

毛久庚,肖旭,赵荷娟. 中药渣培养料优化对草菇品质与产量的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(11):265-267.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.11.095

中药渣培养料优化对草菇品质与产量的影响

毛久庚,肖旭,赵荷娟

(江苏丘陵地区南京农业科学研究所,江苏南京 210042)

摘要:以南京金陵制药厂生产脉络宁的废弃渣为主要原料,通过添加不同比例的稻草、生石灰、增产剂,调节中药渣的 C/N 比、pH 值、营养物质含量,科学优化草菇培养料,并以棉籽壳加稻草、生石灰、尿素制成的培养料为对照,进行草菇栽培试验。结果表明,中药渣、稻草、石灰、增产剂按质量比 74:20:2:4 复配的培养料,pH 值、C/N 比适中,营养丰富,含草菇生长所需的 C、N、P、K、Ca、Mg、S、Zn、B、维生素 B₁、活性酶,将其用于栽培草菇,菌丝生长势强,生长速度快,出菇整齐,草菇朵大肉厚,生物转化率最高,达 39.3%,比对照提高了 11.2%,差异达显著水平;草菇品质大大改善,矿物磷、钾及粗蛋白质、维生素 C、粗脂肪、总黄酮含量均比对照提高,粗纤维含量比对照下降。

关键词:中药渣;草菇;品质;产量

中图分类号:S646.1⁺30.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)11-0265-03

草菇具有鲜美的肉质、丰富的营养以及特有的保健功能,深受人们喜爱。栽培草菇技术简单,投资少,效益高,成为农民快速致富的途径^[1]。但由于传统草菇栽培技术以棉籽壳、废棉为主要原料,以稻草、麦秆、玉米芯、麦麸等为辅助原料复配的培养料,栽培草菇在产量、质量上难以突破。南京金陵制药厂生产脉络宁的废弃渣,酸碱度适中,有机碳、氮、磷、钾等营养元素含量较高,可为食用菌生长提供充足养分,据分析,中药渣含铅(Pb)9.91 mg/kg、铬(Cr)14.61 mg/kg、镉(Cd)0.097 mg/kg、砷(As)0.429 mg/kg、汞(Hg)0.12 mg/kg,均不超标^[2],对环境和食用菌不会造成污染,该残渣还富含三萜皂苷类和黄酮类物质,是栽培食用菌的优质原料。本研究以该中药渣为主要原料,通过添加不同比例的稻草、石灰、增产剂,调节中药渣的 C/N 比、pH 值和营养物质,科学优化草菇培养料,旨在进一步提高草菇品质和产量。

1 材料与方法

1.1 供试原料

中药渣(南京金陵制药厂生产脉络宁后的新鲜废弃药渣)、稻草、棉籽壳、石灰、尿素等,各原料化学性状见表 1。

表 1 供试原料的化学性状

培养料	pH 值	有机碳 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	全 K (g/kg)	C/N 比
中药渣	6.89	419	24.9	7.8	11.3	16.8
棉籽壳	6.20	416	11.4	7.1	11.3	36.5
稻草	6.75	457	6.3	1.1	8.5	72.5
生石灰	12.70					
尿素	7.30		460			

增产剂:维生素 B₁ 0.006%、普钙 20%、生石灰 50%、硫酸镁 2%、硫酸锌 0.4%、硼肥 0.2%、三十烷醇 0.4%、淀粉

27% 混合。

增温发酵剂由南京农业大学提供,主要由放线菌-娄氏链霉菌、细菌-地衣芽孢杆菌吸附发酵而成,是一种复合生物制剂,活菌数≥1 亿/g,纤维素酶活≥30 U/g,蛋白酶活≥15 U/g。

1.2 试验设计

以 V23(江苏省江南食用菌研究所提供)为供试品种,2011 年 7 月至 2012 年 9 月在南京金陵绿谷科技园区进行试验。

1.2.1 培养料优化 以中药渣为主料,稻草、石灰等为辅料,根据草菇对培养料理化性状要求,设置 6 个处理,以棉籽壳加稻草、尿素、石灰为对照,每个处理面积 5 m²,重复 3 次,各处理配方见表 2。

表 2 草菇培养料优化配方

处理	质量比例(%)					
	中药渣	棉籽壳	稻草	尿素	石灰	增产剂
1	88		10		2	
2	78		20		2	
3	76		20		2	2
4	74		20		2	4
5	72		20		2	6
6	58		40		2	
CK		77	20	2	2	

1.2.2 培养料处理方法 把含水量 80% 的新鲜中药渣初步粉碎,晾晒至含水量 50% 左右,再粉碎,之后调节含水量至 65%~70%,对照处理棉籽壳含水量也调至 65%~70%,接入增温发酵剂 1 kg/m³,建堆覆盖发酵,第 2~3 天第 1 次翻堆,分别按比例加入经过粉碎、用 4%~5% 石灰水浸泡 4~5 h 沥干后的稻草和石灰,对照同时加入尿素拌匀覆盖发酵,2 d 后第 2 次翻堆,翻堆时须加入增产剂的处理按比例加入增产剂,闷 1 d 后即可趁热上架栽培草菇。

1.2.3 上架栽培与管理 栽培采用室内层架式栽培,1 m² 按干料质量 10 kg、厚度 5~6 cm 铺料,接种量为干料重的 3%~5%(菌种以湿质量计),撒播,分散均匀不成团,栽培过

收稿日期:2014-08-13

基金项目:江苏省“333”高层次人才培养工程(编号:20100903)。

作者简介:毛久庚(1962—),男,江苏丹阳人,研究员,主要从事农业废弃物资源化利用技术研究。E-mail:nj62@163.com。

程中按草菇栽培要求进行统一管理,共采 2 潮菇。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 草菇生长 菌丝生长势测定:待菌丝铺满栽培料表面时,观察菌丝生长势,菌丝生长势一般包括菌丝密度、粗细、颜色。菌丝生长势分 3 级:一级生长势,菌丝粗、密、浓白,生活力强,用“+++”表示;二级生长势,菌丝较粗、密、白,生活力较强,用“++”表示;三级生长势,菌丝细、稀、较白,生活力弱,用“+”表示。菌丝生长速度=栽培床上栽培料高度/菌丝长满时间^[3]。草菇子实体的菌盖直径、菌柄长以及菌柄粗用刻度尺测量,单菇质量用 1% 天平测量。

1.3.2 草菇品质

1.3.2.1 样品处理 测定磷、钾、粗蛋白质、总黄酮、粗脂肪、粗纤维时的样品处理是将头潮菇采下后洗净切成小块,50℃ 鼓风干燥 6 h 以上,待样品半干后再逐步提高到 80℃,烘干至恒重,冷却后粉碎,装入磨口瓶中备用。测定维生素 C 时的样品处理是将头潮菇采下后洗净表面污物,吸干水备用。

1.3.2.2 磷、钾、粗蛋白质测定方法^[4] 取样品 0.2~0.5 g,采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮法制得氮、磷、钾待测液,钒钼黄吸光度法测磷含量;火焰光度法测钾含量;微量凯氏定氮法测氮含量,按照换算系数(N×4.38)换算成粗蛋白质。

1.3.2.3 总黄酮测定方法 取样品 2 g,按料液比 1 g:6 mL 加入 60% 乙酸,在 60℃ 恒温水浴箱中浸提 6 h 后过滤,制得

待测液,采用灌注色谱(Perfusion Chromatography)测定^[5]。

1.3.2.4 维生素 C 测定方法 取样品 50 g,加等量 2% 草酸溶液,捣碎,测定时称取 10 g 浆状样品,用 1% 草酸溶液稀释过滤,制得待测液,采用 2,6-二氯酚酚滴定法^[6]测定。

1.3.2.5 粗脂肪、粗纤维测定方法 粗脂肪采用索氏脂肪抽提法^[7]测定。粗纤维按照 GB 5009.10—2003《植物类食品中粗纤维的测定》^[8]测定。

1.3.3 生物转化率 1 m² 按干料质量 10 kg,接种量为干料重的 3%~5% (菌种以湿质量计),均匀点播,采收时按 1 m² 统计每潮菇的产量,并按以下公式计算得生物转化率:

生物转化率 = 鲜菇质量/干料质量 × 100%^[9]。

2 结果与分析

2.1 中药渣培养料优化与质量

由表 3 可见,纯药渣含有丰富的有机碳和氮、磷、钾营养,pH 值中性,C/N 比 16.8,大孔隙比例适中,养分含量明显高于 CK,pH 值、C/N 比低于 CK。处理 1、2、6 经过优化后,随着稻草含量的增加,有机碳含量逐渐增加,全 N、全 P、全 K 含量逐渐下降,pH 值、C/N 比逐渐提高,总孔隙、大孔隙比例没有变化。当稻草用量增加到 20% 时,全 N、全 P、全 K 含量高于 CK,pH 值、C/N 比较适中。当稻草含量增至 40% 时,全 N、全 P、全 K 含量低于 CK,pH 值较适中,C/N 比高于 CK。

表 3 不同处理下的培养料理化性状

处理	有机碳 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	全 K (g/kg)	pH 值	C/N 比	总孔隙 (%)	大孔隙 (%)
纯药渣	419	24.9	7.8	11.3	6.9	16.8	70~75	20~25
1	423	21.9	7.4	9.3	8.2	19.3	70~75	20~25
2	427	16.3	7.2	8.5	8.2	26.2	70~75	20~25
6	438	11.1	6.5	7.4	8.3	39.5	70~75	20~25
CK	426	14.3	6.8	8.3	7.8	29.7	70~75	20~25

2.2 中药渣培养料优化与草菇菌丝和子实体生长

由表 4 可见,将处理 1、2、6、CK 相比较,当稻草比例为 10%~20% 时(处理 1、2),随着稻草加入量的增加,菌丝生长势较强,菌丝的生长速度、菌柄长度、菌盖直径、菌柄粗等指标均高于 CK;当稻草加入量为 20% 时(处理 2),上述各项指标达到最高;当稻草加入比例再增加达到 40% 时(处理 6),菌丝生长受抑制,菌丝生长势弱,菌丝生长速度、菌柄长度、菌盖直径、菌柄粗等均低于 CK。将处理 2、3、4、5、CK 相比较,随着增产剂用量的增加,菌丝生长势增强,菌丝生长速度加快,菌柄长度、菌盖直径、菌柄粗增加,当增产剂加入量为 4% 时(处理 4),上述各项指标达到最优,明显高于处理 2 和 CK;当增产剂加入量增加到 6% 时(处理 5),菌丝生长受抑制,各项指标均低于处理 2,与 CK 接近。

2.3 中药渣培养料优化与草菇产量

由表 5 可见,将处理 1、2、6、CK 相比较,当稻草加入比例为 10%~20% 时(处理 1、2),随着稻草加入量增加,单菇质量、单位面积鲜菇产量、生物转化率逐渐提高,均高于 CK,但未达显著水平。当稻草加入比例再增加达到 40% 时(处理 6),单菇质量、单位面积鲜菇产量、生物转化率均减少,并低于 CK,虽与 CK 未达显著差异,但与处理 1、2 差异达显著水平。将处理 2、3、4、5、CK 相比较,随着增产剂用量增加,单菇质量、单位面积鲜菇产量、生物转化率逐渐提高;当增产剂加

表 4 不同处理下草菇菌丝和子实体生长情况

处理	菌丝长势	菌丝生长速度 (mm/d)	菌柄长度 (mm)	菌盖直径 (mm)	菌柄粗 (mm)
1	++	12.2	44	28	20
2	++	12.8	47	30	23
3	++	13.2	50	32	26
4	+++	13.9	58	35	30
5	++	11.8	41	25	18
6	+	9.2	36	21	17
CK	++	11.0	41	21	18

入量为 4% 时(处理 4),单菇质量(26.9 g)、单位面积鲜菇产量(3 930 g)、生物转化率(39.3%)均达最高,生物转化率比 CK 提高了 11.3%。当增产剂加入量增加到 6% 时(处理 5),单菇质量、单位面积鲜菇产量、生物转化率下降,均低于处理 2。

2.4 中药渣培养料优化与草菇品质

由表 6 可见,处理 4(中药渣优化培养料)栽培的草菇品质比 CK 明显改善,P、K、粗蛋白质、粗脂肪、维生素 C、总黄酮含量均比 CK 高,提高幅度为 15%~20%。粗纤维含量低于 CK,降幅在 20% 左右。

3 结论与讨论

3.1 中药渣培养料优化与质量

草菇生长除需要碳、氮、磷、钾营养外,还须要补充一些有

表 5 不同处理对草菇产量的影响

处理	单菇质量 (g)	鲜菇产量 (g/m ²)	生物转化率 (%)
1	22.8ab	3 380ab	33.8ab
2	23.6ab	3 520ab	35.2ab
3	25.2ab	3 580ab	35.8ab
4	26.9a	3 930a	39.3a
5	22.3b	3 100b	31.0b
6	20.5c	2 580c	25.8c
CK	21.8bc	2 800bc	28.0bc

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

表 6 不同培养料对草菇品质的影响

处理	P	K	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	总黄酮	维生素 C
4	14.1	31.0	337	41.0	155	7.82	2.28
CK	12.3	26.8	299	35.2	184	6.63	1.83

注:表中数据均以干基计。

助于草菇生长的维生素 B₁、钙、镁、锌、硼、活性酶等^[1,10],而且对培养料的 pH 值、C/N 比也有一定要求。陶鸿等报道,草菇生长发育要求 pH 值在 8~8.5 之间最佳^[11];王惠萍报道,草菇生长发育的适宜 pH 值为 7.2~7.5,适宜 C/N 比 25~30^[12]。本研究表明,中药渣中氮、磷、钾养分丰富,但 pH 值为 6.9,C/N 比为 16.1,均偏低,当加入 20% 稻草、2% 生石灰、4% 增产剂优化后,有机碳、全 N、全 P、全 K 含量分别为 427、16.3、7.2、8.5 g/kg,明显高于 CK,还含 Ca、Mg、S、Zn、B、维生素 B₁、活性酶,pH 值为 8.2,C/N 比为 26.5,完全在草菇生长发育的适宜范围内。当稻草含量达 40% 时,不但养分含量低于 CK,且 C/N 比达到 39.5,超过草菇生长发育适宜的范围。

3.2 中药渣培养料优化与草菇菌丝和子实体生长

培养料中的养分、pH 值、C/N 比与草菇菌丝和子实体生长密切相关,本研究中在培养料中加入石灰、稻草、增产剂,是为了将培养料中的养分、pH 值、C/N 比调至最佳。当加入 20% 稻草、2% 石灰时(处理 2),因培养料的养分含量高于 CK,pH 值为 8.2,C/N 比为 26.5,适宜草菇生长发育,促进了草菇菌丝和子实体的生长,体现为菌丝生长速度快、生长势强、草菇朵大肉厚,优于 CK。当加入 40% 稻草、2% 石灰时(处理 6),因培养料的养分含量低于 CK,pH 值为 8.3,C/N 比为 39.5,该条件下草菇菌丝和子实体生长受抑制。

在培养料中补充维生素 B₁、钙、镁、锌、硼、活性酶等,有利于草菇菌丝和子实体生长。本研究中补充的增产剂,就是为了平衡草菇培养料中的维生素 B₁、钙、镁、锌、硼、活性酶等营养。在处理 2 的基础上分别设置 3 个增产剂处理,当其加入量为 4% 时,菌丝生长势、生长速度、子实体生长最佳,当其用量达到 6% 时,反而抑制菌丝生长势和生长速度,影响子实体生长。这与卜文文的研究结果^[13]完全吻合。

3.3 中药渣培养料优化与草菇产量、品质

草菇菌丝及子实体的生长与草菇产量和生物转化率呈一定正相关^[13]。当加入 20% 稻草、2% 石灰时(处理 2),因草菇菌丝和子实体的生长优于 CK,使单菇质量、单位面积鲜菇产量、生物转化率均高于 CK;当加入 40% 稻草、2% 石灰时(处理 6),因草菇菌丝和子实体生长受抑制,使单菇质量、单位面

积鲜菇产量、生物转化率均低于 CK。处理 1、2、6 与 CK 产量差异未达显著水平,处理 6 与处理 1、2 差异达显著水平,也充分说明高 C/N 比的培养料比低 C/N 比的培养料对草菇产量影响更大。

适当添加增产剂可以促进菌丝和子实体的生长,提高其产量,过量添加增产剂抑制菌丝和子实体的生长^[13]。当增产剂用量为 2% 时,草菇产量与 CK 差异不明显;增产剂加入量为 4% 时(处理 4),草菇产量最高,生物转化率达 39.3%,比 CK 提高了 11.3%,虽与处理 2、3 差异不显著,但与 CK、处理 5 差异显著;当增产剂加入量增加到 6% 时(处理 5),单菇质量、单位面积鲜菇产量、生物转化率下降,均低于处理 2;处理 2、3、5、CK 间差异不显著。这说明过量加入增产剂比少量加入增产剂对草菇产量影响更大。

与 CK 相比,优化后的中药渣培养料质量提高,使菌丝和子实体生长良好,吸收营养和转化营养的速度加快,才会使草菇的 P、K、粗蛋白质、粗脂肪、维生素 C、总黄酮含量增加,粗纤维降低,品质改善。

本研究表明,中药渣、稻草、石灰、增产剂按质量比 74:20:2:4 复配的培养料,pH 值、C/N 比适中,营养丰富,含草菇生长所需的 C、N、P、K、Ca、Mg、S、Zn、B、维生素 B₁、活性酶;将其用于栽培草菇,菌丝生长势强,生长速度快,出菇整齐,朵大肉厚,生物转化率最高,达 39.3%,比 CK 提高了 11.2%,差异达显著水平。草菇品质大大改善,矿物磷、钾及粗蛋白质、维生素 C、粗脂肪、总黄酮含量高于 CK,提高幅度为 15%~20%。粗纤维含量比 CK 下降,降幅约 20%。

参考文献:

- [1] 郑国扬,廖汉泉. 中国草菇生产[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [2] 周达彪,唐懋华. 中药渣农业循环利用模式产业化探讨[J]. 上海蔬菜,2007(6):112-114.
- [3] 张长铠. 碳氮比与食用菌菌丝的生长繁殖[J]. 食用菌,1988(1):13.
- [4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2008.
- [5] 石红旗,缪锦来,韩丽,等. 银杏叶提取物中总黄酮测定方法的研究[J]. 食品科学,2002,23(4):105-107.
- [6] 国家质量监督检验检疫总局. GB 6195—1986 水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚测定法)[S]. 北京:中国标准出版社,1986.
- [7] 国家质量监督检验检疫总局. GB 15674—2009 食用菌中粗脂肪含量的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [8] 卫生部. GB 5009.10—2003 植物类食品中粗纤维的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [9] 谢凌慧,陶鸿,董伟,等. 杏鲍菇不同培养料高效栽培技术的研究[J]. 安徽农业通报,2009(12):32-34,80.
- [10] 吴惧. 植物生长调节剂在食用菌上的应用概况[J]. 中国食用菌,1992,11(5):5-7.
- [11] 陶鸿,刘艳君,滕德斌. 环境因子对草菇生长发育影响的灰色综合评判[J]. 生物数学学报,1998(2):253-256.
- [12] 王惠萍. 草菇套袋无公害栽培技术[J]. 农业科技与信息,2005(9):31.
- [13] 卜文文. 不同菌糠对草菇菌丝生长和产量效应的影响[D]. 合肥:安徽农业大学,2012.