

配方含氮量对杏鲍菇产量的影响

李正鹏^{1,2}, 潘 辉¹, 谭 琦¹, 郭 倩¹

(1. 国家食用菌工程技术研究中心, 农业部应用真菌资源与利用重点开放实验室, 上海市农业遗传育种重点开放实验室,

上海市农业科学院 食用菌研究所, 上海 201106; 2. 上海海洋大学 食品学院, 上海 200090)

摘 要:通过单一氮源配方试验、优化配方试验及复合配方试验, 筛选出最佳含氮量时的最佳配方, 研究配方含氮量对杏鲍菇产量的影响。结果表明: 单一氮源配方试验中, 当麸皮添加量 30% 配方含氮量 0.7933%, 米糠添加量 40% 配方含氮量 0.8146%, 玉米粉添加量 50% 配方含氮量 0.8036%, 分别达到 3 组配方产量最大值。单一氮源优化配方试验验证了以上结果。以配方含氮量为 0.80~0.81 设计氮源复合配方, 配方 6: 木屑 29%, 玉米芯 29%, 麸皮 16%, 玉米粉 25%, 石灰 1% 可以达到最大产量为 152.70 g, 且商品性状良好。

关键词:杏鲍菇; 培养料; 含氮量

中图分类号:S 646.1⁺41 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)02-0176-04

杏鲍菇(*Pleurotus eryngii*)又名刺芹侧耳, 属担子菌亚门(Basidiomycotina)、层菌纲(Hymenomycetes)、无隔担子菌亚纲(Homobasidiomycetidae)、伞菌目(Agaricales)、侧耳科(Pleurotaceae)、侧耳属(*Pleurotus*)^[1]。素有“平菇王”、“草原上的美味牛肝菌”之称^[2]。

杏鲍菇工厂化生产中, 一般使用陈积的杂木屑、玉米芯、棉籽壳等做碳源, 使用麸皮、米糠、玉米粉、豆粕等做氮源, 辅以一定量的石膏、石灰等调节 pH 值。国内外学者在杏鲍菇的生物学特性、菌种选育和栽培技术等方面开展了大量的研究, 取得了很多科研成果。然而, 对杏鲍菇栽培基质的理化性质研究较少。韩春华^[3]使用棉籽壳、杂木屑、麸皮为杏鲍菇主要栽培原料, 含氮量为 0.7%~1.9% 的 7 个处理中较为适宜的含氮量为 1.1%。Ilbay^[4]等研究表明, 当有机氮含量在 1.1% 时, 杏鲍菇产量达到最大值, 高于或是低于 1.1% 都会导致产量下降。Desrumaux^[5]等研究表明, 过高的含氮量导致产量下降, 在某一含氮量水平, 食用菌产量由上升转为下降。现使用杂木屑、玉米芯做碳源, 使用麸皮、米糠、玉米粉做氮源, 首先进行单一氮源配方试验筛选出适宜杏鲍菇生长的最佳含氮量, 再进行单一氮源优化配方试验将最佳含

氮量优化, 最后通过氮源复合配方试验, 筛选出最佳含氮量时的最佳配方。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验选用工厂化栽培杏鲍菇常用的木屑、玉米芯、麸皮、米糠、玉米粉为主料, 另加 1% 石灰。供试菌株为杏韩, 由上海农业科学院农业部食用菌良种繁育中心提供。

1.2 试验方法

培养料充分混匀后机器装瓶, 栽培瓶容积 1 100 mL, 每瓶平均湿料 750 g, 每个配方 16 次重复。121℃ 灭菌 2 h, 冷却至 25℃ 以下机器接种, 接种量 3% (v/v); 接种后的栽培瓶转入培养室, 在温度 23℃、湿度 75%、CO₂ 浓度 2 000~2 500 mg/L、空气阀开闭度 30%~60%、风速开闭度 30%~60% 下发菌 35 d, 菌丝发透培养料后进行搔菌, 搔菌后栽培瓶在温度 16℃、空气湿度 90%~97%、CO₂ 浓度 1 500~2 000 mg/L 的栽培房内倒扣培养(栽培房的环境调控系统为荷兰 AEM 公司产品), 原基形成之后翻转栽培瓶, 在相同环境中培养至子实体采收。记录产量(单菇重低于 10 g 不计)、子实体数目、平均单菇重、生长周期。计算生物学效率, 并做差异显著性检验。使用 SPSS 13.0 和 Excel 2003 对所获得的数据进行处理。生物学效率(%) = 子实体鲜品产量(g)/培养料干重(g) × 100。

1.2.1 含氮量测定方法 准确称取 1.0 g 样品 m(g) 放入消化管中, 加入 12 mL 浓硫酸与催化剂于消化炉中消化 90 min。同时做空白试验。将消化好的样品, 加入

第一作者简介:李正鹏(1986-), 男, 在读硕士, 现主要从事杏鲍菇工厂化栽培研究工作。E-mail: lizp_ln@126.com。

通讯作者:郭倩(1969-), 男, 博士, 研究员, 现主要从事珍稀食用菌工厂化栽培与技术推广工作。E-mail: qianguo1969@sina.com。

基金项目:上海市农委资助项目(09dz2200800); 上海市农委科技兴农重点攻关资助项目(沪农科攻字(2008)第 3-1 号)。

收稿日期:2010-11-25

80 mL蒸馏水和 50 mL 40%的 NaOH,然后蒸馏,将氨蒸馏到一个含有硼酸的接收瓶中,再用标定好的酸滴定。含氮量 $= (V - V_{\text{空白}}) \times n \times 1.401 / m$ 。V 为滴定样品使用的盐酸量; $V_{\text{空白}}$ 为空白试验使用的盐酸量; n 为滴定标准液当量浓度,精确至小数点后第 4 位。

1.2.2 单一氮源配方设计 以木屑玉米芯为主要碳源,且二者比例 1:1。分别以麸皮、米糠、玉米粉为主要氮源。做单一氮源配方(表 1)。以工厂化配方(木屑 35%,玉米芯 30%,麸皮 10%,玉米粉 5%,米糠 20%,石灰 1%,含水量 68%)为对照。

表 1 单一氮源配方设计

配方	氮源 / %	木屑 / %	玉米芯 / %	石灰 / %	配方含氮量 / %
麸皮配方	20	39.5	39.5	1	0.6333
	25	37	37	1	0.7033
	30	34.5	34.5	1	0.7933
	35	32	32	1	0.8767
	40	29.5	29.5	1	0.9500
米糠配方	45	27	27	1	1.0233
	50	24.5	24.5	1	1.0967
	10	44.5	44.5	1	0.4296
	20	39.5	39.5	1	0.5579
	30	34.5	34.5	1	0.6863
玉米粉配方	40	29.5	29.5	1	0.8146
	50	24.5	24.5	1	0.9429
	10	44.5	44.5	1	0.4018
	20	39.5	39.5	1	0.5022
	30	34.5	34.5	1	0.6027
	40	29.5	29.5	1	0.7032
	50	24.5	24.5	1	0.8036

1.2.3 单一氮源优化配方 以 1.2.2 筛选出来的单一氮源高产配方为基础,分别作麸皮、米糠、玉米粉的单一氮源优化试验(表 2)。以工厂化配方为对照。

表 2 单一氮源优化配方设计

配方	氮源 / %	木屑 / %	玉米芯 / %	石灰 / %	配方含氮量 / %
麸皮配方	28	35.5	35.5	1	0.7600
	30	34.5	34.5	1	0.7933
	32	33.5	33.5	1	0.8267
米糠配方	35	32	32	1	0.7505
	40	29.5	29.5	1	0.8146
	45	27	27	1	0.8788
玉米粉配方	45	27	27	1	0.7534
	50	24.5	24.5	1	0.8036
	55	22	22	1	0.8538

1.2.4 氮源复合配方 由 1.2.2 与 1.2.3 试验结果可知,当麸皮添加量 30%配方含氮量 0.7933%,米糠添加量 40%配方含氮量 0.8146%,玉米粉添加量 50%配方含氮量 0.8036%,分别达到三组配方产量最大值。由此可见,当配方含氮量趋于一定值时,杏鲍菇可达到最大产量。由于计算与称量原因,设定配方含氮量在 0.80%~0.81%之间。设计方法为单纯型重心设计(表 3)。以工厂化配方为对照。

表 3 氮源复合配方设计

编号	木屑 / %	玉米芯 / %	麸皮 / %	米糠 / %	玉米粉 / %	石灰 / %
1	34.0	34.0	31	0	0	1
2	32.5	32.5	24	10	0	1
3	31.5	31.5	24	0	12	1
4	31.5	31.5	16	20	0	1
5	30.5	30.5	16	10	12	1
6	29.0	29.0	16	0	25	1
7	30.5	30.5	8	30	0	1
8	29.5	29.5	8	20	12	1
9	28.0	28.0	8	10	25	1
10	27.0	27.0	8	0	37	1
11	29.5	29.5	0	40	0	1
12	28.5	28.5	0	30	12	1
13	27.0	27.0	0	20	25	1
14	26.0	26.0	0	10	37	1
15	24.5	24.5	0	0	50	1

2 结果与分析

2.1 单一氮源配方试验

试验结果表明(图 1~3、表 4),由麸皮配方可以看出,当麸皮含量在相对较低的水平时,配方单产随麸皮添加量增加而增大。当麸皮添加量 30%配方含氮量 0.7933%时,麸皮配方达到最大产量为 127.00 g,随着麸皮添加量的继续增大,配方单产明显降低。由米糠配方可以看出,当米糠含量在相对较低的水平时,配方单产随米糠添加量增加而增大。米糠添加量 40%配方含氮量 0.8146%时,米糠配方达到最大单产为 157.10 g,同时当配方中只有米糠一种氮源的情况下,会导致杏鲍菇生长周期的延长。由玉米粉配方可以看出,配方单产随着玉米粉添加量增加而增大。玉米粉添加量 50%配方含氮量 0.8036%,达到玉米粉配方最大产量为 156.09 g。3 组单一配方中,最大产量配方与其它配方均存在显著差异。其中米糠添加量 40%配方与玉米粉添加量 50%配方产量明显高于对照组配方,但是由于每瓶子实体数目过多导致平均单菇重较小。

表 4 单一氮源配方出菇结果

配方	单产 / g · 瓶 ⁻¹	生物学效率 / %	菇数	单菇重 / g	生长周期 / d
CK	131.83 ^B	54.93 ^B	54.93 ^B	37.7	52
麸皮 / %	20	90.67 ^E	36.78 ^E	1.88 ^E	46.2
	25	93.11 ^E	38.8 ^E	1.89 ^E	49.3
	30	127.00 ^{BC}	52.92 ^{BC}	3.09 ^{CD}	41.1
	35	106.45 ^D	44.36 ^D	2.36 ^{DE}	45.0
	40	109.63 ^D	45.68 ^D	3.38 ^{CD}	32.5
米糠 / %	45	111.08 ^D	46.28 ^D	2.31 ^{DE}	51.6
	50	108.47 ^D	45.16 ^D	2.62 ^{DE}	47.9
	10	79.90 ^E	33.29 ^E	2.60 ^{DE}	30.7
	20	108.56 ^D	45.23 ^D	2.89 ^{DE}	37.6
	30	111.69 ^D	46.54 ^D	2.62 ^{DE}	42.7
玉米粉 / %	40	157.10 ^A	65.47 ^A	4.13 ^C	45.7
	50	128.36 ^{BC}	53.48 ^{BC}	4.20 ^{BC}	33.7
	10	111.14 ^D	46.31 ^D	3.43 ^{CD}	31.8
	20	115.75 ^{CD}	48.23 ^{CD}	3.42 ^{CD}	34.0
	30	132.58 ^B	55.24 ^B	3.42 ^{CD}	37.9
	40	149.45 ^A	62.27 ^A	5.18 ^{AB}	31.1
	50	156.09 ^A	65.04 ^A	5.36 ^A	28.0

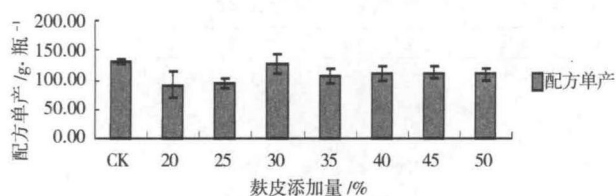


图1 不同麸皮添加量对应配方单产

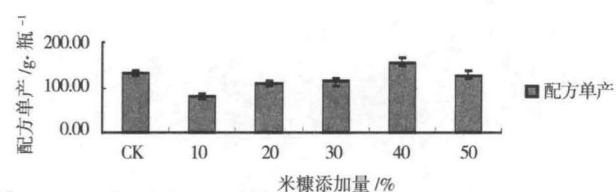


图2 不同米糠添加量对应配方单产

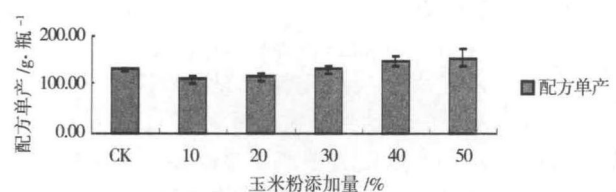


图3 不同玉米粉添加量对应配方单产

2.2 单一氮源优化配方试验

由表5可知,当麸皮添加量30%配方含氮量0.7933%,米糠添加量40%配方含氮量0.8146%,玉米粉添加量50%配方含氮量0.8036%,分别达到3组配方产量最大值,分别为146.67、138.38、138.00 g。综上,当杏鲍菇配方含氮量在0.7933~0.8146时杏鲍菇产量可以达到最大产量。

表5 单一氮源优化配方试验出菇结果

配方	单产 /g·瓶 ⁻¹	生物学效率 /%	菇数	单菇重 /g	生长周期 /d
CK	144.64 ^A	60.27 ^A	3.18 ^{CD}	47.23 ^A	52
麸皮/%					
28	136.60 ^{AB}	56.92 ^{AB}	2.90 ^D	47.10 ^A	52
30	146.67 ^A	61.11 ^A	3.89 ^{BCD}	37.86 ^{AB}	52
32	125.78 ^{BCD}	52.41 ^{BCD}	3.00 ^D	41.96 ^{AB}	52
米糠/%					
35	113.29 ^D	47.20 ^D	4.00 ^{BCD}	29.43 ^{BC}	54
40	138.38 ^{AB}	57.66 ^{AB}	4.75 ^{AB}	30.03 ^{BC}	54
45	131.50 ^{ABC}	54.79	3.33 ^{CD}	39.50 ^{AB}	54
玉米粉/%					
45	114.63 ^{CD}	47.76 ^{CD}	3.13 ^{CD}	36.96 ^{ABC}	52
50	138.00 ^{AB}	57.50 ^{AB}	4.29 ^{BC}	32.33 ^{BC}	52
55	129.40 ^{ABCD}	53.92 ^{ABCD}	5.60 ^A	23.29 ^C	52

2.3 氮源复合配方试验

由表6可知,当配方含氮量在0.80%~0.81%时,各组配方产量之间存在显著差异。其中配方6产量为152.70 g,明显高于其它配方和对照,而且出菇数量适

中,单菇重相对较重,商品性状好于其它配方。配方组成的改变也会导致杏鲍菇栽培周期的延长。

表6 氮源复合配方试验出菇结果

配方	单产 /g·瓶 ⁻¹	生物学效率 /%	菇数	单菇重 /g	生长周期 /d
CK	136.50 ^{ABCD}	56.88 ^{ABCD}	3.70 ^D	35.89 ^{AB}	50
1	122.73 ^{DEF}	51.14 ^{DEF}	4.09 ^{BCD}	29.89 ^{ABCD}	52
2	115.40 ^{EF}	48.08 ^{EF}	3.50 ^D	32.60 ^{ABC}	52
3	144.75 ^{AB}	60.31 ^{AB}	4.25 ^{BCD}	34.04 ^{AB}	50
4	108.85 ^F	45.35 ^F	3.54 ^D	30.83 ^{ABCD}	50
5	118.27 ^{EF}	49.28 ^{EF}	3.73 ^D	32.40 ^{ABC}	50
6	152.70 ^A	63.63 ^A	4.60 ^{ABCD}	33.93 ^{AB}	50
7	127.67 ^{BCDE}	53.19 ^{CDE}	4.00 ^{CD}	31.81 ^{ABCD}	50
8	115.00 ^{EF}	47.92 ^{EF}	3.33 ^D	33.98 ^{AB}	52
9	141.00 ^{ABC}	58.75 ^{ABC}	5.89 ^A	22.81 ^{DE}	52
10	127.30 ^{BCDE}	53.04 ^{BCDE}	4.70 ^{ABCD}	27.21 ^{BCD}	50
11	132.92 ^{BCDE}	55.38 ^{BCDE}	3.50 ^D	38.02 ^A	52
12	124.30 ^{CDEF}	51.79 ^{CDEF}	4.60 ^{ABCD}	27.13 ^{BCD}	51
13	117.18 ^{EF}	48.83 ^{EF}	5.18 ^{ABC}	22.82 ^{DE}	51
14	133.10 ^{BCDE}	55.46 ^{BCDE}	5.50 ^{AB}	23.96 ^{CDE}	50
15	89.11 ^G	37.13 ^G	5.78 ^A	15.65 ^E	50

3 讨论

由于该验是通过3批试验依次完成,因此3批次试验的对照配方杏鲍菇单产存在一定差异。该研究通过单一氮源配方试验与单一氮源优化配方试验可以得出,当配方含氮量为0.7933%~0.8146%时,杏鲍菇产量可以达到最大值。此结论和韩春华^[3]、Ilbay^[4]与 Desrumaux^[5]研究结果有一定差异,韩春华与 Ilbay 试验结果表明当含氮量为1.1%时,为杏鲍菇生长的最适合含氮量,主要原因可能是各研究使用的原材料不尽相同,且各个杏鲍菇菌种利用氮源的能力也不尽相同。当配方含氮量在0.80%~0.81%时,设计氮源复合试验,结果经分析得出,当配方含氮量一定的情况下,配方组成成分的改变对于杏鲍菇的出菇结果有着显著地影响。

参考文献

- [1] 黄年来. 一种市场前景看好的珍稀食用菌—杏鲍菇[J]. 中国食用菌, 1998, 17(6): 3-4.
- [2] 潘崇环, 孙萍, 龚翔, 等. 珍稀食用菌栽培与名贵野生菌的开发利用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [3] 韩春华. 杏鲍菇碳氮营养生理的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2003.
- [4] Ilbay M E. *Pleurotus eryngii* (De Candolle; Fries) Quetlet Yetistiricliğinde Değişik Kat' Maddelerinin Verim ve Kaliteye Etkileri Üzerine Araşt' rmlar [M]. VII National Edible Mushroom Congress, Antalya, 2004: 49-53.
- [5] Desrumaux B, Sedeyn P, Desmedt H, et al. Addition of intact corn grain before pasteurization to oyster mushroom substrate (*Pleurotus* spp.) [J]. Horticultural Abstracts, 2003, 73(5): 47-61.

Effects of Nitrogen Content in the Substrate Formulae on the Yield of *Pleurotus eryngii*

LI Zheng-peng^{1,2}, PAN Hui¹, TAN Qi¹, GUO Qian¹

(1. National Engineering Research Center of Edible Fungi, Key Laboratory of Applied Mycological Resources and Utilization, Ministry of Agriculture, Shanghai Key Laboratory of Agricultural Genetics and Breeding, Institute of Edible Fungi, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201106; 2. College of Food Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 200090)

Abstract: The first formulae for single screening the best nitrogen content suitable for mushroom growth, and further optimization of a single nitrogen source recipe testing to optimize the best nitrogen content. Finally, the mixed nitrogen formula were tested to screen the best formula when in the best nitrogen content. The results showed that in the single nitrogen source substrate formulae experiment, when 30% of the amount of wheat bran added to the formula with nitrogen content 0.7933%, 40% of the amount of rice bran added to the formula with nitrogen content 0.8146%, 50% of the amount of corn flour added to the formula with nitrogen content 0.8036%, reach the maximum yield, respectively. Nitrogen source optimization formulation verified the above conclusions. Mixed nitrogen source substrate formulae were designed for the nitrogen content 0.80 to 0.81. The formula 6 which was 29% sawdust, 29% corn cob, 16% wheat bran, 25% corn flour, 1% lime could reach the maximum yield and show a better commodity character.

Key words: *Pleurotus eryngii*; substrate formulae; nitrogen content

新书推荐:

各位读者您好。《北方园艺》与科学出版社合作,不定期刊登科学出版社出版的农业类新书简介,以使各位读者了解目前农业类新书出版概况,有意购买者可与科学出版社联系。

工业酶——结构、功能与应用 (应用生物技术大系)

[西] J. 波莱纳 A. P. 麦凯布 主编 王小宁 李爽 王永华 译

978-7-03-025769-7 ¥98.00 2010年1月出版

内容简介:

本书第一篇介绍了以碳水化合物为底物的酶类,着重介绍淀粉酶和纤维素酶的类型、结构和催化特性及在诸多工业领域中的应用。此外对木聚糖酶、果胶酶、糖苷酶和转糖苷酶等也有讨论。第二篇介绍了蛋白水解酶家族的MEROPS数据库,之后是与工业关系密切的枯草杆菌蛋白酶、半胱氨酸型蛋白酶、金属蛋白酶等。第三篇对脂肪酶的结构和功能,在酯工业、有机合成、生物柴油、结构脂合成中的应用等分章进行了评述。第四篇对重要性日益提高的核酸酶给予了特别关注。最后对多种重要而无法分类的酶进行了讨论,包括氧化还原酶、植酸酶、腈水解酶、青霉素酰化酶等。

本书可作为相关专业研究生和高年级本科生的教材或参考书,也可供从事生物化工、医药、食品等行业及其它相关技术领域的科技工作者参考阅读。

联系人:科学出版社科学销售中心 周文宇

电话:010-64031535

E-mail:zhouwenyu@mail.sciencep.com

网上订购: www.dangdang.com www.amazon.cn

联系科学出版中心 生物分社:

010-64012501

www.lifescience.com.cn

E-mail:lifescience@mail.sciencep.com

“十一五”国家重点图书出版规划项目
应用生物技术大系
Comprehensive Series of Applied Biotechnology



工业酶——结构、功能与应用

[西] J. 波莱纳 A. P. 麦凯布 主编
王小宁 李爽 王永华 译

Industrial Enzymes
Structure, Function and Applications

科学出版社
www.sciencep.com