

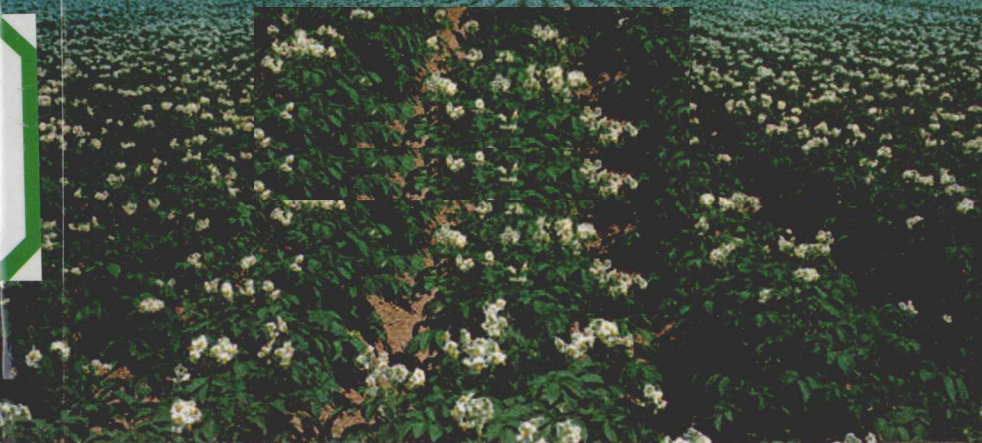
工厂化高效农业系列丛书

SHIYONGJUN
GAOCHAN YOUZHI ZAIPEI



食用菌 高产优质栽培

李洪忠 牛长满 主编



辽宁科学技术出版社

工厂化高效农业系列丛书

食用菌高产优质栽培

李洪忠 牛长满 主编

辽宁科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

食用菌高产优质栽培 / 李洪忠, 牛长满主编. —沈阳:
辽宁科学技术出版社, 2010.12
(工厂化高效农业系列丛书)
ISBN 978-7-5381-6755-9

I. ①食… II. ①李… ②牛… III. ①食用菌类—
蔬菜园艺 IV. ①S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 233857 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳市新友印刷有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140mm × 203mm

印 张: 7.125

插 页: 4

字 数: 170 千字

印 数: 1~4000

出版时间: 2010 年 12 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑: 姚福龙 李丽梅

封面设计: 耿志远

版式设计: 于 浪

责任校对: 李淑敏

书 号: ISBN 978-7-5381-6755-9

定 价: 16.00 元

联系电话: 024-23284063

E-mail: lnkj@126.com

http://www.lnkj.com.cn

本书网址: www.lnkj.cn/uri.sh/6755

P 序 言

REFACE

工厂化农业是指在相对可控环境条件下,用工业生产的理念和方式进行的一种农业生产。英文中有植物工厂 (Plant Factory)、设施农业 (Protected Agriculture) 和设施园艺 (Protected Horticulture) 等词汇,没有工厂化农业这个词汇,因此可以说工厂化农业是我国率先提出的一个新的专有名词。

工厂化农业的最终目的就是通过资金、技术、现代生产手段的高度集约化,带动我国传统农业向集约、高效的现代农业转变,走资源节约、技术集约,以技术替代资源的可持续发展道路,从而实现节水、节能及单位土地面积产出率和劳动生产率的大幅度提高,工厂化高效农业的模式也就应运而生了。

近 20 年来,以日光温室园艺为核心的工厂化农业已成为我国农村的支柱产业,它不仅解决了我国城乡蔬菜、果品的周年均衡供应,而且也为农业增效、农民增收、安置就业、农业减灾防灾以及弥补农业资源短缺等作出了重要贡献。辽宁是我国工厂化农业大省和日光温室的发源地;早在 20 世纪初,辽宁就开始发展设施园艺;20 世纪 80 年代,海城和瓦房店开始发展日光温室,到 90 年代,辽宁以日光温室为核心的工厂化农业已发展到相当规模,尤其是适合北方寒地气候特点的日光温室结构和性能的不断改进和提高,使日光温室园艺作物的栽培面积不断扩大,栽培品种不断丰富,栽

培模式更加多样,不仅很好地满足了城乡居民对园艺产品的周年需求,而且也带动了农业设施、种子种苗、农药和肥料、农产品销售与加工等相关产业,促进了农村经济的发展。

尽管我国在工厂化农业的科研领域取得了巨大成绩,但科研与生产的结合还有相当大的距离。目前,生产上不仅设施简陋,而且生产技术缺乏规范,日光温室蔬菜年平均亩产仅有6000千克,只为科研成果的三分之一。因此,为了更好地将研究成果应用到生产中,我们组织沈阳农业大学和辽宁省农业科学院的有关专家编写了这套工厂化高效农业系列丛书。本丛书计划出版20个分册,先期出版12个分册,包括《桃高产优质栽培》、《甜樱桃高产优质栽培》、《葡萄高产优质栽培》、《草莓高产优质栽培》、《西瓜高产优质栽培》、《甜瓜高产优质栽培》、《番茄高产优质栽培》、《黄瓜高产优质栽培》、《马铃薯高产优质栽培》、《食用菌高产优质栽培》、《山野菜高产优质栽培》、《辣椒高产优质栽培》。整套丛书图文并茂,结构严谨,内容丰富,技术先进,可操作性强,全面反映了工厂化高效农业的最新成果。这套丛书的问世,必将对我国工厂化高效农业健康和可持续发展起到积极的推进作用。

李天来

2010年3月

C 目录

CONTENTS

第一章 概述

- 一、食用菌的概念及分布特点 1
- 二、食用菌的重要价值 1
 - (一) 营养价值 2
 - (二) 经济价值和社会价值 5
 - (三) 生态价值 5
- 三、我国发展食用菌生产的有利条件 ... 6
 - (一) 资源优势 6
 - (二) 人力优势 6
 - (三) 地理优势 7
- 四、我国食用菌产业存在的问题及对策 ... 7

第二章 食用菌的生长发育特性

- 一、食用菌的形态特征 10
 - (一) 菌丝体 10
 - (二) 子实体 11
- 二、食用菌的生理生态 11
 - (一) 腐生 11
 - (二) 寄生 12
 - (三) 共生 12
- 三、食用菌的分类 12
 - (一) 子囊菌中的食用菌 12
 - (二) 担子菌中的食用菌 13
- 四、食用菌生长与环境的关系 15
 - (一) 营养物质 15
 - (二) 温度 16

(三) 水分和湿度	17
(四) 光照	17
(五) 通风	18
(六) 酸碱度	18

第三章 食用菌制种

一、食用菌制种工艺	20
(一) 制种程序	20
(二) 制种设施与设备	21
(三) 消毒与灭菌	28
(四) 菌种的生产技术	30
(五) 菌种保藏	40
二、液体菌种生产技术	44
(一) 液体菌种制种设备及程序 ...	44
(二) 液体菌种消毒与灭菌	47
(三) 液体菌种的生产技术	48

第四章 食用菌菌种选育

一、食用菌的繁殖	51
(一) 食用菌的生活史	51
(二) 食用菌的繁殖方式	52
二、食用菌的人工选种	53
(一) 人工选种流程	53
(二) 菌种分离技术	55
三、食用菌的杂交育种	64
(一) 杂交育种流程	64
(二) 杂交育种方法	64

四、野生食用菌驯化育种	66
(一) 野生食用菌驯化育种流程	66
(二) 野生食用菌驯化育种方法	66

第五章 食用菌栽培

一、平菇	68
(一) 栽培意义	68
(二) 生物学特性	68
(三) 栽培实例	71
二、香菇	78
(一) 栽培意义	78
(二) 生物学特性	79
(三) 栽培实例	82
三、双孢蘑菇	91
(一) 栽培意义	91
(二) 生物学特性	92
(三) 栽培实例	95
四、黑木耳	105
(一) 栽培意义	105
(二) 生物学特性	106
(三) 栽培实例	109
五、金针菇	115
(一) 栽培意义	115
(二) 生物学特性	116
(三) 栽培实例	119
六、鸡腿菇	126
(一) 栽培意义	126

(二) 生物学特性	127
(三) 栽培实例	130
七、猴头菌	137
(一) 栽培意义	137
(二) 生物学特性	138
(三) 栽培实例	141
八、白灵菇	144
(一) 栽培意义	144
(二) 生物学特性	145
(三) 栽培实例	147
九、杏鲍菇	152
(一) 栽培意义	152
(二) 生物学特性	153
(三) 栽培实例	155
十、灵芝	160
(一) 栽培意义	160
(二) 生物学特性	161
(三) 栽培实例	164
十一、蛹虫草	168
(一) 栽培意义	168
(二) 生物学特性	169
(三) 栽培实例	171

第六章 食用菌病虫害防治

一、食用菌病害防治	177
(一) 病害类型及发生原因	177
(二) 病害防治措施	183

二、食用菌虫害防治	187
(一) 虫害类型及发生规律	187
(二) 虫害防治措施	189

第七章 食用菌贮藏与加工

一、食用菌保鲜	193
(一) 保鲜原理及类型	193
(二) 保鲜工艺	194
(三) 保鲜方法	195
二、食用菌干制	198
(一) 干制原理及类型	198
(二) 干制工艺	199
(三) 实用干制方法	201
三、食用菌罐藏	203
(一) 罐藏原理	203
(二) 罐藏工艺	203
(三) 实用罐藏方法	205
四、食用菌盐渍	207
(一) 盐渍原理	207
(二) 盐渍工艺	207
(三) 实用盐渍方法	209

参考文献

第一章

概 述

一、食用菌的概念及分布特点

食用菌 (edible fungi) 指的是具有肥大多肉的繁殖器官或胶状的子实体, 可供人类食用的大型真菌。中国已知的食用菌有 350 多种, 其中多数属于担子菌亚门, 常见的有香菇、草菇、蘑菇、木耳、银耳、猴头、竹荪、松口蘑 (松茸)、口蘑、红菇和牛肝菌等; 少数属于子囊菌亚门, 如羊肚菌、马鞍菌、块菌等。上述真菌分别生长在不同地区不同的生态环境中。在山区森林中生长的种类和数量较多, 如香菇、木耳、银耳、猴头、松口蘑、红菇和牛肝菌等; 在田头、路边、草原和草堆上, 常生长有草菇、口蘑等。南方地区生长较多的是高温结实性真菌; 高山地区、北方寒冷地带生长较多的则是低温结实性真菌。

二、食用菌的重要价值

食用菌作为一种大型真菌, 具备极高的可食性和药用性; 同时, 随着社会的发展, 人们对食用菌的营养、保健的认可度与日俱增, 这无疑进一步增强了它的经济价值和社会价值。食用菌还是自然界中的分解者, 可以利用秸秆类和农业废物进行生产。从原材料到生产过程, 再到生产废弃物均无污染, 实现了农业废弃物变废为宝、化害为利的目标, 为此它又具有极高的生态价值。

(一) 营养价值

1. 食用价值

食用菌的蛋白质含量虽低于动物肉类食品，但却高于其他大多数食物甚至包括牛奶。据统计，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。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。通常栽培的食用菌含有人类所必需的 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。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，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。而动物脂肪中含有大量饱和脂肪酸，过多摄入对人体健康不利。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。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。食用菌还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，其中含量最高的矿物质是钾，其次是磷、硫、钠、钙和镁，这些均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。食用菌中含有丰富的膳食纤维和核酸。纤维素被认为是有利于健康的食品成分，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。据英国及日本科学家研究证实,实用菌中的核酸具有抑制病毒增殖和抗肿瘤的作用。

2. 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。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多种真菌确实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介绍如下。

(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,临床上对心肌梗死有一定的保护作用。银耳对治疗慢性肺源性心脏病有较好效果,层卧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、高脂血症、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，马勃医治恶疮等都一直用于中医临床。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，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，并取得了较好的疗效。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。

(二) 经济价值和社会价值

人工培养栽培种的菌丝，加快了食用菌的繁殖速度和获得高产的可能性。在掌握选育优良品种、改进制种和栽培技术的基础上，食用菌的发展速度正迅速提高。科学家们坦言，21 世纪食用菌将发展成为人类主要的蛋白质食品之一。2000 年辽宁省食用菌栽培面积达 3600 多公顷，总产值达 9.6 亿元。当时，食用菌生产已成为辽宁省农业中一个重要的支柱产业。目前辽宁省内已有几个发展得比较好的食用菌生产、加工企业，如辽宁阜新的辽宁田园实业有限公司、华农食用菌科技发展有限公司等。以辽宁阜新华农食用菌科技发展有限公司为例，一般一个蘑菇大棚需要雇佣 12~15 个劳动力，推广普及种植蘑菇后，单就在阜新市碱巴拉荒一个村的企业，目前就安排就业 6000 人。每个雇工的收入每月在 800 元左右。

(三) 生态价值

众所周知，绿色植物能利用太阳能、二氧化碳、水和无机盐类制造有机物质，为动物和微生物提供营养和能源。许多微生物包括蕈菌，可将死后的动植物遗体、残体分解为绿色植物能利用的形式，即改良土壤、增加土壤肥力。植物所积累的三大物质又可被有益微生物（包括蕈菌）转变为优质菌体蛋白，从而为人类提供优质保健食品。而某些家畜、家禽等动物则可利用这些菌体蛋白，或直接食用植物的种子及秸秆转化成动物蛋白，进入下一次循环。发展蕈菌产业可变废为宝、促使农业区域生态平衡；发展蕈菌产业，也有利于农业生态良性循环。菌糠还可再次栽种其他的菇。生产蕈菌除了利用有机废物迅速转化为菌体蛋白外，也可作为有机肥改良土壤，有益于环境的

协调。生产蕈菌后的菌糠是很好的农家肥源，它可以增加土壤有机质，改善土壤理化特性，克服长期使用化肥带来的不良后果。菌糠也可制成花卉专用肥料，还可以加工成畜牧饲料。辽宁阜新华农食用菌科技发展有限公司目前在一个村就有 16 个大棚，每年消耗秸秆和动物粪便均在 160 吨以上。如每年发展双孢菇棚 1 万个（每棚实用面积为 200 平方米），就能使 1 万个家庭脱贫致富，可消耗废弃秸秆一亿多千克，解决 2 万余人的劳动就业问题，总产值可达 7 千万元人民币。培育蘑菇所形成的废弃物可作为肥料返回土地，这种肥料质地疏松、营养成分多、透气性好，非常适合种植蔬菜、水果。废料还田后可节省复合肥 1500 余吨，使每千克秸秆增值 10 倍以上，其社会效益显著，还为多年来国家关注的秸秆利用问题提供了有效途径。因此，整个食用菌种植过程均实现了无污染，完全是一种无公害的循环农业。

三、我国发展食用菌生产的有利条件

（一）资源优势

我国是农业生产大国，据粗略统计，年产各类农作物秸秆以及林业副产品、畜禽副产品、食品、纺织工业副产品约 5 亿吨，这些都是发展食用菌生产的优质原料，而且可持续性强，综合利用率高。食用菌栽培大多利用秸秆类和农业废物，包括稻草、麦秆、玉米秆、油菜秆、花生壳以及动物粪便等作主料和肥料，如果每年将其中 1/5 的原料用来发展食用菌生产，年总产量将达到 1 亿吨左右，其经济价值不可估算。

（二）人力优势

我国是一个拥有 13 亿人口的农业大国，而人均耕地占有量

相对较少,有大量剩余的劳动力资源可以利用。加上食用菌生产是一项劳动密集型产业,机械化操作程度低,绝大多数工艺流程完全靠手工操作。以食用菌业蓬勃兴起的辽宁阜新市为例,188万人口中,下岗待业劳动力和农村富余劳动力达30余万人,因此,生产成本也相应较低,这正是我们发展食用菌生产,利用价格优势打入国际市场,参与市场竞争的最大有利条件和优势所在。

(三) 地理优势

我国幅员辽阔,四季分明,具有独特而优越的自然环境条件,适宜多种菌类品种生长繁育。从东至西,从南向北,全国34个省(市、区)均可在不同季节生产不同温型的菌类品种。最近几年,由于“南菇北移”的产业转移趋势,南方对我国北方和西北地区的资金和技术的大量注入,使得我国北方地区形成了很多食用菌集群地,目前已初步形成辽宁阜新、抚顺、锦州、丹东、朝阳等地的不同种类的食用菌产区。特别是食用菌产业已经作为很多省份不同地区的主导产业,例如在辽宁省东部山区(丹东、鞍山、抚顺等),食用菌产业已成为农业结构调整三大替代产业之一,成为优势产业、新兴产业和朝阳产业,发展很迅速。辽宁全省到2005年,食用菌面积、产量都大幅度攀升,全省食用菌种植面积为2100公顷,比上年扩大7.1%,产量达到15.1万吨,比上年增长7.9%。其中,香菇产量为1.3万吨,比上年增长68.4%;蘑菇产量达到12万吨,比上年增长3.1%。最近几年的发展也很迅猛,目前亟须从农业发展战略高度,加大政府推进力度,形成我国部分省份的特色农业主导产业。

四、我国食用菌产业存在的问题及对策

目前,我国的食用菌产业发展很不平衡,既有实力很强的正规企业,也有很多设备、条件简陋的小作坊,这样就造成了