

DOI: 10.16861/j.cnki.zggc.2025.0617

## 鬼笔属 3 种真菌子实体营养成分比较

岳万松<sup>1</sup>, 华蓉<sup>1</sup>, 李雪松<sup>2</sup>, 岳婷松<sup>2</sup>, 张晓华<sup>1</sup>, 普联新<sup>2</sup>, 孙达锋<sup>1,2</sup>

(1. 中华全国供销合作总社昆明食用菌研究所 昆明 650221; 2. 云南省食用菌产业发展研究院 昆明 650221)

**摘要:**明确不同鬼笔属真菌的形态和营养成分差异,为鬼笔属真菌的品种选育和开发利用提供参考依据。以红托竹荪、白赭竹荪和冬荪 3 种野生鬼笔属真菌为试验材料,采用覆土栽培法对其进行驯化栽培,采用标准方法对 3 种鬼笔属真菌的营养成分进行比较分析。结果表明,3 种鬼笔属真菌的农艺性状和营养成分含量存在差异,冬荪的菌柄直径和长度及单菇质量均最大。白赭竹荪的总糖含量(w,后同)最高,为 42.0%,红托竹荪的蛋白质含量最高,为 20.4 g·100 g<sup>-1</sup>,冬荪的粗纤维含量最高,为 10.8 g·100 g<sup>-1</sup>。3 种鬼笔属真菌均含有人体必需的钙、镁、铁、锌、铜等矿物质元素,但在含量上存在较大差异,红托竹荪的锌、铜含量最高,白赭竹荪的钙、铁、镁含量最高。3 种鬼笔属真菌都含有 16 种氨基酸,其中包括必需氨基酸 7 种,红托竹荪的鲜味氨基酸和必需氨基酸含量均最高,分别为 3.83、5.11 g·100 g<sup>-1</sup>。综上,3 种鬼笔属真菌营养成分齐全,含量丰富,但不同物种在形态特征和营养特性上存在明显差异。

**关键词:**白赭竹荪;红托竹荪;冬荪;驯化栽培;营养成分

中图分类号:S646.8

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2026)04-121-06

## Comparison of nutritional components of fruiting body in three species of *Phallus* spp.

YUE Wansong<sup>1</sup>, HUA Rong<sup>1</sup>, LI Xuesong<sup>2</sup>, YUE Tingsong<sup>2</sup>, ZHANG Xiaohua<sup>1</sup>, PU Lianxin<sup>2</sup>, SUN Dafeng<sup>1,2</sup>

(1. Kunming Edible Fungi Institute of All China Federation of Supply and Marketing Cooperatives, Kunming 650221, Yunnan, China; 2. Yunnan Academy of Edible Fungi Industry Development, Kunming 650221, Yunnan, China)

**Abstract:** To clarify the morphological and nutritional differences among different *Phallus* spp. and provide reference for variety breeding and development of *Phallus* spp. Three wild species of *P. rubrovolvatus*, *P. cremeo-ochraceus* and *P. dongsun* were used as test materials, the three species were domesticated and cultivated by using soil covering cultivation method. The nutrients of three species were compared and analyzed using standard methods. The results showed that there were differences in the agronomic characteristics and content of nutrients among the three species of *Phallus* spp. The diameter, length, and single mushroom mass of *P. dongsun* were the largest. The highest content of total sugar was 42.0% in *P. cremeo-ochraceus*, the highest content of protein was 20.4 g·100 g<sup>-1</sup> in *P. rubrovolvatus* and the highest content of crude fiber was 10.8 g·100 g<sup>-1</sup> in *P. dongsun*. The three species of *Phallus* spp. all contained Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, but there were great differences in the content. *P. rubrovolvatus* had the highest content of Zn and Cu while *P. cremeo-ochraceus* had the highest content of Ca, Fe, Mg. There were 16 kinds of amino acids in the three species of *Phallus* spp, including 7 kinds of essential amino acids for human body. *P. rubrovolvatus* had the highest content of umami amino acids and essential amino acids, at 3.83 and 5.11 g·100 g<sup>-1</sup>, respectively. In conclusion, these three fungi all contained ample nutritional elements, but there were significant difference in morphological and nutritional characteristics among different species.

**Key words:** *Phallus cremeo-ochraceus*; *Phallus rubrovolvatus*; *Phallus dongsun*; Domestication cultivation; Nutritional component

收稿日期:2025-08-28;修回日期:2025-11-10

基金项目:国家重点研发计划(2023YFD2201803);云南省省市一体化专项(202402AN360003);云南省科技人才与平台计划(202205AD160042)

作者简介:岳万松,男,副研究员,主要从事食用菌育种与栽培技术推广研究。E-mail:459440031@qq.com

通信作者:孙达锋,男,研究员,主要从事食用菌资源开发与利用方面的研究。E-mail:2942336@qq.com

鬼笔属真菌(*Phallus* spp.)隶属于担子菌门伞菌纲鬼笔亚纲鬼笔目鬼笔科。我国是鬼笔属真菌物种多样性的中心区域之一,目前共有25种鬼笔属真菌,约占全球种数的1/4,主要分布于西南、华南等地区<sup>[1]</sup>。至今,鬼笔属内的多个物种已被人工栽培,比如棘托竹荪*P. echinovolvatus*、红托竹荪*P. rubrovolvatus*、冬荪*P. dongsun*、超短裙竹荪*P. ultraduplicatus*等<sup>[2-3]</sup>,其中有些品种还获得了地理标志产品认证,是国内竹荪主产区(如福建、广西、云南、贵州、四川等地)重点发展的乡村振兴品种,也是近年来我国林下经济重点发展的食用菌品种<sup>[4-5]</sup>,如织金竹荪(红托竹荪)<sup>[6]</sup>、大方冬荪(冬荪)<sup>[7]</sup>、顺昌竹荪(棘托竹荪)<sup>[8]</sup>等。据中国食用菌协会统计,2024年中国竹荪类总产量已达到27.8万t<sup>[9]</sup>。近年来,竹荪产业逐渐呈现出良好的发展趋势,除了传统餐饮业如炖汤、火锅广泛使用竹荪外,竹荪及其提取物也广泛应用于深加工食品(如竹荪酱<sup>[10]</sup>、竹荪面条<sup>[11]</sup>、竹荪饼干<sup>[12]</sup>、竹荪饮料<sup>[13]</sup>)及化妆品研发<sup>[14]</sup>。然而,目前仍然还有较多野生竹荪资源未被开发利用,加强野生种质资源人工驯化和营养成分研究,对保障种质资源多样性、进一步助推竹荪精深加工及全产业链发展具有重要意义。鉴于此,笔者对驯化出菇的红托竹荪、白赭竹荪和冬荪的农艺性状和营养成分进行全面的比较分析,以期为鬼笔属真菌的优良品种选育和综合开发利用提供参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试材料为红托竹荪*P. rubrovolvatus*、白赭竹荪*P. cremeo-ochraceus*和冬荪*P. dongsun*3种野生鬼笔属真菌,编号分别为ZS06、ZS07、DS01,分别采集于河南信阳市、四川宜宾市、云南通海县,现保藏于中华全国供销合作总社昆明食用菌研究所菌种与资源研究中心。于2025年2月在云南省昆明市晋宁区示范基地开展驯化栽培试验,后续子实体形态特征和单菇质量测量试验于2025年7月完成。

### 1.2 培 养 基

琼脂平皿培养基:20 g 葡萄糖、2 g 蛋白胨、2 g 酵母粉、1 g 硫酸镁、15 g 琼脂粉、1 L 蒸馏水。于121 °C灭菌30 min,冷却备用,下同。

液体培养基:15 g 葡萄糖、5 g 蔗糖、1 g 蛋白胨、1 g 酵母粉、0.5 g 磷酸二氢钾、1 L 自然基质过滤液(100 g 锯末、30 g 麦麸用沸水煮30 min以上,2

层纱布过滤后用蒸馏水定容至1 L)。

栽培培养基:57%阔叶树木屑、41%竹屑、1%石膏、0.5%磷酸二氢钾、0.5%硫酸镁,含水量60%。于121 °C灭菌2 h,冷却备用。

### 1.3 驯化栽培

在装有150 mL液体培养基的250 mL三角瓶中分别接种15个ZS06、ZS07和DS01菌丝块(1 cm×1 cm),25 °C培养11 d,获得一级液体菌种,以2%~3%的接种量转接于装有600 mL液体培养基的1 L三角瓶中,25 °C培养6 d,获得二级液体菌种。将40 mL二级液体菌种接种于装有1 kg栽培料(湿质量)的聚丙烯袋(17 cm×33 cm×0.05 mm)中,25 °C避光培养,菌丝长满后,参照刘绍雄等<sup>[15]</sup>的方法覆土栽培,然后控制温度15~25 °C、空气相对湿度60%~90%,出菇后随机取30个子实体,测定单菇质量,采用游标卡尺测量菌裙最大直径、长度和菌柄直径、长度,称子实体(包括菌柄、菌裙)鲜质量。

### 1.4 营养成分比较

1.4.1 常规营养成分的测定 分别将红托竹荪ZS06、白赭竹荪ZS07和冬荪DS01子实体45~50 °C烘干,委托中华全国供销合作总社昆明食用菌质量监督检验测试中心测定样品的营养成分,均进行3次平行试验,结果以平均数±标准差表示,下同。参考GB 5009.5—2016<sup>[16]</sup>测定蛋白质含量;参考GB 5009.4—2016<sup>[17]</sup>测定灰分含量;参考GB 5009.6—2016<sup>[18]</sup>测定脂肪含量;参考GB/T5009.10—2003<sup>[19]</sup>测定粗纤维含量;参考GB/T 15672—2009<sup>[20]</sup>测定总糖含量。

1.4.2 矿质元素的测定 参考GB 5009.92—2016测定钙含量<sup>[21]</sup>,参考GB 5009.90—2016测定铁含量<sup>[22]</sup>,参考GB 5009.14—2017测定锌含量<sup>[23]</sup>,参考GB5009.241—2017测定镁含量<sup>[24]</sup>,参考GB 5009.13—2017测定铜含量<sup>[25]</sup>。

1.4.3 氨基酸含量的测定 参考GB 5009.124—2016测定氨基酸含量<sup>[26]</sup>。

### 1.5 数据处理

采用DPS软件处理数据,采用LSD法对多组数据进行多重比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 驯化栽培

由图1可以看出,红托竹荪ZS06、白赭竹荪ZS07、冬荪DS01的菌柄颜色均为白色,红托竹荪



注: A、C、E 分别代表 ZS06、ZS07 和 DS01 幼菇期; B、D、F 分别代表 ZS06、ZS07 和 DS01 成熟期。

Notes: A, C, and E represents the immature stage of ZS06, ZS07 and DS01, respectively; B, D, and F represents the mature stage of ZS06, ZS07 and DS01, respectively.

图 1 菌株 ZS06、ZS07 和 DS01 子实体形态  
Fig. 1 Fruiting body morphology of ZS06, ZS07 and DS01

ZS06、白赭竹荪 ZS07 的菌裙颜色也为白色, 冬荪 DS01 无菌裙; 3 种竹荪蛋的颜色存在明显差异, 分别为粉红色至红褐色、黄白色至浅粉色、灰白色。由表 1 可知, 冬荪 DS01 的菌柄直径、菌柄长度均最大, 分别为 3.67、19.39 cm, 其单菇质量也最大, 为 40.1 g, 显著高于红托竹荪 ZS06 和白赭

竹荪 ZS07; 红托竹荪 ZS06、白赭竹荪 ZS07 的菌柄直径、菌柄长度无显著差异; 白赭竹荪 ZS07 的菌裙最大直径、长度均最大, 分别为 11.71、15.20 cm, 显著大于红托竹荪 ZS06。综上, 3 种鬼笔属真菌中, 冬荪 DS01 的菌柄直径和菌柄长度及单菇质量均最大。

表 1 菌株 ZS06、ZS07 和 DS01 子实体形态特征和单菇质量

Table 1 Morphological characteristics of fruiting bodies and single mushroom mass of ZS06, ZS07, DS01

菌株 Strain	菌柄 Stipe		菌裙 Indusium		单菇质量 Single mushroom mass/g
	直径 Diameter/cm	长度 Length/cm	最大直径 Maximum diameter/cm	长度 Length/cm	
ZS06	3.01±0.25 ab	17.68±0.41 b	8.99±0.23 b	11.57±0.41 b	23.5±2.3 b
ZS07	2.85±0.21 b	17.98±0.33 ab	11.71±0.33 a	15.20±0.51 a	25.5±2.6 b
DS01	3.67±0.21 a	19.39±0.62 a	-	-	40.1±2.8 a

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。“-”代表无。下同。

Notes: Different small letters in the same column indicate significant difference at  $P < 0.05$ . “-” indicates none. The same below.

## 2.2 常规营养成分

由表 2 可知, 3 种鬼笔属真菌均含有丰富的总糖、蛋白质、粗纤维等营养成分。其中灰分含量由

高到低依次为冬荪 DS01、红托竹荪 ZS06、白赭竹荪 ZS07, 三者间呈显著差异; 白赭竹荪 ZS07 的总糖含量最高, 为 42.0%, 显著高于另外 2 个种; 红托竹荪

表 2 菌株 ZS06、ZS07 和 DS01 常规营养成分比较

Table 2 Comparison of conventional nutritional components of ZS06, ZS07 and DS01

菌株 Strain	w(灰分) Asht content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	w(总糖) Total sugar content/%	w(蛋白质) Protein content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	w(粗纤维) Crude fiber content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	w(脂肪) Fat content/(g·100 g <sup>-1</sup> )
ZS06	7.1±0.3 b	33.5±0.6 b	20.4±0.3 a	8.7±0.3 b	0.2±0.07 a
ZS07	3.6±0.1 c	42.0±0.4 a	15.2±0.4 b	8.5±0.1 b	0.2±0.03 a
DS01	7.9±0.1 a	27.7±0.3 c	16.1±0.4 b	10.8±0.4 a	0.2±0.09 a

ZS06 的蛋白质含量最高,为 20.4 g·100 g<sup>-1</sup>,另外 2 个种无显著差异,但显著低于 ZS06;冬苾 DS01 的粗纤维含量最高,为 10.8 g·100 g<sup>-1</sup>,另外 2 个种无显著差异,但显著低于 DS01;3 种鬼笔属真菌的脂肪含量均较低,且无显著差异。综上,3 种鬼笔属真菌的常规营养成分含量存在较大差异。

### 2.3 主要矿物质元素分析

由表 3 可知,3 种鬼笔属真菌均含有人体必需的钙、镁、铁、锌、铜等矿质元素,但在含量上存在较大差异。总体来看,红托竹苾 ZS06 的锌、铜含量最高,分别为 44.4、40.1 mg·kg<sup>-1</sup>,显著高于另外 2 个种;白赭竹苾 ZS07 的钙、铁、镁含量最高,分别为 307.0、200.0、1766 mg·kg<sup>-1</sup>,显著高于另外 2 个种。

表 3 菌株 ZS06、ZS07 和 DS01 矿质元素成分比较  
Table 3 Comparison of minerals components of ZS06, ZS07 and DS01 (mg·kg<sup>-1</sup>)

菌株	w(钙)	w(铁)	w(锌)	w(镁)	w(铜)
Strain	Ca content	Fe content	Zn content	Mg content	Cu content
ZS06	35.3±3.1 c	72.6±10.5 c	44.4±2.1 a	1076±8.2 c	40.1±0.9 a
ZS07	307.0±2.5 a	200.0±6.7 a	36.5±1.9 b	1766±11.5 a	11.8±0.5 c
DS01	24.4±1.7 b	112.0±3.2 b	23.7±3.6 c	1108±6.6 b	18.5±0.3 b

由表 4 可知,3 种鬼笔属真菌所含氨基酸种类丰富且含量较高,均含有 16 种氨基酸,其中必需氨基酸 7 种(赖氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸),非必需氨基酸 9 种。红托竹苾 ZS06 的鲜味氨基酸含量最高,为 3.83 g·100 g<sup>-1</sup>,冬苾 DS01 次之。3 种鬼笔属真菌均以谷氨酸含量最高,蛋氨酸含量最低。3 个种氨基酸含量存在差异,红托竹苾 ZS06 的氨基酸总量最高,为 14.20 g·100 g<sup>-1</sup>,白赭竹苾 ZS07 的氨基酸总量最低,为 8.91 g·100 g<sup>-1</sup>,但 3 个种的必需氨基酸与氨基酸总量的比值范围差异不大,为 0.36~0.37。

## 3 讨论与结论

李政等<sup>[27]</sup>通过对菇蕾发育过程进行切片观察后发现,超短裙竹苾 *P. ultraduplicatus*、冬苾 *P. dongsun* 和红托竹苾 *P. rubrovolvatus* 3 个种的菇蕾内部发育顺序基本一致,但各器官发育完成的时间不同;3 个种的菌柄或菌裙颜色一致,为白色,但在菌托颜色、菌裙长短、菌盖网格状突起间距等方面存在明显差异。本试验的研究结果与之类似,红托竹苾、白赭竹苾和冬苾的菌柄、菌裙(冬苾无菌裙)的颜色均为白色,但其竹苾蛋的颜色存在明显差异,分别为粉红色至红褐色、黄白色至浅粉色、灰白色。3 种鬼笔属真菌在菌柄、菌裙、单菇质量等农艺

表 4 菌株 ZS06、ZS07 和 DS01 氨基酸成分比较  
Table 4 Comparison of amino acid components of ZS06, ZS07 and DS01

氨基酸种类	ZS06	ZS07	DS01
Amino acid type			
w(天门冬氨酸) Asp content*/(g·100 g <sup>-1</sup> )	1.32±0.01 b	0.94±0.03 c	1.50±0.04 a
w(苏氨酸) Thr content#/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.76±0.09 a	0.52±0.02 b	0.79±0.06 a
w(丝氨酸) Ser content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.88±0.03 a	0.57±0.02 c	0.77±0.01 b
w(谷氨酸) Glu content*/(g·100 g <sup>-1</sup> )	2.51±0.01 a	1.43±0.02 c	2.29±0.03 b
w(脯氨酸) Pro content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.73±0.03 a	0.58±0.03 b	0.63±0.02 b
w(甘氨酸) Gly content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.57±0.01 b	0.46±0.02 c	0.66±0.01 a
w(丙氨酸) Ala content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	1.37±0.02 a	0.66±0.03 c	0.92±0.02 b
w(缬氨酸) Val content#/(g·100 g <sup>-1</sup> )	1.08±0.02 a	0.54±0.02 c	0.91±0.01 b
w(蛋氨酸) Met content#/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.17±0.00 a	0.12±0.03 b	0.10±0.05 b
w(异亮氨酸) Ile content#/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.57±0.03 b	0.51±0.02 c	0.68±0.02 a
w(亮氨酸) Leu content#/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.94±0.01 b	0.84±0.01 c	1.06±0.03 a
w(酪氨酸) Tyr content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.39±0.02 b	0.19±0.01 c	0.52±0.01 a
w(苯丙氨酸) Phe content#/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.64±0.02 a	0.38±0.02 b	0.66±0.02 a
w(组氨酸) His content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.38±0.01 b	0.33±0.02 c	0.50±0.01 a
w(赖氨酸) Lys content#/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.95±0.02 a	0.33±0.03 c	0.66±0.02 b
w(精氨酸) Arg content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	0.91±0.02 a	0.51±0.01 b	0.70±0.01 c
w(必需氨基酸) EAA content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	5.11	3.24	4.86
w(非必需氨基酸) NEAA content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	9.09	5.67	8.44
w(鲜味氨基酸) TFAA content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	3.83	2.37	3.79
w(总氨基酸) TAA content/(g·100 g <sup>-1</sup> )	14.20	8.91	13.30
EAA/TAA	0.36	0.36	0.37
TFAA/TAA	0.27	0.27	0.28

注:\*表示鲜味氨基酸,#表示必需氨基酸。同行不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

Note: \* indicates umami amino acids, # indicates essential amino acids. Different small letters in the same row indicate significant difference at 0.05 level.

性状方面同样存在差异,白赭竹苾 ZS07 的菌裙最大直径、长度最大,红托竹苾 ZS06 次之,冬苾 DS01 则无菌裙;冬苾 DS01 的菌柄直径和长度及单菇质量均最大。

目前对鬼笔属真菌的营养成分研究较多,但存在营养成分检测不全面、缺乏横向比较的问题。本试验结果表明,不同鬼笔属真菌中的营养成分含量存在差异,其中白赭竹荪 ZS07 的总糖含量最高,红托竹荪 ZS06 的蛋白质含量最高,冬荪 DS01 的粗纤维含量最高。矿质元素含量方面,红托竹荪 ZS06 的锌、铜含量最高,白赭竹荪 ZS07 的钙、铁、镁含量最高,这与前人的研究结果较为类似,菌株或物种不同,营养成分也会存在差异。岳万松等<sup>[28]</sup>、查兴雪等<sup>[29]</sup>均发现,不同竹荪品种的矿质元素、维生素 B1、维生素 B2、鲜甜呈味氨基酸含量均有较大差异;董慧等<sup>[30]</sup>研究比较了红托竹荪和冬荪的营养差异,发现红托竹荪中 L-麦角硫因、麦角甾醇、总膳食纤维、铁含量较高,而冬荪中可溶性糖、钙、蛋白质含量较高;李娜等<sup>[31]</sup>研究发现,在 18 个常见食用菌品种中,双孢菇的蛋白质含量高达  $35.87 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ,平菇总糖含量最高,为  $10.5 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ,羊肚菌的脂肪含量最高,为  $2.92 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ;李曦等<sup>[32]</sup>比较分析了 3 种胶质菌的营养成分,发现金耳、银耳与木耳的营养成分均齐全,其中金耳的多糖、 $\beta$ -胡萝卜素、维生素 D、锌和铁含量最高。此外,刘福阳等<sup>[33]</sup>以含有不同氮源的栽培料配方栽培竹荪,发现选用麦麸或豆粕为氮源的配方,竹荪子实体的蛋白质、脂肪、总黄酮、锌和铁含量最高;刘筱雪等<sup>[34]</sup>分别以 100% 的竹屑、桑枝和玉米芯为主料,开展长裙竹荪栽培试验,结果表明,桑枝栽培的竹荪粗蛋白、粗纤维、氨基酸、多酚和总黄酮含量最高,由此说明,栽培料的差异会直接影响食用菌物质代谢,进而影响食用菌子实体的营养成分含量。值得注意的是,竹荪营养成分也会随产地及检测部位(菌盖、菌托、竹花)等的不同而发生变化<sup>[35]</sup>。

谷氨酸和天冬氨酸是鲜味氨基酸中的特征氨基酸,是决定食品鲜美与可口程度的关键因素,尤其谷氨酸的鲜味最强<sup>[36-37]</sup>。本试验结果表明,鲜味氨基酸含量高低顺序为红托竹荪 ZS06>冬荪 DS01>白赭竹荪 ZS07,3 个种的鲜味氨基酸与氨基酸总量的比值范围为 0.27~0.28。必需氨基酸含量高低顺序为红托竹荪 ZS06>冬荪 DS01>白赭竹荪 ZS07,3 个种的必需氨基酸与氨基酸总量的比值范围为 0.36~0.37。根据 FAO/WHO 提出的理想蛋白模式中 EAA/TAA 为 0.40 左右时,蛋白质质量较好<sup>[38]</sup>,3 种鬼笔属真菌的蛋白质模式均接近理想蛋白质模式要求。

综上所述,3 种鬼笔属真菌的总糖、蛋白质、粗

纤维、矿质元素、氨基酸等营养成分齐全,均属于高蛋白、低脂肪、高粗纤维的菌类,但不同物种在形态特征和营养特性上存在明显差异。本研究结果为鬼笔属真菌的品种选育和开发利用提供了参考依据。

### 参考文献

- [1] 李挺,李泰辉,邓旺秋.中国鬼笔属真菌的物种多样性与资源[J].菌物学报,2024,43(3):63-72.
- [2] 李挺,李燕祯,李泰辉,等.我国几种市售竹荪商品名订正[J].食用菌学报,2023,30(5):94-102.
- [3] 李政,刘宇,王建瑞.超短裙竹荪培养条件优化及其驯化[J].食用菌学报,2021,28(6):68-79.
- [4] 张凯鹏,程汉亭,罗贞全,等.热区橡胶林下适栽红托竹荪的菌株筛选和生物学特性研究[J].热带作物学报,2025,46(5):1135-1144.
- [5] 谌金吾,麻智芳,孙厚静,等.黔东南州马尾松林下栽培棘托竹荪[J].食用菌,2025,47(2):62-65.
- [6] 李启华,周金忠,牟东岭,等.织金县竹荪产业发展现状及对策[J].现代农业科技,2015(9):113-114.
- [7] 朱国胜,桂阳,刘鹏,等.白鬼笔仿野生栽培技术[J].农技服务,2018,35(3):36-40.
- [8] 高允旺.农村特色产业发展的思考:以顺昌县竹荪产业为例[J].农业开发与装备,2019(2):6-7.
- [9] 中国食用菌协会.2024 年度全国食用菌统计调查结果分析[EB/OL].(2025-12-26)[2026-02-04].<https://bigdata.cefa.org.cn/output.html>.
- [10] 石玉振,刘雄伟,彭珊,等.基于模糊感官评定法的竹荪牛肉酱加工工艺研究[J].中国果菜,2025,45(4):28-34.
- [11] 郎小琴,刘庆庆,吴敏,等.竹荪鸡蛋面条加工工艺优化[J].安徽农学通报,2023,29(4):114-117.
- [12] 付小琴,刘庆庆,向达兵,等.竹荪饼干产品研发及加工工艺[J].食品工业,2022,43(2):1-4.
- [13] 刘庆庆,丁有财,徐嘉彩,等.竹荪饮料的研制[J].农产品加工,2020(21):7-9.
- [14] 刘佳司,谭树华.竹荪菌盖和菌托生物活性及其在化妆品中的应用前景[J].中国化妆品,2024(4):92-96.
- [15] 刘绍雄,罗孝坤,孙达锋,等.食用菌规范化栽培技术[M].昆明:云南科技出版社,2021.
- [16] 中华人民共和国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.
- [17] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品中灰分的测定:GB 5009.4—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [18] 中华人民共和国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 食品中脂肪的测定:GB 5009.6—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [19] 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.
- [20] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准

- 化管理委员会.食用菌中总糖含量的测定:GB/T 15672—2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [21] 中华人民共和国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 食品中钙的测定:GB 5009.92—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [22] 中华人民共和国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 食品中铁的测定:GB 5009.90—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [23] 中华人民共和国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 食品中锌的测定:GB 5009.14—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [24] 中华人民共和国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 食品中镁的测定:GB 5009.241—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [25] 中华人民共和国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 食品中铜的测定:GB 5009.13—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [26] 中华人民共和国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 食品中氨基酸的测定:GB 5009.124—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [27] 李政,程显好,刘宇,等.鬼笔属3种真菌的个体发育及形态观察[J].菌物研究,2024,22(2):158-165.
- [28] 岳万松,孙达锋,华蓉,等.红托竹荪新品种中菌竹荪1号选育[J].食用菌学报,2024,31(4):46-54.
- [29] 查兴雪,徐彦军,赵霞,等.基于氨基酸种类对不同竹荪品种的营养比较分析[J].中国瓜菜,2025,38(8):131-135.
- [30] 董慧,赵晓燕,李晓贝,等.贵州红托竹荪和冬荪的品质评价[J].食品科学,2024,45(20):198-205.
- [31] 李娜,吕爽,董建国,等.常见食用菌营养成分及风味物质分析[J].食品工业科技,2023,44(18):441-448.
- [32] 李曦,邓兰,周娅,等.金耳、银耳与木耳的营养成分比较[J].食品研究与开发,2021,42(16):77-82.
- [33] 刘福阳,王爱仙,刘朋虎,等.不同氮源对竹荪菌丝生长、产量与品质的影响[J].北方园艺,2025(11):109-117.
- [34] 刘筱雪,王一,李冬兵,等.不同栽培基质桑园套种长裙竹荪的营养组分及经济效益分析[J].南方农业学报,2024,55(12):3636-3645.
- [35] 罗丽平,李冰晶,赵景芳,等.贵州不同地区红托竹荪不同部位的营养成分分析[J].中国食用菌,2022,41(8):60-64.
- [36] 杨旭昆,汪禄祥,叶艳萍,等.7种云南产核桃中17种氨基酸含量测定与必需氨基酸模式分析[J].食品安全质量检测学报,2020,11(6):1889-1894.
- [37] 罗晓莉,张沙沙,曹晶晶,等.云南3种胶质食用菌营养成分分析与蛋白质营养价值评价[J].食品工业科技,2021,42(14):328-333.
- [38] 刘芹,闻诗歌,刘阳,等.15种常见食用菌营养成分分析及评价[J].中国瓜菜,2024,37(11):67-74.