

利用木薯秆栽培赤芝的试验

覃宝山^{1,2,3}, 赵媛娟⁴, 欧镜有^{1,2}, 覃勇荣^{1,2,3*}

¹河池学院化学与生物工程学院, 广西 河池

²河池学院广西蚕桑生态学与智能化技术应用重点实验室, 广西 河池

³河池学院广西现代蚕桑丝绸协同创新中心, 广西 河池

⁴广西合山市农村农业局, 广西 来宾

收稿日期: 2024年8月7日; 录用日期: 2024年9月3日; 发布日期: 2024年9月10日

摘要

为了充分利用广西丰富的农业资源, 提高农业综合效益, 以木薯秆为主要原料, 以桑枝秆作为对照, 设置木薯秆的占比分别为70%、55%、40%等三组, 每组再设置三个处理, 共9个处理, 进行赤芝栽培试验, 探讨木薯秆栽培赤芝的可行性和高产优质的栽培配方, 结果表明: 利用木薯秆作为主要原料栽培赤芝是可行的, 单独以木薯秆作为碳源, 或在木薯秆中添加适当的桑秆、甘蔗渣, 均能获得较好的栽培效果, 其中, 在木薯秆中添加30%的甘蔗渣栽培效果最好。

关键词

赤芝, 木薯秆, 栽培试验

Experiment on the Cultivation of *Ganoderma lucidum* with Cassava Stalk

Baoshan Qin^{1,2,3}, Yuanjuan Zhao⁴, Jingyou Ou^{1,2}, Yongrong Qin^{1,2,3*}

¹School of Chemistry and Bio-Engineering, Hechi University, Hechi Guangxi

²Guangxi Key Laboratory of Sericulture Ecology and Applied Intelligent Technology, Hechi University, Hechi Guangxi

³Guangxi Collaborative Innovation Center of Modern Sericulture and Silk, Hechi University, Hechi Guangxi

⁴Agriculture and Rural Bureau of Heshan City, Laibin Guangxi

Received: Aug. 7th, 2024; accepted: Sep. 3rd, 2024; published: Sep. 10th, 2024

Abstract

In order to fully utilize the abundant agricultural resources in Guangxi and improve the comprehensive

*通讯作者。

文章引用: 覃宝山, 赵媛娟, 欧镜有, 覃勇荣. 利用木薯秆栽培赤芝的试验[J]. 植物学研究, 2024, 13(5): 516-523.

DOI: 10.12677/br.2024.135054

agricultural benefits, cassava stalks were used as the main raw material, and mulberry branches were used as the control. Three groups of cassava stalks were set with proportions of 70%, 55%, and 40%, respectively, and three treatments were set for each group, for a total of nine treatments. The cultivation experiment of *Ganoderma lucidum* was conducted to explore the feasibility of cultivating *G. lucidum* with cassava stalks and the high-yield and high-quality cultivation formula. The results showed that using cassava stalks as the main raw material to cultivate *G. lucidum* was feasible. Using cassava stalks as a carbon source alone or adding appropriate mulberry stalks and sugarcane bagasse to cassava stalks could achieve good cultivation effects. Among them, adding 30% sugarcane bagasse to cassava stalks had the best cultivation effect.

Keywords

Ganoderma lucidum, Cassava Stalks, Cultivation Experiment

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

传统的木腐类食用菌大多数以阔叶树木屑为栽培原料, 不仅需要耗费大量的林木资源, 而且在某种程度上与林业生产和森林生态环境保护存在一定的矛盾关系, 如何协调两者之间的关系, 是当下需要解决的问题。利用作物秸秆栽培食用菌, 一方面能减缓这个矛盾, 有效解决栽培食用菌原料紧缺的问题; 另一方面也可以避免焚烧作物秸秆造成的环境污染和资源浪费[1][2]。广西地处亚热带, 气候温和, 雨量充沛, 拥有丰富的光热资源, 木薯种植面积达 221,200 hm², 木薯产量占全国的 60% 以上, 位居第一, 木薯秆年产量达 329.94 万吨[3][4]。每年产生的大量木薯秆, 除了少部分用作次年栽培的种源外, 大部分都当作废料丢弃或做柴火烧掉, 不仅造成浪费, 而且还造成环境的污染[5]。木薯是多年生木本植物, 其茎秆含有丰富的营养物质, 可作为食用菌的生产原料[6][7]。经检测, 在烘干的木薯秆成分中, 粗纤维占 51.45%, 木质素占 30.05%, 全碳占 39.54%, 全氮占 0.97%, 粗蛋白占 6.09%, 粗脂肪占 1.06%, 灰分占 3.65%, 还有维生素等多种营养成分[8], 如果将其用于食用菌栽培, 既可以节约生产成本, 又可以有效地利用资源和保护生态环境。同时, 木薯秆栽培食用菌的下脚料是很好的有机肥, 可以有效地提高土壤肥力[9]-[12]。利用木薯秆栽培食用菌是否可行, 以及食用菌产量的高低与生产工艺和食用菌品种有关。当前利用木薯秆栽培食用菌获得成功且产量较高的, 主要是平菇、木耳、草菇、鸡腿菇、秀珍菇等食用菌[13]-[18], 赤芝(*Ganoderma lucidum*)是一种经济价值较高的大型真菌, 药食同源, 利用木薯秆栽培灵芝是否可行, 能否获得优质高产, 这是值得探讨的课题。本试验立足于地方农业资源综合利用, 挖掘木薯秆的利用价值, 探讨木薯秆栽培赤芝的可行性, 筛选良好的栽培配方和栽培工艺, 为筛选优质高产的灵芝栽培技术提供理论依据, 也为进一步开发灵芝的新型培养料奠定基础。

2. 材料与方法

2.1. 实验材料

2.1.1. 供试菌株

采摘野生赤芝子实体, 采用组织分离法[18], 分离纯化得到母种, 置于低温下保存, 待用。

2.1.2. 仪器设备

YXQ-LS-18SI 型手提式压力蒸汽灭菌器、WS-500YDA 型卧式圆形压力蒸汽灭菌器、SW-CJ-1F 型超净工作台、SPX-150 型生化培养箱、海尔家用电冰箱、GZX-9030MBE 型电热鼓风干燥箱、HC-C 型电子天平等。

2.1.3. 栽培原材料及药品

木薯秆(在当地田间收集); 桑枝屑、杂木屑、甘蔗渣、麦粒、麦麸、米糠、马铃薯、石灰、稀土肥料(当地市场购买); 葡萄糖、蔗糖、石膏、琼脂等。

2.1.4. 培养基及配方

- 1) 母种培养基: 用 PDA 培养基, 即马铃薯 200 g、琼脂 20 g、葡萄糖 20 g、水 1000 mL、pH 自然。
- 2) 原种和栽培种培养基配方: 麦粒 50%、桑枝屑 30%、米糠 18%、石膏 1%、蔗糖 1%。

2.1.5. 栽培配方

以木薯秆为栽培赤芝的碳源主料, 设置不同配比的栽培配方, 具体见表 1。

Table 1. Cultivation materials and formulas (unit: %)

表 1. 栽培培养料及配方(单位: %)

编号	木薯秆	甘蔗渣	桑秆	麦麸	石灰	稀土肥料
A	70	5	0	23	1	1
B	70	0	5	23	1	1
C	70	2.5	2.5	23	1	1
D	55	15	5	23	1	1
E	55	5	15	23	1	1
F	55	10	10	23	1	1
G	40	30	5	23	1	1
H	40	5	30	23	1	1
I	40	17.5	17.5	23	1	1
CK	0	37.5	37.5	23	1	1

2.2. 试验方法

以木薯秆为主要原料栽培赤芝的技术流程及主控因素包括: 菌种制作(母种、原种、栽培种制作) - 配方选择 - 菌棒制作(拌料、装袋、灭菌、接种) - 发菌管理 - 出芝管理 - 采收时间, 等等。

2.2.1. 母种制作

在超净工作台上进行无菌条操作, 将赤芝子实体切成黄豆大小的组织块, 然后将组织块接入 PDA 斜面培养基上, 置于 25℃ 的培养箱中培养, 当菌丝长满培养基斜面时, 扩繁到 PDA 培养基中, 再次进行 25℃ 的培养, 当菌丝长满培养基斜面时, 即分离纯化得到母种。

2.2.2. 原种和栽培种制作

按原种培养基配方的比例配置好的原料, 搅拌均匀, 加入 1% 的石灰水溶液, 再次搅拌均匀, 待培养料充分吸水, 含水量达到 60% 左右时, 即可装瓶灭菌。灭菌完成后进行接种, 置于 25℃ 的条件下培养, 10 d 左右制成原种。用同样的工艺和方法, 将原种扩繁即得栽培种。

2.2.3. 菌棒制作

1) 木薯秆粉碎：木薯秆经过晾晒 2 个月后，用粉碎机将其粉碎成大小相对均匀的屑末，大小适宜，既要有利于菌丝生长又要利于透气。

2) 称料：将准备好的栽培料按照配方进行称量，栽培料(干料)用量为 40 kg/次。

3) 预湿及拌料：将栽培料混合，再将石灰和稀土肥料配置成水溶液的形式加入，进行预湿处理，补充水搅拌均匀，待培养料充分吸水后，含水量达到 65% 左右即可准备装袋。

4) 装袋及灭菌：用装袋机将培养料装入菌袋中，菌袋规格为 14 × 27 cm，每袋装料 1 kg 左右，进行高压灭菌 2 h。

5) 接种：每个配方接 24 袋，设 3 个重复，每个重复 8 袋，接种完成后，即进入发菌管理阶段。

2.2.4. 发菌管理

接种完成后，即进行菌丝培养管理。将菌棒放置于培养室中进行避光培养，加大通风，保持空气流畅，防止杂菌滋生，期间进行相关的记录和数据收集。

2.2.5. 出芝管理与采收

当菌丝长满袋且出现“黄水”时，即进行菌棒搔菌、催蕾出芝。给予合适的温度和湿度，经过 7~8 d 即可出现原基，随着子实体的生长，当菌盖不再增大，菌盖表面色泽一致，边缘出现同菌盖色泽一样的卷边圈时即可采收。

2.3. 相关指标的说明和测量

1) 菌丝在栽培料中生长速度的测定

菌丝生长速度(cm/d) = 菌棒长度(cm)/菌丝从封面到长满袋时间(d)。

2) 菌丝长势的测定

在栽培出芝过程中，观察和记录菌丝的生长速度、密度、粗细等指标。生长速度越快，密度越大，菌丝越粗，表明长势越好。

3) 子实体质量指标的测定

子实体的容重(g/mL) = 单菇重(g)/单菇体积(mL)。

4) 赤芝产量、生物学效率的测定

赤芝的单产(g/袋) = 总产量(g)/袋数(袋)。

生物学效率(%) = 鲜菇重(kg)/干料重(kg) × 100%。

3. 结果与分析

3.1. 不同配方赤芝菌丝的生长状况

在相同栽培条件下，不同配方栽培料菌丝的生长存在一定的差异，试验结果见表 2。

由表 2 可知，配方 G 和 H 的菌丝生长速度、密度、粗细和菌丝满袋时间等指标都是最好的，高于对照组；配方 I、E 次之，配方 A、B、C、D、F 表现较差。在菌丝生长阶段，培养料 C/N 要求低，N 含量越大，越有利于菌丝生长。配方 G 和 H 中木薯秆的比例相对较低，而甘蔗渣和桑秆比例较高，培养料 C/N 较低，适宜菌丝生长，因此长势最好。此外，菌丝生长与栽培料的松紧程度有关，栽培料太紧，透气性差，菌丝生长缓慢；栽培料太松，菌丝长势快，但稀疏无力。一般情况下，栽培料松紧度要适宜，菌袋原料最好是上紧下松，确保菌丝的生长状况良好。配方 G 和 H 因含有较高的甘蔗渣和桑秆，增加菌棒的蓬松度，栽培料松紧适宜，透气性好，这也是菌丝长势好的原因。

Table 2. Growth status of mycelium with different formulations**表 2.** 不同配方菌丝的生长状况

处理	萌动日期	封面日期	满袋日期	吃料时间/d	长速/mm·d ⁻¹	菌丝密度	菌丝粗细
A	3.8	3.12	4.28	47	4.26	+++	细
B	3.8	3.11	4.25	45	4.44	++	较细
C	3.8	3.11	4.25	45	4.44	+++	较细
D	3.8	3.11	4.27	47	4.26	++	细
E	3.8	3.11	4.20	40	5.00	++++	较粗
F	3.8	3.10	4.23	44	4.55	+++	较粗
G	3.8	3.10	4.15	36	5.56	+++++	粗
H	3.8	3.10	4.15	36	5.56	+++++	粗
I	3.8	3.10	4.17	38	5.26	++++	较粗
CK	3.8	3.11	4.20	40	5.00	++++	较粗

注：① 密度用“+”号表示，“+”号越多，表示密度越好；② 菌丝粗细分为粗、较粗、细、较细四个等级。

3.2. 不同配方赤芝的生长周期

不同配方栽培料赤芝的生长周期各有长短，在菌丝满袋、原基出现、子实体形成、生长周期等方面所需要的时间也不相同，试验结果见表 3。

Table 3. Comparison of growth cycles of *Ganoderma lucidum* with different formulations (unit: d)**表 3.** 不同配方的赤芝生长周期比较(单位: d)

配方	菌丝满袋	出现原基	子实体形成	生长周期
A	53	10	33	96 ^{aA}
B	50	10	30	90 ^{bB}
C	50	10	30	90 ^{bB}
D	52	10	32	94 ^{aA}
E	45	10	29	84 ^{cC}
F	48	10	26	84 ^{cC}
G	40	9	25	74 ^{eD}
H	40	8	27	75 ^{eD}
I	42	8	27	77 ^{dD}
CK	45	9	29	83 ^{cC}

注：表中数据不同小写字母表示差异显著($p < 0.05$)，不同大写字母表示差异极显著($p < 0.01$)，下同。

根据表 3 可知，在上述配方中，配方 A、B、C、D 菌丝满袋的时间较长，达 50 d 以上，均高于对照组，配方 G、H、I 菌丝满袋的时间较短，低于对照组；从开袋至原基出现的时间在 8~10 d 之间，无明显差异；G 配方子实体形成最快，仅需要 25 d，其他配方子实体形成在 26~33 d 之间；配方 G、H、I 的整个生长周期最短，A、D 配方生长周期最长，达到 94 d 以上；由差异性分析可知，配方 G 和 H 差异不显著，在 10 个处理中，木薯秆比例越高，赤芝生长周期越长。

3.3. 不同配方赤芝子实体的性状特征

不同配方赤芝子实体的性状特征各不相同，品质各异，试验结果见表 4。

Table 4. Characteristics of subentities with different formulations

表 4. 不同配方子实体的性状特征

处理	菌盖直径/cm	菌盖厚度/cm	单菇重/g	单菇体/mL	容重/g·mL ⁻¹
A	10.0~12.5	0.50~0.90	18.90	27	0.70 ^{AA}
B	9.00~12.0	0.60~1.30	21.60	36	0.60 ^{CC}
C	9.00~11.0	0.80~1.00	34.22	58	0.59 ^{cdC}
D	10.0~11.5	0.80~1.10	25.35	39	0.65 ^{bAB}
E	9.50~10.5	0.70~1.50	29.72	48	0.62 ^{cB}
F	9.50~11.0	0.70~1.30	32.66	46	0.71 ^{AA}
G	10.0~12.5	1.00~1.45	36.56	35	0.67 ^{abAB}
H	9.50~11.5	0.60~1.40	23.20	40	0.58 ^{cdC}
I	10.5~13.0	0.70~1.10	21.45	39	0.55 ^{dCD}
CK	10.0~12.5	0.90~1.20	33.32	49	0.68 ^{abAB}

由表 4 可知，除了配方 I 菌盖直径比较大之外，其余的菌盖直径相差不大；菌盖最厚的是 E 配方，长达 1.50 cm，最薄的 A 配方仅为 0.50 cm，菌盖厚度受 CO₂ 浓度影响较大；在单菇体积、单菇容重比较中，C 配方达到了 58 mL，容重最大的是 F 配方，达到了 0.71 g/mL。从差异性比较可以看出，各配方栽培的赤芝容重差异都比较大，尤其是 A 与 B、E 与 F 之间的差异尤为明显。

3.4. 不同配方赤芝的产量、生物学效率和商品性状

赤芝的产量、生物学效率和商品性状以未受杂菌感染的菌棒上的头潮菇来观察、记录与计算，受杂菌感染的菌棒不计入内。各配方赤芝的产量、生物学效率和商品性状见表 5。

Table 5. Comparison of yield, biological efficiency, and commercial characteristics of *Ganoderma lucidum* with different formulations

表 5. 不同配方的赤芝产量、生物学效率和商品性状比较

处理	总产量/g	出菇袋数	平均单产(g/袋)	生物学效率/%	商品性状
A	410.40	19	21.60	2.16	芝体细小、柄长盖薄、菌盖半圆形
B	428.40	18	23.80	2.38	芝体细小、柄长盖薄、菌盖半圆形
C	760.62	21	36.22	3.62	芝体粗壮、柄短盖厚、菌盖扇形
D	567.00	20	28.35	2.84	芝体粗壮、柄短盖厚、菌盖扇形
E	674.40	20	33.72	3.37	芝体细小、柄长盖薄、菌盖半圆形
F	748.86	21	35.66	3.57	芝体粗壮、柄短盖厚、菌盖扇形
G	770.64	21	40.56	4.06	芝体粗壮、柄短盖厚、菌盖扇形
H	554.40	22	25.20	2.52	芝体细小、柄长盖薄、菌盖半圆形
I	471.45	21	22.45	2.25	芝体细小、柄长盖薄、菌盖半圆形
CK	746.40	20	37.32	3.73	芝体粗壮、柄短盖厚、菌盖扇形

注：赤芝的产量以干重进行计算。

由表 5 可知,从产量、生物学效率和商品性状方面来看,配方 G 的最好,高于对照组,配方 C、F 的较好,与对照组接近,配方 A 最差。配方 G 栽培料中甘蔗渣比例较高,C/N 适中,有利于原基分化和子实体形成,所以配方 G 的总产量和生物学效率最高。相反,其他配方甘蔗渣比例较低,因而总产量和生物学效率也较低。另外,配方 H 有 22 袋菌棒出菇,出菇率最高,配方 A、B 的出菇率较低。这是因为有一部分菌棒被杂菌感染,未能正常出菇。菌棒感染杂菌的原因有两种:一是在预湿和拌料过程中,由于搅拌不均匀,导致个别菌棒水分过多,栽培料发酸,被杂菌感染;二是在接种或菌丝培养过程中操作不当,导致感染杂菌。

4. 讨论

本试验利用木薯秆栽培赤芝获得成功,并获得木薯秆栽培赤芝的相关数据,为实现木薯秆在食用菌栽培领域资源化应用提供新的理论依据,为进一步开发赤芝新型的培养料奠定基础。试验发现,菌丝长势好、生长周期短的,子实体的菌柄长,菌盖薄,色泽浅,有畸形菇;生长周期较长的,子实体色泽呈深棕色,菌盖厚实,菇体圆正,这与其他学者的研究结果一致[19]。此外,发现桑枝秆含量较多的栽培配方,子实体容重较大,子实体具有色泽好,菌盖厚,商品性状好等优点,这可能是桑枝秆质地比较致密的结果。因为不同原料作基质栽培的赤芝,子实体的商品性状有明显差异,这与所用原料质地有关。原料的结构越结实,质地越紧密,灵芝产量越高、芝盖大且厚实,多糖含量越高,因此,利用木薯秆栽培赤芝,要想获得高产优质的栽培效果,应考虑适当添加一些质地坚硬致密原材料,这为木薯秆栽培高产优质的赤芝提供一条新的思路,也有待于下一步试验进行验证。

5. 结论

本试验利用木薯秆作为栽培赤芝的主要原料,设置木薯秆占比分别为 70%、55%、40% 等三组,每组再设置三个处理,共 9 个处理,并以桑枝秆作为对照栽培赤芝。结果表明,利用木薯秆作为主料、麦麸为辅料栽培赤芝是可行的,单独以木薯秆作为碳源物质,或在木薯秆中添加适当的桑秆、甘蔗渣均能获得较好的栽培效果。相比之下,木薯秆占比低的配方,赤芝栽培效果更好,说明以木薯秆为主要原料栽培赤芝,需要适当添加一些其他原料,才能获得较高的生物学效率,其中,在木薯秆中添加 30% 的甘蔗渣,栽培效果最好,菌丝长势好,生长周期短,总产量和生物学效率高。

基金项目

河池市中央引导地方科技发展资金项目(河科 ZY230301),桂西北地方资源保护与利用工程中心(桂教科研[2012]9 号),河池学院高层次人才科研启动费项目(XJ2018GKQ015, XJ2018GKQ016)。

参考文献

- [1] 吴章荣,卢玉文,梁云,等.木薯秆屑代料栽培杏鲍菇配方试验[J].食用菌,2014,36(1):36-37.
- [2] 陈丽新,黄卓忠,陈振妮,等.纯木薯废弃物栽培平菇的配方优化及效益分析[J].南方农业学报,2014,45(8):1424-1428.
- [3] 广西壮族自治区统计局.广西统计年鉴 2009 [M].北京:中国统计出版社,2009.
- [4] 李秋菊.广西秸秆综合利用研究[D]:[硕士学位论文].南宁:广西大学,2013.
- [5] 卢玉文.广西利用木薯秆栽培食用菌的发展前景[J].广西热带农业,2009(3):49-50.
- [6] 林立铭,张振文,蔡坤,等.不同基质对食用菌产量的影响研究[J].热带作物学报,2017,38(11):2008-2013.
- [7] 吕作舟.食用菌栽培学[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [8] 黄雪星,李杰,李发盛,等.木薯茎秆栽培毛木耳技术[J].食用菌,2016,38(1):55-56.

-
- [9] 陈丽新, 黄卓忠, 陈振妮, 等. 适宜广西原料栽培的高温平菇优良菌株筛选试验[J]. 西南农业学报, 2016, 29(7): 1566-1572.
- [10] 覃晓娟, 张野, 仇惠君, 等. 以木薯杆屑为主料的毛木耳栽培配方筛选及其经济效益分析[J]. 西南农业学报, 2017, 30(2): 421-425.
- [11] 苏启苞, 刘传森. 利用木薯杆、木薯渣栽培真姬菇试验[J]. 中国食用菌, 2008, 27(4): 59, 61.
- [12] 苏启苞. 木薯杆屑、木薯渣栽培杏鲍菇的研究[J]. 中国食用菌, 2007, 26(3): 22-23.
- [13] 陈丽新, 陈振妮, 黄卓忠, 等. 木薯产业废弃物栽培毛木耳的配方优化试验[J]. 中国食用菌, 2014, 33(6): 32-34.
- [14] 黄雪星, 李发盛, 何达崇. 木薯杆栽培鸡腿菇的配方试验[J]. 农业研究与应用, 2015(6): 17-20.
- [15] 陈国龙, 秦延春, 卢玉文, 等. 木薯杆栽培秀珍菇不同麦麸添加量配方试验[J]. 现代农业科技, 2016(11): 88, 90.
- [16] 吴圣进, 王灿琴, 王茜, 等. 木薯渣熟料袋栽草菇配方试验[J]. 食用菌, 2014, 36(3): 32-33.
- [17] 殷宇腾, 吴红燕. 我国农林废弃物栽培食用菌研究进展[J]. 现代农业科技, 2020(22): 44-45.
- [18] 王贺祥, 刘庆洪. 食用菌栽培学[M]. 第2版. 北京: 中国农业大学出版社, 2014.
- [19] 吕明亮, 应国华, 斯金平. 基质对椴木灵芝栽培外观与产量的影响[J]. 中国食用菌, 2008, 27(5): 22-24.