食用菌有很强的指导作用。现将有关智能控制系统的研究与利用介绍如下。

（一）智能控制系统简介

我国于20世纪90年代末引进食用菌的自动化生产流水线，开始工厂化生产。工厂化生产要求操作的自动化、规范化、标准化。随着国际社会对农产品质量的要求越来越高，在工厂化生产过程中，应特别重视农产品的安全监控。危害分析和关键控制点（HACCP）体系目前已为联合国食品法典委员会采纳，国际上已经将HACCP体