

坝上高原香菇栽培关键技术研究

杨淑琴¹, 通占元², 李冬梅², 陈爱萍³

(1. 河北省优扶医院, 河北 石家庄 050051; 2. 河北省农业环境保护监测站, 河北 石家庄 050035;

3. 河北绿健食用菌科技开发有限公司, 河北 张家口 076450)

摘要:以香菇为试验材料, 结合分析坝上高原气候特点, 对适宜该地区生产的香菇品种、生产周期(茬口)、栽培设施、出菇环境调控、出菇模式等关键栽培技术进行了研究。结果表明: 坝上高原适宜栽培香菇品种为“L808”和“灵仙1号”, 于每年4月底前完成养菌转色, 每年5—10月栽培出菇; 栽培设施选择半地下日光温室或连体菇棚与大中拱棚相搭配; 出菇环境综合运用定时风筒鼓风通风、高压微雾控湿装置或微喷方式进行调控; 出菇模式采用层架式或侧立式出菇等配套技术, 可取得良好的经济效益。

关键词:香菇; 坝上高原; 栽培技术

中图分类号:S 646.1⁺2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)18-0149-04

坝上高原是指河北省西北部、内蒙古高原南缘的农牧交错地带, 海拔高1 400~1 600 m, 总面积约3万km², 人口约200万。该地资源贫瘠, 自然条件恶劣, 干旱、冰雹、风沙、霜冻频繁, 是典型的生态环境脆弱地区, 是河北省最不发达的地区之一, 是环京津贫困带中的特困“洼地”^[1]。多年来, 各级政府投入了大量的财力、物力进行扶贫攻坚和生态治理, 坝上高原的生态环境得到了有效改善, 错季蔬菜、畜牧业、旅游业、风光电等产业得到了较快发展, 但由于贫困人口多、贫困程度深, 仍没有从根本上摆脱贫穷落后状况^[2]。为在该地引进发展生态、高效、节水的食用菌产业, 课题组对喜光、好气、广温、产销量大的香菇在坝上高原栽培生产进行了系统研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

根据坝上高原气候环境条件和不同香菇品种所需要的出菇温度、生长发育周期等生物学特性, 引进“L808”、“灵仙1号”2个品种, 均来自平泉希才食用菌公司。

1.2 试验方法

1.2.1 气象数据 以坝上高原地区张家口市张北县为

代表, 通过在气象部门查阅气象资料、走访当地群众等方式, 调查收集2003—2014年张北县每月的最高、最低、平均温度和每月光照时间、积温、湿度、风力等气象数据并进行汇总分析。

1.2.2 试验设计 以香菇“灵仙1号”为试验材料, 设置2个生产周期, 均为1年栽培1期。周期1, 于当年10月下旬至12月制袋, 翌年4月底前完成转色、5—10月中旬出菇; 周期2, 于当年3—4月制袋, 7月底前完成转色, 8—10月底出菇, 11月至翌年3月越冬休菌, 翌年4—5月出菇。每周制作6 000个出菇袋, 各用1个菇棚进行出菇试验。重点围绕2种生产周期的菌丝体培育状况、子实体生长状况、出菇潮次、商品菇产量、平均售价、效益等6个方面进行试验对比, 确定最适生产周期。试验棚为冬暖夏凉、保温遮阴效果好、利用光热提温快的半地下日光温室, 长宽为50 m×9 m、深0.8 m、脊高3.3 m, 棚体为复合保温板墙、钢架结构, 棚膜上覆盖保温被、下挂遮阳网, 设卷帘机和微喷装置。

1.2.3 品种比较试验 设置“灵仙1号”、“L808”均采用15 cm×60 cm×0.006 cm规格聚乙烯塑料袋栽培, 每袋装干料1 kg。配方采用杂木屑80%、麦麸18%、石膏2%。每个品种制作3 000个出菇袋, 设3个重复, 每重复1 000袋, 生长过程中分别对菌丝体生长温度、子实体生长温度、菌龄期、生物学效率、菇质、性状表现等6个方面进行记录。

1.2.4 关键栽培技术设计 根据坝上高原气候特点及香菇的生物学特性, 设计建造了半地下一面坡温室、半地下日光温室、大中拱棚、连体菇棚4种棚室, 从各种棚型的造价、土地利用率、最冷最热月份棚内温度、棚温

第一作者简介:杨淑琴(1961-), 女, 本科, 主管护师, 研究方向为菌物药学研究。E-mail:184396967@qq.com.

责任作者:通占元(1963-), 男, 本科, 研究员, 现主要从事食用菌生产技术等研究与推广工作。E-mail:tzy7798@163.com.

基金项目:河北省现代农业产业技术体系食用菌创新团队支撑资助项目(2015036903)。

收稿日期:2015-06-02

零下天数、适宜养菌出菇时间等方面研究确定最佳棚型。香菇正常生长发育除需要适宜的温度外,还需要适宜的二氧化碳浓度、湿度和光照。坝上高原风大、湿度小,经常因保湿保温造成二氧化碳浓度过高生长发育不良,或因通风造成湿度降低菌袋失水。通风、保湿已成为香菇生产管理难、强度大的一个关键环节。重点研究了增湿、通风技术模式。菇棚增湿引进开发了水过滤后通过压力泵和管道加压输送给雾化喷头,靠雾化水调控出菇棚室环境湿度,简称高压微雾控湿装置。以采用水管直接喷水和安装微喷装置作为对照,对3种方式的增湿效果进行对比试验,确定最佳增湿方式。引进开发2种强制通风措施:一是在棚前两角各留一进风口,在北墙中部装一轴流风机,通过二氧化碳浓度测定仪起停风机排风;二是在棚一侧山墙北上端装风机,靠北墙沿棚走向布设直径30 cm的塑料筒袋,筒袋垂直地面部位隔50 cm打1个小孔,用定时器起停风机通过塑料筒袋往棚内鼓风。以传统通风方法为对照,菇棚南北墙间隔2 m左右留1个通风口,通风时打开,不通风时堵塞。对3种通风方式进行对比试验,确定最佳通风方式。香菇出菇模式分为地栽、侧立栽、层架立体栽3种方式。该试验以“灵仙1号”为试验品种,采取5—10月出菇、高压微雾控湿装置、定时

风筒鼓风模式通风,对3种出菇模式进行对比试验,研究确定坝上高原适宜的出菇模式。

2 结果与分析

2.1 气象数据分析

从表1可知,张北县每年有5个月日均气温在0℃以下,其累计积温为-1 341℃,既不利于食用菌生产作业,更不利于食用菌生长发育。每年4、10月日均气温在5℃左右,日均积温为4.1~6.2℃;另5个月日均气温在12~20℃,日均积温为16.1~16.7℃,总体适宜中温型或广温型食用菌生长发育,但需做好突发高温、低温对食用菌的伤害。从日照时间来看,12年间年平均光照时数2 719.2 h,寒冷季节光照时间短,利用光热养菌出菇难,最热季节光照时间长,食用菌养菌出菇需做好遮阴降温工作。从风力和湿度来看,最大湿度为69.7%,最小湿度为44.8%,每年3、4、5月风力最大,日均风速分别为3.74、3.98、4.04 m/s,相当于3级风,年均7级以上大风达30 d,5级以上大风近90 d。风大、湿度小给出菇管理保持环境湿度和料内水份提出了许多挑战。风力大,要求菇棚有较强的抗风能力,菇棚建设、发菌管理、出菇管理等均要制定有效的技术措施,减小风对食用菌生产带来的影响和损失。

表1 张北县2003—2014年气象数据

Table 1 Meteorological data of Zhangbei county from 2013 to 2014

月份 Month	最高温度 Maximal temperature /℃	最低温度 Minimal temperature /℃	平均温度 Mean temperature /℃	每月光照 Light per month /h	每月积温 Accumulated temperature per month/℃	平均风速 Mean wind speed /(m·s ⁻¹)	5级以上风 Above 5 level wind	平均湿度 Medial humidity /%
1	1.5	-28.4	-14.6	201	-453	2.76	6.0	60.8
2	7.4	-26.0	-10.2	198	-289	3.13	7.0	55.1
3	16.1	-19.6	-2.7	237	-85	3.74	10.0	49.2
4	23.0	-9.3	5.9	244	178	3.98	9.0	44.8
5	27.6	-1.8	13.0	270	402	4.04	7.5	44.9
6	30.0	5.0	17.5	240	525	3.13	4.0	58.5
7	29.6	9.9	19.8	248	614	2.77	3.0	66.9
8	29.0	6.3	18.1	243	560	2.54	2.0	69.7
9	25.5	0.82	12.6	229	379	2.51	3.5	65.1
10	20.5	-8.7	5.4	233	167	3.03	6.0	57.3
11	12.3	-19.3	-4.3	197	-130	3.22	6.5	59.2
12	2.8	-26.1	-12.4	180	-384	3.29	7.0	61.1

2.2 品种比较试验及生产周期分析

从表2可知,2个品种相比,“灵仙1号”菇形稍大,转化率稍高,菌龄稍短,但1、2潮菇柄粗盖小菇形稍

差。“L808”菇形稍小,转化率略低,菌龄稍长,但各潮次菇形一致。总体来讲,2个品种均适宜坝上高原栽培推广。从表3可知,周期1养菌出菇可在一个棚内实施,

表2 “灵仙1号”与“L808”品比试验

Table 2 The results of strains comparative test between ‘L808’ and ‘Ling Xian 1’

品种 Strain	菌丝体生长温度 Mycelium growth temperature/℃	子实体生长温度 Fruit body growth temperature/℃	菌龄期 Period of spawn running/d	生物学效率 Biological efficiency/%	菇形质量 Fruit body quality	性状表现 Characters
“灵仙1号”	3~32	5~28	100~120	110	菇盖褐色肉白,菇形圆正、肉厚瓷实,中大叶,菇质好,1、2潮菇柄短、粗壮	菌丝粗壮浓密色白,定植力较强,子实体单生、不易开伞,适应性强、四季出菇、产量较高
“L808”	5~33	8~28	110~120	100	盖深褐色,朵型圆正,中小叶,柄略长,肉厚致密,菇质好	菌丝粗壮、抗逆性强、适应性广,子实体单生,不易开伞,出菇整齐

需日光温室或加温措施集中养菌,污染率低;周期2需单建发菌棚养菌转色,后期气温高、污染率高,二者菌袋生产成本相近。从商品菇产量看,周期1连续出菇6个月产6潮菇,产量高;周期2当年出3潮菇、中间休菌4个月、翌年出2潮菇,休菌影响了产量。从价格和效益

看,周期1主产期避开了国内产菇高峰期,价高俏销;周期2与国内主产地出菇头尾相接,菇价相对较低,周期1比周期2效益高1.86元/袋。因此,坝上高原采用周期1栽培香菇为宜。

表3 “灵仙1号”香菇2种生产周期栽培模式比较

Table 3 Comparison of *Lentinus edodes* different cultivation patterns

周期 Cycle	菌丝体培育状况 Characteristics of mycelium	子实体生长状况 Fruiting body characteristics	潮次 Flush	商品菇产量 Commercial mushroom yields /(kg·kg ⁻¹)	平均售价 Average Selling Price /(元·kg ⁻¹)	效益 Benefits /(元·kg ⁻¹)
1	气温低,菌丝生长较慢,需日光温室或加温措施集中养菌,污染率低	适宜出菇期长,连续完成出菇。湿度小、菇蕾多,菇质优	6	0.78	10.5	5.09
2	菌丝生长正常培育期短,后期气温高,需降低养菌密度,污染率稍高	越冬休菌4个月,2头出菇温度低生长慢,产量低菇质优	5	0.70	8.9	3.23

2.3 关键栽培技术分析

2.3.1 养菌出菇棚室分析 从表4可知,大中拱棚零度以下120 d,冬季不能用于养菌,7月份白天棚温平均达29℃,出菇需采取相应降温措施;其它棚型7月份棚温在18~25℃,可用于香菇出菇生产。半地下日光温室、连体菇棚1月份白天棚温接近10℃、夜间在-2℃以上,可用于

冬季养菌;半地下一面坡棚温室有1个月的时间棚温低于零度,用于菌丝体培养时需采取加温措施。从造价看,日光温室造价最高,大中拱棚造价最低,连体棚造价较低;从棚内利用率看,连体棚最高,一面坡棚最低。综合考虑,坝上高原应采取大中拱棚出菇与半地下日光温室、连体菇棚养菌出菇兼备的模式,配套建设出菇设施。

表4 坝上高原食用菌栽培棚室试验数据汇总

Table 4 The test data summary edible of fungus greenhouse in the Bashang plateau

菇棚类型 Facilities type	棚内土地利用率 Relative land utilization /%	造价 Cost /(元·m ⁻²)	棚内昼/夜均温/℃ 1月份 January 7月份 July	零下天数 Below zero days /d	适宜出菇天数 Suitable for the mushroom days/d	适宜养菌天数 Suitable for the spawn running days/d
半地下一面坡	62	100	6/-3 23/17	30	210	335
半地下日光温室	75	156	10/-1 25/18	0	240	365
大中拱棚	88	30	-3/-19 29/21	120	180	245
连体菇棚	92	75	9/-2 23/20	10	230	355

2.3.2 出菇环境调控分析 香菇基料含水量要求为55%左右,环境湿度要求养菌期为60%左右、转色期75%、出菇期80%~95%。受投资影响,通常采用水管直接喷水或安装微喷,进行菇棚增湿。由表5可知,该试验引进的通过高压微雾方式将水制成了雾气调控出菇棚室湿度,节水、省工、省力效果好,子实体生长发育好,转化率、优质菇率均高于另2种方式,不足是造价高。微喷方式较难将棚内空间湿度调控到技术要求,出菇期增湿时易造成菇体含水量大菇质差。直接喷水用工多,水损耗大,水喷到菌袋或菇体上造成菇体生长发育不良,转化率和优质菇率低。从

综合效果看,应优先选用高压微雾控湿装置,其次是微喷方式,不宜使用直接喷水方式。香菇养菌、转色、出菇阶段均要靠通风降低棚内二氧化碳浓度,保障菌丝体、子实体健康生长发育。传统方法为菇棚南北墙间隔2 m左右留1个通风口,通风时打开,不通风时堵塞,通风效果较好,但保温控湿难、用工多。由表6可知,与传统通风方式相比,定时风筒鼓风机造价低,通风效果好,综合效益高;自动强制排风综合效果总体较好,但造价高,如将自动改为定时通风,成本会大幅下降。综合评价,应优选定时风筒鼓风机模式通风。

表5 不同增湿方式效果比较

Table 5 Comparison of different humidification ways

增湿方式 Increase humidity ways	667 m ² 造价 Cost of 667 m ² /元	水滴直径 Drop diameter/μm	增湿效果 Effect of increasing humidity	水利用率 Water utilization	子实体生长状况 Fruiting body characteristics	转化率 Biological efficiency/%	优质菇率 Fine quality rate/%
直接喷水	150	大	用工多,加湿不均匀、效果差,易伤菇体	损耗大,利用率低	容易引起死菇或出菇不整齐	95	61
微喷	1 200	5~15	省工省力,加湿量大、迅速,空间湿度差	65%地面积水多	黑盖菇多,品质稍差、价低	103	78
高压微雾	3 300	3~5	省工省力,雾状水充满棚室,加湿量适宜	85%保湿、降温效果明显	生长发育好	112	83

表 6

3 种菇棚通风模式效果比较

Table 6

Comparison of three greenhouse of ventilation effect

通风设施	用工	成本	通风时长	通风效果	CO ₂	保温保湿	优质菇占比	通风方式
Ventilation facility	Employer	Cost/元	Ventilation time/min	Ventilation effect		Keep temperature and humidity	Fine quality rate/%	Ventilation pattern
通风孔	0.2	0	30	优良	适宜	差	73	自然流动
自动强制排风	0	3 000	10	良	有死角	好	78	抽风
定时风筒鼓风	0	500	8	优	适宜	好	80	鼓风

2.3.3 出菇模式分析 从表 7 可知,层架式为立体栽培,摆放菌袋数量多,出菇质量好,售价高,效益最好;其次为侧立栽,地栽模式最差。结合菇棚造价和实际生

产,投资大、设施条件好的棚室,应选择层架栽培模式,投资小的大中拱棚,以侧立栽模式为宜,地栽模式不宜在坝上高原推广应用。

表 7

香菇 3 种出菇模式比较

Table 7

Comparison of three kinds of the mushroom ways

出菇模式	667 m ² 摆放菌袋数	排袋用工	注水用工	667 m ² 商品菇产量	平均售价 Average	667 m ² 纯收益
Mushroom way	Arrange per 667 m ²	Arrange bag	Water injection	Commercial mushroom yield	Selling price	Net profit per 667 m ²
	/袋	employer	employer	per 667 m ² / kg	/(元·kg ⁻¹)	/万元
地栽	4 500	9	0	3 825	9.6	1.8
侧立栽	9 000	3	18	6 750	10	3.45
层架栽	18 000	6	36	12 600	11	7.52

3 讨论与结论

香菇按子实体形成所需温度分为:高温型(18~25℃)、中温型(10~22℃)、低温型(5~18℃);按菌龄分为:早熟(60~80 d)、中熟(80~100 d)、晚熟(100~120 d)^[3];品种不同,菇形、菇质、产量易不同。根据坝上高原气候环境条件和不同香菇品种所需要的出菇温度、生长发育周期等生物学特性,坝上高原应以栽培香菇“灵仙 1 号”、“L808”为宜;最适生产周期为每年 4 月底前完成菌袋制作、养菌转色、做好出菇准备,于每年 5—10 月间栽培出菇;栽培设施以选择大中拱棚与半地下日光温室或连体菇棚相搭配的形式为佳,大中拱棚用于出菇,半地下日光温室或连体菇棚养菌出菇兼备;出菇管理中综合运用定时风筒鼓风通风、高压微雾控湿装置或微喷方式、层架式或侧立式出菇等配套技术,可取得较好的经济效益。

坝上高原冬季漫长寒冷多风沙,不利于食用菌生

产;夏季前后雨热同季,有连续 7 个月的日平均气温在 5~20℃,期间有 150 d 适宜香菇子实体生长发育。该地可避开冬季前后不利于出菇生产、全国大量产出鲜菇价格低的劣势,重点研究解决冬季前后扩繁菌种、菌丝体培养的问题,为夏季错季出菇做好充足准备;夏季前后可利用全国鲜菇产出量极小、价高俏销的市场空缺,充分发挥夏季气候冷凉昼夜温差大,空气清新无污染,光照充足环境好的优势,重点研究解决夏季前后产出优质鲜菇的技术体系,提高产业效益,既可满足市场需求,又可带动当地群众脱贫致富,保护和改善生态环境。

参考文献

- [1] 刘绍本,陈慧. 河北省情概览[M]. 保定:河北大学出版社,1993.
- [2] 赵锁江,袁卉馥. 冀西北坝上地区气候资源与农业生产[J]. 河北北方学院学报,2005(2):20-22.
- [3] 安沫平,唐铁朝. 北方食用菌生产技术手册[M]. 石家庄:河北科学技术出版社,2005.

Study on the Key Techniques of *Lentinus edodes* Cultivation on Bashang Plateau

YANG Shuqin¹, TONG Zhanyuan², LI Dongmei², CHEN Aiping³

(1. Special Care Hospital of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050051; 2. Agricultural Environmental Protection and Monitoring Station of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050035; 3. Hebei Science and Technology Development Co. Ltd. Green-mushroom, Zhangjiakou, Hebei 076450)

Abstract: Taking *Lentinus edodes* as material, the key techniques such as suitable strains, produce season, cultivation facilities, environmental control and mushroom ways of *Lentinus edodes* cultivation were studied on basis of the Bashang plateau climate characteristics. The results showed that the suitable strains were ‘L808’ and ‘Lingxian 1’. Spawn running and colouring were completed before the end of April and fruiting management were from May to October. The facilities for growing were chosen semi-underground or conjoined greenhouse and large or medium shed. Using timing ventilation, high-pressure fog or micro jet controlled environmental condition. The suitable mushroom ways were shelf cultivation or vertical emissions. All of these could obtain good economic benefits.

Keywords: *Lentinus edodes*; Bashang plateau; cultivation techniques