

草红花秸秆栽培鸡腿菇试验

国淑梅¹, 王麟莹¹, 丁洪凤¹, 聂君悦¹, 牛贞福¹, 李孟杰², 魏剑锋¹, 王庆华³

(1. 山东农业工程学院 济南 250100; 2. 山东伟梦农业科技有限公司 山东东明 274599;

3. 淄博益君农业发展股份有限公司 山东淄博 255208)

摘要:为研究草红花秸秆对鸡腿菇菌丝和子实体性状的影响,以特白36鸡腿菇品种为试验材料,以传统配方(棉籽壳30%、玉米芯55%、麸皮10%、石灰5%)为对照,通过栽培料中添加5%、10%、15%、20%、30%的草红花秸秆等比例替代传统无配方基质,对鸡腿菇菌丝性状、产量性状、外观性状、营养成分和氨基酸含量进行测定和相关性分析。结果表明,添加草红花秸秆的培养料,鸡腿菇菌丝萌发速率、满袋率、鲜菇产量、菇体密度、菌柄直径与对照相比均有所升高。其中,添加15%草红花秸秆的培养料(T3)鸡腿菇产量最高,生物学效率为101.25%,相较于对照提高39.18%;转潮时间最短,为2.33 d;菇体密度最大,为0.85 g·mL⁻¹;菌盖占比小,为总长的0.265;子实体中还原糖、粗多糖、总糖含量(w,后同)均最高,分别为3.87%、10.70%、28.79%;粗纤维含量最低,为3.19%;必需氨基酸、药用氨基酸、总氨基酸含量均最高,分别为8.23、10.01、18.263 g·100 g⁻¹。综上,添加草红花秸秆能促进鸡腿菇菌丝的生长,提高子实体产量和营养成分含量,尤其是药用成分含量,草红花秸秆是栽培鸡腿菇的优良基质,其中添加15%的处理效果最佳。

关键词:鸡腿菇;草红花秸秆;新型栽培基质

中图分类号:S646

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2025)06-188-06

Experiment on cultivating *Coprinus comatus* with grass safflower straw

GUO Shumei¹, WANG Linying¹, DING Hongfeng¹, NIE Junyue¹, NIU Zhenfu¹, LI Mengjie², WEI Jianfeng¹, WANG Qinghua³

(1. Shandong Agriculture and Engineering University, Jinan 250100, Shandong, China; 2. Shandong Weimeng Agricultural Science and Technology Co., Ltd., Dongming 274599, Shandong, China; 3. Zibo Yijun Agricultural Development Co., Ltd., Zibo 255208, Shandong, China)

Abstract: To study the effect of grass safflower straw on the mycelium and fruiting body characteristics of *Coprinus comatus*, the experiment used the variety Tebai 36 as experimental material. Traditional formulation (30% cottonseed husk, 55% corncob, 10% bran and 5% lime) was used as the control. Grass safflower straw was added to the cultivation substrate at 5%, 10%, 15%, 20% and 30%, and the mycelium, yield, appearance, nutrients and amino acid content of *Coprinus comatus* were measured and analyzed for correlation. The results showed that mycelial germination rate, mycelium full bag rate, yield, mushroom density and stipe diameter of *Coprinus comatus* were increased in the culture medium with the addition of grass safflower straw compared to the control. Among them, the culture medium with 15% safflower straw had the highest yield of *Coprinus comatus*, with a bioconversion rate of 101.25%, which was 39.18% higher than that of the control. The shortest turning time was 2.33 d, and the maximum fruit body density was 0.85 g·mL⁻¹. The proportion of cap was low at 0.265 of the total length. The content of reduced sugars, polysaccharides, and total sugars in the fruiting bodies was the highest at 3.87%, 10.70% and 28.79%, respectively. The crude fibre content was the lowest at 3.19%. The content of essential amino acids, medicinal amino acids, and total amino acids was highest at 8.23, 10.01 and 18.263 g·100 g⁻¹, respectively. In conclusion, the addition of grass safflower straw can promote the mycelial growth of *Coprinus comatus*, increase the production of fruiting body and the content of nutrients, especially the content of medicinal components. Grass safflower straw is an excellent substrate for the cultivation of *Coprinus comatus*, with the best results achieved at 15%.

Key words: *Coprinus comatus*; Grass safflower straw; New cultivation substrate

收稿日期:2024-08-12;修回日期:2025-01-18

基金项目:2024年度山东省科技股权投资项目(2024BTJH011);2025年山东省重点扶持区域引进急需紧缺人才项目

作者简介:国淑梅,女,教授,研究方向为食用菌栽培与推广。E-mail:ngygs@163.com

通信作者:牛贞福,男,教授,研究方向为食用菌高效栽培与利用。E-mail:zhenfuniu@163.com

食用菌产业发展历史悠久,属于现代产业化农业种植范畴,是国家鼓励并大力扶持的现代化种植业及新形态农业^[1-2],目前我国已成为世界上最大的食用菌生产、出口和消费国。食用菌是集食用、营养、保健、药用、文化、观赏等价值于一体的第五大种植农作物^[3-4]。生产中通常以木屑、棉籽壳、玉米芯、稻草等农林废弃物为原料^[5],原料价格的不断上涨和国家对环保节能要求的不断提高,导致各类食用菌的生产成本增加,种菇效益降低。

草红花是一种重要的农业和工业作物,它抗旱耐碱、抗病耐瘠,生命力强,适应范围广,我国草红花资源丰富,品种繁多,栽培地域广阔,在国际上具有“绿色食品”之称,山东是我国重要的红花种植和加工基地之一,红花年产量在40万t以上^[6-9]。随着农业产业结构的调整和乡村振兴战略的逐渐深入,生产中急需对以中草药为代表的特色农产品生产、加工过程中产生的副产物加以有效开发利用,变废为宝。鸡腿菇(*Coprinus comatus*)又名毛头鬼伞,因肉质似鸡丝而得名,适应能力极强,作为“天然、营养、保健”三种机能于一体的16种珍稀食用菌之一,得到了大力推广^[10-11]。笔者旨在探究草红花秸秆的资源化利用,以期开发栽培鸡腿菇的新型栽培基质,扩大原材料来源渠道,促进农业生态效益和食用菌产业的可持续发展。

1 材料与方法

1.1 材料

鸡腿菇:品种为特白36,由山东农业工程学院农业微生物实验室提供。

草红花秸秆:来自山东省东明县武胜桥镇。

供试栽培料:棉籽壳、麦麸、玉米芯、石灰,均为市售。

1.2 方法

1.2.1 配方 本试验共设6个处理,对照(CK)传统配方为棉籽壳30%(w,下同)、玉米芯55%、麸皮10%、石灰5%;T1处理配方:草红花秸秆5%+CK 95%;T2处理配方:草红花秸秆10%+CK 90%;T3处理配方:草红花秸秆15%+CK 85%;T4处理配方:草红花秸秆20%+CK 80%;T5处理配方:草红花秸秆30%+CK 70%。

1.2.2 方法 试验于2023年12月至2024年5月在山东农业工程学院食用菌实训车间进行。培养基质采用建堆发酵的方法处理^[12]。草红花秸秆切段、粉碎,处理后浸泡于5%的石灰水中,2d后捞出

草红花秸秆,用编织袋(可透水透气)包好,放在料堆中间发酵,翻堆3次,发酵7~10d。发酵完毕按照不同处理配方分别称取一定量的草红花秸秆,与CK混合均匀,选用17.5cm×55.5cm的聚乙烯塑料袋,每个处理装17.5kg料(约8kg干料,15袋),3次重复。装袋后于16~20℃、空气相对湿度85%~95%条件下培养。

菌丝长满菌袋后,脱去表面塑料袋,按处理分别放置于不同层的栽培架上,菌棒间隔3cm,菌棒上方覆土3cm,保持土壤湿润,进行出菇管理。

1.2.3 测定方法 (1)菌丝性状的测定:菌丝生长速率($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$)=菌丝长度(mm)/培养时间(d)。

(2)满袋率:满袋率/%=长满菌丝袋数/菌袋总数×100。

(3)产量性状的测定:鸡腿菇子实体八成熟时采收,统计现蕾后45d内各处理的产量。记录每日产量、转潮时间,计算生物学效率。

$$E=m/M \times 100\%$$

式中: E 为生物学效率(%); m 为鲜菇产量(kg); M 为培养料干料质量(kg)。

(4)子实体性状的测定:分别随机选取各处理20个子实体,利用电子天平、量筒、游标卡尺和烘箱,测量并记录其鲜质量、体积、密度、菌柄直径、菌盖长度、子实体总长、干质量和烘干率等指标。

(5)营养性状的测定:对各处理子实体烘干(60℃)处理,检测烘干后的子实体营养成分。检测方法及标准依据分别为:蛋白质含量采用GB 5009.5—2016;总糖含量采用GB/T 10782—2021;粗纤维含量采用GB/T 5009.10—2003;粗多糖含量采用NY/T 1676—2008;灰分含量采用GB 5009.4—2016第一法;还原糖含量采用GB 5009.7—2016;各类氨基酸含量采用GB 5009.124—2016^[13-14]。

1.3 数据分析

采用Microsoft Excel 2010进行数据整理,利用DPS 9.01 Duncan新复极差法进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 各处理对鸡腿菇菌丝性状的影响

从表1可以看出,与CK相比,添加草红花秸秆的各处理均可提高鸡腿菇菌丝萌发速率,T2处理的菌丝萌发速率显著高于CK,其他处理的菌丝萌发速率与CK差异不显著;添加草红花秸秆的各处理菌丝生长速率与CK差异不显著。各处理的满袋率

表 1 各处理对鸡腿菇菌丝性状的影响

Table 1 Effects of different treatments on the characteristics of *Coprinus comatus* mycelium

处理 Treatment	菌丝萌发速率 Germination of mycelium/(mm·d ⁻¹)	菌丝生长速率 Growth rate of mycelium/(mm·d ⁻¹)	满袋率 Full bag rate/%	菌丝密度 Mycelium density
CK	1.40±0.31 b	1.80±0.78 abc	16.67 d	较浓密 Relatively dense
T1	1.49±0.41 b	1.69±0.56 c	83.33 a	浓密 Dense
T2	1.92±0.65 a	1.98±0.78 a	55.56 b	浓密 Dense
T3	1.73±0.59 ab	1.81±0.56 abc	55.56 b	浓密 Dense
T4	1.74±0.58 ab	1.96±0.68 ab	27.78 c	浓密 Dense
T5	1.68±0.38 ab	1.70±0.45 bc	27.78 c	较浓密 Relatively dense

注：菌丝萌发速率为前 4 d 的菌丝生长速率，菌丝平均生长速率为 12 d 内的菌丝生长速率；装袋接种后 30 d 统计满袋率。同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: The mycelial germination rate is the mycelial growth rate during the first 4 days, and the average mycelial growth rate is the mycelial growth rate over 12 days; the full bag rate is calculated 30 days after inoculation. Different lowercase letters after the same columne indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

均显著高于 CK，随着草红花秸秆添加量的增加，满袋率逐渐下降；除 T5 处理外，其他处理的菌丝密度均高于 CK。

2.2 各处理对鸡腿菇产量性状的影响

由表 2 可以看出，与 CK 相比，除现蕾时间外，添加草红花秸秆的各处理对鸡腿菇鲜菇产量、生物学效率、转潮时间均有一定的影响。各添加草红花秸秆处理鲜菇产量均高于 CK，其中处理 T2、T3、T4 显著高于 CK，以 T3 处理为最高，鲜菇产量为 8.10 kg，生物学效率为 101.25%，其次是 T4 和 T2 处理，生物学效率分别为 95.00%、86.88%；转潮时间除 T3、T4 处理外，其他处理转潮时间均长于 CK，但各处理间差异不显著；T3 处理的转潮时间最短，为 2.33 d。

2.3 各处理对鸡腿菇单个子实体产量性状的影响

由表 3 可以看出，与 CK 相比，除 T2 处理外，其他处理均可增加单个子实体的鲜质量和体积，T4、T5 处理单个子实体鲜质量与 CK 相比达到差异显著水平；T2、T3 和 T4 处理的干质量均高于 CK，其中 T3 处理显著高于 CK；所有添加草红花秸秆处理均可增加菇体密度，但各处理之间差异不显著；

表 2 各处理对鸡腿菇产量性状的影响

Table 2 Effects of different treatments on yield traits of *Coprinus comatus*

处理 Treatment	现蕾时间 Bud appearance time/d	鲜菇产量 Fresh mushroom yield/kg	生物学效率 Biological efficienc/%	转潮时间 Flushing period/d
CK	33	5.82 c	72.75 c	3.00±1.73 a
T1	32	6.33 bc	79.13 bc	4.00±1.00 a
T2	31	6.95 b	86.88 b	3.67±2.08 a
T3	32	8.10 a	101.25 a	2.33±0.58 a
T4	31	7.60 ab	95.00 ab	3.00±1.73 a
T5	34	6.52 bc	81.50 bc	3.33±0.58 a

T2、T3 处理的烘干率较 CK 有所升高，其他处理烘干率较 CK 下降。

2.4 各处理对鸡腿菇单个子实体外观性状的影响

由表 4 可以看出，与 CK 相比，各添加草红花秸秆处理对菌柄直径、菌盖长度、子实体总长均有一定的影响。与 CK 相比，各处理均能增加鸡腿菇菌柄直径，T1、T2、T4、T5 处理与 CK 差异显著。除 T2、T3 处理外，其他处理菌盖长度与 CK 相比均有

表 3 各处理对鸡腿菇单个子实体性状的影响

Table 3 Effects of different treatments on individual fruiting body trait of *Coprinus comatus*

处理 Treatment	鲜质量 Fresh mass/g	菇体体积 Mushroom body volume/mL	干质量 Dry mass/g	菇体密度 Mushroom body density/(g·mL ⁻¹)	烘干率 Drying rate/%
CK	38.76±17.44 bc	49.60±20.77 bc	4.58±1.28 bc	0.78 a	11.82
T1	44.33±12.37 abc	51.90±14.20 bc	3.70±1.06 c	0.85 a	8.35
T2	36.06±10.62 c	45.05±15.52 c	5.26±1.38 ab	0.80 a	14.59
T3	46.94±10.15 ab	55.15±12.42 abc	5.84±1.27 a	0.85 a	12.44
T4	53.20±11.23 a	64.25±16.04 a	5.12±1.92 ab	0.83 a	9.62
T5	49.50±17.53 a	60.75±25.27 ab	4.27±2.03 bc	0.81 a	8.63

表 4 各处理对鸡腿菇子实体外观性状的影响					
Table 4 Effects of different treatments on fruiting body morphological characteristics of <i>Coprinus comatus</i>					
处理 Treatments	菌柄直径 Stipe diameter/ mm	菌盖长度 Pileus length/ mm	子实体总长 Total length of fruiting body/mm	子实体总长/菌柄直径 Total length of fruiting body/the diameter of the stipe	菌盖长度/子实体总长 Pileus length/ Total lengthof fruiting body
CK	20.38±5.09 c	43.97±12.85 ab	139.24±41.99 ab	6.83	0.316
T1	26.24±4.20 ab	44.16±15.59 ab	137.85±29.88 ab	5.25	0.320
T2	24.10±4.15 b	40.46±15.07 ab	119.86±25.30 b	4.97	0.338
T3	23.23±4.14 bc	38.05±13.84 b	143.81±24.70 a	6.19	0.265
T4	27.56±4.92 a	51.15±17.32 a	147.46±19.88 a	5.35	0.347
T5	24.15±7.15 b	44.97±20.05 ab	152.15±33.05 a	6.30	0.296

所增加,但各处理与 CK 差异不显著。除 T1、T2 处理外,其他处理子实体总长与 CK 相比有所增加,但各处理与 CK 差异不显著。各处理鸡腿菇子实体总长/菌柄直径比值与 CK 相比均有所下降;T3、T5 处理的菌盖长度/子实体总长比值较 CK 减小。

2.5 各处理对鸡腿菇营养成分含量的影响

由表 5 可以看出,与 CK 相比,各添加草红花秸

秆处理对鸡腿菇营养成分含量有一定的影响。T1 和 T4 处理子实体灰分含量均低于 CK,其他处理均高于 CK。除 T4 处理外,其他处理的还原糖含量均高于 CK。T1、T2、T3 处理的粗多糖含量均高于 CK,T3、T4、T5 处理的总糖含量均高于 CK。各添加草红花秸秆处理的蛋白质含量均低于 CK;T2、T3 处理的粗纤维含量均低于 CK。

表 5 各处理对鸡腿菇营养成分的影响						
Table 5 Effects of different treatments on nutrient composition of <i>Coprinus comatus</i>						
处理 Treatments	w(灰分) Ash content	w(还原糖) Reducing sugar content	w(粗多糖) Polysaccharide content	w(总糖) Total sugar content	w(蛋白质) Protein content	w(粗纤维) Crude fiber content
CK	8.19	2.86	10.44	26.66	14.37	4.28
T1	7.43	2.87	10.57	26.18	13.29	4.77
T2	8.26	2.89	10.67	26.58	13.13	3.96
T3	8.23	3.87	10.70	28.79	13.62	3.19
T4	7.34	2.84	10.20	26.74	12.78	4.82
T5	8.52	3.12	10.18	26.68	14.29	5.09

2.6 各处理鸡腿菇子实体氨基酸分析

2.6.1 各处理鸡腿菇子实体氨基酸组分分析 由表 6 可知,各处理生产的鸡腿菇子实体均含有 17 种氨基酸,种类齐全,包括必需氨基酸(EAA)和非必需氨基酸(NEAA),在此基础上统计总氨基酸(TAA)、总必需氨基酸(TEAA)、总非必需氨基酸(TNEAA)和总药用氨基酸(TMAA)的含量。药用氨基酸包括门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、异亮氨酸、精氨酸、蛋氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸。T3 处理的总必需氨基酸、总氨基酸和总药用氨基酸含量均最高,分别较 CK 提高 36.71%、9.46%、7.17%;其次是 T2 处理,总必需氨基酸、总氨基酸和总药用氨基酸分别较 CK 提高 12.29%、8.64%、6.64%。

2.6.2 各处理鸡腿菇子实体呈味氨基酸分析 食用菌味道鲜美,风味独特,主要原因是非挥发性滋味物质和挥发性香味物质的共同作用,非挥发性滋味物质(DAA)包括鲜味氨基酸(UAA)、甜味氨基酸

(SAA)、苦味氨基酸(BAA)。在检测的氨基酸中,DAA 包括苏氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、门冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、组氨酸和精氨酸;UAA 包括门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、精氨酸;SAA 包括苏氨酸、赖氨酸、丝氨酸、甘氨酸、丙氨酸和脯氨酸;BAA 包括蛋氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、组氨酸和精氨酸。

由表 7 可知,CK 中的鲜味氨基酸占比最高,为 37.22%;T1 处理的甜味氨基酸占比最高,为 31.08%;T3 处理的苦味氨基酸占比最高,为 44.24%,其鲜味氨基酸、甜味氨基酸占比最低,分别为 24.42%、23.05%。

3 讨论与结论

不同培养基质对鸡腿菇产量及营养价值的影响不同^[15]。本研究结果表明,传统的棉籽壳、玉米芯

表 6 鸡腿菇子实体氨基酸组成及含量
Table 6 Amino acid composition and content in the fruiting body of *Coprinus comatus* (g·100 g⁻¹)

氨基酸种类 Amino acid types		处理 Treatment					
		CK	T1	T2	T3	T4	T5
EAA	苏氨酸 Threonine	0.43	0.44	0.47	0.48	0.48	0.58
	蛋氨酸 Methionine*	0.31	0.05	0.53	0.56	0.55	0.42
	异亮氨酸 Isoleucine*	0.92	1.18	1.04	2.31	0.86	1.07
	缬氨酸 Valine	1.65	1.78	1.60	1.61	1.64	1.29
	亮氨酸 Leucine*	0.70	0.66	1.33	1.43	1.14	1.20
	苯丙氨酸 Phenylalanine*	1.24	1.16	0.97	1.20	0.71	0.82
	赖氨酸 Lysine*	0.77	0.68	0.82	0.64	0.68	0.68
NEAA	门冬氨酸 Aspartate*	0.99	0.87	1.02	0.87	0.81	0.85
	丝氨酸 Serine	1.05	1.03	1.25	0.97	0.87	0.95
	谷氨酸 Glutamate*	2.62	2.47	3.25	2.30	2.11	2.22
	脯氨酸 Proline	1.25	1.31	1.24	1.15	1.15	1.31
	甘氨酸 Glycine*	0.46	0.41	0.44	0.38	0.35	0.46
	胱氨酸 Cystine	0.035	0.033	0.037	0.033	0.034	0.028
	丙氨酸 Alanine	0.81	0.69	0.72	0.59	0.58	0.78
	酪氨酸 Tyrosine	1.39	0.93	2.22	2.77	2.07	2.26
	组氨酸 Histidine	0.73	0.62	0.63	0.65	0.51	0.67
	精氨酸 Arginine*	1.33	0.36	0.56	0.32	0.27	0.99
TEAA		6.02	5.95	6.76	8.23	6.06	6.06
TNEAA		10.665	8.723	11.367	10.033	8.754	10.518
TAA		16.685	14.673	18.127	18.263	14.814	16.578
TMAA		9.34	7.84	9.96	10.01	7.48	8.71

注：“*”标记的为药用氨基酸。
Note: "*" indicates medicinal amino acids.

表 7 鸡腿菇子实体呈味氨基酸分析
Table 7 Analysis of flavor amino acids in the fruiting body of *Coprinus comatus*

处理 Treatment	w(呈味氨基酸) Flavor amino acids content/(g·100 g ⁻¹)				占比 Proportion/%			
	UAA	SAA	BAA	DAA	UAA/TAA	SAA/TAA	BAA/TAA	DAA/TAA
CK	6.21	4.77	6.88	15.26	37.22	28.59	41.23	91.46
T1	4.80	4.56	5.81	13.71	32.71	31.08	39.60	93.44
T2	5.99	4.94	6.66	15.87	33.04	27.25	36.74	87.55
T3	4.46	4.21	8.08	15.46	24.42	23.05	44.24	84.65
T4	4.12	4.11	5.68	12.71	27.81	27.74	38.34	85.80
T5	5.30	4.76	6.46	14.29	31.97	28.71	38.97	86.20

为原料栽培鸡腿菇，袋内孔隙度较小，菌丝萌发较慢，发菌后期菌丝生长较慢；鲜菇产量较低、生物转化率低；菇体密度小、外形细长。原料中加入草红花秸秆后，丰富了栽培原料种类，增大了基质间隙，能够促进菌丝萌发和生长，提高产量和生物转化率，其原因除了培养料的理化性质改变以外，还可能与鸡腿菇胞外酶的活性变化有关^[16]，具体原因需进一步研究。培养料中添加一定数量的草红花秸秆不但增加了鸡腿菇菇体密度，而且子实体长度变

短、增粗，更加符合人们对鸡腿菇商品的外观需求，这与前人相关的研究结果一致^[17-18]，表明利用农林产品废弃物生产食用菌具有可行性，但需要对配方进行相关试验优化^[19-20]，以免造成经济损失。
不同处理对鸡腿菇子实体中氨基酸种类及含量的影响不同，氨基酸含量及组成比例是分析和评价食用菌营养价值的重要依据^[21-22]。本研究结果表明，加入草红花秸秆的 T2、T3 处理子实体内氨基酸总含量较高，必需氨基酸和药用氨基酸含量均高于 CK。

综上所述,在本试验条件下,与传统栽培原料相比,添加了草红花秸秆的培养料鸡腿菇菌丝生长良好,均能正常出菇。以草红花秸秆替代 15%(T3)的传统培养料效果最好,鸡腿菇出菇转潮时间最短、鲜菇产量均最高、生物学效率最高;还原糖、粗多糖、总糖含量均最高,粗纤维含量最低;必需氨基酸、药用氨基酸、总氨基酸含量均最高,苦味氨基酸占比最高,说明草红花秸秆富含药用成分。下一步可通过检测草红花秸秆营养成分、菌棒出菇前后营养元素的变化和子实体营养成分等研究,筛选出子实体药用成分最高的配方。本试验结果可为鸡腿菇的高产、优质和药食同源产品的进一步开发提供一定的理论基础和参考依据。

参考文献

- [1] 庄海宁,张劲松,冯涛,等.我国食用菌保健食品的发展现状与政策建议[J].食用菌学报,2015,22(3):85-9.
- [2] 翟庆慧.济源示范区食用菌产业高质量发展展望[J].河南农业,2023(19):29-30.
- [3] 张晓茹,赵竑博,张轶婷,等.我国食用菌发展现状、面临的挑战及未来发展方向[J].园艺与种苗,2023,43(5):49-54.
- [4] 刘杨,盛梓伦,孙铭俊,等.食用菌微景观研发与运营[J].现代园艺,2022,45(1):50-51.
- [5] 张红娟,张朝阳,胡煜.三种常见食用菌菌糠营养成分分析及其对鸡腿菇菌丝生长的影响[J].陕西农业科学,2014,60(10):11-13.
- [6] DOBRIN A, MARIN D I. Research on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) crop in the conditions of southeastern Romania[J]. Scientific Papers-Series A-Agronomy,2015,58:181-184.
- [7] 梁慧珍,杨红旗,余永亮,等.我国红花种植业发展优势明显[N].河南科技报,2019-11-19(B07).
- [8] 杨玉霞,吴卫,郑有良.红花研究进展[J].四川农业大学学报,2004,22(4):365-369.
- [9] 张玉红,董彦琪,余永亮,等.河南省红花产业现状及发展建议[J].安徽农业科学,2019,47(17):234-237.
- [10] 金若忠,刘全来,侯传生.鸡腿菇人工栽培技术[J].辽宁林业科技,2005(2):53-54.
- [11] 贾蕊,刘凤兰.鸡腿菇研究现状及发展前景[J].食品科技,2006(11):155-159.
- [12] 程远星,姜涛.鸡腿菇发酵料栽培[J].特种经济动植物,2011,14(9):41-42.
- [13] 刘芹,闻诗歌,刘阳,等.15种常见食用菌营养成分分析及评价[J].中国瓜菜,2024,37(11):67-74.
- [14] 李娜,吕爽,董建国,等.常见食用菌营养成分及风味物质分析[J].食品工业科技,2023,44(18):441-448.
- [15] 周书博,李鸣雷,齐伟,等.葡萄枝条栽培毛头鬼伞的研究[J].福建农业学报,2024,39(5):571-583.
- [16] 楚晓真,崔杏春,刘格,等.不同配方培养料对香菇胞外酶活性、产量及品质的影响[J].中国瓜菜,2023,36(3):110-114.
- [17] 陈润秀.油菜秸秆、玉米芯、莲子壳及葛渣为主料配方栽培茶薪菇研究[D].南昌:江西农业大学,2021.
- [18] 叶雷,张波,杨学圳,等.五种桑枝屑基质栽培毛木耳的氨基酸组成及营养评价[J].中国农学通报,2024,40(3):135-144.
- [19] 何忠伟,何彩梅,吴桂容,等.马蹄渣栽培鸡腿菇配方试验[J].北方园艺,2018(1):145-149.
- [10] 韩文清,王涵,何媛媛,等.丹参药渣栽培糙皮侧耳和毛头鬼伞[J].食用菌学报,2016,23(4):20-23.
- [21] 罗晓莉,张沙沙,曹晶晶,等.云南3种胶质食用菌营养成分分析与蛋白质营养价值评价[J].食品工业科技,2021,42(14):328-333.
- [22] 梁然,郑静宜,尹淑丽,等.苹果木屑栽培基质对平菇产量及子实体氨基酸营养价值的影响[J].中国食用菌,2022,41(11):40-46.