

张瑞华,王承香,丁美丽,等. 基于不同用途的猴头菇菌株特性比较[J]. 江苏农业科学,2025,53(22):201-206.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2025.22.027

基于不同用途的猴头菇菌株特性比较

张瑞华,王承香,丁美丽,于囡囡,李冰玉,董春云,黄伟男,王治俨
(潍坊职业学院,山东潍坊 261041)

摘要:菌株特性是猴头菇产量及品质的基础保障,进而决定其产品的适宜用途,但目前针对猴头菇菌株特性与其加工适宜性方面尚缺乏相关研究。以引进的 5 个猴头菇菌株为试验材料,通过测定固态、液态发酵菌丝生长速度及不同季节子实体生物转化率、原基形成时间、菇型、转潮时间及品质指标,探究不同菌株固态、液态培养基菌丝生长特性及不同季节温度变化下子实体农艺性状及品质特征。结果表明:猴头菇 1 号菌株在液体培养基中菌丝生长量大,在出菇培养基中菌丝生长速率快,菌丝粗壮洁白,无论在春季(12~24℃)还是在秋季(24~12℃),第 1 潮菇生物转化率及总生物转化率均高,原基形成快,转潮时间短,菇体大,菌刺短,可作为猴头菇鲜品生产的优选菌株;美猴王菌株的子实体折干率、粗纤维含量、粗多糖含量等较高,春季(12~24℃)栽培生物转化率(64.91%±10.46%),可考虑春季(12~24℃)生产猴头菇干品的菌株;同时,美猴王菌株液体发酵菌丝生物量及粗多糖含量较高,可作为菌丝体类功能食品的生产用菌株。

关键词:猴头菇;菌株特性;加工方向;农艺性状;品质特征

中图分类号:S646.903.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2025)22-0201-06

猴头菇(*Hericium erinaceus*)营养价值丰富,含有多糖、蛋白质、维生素等多种生物活性成分,具有很高的药用价值^[1-2],是我国传统的药食两用真菌^[3],已在中国及其他亚洲国家有 2 000 多年的栽培历史,我国的产区主要分布在东北三省和河南、河北、西藏、山西、陕西、甘肃、内蒙、四川、湖北、广西、浙江等省份,主要栽培模式为传统季节栽培^[4]。

菌株特性影响食用菌菌丝生长速率、子实体品质、产量及活性物质含量等,进而影响加工方向^[5-9]。张姣等的研究表明,不同黑木耳菌株的生产性能差异较大^[10],尤其是产量、耳片性状和耳片吸水膨胀系数(干湿比)差异明显,筛选出的黑木耳菌株 Au-14 和 Au-16 适宜作为黑木耳深加工的优良材料;云芝不同菌株菌丝期和子实体期的生长周期、子实体形态及转化率差异较大,并且多糖含量、麦角甾醇含量等差异显著^[11];叶建强等测定了毛木耳不同菌株的菌丝生长速度、生物学效率、耳片脆性、泡发率、耳片厚度等指标^[12],结果显示,不同来源菌株的农艺性状表现不同,筛选出适宜柳州螺蛳粉生产的毛木耳菌株。因此,食用菌工作人员

收稿日期:2025-02-10

基金项目:潍坊市科技发展计划项目(编号:2023GX038);潍坊职业学院首届博士基金项目(编号:2021BJ01)。

作者简介:张瑞华(1980—),女,山东寿光人,博士研究生,教授,从事食药菌生产及废弃物利用研究。E-mail:120202863@qq.com。

accuracy[J]. *Molecular Systems Biology*,2011,7:481.

[19] Li G L, Pan Z L, Gao S C, et al. Analysis of synonymous codon usage of chloroplast genome in *Porphyra umbilicalis* [J]. *Genes & Genomics*,2019,41(10):1173-1181.

[20] Zhang N Y, Huang K R, Xie P, et al. Chloroplast genome analysis and evolutionary insights in the versatile medicinal plant *Calendula officinalis* L. [J]. *Scientific Reports*,2024,14(1):9662.

[21] Zhang X K, Zhang G S, Jiang Y, et al. Complete chloroplast genome sequence of endangered species in the genus *Opisthopappus* C. Shih; characterization, species identification, and phylogenetic relationships [J]. *Genes*,2022,13(12):2410.

[22] Wu L W, Nie L P, Guo S Y, et al. Identification of medicinal *Bidens*

plants for quality control based on organelle genomes[J]. *Frontiers in Pharmacology*,2022,13:842131.

[23] 兰朝辉,田徐芳,师玉华,等. 五月艾 *Artemisia indica* 叶绿体基因组结构及系统发育分析[J]. *中国中药杂志*,2022,47(22):6058-6065.

[24] Paremskaia A I, Kogan A A, Murashkina A, et al. Codon-optimization in gene therapy: promises, prospects and challenges [J]. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 2024, 12: 1371596.

[25] Xia Y, Hu Z G, Li X W, et al. The complete chloroplast genome sequence of *Chrysanthemum indicum* [J]. *Mitochondrial DNA Part A*,2016,27(6):4668-4669.

在选择品种时应根据每个菌株最适宜的用途灵活选种,最大程度地提高经济效益。

国内学者对猴头菇的研究主要集中在菌丝体的液体发酵工艺、栽培模式、培养基营养构成、活性成分功效等方面^[13-18],而对猴头菇菌株性状表现与产品加工适宜性方面尚缺乏相关研究。本研究探究了不同菌株固态及液态培养条件下发酵特性,不同季节温度变化下不同菌株的出菇特性、品质特征及粗多糖含量,以为猴头菇的菌株选择提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株 本试验于2022年8月25日至2024年7月20日在潍坊职业学院食药用菌生产实训中心进行。试验采用5个菌株,分别为引自山东省泰安市农业科学院猴头菇1号、猴头菇2号、猴头菇3号,引自河北省微生物研究所的美猴王和引自黑龙江省微生物研究所的猴头8415。

1.1.2 培养基配方 平板培养基:马铃薯200 g、葡萄糖20 g、琼脂粉20 g,水1 000 mL,pH值自然,用于平板菌丝的培养。

液体发酵培养基:马铃薯200 g、红糖20 g、玉米粉5 g、麸皮10 g、磷酸二氢钾3 g、硫酸镁1.5 g,水1 000 mL,pH值自然,用于菌丝体的培养。

出菇菌包培养基:棉籽壳78%、麸皮15%、玉米粉3%、豆粕2%、石膏2%,含水量63%~65%,pH值自然。

1.2 试验方法

1.2.1 菌丝培养 平板菌丝培养:用直径0.5 cm的打孔器在无菌环境下取不同菌株母种,接种于直径9 cm的平板上,23℃暗培养。

深层液体发酵菌丝培养:500 mL锥形瓶盛液体培养基250 mL,灭菌后接入直径0.5 cm的母种块4块。将接种后的锥形瓶放于磁力搅拌器上搅拌打碎母种,转速1 000 r/min,温度23℃,培养时间为24 h,而后放于恒温振荡培养箱中振荡培养,转速130~150 r/min,培养时间为6 d。

出菇包菌丝培养:出菇培养基接种枝条栽培种后,23℃暗培养,培养室内CO₂浓度保持在3 000 mg/kg以下,30 d发满菌。

1.2.2 出菇管理 发满菌的菌包放于出菇房中出菇,出菇管理仿照传统栽培的自然温度,分春、秋2季进行栽培,春季温度范围为12~24℃,秋季温度

范围为24~12℃,原基分化空间湿度70%~80%,快速生长空间湿度80%~85%,光照度100 lx,CO₂浓度控制在2 000 mg/kg以下。采用随机区组设计,每个菌株设置3个区组,每个区组60袋。

1.3 测定项目

1.3.1 菌丝体生长情况的测定及观察

1.3.1.1 平板菌丝 平板菌丝培养5 d后,用肉眼观察菌丝生长势、洁白程度、疏密情况。菌丝生长势划分成4个等级,用++++、+++、++、+分别表示生长势强、较强、较弱和弱;从每个处理中随机选取5个平板进行观测并记录以上指标。同时,采用“十”字交叉法测量菌落直径,比较不同菌株菌丝生长速度。

1.3.1.2 深层发酵菌丝 菌球直径的测定:培养结束后,随机选取15个菌球,在培养皿中排成1排,皿下衬坐标纸测量样本中全部菌球直径,重复3次,取平均值。

菌球密度的测定:将培养好的液体菌种吸取1 mL,摊匀于培养皿中,在暗背景下,用放大镜直观计数,最后计算平均值。

生物量的测定:将已经培养好的液体菌种用80目的筛网过滤,收集菌球,用清水反复冲洗,而后置于电热干燥箱中,105℃烘干2 h后称重,之后继续烘干,并每隔半小时称量1次,直至2次称量差不超过2 mg即为恒重。最后计算菌丝干重的平均值。

1.3.1.3 菌包菌丝 菌丝生长速率测定采用菌包划线法,当菌丝长至袋肩处时划线并记录日期,每隔6 d在菌丝生长位置划1次线,直到菌丝长满菌包为止。测量2条划线之间的距离,除以菌丝生长时间(d),即为菌丝生长速率(mm/d)^[19]。每个菌株分别选取5包进行测定。

1.3.2 子实体特征

1.3.2.1 形态特征 肉眼观察子实体的紧实程度及菇型,菇体纵径、横径、菌刺长度用游标卡尺测定。

1.3.2.2 产量、生物转化率及折干率 每个菌株分别挑选60袋长势一致的菌包,采收前3潮菇作为数据记录依据,称量每朵菇重量,取其平均值,计算每个处理的总产量(前3潮菇重量的平均值之和)与生物转化率^[16]。生物转化率=鲜菇重量/培养料干料重量×100%。

第1潮子实体50℃烘至恒重,称重,计算折干率:折干率=干菇重量/鲜菇重量×100%。

1.3.2.3 营养成分测定 粗多糖含量的测定参照

NY/T 1676—2023《食用菌中粗多糖的测定 分光光度法》^[20];粗蛋白含量的测定参照 GB 5009.5—2016《食品中蛋白的测定》^[21];粗纤维含量的测定参照 GB/T 5009.10—2003《植物类食品中粗纤维的测定》^[22]。

1.4 数据统计

使用 Excel 2010 软件进行数据统计,采用 SPSS 23.0 软件统计分析,显著性检验采用邓肯氏多重比较法($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同菌株菌丝生长特性比较

2.1.1 平板菌丝生长特征 由表 1 可以看出,不同菌株在平板上的生长速率及菌丝特征不同。美猴王和猴头菇 2 号菌丝生长速率显著快于其他菌株,

猴头菇 1 号和 3 号生长较慢。菌丝生长速率与生长活力和密度不成正比,美猴王生长速率快,生长活力反而较猴头菇 1 号和 3 号低,菌丝前期生长稀疏,后期较粗密。猴头菇 1 号和 3 号生长活力强,菌丝粗密洁白。

2.1.2 深层液体发酵菌丝生长特征 由表 2 可以看出,不同菌株深层液体发酵菌丝特征不同。生物量干重猴头菇 1 号菌株显著高于其他菌株,为 2.43 g/100 mL,美猴王次之,为 2.27 g/100 mL,猴头菇 2 号较低;菌丝球直径以猴头菇 2 号、8415 较大,分别为 1.28、1.21 mm,两者差异不显著,猴头菇 1 号较低,为 0.56 mm;菌球密度以猴头菇 1 号较大,显著高于其他菌株,美猴王次之,猴头菇 2 号较低。可见,深层液体发酵中,猴头菇 1 号菌株菌丝特征较优,其次为美猴王。

表 1 不同菌株平板菌丝生长特征比较

菌株	菌丝生长速率 (mm/d)	菌丝特征		
		生长活力	密度	颜色
猴头菇 1 号	2.29 ± 0.09c	++++	粗密	洁白
猴头菇 2 号	2.90 ± 0.20a	+++	粗密	洁白
猴头菇 3 号	2.23 ± 0.15c	++++	粗密	洁白
猴头 8415	2.50 ± 0.09b	+++	粗密	洁白
美猴王	3.12 ± 0.09a	+++	前期稀疏,后期较粗密	前期不洁白,后期洁白

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著($\alpha=0.05$),下表同。

表 2 不同菌株深层液体发酵菌丝特征比较

菌株	生物量干重 (g/100 mL)	菌丝球直径 (mm)	菌球密度 (个/mL)	菌丝颜色
猴头菇 1 号	2.43a	0.56d	273.33 ± 8.02a	白
猴头菇 2 号	1.40e	1.28a	145.67 ± 7.51e	白
猴头菇 3 号	2.08c	0.82b	211.67 ± 10.41c	白
猴头 8415	1.59d	1.21a	177.00 ± 10.54d	白
美猴王	2.27b	0.70c	244.00 ± 9.54b	白

2.1.3 出菇菌包菌丝生长特征 由表 3 可以看出,在菌包培养基中,不同菌株菌丝生长速率不同,美猴王菌丝生长速率显著低于其他菌株,猴头菇 1 号、2 号、3 号以及猴头 8415 菌丝生长速率差异不显著。不同菌株满袋时间差异较大,美猴王满袋时间较长,为(30.07 ± 0.38) d;猴头菇 2 号和 3 号差异不显著,分别为(28.10 ± 0.56) d 和(28.07 ± 0.25) d;猴头菇 1 号和猴头 8415 差异不显著,分别为(27.10 ± 0.36) d 和(26.97 ± 0.50) d。各菌株菌丝均洁白、粗壮。

表 3 不同菌株出菇包菌丝生长速率及菌丝特征比较

菌株	菌丝生长速率 (mm/d)	满袋时间 (d)	洁白及粗壮程度
猴头菇 1 号	7.35 ± 0.08a	27.10 ± 0.36c	菌丝洁白、粗壮
猴头菇 2 号	7.22 ± 0.05a	28.10 ± 0.56b	菌丝洁白、粗壮
猴头菇 3 号	7.24 ± 0.06a	28.07 ± 0.25b	菌丝洁白、粗壮
猴头 8415	7.33 ± 0.09a	26.97 ± 0.50c	菌丝洁白、粗壮
美猴王	6.93 ± 0.11b	30.07 ± 0.38a	菌丝洁白、粗壮

2.2 不同菌株春季(12 ~ 24 ℃)和秋季(24 ~ 12 ℃)子实体农艺性状比较

2.2.1 子实体特征 由表 4 可知,春季(12 ~ 24 ℃)猴头菇 1 号菌株第 1 潮子实体纵径较猴头菇 2 号、猴头菇 3 号、猴头 8415 大,美猴王与其差异不显著;猴头菇 1 号和 2 号的菇体横径显著高于其他菌株;同一成熟度的情况下,菌刺长度以猴头菇 2 号最大,美猴王次之,猴头菇 1 号最短。春季(12 ~ 24 ℃)猴头菇 1 号菌株菇形较圆整(图 1)。由此可见,春季(12 ~ 24 ℃)猴头菇 1 号菌株菇体较大,短刺,圆整。同时,猴头菇 1 号菌株出菇后期温度超过

23 ℃,畸形率增加,不形成菌刺;其余菌株出菇后期温度超过 20 ℃,畸形率增加,不形成菌刺。由表 5 可知,秋季(24~12 ℃)猴头菇 1 号菌株第 1 潮子实体纵径较猴头菇 2 号、猴头菇 3 号、猴头 8415、美猴王分别提高 7.92%、6.65%、8.80%、6.90%;美猴王菇体横径较小,其他菌株差异不显著;同一成熟度的情况下,菌刺长度以猴头菇 2 号最大,美猴王与其差异不显著,猴头菇 1 号最短,猴头菇 3 号与其差

异不显著。秋季(24~12 ℃),不同菌株开始出菇温度不同,猴头菇 1 号菌株开始出菇温度为 21~23 ℃,猴头菇 2 号菌株开始出菇温度为 19~20 ℃,猴头菇 3 号、猴头 8415、美猴王菌株开始出菇温度为 15~17 ℃;出菇结束温度,各菌株均为 12~13 ℃。可见,秋季(24~12 ℃)猴头菇 1 号菌株菇体较大,短刺,出菇范围较大,不需低温刺激即可出菇,菇体圆整(图 2)。

表 4 春季(12~24 ℃)不同菌株第一潮子实体特征比较

菌株	菇体纵径 (cm)	菇体横径 (cm)	菌刺长度 (cm)	畸形描述
猴头菇 1 号	12.177 ± 0.25a	9.80 ± 0.67a	0.30 ± 0.03e	出菇后期 23 ℃ 以上畸形率高
猴头菇 2 号	10.97 ± 0.47bc	9.68 ± 0.59a	0.88 ± 0.05a	出菇后期 20 ℃ 以上畸形率高
猴头菇 3 号	10.40 ± 0.50cd	7.71 ± 0.44b	0.39 ± 0.02d	出菇后期 20 ℃ 以上畸形率高
猴头 8415	9.97 ± 0.61d	8.29 ± 0.56b	0.60 ± 0.04c	出菇后期 20 ℃ 以上畸形率高
美猴王	11.43 ± 0.25ab	8.23 ± 0.46b	0.71 ± 0.06b	出菇后期 20 ℃ 以上畸形率高



图 1 春季(12~24 ℃)不同菌株第 1 潮子实体形状

表 5 秋季(24~12 ℃)不同菌株第一潮子实体特征比较

菌株	菇体纵径 (cm)	菇体横径 (cm)	菌刺长度 (cm)	开始出菇温度 (℃)	出菇结束温度 (℃)
猴头菇 1 号	12.04 ± 0.26a	9.78 ± 0.59a	0.31 ± 0.05d	21~23	12~13
猴头菇 2 号	11.15 ± 0.50b	9.74 ± 0.10a	0.68 ± 0.07a	19~20	12~13
猴头菇 3 号	11.29 ± 0.26b	9.47 ± 0.26a	0.39 ± 0.07cd	15~17	12~13
猴头 8415	11.06 ± 0.38b	9.42 ± 0.05a	0.49 ± 0.09bc	15~17	12~13
美猴王	11.26 ± 0.46b	8.56 ± 0.19b	0.59 ± 0.07ab	15~17	12~13

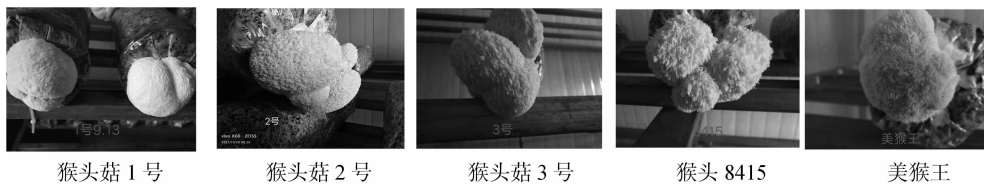


图 2 秋季(24~12 ℃)不同菌株第 1 潮子实体形状

2.2.2 原基形成、转潮时间及生物转化率 由表 6 可以看出,春季(12~24 ℃)不同菌株原基形成、转潮时间及生物转化率各不相同。猴头菇 1 号、2 号菌株,原基形成时间较短,分别为(5.33 ± 0.58)、(6.33 ± 0.58) d,两者差异不显著;猴头 8415、美猴王原基形成时间较长,分别为(12.67 ± 0.58)、(13.00 ± 1.00) d。猴头菇 1 号菌株转潮时间较快,

为(9.00 ± 1.00) d,显著短于其他菌株,猴头菇 1 号菌株第 1 潮菇单朵重量为(211.82 ± 11.93) g,显著高于其他菌株。猴头菇 1 号菌株生物转化率较高,为(92.26 ± 10.86)%,显著高于其他菌株。

由表 7 可以看出,秋季(24~12 ℃)不同菌株原基形成、转潮时间及生物转化率各不相同。猴头菇 1 号菌株原基形成时间较短,为(4.33 ± 0.58) d,显

表 6 春季(12~24℃)不同菌株原基形成、转潮时间及生物转化率比较

菌株	发菌结束至原基形成时间 (d)	转潮时间 (d)	第 1 潮菇单朵质量 (g)	第 1 潮菇生物转化率 (%)	生物转化率 (%)
猴头菇 1 号	5.33 ± 0.58c	9.00 ± 1.00c	211.82 ± 11.93a	42.36 ± 3.37a	92.26 ± 10.86a
猴头菇 2 号	6.33 ± 0.58c	12.67 ± 0.58b	145.85 ± 17.12b	29.17 ± 4.84b	60.79 ± 12.34b
猴头菇 3 号	10.33 ± 0.58b	13.33 ± 0.58b	130.62 ± 8.54b	26.12 ± 2.41b	57.86 ± 9.05b
猴头 8415	12.67 ± 0.58a	16.00 ± 1.00a	150.29 ± 21.92b	30.06 ± 6.20b	62.42 ± 12.34b
美猴王	13.00 ± 1.00a	16.33 ± 0.58a	154.15 ± 14.55b	30.83 ± 4.12b	64.91 ± 10.46b

著短于其他菌株,猴头菇 3 号、猴头 8415、美猴王菌株原基形成时间较长,因秋季温度变化是从高温到低温,原基形成时间较长,与菌株对低温需求有关。猴头菇 1 号菌株转潮时间较快,为(9.00 ± 1.00) d;猴头菇 2 号和 3 号菌株与其差异不显著,猴头

8415、美猴王转潮时间较长,分别为(15.33 ± 1.16)、(14.00 ± 1.00) d。猴头菇 1 号菌株第 1 潮菇单朵重量(182.03 ± 7.45) g,显著高于其他菌株;猴头菇 1 号菌株生物转化率较高,为(81.95 ± 4.23)%,显著高于其他菌株。

表 7 秋季(24~12℃)不同菌株原基形成、转潮时间及生物转化率比较

菌株	发菌结束至原基形成时间 (d)	转潮时间 (d)	第 1 潮菇单朵质量 (g)	第 1 潮菇生物转化率 (%)	生物转化率 (%)
猴头菇 1 号	4.33 ± 0.58e	9.00 ± 1.00b	182.03 ± 7.45a	36.41 ± 2.11a	81.95 ± 4.23a
猴头菇 2 号	7.00 ± 1.00d	9.33 ± 0.58b	146.30 ± 9.07b	28.26 ± 3.98ab	54.76 ± 6.36b
猴头菇 3 号	20.00 ± 1.00b	10.00 ± 1.00b	123.80 ± 10.78c	23.76 ± 4.46b	49.42 ± 4.83b
猴头 8415	27.33 ± 1.53a	15.33 ± 1.16a	160.30 ± 12.89b	31.06 ± 5.06ab	35.71 ± 4.30c
美猴王	14.00 ± 1.00c	14.00 ± 1.00a	124.80 ± 16.60c	24.96 ± 6.11b	49.71 ± 4.95b

由表 6、表 7 可见,温度无论从 12℃ 至 24℃ (春季),还是从 24℃ 至 12℃ (秋季),猴头菇 1 号菌株第 1 潮菇重量和生物转化率均显著高于其他菌株,原基形成时间短,转潮快。此外,所有菌株春季(12~24℃)生物转化率均高于秋季(24~12℃)。

2.3 不同菌株品质特性

由表 8 可以看出,不同菌株品质特性差异较大。美猴王菌株子实体折干率、粗纤维含量、粗多糖含量和深层液体发酵菌丝体粗多糖含量均显著高于其他菌株。猴头菇 1 号菌株子实体折干率为 12.49%,显著高于猴头菇 3 号和猴头 8415 菌株;粗

蛋白含量显著高于其他菌株,与美猴王差异不显著;粗多糖含量为(0.27 ± 0.03)%,深层液体发酵菌丝体粗多糖含量为(0.56 ± 0.01)%,显著高于猴头菇 2 号、3 号和猴头 8415;粗纤维含量较低,与猴头菇 2 号、3 号差异不显著。由此可见,美猴王菌株因子实体折干率高、粗纤维含量及粗多糖含量等较高,适合生产干品猴头菇;猴头菇 1 号菌株粗纤维较低,可适合生产鲜品猴头菇;美猴王菌株的深层液体发酵菌丝体粗多糖含量较高,可用于开发菌丝体产品。

表 8 不同菌株品质特性比较

菌株	子实体				深层液体发酵: 菌丝体粗多糖 (%,鲜品)
	折干率 (%)	粗蛋白含量 (%,鲜品)	粗多糖含量 (%,鲜品)	粗纤维含量 (%)	
猴头菇 1 号	12.49c	2.62 ± 0.04c	0.27 ± 0.03c	0.55c	0.56 ± 0.01b
猴头菇 2 号	13.79b	2.39 ± 0.04d	0.31 ± 0.02b	0.55c	0.52 ± 0.01c
猴头菇 3 号	11.38e	2.96 ± 0.10a	0.26 ± 0.01c	0.63bc	0.33 ± 0.02e
猴头 8415	11.91d	2.84 ± 0.06b	0.16 ± 0.01d	0.74b	0.44 ± 0.03d
美猴王	14.08a	2.61 ± 0.05c	0.39 ± 0.02a	1.16a	0.69 ± 0.02a

3 结论与讨论

食用菌生产中常根据生产目的选择适宜菌株^[23-24],当前猴头菇的生产加工方式主要为猴头菇干品、猴头菇鲜品和以菌丝体或猴头菇干品开发的功能食品^[2]。本研究表明,猴头菇1号菌株在出菇包培养基中生长速度较快,无论春栽还是秋栽,猴头菇原基分化时间较短,为(4.33±0.58)~(5.33±0.58)d,转潮时间短,为(9.00±1.00)d,第1潮菇的生物转化率高,为(36.41±2.11)%~(42.36±3.37)%,总生物转化率高,而且菇形圆整,不需要温差刺激即可出菇,粗纤维含量较低,可作为猴头菇鲜品的主栽菌株;美猴王菌株折干率、粗纤维含量、粗多糖含量等较高,春季(12~24℃)栽培生物转化率(64.91±10.46)%,可作为春季猴头菇干品的主栽菌株;另外,猴头菇菌丝体粗多糖对胃黏膜具有良好的保护作用^[25-26],美猴王菌株液体发酵菌丝生物量及粗多糖含量较高,可作为以菌丝体开发功能食品的生产用菌株。

根据食用菌原基形成时对温度的反应,将食用菌分为变温结实菌类和恒温结实菌类^[4]。本研究表明,猴头菇不同菌株,原基分化时对温度的反应不同。春季(12~24℃),猴头菇1号菌株原基分化时间为(5.33±0.58)d,猴头8415菌株原基分化时间为(12.67±0.58)d;而秋季(24~12℃),猴头菇1号菌株原基分化时间为(4.33±0.58)d,猴头8415菌株原基分化时间为(27.33±1.53)d。可见,猴头菇1号菌株原基形成时不需要低温刺激,对温度反应不敏感,而猴头8415菌株原基分化时需要低温刺激才能形成原基。此外,当前中国猴头菇的生产依赖传统栽培方式居多,各地在选择春栽菌株和秋栽菌株时要慎重,应选择对温度反应不敏感且温度适应范围比较广的菌株。

参考文献:

- [1] 张金霞,蔡为明,黄晨阳. 中国食用菌栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2020:355-362.
- [2] 姜依晴,黎倍秀,郑文雄,等. 猴头菇多糖功能活性及新产品开发的研究进展[J]. 食品研究与开发,2024,45(9):212-219.
- [3] 黄越,周春晖,黄惠华. 不同提取方法猴头菇粗多糖的表征及其抗氧化活性的比较[J]. 食品工业科技,2017,38(3):80-86.
- [4] 张瑞华,常明昌. 食用菌栽培[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2021:133-139.
- [5] 郑素月,史灵燕,赵翠敏,等. 适宜河北西部山区栽培的黑木耳优良菌株筛选研究[J]. 中国食用菌,2019,38(7):19-22,27.
- [6] 孙靖轩. 黑木耳优质高产菌株的选育[D]. 北京:中国农业科学院,2013:7-8.
- [7] 姚强,宫志远,司洪宇,等. 南种北繁高产草菇栽培菌株的筛选及品种比较[J]. 山东农业科学,2020,52(11):130-133.
- [8] 金鑫,陈祖琴,李文治,等. 西南地区优良黑木耳品种筛选和活性成分研究[J]. 微生物学杂志,2017,37(6):36-40.
- [9] 赵敬聪,宫志远,韩建东,等. 适宜工厂化栽培的秀珍菇菌株筛选与评价[J]. 山东农业科学,2020,52(5):55-58.
- [10] 张姣,李旭,李素俭,等. 不同黑木耳菌株在陕西杨凌的生产性能研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2021,41(4):58-67.
- [11] 李戎. 18个云芝菌株人工驯化栽培及药材品质评价[D]. 长沙:湖南农业大学,2022:41-42.
- [12] 叶建强,蓝桃菊,黄卓忠,等. 不同来源毛木耳的农艺性状及其灰色关联度分析[J]. 西南农业学报,2022,35(2):310-318.
- [13] 张宝翠,刘晓鹏,朱玉昌,等. 猴头菇的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报,2019,10(8):2285-2292.
- [14] 谌金吾,李琳琪,孙厚静,等. 黔东南州松(杉)林下猴头菇仿野生栽培技术[J]. 食用菌,2023,45(6):59-61.
- [15] 蒲彬,周潇,尤丽梅,等. 新疆桑枝栽培猴头菇试验研究[J]. 中国蚕业,2023,44(4):25-28.
- [16] 陆珠,王月,任梓铭,等. 一株野生猴头菇的生物学特性及栽培模式研究[J]. 特产研究,2023,45(5):28-32,41.
- [17] 高颖,李田春,徐晓宇. 不同培养基对猴头菇菌丝体生长量及多糖含量的影响[J]. 辽宁科技学院学报,2016,18(4):22-23,26.
- [18] 刘晓鹏,姜宁,夏冬冬,等. 猴头菌液体发酵培养基及工艺优化的研究[J]. 广东农业科学,2014,41(18):79-82,86.
- [19] 苏荣荣,张宇慧,马鑫旺,等. 外施营养液对平菇生长发育及品质的影响[J]. 中国食用菌,2020,39(3):13-16.
- [20] 中华人民共和国农业农村部. 食用菌中粗多糖的测定分光光度法:NY/T 1676—2023[S]. 北京:中华人民共和国农业农村部,2023.
- [21] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [22] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. 植物类食品中粗纤维的测定:GB/T 5009.10—2003[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [23] 乔艳明,陈文强,邓百万,等. 秦巴山区香菇胞外多糖高产菌株的筛选[J]. 北方园艺,2015(8):137-142.
- [24] 徐冲,冯敏,柴林山,等. 香菇液体发酵高产多糖菌株筛选[J]. 微生物学杂志,2022,42(1):107-111.
- [25] 袁尔东,黄敏,李良,等. 猴头菇菌丝体/子实体多糖对胃黏膜的保护作用[J]. 中国食品学报,2020,20(11):71-78.
- [26] 裴小平. 猴头菇多糖的提取方法及其开发应用研究进展[J]. 安徽农业科学,2016,44(34):38-42.