

“户太 8 号”葡萄枝屑栽培白玉菇培养料的配方研究

龚 黛¹, 郭 蔚¹, 杜 双 田², 王 华^{1,3,4}, 李 华¹

(1. 西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 生命学院, 陕西 杨凌 712100;
3. 陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100; 4. 西北农林科技大学 葡萄与葡萄酒(合阳)试验站, 陕西 合阳 715300)

摘 要:以白玉菇为试材, 采用比率混料设计及 3 元 2 次正交回归设计研究了“户太 8 号”葡萄枝屑培养白玉菇时辅料麸皮、玉米粉、豆粕对白玉菇产量的影响。结果表明:“户太 8 号”葡萄枝屑栽培白玉菇的最佳配方为:“户太 8 号”葡萄枝屑 742.5 g/kg, 麸皮 148.5 g/kg, 玉米粉 52 g/kg, 豆粕 52 g/kg, 另加蔗糖 5 g/kg。

关键词:葡萄修剪枝条; 白玉菇; 3 元 2 次回归正交设计

中图分类号:S 646 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)19-0148-04

近年来, 我国葡萄栽培面积逐渐扩大, 大量葡萄修剪枝条被随意堆放或焚烧, 不仅造成资源浪费, 也带来了环境污染等问题^[1]。为使其变废为宝, 同时为食用菌生产提

供原料, 以葡萄枝条为基本原料进行食用菌栽培试验的研究^[1-6]已有很多, 但利用葡萄枝条栽培白玉菇的研究鲜有报道。白玉菇是真姬菇(*Hypsizygus marmoreus* [(Peck) H. E. Bigelow])的白色品系, 是一种高蛋白、低脂肪的木腐菌^[7], 经常食用有抗癌、防癌、提高免疫力、预防衰老、延长寿命的功效^[8]。在实际生产中, 白玉菇一般利用传统原料将棉籽壳、杂木屑、玉米芯等作为主要原料提供碳源, 以麦麸、玉米粉、米糠等作为辅料调配氮源^[9-13]。而将干燥粉碎后的葡萄枝条作为白玉菇的栽培原料, 既可实现废弃葡萄枝条的二次利用, 促进葡萄园的可持续发展^[14], 同时也可扩大白玉菇栽培的原料范围。为提高葡萄枝屑栽培白玉菇的产量, 该试验采用比

第一作者简介:龚黛(1988-), 女, 硕士研究生, 研究方向为葡萄园循环经济。E-mail:gd_nina@126.com。

责任作者:李华(1959-), 男, 博士, 教授, 研究方向为葡萄与葡萄酒。E-mail:lihuawine@nwsuaf.edu.cn。

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2012BAD31B00); 科技部火炬计划资助项目(2011GH551976); 国家林业局“948”资助项目(2009-4-09); 西北农林科技大学 2013 年科技推广资助项目(Z222021310)。

收稿日期:2013-05-14

Study on Nutrition Components in *Pleurotus eryngii* Cultivated with Vine Pruning Stalks

GUO Wei¹, GONG Dai¹, DU Shuang-tian², WANG Hua^{1,3,4}

(1. College of Ecology, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. College of Life Science, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 3. Grape and Wine Engineering Research Center of Shaanxi Province, Yangling, Shaanxi 712100; 4. Northwest Agricultural and Forestry University, Grape and Wine (Heyang) Test Station, Heyang, Shaanxi 715300)

Abstract: Taking the traditional materials (cotton seed hull and weed tree sawdust) cultivated *Pleurotus eryngii* as control, the nutrition components of *Pleurotus eryngii* cultivated mainly with vine summer pruning stalks and winter pruning stalks were compared. Based on the national standards for various nutrients determination of the edible fungi, the *Pleurotus eryngii* samples cultivated with three different materials were determined and evaluated. The results showed that for conventional nutritional indicators and mineral elements, the two *Pleurotus eryngii* samples cultivated with vine pruning stalks were better than the traditional materials cultivated *Pleurotus eryngii*. The one cultivated with summer pruning stalks was even richer in nutrition, which had larger contents of total amino acids and flavour amino acids than the traditional materials cultivated one. But in terms of protein composition, the *Pleurotus eryngii* samples cultivated with vine pruning stalks were slightly inferior to the traditional materials cultivated one. In conclusion, *Pleurotus eryngii* cultivated with vine pruning stalks were rich in nutrition. Vine pruning stalks was a excellent material to cultivate *Pleurotus eryngii*.

Key words: vine pruning stalks; *Pleurotus eryngii*; nutrition components

率混料设计及 3 元 2 次正交回归设计,对葡萄枝屑栽培白玉菇的辅助原料麸皮、玉米粉、豆粕对白玉菇产量的影响进行研究,以探明各因素及其交互效应对产量的影响规律,寻求葡萄枝屑培养料的最佳配方,以期为提高葡萄枝屑栽培白玉菇的产量与效益提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试验材料

供试菌种由西北农林科技大学生命学院提供,菌株编号为白玉菇 HM-03。

母种培养基:马铃薯 200 g,葡萄糖 10 g,蔗糖 10 g,磷酸二氢钾 1 g,硫酸镁 0.5 g,蛋白胨 1 g,琼脂 12 g,水 1 000 mL;原种培养基:麦仁 1 kg,葡萄糖 10 g,水 1.3 L。

表 1

因素水平编码

Table 1

Factors levels coding table

水平 $X_i'(X_i)$	$X_1'(Z_1/Z_4)$	因素/% $X_2'(Z_2/Z_4)$	$X_3'(Z_3/Z_4)$
$r(X'_{2j})$	0.2000	0.0700	0.0700
$1(X'_{0j} + \Delta_j)$	0.1757	0.0578	0.0578
$0(X'_{0j})$	0.1400	0.0400	0.0400
$-1(X'_{0j} - \Delta_j)$	0.1043	0.0222	0.0222
$r(X'_{1j})$	0.0800	0.0100	0.0100
$\Delta_j = (X'_{2j} - X'_{1j})/2r$	0.0357	0.0178	0.0178
$X_j = (X'_j - X'_{0j})/\Delta_j$	$X_1 = 28.03X'_1 - 3.9242$	$X_2 = 56.06X'_2 - 2.2424$	$X_3 = 56.06X'_3 - 2.2424$

注: $r=1.6818$ 。

表 2 各因素组合方案及试验结果

Table 2 The implementation and test results of the factors' percentage composition

试验号	麸皮/% Z_1	玉米粉 Z_2 /%	豆粕 Z_3 /%	葡萄枝屑 Z_4 /%	蔗糖 /%
1	17.57	5.78	5.78	70.36	0.5
2	17.57	5.78	2.22	73.93	0.5
3	17.57	2.22	5.78	73.93	0.5
4	17.57	2.22	2.22	77.50	0.5
5	10.43	5.78	5.78	77.50	0.5
6	10.43	5.78	2.22	81.07	0.5
7	10.43	2.22	5.78	81.07	0.5
8	10.43	2.22	2.22	84.64	0.5
9	8.00	4.00	4.00	83.50	0.5
10	20.00	4.00	4.00	71.50	0.5
11	14.00	1.00	4.00	80.50	0.5
12	14.00	7.00	4.00	74.50	0.5
13	14.00	4.00	1.00	80.50	0.5
14	14.00	4.00	7.00	74.50	0.5
15	14.00	4.00	4.00	77.50	0.5
16	14.00	4.00	4.00	77.50	0.5
17	14.00	4.00	4.00	77.50	0.5
18	14.00	4.00	4.00	77.50	0.5
19	14.00	4.00	4.00	77.50	0.5
20	14.00	4.00	4.00	77.50	0.5
21	14.00	4.00	4.00	77.50	0.5
22	14.00	4.00	4.00	77.50	0.5
23	14.00	4.00	4.00	77.50	0.5

1.2.2 栽培方法 采用规格 170 mm×330 mm×0.5 mm 的聚乙烯塑料袋,将栽培原料按配方比例混合,加水至

栽培原料:麸皮(Z_1)、玉米粉(Z_2)、豆粕(Z_3)、葡萄枝屑(Z_4)、蔗糖(0.5%)。其中葡萄枝屑来自陕西杨凌关村鲜食葡萄“户太 8 号”的冬季修剪枝条,将其晒干称重后,剪成小段,再用枝条粉碎机粉碎加工成粒径 2 mm 大小的木屑,贮于干燥室温下平衡备用。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 该试验采用比率混料设计及 3 元 2 次正交旋转组合设计方法^[15-16],各因素比率为 $X_j' = Z_j/Z_4$ ($j=1,2,3$),其取值范围依次为 $[0.08, 0.2]$ 、 $[0.01, 0.07]$ 、 $[0.01, 0.07]$,且 $\sum_{j=1}^4 Z_j = 0.995$,转化因素水平编码见表 1。按 3 元 2 次正交旋转组合设计安排试验,其具体实施方案见表 2。

含水量为 60%左右,混匀后装袋。按常规熟料袋栽方法^[17]栽培白玉菇,每袋装干料 300 g,每个配方重复 15 次,置于高压 0.12 MPa 的蒸汽灭菌锅中灭菌 2 h,取出放凉后即可接种。发菌期保持温度 23~25℃,空气相对湿度 60%~70%,多通风。待菌丝长满袋后进入后熟期(35 d),之后搔菌、催蕾;出菇期温度维持在 16℃左右,控制空气相对湿度 90%~95%,加强光照,增加通风直到白玉菇菌盖展开拉平即可采收。采收后记录白玉菇鲜重。

2 结果与分析

由表 3 可知,1 号和 11 号处理白玉菇的产量最高,为 148 g/袋,9 号最低,仅为 108 g/袋。

表 3 各处理白玉菇产量比较

Table 3 Comparison of yield of white *H. marmoreus*

试验号	产量/g·袋 ⁻¹	试验号	产量/g·袋 ⁻¹
1	148	13	117
2	143	14	136
3	120	15	119
4	111	16	143
5	130	17	124
6	121	18	119
7	116	19	131
8	110	20	130
9	108	21	127
10	124	22	126
11	148	23	117
12	143		

2.1 建立数学模型

利用 DPS 数据处理系统,对试验结果分析可得麸皮(X_1)、玉米粉(X_2)、豆粕(X_3)与白玉菇产量(Y)的数学模型回归方程为

$$\hat{Y} = 123.6216 + 5.26539X_1 + 8.56376X_2 + 6.31045X_3 + 4.375X_1X_2 - 0.125X_1X_3 - 0.125X_2X_3 - 2.27674X_1^2 + 1.43557X_2^2 + 1.25879X_3^2 \quad (1).$$

从方程(1)可知 b_1 、 b_2 、 b_3 均大于零,表明适量的添加供试辅料有助于产量的提高,提高的程度依次为玉米粉 > 豆粕 > 麸皮,且 $|b_{12}| > |b_{23}| \geq |b_{13}| = 0.125$,说明各因素的交互作用比较明显。

由表 4 可知,在显著水平为 0.01 的条件下,通过方差分析求出白玉菇产量拟合的模型中, $F_{\text{失拟}} = 1.654 < F_{0.01}(5, 8) = 6.63$,表明未知因素对试验结果影响很小,可以忽略; $F_{\text{回归}} = 6.677 > F_{0.01}(9, 13) = 4.19$,达到极显著水平,说明模型成立,表明此方程具有很高的可信度,符合客观实际。

表 4 试验结果方差分析表

Table 4 Analysis of variance table of the results

变异来源	平方和	自由度	均方	比值 F	P 值
X_1	378.6274	1	378.6274	10.2555	0.0069
X_2	1 001.567	1	1 001.567	27.1284	0.0002
X_3	543.841	1	543.841	14.7304	0.0021
X_1^2	83.7157	1	83.7157	2.2675	0.156
X_2^2	33.0683	1	33.0683	0.8957	0.3612
X_3^2	25.4115	1	25.4115	0.6883	0.4217
X_1X_2	153.125	1	153.125	4.1475	0.0426
X_1X_3	0.125	1	0.125	0.0034	0.9545
X_2X_3	0.125	1	0.125	0.0034	0.9545
回归	2 218.655	9	246.5172	$F_2 = 6.677$	0.0037
剩余	479.954	13	36.9195		
失拟	243.954	5	48.7908	$F_1 = 1.654$	0.2148
误差	236	8	29.5		
总和	2 698.609	22			

2.2 单因素对白玉菇产量的影响

由(1)式可得

$$\hat{Y} = 123.6216 + 5.26539X_1 - 2.27674X_1^2 \quad (2),$$

$$\hat{Y} = 123.6216 + 8.56376X_2 + 1.43557X_2^2 \quad (3),$$

$$\hat{Y} = 123.6216 + 6.31045X_3 + 1.25879X_3^2 \quad (4).$$

由方程(2)~(4)可得图 1。由图 1 可知,随着单因素(麸皮、玉米粉、豆粕)用量的增加,白玉菇的产量逐渐提高。且在试验范围内, $X_{1\max} = 1.6818$, $X_{2\max} = 1.6818$, $X_{3\max} = 1.6818$ 。则

$$\begin{cases} X'_1 = 0.2000 \\ X'_2 = 0.0700 \\ X'_3 = 0.0700 \end{cases} \begin{cases} Z_1 = 0.1485 = 148.5 \text{ g/kg} \\ Z_2 = 0.0520 = 52 \text{ g/kg} \\ Z_3 = 0.0520 = 52 \text{ g/kg} \\ Z_4 = 0.7425 = 742.5 \text{ g/kg} \end{cases}$$

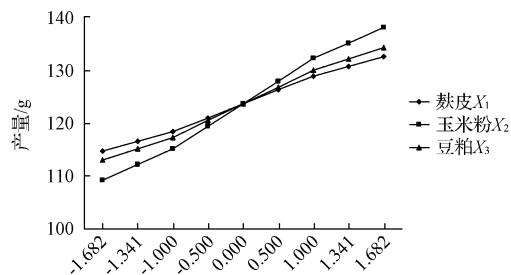


图 1 各因素与产量的关系

Fig. 1 Relations of the factors and production

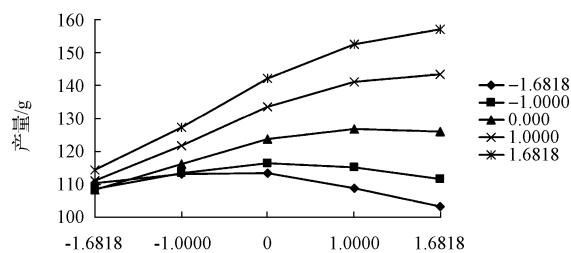
即当麸皮、玉米粉、豆粕、葡萄糖屑分别为 148.5 g/kg, 52 g/kg, 52 g/kg, 742.5 g/kg 时,白玉菇的产量达到最高。

2.3 交互作用对白玉菇产量的影响

由方程(1)和表 4 可知,只有 X_1 和 X_2 的交互效应对方程有意义,且为正效应。将固定 X_3 在零水平上, X_1X_2 与产量 \hat{Y}_{12} 的关系为:

$$\hat{Y}_{12} = 123.6216 + 5.26539X_1 + 8.56376X_2 + 4.375X_1X_2 - 2.27674X_1^2 + 1.43557X_2^2 \quad (5).$$

由方程(5)可得图 2,由图 2 可知,当玉米粉 $X_2 = -1.6818$ 及 -1 时,麸皮 X_1 对应白玉菇的产量逐渐下降;当玉米粉 $X_2 = 0$ 时,麸皮 X_1 对应白玉菇的产量较低,基本维持不变;当玉米粉 $X_2 = 1$ 及 1.6818 时,麸皮 X_1 对应白玉菇的产量逐渐增大,且随玉米粉 X_2 增大而增大。故在试验范围内,当 $X_1 = 1.6818$ 且 $X_2 = 1.6818$,即玉米粉和麸皮同时取最大值时,白玉菇具有最大产量。

图 2 X_1 与产量 \hat{Y}_{12} 的关系Fig. 2 The relationship between X_1 and production \hat{Y}_{12}

2.4 模型优化

通过 DPS 软件中的数据优化程序求得当 Y 值为 Y_{\max} 时,3 个因素水平取在 (1.6820, 1.6820, 1.6820) 处, $Y_{\max} = 169.87$ 。将表 1 中 X_j ($j=1, 2, 3$) 与 X_j' 的关系式代入上式可得 X_j' ($j=1, 2, 3$) 分别为 0.2000、0.0700、0.0700,于是可得方程组:

$$\begin{cases} Z_1 = 0.2000Z_4 \\ Z_2 = 0.0700Z_4 \\ Z_3 = 0.0700Z_4 \\ Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 = 0.995 \end{cases}$$

解此方程组得:

$$\begin{cases} Z_1 = 0.1485 = 148.5 \text{ g/kg} \\ Z_2 = 0.0520 = 52 \text{ g/kg} \\ Z_3 = 0.0520 = 52 \text{ g/kg} \\ Z_4 = 0.7425 = 742.5 \text{ g/kg}, \end{cases}$$

即最佳配方为麸皮 148.5 g/kg,玉米粉 52 g/kg,豆粕 52 g/kg,葡萄枝屑 742.5 g/kg,蔗糖 5 g/kg,预测白玉菇产量最大 Y_{\max} 为 169.87 g/袋。

2.5 最优配方的验证试验

以优化得到的最佳配方进行 3 次重复验证试验,每次重复栽培 30 袋,测得的白玉菇产量的平均值分别为 166.7 g/袋、173.4 g/袋和 165.8 g/袋,平均为 168.6 g/袋,试验值与模型的理论值相差 1.27 g,与预测值(169.87 g/袋)基本符合。证明最优配方具有科学性和稳定性。

3 结论与讨论

该试验得出了“户太 8 号”葡萄枝屑栽培白玉菇的最佳配方,即麸皮 148.5 g/kg,玉米粉 52 g/kg,豆粕 52 g/kg,葡萄枝屑 742.5 g/kg,蔗糖 5 g/kg。经重复试验,白玉菇能稳定高产,表明“户太 8 号”葡萄枝屑作为主要培养料栽培白玉菇是可行的。

栽培试验中的辅料麸皮、玉米粉、豆粕对白玉菇有显著的增产作用,增产程度依次为玉米粉>豆粕>麸皮,说明三者在实际生产中是不可缺少的辅助添加料;另外麸皮和玉米粉的一级交互作用也能显著影响白玉菇的产量,表明各因素之间的合理搭配对提高白玉菇的产量是极为重要的。

该研究得出了各试验因素及其交互作用与产量之间的函数关系及曲线变化趋势,确定了各因素的用量范

围及最佳用量,栽培者可依据当地资源及原料价格灵活掌握。

该试验只研究了麸皮、玉米粉及豆粕对白玉菇产量的影响,在栽培料中加入其它物质对白玉菇产量的影响有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 陈丽新,黄卓忠,韦仕岩.葡萄枝营养成分分析及栽培秀珍菇试验[J].中国食用菌,2010,29(6):28-29.
- [2] 邹丹蓉,陈珏.葡萄废枝培养料栽培杏鲍菇技术[J].食用菌,2011(1):31,55.
- [3] 罗雯娟,孟俊龙,渠继红,等.葡萄枝屑栽培平菇试验[J].山西农业大学学报(自然科学版),2010,30(2):146-149.
- [4] 张红伟.葡萄枝栽培香菇试验[J].食用菌,2001(1):16.
- [5] 于海兵.利用葡萄枝条屑葡萄架下栽培平菇试验[J].食用菌,2011(3):70.
- [6] 王玉民,马清礼.葡萄枝培养料栽培黑木耳的试验研究[J].宿州学院学报,2012(2):45-46.
- [7] 李挺,宋斌,林群英,等.白玉菇的研究进展[J].贵州科学,2011,29(2):48-52.
- [8] 莫名.珍稀食用菌栽培技术-真姬菇[J].山东蔬菜,2006(4):42-44.
- [9] 陈成弟.白玉菇优质高产栽培技术[J].北京农业,2002(8):22.
- [10] 蒋德俊,陈燕.珍稀食用菌真姬菇栽培技术[J].西北园艺,2004(5):24-25.
- [11] 李闽东.真姬菇栽培技术[J].食用菌,2004(11):12-13.
- [12] 李上彬,曾绩.真姬菇高产栽培技术[J].食用菌,2006,91:66.
- [13] 李月桂,阮晓东,阮时珍,等.白玉菇代料高产栽培技术[J].食用菌,2011,19(4):51-53.
- [14] 王华,赵现华,刘晶,等.葡萄与葡萄酒生产可持续发展研究进展[J].中国农业科学,2010,43(15):3204-3213.
- [15] 任露泉.试验优化技术[M].北京:机械工业出版社,1987:227-240,133-138.
- [16] 杜双田,钟雪美,刘林丽.猴头菌栽培基质最佳配方的数学模型研究[J].西北农业大学学报,1993(1):46-50.
- [17] 杨新美.中国食用菌栽培学[M].北京:农业出版社,1988:482-484.

Study on Formulation of Cultivation Material of White *Hypsizygus marmoreus* Cultivated with ‘Hutai 8’ Vine Pruning Stalks

GONG Dai¹, GUO Wei¹, DU Shuang-tian², WANG Hua^{1,3,4}, LI Hua¹

(1. College of Ecology, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. College of Life Sciences, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 3. Grape and Wine Engineering Research Center of Shaanxi Province, Yangling, Shaanxi 712100; 4. Northwest Agricultural and Forestry University, Grape and Wine (Heyang) Test Station, Heyang, Shaanxi 715300)

Abstract: Taking white *Hypsizygus marmoreus* as material, using ratio of mixture design and the ternary quadratic orthogonal regression design, the effect of the auxiliary material bran, corn flour and soybean meal when cultivated white *Hypsizygus marmoreus* with ‘Hutai 8’ vine pruning stalks on production was studied. The results showed that the best formula of white *Hypsizygus marmoreus* cultivated with ‘Hutai 8’ vine pruning stalks was: ‘Hutai 8’ vine pruning stalks 742.5 g/kg, bran 148.5 g/kg, corn flour 52 g/kg, soybean meal 52 g/kg, plus sugar 5 g/kg.

Key words: vine pruning stalks; white *Hypsizygus marmoreus*; ternary quadratic orthogonal regression design