

不同木屑基质对香菇子实体发育的影响研究

万恩梅, 江山, 简红忠, 周涛, 王永琦

(汉中市农业技术推广与培训中心, 陕西 汉中 723000)

摘要:本研究以栎木、桑树、梨树、柑橘树的木屑为原料,旨在探究不同木屑及配料方案对 L808 香菇产量、折干率、成品率、营养成分及子实体经济性状的影响,为拓宽香菇培养料来源提供依据。采用对比实验法,以不同比例混合四种树木的木屑作为培养料,对香菇生长的各项指标进行系统观测与分析。结果显示,在众多配料方案中,30% 桑树 + 70% 栎木与 50% 桑树 + 50% 栎木表现突出。这两种方案培育出的菌丝优壮、生命力旺盛,平均单棒产量分别达 0.92 kg、0.91 kg,虽略低于纯栎木的 1.10 kg,但显著优于其他含梨树、柑橘树的方案。其中,50% 桑树 + 50% 栎木方案下,菌孢子实体品质综合评价最佳,在菌盖直径等五项关键指标中均位居前 3,折干率为 5.08、成品率达 62.92%,处于中上等水平。而加入梨枝的培养料,菌丝生长缓慢,平均单棒产量仅为 0.28 ~ 0.67 kg、成品率 30.05% ~ 42.14%,产量处于中等偏下水平;加入柑橘枝的培养料,菌丝生长更为迟缓,平均单棒产量低至 0.12 ~ 0.52 kg,尽管成品率在 67% ~ 77% 的中上等区间,但综合产量与感染率因素考量,并不适宜扩大示范推广。因此以桑树与栎木按一定比例混合作为香菇培养料,既能充分利用本地资源,又能保障香菇的产量与品质,为香菇培养料的多元化选择和产业发展提供新方向。

关键词:香菇;木屑基质;配方方案;产量;子实体品质

中图分类号: S646.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 0488-5368(2026)04-0077-06

Effects of Different Sawdust-Based Substrates on Development of *Lentinula edodes* Fruiting Bodies

WAN Enmei, JIANG Shan, JIAN Hongzhong, ZHOU Tao, WANG Yongqi

(Hanzhong Agricultural Technology Extension and Training Center, Hanzhong, Shaanxi 723000, China)

Abstract: This study investigates the effects of sawdust-based substrates prepared from oak, mulberry, pear, and citrus trees, as well as different formulation ratios, on the yield, dry matter ratio, finished-product rate, nutritional composition, and commercial traits of fruiting bodies of *Lentinula edodes* strain L808. This study aims to provide a basis for broadening substrate sources for *Lentinula edodes* cultivation. A comparative experiment was conducted in which sawdust from the four tree species was mixed in different proportions to prepare cultivation substrates. Growth performance and related indices of *Lentinula edodes* were systematically monitored and analyzed. The results showed that the substrates containing 30% mulberry sawdust + 70% oak sawdust and 50% mulberry sawdust + 50% oak sawdust performed best. These two treatments produced vigorous mycelial growth, with average yields of 0.92 kg and 0.91 kg per substrate bag, respectively. Although these values were slightly

收稿日期:2025-04-22 修回日期:2025-06-02

基金项目:菌稻轮作技术集成与示范推广项目(LM202307);2024年千亿级设施农业项目(汉农计财[2024]10号)。

第一作者简介:万恩梅(1982-),女,高级农艺师,主要从事园艺作物栽培技术推广。

通信作者:王永琦。

lower than those of the pure oak substrate (1.10 kg), they were markedly higher than those of the substrates containing pear or citrus sawdust. Among all treatments, the substrate containing 50% mulberry sawdust + 50% oak sawdust gave the best overall fruiting body quality and ranked among the top three for five key morphological traits, including pileus diameter. It also showed a dry matter ratio of 5.08 and a finished-product rate of 62.92%, indicating an above-average overall performance. By contrast, substrates containing pear sawdust showed slower mycelial growth, with average yields of only 0.28 to 0.67 kg per substrate bag and finished-product rates of 30.05% to 42.14%, indicating relatively low productivity. Substrates containing citrus sawdust caused even greater growth inhibition, with average yields of only 0.12 to 0.52 kg per substrate bag. Although the finished-product rate remained relatively high at 67% to 77%, the low yield combined with contamination incidence made these substrates unsuitable for large-scale application. In summary, mixtures of mulberry and oak sawdust in appropriate proportions provide suitable substrates for *Lentinula edodes* cultivation, allowing effective use of local resources while maintaining yield and fruiting body quality. This study provides a new direction for the diversification of cultivation substrates and the development of the edible mushroom industry.

Key words: *Lentinula edodes*; Sawdust-based substrates; Substrate formulations; Yield; Fruiting body quality

近年来,汉中市依托自然资源禀赋优势,袋料香菇栽培产业发展迅速,已经成为助力乡村振兴的支柱产业。但是,目前袋料香菇栽培原料主要以栎类树种木屑为主,为有效地解决袋料香菇产业发展与资源合理保护利用的矛盾及丰富袋料香菇培养原料来源,提高香菇培养原料的多元化选择,项目组拓展利用蚕桑与果树资源,从桑枝、梨枝、柑橘枝等蚕桑与果树枝条废弃物综合利用出发,开展袋料香菇不同培养料试验研究,为蚕桑与果树枝条废弃物的合理应用提供理论基础和依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试香菇菌种为 L808 引自河南西峡食用菌研究所。供试木屑有栎木、桑树、梨树、柑橘树。

1.2 试验设计

培养料配方为 78% 的木屑、20% 的麸皮、1% 的石膏和 1% 的糖。设纯原料(4 个)和不同原料配比(9 个)共计 13 个处理(表 1),每个处理 3 次重复。每个处理接种 400 袋,保证上架出菇的有 300 袋,每个重复 100 袋。菌袋规格为聚乙烯 17 cm × 58 cm。

菌袋由陕西汉中康田生物科技有限公司统一提供,采用保水免割袋。菌丝培养、刺孔脱袋、转色及出菇管理按照常规生产进行。制袋、灭菌、接种,发菌管理和转色管理均由陕西汉中康田生物科技有限公司统一完成后,在勉县香菇栽培基地设施大棚内进行试验出菇期管理。

表 1 原料配比处理

处理	原料配比
处理 1(CK)	纯栎木
处理 2	纯柑橘
处理 3	纯桑树
处理 4	纯梨树
处理 5	30% 柑橘+70% 栎木
处理 6	50% 柑橘+50% 栎木
处理 7	70% 柑橘+30% 栎木
处理 8	30% 桑树+70% 栎木
处理 9	50% 桑树+50% 栎木
处理 10	70% 桑树+30% 栎木
处理 11	30% 梨树+70% 栎木
处理 12	50% 梨树+50% 栎木
处理 13	70% 梨树+30% 栎木

1.3 调查统计方法

1.3.1 菌丝生长情况 采用目测法,在菌丝生长过程中,观察并记录菌丝的生长状态,如菌丝的浓密程度、洁白度、均匀度等。

1.3.2 香菇子实体性状 在指定香菇菌袋上,根据香菇采收标准^[1],每个品种选择 20 朵香菇进行测量。每一潮菇至少测量 3 次记录 3 次数据。具体采收标准为:当子实体 8~9 分成熟,菌盖已经充分长大,但菌盖边缘稍有内卷,菌褶全部伸直,并由白色转为淡黄色时,应及时采收。

1.3.3 出菇情况及产量 采收次数与时间:从香

菇开始出菇到出菇结束,记录每次采收的时间和每个菌袋的香菇个数;鲜菇产量:每个处理选择无污染的菌袋 100 袋进行计产,每次采收时,用电子天平称取每个重复中所有菌袋收获的香菇鲜重,单位为克(g)或千克(kg),计算每个配方的平均鲜菇产量,以及整个试验周期内的总产量。

1.3.4 香菇品质 外观品质:包括香菇的菌盖大小、形状、色泽,菌柄的长度、粗细等。用直尺测量菌盖直径和菌柄长度,用感官评价菌盖形状是否规则、色泽是否正常;内在品质:测定香菇的含水量、蛋白质含量、多糖含量等指标。含水量采用直接干燥法测定^[2],蛋白质含量测定参照王燕凌^[3]的方法,多糖含量测定参照苏晨曦^[4]的方法,等等。

1.3.5 数据处理与分析(SPSS 27 软件) 计算平均值和标准差:对于每个调查指标,计算不同重复的平均值和标准差,以描述数据的集中趋势和离散程度;进行方差分析:通过方差分析确定不同培养料配方对香菇生长、产量和品质等指标的影响是否显著;相关性分析:分析培养料成分与香菇生长、产量、品质等指标之间的相关性,找出影响香菇生长和品质的关键因素。

2 结果与分析

2.1 不同木屑培养料对香菇菌丝生长的影响

在香菇发菌期间,通过目测观察法可知,除柑桔枝(初步认为柑桔枝含有芳香物质不适宜香菇生长)几乎不发菌外,其他都生长正常,以 30% 桑树 + 70% 栎木与 50% 桑树 + 50% 栎木这两种配料方案优势显著。

2.2 不同木屑培养料对香菇产量的影响

由表 2 可知,纯栎木(处理 1)处理香菇的平均每袋产量最高为 1.16 kg,其次是处理 8 和处理 9,香菇的平均每袋产量分别为 0.92 kg 和 0.91 kg。处理 2 香菇的平均每袋产量最低,只有 0.10 kg。

经方差分析,处理 1 的香菇总鲜重最大,显著大于各处理的香菇总鲜重;处理 8 和处理 9 与处理 11 的香菇总鲜重差异不显著,但是显著大于除了处理 1 和处理 11 的其它处理的香菇总鲜重;处理 3、处理 5、处理 6、处理 10、处理 12 和处理 13 的香菇总鲜重差异不显著;处理 2、处理 4 和处理 7 的香菇总鲜重差异不显著。

表 2 不同木屑培养料菌棒产量统计

处理	第一潮菇鲜重 /kg	第二潮菇鲜重 /kg	第三潮菇鲜重 /kg	第四潮菇鲜重 /kg	总鲜重 /kg	平均每袋 产量/kg	位次
处理 1	31.75	27.93	34.17	22.09	115.94±5.26 a	1.16	1
处理 2	3.55	3.19	1.39	2.35	10.48±0.96 e	0.10	13
处理 3	15.37	13.41	13.31	11.28	53.37±1.67 cd	0.53	8
处理 4	9.55	7.97	7.86	5.23	30.61±1.79 de	0.31	11
处理 5	18.13	15.66	12.70	11.35	57.84±3.04 c	0.58	6
处理 6	15.23	12.83	11.13	7.80	46.99±3.12 cd	0.47	10
处理 7	5.66	4.71	3.78	2.56	16.71±1.32 e	0.17	12
处理 8	27.50	25.20	27.39	11.91	92.00±7.47 b	0.92	2
处理 9	26.25	19.45	27.65	17.95	91.30±4.84 b	0.91	3
处理 10	20.90	15.20	9.62	9.25	54.97±5.49 cd	0.55	7
处理 11	24.14	17.81	14.78	11.23	67.96±5.47 bc	0.68	4
处理 12	19.00	15.73	13.36	10.35	58.44±3.66 c	0.58	5
处理 13	15.23	12.49	12.25	10.38	50.35±1.99 cd	0.50	9

注:表中总鲜重数据为总鲜重±标准差。不同字母表示差异在 $p < 0.05$ 水平显著。

2.3 不同木屑培养料对香菇折干率和成品率的影响

从表 3 可以看出,在折干率方面,处理 4 和处理 12 香菇的折干率最高为 5.36,其次是处理 3 香

菇的折干率为 5.25,处理 1 香菇折干率位列第三,为 5.15。在成品率方面,处理 1 香菇成品率最高是 80%,处理 2 香菇成品率是 77%,第三位是处理 7,香菇成品率是 75%。

表 3 不同木屑培养料菌孢子实体折干率、成品率

处理	10 朵菇鲜重/kg (2022. 12. 28)	10 朵菇干重/kg (2023. 01. 12)	折干率	位次	成品率/%	位次
处理 1	0. 335	0. 065	5. 15	3	80. 00	1
处理 2	0. 245	0. 050	4. 90	7	77. 00	2
处理 3	0. 315	0. 060	5. 25	2	38. 75	10
处理 4	0. 375	0. 070	5. 36	1	30. 05	13
处理 5	0. 315	0. 065	4. 85	8	73. 50	5
处理 6	0. 200	0. 045	4. 44	12	67. 00	6
处理 7	0. 420	0. 085	4. 94	6	75. 00	3
处理 8	0. 255	0. 055	4. 64	10	74. 00	4
处理 9	0. 330	0. 065	5. 08	5	62. 92	7
处理 10	0. 410	0. 080	5. 13	4	51. 67	8
处理 11	0. 230	0. 050	4. 60	11	42. 14	9
处理 12	0. 295	0. 055	5. 36	1	35. 33	11
处理 13	0. 265	0. 055	4. 82	9	30. 67	12

2.4 不同木屑培养料对香菇营养成分的影响

表 4 列出了不同处理下香菇的主要营养成分含量。可以看出,各处理香菇水分含量为 75. 45%~86. 30%,在处理 11 中最高,处理 13 中最低。多糖含量 50. 97~72. 58 g/100g,在处理 3 中最高,其次是处理 1、处理 6。纤维素含量 9. 95~20. 64 g/100 g,在处理 9 中最高,其次是处理 6、处理 10,

在处理 5 中最低。蛋白含量 20. 03~22. 66 g/100g,在处理 12 中最高,其次是处理 5、处理 7、处理 1。灰分含量 2. 11~7. 41 g/100g,在处理 1 中最高,其次是处理 13、处理 3。脂肪含量 0. 30~1. 92 g/100g,以处理 9 含量最高,其次是处理 8、处理 3,以处理 4 含量最低。

表 4 不同木屑培养料的香菇营养成份含量

处理	水分(鲜) /%	多糖(干) (g/100g)	纤维素(干) (g/100g)	蛋白(干) (g/100g)	灰分(干) (g/100g)	脂肪(干) (g/100g)
处理 1	85. 15	69. 68	12. 12	22. 16	7. 41	0. 77
处理 2	84. 25	58. 62	13. 48	21. 87	6. 06	1. 16
处理 3	82. 75	72. 58	11. 18	21. 03	6. 89	1. 52
处理 4	80. 80	59. 14	14. 01	20. 54	6. 19	0. 30
处理 5	82. 85	67. 58	9. 95	22. 36	5. 79	1. 17
处理 6	85. 45	69. 16	18. 37	21. 65	4. 24	1. 35
处理 7	81. 85	62. 31	13. 03	22. 16	2. 11	1. 20
处理 8	79. 95	55. 72	11. 19	21. 64	2. 89	1. 62
处理 9	85. 50	51. 77	20. 64	20. 03	4. 32	1. 92
处理 10	84. 45	50. 97	15. 34	20. 54	3. 59	1. 29
处理 11	86. 30	60. 99	11. 30	21. 40	2. 99	1. 42
处理 12	82. 00	54. 66	12. 23	22. 66	6. 68	1. 11
处理 13	75. 45	58. 35	15. 27	21. 84	7. 04	1. 21

2.5 不同木屑培养料对香菇子实体生长的影响

由表5可知,处理9的香菇菌盖最大、最厚,其直径和厚度分别为6.15 cm、2.93 cm;菌柄的长度和粗度分别是3.52 cm、2.03 cm,分别位列第3位和第2位;单菇鲜重比处理5的略小,排到第2位,是34.09 g。处理5的香菇菌盖直径和厚度分别为

6.08 cm、2.93 cm;菌柄的长度、粗度和单菇鲜重均排第1位,分别是3.95 cm、2.22 cm和34.32 g。而处理4的香菇各指标均排在末位,分别为菌盖直径4.63 cm、菌盖厚度2.17 cm、菌柄长度2.58 cm、菌柄粗度1.57 cm、单菇鲜重17.62 g。

表5 不同木屑培养料菌株子实体性状表现

处理	菌盖直径/cm	位次	菌盖厚度/cm	位次	菌柄长度/cm	位次	菌柄粗度/cm	位次	单菇鲜重/g	位次
处理1	5.51±0.25 abcd	8	2.89±0.15 ab	2	3.38±0.13 bcd	4	1.68±0.07 ef	8	27.63±3.64 bc	6
处理2	5.09±0.01 de	11	2.52±0.06 bcd	9	3.18±0.08 cde	10	1.53±0.04 f	10	21.38±0.27 cd	12
处理3	5.65±0.09 abcd	6	2.52±0.12 cd	9	3.57±0.21 b	2	1.85±0.07 cd	5	26.93±2.07 bc	7
处理4	4.63±0.18 e	12	2.17±0.04 d	11	2.58±0.03 f	13	1.57±0.03 f	9	17.62±0.76 d	13
处理5	6.08±0.32 ab	2	2.93±0.19 a	1	3.95±0.02 a	1	2.22±0.03 a	1	34.32±2.67 a	1
处理6	5.80±0.22 abc	4	2.74±0.17 abc	3	3.20±0.20 bede	9	1.79±0.06 cde	6	25.91±1.76 bc	8
处理7	5.44±0.21 bcd	9	2.58±0.15 abc	7	3.10±0.04 de	11	1.74±0.02 de	7	24.57±1.03 bc	10
处理8	5.70±0.20 abcd	5	2.73±0.12 abc	4	3.37±0.03 bcd	5	1.86±0.02 cd	4	30.73±1.85 ab	3
处理9	6.15±0.24 a	1	2.93±0.05 a	1	3.52±0.13 bc	3	2.03±0.01 b	2	34.09±1.55 a	2
处理10	5.90±0.23 ab	3	2.64±0.07 abc	5	3.23±0.07 bede	8	1.93±0.08 bc	3	29.26±1.84 ab	4
处理11	5.63±0.08 abcd	7	2.59±0.05 abc	6	3.28±0.13 bcd	6	1.74±0.09 de	7	24.63±2.10 bc	9
处理12	5.70±0.21 abcd	5	2.54±0.09 bc	8	3.27±0.15 bcd	7	1.85±0.04 cd	5	27.68±2.64 bc	5
处理13	5.24±0.08 cd	10	2.40±0.05 cd	10	2.87±0.04 ef	12	1.53±0.03 f	10	22.67±0.37 cd	11

注:表中数据为均值±标准差。不同字母表示差异在 $p < 0.05$ 水平显著。

经方差分析,处理9的菌盖直径均显著大于处理2、处理4、处理7、和处理13,但是与处理1、处理3、处理5、处理6、处理8、处理10、处理11、处理12之间差异不显著。在菌盖厚度方面,处理9和处理5的菌盖厚度显著大于处理2、处理3、处理4、处理12和处理13。在菌柄长度方面,处理5的菌柄长度显著大于各处理,处理3的菌柄长度也显著大于处理2、处理4、处理7、处理13,但处理1、处理3、处理6、处理8、处理9、处理10、处理11、处理12之间差异不显著。在菌柄粗度方面,处理5的菌柄粗度显著大于各处理;处理9与处理10之间差异不显著,但与其他处理的差异达到显著水平;处理3、处理6、处理7、处理8、处理11和处理12之间差异不显著,而处理1、处理2、处理4和处理13之间差异不显著。在单菇鲜重方面,处理5和处理9的单菇鲜重显著大于处理1、处理2、处理3、处理4、处理6、处理7、处理11、处理12和处理13,但是与处理8、处理10的差异不显著;处理8和处理10又与处理1、处理3、处理6、处理7、处理11、处理12的

差异不显著。

3 结论与讨论

培养料作为香菇生长发育的物质基础,其养分含量与质量对香菇产量和品质起着决定性作用,不同培养料配方会显著影响香菇产量。汪德宪^[5]等研究发现,用桑枝屑代替栎木屑时,培养料中桑枝屑添加比例不超过50%对香菇单产无影响,超过50%则会降低单产;尤再云^[6]等研究表明,桑枝屑替代杂木屑比例在30%~40%时,香菇一级菇比例较高,但单产低于杂木屑培养基;马政^[7]等研究指出,栗树木屑培养料生长的香菇菌盖较大、较厚,桑树木屑培养料的单棒香菇产量和生物转化率相对较高,桉树木屑培养料的香菇子实体性状和产量表现稍差。

香菇的营养成分具有重要价值,香菇多糖具有免疫调节及抗肿瘤活性,能提高人体免疫力^[8];蛋白质是食物营养的重要组成部分,灰分含量体现食物中总矿物质的含量。在香菇营养成分方面,不同

研究也得出了不同结论。叶雷^[9]等研究表明,40%桑枝木屑替换常规木屑,对香菇子实体中蛋白质营养价值最佳;朱晓琴^[10]等发现核桃木屑栽培糙皮侧耳的蛋白质含量高于普通木屑栽培;尹淑丽^[11]等研究表明,松木可能对提高香菇中灰分、蛋白质、粗多糖、粗纤维含量有积极影响,园林木屑则可降低香菇中灰分、蛋白质含量;徐建俊^[12]等研究显示,桑枝屑基质处理的香菇单产较木屑基质低约6.4%,但粗蛋白、脂肪、纤维、多糖含量分别是木屑基质香菇的1.03、1.82、1.01、1.34倍,表明桑栽培香菇具有较高营养保健价值。

在本试验中,通过对生产过程的细致观察以及对菌孢子实体商品性状、产量等多方面指标的综合分析,得出结论:30%桑树+70%栎木、50%桑树+50%栎木这两种配料方案表现优异。其培育出的菌丝优壮,生命力旺盛,产量较高,平均单棒产量分别达0.92 kg、0.91 kg,仅次于纯栎木的1.10 kg。菌孢子实体品质综合评价良好,其中50%桑树+50%栎木的方案最佳,在菌盖直径、菌盖厚度、菌柄长度、菌柄粗度、单菇鲜重五项关键指标中均位居前3,折干率为5.08、成品率达62.92%,处于中上等水平,具有较高的扩大示范推广价值。

对比本试验结果与前人研究,在桑枝屑与栎木屑混合培养料对香菇产量的影响方面,本试验结果与汪德宪等认为桑枝屑添加比例不超50%对单产无显著影响的结论相符,进一步验证了该观点的可靠性。在香菇营养成分方面,虽然不同研究采用的原料和试验条件存在差异,但均表明不同培养料会显著影响香菇营养成分含量,本试验中不同处理下香菇营养成分的变化趋势也符合这一普遍规律。

加入梨树木屑的培养料,菌丝生长较为缓慢,平均单棒产量为0.28~0.67 kg、成品率在30.05%~42.14%,均处于中下等水平;加入柑橘树木屑的培养料,菌丝生长更为迟缓,平均单棒产量低至0.12~0.52 kg,虽成品率在67%~77%处于中上等区间,但综合产量与感染率因素考量,这两种培养料均不适宜扩大示范推广。这可能是由于梨树和柑橘树木屑的营养成分组成、物理性质等因素不利于香菇菌丝的生长和子实体的发育,后续研究可进一步深入分析其内在机制,为优化培养料配方提供更深入的理论支持。

从实际应用角度出发,本试验筛选出的桑树与栎木混合培养料配方,为香菇产业提供了新的培养料选择方向。在汉中地区,栎木资源丰富,桑树作为蚕桑产业的副产品,来源广泛,将两者合理搭配作为香菇培养料,既能实现本地资源的高效利用,又能保障香菇的产量与品质,有助于推动香菇产业的可持续发展。然而,在大规模推广应用过程中,还需考虑成本效益、原料供应稳定性等实际问题。例如,需进一步核算不同培养料配方的成本,对比其与传统栎木培养料的经济效益;同时,要确保桑树和栎木原料的稳定供应,避免因原料短缺影响生产。此外,不同地区的气候、土壤等环境条件存在差异,在其他地区推广应用时,应先进行适应性试验,根据当地实际情况对培养料配方和栽培管理技术进行适当调整,以确保最佳生产效果。

参 考 文 献:

- [1] 汪勇,赵洪梅.香菇采收和贮藏技术[J].吉林农业,2011(12):140.
- [2] 蒋鑫凤.香菇不同果木屑培养料配方的筛选[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2024.
- [3] 王燕凌.植物生理学试验指导[M].北京:中国农业出版社,2014:64-67.
- [4] 苏晨曦.陕南香菇种质资源及多糖提取工艺优化的研究[D].西安:陕西理工学院,2016.
- [5] 汪德宪,陈贵攀,陈正余.培养料添加桑枝屑栽培香菇试验[J].食用菌,2012(2):28-29.
- [6] 尤再云,李旭,杨成珍,等.桑枝屑香菇种植基料配方的筛选试验[J].四川蚕业,2021,49(3):18-19.
- [7] 马政,钱小华,陈余红.使用不同木屑培养料栽培香菇对比试验[J].上海蔬菜,2023(4):57-58.
- [8] 李海波,陈俊文,贺亮,等.青藏高原黄金菇营养成分分析与评价[J].林业科学,2010,46(5):122-126.
- [9] 叶雷,清源,吴建,等.不同比例桑枝屑基质栽培香菇的营养成分比较[J].中国食物与营养,2025,31(5):45-52.
- [10] 朱晓琴,熊智.核桃壳与木屑栽培平菇的营养成分对比分析[J].中国食用菌,2007,26(6):38-39.
- [11] 尹淑丽,孙劲冲,王一鸣,等.不同栽培基质对香菇营养成分及挥发性风味物质含量的影响[J].中国食用菌,2024,43(3):63-71.
- [12] 徐建俊,李彪,孙传齐,等.桑枝屑香菇与杂木屑香菇的品质比较[J].北方园艺,2016(3):134-137.