

网络出版时间:2014-05-28 11:34

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.06.013

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.06.013.html

葡萄夏季修剪枝条栽培杏鲍菇的配方优化

郭蔚^{1a},杜双田^{1b},龚黛^{1a},李华^{1a},王华^{1a,2}

(1 西北农林科技大学 a 葡萄酒学院,b 生命科学学院,陕西 杨凌 712100;

2 陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心,陕西 杨凌 712100)

[摘要] 【目的】研究葡萄夏季修剪枝条栽培杏鲍菇的最佳配方。【方法】采用比率混料设计和三元二次正交旋转组合设计方法,研究了麸皮、玉米粉、豆粕对葡萄夏季修剪枝条栽培杏鲍菇产量的影响,并通过建立数学模型对各因素进行了定量分析。【结果】麸皮、玉米粉、豆粕均能明显增加杏鲍菇的产量,3 个因素对杏鲍菇产量的影响程度依次为豆粕>玉米粉>麸皮。玉米粉与豆粕的交互作用对杏鲍菇产量有显著影响,麸皮与玉米粉、豆粕的交互作用对杏鲍菇产量影响不显著。最终确定的葡萄修剪枝条栽培杏鲍菇的最佳配方为:麸皮 154.1 g/kg,玉米粉 51.9 g/kg,豆粕 51.9 g/kg,葡萄夏季修剪枝条木屑 742.1 g/kg,采用该配方栽培杏鲍菇产量可达 226.9 g/袋,生物学转化率可达 76.1%。【结论】用葡萄夏季修剪枝条作为主要培养料栽培杏鲍菇是可行的,且最优配方下杏鲍菇产量较高。

[关键词] 葡萄;夏季修剪枝条;杏鲍菇;比率混料设计;三元二次正交旋转组合设计

[中图分类号] S646.1⁺41.04⁺7

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2014)06-0145-07

Formulation optimization of *Pleurotus eryngii* cultivated with vine summer pruning stalks

GUO Wei^{1a}, DU Shuang-tian^{1b}, GONG Dai^{1a}, LI Hua^{1a}, WANG Hua^{1a, 2}

(1a College of Enology, b College of Life Science, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Shaanxi Engineering Research Center for Viti-Viniculture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 This study aimed to optimize the cultivation formula of *Pleurotus eryngii* cultivated with vine summer pruning stalks. 【Method】 Experiments were performed using mixing ratio design and ternary quadric orthogonal rotation combinatory design to test the influence of wheat bran, corn meal, and soybean meal on the yield of *P. eryngii* cultivated with sawdust of vine summer pruning stalks. Mathematical model was established to quantitatively analyze the impact of various factors on yield of *P. eryngii*. 【Result】 Wheat bran, corn meal, and soybean meal could increase the yield of *P. eryngii* with the influence of soybean meal>corn meal>wheat bran. The interaction of corn meal and soybean meal significantly affected the yield of *P. eryngii* while the interaction of wheat bran with corn meal and soybean meal had little impact on the yield of *P. eryngii*. The best compost formula of *P. eryngii* cultivated with vine summer pruning stalks was determined: wheat bran 154.1 g/kg, corn meal 51.9 g/kg, soybean meal 51.9 g/kg, and sawdust of vine summer pruning stalks 742.1 g/kg. The obtained yield of *P. eryngii* cultivated with the best formula was 226.9 g/bag with a biological conversion rate of 76.1%. 【Conclusion】 It is feasible to use

[收稿日期] 2013-05-16

[基金项目] “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD31B07);农副产品深加工技术示范项目(2008XH4-2);陕西省科学技术研究发展计划项目(2010K01-29-1)

[作者简介] 郭蔚(1989—),女,陕西西安人,在读硕士,主要从事葡萄园循环经济研究。E-mail:guowei.0104@aliyun.com

[通信作者] 王华(1959—),女,河北阜阳人,教授,博士,博士生导师,主要从事葡萄与葡萄酒、食品安全与质量控制研究。
E-mail:wanghua@nwsuaf.edu.cn

vine summer pruning stalks as the main material to cultivate *P. eryngii*.

Key words: vine; summer pruning stalks; *P. eryngii*; mixing ratio design; ternary quadric orthogonal rotation combinatory design

近年来,我国葡萄栽培面积日益增大,国际葡萄与葡萄酒组织(OIV)发布的统计资料显示,2012 年我国葡萄园面积达 57 万 hm^2 ,较 2011 年增长 19%,是 OIV 成员中葡萄园面积惟一出现 2 位数增势的国家。在每年葡萄生产过程中,夏季修剪和冬季修剪均会产生大量的枝条,根据 Sánchez 等^[1]的推算方法可知,每年我国将会产生葡萄修剪枝条约 427 万 t,这些枝条除少部分用作扦插材料外,大部分均被随意堆放或焚烧,既造成资源浪费,也带来了环境污染等问题^[2]。在杏鲍菇生产中,可根据当地农业废弃资源状况选择栽培基质,棉籽壳、木屑、玉米芯、蔗渣、麦秆、豆秆、稻草等均可作为提供碳源的主要原料,另可添加麸皮、玉米粉、米糠、豆粕等作为辅料,用于提供氮源^[3-4]。

因此,在我国葡萄栽培区,若以废弃的葡萄修剪枝条作为杏鲍菇的栽培原料,不仅可获得营养丰富的食材,还可带来可观的经济效益^[5],而且其剩余基质又可作为葡萄的有机肥^[6-7],对延长葡萄产业链、实现葡萄产业的可持续发展、扩大杏鲍菇栽培的原料范围具有重要意义。目前,国内外已有用葡萄废弃枝条栽培杏鲍菇^[5]、香菇^[8-9]、平菇^[10-12]、秀珍菇^[13]、双孢蘑菇^[14]的少量报道。然而,与冬季修剪枝条相比,夏季修剪枝条为当年生长的新梢,木质化程度较低,利用单独的葡萄夏剪枝条栽培杏鲍菇的研究尚未见报道。为此,本试验采用比率混料设计及三元二次正交旋转组合设计,研究了葡萄夏季修剪枝条栽培杏鲍菇的辅助原料麸皮、玉米粉、豆粕对其产量的影响,试图探明各因素及其互作效应对杏鲍菇产量的影响规律,寻求葡萄夏季修剪枝条栽培杏鲍菇的最佳配方,从而为葡萄修剪枝条的高效利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

菌种:供试菌种由西北农林科技大学生命科学学院提供,菌株编号为杏鲍菇 F-1。

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、琼脂粉 12 g、蒸馏水 1 000 mL。将配制好的母种培养基装入试管中,灭菌 20 min,制作斜面,将菌种接

入,(25 ± 1) °C 避光培养 7~10 d 直至菌种满管。

原种培养基:小麦粒 1 000 g、葡萄糖 10 g、生石膏 10 g、含水率 65%。将配制好的原种培养基,装入规格为 180 mm×175 mm×0.04 mm 的聚丙烯塑料袋中,灭菌 90 min,将培养好的母种接入,(25 ± 1) °C 避光培养 20 d 左右直至菌种长满。采用原种直接栽培。

栽培基质:将葡萄夏季修剪枝条晒干,在枝条粉碎机中粉碎成长度为 0.9~1.2 cm 的木屑。另购置麸皮、玉米粉、豆粕备用。

以上材料中,葡萄夏季修剪枝条取自西北农林科技大学葡萄酒学院官村示范园,麸皮购于陕西杨凌大寨乡高家面粉厂,马铃薯、小麦粒、玉米粉购于杨凌“好又多”超市,豆粕购于杨凌鑫鑫农副产品销售部,其余材料购于杨凌三力化肥站。

1.2 试验设计

本试验栽培基质采用比率混料设计^[13]及三元二次正交旋转组合设计方法^[15-17],共设计出 23 个配方进行杏鲍菇栽培。3 个研究因素分别为麸皮(Z_1)、玉米粉(Z_2)、豆粕(Z_3)。根据比率混料设计方法,3 个因素的质量分数比率为 $X'_j = Z_j/Z_4$ ($j = 1, 2, 3$),且 $\sum_{j=1}^4 Z_j = 1$, Z_4 为葡萄夏剪枝屑。根据常规杂木屑栽培杏鲍菇时的辅料含量,设计麸皮(X'_1)、玉米粉(X'_2)、豆粕(X'_3)质量分数比率的取值范围依次为[0.08, 0.24]、[0.01, 0.07]、[0.01, 0.07]。根据三元二次正交旋转组合设计方法^[15-17]计算,并将转化因素 X'_j 水平编码列于表 1。按三元二次正交旋转组合设计^[15-17]及表 1,计算 23 个配方中麸皮(Z_1)、玉米粉(Z_2)、豆粕(Z_3)、葡萄夏剪枝条木屑(Z_4)的质量,结果见表 2。

1.3 试验方法^[18]

按表 2 配制 23 种不同栽培基质材料,采用规格 330 mm×175 mm×0.04 mm 的聚丙烯塑料袋装袋,每袋装风干料 300 g,含水率 65%,每个处理重复 30 次。将混匀装好的栽培基质灭菌 2 h,冷却后接入培养好的杏鲍菇原种,在温度(25 ± 1) °C、空气相对湿度 60%~70%条件下避光培养,所有料袋随机堆放,定时翻堆,20~30 d 后杏鲍菇菌丝满袋。之后继续培养 8 d 使杏鲍菇菌丝后熟,对其进行搔菌

处理。3 d 后开始催菇,以每天 2 ℃ 逐渐降温至 16 ℃,人工控制空气相对湿度为 85%~90%,并每天进行光照处理,前 7~10 d 每天光照 12 h,之后每天光照 8 h,直至生长结束。期间,根据杏鲍菇生长情况进行疏菇处理,使每袋仅留 1 个长势好的杏鲍菇

菇蕾。于杏鲍菇菌盖展开、菌柄紧实、孢子即将弹射时进行采收,记录每个配方每袋杏鲍菇的鲜质量。

1.4 数据处理方法

采用 DPS(Version 6.55)软件对试验数据进行分析。

表 1 基于三元二次正交旋转组合设计的麸皮、玉米粉、豆粕 3 因素水平编码值

水平(X'_{aj}) Levels	因素 Factors		
	麸皮(X'_1) Wheat bran	玉米粉(X'_2) Corn meal	豆粕(X'_3) Soybean meal
1.681 8	0.240 0	0.070 0	0.070 0
1	0.207 6	0.057 6	0.057 6
0	0.160 0	0.040 0	0.040 0
-1	0.112 4	0.022 2	0.022 2
-1.681 8	0.080 0	0.010 0	0.010 0

表 2 葡萄夏季修剪枝条栽培杏鲍菇配方基质中各因素的组成

Table 2 Composition of each factor in cultivation formula of <i>Pleurotus eryngii</i> with vine summer pruning stalks g									
试验号 Test number	麸皮 Wheat bran	玉米粉 Corn meal	豆粕 Soybean meal	葡萄夏剪枝条木屑 Sawdust of vine summer pruning stalks	试验号 Test number	麸皮 Wheat bran	玉米粉 Corn meal	豆粕 Soybean meal	葡萄夏剪枝条木屑 Sawdust of vine summer pruning stalks
1	20.76	5.78	5.78	67.68	13	16.00	4.00	1.00	79.00
2	20.76	5.78	2.22	71.24	14	16.00	4.00	7.00	73.00
3	20.76	2.22	5.78	71.24	15	16.00	4.00	4.00	76.00
4	20.76	2.22	2.22	74.81	16	16.00	4.00	4.00	76.00
5	11.24	5.78	5.78	77.19	17	16.00	4.00	4.00	76.00
6	11.24	5.78	2.22	80.76	18	16.00	4.00	4.00	76.00
7	11.24	2.21	5.78	80.76	19	16.00	4.00	4.00	76.00
8	11.24	2.21	2.22	84.32	20	16.00	4.00	4.00	76.00
9	8.00	4.00	4.00	84.00	21	16.00	4.00	4.00	76.00
10	24.00	4.00	4.00	68.00	22	16.00	4.00	4.00	76.00
11	16.00	1.00	4.00	79.00	23	16.00	4.00	4.00	76.00
12	16.00	7.00	4.00	73.00					

2 结果与分析

2.1 不同配方基质栽培杏鲍菇的产量比较

不同栽培基质条件下杏鲍菇的产量如表 3 所

表 3 基于三元二次正交旋转组合设计的不同配方基质的杏鲍菇产量

Table 3 Yields of <i>Pleurotus eryngii</i> cultivated with various formula based on ternary quadric orthogonal rotation combinatory design					g/袋
试验编号 NO.	杏鲍菇产量 Yield of <i>Pleurotus eryngii</i>	试验编号 NO.	杏鲍菇产量 Yield of <i>Pleurotus eryngii</i>	试验编号 NO.	杏鲍菇产量 Yield of <i>Pleurotus eryngii</i>
1	217.3	9	189.8	17	202.0
2	196.8	10	206.0	18	201.9
3	198.1	11	195.0	19	207.0
4	196.3	12	215.7	20	195.0
5	210.7	13	200.0	21	197.0
6	185.6	14	223.3	22	200.2
7	199.8	15	206.5	23	198.9
8	189.8	16	208.7		

对比上述 3 个不同产量配方的基质组成,发现配方 14 和配方 1 中均含有大量的豆粕和麸皮,而配

示。从表 3 可以看出,配方 14 获得的杏鲍菇产量最大,为 223.3 g/袋;配方 1 次之,为 217.3 g/袋;配方 6 获得的杏鲍菇产量最小,为 185.6 g/袋。

方 6 中豆粕和麸皮含量较小。因此,初步分析可知,葡萄夏剪枝条中氮素物质较为缺乏,加入豆粕、麸皮

等含氮量较多的物质对杏鲍菇产量有一定的促进作用。

2.2 基于麸皮、玉米粉、豆粕 3 个因素建立的杏鲍菇产量数学模型

利用 DPS 软件,对表 3 的试验结果进行分析,可得麸皮(X_1)、玉米粉(X_2)、豆粕(X_3)与杏鲍菇产

量($\hat{Y}$)的数学模型回归方程为:

$$\hat{Y}=202.037\ 16+3.649\ 82X_1+4.482\ 23X_2+7.072\ 33X_3+1.625X_1X_2-1.6X_1X_3+4.225X_2X_3-2.631\ 58X_1^2-0.002\ 39X_2^2-2.229\ 78X_3^2\quad (1)$$

其方差分析结果见表 4。

表 4 麸皮(X_1)、玉米粉(X_2)、豆粕(X_3)与杏鲍菇产量回归方程的方差分析
Table 4 Variance analysis for the regression equations of the yield of *Pleurotus eryngii* with wheat bran(X_1), corn meal(X_2), and soybean meal(X_3)

变异来源 Variance source	平方和 Sum of squares	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
X_1	181.925 4	1	181.925 4	7.203 2	0.018 8
X_2	274.371 0	1	274.371 0	10.863 5	0.005 8
X_3	683.086 4	1	683.086 4	27.046 3	0.000 2
X_1^2	111.333 6	1	111.333 6	4.408 2	0.055 9
X_2^2	0.000 4	1	0.000 4	0.000 0	0.996 8
X_3^2	80.292 5	1	80.292 5	3.179 1	0.097 9
X_1X_2	21.125 0	1	21.125 0	0.836 4	0.377 1
X_1X_3	20.480 0	1	20.480 0	0.810 9	0.384 2
X_2X_3	142.805 0	1	142.805 0	5.654 3	0.033 4
回归 Regression	1 514.129 6	9	168.236 6		0.003 8
剩余 Residual	328.330 4	13	25.256 2		
失拟 Lack of fit	151.401 5	5	30.280 3		0.297 9
误差 Error	176.928 9	8	22.116 1		
总和 Sum	1 842.460 0	22			

在显著水平为 0.1 的条件下,通过方差分析求出杏鲍菇产量拟合模型的 $F_{失拟}=1.369<F_{0.01}(5,8)=6.63$,表明未知因素对试验结果影响很小,可以忽略; $F_{回归}=6.661>F_{0.01}(9,13)=4.19$,达到极显著水平,说明建立的模型成立^[16,19]。从方程(1)可知,麸皮(X_1)、玉米粉(X_2)、豆粕(X_3)的一次项系数均大于零,表明添加适量的 3 种辅料均有助于杏鲍菇产量的提高,且 3 个系数大小关系为豆粕>玉米粉>麸皮,因此以上 3 个因素的添加对杏鲍菇产量的影响程度依次为豆粕>玉米粉>麸皮。

2.3 麸皮、玉米粉、豆粕 3 个单因素对杏鲍菇产量的影响

由方程(1)可得,当另外 2 个因素水平编码值为 0 时,麸皮、玉米粉、豆粕 3 个单因素与杏鲍菇产量($\hat{Y}$)的回归方程分别为:

$$\hat{Y}=202.037\ 16+3.649\ 82X_1-2.631\ 58X_1^2,\quad (2)$$

$$\hat{Y}=202.037\ 16+4.482\ 23X_2+0.002\ 39X_2^2,\quad (3)$$

$$\hat{Y}=202.037\ 16+7.072\ 33X_3+2.229\ 78X_3^2.\quad (4)$$

由方程(2)~(4)可得图 1。由图 1 可见,3 种因素中,只有麸皮的效应曲线为向下的抛物线,而玉米粉和豆粕的效应曲线均为开口向上的抛物线。由此可知,在试验范围内,麸皮用量超过一定值后杏鲍菇产量反而有所降低,表明麸皮用量存在最佳值,提示

麸皮的适量增多能够促进杏鲍菇的生长,但超出一定范围后,可能影响栽培料的碳氮比和孔隙度,进而抑制杏鲍菇的生长。

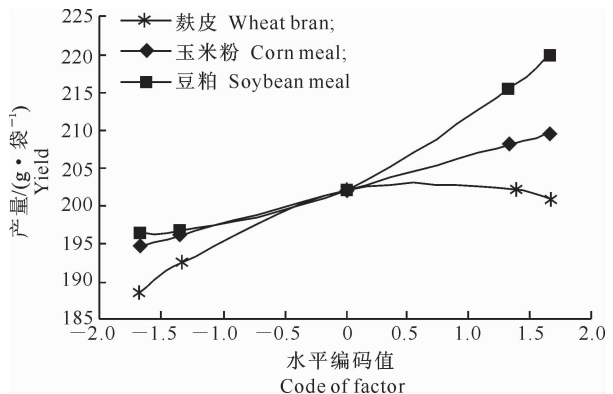


图 1 3 个单因素水平编码值与杏鲍菇产量的效应曲线
Fig. 1 Relationship of codes of the 3 simple factors and the yield of *Pleurotus eryngii*

图 1 显示,在试验范围内,随着玉米粉、豆粕用量的增加,杏鲍菇产量也随之增加,其中豆粕对产量的影响更大,当两者编码值均为 1.681 8 时,杏鲍菇产量均较高,继续增加豆粕、玉米粉,杏鲍菇产量是否会达到某一极大值,还有待进一步研究。因此,在本试验范围内,杏鲍菇产量较高时,玉米粉水平编码值 X_2 和豆粕水平编码值 X_3 均为 1.681 8。

对方程(2)求导,可得杏鲍菇产量较高时,麸皮水平编码值 $X_1=0.693\ 5$ 。

经因子转换^[15-17],得:

$$\begin{cases} X'_1=0.193\ 0, \\ X'_2=0.069\ 9, \\ X'_3=0.069\ 9. \end{cases}$$

经进一步计算^[15-17],可得杏鲍菇产量最高时,栽培基质中各组分的含量为:

$$\begin{cases} Z_1=0.144\ 8=144.8\ \text{g/kg}, \\ Z_2=0.052\ 5=52.5\ \text{g/kg}, \\ Z_3=0.052\ 5=52.5\ \text{g/kg}, \\ Z_4=0.750\ 2=750.2\ \text{g/kg}. \end{cases}$$

上述结果表明,在试验范围内,当麸皮含量为 144.8 g/kg、玉米粉含量为 52.5 g/kg、豆粕含量为 52.5 g/kg、葡萄夏剪枝条木屑含量为 750.2 g/kg 时,杏鲍菇的产量可以达到最高。

2.4 麸皮、玉米粉、豆粕 3 个因素交互作用对杏鲍菇产量的影响

由方程(1)和表 3 可知,只有 X_2X_3 项在 $P<0.05$ 水平上显著, X_1X_2 和 X_1X_3 2 个交互项差异均不显著。因此只考虑 X_2X_3 项对杏鲍菇产量的影响。固定 X_1 编码值为 0,则玉米粉(X_2)和豆粕(X_3)与杏鲍菇产量($\hat{Y}_{23}$)的关系为:

$$\hat{Y}_{23}=202.037\ 16+4.482\ 23X_2+7.072\ 33X_3+4.225X_2X_3-0.002\ 39X_2^2+2.229\ 78X_3^2。(5)$$

由方程(5)可得图 2。

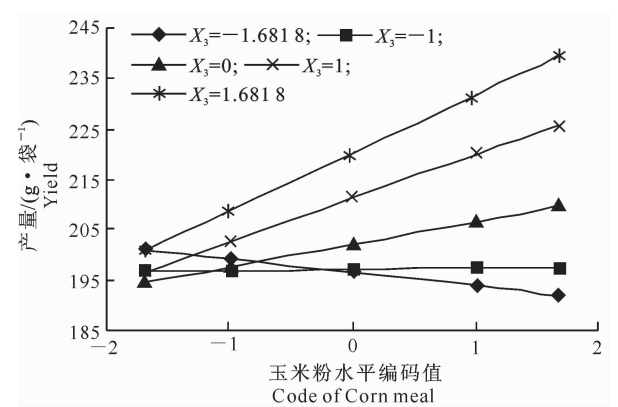


图 2 不同豆粕水平编码值(X_3)下玉米粉水平编码值(X_2)与产量($\hat{Y}_{23}$)的关系

Fig. 2 Relationship of the code of corn meal (X_2) and the yield ($\hat{Y}_{23}$) when soybean meal (X_3) codes were different

由图 2 可知,当玉米粉水平编码值 $X_2=-1.681\ 8$ 时,无论豆粕含量取何值,杏鲍菇产量均维持在一个较低的水平。从 5 条曲线的变化趋势来看,当豆粕水平编码值 $X_3=-1.681\ 8$ 时,玉米粉用

量的增加会导致杏鲍菇产量下降,这可能是因为玉米粉的加入会使栽培基质的孔隙度降低,菌丝无法获取适合比例的营养且无法呼吸,因而导致产量下降;当豆粕水平编码值 $X_3=-1$ 时,随着玉米粉用量的增加,杏鲍菇产量基本维持不变;当豆粕水平编码值 $X_3=0,1$ 及 $1.681\ 8$ 时,随着玉米粉用量的增加杏鲍菇产量逐渐增大,且随豆粕用量的增加,杏鲍菇产量亦有所增大。在试验范围内,当豆粕水平编码值 X_3 和玉米粉水平编码值 X_2 均为 $1.681\ 8$ 时,杏鲍菇产量具有最大值。说明在玉米粉和豆粕 2 个因素中,当其中一因素处于较低水平时,另一因素的单方面增加无法促进杏鲍菇产量的增加,甚至会减低杏鲍菇产量,只有 2 个因素共同增大且达一定比例时才能更好地促进杏鲍菇产量的增大,而这 2 个因素用量继续增大达某一比例时能否使杏鲍菇产量达某一极大值,尚有待进一步研究。

2.5 麸皮、玉米粉、豆粕与杏鲍菇产量模型的优化

通过 DPS 软件中的数据优化程序,可知麸皮、玉米粉、豆粕 3 个因素水平编码值分别为 1, $1.681\ 8,1.681\ 8$ 时,杏鲍菇产量较高,为 $228.2\ \text{g/袋}$ 。经因子转换^[15-17]可得:

$$\begin{cases} Z_1=0.154\ 1=154.1\ \text{g/kg}, \\ Z_2=0.051\ 9=51.9\ \text{g/kg}, \\ Z_3=0.051\ 9=51.9\ \text{g/kg}, \\ Z_4=0.742\ 1=742.1\ \text{g/kg}. \end{cases}$$

上述结果表明,栽培杏鲍菇的最佳配方为:麸皮 $154.1\ \text{g/kg}$,玉米粉 $51.9\ \text{g/kg}$,豆粕 $51.9\ \text{g/kg}$,葡萄夏剪枝条木屑 $742.1\ \text{g/kg}$,用该配方栽培时杏鲍菇产量最大,为 $228.2\ \text{g/袋}$,生物转化率可达 76.1% 。

以优化得到的配方进行 3 次重复验证试验,每重复栽培 50 袋,测得 3 个重复的杏鲍菇产量分别为 $226.5,229.0$ 和 $225.2\ \text{g/袋}$,平均值为 $226.9\ \text{g/袋}$,可见试验值与模型的预测值($228.2\ \text{g/袋}$)相差 $1.3\ \text{g/袋}$,与预测值基本符合,表明本试验所得到栽培杏鲍菇的最佳配方具有重要的实际应用价值。

3 讨论与结论

本研究中,麸皮、玉米粉、豆粕对葡萄夏剪枝条木屑栽培杏鲍菇有明显的促进作用,是杏鲍菇生产中不可缺少的辅助添加料。在食用菌生产中,玉米粉含有大量碳水化合物,主要用于为栽培原料提供丰富的碳源^[20];而麸皮^[20]、豆粕^[21]含有大量蛋白质,主要为栽培原料提供丰富的氮源。因此,麸皮、

玉米粉、豆粕的加入,能够增加栽培料的碳源和氮源,补充葡萄夏剪枝条营养的不足,调节培养料的碳氮比,辅助杏鲍菇的栽培从而获得更高的产量。3 个因素对杏鲍菇产量的影响程度依次为豆粕>玉米粉>麸皮。Kok 等^[22]的研究结果表明,葡萄夏剪枝条木屑的平均粗蛋白为 45.44~46.33 g/kg。对于杏鲍菇的栽培需要而言,葡萄夏剪枝条中的氮素含量较低,以其作为杏鲍菇的栽培基质时应补充氮素物质,提高葡萄夏剪枝条的利用率,以获得更高的产量。

本试验结果表明,麸皮和玉米粉、豆粕之间的交互作用对杏鲍菇产量的影响并不显著。这是因为麸皮、豆粕主要负责调配氮源,玉米粉虽为碳源,但麸皮中也含有较多的碳素物质,麸皮和玉米粉、麸皮和豆粕的交互作用只能较大范围地提高单方面的营养,无法较好地调节栽培基质的碳氮比,因而其交互作用并不显著。而玉米粉与豆粕的交互作用能显著影响杏鲍菇的产量,表明两者的合理搭配对提高杏鲍菇产量极为重要。然而,玉米粉的过量加入会使栽培料的黏性增加、孔隙度降低。因此,在豆粕含量较低时,玉米粉的增加不但无法促进杏鲍菇产量的增长,反而会降低栽培料的孔隙度,导致杏鲍菇产量降低。在本试验设计的范围内,随着豆粕用量的提高,玉米粉的增加能够调节栽培基质的碳氮比,从而起到增产作用。

本试验确定的用葡萄夏剪枝条木屑栽培杏鲍菇的最佳配方为:麸皮 154.1 g/kg,玉米粉 51.9 g/kg,豆粕 51.9 g/kg,葡萄夏剪枝条木屑 742.1 g/kg。在此配方下,杏鲍菇的产量为 226.9 g/袋,生物学转化率可达 76.1%。重复试验验证可知,最优配方下杏鲍菇产量的试验值与预测值基本符合,表明以葡萄夏剪枝条木屑作为主要培养料栽培杏鲍菇是可行的,按该配方适量添加辅料能够获得较高的杏鲍菇产量,具有一定的推广应用价值。此举不但可以避免葡萄枝条的浪费,又为葡萄种植户带来了经济效益,从而可以促进葡萄园的可持续发展。

本试验只研究了麸皮、玉米粉及豆粕在一定范围内对杏鲍菇产量的影响,玉米粉、豆粕含量在更大范围内或在葡萄夏剪枝条木屑中加入其他物质能否获得更高的杏鲍菇产量,还有待于进一步研究。

[参考文献]

[1] Sánchez A, Ysunza F, Beltrán-García M J, et al. Biodegradation of viticulture wastes by *Pleurotus*: A source of microbial and

human food and its potential use in animal feeding [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(9): 2537-2542.

[2] 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. Wang H, Zhao X H, Liu J, et al. Research progress in sustainable development of grape and wine production [J]. Scientia Agriculture Sinica, 2010, 43(15): 3204-3213. (in Chinese)

[3] 王瑞娟. 杏鲍菇工厂化栽培相关参数和生理特性研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2007. Wang R J. Studies on the parameters and physiological properties of *Pleurotus eryngii* industrial cultivation [D]. Chongqing: Southwest University, 2007. (in Chinese)

[4] 李小平, 李鸣雷, 呼有贤, 等. 杏鲍菇生物学特性及栽培技术 [J]. 陕西农业科学, 2000, 7(5): 35-36. Li X P, Li M L, Hu Y X, et al. The biological characteristics and cultivation techniques of *Pleurotus eryngii* [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2000, 7(5): 35-36. (in Chinese)

[5] 邹丹蓉, 陈 珏. 葡萄废枝培养料栽培杏鲍菇技术 [J]. 食用菌, 2011, 33(1): 31-55. Zou D R, Chen J. The cultivation technology of *Pleurotus eryngii* cultivated with grapes waste branches [J]. Edible Fungi, 2011, 33(1): 31-55. (in Chinese)

[6] 王建忠, 王 颖. 利用菌糠生产有机肥的可行性分析 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(5): 2568-2570. Wang J Z, Wang Y. The feasibility analysis of producing organic fertilizer by using mushroom bran [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(5): 2568-2570. (in Chinese)

[7] 赵晓丽, 陈智毅, 刘学铭. 菌糠的高效利用研究进展 [J]. 中国食用菌, 2012, 31(2): 1-3. Zhao X L, Chen Z Y, Liu X M. Research process on the efficient utilization of edible fungi substrates [J]. Edible Fungi of China, 2012, 31(2): 1-3. (in Chinese)

[8] 张红伟. 葡萄枝栽培香菇试验 [J]. 食用菌, 2001, 23(1): 16. Zhang H W. A trial of cultivating *Lentinus edodes* (Berk.) sing with vine branches [J]. Edible Fungi, 2001, 23(1): 16. (in Chinese)

[9] Harris-Valle C, Esqueda M, Sanchez A, et al. Polar vineyard pruning extracts increase the activity of the main ligninolytic enzymes in *Lentinula edodes* cultures [J]. Canadian Journal of Microbiology, 2007, 53(10): 1150-1157.

[10] 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, 33(3): 70. Yu H B. A trial of cultivating *Pleurotus ostreatus* with sawdust of grape branches under the grape trellis [J]. Edible Fungi, 2011, 33(3): 70. (in Chinese)

[11] 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. Luo W J, Meng J L, Qu J H, et al. Study on cultivating *Pleurotus ostreatus* with grape branch [J]. Journal of Shanxi Agricultural University: Natural Science Edition, 2010, 30(2): 146-149. (in Chinese)

[12] Sánchez A, Ysunza F, Beltrán-García M J, et al. Biodegradation of viticulture wastes by *Pleurotus*: A source of microbial and human food and its potential use in animal feeding [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50 (9): 2537-2542.

[13] 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.
Chen L X, Huang Z Z, Wei S Y. The nutritional analysis of the vine branches and the trial of *Pleurotusgeesteranus* cultivation [J]. Edible Fungi of China, 2010, 29(6): 28-29. (in Chinese)

[14] Pardo A, Perona M A, Pardo J. Indoor composting of vine by-products to produce substrates for mushroom cultivation [J]. Spanish Journal of Agricultural Research, 2007, 5 (3): 417-424.

[15] 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, 21(1): 46-50.
Du S T, Zhong X M, Liu L L. The mathematical model of the best cultivation prescription of *Hericium erinaceus* (Bull.) pers [J]. Acta Univ Agric Boreali-Occidentalis, 1993, 21(1): 46-50. (in Chinese)

[16] 任露泉. 试验优化技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1987: 133-138, 227-240.
Ren L Q. Optimization techniques of trials [M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 1987: 133-138, 227-240. (in Chinese)

[17] 张秋华, 张 敏, 张亚丽. 二次回归正交旋转组合设计优化单细胞蛋白饲料的研究 [J]. 饲料工业, 2009, 30(17): 20-23.
Zhang Q H, Zhang M, Zhang Y L. Optimization of single cell protein by quadratic orthogonal rotation combination design [J]. Feed Industry, 2009, 30(17): 20-23. (in Chinese)

[18] 杨新美. 中国食用菌栽培学 [M]. 北京: 农业出版社, 1988: 482-484.
Yang X M. Edible fungus cultivation of China [M]. Beijing: Agriculture Press, 1988: 482-484. (in Chinese)

[19] 洪 伟, 吴承祯. 实验设计与分析: 原理·操作·案例 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 184-197.
Hong W, Wu C Z. Experimental design and analysis: Principles·Operation·Case [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2004: 184-197. (in Chinese)

[20] 彭卫红, 王 勇, 甘炳成, 等. 野生珍稀食用菌花脸香蘑菌丝体培养研究 [J]. 西南农业学报, 2004, 17(4): 515-517.
Peng W H, Wang Y, Gan B C, et al. Study on mycelium cultural for wild valuable edible fungi *Lepista sordida* [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2004, 17 (4): 515-517. (in Chinese)

[21] 王六生, 谷文英. 姬松茸深层发酵培养基的优化 [J]. 无锡轻工大学学报, 2002, 21(4): 389-392.
Wang L S, Gu W Y. Optimazation of submerged fermentation medium of *Agaticus blazei* Murill [J]. Journal of Wuxi University of Light Industry, 2002, 21(4): 389-392. (in Chinese)

[22] Kok D, Ates E, Korkutal I, et al. Forage and nutritive value of the pruning residues (leaves plus summer lateral shoots) of four grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars at grape harvest and two post-harvest dates [J]. Spanish Journal of Agricultural Research, 2007, 5(4): 517-521.