

行业标准

《猪肚菇生产技术规程》

编制说明

（征求意见稿）

标准起草组

2026 年 1 月

# 《猪肚菇生产技术规程》

## 行业标准编制说明

### 一、工作简况

#### （一）任务来源

2025年9月，中华全国供销合作总社办公厅下达了《猪肚菇生产技术规程》行业标准立项计划，计划编号：2025GH-53。本文件由中华全国供销合作总社提出并归口，由上海市农业科学院、中华全国供销合作总社北京商业机械研究所、中华全国供销合作总社南京野生植物综合利用研究所、中国热带农业科学院环境与植物保护研究所、漳州市农业科学研究所、山东福禾菌业科技股份有限公司、衢州市翔龙农业发展有限公司、上海泽福食用菌种植专业合作社共同完成。

#### （二）目的及意义

猪肚菇（*Pleurotus giganteus*）在中国、马来西亚、斯里兰卡、印度尼西亚、越南、老挝、泰国等均有栽培，是一种适合在夏秋季栽培的珍稀食用菌，其生长适应性强，子实体口感爽脆、味道鲜美且营养丰富，深受食用菌生产者和消费者喜爱。目前猪肚菇的市场主要集中在再高端消费领域，销售渠道涵盖了超市、农贸市场、餐饮企业等，且出口量也在逐年增加。近年来由于其生长适应性强，适用原料广泛，耐高温，生物学效率较高，且其鲜品耐贮藏，同时又具有较高的营养价值，是一种理想的夏秋季栽培珍稀食用菌品种，其栽培规模增长迅速，具有广阔的发展前景。近年来猪肚菇的育种

和栽培工作逐渐展开，目前广泛栽培的品种主要来源于我国广东、福建、湖南、海南、浙江和云南等地区的野生种质资源驯化，我国是世界上开展猪肚菇育种及人工栽培的主要国家，近年来福建省农业科学院、福建三明真菌研究所、福建莆田农科所、福建农林大学、上海市农业科学院、鲁东大学、山东省泰安市农业科学院等科研单位相继通过野生驯化、组织分离、诱变育种等手段开展了猪肚菇育种研究，并陆续有“莆蕈1号”“申蕈1号”等品种通过省级认定，为该品种的标准化和工厂化生产提供了有效保障。目前，浙江、江苏、福建、河南、山东等地有企业开始尝试猪肚菇工厂化周年生产，并且该品种可在夏季高温季节出菇，可有效填补食用菌品种夏季高温季节不能生产的空白。今年，农业农村部也颁布了农业行业标准——《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南猪肚菇》（NY/T 4504-2025号），为猪肚菇的品种保护奠定了基础。

虽然猪肚菇的栽培技术已经有了一定的经验积累，但目前国内外并未发布专门针对猪肚菇栽培的国家标准、行业标准，行业内缺乏统一的栽培技术标准。不同地区、不同种植户的栽培方法存在差异，导致猪肚菇的产量和质量参差不齐，影响了产品的市场竞争力和产业的健康发展。目前因此，制定出猪肚菇生产技术规程，规范猪肚菇生产及产业的发展，就成为一项十分必要而又紧迫的任务。

### （三）主要工作过程

2025年1月至5月，起草组收集整理现有标准、法律法规、文献等相关资料，在了解猪肚菇栽培现状的基础上，形成了标准框架

和结构。

2025 年 5 月至 7 月，起草组调研浙江、江苏、福建、河南、山东等地猪肚菇生产企业并召开了标准研讨会，会上，来自上海市农业科学院、中华全国供销合作总社北京商业机械研究所、中华全国供销合作总社南京野生植物综合利用研究所、中国热带农业科学院环境与植物保护研究所、漳州市农业科学研究所、山东福禾菌业科技股份有限公司、衢州市翔龙农业发展有限公司、上海泽福食用菌种植专业合作社专家及技术人员参加此次研讨会。专家领导针对猪肚菇生产技术规程行业标准制定进行讨论，深入讨论了标准的产地环境、菌种选择、基质配方、栽培季节、菌包生产、灭菌、冷却、接种、发菌管理、出菇管理、子实体采收、转潮管理及病虫害防治等内容，并针对猪肚菇生产技术规程行业标准提出了具有指导意义的建议和观点。

2025 年 7 月至 11 月，起草组根据研讨会专家建议以及资料查询，并收集了各地区猪肚菇生产栽培数据，对标准内容进行修改完善，对发菌管理、出菇管理、子实体采收等指标进行完善，完成征求意见稿。

2025 年 11 月至 12 月，起草组将标准征求意见稿发送给 7 个单位的 7 位熟悉猪肚菇育种、栽培及标准制定领域的专家征求标准文本及编制说明的意见，7 为专家全部进行了函复，共收到 67 条反馈意见。收到意见反馈后标准起草组对专家意见进行了认真梳理、总结，并根据专家意见对标准文本和标准编制说明进行了修改，67 条

反馈意见采纳 63 条，部分采纳 1 条，未采纳 3 条。

## 二、编制原则和主要内容的论据

### （一）编制原则

1、一致性原则，本文件在编制过程中采用与食用菌相关法律法规及食用菌生产等文件相一致的原则和方法。

2、规范性原则，标准按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求进行编写，保证标准形式和内容的规范性。

3、实用性原则，为确保该文件适用于猪肚菇的生产，该文件在充分调研和分析的基础上，综合考虑了猪肚菇不同地区生产的实际情况，科学、合理地编制了本文件的内容，尽量确保本文件具有较强的适用性。

4、力求全面覆盖，科学合理，层次清晰，重点突出，定位在猪肚菇从生产到采收等全过程。

### （二）制定依据

《中华人民共和国标准化法》；

《中华人民共和国农产品质量安全法》

《中华人民共和国标准化法实施条例》

《中华人民共和国食品安全法实施条例》

《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南猪肚菇》

## 三、主要技术内容及确定依据

本文件界定了猪肚菇的术语和定义，并规定了猪肚菇生产过程中产地环境、菌种选择、基质配方、季节栽培、菌包生产、灭菌、冷却、接种、发菌管理、出菇管理、子实体采收、分级、转潮管理及病虫害防治与建立档案。其中发菌管理包括发菌场所、堆放方式、环境调控与管理要求等内容。出菇管理包括覆土准备、覆土、催蕾管理与出菇管理等内容。

标准中的主要技术内容依据上海市农业科学院多年开展的猪肚菇栽培试验，确定了猪肚菇不同生长阶段的温湿度、光照、通风等参数，明确了量化控制指标。通过对比机制配方，研发适配工厂化、林下等不同栽培模式的高效基质配方，确保技术内容符合猪肚菇生物学特性。此外，吸纳多地多类生产主体实践经验，兼顾不同栽培场景需求。其中，山东福禾菌业的菌包生产技术、衢州市翔龙农业的工厂化周年生产经验，为菌包制作、灭菌、接种及出菇环境调控提供实操规范；上海泽福食用菌种植专业合作社的林下栽培经验，补充了室外设施栽培的技术细节。同时，结合福建、浙江等主产区农户小规模栽培痛点，简化非核心环节操作流程，提升标准普适性。

本标准针对针对产业现存问题确定内容重点。因猪肚菇高温高湿环境下病虫害高发，标准强化“预防为主、综合防治”体系，明确病虫害监测与防控流程；针对生产技术不规范导致的产量质量不稳定问题，上海农业科学院食用菌研究所开展相应试验，细化从菌种选择到采收的全流程操作规范，如规定菌种质量要求、培养基灭菌参数等；考虑产业规模化发展需求，增设生产废弃物环保处理

与生产档案记录要求，助力产品溯源与产业规范化管理。

主要指标的确定依据及开展验证：

3.1 温度对不同猪肚菇菌株菌丝生长的影响

以 23 份猪肚菇种质资源为供试材料，设置系列梯度培养温度，系统考察不同温度条件下各菌株的菌丝生长速度及菌落形态（包括菌落大小、边缘整齐度、菌丝致密程度、色泽等特征）。通过对不同温度处理下的菌丝生长相关性状进行测定与统计，开展遗传多样性分析、相关性分析及聚类分析，明确温度对不同猪肚菇菌株菌丝生长的影响规律，筛选出菌丝生长速度快、菌落形态优良且对温度适应性强的猪肚菇菌株，为后续规模化、工厂化生产中菌丝培养阶段的温度调控及优良菌株选育提供理论依据。

3.1.1 材料与方法

3.1.1.1 供试菌株

表 1 供试菌株

序号	名称	来源
1	T212	莆田市农业科学研究所
2	莆蕈 1 号	莆田市农业科学研究所
3	T224	莆田市农业科学研究所
4	T225	莆田市农业科学研究所
5	福建猪肚菇 C	福建省农业科学院
6	福建猪肚菇	福建省农业科学院
7	大杯伞 F15	福建省农业科学院
8	泰安猪肚菇 H	泰安市农业科学院
9	泰安猪肚菇 B	泰安市农业科学院
10	北京大杯伞 1 号	北京市农林科学院
11	北京大杯伞 2 号	北京市农林科学院
12	广西猪肚菇	广西农业科学院
13	猪肚菇郑	福建农林大学
14	福建猪肚菇 B	福建农林大学
15	福建野生菌株	上海市农业科学院
16	烟台猪肚菇	鲁东大学
17	广西猪肚菇（白）	广西农业科学院
18	广西猪肚菇（灰）	广西农业科学院

19	吉林猪肚菇 1号	吉林农业大学
20	吉林猪肚菇 2号	吉林农业大学
21	四川猪肚菇	四川农业科学院
22	高邮猪肚菇	高邮食用菌研究所
23	昆山猪肚菇	昆山鹏达食用菌

### 3.1.1.2 培养基

基础培养基：PDA 培养基（g/L）：马铃薯 200 g、葡萄糖 20 g、琼脂 20 g、pH 自然（即不需另外调整 pH 值）、水 1 L。

栽培种培养基：木屑 79 %，麦麸 20 %，石膏 1 %，含水量 53~55 %，pH 自然。

栽培菌包培养基：杂木屑 39 %，棉子壳 39 %，麸皮 20 %，碳酸钙 2 %，含水量 53~55 %，pH 自然。

### 3.1.1.3 不同菌株菌丝生长速度测定

将上述供试菌株在无菌条件下挑取 5 mm<sup>2</sup> 大小的菌种块转接于 PDA 培养基中央，置于 25 °C 的恒温培养箱进行黑暗培养，从接种后第 3 d 开始记录，采用十字划线法根据公式：菌丝平均生长速度=菌落半径(mm)/生长天数（d），计算菌丝生长速度，每个重复 3 次。剔除掉生长速度最慢的菌株后，将其余菌株分别置于 20 °C、22 °C、24 °C、26 °C、28 °C、30 °C 下避光培养，计算菌丝生长速度，每个重复 3 次。记录 23 个菌株在不同温度下的菌丝生长速度，其中菌丝生长速度最快的温度为该菌株的最适生长温度。

## 3.1.2 试验结果与分析

### 3.1.2.1 平板菌丝生长速度测定

通过测量计算获得 23 个猪肚菇菌株的菌丝生长速度，结果如图 1 所示。生长速度快的品种有：1 号、2 号、3 号、5 号、8 号、12 号、



13 号、14 号、15 号、16 号、17 号、19 号、20 号、21 号、23 号，菌丝生长速度分别为 3.64 mm/d、3.29 mm/d、2.63 mm/d、3.52 mm/d、3.47 mm/d、3.26 mm/d、3.23 mm/d、3.05 mm/d、3.04 mm/d、3.04 mm/d、3.34 mm/d、3.06 mm/d、3.15 mm/d、3.01 mm/d 和 3.53 mm/d；生长速度慢的品种有：4、6、7、9、10、11、18、22 号菌株，其菌丝生长速度分别为 2.76 mm/d、2.79 mm/d、2.80 mm/d、2.58 mm/d、2.73 mm/d、2.54 mm/d、2.52 mm/d 和 2.21 mm/d，剔除掉生长速度最慢的 8 个菌株后，对其余 15 个菌株在不同温度下的生长速度进行测定，并进行出菇试验。

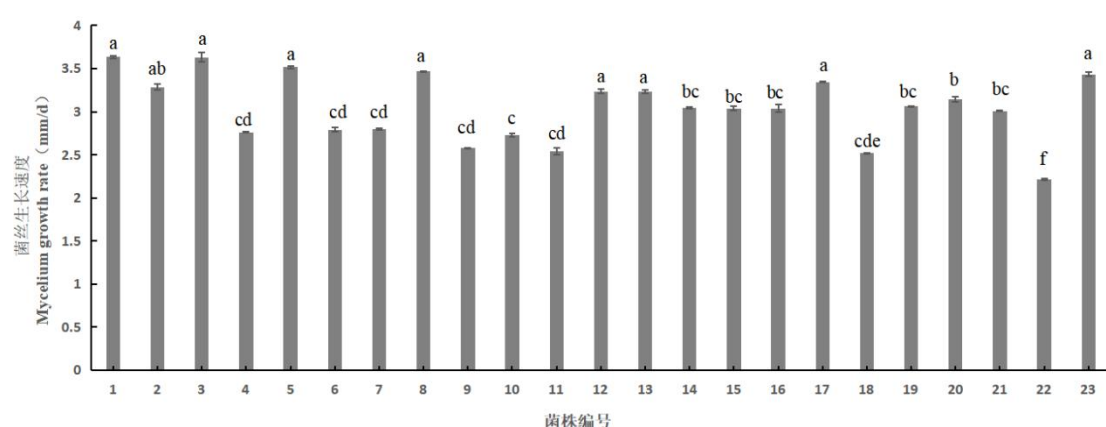


图 1 猪肚菇菌丝生长速度

注：含有相同字母代表两菌株间无显著差异，不含相同字母代表两菌株间有显著差异在  $p<0.05$  时。

### 3.1.2.2 不同菌株最适生长温度分析

在不同温度下培养 15 份猪肚菇菌株，以确定其菌丝生长速率（图 2）。各菌株的生长速率一般随温度的升高而加快，达到最适温度后又下降。大多数菌株在 24℃ 至 28℃ 之间生长较快，表明不同菌株，菌丝最适生长速率和温度之间存在多样性。15 个供试菌株

中有 2 个（1 号和 12 号）在 26 °C 时菌丝生长速率最高。6 个菌株（2 号，13 号，14 号，17 号，19 号，21 号）在 28 °C 时菌丝生长速率最大，其中 2 号的菌丝生长速率（6.33 mm/d）远快于 17 号的菌丝生长速率（4.08 mm/d）。6 个菌株（3 号，5 号，8 号，15 号，20 号，23 号）的菌丝生长速率在 24 °C 时达到最大。菌株 16 号在 22 °C 培养时，其生长速率最大，并且显著高于其它温度下菌丝生长速率。

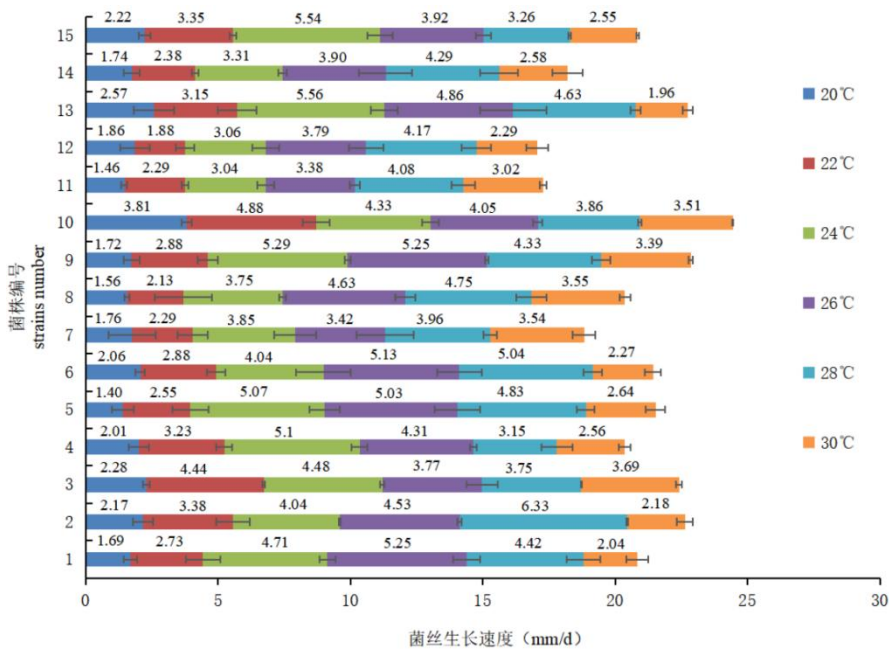


图 2 不同温度梯度下菌丝生长速度

注：含相同字母代表两菌株间无显著差异，不含相同字母代表两菌株间有显著差异在  $p < 0.05$  时。

### 3.1.3 小结

在本研究中，在 20~30 °C 的温度范围内对收集的猪肚菇种质资源进行了菌丝生长速度的比较，结果表明：大多数菌株在 24 °C 和 28 °C 之间菌丝生长最佳。猪肚菇的最适菌丝生长速度要明显高于香菇和金针菇等品种，在实际生产中，一般为了菌丝生长更加健壮，一般会采用培养温度略低于菌丝最适生长温度的环境进行培养，这

也更有利于后期产量的提高。因此，建议猪肚菇在菌丝培养初期温度设置在 22~23 ℃。

3.2 不同栽培模式对猪肚菇子实体农艺性状及品质的影响

我国猪肚菇栽培主要以脱袋覆土(简称埋土)的栽培模式为主，该方法具有控温保湿效果好、管理简单等优点，但是存在土地利用率低、易受病虫害影响等劣势；近年来袋内覆土(简称覆土)模式逐步出现,该模式有利于设施立体栽培,提高空间利用率，实现工厂化栽培。目前,关于不同栽培模式对猪肚菇子实体主要农艺性状、营养品质及安全性的评价还缺乏详细研究。试验以 17 个猪肚菇菌株为材料,考察埋土和覆土两种栽培模式下 17 个菌株的 8 个子实体农艺性状,并选取具有代表性的 2 个菌株进行粗蛋白、粗多糖、粗脂肪和粗纤维含量以及砷、镉含量的比较分析,以期为猪肚菇栽培生产技术的提升提供理论依据。

3.2.1 材料与方法

3.2.1.1 供试菌株

供试菌株及来源如表 2 所示

表 2 供试菌株

编号	菌株名称	来源	编号	菌株名称	来源
1	T212	莆田市农业科学研究所	10	福建猪肚菇 B	福建农林大学
2	莆覃 1 号	莆田市农业科学研究所	11	金山猪肚菇	上海金山星秀
3	T224	莆田市农业科学研究所	12	鲁东大学猪肚菇	鲁东大学

编号	菌株名称	来源	编号	菌株名称	来源
4	T225	莆田市农业科学研究所	13	广西猪肚菇(灰)	广西壮族自治区农业科学院
5	福建猪肚菇 C	福建省农业科学院	14	吉林猪肚菇(1)	吉林农业大学
6	泰安猪肚菇 H	山东泰安	15	吉林猪肚菇(2)	吉林农业大学
7	泰安猪肚菇 B	山东泰安	16	四川猪肚菇	四川德阳
8	广西猪肚菇	广西壮族自治区农业科学院	17	福建猪肚菇	福建漳州
9	漳州猪肚菇郑	福建漳州			

### 3.2.1.2 试验方法

#### 子实体栽培

按照牛贞福等的栽培方法,采用脱袋覆土(简称埋土)和袋内覆土(简称覆土)两种栽培模式对 17 个猪肚菇菌株进行栽培(图 3)。



图 3 栽培模式

#### 农艺性状测试

测试不同栽培模式下出菇过程中子实体的 8 个主要农艺性状(表 3), 子实体各部分名称及测试方法如图 4 所示。子实体生长至商品采收期时采收, 测量子实体的质量; 将子实体从菌盖与菌柄连接处分开, 测量菌盖部分的质量; 菌盖的直径为子实体菌盖最长部位之间

的长度。

表 3 子实体数量性状

代码	性状名称
Chr 1	子实体产量 /g
Chr 2	菌盖质量 /g
Chr 3	菌盖直径 /mm
Chr 4	菌盖厚度 /mm
Chr 5	菌褶宽度 /mm
Chr 6	菌柄长度 /mm
Chr 7	菌柄厚度 /mm
Chr 8	菌盖质量：子实体产量



图 4 猪肚菇子实体各部分名称及测试方法

营养成分及砷镉含量测定

将子实体菌盖和菌柄分别切下,放入烘箱中烘至恒重,粉碎过 80 目(孔径 180 μm)筛,进行各成分含量测定。粗蛋白含量：参照 GB / T 15673—2009 《食用菌中粗蛋白含量的测定》测定；粗多糖含量：参照 NY / T 1676—2008 《食用菌中粗多糖含量的测定》测定；粗脂肪含量：参照 GB / T 5009. 62016 《食品中脂肪的测定》测定；粗

纤维含量：参照 GB / T5009. 10—2003《植物类食品中粗纤维的测定》测定；砷含量：参照 GB / T 5009. 11—2014《食品中总砷及无机砷的测定》测定；镉含量：参照 GB / T 5009. 15—2014《食品中镉的测定》测定。

### 3.2.2 试验结果与分析

#### 3.2.2.1 不同栽培模式对子实体数量性状表达的影响

表 4 结果表明，在测定的 17 个菌株中，有 4 个菌株(1, 8, 16, 17)的 8 个数量性状表达不受栽培模式的影响，其余菌株均有部分性状表达存在差异。8 个菌株(2, 4, 7, 11, 12, 13, 14, 15)的产量性状表达差异达显著水平，7 个菌株(2, 4, 5, 10, 11, 12, 13)的菌盖质量性状表达差异达显著水平，5 个菌株(2, 3, 4, 10, 12)的菌盖直径性状表达差异达显著水平，8 个菌株(3, 4, 6, 7, 10, 12, 13, 14)的菌盖厚度性状表达差异达显著水平，5 个菌株(2, 6, 7, 10, 14)的菌褶宽度性状表达差异达显著水平，9 个菌株(2, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 15)的菌柄长度性状表达差异达显著水平，4 个菌株(3, 4, 5, 11)的菌柄厚度性状表达差异达显著水平。从菌盖质量占子实体产量的比例来看,两种栽培模式下大部分菌株的表现差异不显著,少部分菌株(2, 6, 10, 13)在埋土的方式下菌盖所占比重更大。埋土和覆土两种栽培模式下，17 个菌株的产量平均变异系数分别为 47. 44% 和 48. 46%；菌盖质量平均变异系数分别为 53. 26% 和 53. 14%；菌盖直径平均变异系数分别为 25. 28% 和 23. 29%；菌盖厚度平均变异系数分别为 23. 03% 和 25. 11%；菌褶宽度平均变异系



数分别为 29.09% 和 29.76%；菌柄长度平均变异系数分别为 18.38% 和 19.67%；菌柄厚度平均变异系数分别为 28.38% 和 28.80%；菌盖质量 / 子实体产量的平均变异系数分别为 29.12% 和 30.51%，总体来说,两种栽培模式下菌株内的各个性状的变异系数无显著性差异。

表 4 埋土和覆土栽培模式下子实体数量性状表达差异

性状名称	品种编号	均值	变异系数	F 值	性状名称	品种编号	均值	变异系数	F 值
Chr1	1	54.29/57.62	52.92 aA/53.81 aA	0.55	Chr5	1	3.54/3.76	27.96 aA/32.01 aA	1.10
	2	56.57/41.55	31.75 aA/42.38 bB	0.00		2	5.15/4.14	25.93 aA/30.60 bB	0.51
	3	53.40/43.90	49.02 aA/51.91 aA	2.33		3	4.23/3.81	25.20 aA/27.26 aA	0.15
	4	51.37/93.19	38.74 bB/26.66 aA	0.00		4	4.02/4.09	33.65 aA/30.07 aA	0.09
	5	47.76/42.10	40.10 aA/43.85 aA	0.05		5	3.86/3.83	32.01 aA/28.18 aA	0.43
	6	44.79/47.23	44.86 aA/36.49 aA	2.36		6	4.01/3.51	31.68 aA/27.29 bB	3.02
	7	38.69/48.99	52.44 bB/51.67 aA	2.37		7	3.43/4.30	34.16 bB/31.72 aA	2.10
	8	52.23/51.40	40.68 aA/49.32 aA	1.08		8	3.55/3.45	31.67 aA/26.74 aA	1.37
	9	46.59/40.44	65.32 aA/41.67 aA	8.58		9	3.25/2.86	23.57 aA/30.41 bB	0.31
	10	55.64/60.64	54.52 aA/55.87 aA	0.22		10	4.37/3.67	28.84 aA/30.27 bB	0.79
	11	51.20/73.87	49.29 bB/44.16 aA	4.51		11	3.32/3.68	27.24 aA/30.21 aA	0.76
	12	62.69/46.75	50.39 aA/65.25 bB	1.58		12	4.13/3.78	29.16 aA/37.28 aA	0.34
	13	37.30/56.09	47.47 bB/53.07 aA	22.90		13	3.39/3.67	29.37 aA/31.97 aA	0.84
	14	41.00/58.91	50.74 bB/54.42 aA	11.50		14	3.21/3.74	29.34 bB/22.52 aA	0.47
	15	38.57/49.34	48.52 bB/50.77 aA	3.75		15	3.62/3.98	30.67 aA/31.80 aA	2.19
	16	38.12/44.87	44.06 aA/56.02 aA	5.91		16	3.69/3.82	23.17 aA/33.77 aA	6.34
	17	38.12/38.49	45.70 aA/46.44 aA	0.19		17	4.01/4.05	30.94 aA/23.83 aA	1.45
Chr2	1	19.55/19.43	55.13 aA/62.14 aA	0.20	Chr6	1	152.73/156.36	21.39 aA/18.71 aA	0.20
	2	28.03/17.75	45.27 aA/44.88 bB	7.03		2	99.04/87.23	21.86 aA/23.25 bB	0.50
	3	23.62/18.57	61.29 aA/58.02 aA	3.39		3	153.32/141.88	22.35 aA/19.14 aA	1.42
	4	19.68/32.53	29.43 bB/39.23 aA	5.13		4	153.15/193.36	16.46 bB/15.98 aA	1.20
	5	26.27/20.80	53.62 aA/52.83 bB	4.33		5	127.23/112.22	16.25 aA/20.21 bB	0.62
	6	18.28/14.59	61.34 aA/52.50 aA	5.62		6	146.56/156.24	16.80 aA/14.93 aA	0.31
	7	13.60/17.24	62.47 aA/62.20 aA	1.59		7	133.81/149.08	15.31 bB/23.97 aA	11.55
	8	19.86/17.03	53.55 aA/48.97 aA	2.20		8	169.85/168.11	16.37 aA/17.51 aA	0.04
	9	20.99/18.64	59.64 aA/50.38 aA	5.03		9	127.70/112.09	14.94 aA/13.98 bB	0.58
	10	21.14/16.47	58.81 aA/49.86 bB	11.22		10	167.57/163.38	19.12 aA/27.84 aA	5.56
	11	16.80/22.75	45.71 bB/53.89 aA	4.66		11	165.23/176.96	15.87 bB/15.75 aA	0.09
	12	23.80/15.37	53.99 aA/57.57 bB	2.69		12	161.74/133.90	24.39 aA/32.16 bB	0.02
	13	14.65/18.92	55.37 bB/58.34 aA	4.49		13	144.86/172.11	14.55 bB/16.89 aA	4.42
	14	16.07/20.62	54.14 aA/54.61 aA	2.62		14	139.45/151.64	17.11 aA/20.24 aA	0.76
	15	16.37/19.46	59.28 aA/45.84 aA	0.05		15	136.82/153.35	20.18 bB/12.86 aA	5.22
	16	14.84/16.28	46.75 aA/62.29 aA	5.41		16	152.71/152.65	18.71 aA/19.80 aA	0.55
	17	17.56/16.44	49.66 aA/49.79 aA	0.04		17	136.20/134.67	20.71 aA/21.23 bB	0.06
Chr3	1	63.31/61.42	23.62 aA/24.54 aA	0.02	Chr7	1	20.86/19.36	27.79 aA/33.08 aA	0.66
	2	76.07/55.64	23.93 aA/17.33 bB	13.57		2	26.93/24.48	25.69 aA/27.76 aA	0.07
	3	68.19/60.25	26.44 aA/23.48 bB	2.94		3	20.45/17.25	31.66 aA/31.10 bB	0.92
	4	63.33/75.33	15.37 bB/19.11 aA	1.54		4	19.74/24.50	31.80 bB/14.34 aA	3.68
	5	68.42/62.87	25.35 aA/24.10 aA	0.59		5	19.90/17.46	21.42 aA/30.13 bB	3.88
	6	60.26/53.96	34.82 aA/27.45 aA	3.56		6	18.49/19.63	21.08 aA/19.66 aA	0.01
	7	54.76/60.26	28.82 aA/30.35 aA	0.99		7	18.32/19.31	25.24 aA/27.00 aA	0.33
	8	65.10/58.95	25.60 aA/20.81 aA	2.51		8	20.65/19.23	23.49 aA/27.73 aA	0.27
	9	67.71/61.93	25.83 aA/21.63 aA	3.72		9	20.01/19.08	42.47 aA/28.51 aA	4.06
	10	63.97/55.68	28.77 aA/22.53 bB	6.60		10	19.64/21.38	31.69 aA/32.06 aA	0.48
	11	59.92/63.76	22.40 aA/18.35 aA	0.34		11	20.34/23.34	30.39 bB/27.72 aA	0.14
	12	68.59/57.44	24.67 aA/26.74 bB	0.98		12	22.29/20.52	28.43 aA/31.25 aA	0.00
	13	57.07/59.62	25.84 aA/23.80 aA	0.03		13	17.31/19.04	26.13 aA/36.98 aA	11.08
	14	58.78/59.90	25.25 aA/22.74 aA	0.49		14	17.71/19.95	34.99 aA/32.95 aA	0.75
	15	57.87/64.32	29.99 aA/23.11 aA	0.72		15	17.24/18.39	27.35 aA/32.33 aA	6.56
	16	57.66/58.79	21.18 aA/26.60 aA	3.03		16	17.65/17.55	25.57 aA/31.25 aA	1.32
	17	63.12/61.41	23.58 aA/23.25 aA	0.16		17	17.50/16.59	27.22 aA/25.69 aA	0.06
Chr4	1	15.18/15.15	23.25 aA/21.70 aA	0.49	Chr8	1	0.37/0.34	29.25 aA/29.06 aA	1.49
	2	19.90/19.07	17.14 aA/20.42 aA	0.79		2	0.49/0.44	24.93 aA/20.08 bB	5.76
	3	17.63/15.73	23.56 aA/25.99 bB	0.06		3	0.43/0.43	24.56 aA/30.25 aA	3.91
	4	16.01/18.92	15.37 bB/18.44 aA	1.16		4	0.42/0.34	35.09 aA/24.69 aA	4.57
	5	19.81/17.61	27.58 aA/29.97 aA	0.13		5	0.55/0.50	35.35 aA/26.63 aA	3.11
	6	16.12/13.31	28.33 aA/28.58 bB	1.49		6	0.39/0.31	31.29 aA/34.75 bB	0.61
	7	11.98/15.26	33.45 bB/31.02 aA	0.63		7	0.35/0.36	26.19 aA/34.91 aA	3.67
	8	17.16/17.31	21.67 aA/21.52 aA	0.01		8	0.38/0.35	30.57 aA/31.91 aA	0.01
	9	18.01/17.51	15.78 aA/24.13 aA	4.57		9	0.47/0.47	22.95 aA/25.14 aA	1.38
	10	18.48/16.47	23.03 aA/21.79 bB	0.63		10	0.40/0.32	33.98 aA/43.94 bB	0.03
	11	16.01/17.62	23.44 aA/34.50 aA	6.88		11	0.35/0.32	31.94 aA/34.27 aA	0.02
	12	17.89/14.09	24.69 aA/31.27 bB	0.01		12	0.39/0.36	27.06 aA/35.97 aA	1.55
	13	16.00/18.12	26.88 bB/27.40 aA	0.70		13	0.40/0.34	24.96 aA/28.09 bB	0.00
	14	16.8118.94	21.16 bB/17.33 aA	0.60		14	0.41/0.37	30.27 aA/21.00 aA	4.94
	15	18.13/19.75	26.07 aA/20.20 aA	1.09		15	0.43/0.42	31.98 aA/29.16 aA	0.74
	16	18.49/18.14	18.52 aA/28.77 aA	8.93		16	0.40/0.38	24.78 aA/35.82 aA	3.90
	17	16.70/17.38	21.62 aA/23.90 aA	0.61		17	0.48/0.44	29.96 aA/32.97 aA	0.27

注:表中/左侧的数据表示埋土栽培方式,/右侧的数据表示覆土栽培方式。/前后小写字母不同表示在0.05水平上差异显著,大写字母不同表示在0.01水平上差异显著。

### 3.2.2.2 不同栽培模式对子实体菌盖部位营养成分的影响

由表 5 可见,两种栽培模式下菌株之间的粗纤维含量无显著性差异,覆土模式下粗纤维含量略高;在覆土模式下,菌株的粗脂肪含量显著低于埋土模式下的含量;6 号菌株的粗蛋白含量在两种栽培模式下无显著性差异,12 号菌株的粗蛋白含量在覆土模式下略低;6 号菌株的粗多糖含量在覆土模式下显著高于埋土模式下的含量,12 号菌株的粗多糖含量在两种栽培模式下无显著性差异。选取 2 号和 8 号菌株覆土模式下菌盖、菌柄部位,对其营养成分含量进行了测定。两个菌株菌盖中的粗蛋白含量显著高于菌柄中的含量;菌盖中粗脂肪含量显著低于菌柄中的含量;菌柄中粗纤维的含量高于菌盖中的含量;2 号菌株菌盖中的粗多糖含量显著高于菌柄中的含量,而 8 号菌株菌盖中的粗多糖含量显著低于菌柄中的含量。

表 5 埋土和覆土栽培模式下子实体营养成分比较

品种编号	栽培方式 / 部位	粗蛋白 (%)	粗多糖 (%)	粗脂肪 (%)	粗纤维 (%)
6	埋土 / 菌盖	33.18±0.28 a	2.19±0.03 b	9.36±0.15 a	11.77±0.54 a
6	覆土 / 菌盖	33.17±0.26 a	2.26±0.01 a	4.68±0.17 b	12.68±0.66 a
12	埋土 / 菌盖	30.98±0.26 a	2.42±0.01 a	9.50±0.14 a	12.60±0.72 a
12	覆土 / 菌盖	29.75±0.25 b	2.45±0.04 a	4.92±0.16 b	14.05±0.62 a
2	覆土 / 菌盖	24.07±0.20 a	2.83±0.01 a	7.33±0.17 b	14.04±0.97 b
2	覆土 / 菌柄	14.68±0.11 b	2.76±0.01 b	17.73±0.21 a	17.60±1.02 a
8	覆土 / 菌盖	33.05±0.26 a	2.87±0.05 b	6.52±0.15 b	12.58±0.87 a
8	覆土 / 菌柄	19.53±0.11 b	3.31±0.10 a	10.49±0.20 a	13.01±0.93 a

注:表中数据为 3 次重复的平均值±标准差;同列不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

### 3.2.2.3 不同栽培模式对子实体重金属含量的影响

选取 6 号和 8 号菌株,对两种栽培模式下菌株菌盖的砷、镉含



量进行测定。由表 6 可见，两种栽培模式下菌株之间的砷含量无显著性差异；在覆土模式下，2 个菌株的镉含量显著低于埋土模式下的含量。

表 6 埋土和覆土栽培模式下砷、镉含量比较

品种编号	栽培方式	砷 (mg/kg)	镉 (mg/kg)
6	埋土	0.059±0.003 a	0.213±0.001 a
6	覆土	0.064±0.003 a	0.191±0.005 b
12	埋土	0.041±0.000 a	0.359±0.005 a
12	覆土	0.041±0.006 a	0.328±0.001 b

注:表中数据为 3 次重复的平均值±标准差;同列不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

3.2.3 小结

不同栽培模式对猪肚菇的生长和测试性状的表达有一定程度的影响，在测试的 17 个菌株中有 4 个菌株的测试农艺性状表达不受栽培模式的影响，大部分菌株的农艺性状表达均会受栽培模式的影响。两种栽培模式下菌株内各个性状的变异系数无显著性差异，说明两种栽培模式的环境对菌株的数量性状表达的影响是相同的。不同栽培模式对猪肚菇的营养品质和安全性均会产生一定的影响，栽培模式对猪肚菇子实体菌盖中粗脂肪的积累影响最大，覆土栽培模式有利于降低猪肚菇中粗脂肪的含量，提高粗纤维含量，且在覆土模式下，菌盖相比菌柄更具有高蛋白、低脂肪的特点,菌柄相比菌盖更具有高纤维的特点。两种栽培模式下子实体对重金属砷和镉均有一定的富集，且猪肚菇对镉的富集能力要高于砷，在生产中应引起重视。覆土和埋土两种模式猪肚菇子实体对砷的富集水平相同，但覆土模式能有效降低子实体中镉的含量，另外，覆土栽培更易于实现立体

栽培，有利于提高单位面积栽培数量,提高出菇产量。

### 3.3 不同栽培基质对猪肚菇子实体农艺性状及品质的影响

目前，猪肚菇栽培基质配方高度依赖棉籽壳，其在培养基中占比达 25%~35%。但棉籽壳价格持续上涨推高生产成本，亟需开发低成本、可持续的替代材料。玉米是中国主要粮食作物，1997 至 2020 年产量稳步增长，玉米芯作为其加工副产物，约占玉米农业废弃物总量的 30%。玉米芯富含木质纤维素，生物转化潜力突出，近年已被广泛研究用于膳食纤维提取、食用菌栽培基质、动物饲料添加及生物燃料生产等领域。试验系统评估了玉米芯部分或完全替代棉籽壳用于猪肚菇栽培的可行性，通过不同基质配方对比，测定菌丝定植率、农艺性状、子实体产量、营养成分及经济可行性，筛选适用于规模化工业生产的优化配方。

#### 3.3.1 材料与方法

##### 3.3.1.1 供试菌株

供试猪肚菇菌株‘申蕈 1 号’由上海市农业科学院提供。

##### 3.3.1.2 培养基配方、栽培袋制备及出菇管理

供试猪肚菇菌株在马铃薯葡萄糖琼脂（PDA）培养基上活化后，用于制备麦粒菌种。以翔龙公司商业化生产所用基质配方为对照处理，其组成为（干重百分比）：棉籽壳 30%、阔叶树木屑 30%、玉米芯 15%、麦麸 18%、玉米粉 5%、豆粕 1%、石膏 1%。试验组设置玉米芯占比分别为 0%、30%、45%，对应棉籽壳占比分别为 45%、15%、0%（表 7），每个处理组设 200 袋栽培袋。

表 7 栽培基质配方设计

配方	棉籽壳	木屑	玉米芯	麦麸	玉米粉	豆粕	石膏
T1	45	30	0	18	5	1	1
T2 (对照)	30	30	15	18	5	1	1
T3	15	30	30	18	5	1	1
T4	0	30	45	18	5	1	1

### 3.3.1.3 菌丝生长及子实体农艺性状测定

每个处理组从 200 袋中随机选取 12 袋用于菌丝生长指标测定，接种后 10 d 开始记录菌丝生长情况，之后每 5 d 测量一次。菌丝生长速率按以下公式计算：菌丝生长速率 (mm/d) = 菌丝生长长度 (mm) / 培养时间 (d)，同时记录各组菌丝满袋所需天数。菌丝质量通过目测评估，依据菌丝密度（致密 > 中等 > 稀疏）和色泽（纯白 > 亮白）分级。

猪肚菇子实体农艺性状测定涵盖 8 项核心指标，包括每袋子实体总数、每袋总产量 (g)、菌盖直径 (mm)、菌盖厚度 (mm)、菌柄长度 (mm)、菌柄直径 (mm) 及商品菇长度 (mm)、商品菇重量 (g)。所有测定参照已有方法进行，商品分级依据市场常规标准执行。

### 3.3.1.4 子实体营养成分测定

每个处理组从第一潮菇中随机选取 10~15 个子实体，采收时保留菌盖及相连的 3~4 cm 菌柄部分，烘干至恒重。测定剩余菌柄部分的营养成分，包括粗蛋白、粗多糖、粗脂肪及粗纤维。其中，粗蛋白、粗脂肪、粗纤维含量分别依据国家标准 GB 5009.5-2016、GB

5009.6-2016、GB/T 5009.10-2003 测定；粗多糖含量采用苯酚-硫酸法测定，所有分析均设置 3 次重复。

3.3.2 试验结果与分析

3.3.2.1 不同栽培基质对菌丝的影响

四种基质配方下猪肚菇的菌丝生长表现存在显著差异（表 8）。对照组（T2）综合表现最佳，菌丝满袋时间为 40 d，生长速率最快（4.56 mm/d），且菌丝质量优良。T1 配方的菌丝生长速率、满袋时间与对照组相当，但综合质量评分略低。相比之下，T3 和 T4 配方的菌丝满袋时间更长、生长速率显著降低，表明这两种基质的栽培效率较低。尽管 T3 和 T4 的综合评级均为“良好”，但 T4 配方的菌丝表现为稀疏状态，提示其菌丝结构发育欠佳。上述结果表明，基质组成对猪肚菇菌丝生长具有重要影响，配方中玉米芯比例升高会对菌丝生长产生不利作用。

表 8 不同基质配方下猪肚菇菌丝生长情况

配方	满袋时间/d	菌丝生长速率/（mm/d）	菌丝生长状态	菌丝生长综合评价
T1	40±2	4.56±0.42 a	纯白、致密	+++
T2（对照）	40±2	4.56±0.59 a	纯白、中等致密	++++
T3	47±2	3.84±0.28 b	亮白、中等致密	+++
T4	45±2	4.09±0.40 ab	亮白、稀疏	+++

注：生长速率数据以“平均值±标准差”表示，不同小写字母表示组间存在显著差异（ $P<0.05$ ）。主观评级标准：++（一般）、+++（良好）、++++（优良）。

3.3.2.2 不同栽培基质对子实体的影响

表 9 展示了四种基质配方（T1~T4）下，猪肚菇连续三潮菇子实体的农艺性状表现。结果表明，基质配方对产量及形态性状存在显著且动态的特异性影响，不同潮次间的表现差异明显。第一潮菇

中，T1 配方子实体产量最高（69.20 g），显著高于 T4 配方（47.67 g）。除菌盖厚度外，各配方在子实体长度、菌盖直径、菌柄尺寸等其他形态性状上无显著差异，其中 T1 配方的菌盖最厚。第二潮菇的子实体表现呈现明显差异：T4 配方产量最高（71.36 g），其次为 T2 和 T3 配方，而 T1 配方产量显著最低（44.40 g）。此外，T4 配方在菌柄长度、菌柄直径、菌盖厚度等其他形态指标上均表现最优。到第三潮菇时，所有配方的农艺性状表现趋于一致，各测定指标均无统计学显著差异，表明随着栽培周期推进，不同配方的生产能力逐渐趋同。综上，最优基质配方的选择关键取决于目标收获潮次。T1 配方虽能最大化第一潮菇产量，但后续产量大幅下降；T4 配方初期产量较低，却在第二潮菇中保持稳定甚至提升，表明该配方具有更优的养分保留能力或养分缓释效果。对照组（T2）和 T3 配方在各潮次中均维持稳定的中等产量。这些结果表明，T4 配方在调控猪肚菇产菇时间及产菇周期方面具有潜在应用价值。

表 9 不同基质配方下猪肚菇农艺性状

潮次	配方	子实体重量 (g)	子实体长度 (mm)	菌盖直径 (mm)	菌盖厚度 (mm)	菌柄直径 (mm)	菌柄长度 (mm)
第一潮	T1	69.20±21.80 a	161.97±13.99 a	70.71±8.84 a	22.61±3.73 a	29.96±4.84 a	131.74±11.63 a
	T2（对照）	53.33±13.08 a	154.48±9.27 a	68.09±9.27 a	18.78±2.19 ab	32.45±6.02 a	122.03±7.06 a
	T3	49.60±11.89 a	154.40±13.97 a	66.18±7.10 a	17.67±2.22 ab	28.42±4.18 a	125.98±11.67 a
	T4	47.67±8.58 b	163.36±4.83 a	65.91±8.02 a	16.62±1.61 b	32.82±4.40 a	130.54±4.41 a
第二潮	T1	44.40±8.43 c	152.17±9.87 a	56.56±5.47 b	24.12±2.40 b	19.79±1.50 b	128.05±9.94 b
	T2（对照）	64.57±12.28 b	166.10±15.12 a	62.92±6.50 ab	27.22±3.77 ab	22.35±2.37 ab	138.89±14.20 ab
	T3	63.76±14.33 b	167.24±11.91 a	64.06±9.12 a	27.87±5.34 ab	22.90±2.33 ab	139.37±10.88 ab
	T4	71.36±13.68 a	178.66±11.24	65.59±9.63	29.85±3.19	23.85±4.49	148.04±10.59

潮次	配方	子实体重量 (g)	子实体长度 (mm)	菌盖直径 (mm)	菌盖厚度 (mm)	菌柄直径 (mm)	菌柄长度 (mm)
			a	ab	a	a	a
第三潮	T1	51.53±8.77 a	156.97±9.52 a	58.52±3.90 a	26.77±1.97 a	19.96±1.81 a	130.20±8.59 a
	T2 (对照)	50.16±5.96 a	154.20±7.70 a	59.09±3.34 a	27.88±3.60 a	20.63±1.15 a	126.31±7.33 a
	T3	55.14±12.27 a	160.61±16.48 a	58.93±6.43 a	28.29±4.51 a	21.09±1.56 a	132.32±13.04 a
	T4	49.47±9.64 a	162.77±10.43 a	54.38±3.61 a	25.43±1.99 a	19.81±1.76 a	137.33±9.12 a

注：小写字母表示  $P < 0.05$  水平下的显著差异，不同小写字母表示组间存在显著差异，相同字母表示组间无显著差异。

### 3.3.2.3 不同栽培基质对子实体营养成分的影响

基质配方的差异导致猪肚菇子实体营养成分含量存在不同程度的变化（图 5）。粗纤维、粗蛋白和粗脂肪含量在不同配方下呈现出显著差异规律，而粗多糖含量无统计学显著差异。随着基质中玉米芯比例的升高，子实体粗蛋白含量呈下降趋势：当玉米芯占比达到 45% 时，粗蛋白含量较无玉米芯的对照组降低 10.48%。与此同时，子实体粗纤维含量随玉米芯比例增加而逐步上升，该趋势与对应基质中测定的粗纤维含量一致。当玉米芯占比为 30% 时，子实体粗脂肪含量达到峰值。综上，不同玉米芯含量的基质配方可显著改变猪肚菇子实体的蛋白、纤维及脂肪含量，但对多糖含量无影响。

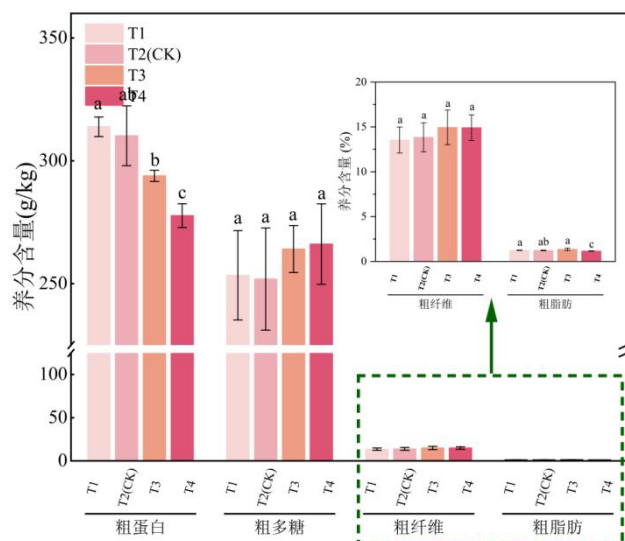


图 5 不同基质条件下猪肚菇子实体营养成分

### 3.3.3 小结

研究表明，玉米芯可作为猪肚菇栽培中棉籽壳的适宜替代基质。综合评估结果显示，随着玉米芯比例升高，菌丝定植速度虽逐步减慢，但能培育出更致密、洁白且活力更强的菌丝体；各替代比例下子实体均能正常形成。值得注意的是，较高的玉米芯含量可显著增加菌柄长度、每袋子实体数量及总产量。营养层面，玉米芯占比 0% 的配方所产子实体粗蛋白含量丰富，而 45% 替代比例组的子实体粗纤维含量更高。本研究结果拓展了猪肚菇工业化生产的基质选择范围，为农业废弃物在食用菌产业中的资源化利用提供了理论依据，对推动产业可持续发展具有重要意义。

## 四、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平对比情况

经查，没有发现有与此标准相类似的国际、国外标准。本标准在制定过程中，没有等同、等效采用或参照国际标准与国外标准。

经查，也没有发现有与本标准相类似的国家标准、行业标准和地方标准。

## 五、与现行法律、法规、标准的关系

本标准的内容和编制过程符合《中华人民共和国标准化法》等现行相关法律法规要求；与《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 猪肚菇》（NY/T 4504-2025）《食用菌术语》（GB/T 12728）等相关标准衔接一致，共同构成猪肚菇产业标准化支撑体系

## 六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 七、作为推荐性标准或者强制性标准的建议及其理由

本标准是推荐性标准。编制本标准是为政府部门、行业协会、企业、农户等确定猪肚菇科学生产的依据，本标准提供的技术要求不强制规定。因此，我们建议将本标准作为推荐性行业标准。

## 八、贯彻标准的措施和建议

建议结合线上培训（如短视频、直播教学）、线下实操指导、发放简化版操作手册等多种形式，针对企业、农户等不同生产主体开展分层培训，同时依托供销合作社体系进行推广，使相关部门、企业、组织的人员尽快了解和理解本标准的内容，为本标准的实施奠定基础。

## 九、废止现行有关标准的建议



无。

## 十、其他应予说明的事项

无。

《猪肚菇生产操作规程》标准起草组

二〇二六年一月