

团体标准《澳洲坚果果皮栽培秀珍菇技术规程》编制说明（征求意见稿）

一、任务来源、起草单位、主要起草人

1、任务来源

根据《广西农业农村产业振兴促进会关于〈椰风甘露甘蔗椰子复合果汁饮料〉等6项团体标准立项的通知》（桂农促会技〔2026〕8号）文件要求，本标准由广西壮族自治区农业科学院提出，广西壮族自治区农业科学院、广西南亚热带农业科学研究所、广西益谱科技有限公司共同起草。

2、起草单位、主要起草人

表1 起草单位、主要起草人

姓名	职称	工作单位	主要负责工作
张雯龙	副研究员	广西农业科学院微生物研究所	项目负责人,主导编制整个过程
陈雪凤	副研究员	广西农业科学院微生物研究所	参与编写
吴圣进	副研究员	广西农业科学院微生物研究所	参与编写
王文林	高级农艺师	广西南亚热带农业科学研究所	参与编写
刘增亮	助理研究员	广西农业科学院微生物研究所	参与编写
郑树芳	正高级农艺师	广西南亚热带农业科学研究所	参与编写
谭秋瑾	高级农艺师	广西南亚热带农业科学研究所	参与编写
黄锡云	高级农艺师	广西南亚热带农业科学研究所	参与编写
朱观凤	无	广西益谱科技有限公司	参与编写
梁馨月	工程师	广西益谱科技有限公司	参与编写

凌敏	助理工程师	广西益谱科技有限公司	参与编写
----	-------	------------	------

二、制定标准的必要性和意义

澳洲坚果 (*Macadamia integrifolia*)，属山龙眼科，又名夏威夷果，是一种原产于澳洲的树生坚果。在世界上众多的干果之中，澳洲坚果的经济价值最高，素来享有素有“干果皇后”、“世界坚果之王”之美誉。目前，我国澳洲坚果种植面积大约为 300 万余亩，年壳果产量约 2 万吨（绝大部分果园还未进入丰产期），主要种植区域为云南、广西、广东、贵州等省市区。广西是我国澳洲坚果主要种植区域之一。澳洲坚果果实由果皮、果壳和果仁 3 部分组成，其中果皮占到整个果实鲜重的 45%~60%，数量巨大。随着投产面积的不断扩大，我国澳洲坚果产量稳步上升，在产量逐年提高的同时，澳洲坚果初级加工的副产物果皮却尚未大规模的综合开发利用，目前果皮仅极少量用作沤肥或加工成饲料，绝大部分被废弃，在浪费资源的同时，造成大量的农业废弃物随意遗弃污染环境的现实境况，亟需对澳洲坚果皮进行绿色可持续的开发利用。

经前期测试分析，表明澳洲坚果皮含有丰富的纤维素、半纤维素和木质素，适宜种植食用菌，在前期的示范应用阶段表明，利用坚果果皮种植秀珍菇、平菇、黑木耳、灵芝等区内主栽食用菌品种不存在技术瓶颈问题，与同期栽培品种不同栽培基质对比试验，存在菌丝初期萌发及生长速率快等优势。目前已在坚果种植区初步示范应用。所以，利用坚果果皮种植食用菌，不仅能解决果皮资源浪费、污染环境问题，还能为食用菌种植提供新的栽培原料来源，促进坚果和食用菌产业的协同发展，有利于促进生态循环农业的高质量发展。

三、主要起草过程

(一) 成立标准编写组

团体标准《澳洲坚果果皮栽培秀珍菇技术规程》项目任务下达后，广西壮族自治区农业科学院组织成立了标准编制工作组，明确任务职责，确定工作技术路线，开展标准研制工作。具体标准编制工作由广西壮族自治区农业科学院、广西南亚热带农业科学研究所等起草单位组成标准编制工作组。

编制工作组下设三个组，分别是资料收集组、草案编写组、标准实施组。资料收集组负责国内外有关秀珍菇栽培的相关文献资料的查询、收集和整理工作，查阅前人对秀珍菇生产、栽培、质量检验等研究情况。草案编写组负责起草标准草案、征求意见稿和标准编制说明、送审稿及编制说明的编写工作，包括后期召开征求意见会、网上征求意见，以及标准的不断修改和完善。标准实施组负责《澳洲坚果果皮栽培秀珍菇技术规程》团体标准发布后，组织有关种植企业等开展标准宣贯培训，对标准进行详细宣传和解读，让标准落地实施。

（二）收集整理文献资料

在中国标准服务网 (<https://www.cssn.net.cn/cssn/index>) 等平台查询与“秀珍菇”“坚果果皮栽培秀珍菇”相关的标准，结果如下：

- LY/T 3263-2021 澳洲坚果栽培技术规程
- DB45/T 1026-2014 澳洲坚果生产技术规程
- DB5331/T 30-2020 澳洲坚果丰产栽培技术规程
- DB45/T 2555-2022 澳洲坚果富硒栽培技术规程
- DB52/T 1325-2018 贵州澳洲坚果栽培技术规程
- DB53/T 307-2010 澳洲坚果生产技术规程
- DB45/T 2043-2019 喀斯特地区澳洲坚果栽培技术规程
- DB5308/T 48.6-2021 江城澳洲坚果综合标准 第6部分：带壳果
- DB3201/T 1070-2022 秀珍菇生产技术规程
- DB13/T 5441-2021 秀珍菇栽培技术规程
- DB33/T 526-2023 秀珍菇绿色生产技术规程
- DB3301/T 1118-2023 秀珍菇设施栽培技术规程
- DB36/T 824-2015 秀珍菇生产技术规程
- DB41/T 1153-2015 秀珍菇生产技术规程
- DB23/T 2593-2020 秀珍菇秸秆袋栽技术规程
- DB11/T 922-2012 秀珍菇生产技术规程
- DB35/T 1705-2017 秀珍菇设施栽培技术规范
- DB50/T 1245-2022 绿色食品 秀珍菇生产技术规范

DB32/T 1203-2008 秀珍菇(黄白侧耳)栽培技术规程

DB45/T 1762-2018 桉树加工剩余物栽培秀珍菇技术规程

(三) 研讨确定标准主体内容

2025年4月标准编制工作组通过对试验研究、生产数据调研及资料文献数据整理研究后,多次召开了标准编制会议,对标准的整体框架结构进行了研究,并对标准的关键性内容进行了探讨。经过修改整理形成《澳洲坚果果皮栽培秀珍菇技术规程》工作讨论稿。标准的主体内容确定为澳洲坚果果皮栽培秀珍菇的术语和定义、栽培场地及季节、栽培技术、采收及管理、病虫害防治、生产档案等技术要求。

(四) 调研、形成征求意见稿

2026年1月起草单位立即组织成立了标准起草工作小组。在前期工作的基础之上,标准编制工作小组进一步进行了广泛实地调研工作,核实相关研究数据,查阅了大量的国内文献资料,对前人有关秀珍菇生产及其他食用菌菌棒工厂化集约化制备研究成果进行对比分析和系统总结,经过多次讨论和修改,依据简化、统一编制原则,最终完成了《澳洲坚果果皮栽培秀珍菇技术规程》征求意见稿。

四、制定标准的原则和依据,与现行法律、法规的关系,与有关国家标准、行业标准的协调情况

(一) 编制原则

1、实用性原则

本标准是在充分收集相关资料和文献,调研分析秀珍菇生产当前现状,结合广西壮族自治区农业科学院研究对澳洲坚果果皮栽培秀珍菇的研究试验结果及企业生产经验而总结起草的,符合当前果皮栽培秀珍菇的生产需求,具有较强的实用性和可操作性。

2、协调性原则

本标准编写过程中尊重知识产权,同时注意与相关法律法规的协调问题,标准内容与现行法律法规、强制性标准协调一致。

3、规范性原则

本标准严格按照 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》进行编写，保证标准的编写质量。

4、前瞻性原则

本标准编制遵循“科学、适度、可行”原则。既考虑标准前瞻性又顾及生产者的实际利益，同时实现优质、安全、高效的目标，通过充分听取各方意见，确保标准可以作为政府部门监督、指导生产的依据，在实际应用上切实可行，保障产品质量安全。

（二）编制依据

本标准编制过程遵循《中华人民共和国标准化法》等国家相关的法规和强制性标准，参考了相关食用菌国家、行业有关标准，结合地方实际情况制定出来的，与现行法律、法规和强制性标准均没有冲突。

（三）与现行法律、法规的关系，与有关国家标准、行业标准的协调情况

在中国标准服务网 (<https://www.cssn.net.cn/cssn/index>) 等平台查询与“秀珍菇”“坚果果皮栽培秀珍菇”相关的标准，结果如下：

- LY/T 3263-2021 澳洲坚果栽培技术规程
- DB45/T 1026-2014 澳洲坚果生产技术规程
- DB5331/T 30-2020 澳洲坚果丰产栽培技术规程
- DB45/T 2555-2022 澳洲坚果富硒栽培技术规程
- DB52/T 1325-2018 贵州澳洲坚果栽培技术规程
- DB53/T 307-2010 澳洲坚果生产技术规程
- DB45/T 2043-2019 喀斯特地区澳洲坚果栽培技术规程
- DB5308/T 48.6-2021 江城澳洲坚果综合标准 第6部分：带壳果
- DB3201/T 1070-2022 秀珍菇生产技术规程
- DB13/T 5441-2021 秀珍菇栽培技术规程
- DB33/T 526-2023 秀珍菇绿色生产技术规程
- DB3301/T 1118-2023 秀珍菇设施栽培技术规程
- DB36/T 824-2015 秀珍菇生产技术规程
- DB41/T 1153-2015 秀珍菇生产技术规程

- DB23/T 2593-2020 秀珍菇秸秆袋栽技术规程
- DB11/T 922-2012 秀珍菇生产技术规程
- DB35/T 1705-2017 秀珍菇设施栽培技术规范
- DB50/T 1245-2022 绿色食品 秀珍菇生产技术规范
- DB32/T 1203-2008 秀珍菇(黄白侧耳)栽培技术规程
- DB45/T 1762-2018 桉树加工剩余物栽培秀珍菇技术规程

经标准查重检索,目前国内还尚未见颁布相关秀珍菇栽培技术方面的国家标准和行业标准,而关于秀珍菇栽培技术的地方标准共14个,其中现行地方标准12个、2个已废止,这些地方标准主要采用桑枝、秸秆等原料种植秀珍菇,而采用澳洲坚果果皮种植秀珍菇的标准还未见有发布。

目前尚未见有关于澳洲坚果果皮种植秀珍菇相关的广西地方标准发布。

本标准是采用澳洲坚果果皮种植秀珍菇的技术规程,对比采用桑枝、秸秆等原料种植秀珍菇,澳洲坚果果皮营养较丰富,种植秀珍菇有前期菌丝萌发快、生长优势、成本节省等比较优势,相关技术尚未见有相应或相似的国家标准、行业标准和地方标准,创新性强,适于推广应用。

五、主要条款说明,主要技术指标、参数、试验验证的论述。

(一) 标准主要章节内容

本标准主要章节内容包括:澳洲坚果果皮栽培秀珍菇的术语和定义、栽培场地及季节、栽培技术、采收及管理、病虫害防治、生产档案等方面的内容。

(二) 主要技术指标、参数、试验验证的论述

1. 广西澳洲坚果主产区的果皮主要营养成分

由广西益谱检测技术有限公司对广西澳洲坚果主产区的果皮进行营养成分分析,得出坚果果皮纤维素含量为305mg/kg、氮素含量1.08g/100g、磷含量0.0666g/100g、钾含量2.02g/100g、有机碳含量63%、粗蛋白含量7.61%、粗脂肪含量15mg/kg、单宁含量 2.11×10^4 mg/kg。

2. 澳洲坚果果皮发酵工艺研究

通过前期的研究发现澳洲坚果青皮中含有丰富的粗纤维,比其他农作物秸秆、木屑的有机碳含量丰富、纤维素高,因此可作为优质的食用菌栽培基质,但

坚果青皮中还含有单宁类物质，对食用菌菌丝生长有一定的抑制作用，因此需降解澳洲坚果皮中的单宁类物质。

通过单因素实验，研究了酶添加量（0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%）、温度（30℃、40℃、45℃、50℃、60℃）、酶解时间（1d、3d、5d、7d、9d）、水分含量（16.7%、28.6%、37.5%、44.4%、50%）、pH值（4.0、5.0、6.0、7.0）对单宁降解的影响。

2.1 发酵过程中酶添加量与单宁降解率的关系

从图1中可以看出，在不同酶添加量条件下，澳洲坚果皮中的单宁降解率随着酶添加量先增加后减少。当样品中酶添加量为0.3%~0.6%时单宁降解率逐渐增加，酶添加量增加到0.7%时，单宁降解率减少了，当酶添加量为0.6%时，单宁的降解率达到最大值为53.50%。主要原因是酶具有降低底物的活化能的作用，酶添加量越多，样品的活化能逐渐变小，但酶在样品中达到一定添加量时，样品活化能将达到最小。由此可见坚果皮发酵过程中最佳酶添加量为0.6%。

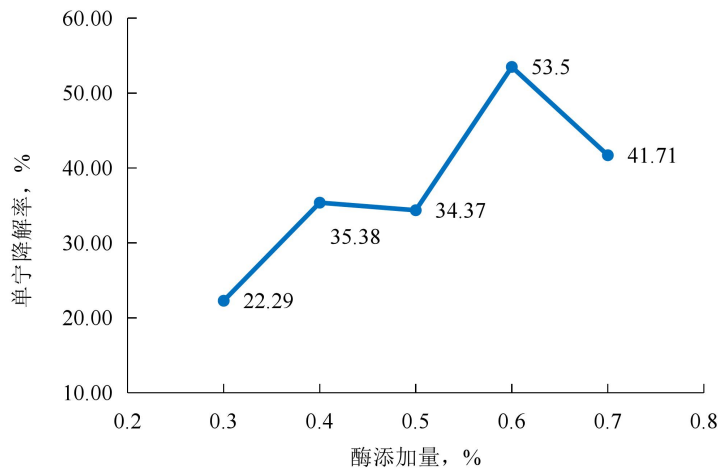


图1 发酵过程中酶添加量与单宁降解率的关系

2.2 发酵过程中温度与单宁降解率的关系

从图2中可以看出，在不同的温度条件下，澳洲坚果皮中的单宁降解率随着温度的升高先增加后减少。当样品中温度为30℃~45℃时单宁降解率逐渐增加，45℃~60℃时单宁降解率逐渐减少，当温度为45℃时，单宁的降解率达到最大值为31.78%。主要原因是温度对酶活性有很大的影响，过高或过低都会导致酶活性下降。由此可见坚果皮发酵过程中最佳温度为45℃。

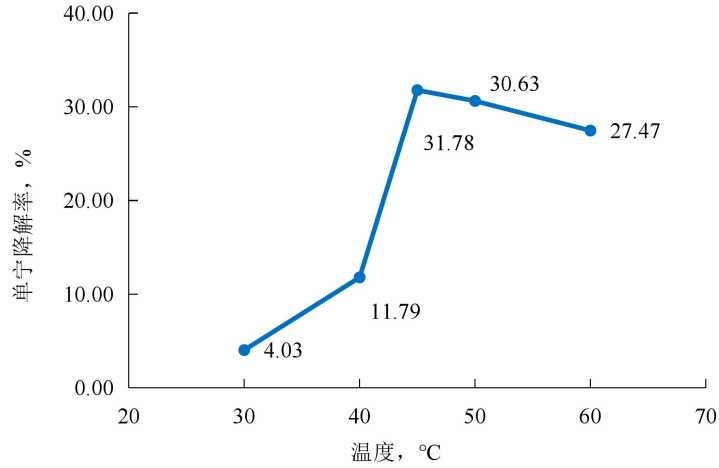


图 2 发酵过程中温度与单宁降解率的关系

2.3 发酵过程中酶解时间与单宁降解率的关系

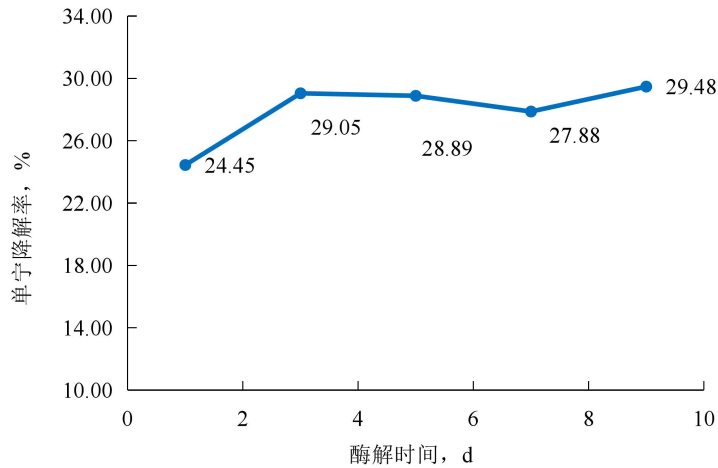


图 3 发酵过程中酶解时间与单宁降解率的关系

从图 3 可以看出,在不同酶解时间条件下,澳洲坚果皮中的单宁降解率随着酶解时间的增加先增加后减少,酶解时间在 1d~3d 时,单宁降解率急剧增加,3d~7d 时降解率逐渐减少且趋于平缓。随着时间的增长,单宁的活化能不断降低,在达到一定的时间后,单宁的活化能已经降到了最低点。由此可见,为了节省时间成本,坚果皮发酵过程中最佳酶解时间为 3d。

2.4 发酵过程中酶解的水分含量与单宁降解率的关系

从图 4 中可以看出,在不同的酶解水分含量条件下,澳洲坚果皮中的单宁降解率随着样品中水分含量的增加逐渐增加,当样品中的水分含量为 50% 时,单宁降解率最高为 43.43%。主要原因是样品中的水分以游离水和结合水两种形式存在,单宁酶降解样品中的单宁物质利用的是游离水,因此可通过增加样品中的

水分含量来提高单宁降解率。由此可见，坚果皮发酵过程中最佳酶解水分含量为50%。

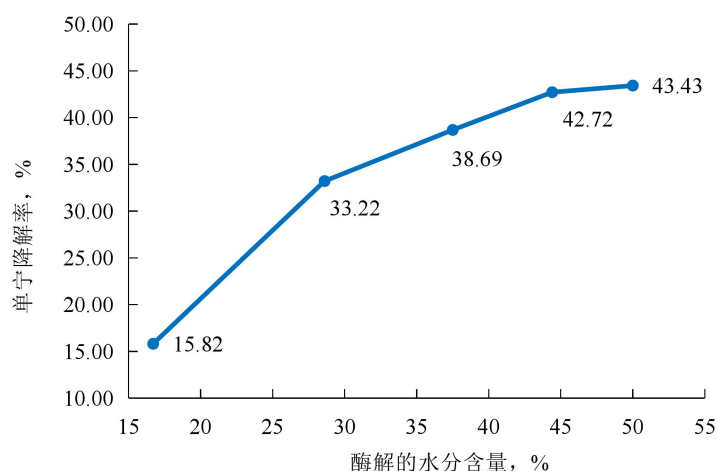


图4 发酵过程中酶解的水分含量与单宁降解率的关系

2.5 发酵过程中酶解 pH 与单宁降解率的关系

从图5可以看出，在不同酶解 pH 条件下，澳洲坚果皮中的单宁降解率随着样品 pH 的升高先增加后减少，但 pH 为 6 时，单宁降解率达到最大值为 36.96%。主要原因是酶一般有最适 pH，当酶解 pH 低于或高于最适 pH 时酶活力都会降低，对单宁降解有较大影响。由此可见，坚果皮发酵过程中最佳酶解 pH 为 6.0。

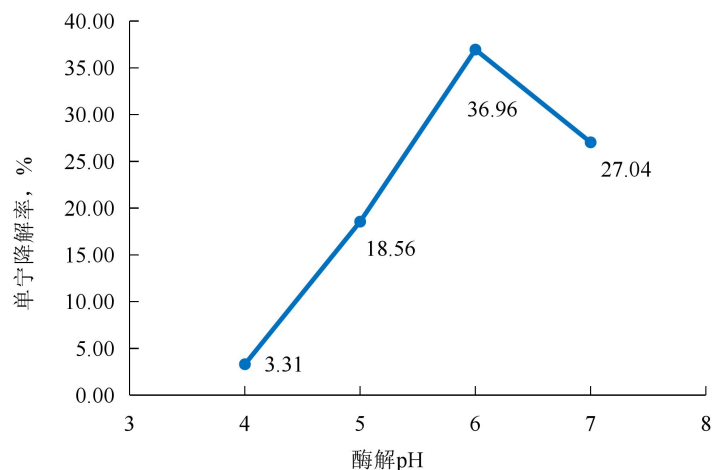


图5 发酵过程中酶解 pH 与单宁降解率的关系

采用生物酶解法（单宁酶）对澳洲坚果青皮中的单宁进行降解，获取最佳的酶解条件为：酶添加量 0.6%、温度 45℃、时间 3d、水分含量为 50%、pH 为 6.0 时，单宁降解率在短时间内降解 45% 以上。

综上，为有效降解澳洲坚果皮中的单宁，若采用自然堆制方式，需发酵 2-3

个月,若采用添加单宁酶堆制方式,则发酵 3-6 天即可有效降低果皮中单宁含量。

3. 适宜果皮种植的秀珍菇品种筛选

食用菌菌种：“秀珍菇（842）”原种由广西农业科学院微生物（食用菌）研究所提供；栽培材料：澳洲坚果皮、杂木屑、甘蔗渣、麦麸、石灰石膏等，栽培原料均采购于当地市场并符合食用菌栽培要求，澳洲坚果皮经前期处理得到。

4 不同比例添加澳洲坚果皮栽培秀珍菇实验

以澳洲坚果皮、杂木屑、甘蔗渣为主要原料，加以麦麸、石灰、石膏等辅料按比例均匀混合作为栽培试验配方，根据澳洲坚果皮的添加比例 20%、30%、40%、50%，依次编号一、二、三、四，以不添加坚果皮（0%）作为对照组（CK），分别观察记录秀珍菇菌丝生长情况、产量等测定指标。

4.1 不同配方栽培秀珍菇的菌丝生长情况

由表 1 数据显示可知，随着澳洲坚果皮添加比例的增多，各配方的菌种萌发时间没有差异，均需要 4 天；从菌丝长势来看，配方一、二、三秀珍菇菌丝长势比对照组 CK 的较好，菌丝洁白健壮、生长边缘整齐、一致浓密，配方四的菌丝长势较弱的原因可能是澳洲坚果皮添加量略高，其残余的单宁物质对菌丝生长产生了一定的抑制作用；从菌丝满袋时间来看，配方二的菌丝满袋时间最短，为 13 天；从菌丝生长速率来看，随着坚果皮添加量的增多，菌丝生长速率呈现先上升后下降的趋势，其中配方二的菌丝生长速率最快，达到了 11.08mm/d，且明显快于对照组。综合以上分析得出，栽培料中添加一定比例的澳洲坚果皮能促进秀珍菇菌丝生长，最佳的添加比例为 30%。

表 1 不同栽培配方的秀珍菇菌丝生长情况

配方	菌种萌发时间 /d	菌丝的生长势	菌丝满袋时 间/d	菌丝生长速率/mm· d ⁻¹
CK	4	++	14	10.14
一	4	+++	14	10.12
二	4	+++	13	11.08
三	4	+++	14	10.87
四	4	++	14	10.79

++表示菌丝白色健壮、较致密整齐，+++表示菌丝洁白健壮，一致浓密。

4.2 不同配方栽培秀珍菇的产量和生物学转化率

由表 2 数据显示可知，随着澳洲坚果皮添加比例的增多，秀珍菇的产量和生

生物学转化率呈现先上升逐渐平缓再下降的趋势，其中配方三产量最高，生物学转化率为 56.00% 比对照组 (CK) 的提高了 17.55%，配方四的产量最低，可能的原因是澳洲坚果皮添加量过高，其含有的单宁物质会抑制菌丝生长，导致秀珍菇产量降低。综合以上分析得出配方三即澳洲坚果皮的添加比例 40% 是栽培秀珍菇最佳的的出菇配方。

表 2 不同栽培配方秀珍菇的产量与生物学转化率

配方	单包平均产量/g	生物学转化率%
CK	404	46.17
一	488	55.77
二	478	54.63
三	490	56.00
四	403	46.06

4.3 不同配方栽培秀珍菇的营养成分测定

由表 3 数据显示可知，在各配方的秀珍菇子实体营养成分含量呈无规律变化，说明了栽培料中澳洲坚果皮的添加比例对秀珍菇子实体的营养成分没有影响。澳洲坚果皮栽培配方一至四的秀珍菇子实体营养成分：蛋白质含量在 28.00~33.30g/100g 之间，均低于对照组 CK；脂肪含量在 1.20~1.70g/100g 之间；粗多糖含量在 3.31~5.43g/100g 之间；氨基酸含量在 16.30~19.1g/100g 之间；硒含量在 0.18~0.2mg/kg 之间，均达国家行业标准 GH/T 1135—2017 中华人民共和国供销合作行业标准富硒农产品中富硒食用菌总硒质量分数 0.10~5.00mg/kg 的要。

表 3 不同栽培配方的秀珍菇营养成分

配方	蛋白质 g/100g	脂肪 g/100g	硒 mg/kg	粗多糖 g/100g	氨基酸 g/100g
CK	34.40	1.50	0.27	4.92	19.20
一	28.00	1.20	0.18	5.43	16.30
二	33.30	1.60	0.19	5.17	19.10
三	32.40	1.70	0.20	3.31	17.30
四	32.40	1.50	0.17	4.52	18.70

通过不同比例添加澳洲坚果皮栽培秀珍菇实验发现：当澳洲坚果皮添加量 30% 时菌丝的长势最好，其生长速度最快为 11.08mm/d，单包平均产量最高，生物学转化率为 56% 比对照组 (CK) 提高了 17.55%，各试验配方栽培的秀珍菇营养成分与对照组的无明显差别，说明以不同添加比例澳洲坚果皮栽培秀珍菇不会

降低其营养成分，适用于栽培秀珍菇。由此得出，秀珍菇最佳的栽培配方为澳洲坚果皮 30%~50%、甘蔗渣 35%~20%、杂木屑 20%、麦麸 12%、石灰 1%、石膏 2%。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准研制过程中无重大意见分歧。

七、实施标准的措施

团体标准《澳洲坚果果皮栽培秀珍菇技术规程》发布后，广西壮族自治区农业科学院将协同相关部门，通过举办培训班或宣贯会，积极向全区相关科研单位、企业和农户进行标准宣贯和推广，以促进本标准的贯彻实施。

八、其他应当说明的事项

无。

《澳洲坚果果皮栽培秀珍菇技术规程》团体标准编写组

2026年5月20日