

陆 珠,于延申,于春艳. 杏鲍菇生物学特性及栽培配方初筛[J]. 江苏农业科学,2021,49(19):168-171.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.19.030

杏鲍菇生物学特性及栽培配方初筛

陆 珠¹,于延申¹,于春艳²

(1. 吉林省蔬菜花卉科学研究院,吉林长春 130033; 2. 吉林省农安县前岗乡农业技术推广站,吉林农安 130208)

摘要:以杏鲍菇菌株作为试验材料,对其进行生物学特性及原种配方、栽培种栽培配方研究。结果表明,菌丝的最适生长条件如下:pH 值为 8.0,最适生长温度为 25 ℃,最适碳源为可溶性淀粉,最适氮源为酵母浸粉,最适微量元素为 KH_2PO_4 。各因素对菌丝的影响程度排序为温度 > 碳源 > pH 值 > 氮源,各因素影响间差异极显著,最佳原种配方为 2 号配方,即 85% 玉米、5% 麦麸、5% 锯末、2% 豆粕、1% 玉米粉、0.5% 石灰、1.5% 石膏、60% 含水量。最佳栽培种配方为 5 号配方,即 65% 锯末、20% 麦麸、10% 稻壳、3% 豆粕、1% 石灰、1% 石膏、60% 含水量。

关键词:杏鲍菇;生物学特性;栽培;碳源;氮源;原种配方

中图分类号:S646.1⁺40.1;S646.1⁺40.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)19-0168-04

杏鲍菇(*Pleurotus eryngii*)别称刺芹侧耳^[1-2],因其菌肉肥厚且具有杏仁香味和鲍鱼味,又称为杏仁鲍鱼菇^[3],有“草原上美味牛肝菌”的美称^[4],可以降低血压、降血脂、提高免疫力^[5-6],是集食用、药用、保健于一体的珍稀食用菌品种^[7]。杏鲍菇是 20 世纪 90 年代末发展起来的珍稀食用菌^[8],是目前最受欢迎的蘑菇品种之一,其最早起源于欧洲,为亚洲部分地区的人们广泛食用^[9-12]。近年来,杏鲍菇已经成为东亚地区种植最广泛的蘑菇之一。本研究采用单因素和 4 因素 3 水平正交试验对吉林省食用菌研究院保藏的杏鲍菇(菌株号:JLSHJY2018064)的生物学特性^[13-16]进行研究,优化菌丝培养条件,进而筛选最佳生长条件。基于优化的菌丝生长条件,以菌丝生长速度和菌丝长势为衡量标准,筛选原种培养基配方和栽培种培养基配方。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本试验于 2020 年 11 月至 2021 年 1 月末在吉林省蔬菜花卉科学研究院完成。供试菌株由吉林省食用菌研究院保藏(菌株号:JLSHJY2018064),经过分子生物学试验,提取其 DNA 并扩增 ITS 序列,将其结果在 GenBank 上进行比对,确定该菌株为杏鲍菇

(GenBank 登录号:MW426371)。

1.2 试验方法

1.2.1 单因素试验

1.2.1.1 碳源试验 PDA(马铃薯葡萄糖琼脂)基础培养基,碳源分别为葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、可溶性淀粉,其他成分不变,配制 100 mL 培养基,并倒入 3 个平板中。在培养基平板中央接入直径为 5 mm 的大小相同的菌块,于 25 ℃ 培养。每隔 24 h 观察 1 次并用平板划线法测量、标记菌丝生长长度。连续测量直至某一平板长满菌丝,同时观察并记录菌丝长势,绘制折线图,每个处理设 3 个重复。

1.2.1.2 氮源试验 PDA 基础培养基,氮源分别为酵母粉、蛋白胨、尿素、硫酸铵、麦麸汁,其他条件不变。处理、接种、培养、记录、测量、分析方法等同“1.2.1.1”节。

1.2.1.3 pH 值试验 采用 PDA 基础培养基,设置 pH 值为 5、6、7、8、9 等 5 个梯度,为作图方便分别命名为 pH1、pH2、pH3、pH4、pH5,其他条件同“1.2.1.1”节。

1.2.1.4 温度试验 PDA 基础培养基,pH 值设为自然条件,接种后分别置于 15、20、25、30、35 ℃ 的恒温培养箱中培养,其他条件同“1.2.1.1”节。

1.2.1.5 微量元素筛选试验 PDA 基础培养基,pH 值自然,以空白、0.15% KH_2PO_4 、0.1% MgSO_4 、0.15% KH_2PO_4 + 0.1% MgSO_4 、0.1% CaCO_3 、0.05% 维生素 B₁ 作为供试的微量元素。其他条件同“1.2.1.1”节。

1.2.2 正交试验 从 5 种单因素中选出培养效果最佳者,组成 4 因素 3 水平的正交试验(表 1)。具

收稿日期:2021-01-05

作者简介:陆 珠(1991—),女,吉林公主岭人,硕士,实习研究员,主要从事食用菌方面的研究。E-mail:783929277@qq.com。

通信作者:于延申,硕士,研究员,主要从事食用菌方面的研究。

E-mail:1943294308@qq.com。

体采用 PDA 培养基,分别添加相应的碳源、氮源、微量元素,改变 pH 值及温度,置于不同环境下培养。其他条件同“1.2.1.1”节。

表 1 $L_9(3^4)$ 正交试验设计方案

水平	因素			
	碳源	氮源	pH 值	温度(℃)
1	蔗糖	酵母浸粉	6	20
2	麦芽糖	蛋白胨	7	25
3	可溶性淀粉	麦麸汁	8	30

1.2.3 原种培养基配方试验 分别以高粱、玉米和小麦为主料,配方为 85% 主料、5% 麦麸、5% 锯末、2% 豆粕、1% 玉米粉、0.5% 石灰、1.5% 石膏,分别设置含水量为 55%、60%、65%。分别编号为 1(主料为高粱,含水量为 55%)、2(主料为高粱,含水量为 60%)、3(主料为高粱,含水量为 65%)、4(主料为玉米,含水量为 55%)、5(主料为玉米,含水量为 60%)、6(主料为玉米,含水量为 65%)、7(主料为小麦,含水量为 55%)、8(主料为小麦,含水量为 60%)、9(主料为小麦,含水量为 65%)。接种量以铺满袋口为准,置于 25 ℃ 培养。每隔 24 h 观察 1 次并用划线法测量、标记菌丝生长长度。连续测量直至出现某一袋长满菌丝,同时观察并记录菌丝长势,绘制折线图,每个处理设 10 个重复。

1.2.4 栽培种栽培配方试验 分别以木屑、玉米芯和锯末为主料,配方为主料 65%、20% 麦麸、10% 稻壳、3% 豆粕、1% 石灰、1% 石膏,含水量分别设置为 55%、60%、65%,其他条件同“1.2.3”节。分别编号为 1(主料木屑,含水量 55%)、2(主料木屑,含水量 60%)、3(主料木屑,含水量 65%)、4(主料玉米芯,含水量 55%)、5(主料玉米芯,含水量 60%)、6(主料玉米芯,含水量 65%)、7(主料锯末,含水量 55%)、8(主料锯末,含水量 60%)、9(主料锯末,含水量 65%)。

1.3 数据分析

试验采用 Graph Pad Prism 5 和 SPSS 软件进行图片制作和统计分析。

2 结果与分析

2.1 碳源对菌丝生长的影响

由图 1、表 2 可以看出,菌丝在葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖和可溶性淀粉 5 种碳源上均能生长,在以乳糖为碳源的培养基上,菌丝生长缓慢,长势明显

减弱,与生长速度最快、长势最好的蔗糖相比差异极显著。在以葡萄糖为碳源的培养基上,菌丝的长势也较稀疏,与蔗糖相比差异显著。在以蔗糖、麦芽糖和可溶性淀粉为碳源的培养基上,菌丝生长速度虽有差别但差异不显著。综合菌丝长势和菌丝生长速度可见,蔗糖、麦芽糖和可溶性淀粉均是菌丝可利用的较好碳源。

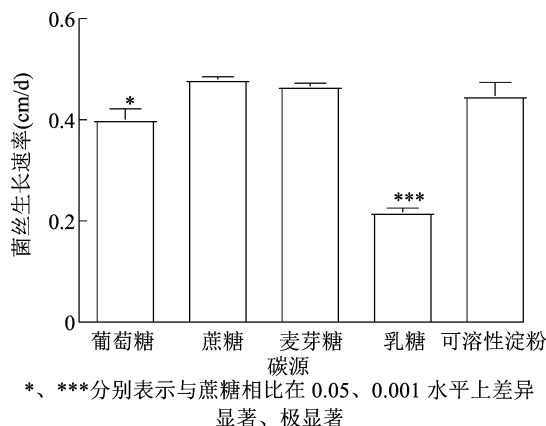
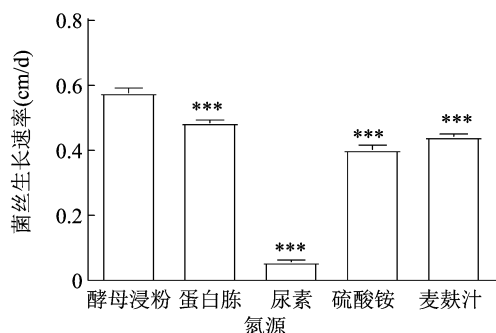


图 1 不同碳源对菌丝生长速率的影响

2.2 氮源对菌丝生长的影响

由图 2、表 2 可以看出,菌丝在酵母粉、蛋白胨、尿素、硫酸铵和麦麸汁氮源上均能生长,但在以尿素为氮源的培养基上生长极其缓慢;在以硫酸铵为氮源的培养基上菌丝生长缓慢,长势明显减弱;在以酵母粉为氮源的培养基上生长速度最快,菌丝长势最好;在以蛋白胨、麦麸汁为氮源的培养基上的长势次之;在以蛋白胨、尿素、硫酸铵和麦麸汁为氮源的培养基上的生长速度与酵母浸粉相比差异均极显著。综上,酵母浸粉是菌丝生长的最适氮源。



***表示与酵母浸粉相比在 0.001 水平上差异显著
图 2 不同氮源对菌丝生长速率的影响

2.3 pH 值对菌丝生长的影响

由图 3、表 2 可以看出,菌丝在 pH 值为 5.0 ~ 9.0 时均能生长,在此期间菌丝生长速率呈先逐渐上升后又逐渐下降的趋势,与生长速度最快、长势最好的 pH3(pH 值为 7)相比,pH2(pH 值为 6)时

的菌丝生长速率差异不显著,与其他组别相比差异极显著。

2.4 温度对菌丝生长的影响

由图 4、表 2 可以看出,菌丝在 15 ~ 35 ℃ 范围内均能生长,但在 15 ℃ 以下、35 ℃ 以上时,菌丝生长非常缓慢,菌丝长势较弱。在 25、30 ℃ 时,菌丝生长速度快、长势好。与生长速度最快、长势最好的 25 ℃ 相比,菌丝在 30 ℃ 下的生长速率差异不显著,与在 20 ℃ 下的生长速率相比差异显著,与 15、35 ℃ 下的生长速率相比差异极显著。因此得出菌丝的最适生长温度为 25 ~ 30 ℃。

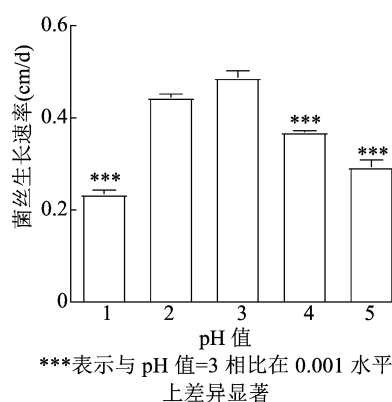


图3 不同 pH 值对菌丝生长速率的影响

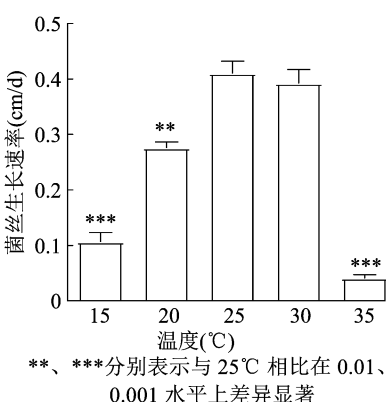


图4 不同温度对菌丝生长速率的影响

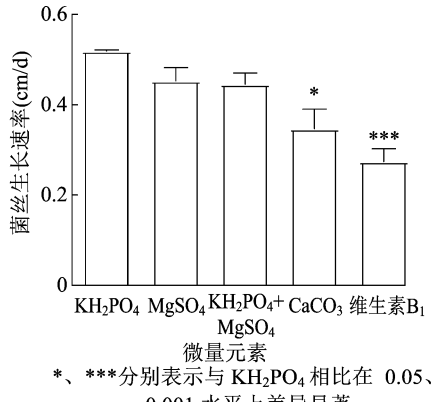


图5 不同微量元素对菌丝生长速率的影响

表 2 碳源、氮源、pH 值、温度对菌丝生长的影响

碳源			氮源			pH 值			温度 (°C)		
生长速度 (cm/d)	菌丝长势		生长速度 (cm/d)	菌丝长势		生长速度 (cm/d)	菌丝长势		生长速度 (cm/d)	菌丝长势	
葡萄糖	0.401	++	酵母粉	0.577	+++	5	0.235	+	15	0.107	+
蔗糖	0.481	+++	蛋白胨	0.485	+++	6	0.445	+++	20	0.276	+
麦芽糖	0.467	+++	尿素	0.057	+	7	0.488	+++	25	0.411	+++
乳糖	0.218	+	硫酸铵	0.403	+++	8	0.370	++	30	0.393	++
可溶性淀粉	0.448	+++	麦麸汁	0.443	+++	9	0.294	+	35	0.041	+

注:数据为 3 次重复的平均值,+++ 表示浓密,++ 表示较稀疏,+ 表示稀疏。表 3 同。

2.6 正交试验结果分析

由于单因素试验不能考虑到交互作用的影响,因此需要进行正交试验才能得出最终结果。本研究以碳源、氮源、温度、pH 值组建 4 因素 3 水平的正交试验,观察各试验菌丝的生长情况(表 3、表 4)。由表 3 可以看出,9 组试验菌丝均能生长,以第 7 组菌丝的生长速度最快、长势最好。经 SPSS 主体效应分析得出结论,各因素对菌丝生长的影响力排序为温度 > 碳源 > pH 值 > 氮源。在正交试验中,生长最快的为 7 号培养条件(碳源为可溶性淀粉,氮源为酵母浸粉,pH 值为 8,温度为 25 ℃)。

2.5 微量元素对菌丝生长的影响

由图 5 可以看出,菌丝在 0. 15% KH₂PO₄、0. 1% MgSO₄、0. 15% KH₂PO₄ + 0. 1% MgSO₄、0. 1% CaCO₃、0.05% 维生素 B₁ 为微量元素的培养基上均能生长,与生长速度最快的以 0. 15% KH₂PO₄ 为微量元素的培养基相比,0. 1% MgSO₄、0. 15% KH₂PO₄ + 0. 1% MgSO₄ 的菌丝生长速率差异不显著,与 0. 1% CaCO₃ 培养基有显著性差异,与 0. 05% VB₁ 培养基相比差异极显著。由此可见,0. 15% KH₂PO₄、0. 1% MgSO₄、0. 15% KH₂PO₄ + 0. 1% MgSO₄ 均是菌丝可利用的较好微量元素。

2.7 原种培养基配方试验结果分析

由图 6 可以看出,菌丝在供试配方上均能生长,最佳原种培养基配方为 2 号,即 85% 玉米、5% 麦麸、5% 锯末、2% 豆粕、1% 玉米粉、0.5% 石灰、1.5% 石膏、60% 含水量。与 3、5 号配方相比差异不显著,与 1 号配方相比差异显著,与 6、8 号配方相比差异极显著,与 4、7、9 号配方相比差异极显著。

2.8 栽培种栽培配方试验结果分析

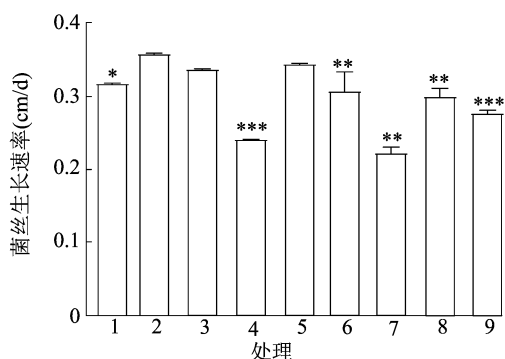
由图 7 可见,菌丝在供试配方上均能生长,最佳培养基配方为 5 号,即 65% 锯末、20% 麦麸、10% 稻壳、3% 豆粕、1% 石灰、1% 石膏、60% 含水量。与 1、

表 3 菌丝生长正交试验结果的直观分析

编号	碳源	氮源	pH 值	温度	生长速度 (cm/d)	菌丝长势
1	1	1	1	1	0.316	++
2	1	2	2	2	0.319	++
3	1	3	3	3	0.333	++
4	2	1	2	3	0.302	++
5	2	2	3	1	0.270	+
6	2	3	1	2	0.341	++
7	3	1	3	2	0.516	+++
8	3	2	1	3	0.453	+++
9	3	3	2	1	0.234	+
X_1	0.323	0.378	0.377	0.273		
X_2	0.304	0.347	0.285	0.392		
X_3	0.401	0.303	0.373	0.363		
R	0.097	0.075	0.088	0.119		

表 4 菌丝生长正交试验结果的方差分析

来源	偏差平方和	自由度	均方	F 值	显著性水平
碳源	0.047	2	0.024	17.157	0.01
氮源	0.026	2	0.013	9.446	0.01
温度	0.045	2	0.023	16.383	0.01
pH 值	0.068	2	0.034	24.887	0.01
误差	0.025	18	0.001		
总计	3.379	27			



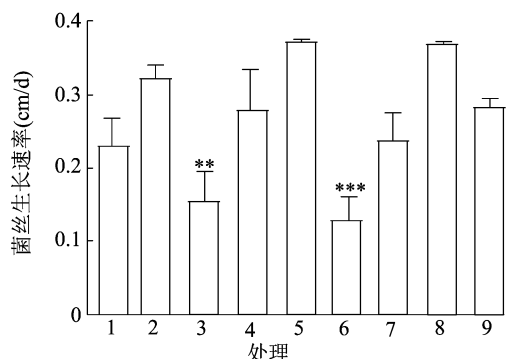
*, **, *** 分别表示与 60% 玉米相比在 0.05、0.01、0.001 水平上差异显著

图 6 不同处理对菌丝生长速率的影响

2、4、7、8、9 号培养基相比差异不显著,与 3 号培养基相比差异极显著,与 6 号培养基相比差异极显著。

3 结论

通过对杏鲍菇菌丝生长所需的碳源、氮源、温度、pH 值和微量元素的单因素试验和正交试验,得出供试范围内的适宜碳源为可溶性淀粉,适宜氮源为酵母浸粉,适宜 pH 值为 8,适宜温度为 25℃,微量元素为 KH_2PO_4 ,最佳原种培养基配方为 2 号,最佳栽培种培养基配方为 5 号。



, * 分别表示与 60% 锯末相比在 0.01、0.001 水平上差异显著

图 7 不同处理对菌丝生长速率的影响

参考文献:

- [1] 郭美英. 珍稀食用菌杏鲍菇生物学特性的研究[J]. 福建农业学报, 1998, 13(3): 44-49.
- [2] 董伟. 杏鲍菇菌株比较和主要栽培技术研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2010.
- [3] 黄年来, 吴经纶, 陈志纯, 等. 18 种珍稀美味食用菌栽培[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [4] 杜敏华. 食用菌栽培学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 8.
- [5] 郭美英. 杏鲍菇的特性与栽培技术研究[J]. 食用菌, 1998, 20(5): 11-12.
- [6] 张化朋, 张静, 刘阿娟, 等. 杏鲍菇营养成分及生物活性物质分析[J]. 营养学报, 2013, 35(3): 307-309.
- [7] 柴美清, 原佳敏, 韩鹏远, 等. 母种培养基对杏鲍菇菌丝生长的影响[J]. 山西农业科学, 2012, 40(2): 105-106, 119.
- [8] 谢福泉, 黄志龙. 杏鲍菇高产栽培技术[J]. 中国食用菌, 2000, 19(1): 23-24.
- [9] Li S Q, Shan N I P. Antioxidant and antibacterial activities of sulphated polysaccharides from *Pleurotus eryngii* and *Streptococcus thermophilus* ASCC 1275[J]. Food Chemistry, 2014, 165: 262-270.
- [10] Li X B, Fend T, Zhou F, et al. Effects of drying method on the tasty compounds of *Pleurotus eryngii* [J]. Food Chemistry, 2015, 166: 358-364.
- [11] Estrada A R, Royse D J. Yield, size and bacterial blotch resistance of *Pleurotus eryngii* grown on cottonseedhulls oak sawdust supplemented with manganese, copper and whole ground soybean [J]. Bioresour Technol, 2007, 98(10): 1898-1906.
- [12] Li S Q, Shan N P. Effects of various heat treatments on phenolic profiles and antioxidant activities of *Pleurotus eryngii* extracts [J]. Journal of Food Science, 2013, 78(8): C1122-C1129.
- [13] 王航, 张琦, 余祖华, 等. 大别山区野生羊肚菌生物学特性研究[J]. 中医药信息 2020(5): 11-17.
- [14] 扈海静, 彭炜航, 王日东. 灰拟鬼伞 *Coprinopsis cinerea* 的生物学特性研究[J]. 食用菌, 2020(4): 24-26, 32.
- [15] 杨彤, 王建瑞, 彭炜航. 珊瑚状猴头的生物学特性与培养条件研究[J]. 食药菌, 2020, 28(1): 37-41.
- [16] 陆珠, 李玉, 张波, 等. 月夜菌菌丝生长特性的初步研究[J]. 食用菌, 2017(2): 10-13.