

不同培养温度对金针菇生长情况的影响

潘 辉¹, 郭力刚², 李正鹏², 陆 欢^{2*}

¹贵州光明临港九道菇生物科技有限公司, 贵州 遵义

²上海市农业科学院食用菌研究所, 农业部应用真菌资源与利用重点开放实验室, 国家食用菌工程技术研究中心, 上海

收稿日期: 2022年5月20日; 录用日期: 2022年6月20日; 发布日期: 2022年6月27日

摘 要

试验研究了在相同出菇管理条件下, 不同发菌温度对工厂化栽培的金针菇菌株的菌丝长速、发菌期菌丝长势、原基形成时间、子实体形态和产量等农艺性状的影响。结果表明, 培养温度为18.4℃时, 有利于金针菇发菌生长、缩短原基形成时间和采收时间, 提高产量。

关键词

金针菇, 培养温度, 农艺性状

Effects of Different Culture Temperatures on the Growth of *Flammulina filiformis*

Hui Pan¹, Ligang Guo², Zhengpeng Li², Huan Lu^{2*}

¹Guizhou Guangming Lingang Jiudaogu Biotechnology Co., Ltd., Zunyi Guizhou

²Institute of Edible Fungi, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Applied Fungal Resources and Utilization (South), Ministry of Agriculture of China, National Engineering Research Center of Edible Fungi, Shanghai

Received: May 20th, 2022; accepted: Jun. 20th, 2022; published: Jun. 27th, 2022

Abstract

Under the same management conditions, the effects of different culture temperatures on the agronomic traits of *Flammulina filiformis* strains were studied, such as hyphal growth rate, hyphal

*通讯作者。

growth at germination stage, primordium formation time, fruiting body morphology and yield. The results showed that when the culture temperature was 18.4°C, it was beneficial to the growth of *Flammulina filiformis*, shortening the primordium formation time and harvest time, and increasing the yield.

Keywords

Flammulina filiformis, Culture Temperature, Agronomic Traits

Copyright © 2022 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

金针菇(*Flammulina filiformis*)又名冬菇、毛柄金钱菌,属蘑菇纲、蘑菇亚纲、蘑菇目、膨瑚菌科、冬菇属,主要是在亚洲国家广泛栽培,具有重要的经济价值[1] [2] [3]。金针菇富含蛋白质、氨基酸、矿物质和维生素等各种营养成分,包括人体必需的8种氨基酸[4] [5],以及膳食纤维、多糖、甾类、萜类、多酚类和黄酮类化合物,此外还具有抗氧化、抗肿瘤、提高免疫力、降血脂、降血糖抗疲劳等多种药理活性作用[6] [7] [8] [9],市场开发潜力巨大。

近十年来,我国的食用菌产量和产值都发生了巨大变化,食用菌产业已成为中国农业种植业中继粮食、蔬菜、果树、油料之后的第五大产业。目前我国工厂化金针菇年总产量增长20%左右,2019年我国金针菇年产量已达258.96万吨,是食用菌工厂化栽培品种年产量最高的品种[10]。虽然金针菇是我国最早实现工厂化生产的食用菌品种,但金针菇栽培也面临低效益、高成本以及生产过程中巨大的能源消耗等问题,使得金针菇的工厂化生产进入瓶颈期。

工厂化栽培金针菇是对生长环境进行标准化统一管理,通过严格控制生长环境的温度、湿度、光照和CO₂浓度等因素,以保证产品的质量和品质。光照在金针菇套筒后是影响品质的重要因素之一,谢正林等对白色金针菇搔菌后子实体分化光因素条件进行了优化,发现白色光质(强度290 lx)处理6 h,套筒后蓝色光质(强度439 lx)处理4 h为最优光因素调控组合[11]。培养基装瓶容积重在工厂化栽培金针菇中对金针菇产量和生物学效率具有较大的影响。金群力等优化了金针菇的基质配方和用量,发现当装瓶容积为660~820 g时,随着装瓶容积的增加,子实体数量和长度均呈下降趋势[12]。温度是工厂化金针菇栽培的主要调控因素之一,对金针菇菌丝培养和子实体生育生长都具有重要作用,尤其是在菌丝体通过搔菌形成原基到子实体的过程中是重要的环境诱因[13] [14] [15]。胡忠玲发现温度对金针菇产量有一定的影响,当温度为25°C时为金针菇最适培养温度[16]。

本研究通过在相同出菇管理条件下,对比在不同的发菌温度条件下,对金针菇菌株的菌丝生长速度、发菌期菌丝长势、原基形成时间、子实体形态和产量等农艺性状的影响,以期为工厂化金针菇精准化、节能化栽培提供科学依据。

2. 材料与方法

2.1. 供试材料

金针菇菌株2031,由贵州光明临港九道菇生物科技有限公司菌种室提供。

2.2. 试验时间和地点

2021年3~6月于贵州光明临港九道菇生物科技有限公司生产车间开展试验。

2.3. 试验方法

2.3.1. 菌种制作

母种采用PDA培养基,接种培养7d后,进行传代,共传代3次接入液体培养基,20℃,150 r/min培养8d;原种采用发酵罐液体培养基,豆粕粉0.3%、白砂糖2%、硫酸镁0.06%、磷酸二氢钾0.06%、消泡剂适量,培养6~8d;栽培种采用每瓶接入30~35 mL原种,完成接种放置培养室进行发菌。

2.3.2. 不同培养温度发菌

每个培养房配置5台制冷机,培养筐累计堆垛18层,每层放置6筐。设15℃、16.8℃、18.4℃三个处理培养条件,根据制冷机吹风方向,取每一刹中间2层中的16筐作为取样标准,插入标注取样点名称的标签纸,重复三次。以研究不同培养温度对金针菇生育阶段菌丝恢复、原基发生和产质等农艺性状的影响。

2.3.3. 出菇管理

接种培养24d观察菌丝萌发情况,菌丝长满菌瓶后进行搔菌。搔菌后栽培瓶放入生育室进行出菇培养,观察记录搔菌后3d、6d、15d、18d及采收当天金针菇生育情况,并拍照。

2.4. 测定指标

主要测定不同处理的菌丝长速、菌丝长势、原基出现时间、产量、子实体生长情况等农艺性状。

2.5. 数据分析

采用Excel 2017软件进行数据处理,SPSS 21.0软件进行统计分析。

3. 结果与分析

3.1. 不同温度处理的金针菇发菌情况

由表1可知,不同培养温度对金针菇菌丝培养的长势、菌丝生长速度及满瓶时间均有影响。随着培养温度的升高,菌丝生长速度变快,菌丝长满瓶的时间变短。18.4℃培养的菌瓶菌丝生长速度比15℃和16.8℃培养的菌丝生长速度快,发菌期短,菌丝成熟脱壁。说明金针菇菌丝培养温度在18.4℃左右比较适宜,有利于增加菌丝活力,快速生长吸收营养。此外,适宜的温度还有利于节能,降低成本。

Table 1. Effects of different culture temperatures on mycelial growth of *Flammulina filiformis*

表 1. 不同培养温度对发菌阶段金针菇菌丝生长情况的影响

培养温度/℃	培养时间/d	搔菌时菌丝长势	搔菌时间/d
15	24	瓶交接处有稍许未长满菌丝,部分瓶底未长满菌丝	26
16.8	24	菌丝刚刚长满菌瓶,少部分瓶底差一点未长满菌丝	25
18.4	24	菌丝发满整瓶,且部分菌丝出现少许脱壁现象	24

3.2. 不同温度处理的金针菇出菇情况

由表2可知,搔菌后进入生育室后采用统一管理,不同温度处理的菌瓶生长表现各有差异,见图1~4,但子实体形态无显著差异。不同培养温度的菌瓶在子实体形态中的菌盖直径、菌柄直径、菌柄长度、菌盖高度和菌盖厚度,以及出芽数上差异不明显,原因可能是菌种和培养条件一致,培养温度刺激对金针

菇菌丝在营养吸收和生殖阶段产生的变化差异不大,但 15℃和 16.8℃培养的菌瓶搔菌后,菌丝活力恢复较 18.4℃的速度慢,因此原基形成时间和采收时间都比 18.4℃培养的要长。说明适合的培养温度对金针菇后续生长有正相关的影响。

3.3. 不同温度处理的金针菇产量的影响

金针菇只采收一潮菇,不同温度培养的金针菇子实体生长情况见图 5。由表 3 可知,15℃培养的菌瓶平均单产为 388.75 g,16.8℃培养的菌瓶平均单产为 395.50 g,18.4℃培养的菌瓶平均单产为 408.25 g,3 个处理的平均产量具有一定差异。抽样取的菌瓶中 15℃培养的菌瓶产量高于 400 g 的有 6 瓶,16.8℃培养的菌瓶产量高于 400 g 的有 7 瓶,18.4℃培养的菌瓶产量高于 400 g 的共有 11 瓶。分析可知,3 个不同的培养温度之间的生物转化率差异不显著,说明 3 个不同的培养温度对金针菇的产量无显著影响。

Table 2. Effects of different culture temperatures on the growth of *Flammulina filiformis* at fruiting stage

表 2. 不同培养温度对出菇阶段金针菇生长情况的影响

培养温度/℃	原基形成时间/d	采收时间/d	出芽数	子实体形态				
				菌盖直径/mm	菌柄直径/mm	菌柄长度/mm	菌盖高度/mm	菌盖厚度/mm
15	6	25	1375	7.89 ± 0.23	2.67 ± 0.03	18.32 ± 3.24	4.41 ± 0.42	3.23 ± 0.17
16.8	6	24	1369	7.52 ± 0.11	3.14 ± 0.21	18.13 ± 2.56	5.06 ± 0.56	3.14 ± 0.45
18.4	5	22	1427	8.01 ± 0.46	3.21 ± 0.53	18.65 ± 1.19	4.69 ± 0.27	3.21 ± 0.33

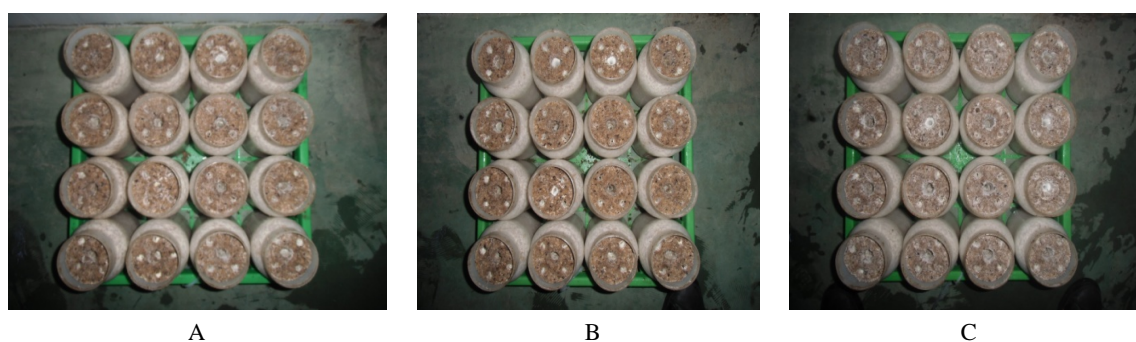


Figure 1. Growth of *Flammulina filiformis* on the 3rd day of scratching. (A: Culture at 15℃; B: Culture at 16.8℃; C: Culture at 18.4℃; The same below)

图 1. 搔菌第 3 d 金针菇的生长情况。(A: 15℃条件培养; B: 16.8℃条件培养; C: 18.4℃条件培养; 下同)

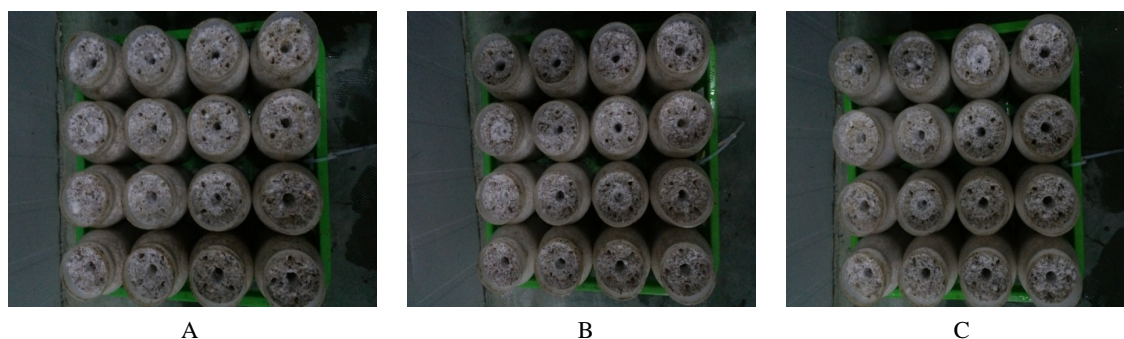


Figure 2. Growth of *Flammulina filiformis* on the 6th day of scratching

图 2. 搔菌第 6 d 金针菇的生长情况

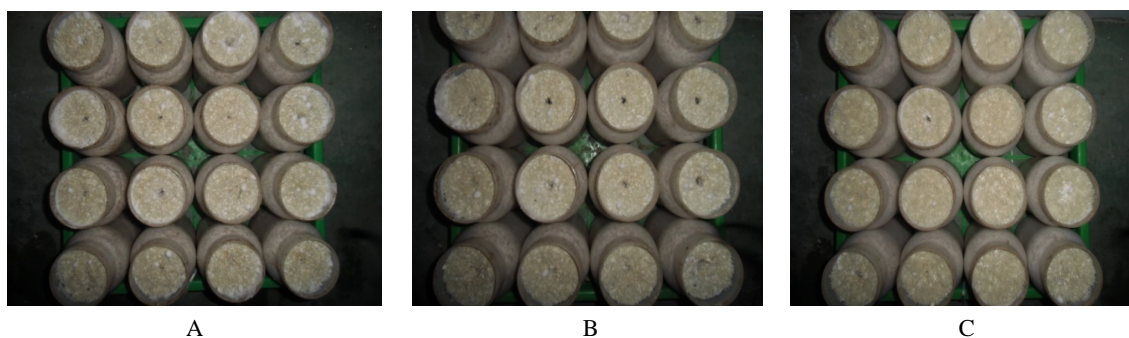


Figure 3. Growth of *Flammulina filiformis* on the 15th day of scratching
图 3. 搔菌第 15 d 金针菇的生长情况

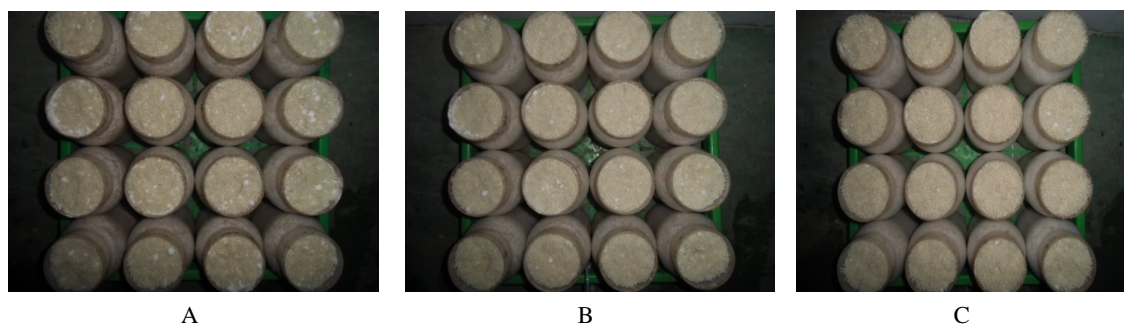


Figure 4. Growth of *Flammulina filiformis* on the 18th day of scratching
图 4. 搔菌第 18 d 金针菇的生长情况

Table 3. Effects of different culture temperatures on yield of *Flammulina filiformis*
表 3. 不同培养温度对金针菇产量的影响

产量/g	15℃	16.8℃	18.4℃	产量/g	15℃	16.8℃	18.4℃
1	356	416	400	9	436	386	430
2	408	384	372	10	412	398	360
3	398	330	442	11	382	428	430
4	404	350	398	12	314	430	434
5	390	422	424	13	442	394	354
6	384	382	444	14	358	404	428
7	396	436	318	15	356	420	424
8	400	364	428	16	384	384	446
平均单产/g	392.00	385.50	403.25	平均单产/g	385.50	405.50	413.25

4. 小结与讨论

金针菇的菌丝培养和子实体生长都需要适宜的温度，温度过高或过低都会影响菌丝和子实体生长。工厂化金针菇通过自动化温控等技术随时调节温度参数，以保证金针菇处于最适宜的生长状态。本研究中 3 个培养温度对金针菇的子实体形态和出芽数无显著差异，以及对金针菇的生物转化率差异不显著，金针菇产量未有显著影响，但对原基形成时间和采收时间有明显影响。而且在金针菇生产中温度控制至关重要，尤其在夏季高温条件下，每降低 1℃ 都需要消耗巨大电力成本。

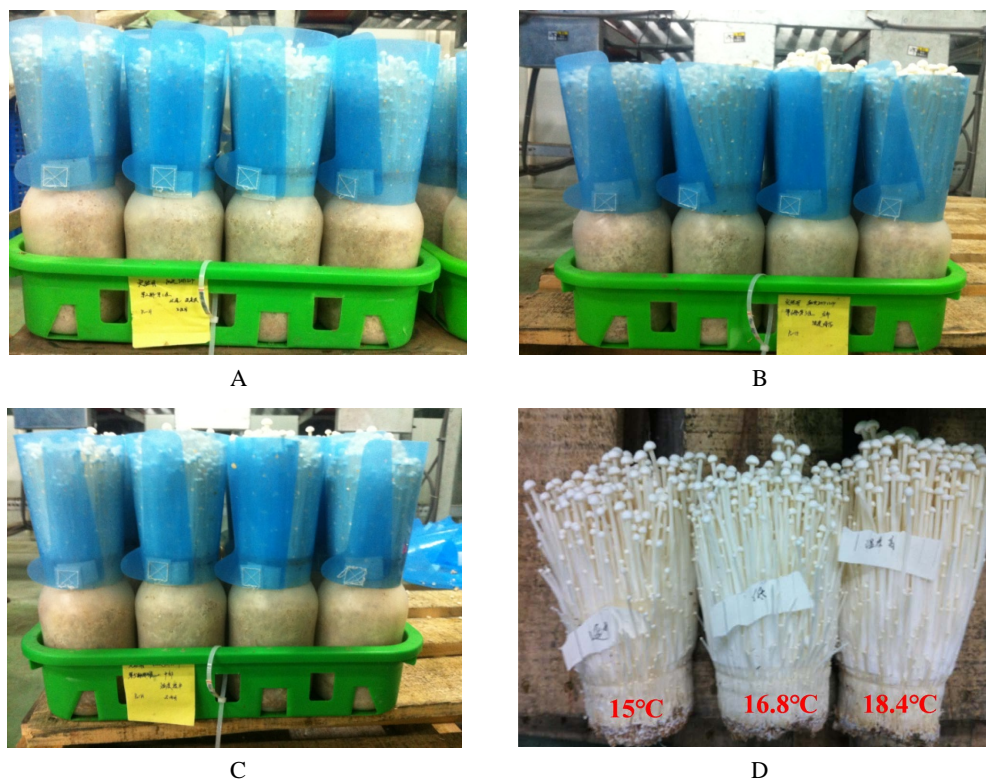


Figure 5. Growth of *Flammulina filiformis* fruiting body at different culture temperatures
图 5. 不同培养温度金针菇子实体生长情况

在 15℃、16.8℃和 18.4℃三个培养温度下，金针菇菌丝生长速度和菌丝长势差异显著，且随着培养温度不断升高，菌丝生长速度逐渐加快，菌丝长势健壮浓密，菌丝培养周期缩短，表明 18.4℃的培养温度较适宜金针菇菌丝生长。因此，选择适宜的培养温度 18.4℃，不仅促进金针菇菌丝生长，还能缩短生育时间，提高单产。

基金项目

上海市农业科学院卓越团队建设项目(ZY221601)。

参考文献

- [1] 张金霞, 赵永昌. 食用菌种质资源学[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 344-353.
- [2] 戴玉成, 杨祝良. 中国五种重要食用菌学名新注[J]. 菌物学报, 2018, 37(12): 1527-1577.
- [3] 戴玉成, 杨祝良, 崔宝凯, 等. 中国森林大型真菌重要类群多样性和系统学研究[J]. 菌物学报, 2021, 40(4): 770-805.
- [4] 陆欢, 王瑞娟, 刘建雨, 等. 不同品种金针菇的营养成分分析与评价[J]. 食品与机械, 2021, 37(6): 69-75.
- [5] 付英宾, 崔文甲, 王文亮, 等. 金针菇营养成分及产品开发研究进展[J]. 食品科技, 2021, 46(6): 73-76.
- [6] 刘学成, 王文亮, 弓志青, 等. 金针菇膳食纤维改性、理化性质及抗氧化、降血脂活性[J]. 食品科学, 2021, 42(23): 90-98.
- [7] 王翠翠, 崔成伟, 陈屏, 等. 金针菇化学成分及药理活性研究进展[J]. 菌物研究, 2021, 19(3): 207-216.
- [8] 谭一罗, 杨和川, 苏文英, 等. 金针菇活性成分及药理活性研究进展[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(5): 1191-1197.
- [9] 马升, 高青莹, 李莉, 等. 发酵金针菇多酚的提取、纯化及抗油脂氧化能力研究[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(2): 121-126.

- [10] 中国食用菌协会. 2019 年度全国食用菌统计调查结果分析[Z/OL]. <http://bigdata.cefa.org.cn>, 2020-12-22.
- [11] 谢正林, 杨生琴, 谢春芹, 等. LED 光源对金针菇工厂化生产影响研究[J]. 中国食用菌, 2019, 38(11): 32-36.
- [12] 金群力, 范丽军, 冯伟林, 等. 不同栽培原料配方及装瓶容重对金针菇生长发育的影响[J]. 浙江农业学报, 2016, 28(11): 1874-1880.
- [13] 张剑. 环境因子对金针菇品质的影响[J]. 中国食用菌, 2020, 39(10): 59-62.
- [14] Liu, J.Y., Chang, M.C., Meng, J.L., *et al.* (2018) A Comparative Proteome Approach Reveals Metabolic Changes Associated with *Flammulina velutipes* Mycelia in Response to Cold and Light Stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **66**, 3716-3725. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b00383>
- [15] Liu, J.Y., Meng, J.L., Chang, M.C., *et al.* (2017) iTRAQ-Based Quantitative Proteome Revealed Metabolic Changes of *Flammulina velutipes* Mycelia in Response to Cold Stress. *Journal of Proteomics*, **156**, 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2017.01.009>
- [16] 胡忠玲. 生态环境保护对金针菇增产效应的影响分析[J]. 中国食用菌, 2019, 38(9): 116-119.