

DOI:10.11937/bfyy.201620036

# 海鲜菇工厂化瓶栽配方的优化

刘会君<sup>1</sup>, 金国庆<sup>1</sup>, 黄亮<sup>2,3</sup>, 班立桐<sup>2,3</sup>, 杨华<sup>3,4</sup>, 王旭峰<sup>3</sup>

(1. 天津市蓟县农业技术推广中心, 天津 301900; 2. 天津农学院 农学与资源环境学院, 天津 300384; 3. 天津鸿滨禾盛农业技术开发有限公司, 天津市食用菌工厂化生产重点企业重点实验室, 天津 300402; 4. 天津绿圣蓬源农业科技开发有限公司, 天津 300400)

**摘要:**以海鲜菇为试材, 采用正交实验设计方法, 研究了不同高粱粉、棉籽壳、玉米芯和麸皮用量的培养基对海鲜菇产量的影响。结果表明: 子实体产量高、品质优、菇型好的海鲜菇工厂化瓶栽配方为棉籽壳 1.00 kg、麸皮 4.00 kg、高粱粉 0.55 kg、玉米芯 1.50 kg、干木屑 2.50 kg、添加剂 0.20 kg; 在含水量 65% 时, 生物学转化率最高可达 89.10%。

**关键词:** 海鲜菇; 正交实验; 农艺性状

**中图分类号:** S 646.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2016)20-0142-04

海鲜菇(*Hypsizygus marmoreus*), 又称真姬菇、玉蕈、蟹味菇等, 是近年驯化成功的药食兼用珍稀菌, 因该菇具有海鲜香味而得名。虽然海鲜菇在命名分类上同白玉菇, 但商品菇的特征是菌柄稍长; 其肉质肥厚, 味道鲜美, 富含丰富的蛋白质、多种矿物质和维生素, 长期食用可降血压、降低胆固醇, 还有抗癌等辅助功效, 被誉为“菇中之王”, 鲜品保鲜期长达 1 个月, 适宜远销, 产品在国内外市场供不应求, 前景十分广阔<sup>[1-3]</sup>。

目前, 我国的食用菌生产多以利用自然气候为主, 现代化程度低, 产量及质量没有保障。为提升农业水平, 提高农产品品质, 发展都市型农业, 建设食用菌工厂化生产项目有利于实现产业结构升级, 转变经济增长方式, 从而加速经济结构的调整。我国海鲜菇产地主要分布在广东、北京和上海等地, 外销量较少, 主要是国内鲜销, 近 2 年海鲜菇的产量和鲜销量呈上升趋势。天津绿圣蓬源农业科技开发有限公司利用自能化环境控制系统, 实现周年生产高质量的海鲜菇, 来满足市场的需求, 产品远销海外各国。

现以海鲜菇为试材, 栽培原料选择北方丰富的农业资源, 如高粱粉、棉籽壳、玉米芯、麸皮等, 就地取材, 运输及采购成本均较低廉, 除可降低生产成本、创造最大的市场竞争优势外, 更可为天津市带动农村经济贡献效益。通过优化培养料配方, 以期获得高产优质的海鲜

菇, 为工厂化食用菌生产提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

海鲜菇(FKBYG)由天津绿圣蓬源农业科技开发有限公司提供。母种培养基: PDA 培养基。原种培养基: 干木屑 55%、米糠 32.8%、麸皮 12.2%。

### 1.2 试验方法

1.2.1 培养料配方设计 以棉籽皮、麸皮、高粱粉、玉米芯为研究变量, 按照正交  $L_9(3^4)$  设计培养料配方, 如表 1 所示。

表 1 正交实验因素与水平

水平 Levels	因素 Factors			
	A 棉籽壳 Cotton seed hull	B 麸皮 Bran	C 高粱粉 Sorghum powder	D 玉米芯 Cormcob
1	0.50	3.00	0.35	1.00
2	1.00	3.50	0.55	1.50
3	1.50	4.00	0.75	2.00

1.2.2 培养料的配制 按照正交设计表配制不同的培养料, 每个配方另加 2.50 kg 烘干后的木屑及 0.20 kg 添加剂, 充分混匀后备用。培养料含水量控制在 60%~65%, pH 7.2~7.5。高粱粉、棉籽壳、玉米芯、麸皮等原料要求新鲜无霉变。拌料前先将水混入原料中, 使原料充分吸收水分后, 按照不同的配方, 分别放至专用搅拌机中搅拌。将搅拌好的料装入 650 mL 培养瓶中, 装料要求均匀、松紧适中, 盖上瓶盖, 标记。将装好瓶的培养料放在高压蒸汽灭菌锅中灭菌, 温度控制在 121 ℃, 时间 1.5 h。

1.2.3 栽培料接种与培养 灭菌后进行冷却, 冷却室应使用净化设备保持正压及净化状态, 使用制冷机冷却料温至 20 ℃ 以下。在接种室内采用无菌操作, 接种室温度控制在 20~22 ℃。接种前消毒接种机的接种刀、出

**第一作者简介:** 刘会君(1970-), 女, 本科, 农艺师, 现主要从事农业技术推广等工作。E-mail: 326304626@qq.com.

**责任作者:** 黄亮(1983-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事微生物发酵及食用菌研究等工作。E-mail: huangliang@tjau.edu.cn.

**基金项目:** 天津市北辰区科技计划资助项目(20140607)。

**收稿日期:** 2016-07-21

料漏斗等与菌种接触的部件。接种完成后,移入培养室培养。培养室保持洁净,温度控制在 20~22 ℃,由于菌丝生长过程中会产生热量,加上菌种瓶堆放密度高,料内温度约高出室温 3~4 ℃,需经常检查保证料瓶内温度低于 25 ℃。在培养过程中相对湿度以 65%为宜,CO<sub>2</sub> 浓度控制在 3 000~4 000 mg·L<sup>-1</sup> 以下,无需光照,培养 45~55 d。菌丝到瓶底后,再进行后熟培养 30~35 d。当菌丝由稀疏转为浓白、形成粗壮的菌丝体,料面出现白色粒状,并分泌浅黄色的色素时,即达到生理成熟。

1.2.4 出菇处理及采收 菌株长满瓶后进入出菇管理阶段。开瓶、搔菌等措施按常规方法进行,一般每瓶注水 10~15 mL。菌盖打开后,在菌瓶上盖一层无纺布。催蕾期间温度保持 14~15 ℃,相对湿度 98%。菇蕾出现后及时揭去覆盖的无纺布,温度控制在 15 ℃左右,并向地面和空间喷雾化水,切忌向菇蕾直接喷水,室内湿度保持在 98%左右。早中晚各通风 1 次,保持空气新鲜,使空气中的 CO<sub>2</sub> 浓度控制在 1 000~2 000 mg·L<sup>-1</sup>。培养 20~25 d 后,进行采收。

1.2.5 培养料不同含水量对海鲜菇生长的影响 以所筛选的最适培养料配方配料、拌料,按 50%、55%、60%、65%、70% 制作不同含水量菌瓶,每瓶干质量 170 g,灭菌、冷却、接种,于 22 ℃ 培养。达到生理成熟期后,上架进行出菇试验,观察菌丝生长情况及子实体的农艺性状和生物学转化率。

### 1.3 项目测定

每种配方随机选取 4 瓶子实体,调查单瓶产量,测量子实体个数、丛高、丛质量、菌盖厚度和菌柄直径,并计算生物学转化率。生物学转化率(%)=子实体鲜品产量(g)/培养料干质量(g)×100。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同配方栽培海鲜菇子实体农艺性状分析

由表 2 可以看出,各配方的单瓶子实体个数相差不大,均介于 30~37 个,其中 8 号配方的子实体个数均一性最好。9 号配方的子实体平均丛高最高为 14.40 cm,其次为 1 号配方,为 14.05 cm,其余配方的丛高波动于 13~14 cm。且 6 号配方的子实体丛高均一性较好,其次为 4、8 号配方。

1 号配方的菌盖最厚达 1.05 cm,6 号配方仅次于 1 号,为 0.95 cm,3 号配方的菌盖厚度是 0.70 cm,是其中最薄的,其中 3 号配方菌盖厚度的均一性最好,其次为 1、2、4、6、8 号和 9 号,5 号配方的菌盖厚度均一性最差。4 号和 6 号配方的菌盖直径达到 2.05 cm,是 9 个配方中最大的,其次为 7 号配方达到 2.03 cm,3 号和 9 号配方菌盖直径最小,只有 1.63 cm,其中 3 号和 9 号配方的菌盖直径均一性最好。

表 2 9 种配方栽培海鲜菇的子实体农艺性状

Table 2 Characteristics of fruit body of *Hypsizygus marmoreus* in nine formula composts

配方编号 Formula number	个数 No. of fruit body	丛高 Cluster height /cm	菌盖厚度 Cap thickness /cm	菌盖直径 Cap diameter /cm	含水量 Water content /%
1	30	14.05	1.05	2.02	63.25
2	33	13.88	0.80	1.70	64.60
3	36	13.50	0.70	1.63	64.70
4	37	13.70	0.80	2.05	64.50
5	34	13.50	0.83	1.95	64.80
6	37	13.68	0.95	2.05	64.80
7	32	13.88	0.80	2.03	64.90
8	34	13.70	0.73	1.70	64.90
9	37	14.40	0.80	1.63	65.05

### 2.2 不同配方栽培海鲜菇的子实体产量及生物学转化率

采收后称子实体质量,同时对 9 种配方的碳氮比进行计算。由表 3 可知,4 号配方子实体平均质量最大,达到 137.66 g,2 号配方次之为 132.66 g,8 号最小。根据各培养料配方的干质量计算生物学转化率表明,4 号配方栽培的海鲜菇生物学转化率达 83.75%,2 号的生物学转化率达 80.94%,高于其它配方。

以生物学转化率为指标进行极差分析,由表 4 可知,最优水平组合为 A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>,即棉籽壳 1.00 kg、麸皮

表 3 不同原料配方子实体产量、生物学转化率及碳氮比

Table 3 Yield, biological efficiency and C/N ratio in different formula composts

配方编号 Formula number	产量 Yield/g				碳氮比 C/N ratio	菇体均质量 Yield per bottle/g	生物学转化率 Biological efficiency /%
	I	II	III	IV			
1	126.92	133.00	113.24	128.89	37.6	125.51	73.77
2	131.32	137.27	131.97	130.08	37.0	132.66	80.94
3	131.19	110.97	132.69	127.41	36.6	125.57	76.82
4	147.42	124.31	142.84	136.06	33.9	137.66	83.75
5	122.64	113.91	120.74	111.51	35.4	117.20	71.91
6	126.28	114.24	127.26	133.39	37.3	125.29	76.88
7	117.18	122.33	104.69	101.14	32.8	111.34	68.51
8	92.23	99.61	110.03	104.00	34.2	101.47	62.44
9	139.66	108.15	117.93	111.46	35.7	119.30	73.72

表 4 不同原料配方子实体生物学转化率极差分析

Table 4 Range analysis of biological efficiency of *Hypsizygus marmoreus* in different formula composts

配方编号 Formula number	A 棉籽壳 Cotton seed hull	B 麸皮 Bran	C 高粱粉 Sorghum powder	D 玉米芯 Cormcob
$\bar{x}_1$	77.18	75.34	71.03	73.13
$\bar{x}_2$	77.51	71.76	79.47	75.44
$\bar{x}_3$	68.22	75.81	72.41	74.34
$R_j$	9.29	4.04	8.44	2.31

注:  $\bar{x}_i$  为各因素同一水平试验指标的平均数;  $R_j$  为各因素的极差。

Note:  $\bar{x}_i$  represents average of factors on the same level;  $R_j$  represents range of each factor.

4.00 kg、高粱粉 0.55 kg、玉米芯 1.50 kg。通过极差比较,各因素对海鲜菇生物学转化率的影响从大到小依次为棉籽壳>高粱粉>麸皮>玉米芯。

对试验结果进行方差分析,由表 5 可知,在 0.05 的显著水平下,棉籽壳对海鲜菇生物学转化率的影响达到显著水平,其它 3 个因素均未达到差异显著水平。通过正交实验所得最适培养料配方在设计表中不存在,所以进行验证试验,所得子实体的生物学转化率为 88.13%,并且该配方的碳氮比为 34.2:1。

### 2.3 最佳含水量的确定

由表 6 可知,随着含水量从 50%上升到 65%时,海鲜菇整齐度较好,菇柄长度达 8~9 cm,不空心且质地硬,产量增加,生物学转化率达 89.10%,发菌时间稍有延长,但变化不大。含水量增加到 70%时,菌丝起发变慢,发菌时间变长,菇柄长为 6~8 cm,不空心且质地柔

表 6

最佳含水量分析

Table 6

Analysis of the optimum water content

项目 Item	含水量 Water content/%				
	50	55	60	65	70
发菌时间 Hypha growth period/d	45	47	50	51	58
子实体整齐度 Regularity degree of fruit body	+	++	+++	+++	+
菇柄长度 Length of stipe/cm	5~7	6~8	8~9	8~9	6~8
菇柄质地 Texture of stipe	空心细弱	不空心质地较硬	不空心质地硬	不空心质地硬	不空心质地软
产量 Yield/g	113.39	123.76	143.31	151.47	97.41
生物学转化率 Biological efficiency/%	66.70	72.80	84.30	89.10	57.30

注:+++表示大小均匀,菇盖直径、厚薄一致,++表示大小较均匀,菇盖直径、厚薄接近,+表示大小不均匀,菇盖直径、厚薄有差异。

Note:+++ shows uniform size,with the same diameter and thickness of cap;++ shows relatively uniform size,the diameter and thickness of cap are approximative;+ shows asymmetrical in size,with the different diameter and thickness of cap.

### 3 讨论与结论

工厂化瓶栽海鲜菇是采用先进的工业化的设备和技术,智能化的出菇环境控制系统实现海鲜菇的自动化、标准化和规模化周年生产<sup>[4]</sup>。海鲜菇栽培受多种因素影响,王丽芬等<sup>[5]</sup>研究了出菇前菌丝培养时间、菌袋质量与搔菌后光照强度、通风量、开袋补水对海鲜菇菌丝恢复、现蕾时间、产量及品质的影响,确定了海鲜菇最适栽培条件。

而海鲜菇栽培料营养成分的配比合理是海鲜菇高产、优质的基础,该研究通过正交实验设计,确定了海鲜菇工厂化生产的高产配方为棉籽壳 1.00 kg、麸皮 4.00 kg、高粱粉 0.55 kg、玉米芯 1.50 kg、干木屑 2.50 kg、添加剂 0.20 kg;此时海鲜菇培养料的最佳碳氮比为 34.2:1。

软。产量下降,生物学转化率为 57.30%。其原因可能是,含水量低,培养料过分干燥,不能满足菌丝生长期间对水分的需求,造成发菌困难。含水量为 70%时,由于透气性差,菌棒发菌质量差,发菌时间增长,菌丝长势较弱,疏松无力,出菇时产量低,生物学转化率明显下降。

表 5 最适培养料正交实验方差分析

Table 5 ANOVA analysis for the orthogonal experiment based on the optimized compost

因素 Factor	偏差平方和 Sum of squares	自由度 Degrees of freedom	F 值 F-value	显著性 F <sub>0.05</sub> Significance
A 棉籽壳 Cotton seed hull	166.58	2	20.80	19.00 *
B 麸皮 Bran	29.38	2	3.67	
C 高粱粉 Sorghum powder	122.94	2	15.35	
D 玉米芯 Corn cob	8.01	2	1.00	

在培养料含水量 65%时,生物学转化率最高为 89.10%,但含水量 60%时,生物学转化率也可达到 84.30%,因此生产中可控制培养料的含水量在 60%~65%。

### 参考文献

- [1] 魏峰,侯祥保,孙家宁,等.海鲜菇工厂化生产的操作规程[J].食药食用菌,2015,23(1):50-53.
- [2] 程玉.酶解法制备海鲜菇调味料的研究[D].杭州:浙江大学,2013.
- [3] 暴增海,杨飞,王增池.不同营养条件对海鲜菇菌丝生长量的影响[J].北方园艺,2011(6):180-181.
- [4] 刘明广,杨素红,张新红,等.斑玉蕈工厂化瓶栽技术[J].北方园艺,2014(1):146-147.
- [5] 王丽芬,陈桂珍,朱传进,等.关键因子对海鲜菇产量、外观品质的影响[J].中国食用菌,2015(5):24-28.

## Medium Optimization for *Hypsizygus marmoreus* in Factory Bottle Cultivation

LIU Huijun<sup>1</sup>, JIN Guoqing<sup>1</sup>, HUANG Liang<sup>2,3</sup>, BAN Litong<sup>2,3</sup>, YANG Hua<sup>3,4</sup>, WANG Xufeng<sup>3</sup>

(1. The Agricultural Technique Popularization Centre of Jixian, Tianjin 301900; 2. College of Agronomy and Resources Environmental, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; 3. Tianjin Key Laboratory of Technologies of Edible Fungi Industrial Production/Tianjin Hong Bin He Sheng Agricultural Technology Development Co. Ltd., Tianjin 300402; 4. Tianjin Lyushengpengyuan of Agricultural Science and Technology Development Limited Company, Tianjin 300400)

# 松杉木屑栽培金针菇菌糠再栽培双孢蘑菇试验

苏贵平<sup>1</sup>, 马立验<sup>2</sup>, 杨丽琴<sup>2</sup>, 张维瑞<sup>3</sup>

(1. 宁德市食用菌管理站, 福建 宁德 352100; 2. 宁德市益智源农业开发有限公司, 福建 柘荣 355300; 3. 宁德师范学院, 福建 宁德 352100)

**摘要:**以双孢蘑菇‘As2796’为试材, 采用 50%、60%、70% 松杉木屑工厂化栽培金针菇菌糠的 3 个比例配方为处理, 以当地规范化稻草配方栽培双孢蘑菇为对照, 对各个配方的菌丝生长情况、子实体农艺性状、生产效益等进行了比较分析。结果表明: 菌丝生长情况和子实体外观性状差异不明显, 3 个不同用量的金针菇菌糠配方栽培双孢蘑菇的产量, 与对照相比差异均达到极显著水平。试验筛选出经济效益配方为金针菇菌糠 60%~70%、牛粪 26%~36%、过磷酸钙 2%、石灰 2%。

**关键词:**松杉木屑; 金针菇菌糠; 双孢蘑菇; 配方试验

**中图分类号:**S 759.81 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0145-03

双孢蘑菇 (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) 又称双孢菇, 其肉质细嫩、鲜美爽口、营养丰富, 具有一定的医疗保健价值, 深受人们青睐, 是当前生产栽培最广泛的食用菌品种之一, 具有“世界菇”的美誉<sup>[1-2]</sup>。2012 年, 我国双孢蘑菇产量为 218 万 t, 占世界第 1 位<sup>[3]</sup>。目前生产上栽培双孢蘑菇的原料主要是农作物秸秆 (稻草、麦秆等) 和家畜禽粪等。松、杉树是我国的主要树种, 广泛应用于工业、农业、建筑以及生活中, 加工后的松杉木屑长期以来只有部分用于燃烧, 大部分却被抛弃, 严重污染环境。近年来, 研究人员利用松杉木屑作为金针菇的培养基质, 进行深入的试验和研究, 取得显著成效, 生物学

效率达到 80%<sup>[4]</sup> 和 87%<sup>[5]</sup>, 已被较大面积的推广应用<sup>[6]</sup>。利用松杉木屑不仅可变废为宝, 同时松杉木屑与棉籽壳相比无农药、无棉酚等, 使栽培出的金针菇更加绿色无污染, 因此倍受生产者与消费者青睐, 用松杉木屑工厂化栽培金针菇的企业也越来越多, 而随着松杉木屑栽培金针菇技术的推广, 其产生的菌糠数量极大。同时松杉木屑工厂化栽培金针菇只长一潮菇, 菌糠的营养成分十分丰富, 据分析, 菌糠中含粗蛋白 9.78%、灰分 7.65%、粗纤维 32.34%、粗脂肪 1.15%、木质素 17.90%。但生产上对菌糠的处理方式多为直接焚烧或丢弃, 造成了严重的资源浪费。为变废为宝, 使其继续发挥资源的二次利用, 实现松杉木屑高效利用, 提高菌糠利用率, 减轻食用菌生产的废料污染, 实现废弃物的循环有效利用, 进行了松杉木屑工厂化栽培金针菇菌糠栽培双孢蘑菇试验, 以期对松杉木屑栽培金针菇的菌糠作为新的蘑菇栽培基质进行生产应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试双孢蘑菇品种‘As2796’, 引自福建省农业科学院食用菌研究所。

**第一作者简介:**苏贵平 (1965-), 男, 高级农艺师, 现主要从事食用菌栽培技术与推广等工作。E-mail: sugp@sina.com.

**责任作者:**张维瑞 (1966-), 男, 本科, 教授级高级农艺师, 现主要从事食用菌栽培技术与教学等工作。E-mail: zhang.w.r@163.com.

**基金项目:**科技部科技型中小企业技术创新基金资助项目 (12C26213503566); 福建省现代农业 (食用菌) 产业体系建设专项资金资助项目 (2013bad16b03)。

**收稿日期:**2016-07-20

**Abstract:** *Hypsizygus marmoreus* was used as material. Nine experimental formulas were designed via four factors and three levels orthogonal experiment, the effect of sorghum powder, cotton seed hull, corncob and bran contents on yield of *Hypsizygus marmoreus* was studied. The results showed that the optimum medium of *Hypsizygus marmoreus* for factory bottle cultivation which could obtain high yield and quality mushroom with good agriculture characteristics was as follows: cotton seed hull 1.00 kg, bran 4.00 kg, sorghum powder 0.55 kg, corncob 1.50 kg, dry wood scraps 2.50 kg, additives 0.20 kg. With the 65% moisture content of cultivating material, the biological efficiency could reach 89.10%.

**Keywords:** *Hypsizygus marmoreus*; orthogonal experiment; agriculture characteristics