

魏启舜,王琳,赵荷娟. 南京地区双孢蘑菇工厂化栽培低产成因及其改进建议——以南京市高淳区固花食用菌专业合作社为例[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):295-297.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.098

# 南京地区双孢蘑菇工厂化栽培低产成因及其改进建议 ——以南京市高淳区固花食用菌专业合作社为例

魏启舜,王琳,赵荷娟

(江苏丘陵地区南京农业科学研究所,江苏南京 210046)

**摘要:**以高淳区固花食用菌专业合作社为例,分析双孢蘑菇工厂化栽培低产的形成因素。结合试验研究,提出培养料质量、覆土材料的优劣及栽培环境管理是影响双孢蘑菇产量的主要因素;并对固花食用菌专业合作社的双孢蘑菇工厂化生产提出了改进建议,以供相关企业参考。

**关键词:**双孢蘑菇;工厂化;低产因素;培养料;覆土材料;改进建议

**中图分类号:**S646.1<sup>+</sup>10.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)10-0295-03

双孢蘑菇生产在我国许多地区的农业经济中都占有重要地位,由国外双孢蘑菇产业发展历程可知,工厂化生产必将是我国双孢蘑菇产业发展的主要方向之一。经过多年的摸索,目前国内双孢蘑菇工厂化生产量迅速增长,但工厂化生产投资高、成本大,尤其是单产水平远远低于发达国家,严重制约

着产业的发展。因此,如何改进和创新生产技术,提高双孢蘑菇工厂化生产产量,是当前应首要解决的问题<sup>[1]</sup>。

江苏省是我国双孢蘑菇的主要产区之一,但其工厂化生产比例很低,在南京市目前仅有2家冷库栽培双孢蘑菇工厂,但运营状况均不理想。作为江苏省最大的食用菌生产基地之一<sup>[2-3]</sup>,南京市高淳区在2011年便开始尝试双孢蘑菇工厂化生产,成立了固花食用菌专业合作社,建设“冷库”式菇房面积2 800 m<sup>2</sup>,配备温度、湿度、CO<sub>2</sub>浓度等监控系统,但是经过几年的努力,目前双孢蘑菇单产平均为10 kg/m<sup>2</sup>左右,远不及25 kg/m<sup>2</sup>以上的国内先进水平,连漳州季节性栽培的15 kg/m<sup>2</sup>也没有达到,生产效益很不理想。江苏丘陵地区南京农业科学研究所科研人员对高淳区固花食用菌专业合作社

收稿日期:2015-05-19

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)3004]。

作者简介:魏启舜(1973—),男,江苏南京人,助理研究员,主要从事废弃物综合利用、食用菌栽培研究等工作。E-mail:hhzx.w@163.com。

通信作者:赵荷娟,副研究员,主要从事生态农业研究。E-mail:shuzhao603@163.com。

源。大鲵生态繁育工程是生态环境与社会经济协同发展的人工生态系统,通过提供大鲵自然繁殖所需良好生态条件,促使大鲵苗种繁殖,具有良好的苗种生产性能,并兼顾了物种保护与环境优化功能,能够发挥经济、社会与生态效益。

但是,大鲵生态繁育工程的技术水平仍然不高,且不稳定,繁殖率较低,没有形成一套成熟的技术方案,繁殖管理技术无确定的路线与指标,存在着理念理解不透、不完善等理论和技术问题,在技术上仍然有很大的发展空间。在该工程模式的推广中,需要优化大鲵生态工程的设计,提高饲养管理水平来提高大鲵生态繁育苗种的生产水平。

## 参考文献:

- [1]徐广才,康慕谊,贺丽娜,等.生态脆弱性及其研究进展[J].生态学报,2009,29(5):2578-2588.
- [2]张红星,王开锋,权清转,等.秦岭山区大鲵生态繁育工程技术研究[J].淡水渔业,2003,33(5):25-27.
- [3]张红星,王中乾,王启军,等.大鲵仿生态繁育场选址应注意的几个问题[J].河南水产,2010,83(2):13-14.
- [4]张红星,沈建忠,赵虎,等.秦巴山区仿生态培育大鲵亲本水温研究[J].水生生态学杂志,2012,33(1):97-102.

- [5]桂庆平.梵净山大鲵仿生态繁殖新技术[J].中国水产,2011(6):39-41.
- [6]梁刚.陕西省大鲵的繁育模式及初步评价[J].经济动物学报,2007,11(4):234-237.
- [7]Ijspeert A J, Crespi A, Ryzko D, et al. From swimming to walking with a salamander robot driven by a spinal cord model[J]. Science, 2007,315(5817):1416-1420.
- [8]Davie R D, Welsh H H. On the ecological roles of salamanders[J]. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics, 2004,35:405-434.
- [9]雒林通,万红玲,兰小平,等.中国大鲵资源现状及保护遗传学研究进展[J].广东农业科学,2011,38(17):100-103.
- [10]Wang X M, Zhang K J, Wang Z H, et al. The decline of the Chinese giant salamander *Andrias davidianus* and implications for its conservation[J]. Oryx, 2004,38(2):197-202.
- [11]罗庆华.张家界大鲵生境特征[J].应用生态学报,2009,20(7):1723-1730.
- [12]文立华.中国大鲵自然资源现状及管理对策[J].安徽农业科学,2013,41(4):1716-1718.
- [13]粟海军,喻理飞,马建章.贵州岩下自然保护区的野生大鲵资源现状及历史动态[J].长江流域资源与环境,2009,18(7):652-657.

的实际生产状况、管理水平进行了调研,结合相关的科研试验,对造成低产的主要因素进行分析并提出改进建议,以供双孢蘑菇工厂化生产企业参考。

## 1 低产因素分析

### 1.1 培养料

培养料是蘑菇生长的物质基础,高质量的培养料是双孢蘑菇优质、高产的关键要素<sup>[4-5]</sup>。目前固花食用菌专业合作社在培养料上存在着以下问题。

1.1.1 配方原料不稳定 合作社几年中尝试了不同原料的多种配方进行培养料生产。最初采用稻草加尿素的合成培养料,这也是自然季节菇农采用最多的配方,但蘑菇产量、质量均不理想;后来采用麦秸、稻草加牛粪的粪草培养料,但采购的牛粪中常含有较多的泥土,造成地雷菇现象严重;而麦草配方发酵时缺少技术,按稻草配方的发酵技术操作,结果是发酵不彻底、栽培失败。其间还尝试过金针菇“废包”的配方,均无法稳定生产,目前主要以稻草、菜籽饼、有机肥和尿素的配方进行培养料生产。由于配方复杂、原材料不稳定,加上配料比例基本以经验为主,没有科学的计算,因此无法堆制出稳定的培养料<sup>[6]</sup>,产量也可想而知。

1.1.2 发酵工艺落后 培养料的发酵是双孢蘑菇生产中最重要工艺。出于成本考虑,合作社没有建设培养料隧道发酵系统,还是采用国内普遍使用的室内二次发酵方法,为此还专门建有二次发酵室,但使用中发现通风系统设计存在严重缺陷,根本无法堆制。改用工厂出菇房进行二次发酵时又发现问题,通入蒸汽加热时菇房保温板的“吸湿现象”非常严重,保温效果差,且对设施的损害也较大<sup>[7]</sup>,无法正常进行。目前合作社采用避雨阴棚内一次发酵,铲车翻堆,二次发酵改在塑料大棚中进行,利用保温棉加强了保温效果,培养料质量有了一定的改善,但双孢蘑菇堆料关键在于规范地控制一、二次发酵的环境,仅靠简陋的设施和落后的设备,凭经验、用感官来判断发酵的标准<sup>[8]</sup>,无法生产出高质量的培养料,产量也得不到保证。

1.1.3 投料量不足 国内高产菇房的培养料干粪和草总量应达到 35 ~ 45 kg/m<sup>2</sup><sup>[4]</sup>,即发酵好的培养料约为 65 ~ 75 kg/m<sup>2</sup>,菇床料厚度应达到 20 cm 以上;而国外工厂栽培投料量达到 90 ~ 110 kg/m<sup>2</sup><sup>[9]</sup>,以便保证蘑菇产量。为了方便操作、节省劳力,固花食用菌专业合作社采用了框式栽培,但食用菌栽培框高度仅为 18 cm,料厚仅 15 cm 左右,紧实度也不均匀,投料量最多达到 40 kg/m<sup>2</sup>,这也直接导致后期出菇营养不足,产量无法得到提升。

### 1.2 覆土

双孢蘑菇生产必须覆土,否则无法出菇。覆土材料的好坏至少会影响双孢蘑菇 3 ~ 5 kg 的产量,双孢蘑菇工厂化栽培中由于通风换气、升降温等操作相对频繁,空气流动大,水分蒸发多,对覆土材料的保水性、持水性要求更高<sup>[6]</sup>。国外工厂化栽培采用的泥炭覆土材料吸水率高达 78% 左右,然而固花食用菌专业合作社至今仍使用传统田泥为材料,饱和含水量不足 20%,常常造成床面过干,严重影响子实体的形成。此外,由于覆土操作是极其繁重的体力劳动,而近几年来劳动力资源日益缺乏,操作工人基本为老人和妇女,由于体力原

因,规范无法跟上,工作随意性很大,覆土厚薄不均,造成丛生菇和出菇不整齐现象<sup>[10]</sup>,诸多因素严重影响了双孢蘑菇的产量与质量。

### 1.3 栽培环境

虽然固花食用菌专业合作社的出菇房配备了一些制冷、通风等设备,但是由于建设资金限制,没有安装空气过滤、加湿等系统,因此所谓工作化仅仅只能算是“冷库种菇”,加上建设时施工不够专业,压缩机和蒸发器制冷系数不协调,压缩机和蒸发器不匹配,制冷量远大于菇房实耗冷量,造成“大马拉小车”的现象<sup>[11]</sup>,常有局部温度变化过大现象,出菇受到很大制约。

另外,由于监控设备的质量不过关,很多参数不够准确,加上技术人员为传统栽培出身,没有掌握工厂化栽培的控制技术,还是依靠目测、看表象、凭经验来操作,环境控制很不稳定,加上通风换气时新风没有过滤系统,病虫害传播也很严重。还有菇房缺少加湿系统,无法提供双孢蘑菇生长的适宜空气湿度,培养料、覆土常常缺水,喷水过多又容易造成漏床,合作社主要栽培品种为 W192,该品种需水量比传统的 As2796 要多,结果是生产中薄皮菇、开伞菇很多,死菇现象也很严重<sup>[6,12]</sup>。

## 2 改进建议

### 2.1 提高培养料的质量与稳定性

提高培养料的质量与稳定性是双孢蘑菇工厂化生产首先要解决的问题,这是保证双孢蘑菇高产稳产的基本条件。为增加效益,固花食用菌专业合作社也尝试过采购外地隧道生产培养料进行双孢蘑菇栽培,但双孢蘑菇培养料集中发酵工艺技术复杂,国内企业多数采用自主研发的具有中国特色的发酵设备与设施,发酵工艺不够先进,技术也不稳定<sup>[1,13]</sup>,加上南方地区主要以稻草为主要原料,而稻草质地柔软,易于腐烂,发酵过程中透气性差<sup>[5]</sup>,所以合作社无法保证培养料稳定的品质,这也被科研人员抽样检测的数据所印证。

固花食用菌专业合作社采购培养料的检测数据与标准工厂化培养料指标<sup>[14]</sup>的对比如表 1 所示,供料的 2 家企业均是自主研发的隧道生产模式。2 批料的化学指标与标准相比均有较大差别,2 次发酵后培养料的含氮量均低于标准,碳氮比与 pH 值均高于标准,培养料指标均不够理想;抽样中还发现,2 家企业培养料发酵还不够均匀,都有少量秸秆的抗拉力强,而企业 1 的培养料栽培产量为 11.3 kg/m<sup>2</sup>、企业 2 为 10.4 kg/m<sup>2</sup>,与传统发酵培养料产量相差无几。据固花食用菌专业合作社负责人透露,购买料的费用比自制料的费用增加不少,最终的生产效益反而下降了。

当然这只是 1 个批次料的结果,培养料的质量跟许多因素有关,但至少可以说明 2 家企业培养料生产的稳定性不够。由此可见,作为规模不大的菇场,在没有掌握足够的技术工艺下,投资隧道进行培养料生产并不明智。当务之急是尽快寻找到适合自己生产的培养料配方,改善 2 次发酵设施,掌握好成熟的室内 2 次发酵工艺,生产出相对稳定的培养料来提升栽培产量,并利用冷库式菇房进行错峰栽培来增加生产效益,这也不失为双孢蘑菇产业转型升级的有效

表 1 2 个企业隧道培养料参数与标准指标对比

类别	1 次发酵后				2 次发酵后			
	碳氮比	含氮量(%)	水分(%)	pH 值	碳氮比	含氮量(%)	水分(%)	pH 值
企业 1	23.2	1.51	77.24	8.81	21.84	1.61	66.27	7.87
企业 2	26.7	1.20	65.60	8.36	24.40	1.37	59.10	8.40
标准		1.80~2.00	70.00~72.00	7.00~8.00	16.00~17.00	2.00~2.40	65.00~68.00	6.80~7.40

过渡模式。

## 2.2 优化覆土材料

传统的覆土材料严重制约着双孢蘑菇工厂化生产的产量与质量,迫切需要更换适宜的材料,优化覆土配方和相关技术是提高双孢蘑菇产量与质量的最有效而现实的技术措施之一。大量试验表明,采用泥炭土作为覆土材料可以提高蘑菇产量达 15%,目前国内许多双孢蘑菇生产企业采用传统覆土材料加部分国产草炭来提高双孢蘑菇生产效益<sup>[1,10,15]</sup>,但国产草炭质量鱼龙混杂,掺假商品较多,固花食用菌专业合作社也曾采购过国产草炭进行覆土,由于草炭中混杂物太多,影响消毒质量,覆土后青霉病严重;同时还发现采菇时草炭土极易黏着在子实体上,不易清洗,影响商品质量,而最主要因素还是使用成本过大,投入产出率低,最终只能放弃继续使用。

近年来,随着从业者对覆土材料重要性认识的加深,双孢蘑菇新型覆土材料的研究逐渐得到重视,科研力量投入也越来越多。最近江苏丘陵地区南京农业科学研究所配制出新型覆土材料,经过多次试验,前 3 潮菇产量提升 30% 左右,目前正在高淳区进行示范推广。双孢蘑菇工厂化生产企业应加强与科研单位的合作,根据不同品种及不同的市场需求,配制出适合自己生产的覆土材料,才能有效提升双孢蘑菇的产量与质量<sup>[6]</sup>。

## 2.3 加强栽培管理

据国外蘑菇专家多年栽培证明,在其 30 kg/m<sup>2</sup> 的蘑菇单产中,10 kg 由隧道发酵技术贡献,5 kg 则由草炭覆土材料贡献,而剩下的 15 kg 是基础产量<sup>[15-16]</sup>,这说明即使没有隧道技术,没有草炭覆土,只要栽培管理技术到位,也能得到 15 kg/m<sup>2</sup> 的产量,然而目前国内双孢蘑菇工厂化生产产量大多数达不到这个数据,其中与栽培管理粗放有很大的关系。江苏丘陵地区南京农业科学研究所科研人员在固花食用菌专业合作社试验时前 3 潮菇的产量仅为 7.6 kg/m<sup>2</sup>,而同样的材料在单位试验菇房中栽培,尽管新建设施存在不少问题,栽培管理加强后,产量也达到 10.2 kg/m<sup>2</sup>,可见一套成熟的栽培管理技术对双孢蘑菇产量的提升极其重要。因此,双孢蘑菇工厂化栽培技术人员应彻底更新观念,认清工厂化栽培与传统栽培的技术差别,全面学习改进自身技术,加强栽培管理,尤其在栽培环境控制上,应熟悉菇房设备的性能与操作<sup>[6]</sup>,在保证设备正常运转的情况下,利用自动控制系统,及时调整好适合双孢蘑菇生长的各阶段环境指标,以达到节能省工、提高产量、增加效益的目标<sup>[11]</sup>。

## 3 结论

目前我国双孢蘑菇工厂化栽培还处在发展阶段,产量水平与国外发达国家还有很大差距,但其中也有很多适合我国国情的发展优势。双孢蘑菇工厂化企业应相互学习与吸收同行的成功经验,结合实际情况,不断创新发展技术,提高产品的产量与质量,为我国双孢蘑菇工厂化产业发展共同努力<sup>[1,16]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 郑玲. 我国双孢蘑菇产业转型升级道路探讨[J]. 食用菌, 2012, 20(1): 5-7.
- [2] 黄建春. 中国双孢蘑菇工厂化生产现状与发展的思考[J]. 食用菌, 2012(2): 1-3.
- [3] 孔德华. 高淳食用菌产业十年发展之路[J]. 江苏农村经济, 2011(6): 27-28.
- [4] 蔡为明. 双孢蘑菇栽培技术讲座(四)——品种选择、培养料的堆制与发菌管理[J]. 浙江食用菌, 2010, 18(3): 12-15.
- [5] 卢政辉. 双孢蘑菇培养料堆制技术的变革和最新进展[J]. 中国食用菌, 2009, 28(1): 3-5.
- [6] 钟孟义. 论制约我国双孢蘑菇工厂化生产发展的因素与对策[J]. 食用菌, 2013, 21(3): 133-138.
- [7] 管道平, 胡清秀. 食用菌工厂化生产的节能分析[J]. 食用菌, 2010, 32(1): 1-3.
- [8] 黄毅. 图解欧洲双孢蘑菇栽培(二)——蘑菇栽培料的制作[J]. 食用菌, 2013, 21(6): 326-331.
- [9] 杨国良. 国外蘑菇工厂化生产技术问答(续前)[J]. 食用菌, 2010, (3): 78-79.
- [10] 黄毅. 图解欧洲双孢蘑菇栽培(三)——泥炭土的制作[J]. 食用菌, 2014, 22(3): 123-126.
- [11] 管道平, 胡清秀. 食用菌工厂化生产的节能分析(续前)[J]. 食用菌, 2010, 32(2): 1-3, 5.
- [12] 黄毅. 图解欧洲双孢蘑菇栽培(一)——蘑菇出菇库设置与设备[J]. 食用菌, 2013, 21(5): 263-268.
- [13] 黄建春, 黄丹枫. 双孢蘑菇培养料集中发酵工艺技术研究及其应用[J]. 上海农业学报, 2005, 21(2): 53-57.
- [14] 桥本一哉. 蘑菇栽培法[M]. 黄年来, 译. 北京: 中国农业出版社, 1994: 100-120.
- [15] 杨国良. 国外蘑菇工厂化生产技术问答(续前)[J]. 食用菌, 2010(5): 75-77.
- [16] 杨国良. 国内外蘑菇工厂化生产的模式及效益[J]. 食用菌, 2003, 25(3): 29-30.