

严明,高观世,游金坤,等. 云南省 18 种常见野生食用菌营养成分分析[J]. 黑龙江农业科学,2019(6):119-124,127.

# 云南省 18 种常见野生食用菌营养成分分析

严 明,高观世,游金坤,汤昕明,杨璐敏,吴素蕊

(中华全国供销合作总社昆明食用菌研究所,云南 昆明 650221)

**摘要:**为了解云南野生食用菌营养价值,对云南省 18 种常见野生食用菌,采用国家标准方法,进行水分、灰分、粗脂肪、粗纤维、粗蛋白、矿质元素以及风味氨基酸分析。结果表明:隶属于 6 目 7 科 10 属的 18 种野生食用菌,在水分、灰分、粗脂肪、粗纤维含量方面与常见人工栽培食用菌相当。粗蛋白含量高于常见人工栽培食用菌。所有样品含有的铁,干巴菌的硒,黄白蚁伞和双色蜡蘑的铜,盾尖白蚁伞和粗柄白蚁伞的钙、镁、铜均远高于常见人工栽培食用菌。所测样品天冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸、甘氨酸、苯丙氨酸以及酪氨酸 6 种氨基酸总和为  $0.355\sim1.548\text{ g}\cdot100\text{ g}^{-1}$ ,其所含鲜味氨基酸>甜味氨基酸>芳香族氨基酸。6 种氨基酸平均总含量最高的为离褶伞科,其次为牛肝菌科和红菇科。粗柄白蚁伞所含鲜味氨基酸、芳香族氨基酸、甜味氨基酸+鲜味氨基酸、6 种氨基酸总和均较其他野生食用菌高,并远高于人工栽培食用菌。可见,云南省常见野生食用菌味道鲜美,营养价值高,极具开发利用价值。

**关键词:**云南省;野生食用菌;营养成分;分析

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,人们对饮食的要求不再是简单的求得温饱,更多关注的是营养、风味和健康。野生食用菌作为集营养、美味和保健于一身的理想食品来源,日益受到大家的青睐<sup>[1]</sup>。

云南省是我国乃至全世界野生食用菌资源最为丰富的地区之一,全省野生食用菌产量由 2012 年的 6.00 万 t 增长到 2016 年的 13.74 万 t,产值由 55.2 亿元上升到 90.16 亿元,产量增加了 1.29 倍,产值增长了 63.33%<sup>[2]</sup>。野生食用菌作为云南高原特色农业产业,是建设绿色经济强省的重要举措,同时也是边疆少数民族地区经济的重要来源。为充分发挥云南野生食用菌资源优势,对云南省市场上常见的野生食用菌进行营养成分分析,能进一步确认野生食用菌的营养价值,为野生食用菌的开发利用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 野生菌 新鲜野生食用菌样品搜集于昆明嵩明县、楚雄武定县、大理剑川县、玉溪峨山县、曲靖马龙县,采样地具体信息见表 1 所示。每个

点每种野生食用菌搜集样品 2 000 g,除黄白蚁伞(*Termitomyces microcarpus*)仅采集 3 个点外,其他 17 种野生食用菌均采集 5 个点。

表 1 野生食用菌采样地点信息

Table 1 Sampling information of wild edible fungi

采样地点 Sampling location	海拔 Altitude/m	经度 Longitude	纬度 Latitude
昆明嵩明县	1950	E103°13'38.95"	N25°11'20.58"
楚雄武定县	1963	E102°23'16.76"	N25°32'33.40"
大理剑川县	2186	E99°55'42.13"	N26°29'58.23"
玉溪峨山县	1619	E102°26'40.18"	N24°07'21.95"
曲靖马龙县	2038	E103°23'01.33"	N25°15'38.23"

所有野生食用菌样品的鉴定由中华全国供销合作总社昆明食用菌研究所野生菌资源团队完成。采用传统形态学显微观察对搜集的野生食用菌进行鉴定,观察孢子所用浮载剂包括超纯灭菌水和 5%KOH,染色用梅氏试剂(Melzer 试剂),孢子大小以 20 个孢子的平均值为准<sup>[3]</sup>。分析检测的 18 个种的样品隶属于 6 目 7 科 10 属,样品鉴定科属信息见表 2。

1.1.2 仪器 PinAAcle900T 原子吸收光谱仪,美国珀金埃尔默仪器(上海)有限公司;UV-2405 紫外可见分光光度计,日本岛津公司;SX2-4-10 型箱式马弗炉,沈阳市电炉厂;S-433D 氨基酸自动分析仪,德国赛卡姆(北京)科学仪器有限公司。

收稿日期:2019-01-08

基金项目:云南省创新引导与科技型企业培育计划(2018 DC030);云南省科技人才和平台计划(2017HB094)。

第一作者简介:严明(1987-),男,硕士,助理研究员,从事食用菌质量安全与控制研究。E-mail:kmsym15@126.com。

通讯作者:吴素蕊(1978-),女,硕士,研究员,从事食用菌精深加工及产品开发研究。E-mail:wusurui@163.com。

表 2 野生食用菌科属信息

Table 2 Family and genus information of wild edible fungi

种名 Specific name	拉丁名 Latin name	目 Order	科 Family	属 Genus
松乳菇	<i>Lactarius deliciosus</i>	红菇目	红菇科	乳菇属
红汁乳菇	<i>Lactarius hatsudake</i>	红菇目	红菇科	乳菇属
大红菇	<i>Russula alutacea</i>	红菇目	红菇科	红菇属
青头菌	<i>Russula virescens</i>	红菇目	红菇科	红菇属
干巴菌	<i>Thelephora ganbajun</i>	革菌目	革菌科	革菌属
鸡油菌	<i>Cantharellus cibarius</i>	鸡油菌目	鸡油菌科	鸡油菌属
松口蘑	<i>Tricholoma matsutake</i>	伞菌目	口蘑科	口蘑属
假松口蘑	<i>Tricholoma bakamatsutake</i>	伞菌目	口蘑科	口蘑属
梭柄脚菇	<i>Catathelasma ventricosum</i>	伞菌目	口蘑科	松苞菇属
双色蜡蘑	<i>Laccaria bicolor</i>	伞菌目	轴腹菌科	蜡蘑属
双色牛肝菌	<i>Boletus bicolor</i>	牛肝菌目	牛肝菌科	牛肝菌属
茶褐牛肝菌	<i>Boletus brunneissimus</i>	牛肝菌目	牛肝菌科	牛肝菌属
美味牛肝菌	<i>Boletus edulis</i>	牛肝菌目	牛肝菌科	牛肝菌属
小美牛肝菌	<i>Boletus speciosus</i>	牛肝菌目	牛肝菌科	牛肝菌属
裂皮疣柄牛肝菌	<i>Leccinum extremiorientale</i>	牛肝菌目	牛肝菌科	疣柄牛肝菌属
盾尖白蚁伞	<i>Termitomyces clypeatus</i>	伞菌目	离褶伞科	蚁巢伞属
粗柄白蚁伞	<i>Termitomyces robustus</i>	伞菌目	离褶伞科	蚁巢伞属
黄白蚁伞	<i>Termitomyces microcarpus</i>	伞菌目	离褶伞科	蚁巢伞属

1.2 方法

1.2.1 试验设计 对搜集的野生食用菌样品,剔除虫害和受损的个体,去除样品表面污物,削除样品泥脚,尽量选取处于同一生长阶段的样品1 000 g送云南省出入境检验检疫局检验检疫技术中心进行成分测定。按国家标准方法及国内外公认标准方法进行分析。每个样品每个参数进行3次重复,最终数据为5个点测定结果的平均值。

1.2.2 测定项目及方法 水分:参照GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中水分含量<sup>[4]</sup>。

灰分:参照GB 5009.4-2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中灰分含量<sup>[5]</sup>。

粗蛋白:参照GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中粗蛋白含量<sup>[6]</sup>。

粗脂肪:参照GB 5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中粗脂肪含量<sup>[7]</sup>。

粗纤维:参照GB/T 5009.10-2003《植物类食品中粗纤维的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中粗纤维含量<sup>[8]</sup>。

钾含量:参照GB 5009.91-2017《食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中钾含量<sup>[9]</sup>。

钙含量:参照GB 5009.92-2016《食品安全国家标准 食品中钙的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中钙含量<sup>[10]</sup>。

镁含量:参照GB 5009.241-2017《食品安全国家标准 食品中镁的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中镁含量<sup>[11]</sup>。

铁含量:参照GB 5009.90-2016《食品安全国家标准 食品中铁的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中铁含量<sup>[12]</sup>。

铜含量:参照GB 5009.13-2017《食品安全国家标准 食品中铜的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中铜含量<sup>[13]</sup>。

硒含量:参照GB 5009.93-2017《食品安全国家标准 食品中硒的测定》,测定新鲜野生食用菌

子实体中硒含量<sup>[14]</sup>。

氨基酸含量:参照 GB 5009. 124-2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》,测定新鲜野生食用菌子实体中游离风味氨基酸含量<sup>[15]</sup>。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2010 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 云南省常见野生菌的一般营养成分分析

由表 3 可知,分析检测的 18 种常见野生食用菌的一般营养成分具有一定的差异。18 种野生食用菌水分含量为 81.9%~89.9%、灰分含量为 0.9%~5.8%、粗脂肪含量为 0.1%~0.7%、粗纤维含量为 1.3%~3.7%,与《中国食品成分表》<sup>[16]</sup>常见食用菌的含量相当。18 种野生食用菌粗蛋白含量(粗蛋白含量为 2.1%~6.5%)均高于《中国食品成分表》<sup>[16]</sup>中平菇的粗蛋白含量(1.9%)。其中盾尖白蚁伞(6.5%)、粗柄白蚁伞(5.3%)、美味牛肝菌(5.1%)等 6 种野生食用菌粗蛋白含量高于《中国食品成分表》<sup>[16]</sup>所列食用菌鲜品粗蛋白含量最高的双孢蘑菇(4.2%)。除松口蘑(2.1%)和梭柄苞脚菇(2.7%)外的 16 种野生食用菌粗蛋白含量均高于草菇(2.7%)、金针菇(2.4%)、香菇(2.2%)等常见食用菌<sup>[16]</sup>。所有样品中,牛肝菌科(3.7%~5.1%)和离褶伞科(3.5%~6.5%)粗蛋白含量高于口蘑科(2.1%~3.1%)。蚁巢伞属 3 个种(盾尖白蚁伞、粗柄白蚁伞、黄白蚁伞)的粗蛋白含量平均值(5.1%)较其他属粗蛋白平均值高。表 3 数据显示,所有样品均具有高蛋白、低脂肪的特点,尤其是蚁巢伞属的盾尖白蚁伞(粗蛋白含量 6.5%,粗脂肪含量 0.1%)、粗柄白蚁伞(粗蛋白含量 5.3%,粗脂肪含量 0.2%)和牛肝菌属的美味牛肝菌(粗蛋白含量 5.1%,粗脂肪含量 0.4%),是健康的理想食品来源。

2.2 云南省常见野生菌的无机元素分析

由表 4 可知,18 种野生食用菌钾含量为 210~540 mg·100 g<sup>-1</sup>,与《中国食品成分表》<sup>[16]</sup>常见食用菌的含量相当。

钙、镁含量分别为:4.2~43.0 mg·100 g<sup>-1</sup>和 8.0~67.0 mg·100 g<sup>-1</sup>,钙含量最高为盾尖白蚁伞(43.0 mg·100 g<sup>-1</sup>),其次为粗柄白蚁伞(30.0 mg·100 g<sup>-1</sup>),镁含量最高为粗柄白蚁伞(67.0 mg·100 g<sup>-1</sup>),其次为盾尖白蚁

伞(48.0 mg·100 g<sup>-1</sup>),两种野生食用菌钙、镁含量均高于《中国食品成分表》<sup>[16]</sup>中最高草菇(钙含量 17 mg·100 g<sup>-1</sup>,镁含量 21 mg·100 g<sup>-1</sup>)。

表 3 云南省 18 种常见野生食用菌一般营养成分含量

Table 3 General nutrient content of 18 common wild edible fungi in Yunnan Province(% , $\bar{x}$ )

种名 Specific name	水分 Water	灰分 Ash	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗纤维 Crude fiber
松乳菇	88.4	1.2	3.5	0.3	2.0
红汁乳菇	89.0	0.9	2.8	0.2	2.0
大红菇	85.4	2.0	4.6	0.6	2.3
青头菌	88.6	1.2	3.9	0.3	1.5
干巴菌	85.4	2.6	3.5	0.1	3.7
鸡油菌	87.7	1.6	3.5	0.1	1.8
松口蘑	88.2	1.3	2.1	0.7	2.1
假松口蘑	88.2	1.6	3.1	0.1	1.5
梭柄包脚菇	88.4	2.4	2.7	0.1	1.3
双色蜡蘑	86.6	1.8	4.0	0.1	2.6
双色牛肝菌	87.5	1.1	4.5	0.2	2.0
茶褐牛肝菌	88.7	1.1	3.7	0.2	1.3
美味牛肝菌	88.2	1.4	5.1	0.4	1.4
小美牛肝菌	88.4	1.0	4.2	0.4	1.3
裂皮疣柄牛肝菌	88.8	0.9	4.5	0.2	1.8
盾尖白蚁伞	85.9	3.5	6.5	0.1	2.1
粗柄白蚁伞	81.9	5.8	5.3	0.2	2.0
黄白蚁伞	89.9	1.1	3.5	0.4	3.0

铁含量为 7.30~64.49 mg·100 g<sup>-1</sup>,最高为干巴菌(64.49 mg·100 g<sup>-1</sup>),所有样品铁含量均高于《中国食品成分表》<sup>[16]</sup>所列新鲜食用菌该项指标最高的金针菇(1.4 mg·100 g<sup>-1</sup>)。

铜含量为 0.19~1.47 mg·100 g<sup>-1</sup>,最高为黄白蚁伞(1.47 mg·100 g<sup>-1</sup>),是双孢蘑菇(0.45 mg·100 g<sup>-1</sup>)的 3.27 倍<sup>[16]</sup>。

硒含量为 0~3.44 mg·100 g<sup>-1</sup>最高的为干巴菌(3.44 mg·100 g<sup>-1</sup>),远高于谷物、蔬菜、其他野生食用菌和常见食用菌。《中国食物成分表》<sup>[16]</sup>中硒含量最高的苜蓿(草头、金花菜)为 8.53 μg·100 g<sup>-1</sup>鲜重),干巴菌是苜蓿的 403.28 倍。该结果与吴少雄等<sup>[17]</sup>得到的结果一致。

表 4 云南 18 种常见野生食用菌无机元素含量  
Table 4 Inorganic elements content of 18  
common wild edible fungi inYunnan Province  
(mg·100 g<sup>-1</sup>, $\bar{x}$ )

种名 Specific name	钾 K	钙 Ca	镁 Mg	铁 Fe	铜 Cu	硒 Se
松乳菇	280	7.5	27.0	21.45	0.23	0.03
红汁乳菇	240	8.5	13.8	22.64	0.19	0.04
大红菇	450	4.2	12.8	19.45	0.67	0.08
青头菌	370	5.3	11.7	16.16	0.53	0.02
干巴菌	320	15.6	17.7	64.49	0.45	3.44
鸡油菌	410	13.3	14.1	14.88	0.45	0.01
松口蘑	320	6.7	9.0	22.06	0.44	0.03
假松口蘑	440	4.3	10.5	13.46	0.52	0.13
梭柄苞脚菇	380	6.5	9.0	14.27	0.49	0.04
双色蜡蘑	540	10.7	19.3	41.52	1.29	0.01
双色牛肝菌	270	4.7	12.7	14.82	0.42	0.12
茶褐牛肝菌	300	5.3	10.4	19.67	0.58	0.24
美味牛肝菌	351	10.0	19.6	25.15	0.48	0.19
小美牛肝菌	250	6.6	11.8	13.23	0.46	0.12
裂皮疣柄牛肝菌	270	4.8	9.6	7.30	0.55	0.31
盾尖白蚁伞	210	43.0	48.0	35.76	1.10	0.01
粗柄白蚁伞	260	30.0	67.0	41.50	0.83	0.01
黄白蚁伞	240	11.0	8.0	17.90	1.47	-

-: 未检出,检出限 0.001 mg·100 g<sup>-1</sup>。  
-: Not detected, detection limit 0.001 mg·100 g<sup>-1</sup>.

2.3 云南省常见野生菌的风味氨基酸含量分析  
2.3.1 鲜味氨基酸 云南省 18 种野生食用菌天冬氨酸和谷氨酸含量分别为:0.042~0.253 g·100 g<sup>-1</sup>、0.093 ~0.724 g·100 g<sup>-1</sup>,鲜味氨基酸(天冬氨酸+谷氨酸)含量为 0.149~0.908 g·100 g<sup>-1</sup>。其中天冬氨酸含量最高的为盾尖白蚁伞(0.253 g·100 g<sup>-1</sup>),谷氨酸含量与鲜味氨基酸含量最高的为粗柄白蚁伞(0.724 g·100g<sup>-1</sup>、0.908 g·100 g<sup>-1</sup>)。与《中国食物成分表》<sup>[16]</sup>中所列新鲜食用菌天冬氨酸(0.160 g·100 g<sup>-1</sup>)、谷氨酸(0.288 g·100 g<sup>-1</sup>)和鲜味氨基酸(0.448 g·100 g<sup>-1</sup>)含量最高的平菇相比,18 种野生食用菌中有 4 种(盾尖白蚁伞、裂皮疣柄牛肝菌、粗柄白蚁伞、美味牛肝菌)天冬氨酸含量高于平菇,6 种(粗柄白蚁伞、黄白蚁伞、小美牛肝菌、盾尖白蚁伞、裂皮疣柄牛肝菌、大红菇)谷氨酸含量高于平菇,5 种(粗柄白蚁伞、盾尖白蚁伞、黄白蚁伞、裂皮疣柄牛肝菌、小美牛肝菌)鲜味氨基酸含量高于平菇。Yang 等<sup>[18]</sup>将食用菌中鲜

味氨基酸含量分为高、中、低三组:低(<5 mg·g<sup>-1</sup>)、中(5~20 mg·g<sup>-1</sup>)、高(>20 mg·g<sup>-1</sup>)。由表 5 可知,有 5 种野生食用菌(粗柄白蚁伞、盾尖白蚁伞、黄白蚁伞、裂皮疣柄牛肝菌、小美牛肝菌)为中组,其余为低组。由于该参考标准是干样品中鲜味氨基酸的含量,因此表 5 的数据通过与表 3 中水分含量结合进行换算后有 4 种野生食用菌(干巴菌、鸡油菌、松口蘑、梭柄苞脚菇)为中组,其余 14 种均为高组。  
2.3.2 甜味氨基酸 18 种野生食用菌中丙氨酸、甘氨酸和甜味氨基酸(丙氨酸+甘氨酸)含量分别为:0.119~0.340,0.048~0.316,0.179 ~0.539 g·100 g<sup>-1</sup>。其中丙氨酸含量最高的为粗柄白蚁伞(0.340 g·100 g<sup>-1</sup>),甘氨酸和甜味氨基酸含量最高的为裂皮疣柄牛肝菌(0.316,0.539 g·100 g<sup>-1</sup>)。除鸡油菌(0.119 g·100 g<sup>-1</sup>)外,其余 17 种野生食用菌丙氨酸含量均高于《中国食物成分表》<sup>[16]</sup>中新鲜食用菌该项指标最高的平菇(0.122 g·100 g<sup>-1</sup>)。除红汁乳菇(0.062 g·100 g<sup>-1</sup>)、鸡油菌(0.060 g·100 g<sup>-1</sup>)、干巴菌(0.053 g·100 g<sup>-1</sup>)、松口蘑(0.048 g·100 g<sup>-1</sup>)外,其余 14 种野生食用菌甘氨酸含量均高于《中国食物成分表》<sup>[16]</sup>中新鲜食用菌该项指标最高的香菇(0.078 g·100g<sup>-1</sup>)。除干巴菌(0.182 g·100 g<sup>-1</sup>)、松口蘑(0.181 g·100 g<sup>-1</sup>)、鸡油菌(0.179 g·100 g<sup>-1</sup>)外,其余 15 种野生食用菌甜味氨基酸含量均高于《中国食物成分表》<sup>[16]</sup>中新鲜食用菌该项指标最高的平菇(0.196 g·100 g<sup>-1</sup>)。  
2.3.3 甜味和鲜味氨基酸总和 18 种野生食用菌甜味氨基酸和鲜味氨基酸之和为 0.331 ~1.403 g·100 g<sup>-1</sup>。其中最高的为粗柄白蚁伞(1.403 g·100 g<sup>-1</sup>),其次为裂皮疣柄牛肝菌(1.139 g·100 g<sup>-1</sup>)和盾尖白蚁伞(1.136 g·100 g<sup>-1</sup>),共有 9 种野生食用菌甜味氨基酸和鲜味氨基酸之和超过《中国食物成分表》<sup>[16]</sup>中新鲜食用菌该项指标最高的平菇(0.644 g·100 g<sup>-1</sup>)。  
18 种野生食用菌苯丙氨酸、酪氨酸以及芳香族氨基酸(苯丙氨酸+酪氨酸)含量分别为:0.009~0.113,0~0.040,0.020~0.145 g·100 g<sup>-1</sup>。其中苯丙氨酸含量和芳香族氨基酸含量最高的为粗柄白蚁伞(0.113,0.145 g·100 g<sup>-1</sup>),酪氨酸含量最高的为盾尖白蚁伞(0.040 g·100 g<sup>-1</sup>)。共有 3 种野生食用菌(粗柄白蚁伞 0.113 g·100 g<sup>-1</sup>、小美牛肝菌 0.097 g·100 g<sup>-1</sup>、盾尖白蚁伞 0.090 g·100 g<sup>-1</sup>)苯丙氨酸含量超过《中国食物成分表》<sup>[16]</sup>所列新鲜食用菌该项指标最高的香菇(0.077 g·100 g<sup>-1</sup>)。8 种野

生食用菌酪氨酸含量超过金针菇(0.014 g•100 g<sup>-1</sup>), 2 种野生食用菌(干巴菌、假松口蘑)未检测出酪氨酸。

2.3.4 风味氨基酸总和 18 种野生食用菌均含有丰富的风味氨基酸,所测 6 种氨基酸中,鲜味氨基酸含量>甜味氨基酸含量>芳香族氨基酸含

量。6 种氨基酸总和为 0.355~1.548 g•100 g<sup>-1</sup>。其中离褶伞科(0.945~1.548 g•100 g<sup>-1</sup>,平均含量 1.253 g•100 g<sup>-1</sup>)6 种氨基酸总和最高,其次为牛肝菌科(0.661~1.166 g•100 g<sup>-1</sup>,平均含量 0.897 g•100 g<sup>-1</sup>)和红菇科(0.648~0.829 g•100 g<sup>-1</sup>,平均含量 0.736 g•100 g<sup>-1</sup>)。

表 5 云南省 18 种常见野生食用菌风味氨基酸含量

Table 5 Flavor amino acid content of 18 common wild edible fungi in Yunnan Province(g•100 g<sup>-1</sup>,  $\bar{x}$ )

种名 Specific name	甜味氨基酸 Sweetamino acid			鲜味氨基酸 MSG-likeamino acid			芳香族氨基酸 Aromaticamino acid			甜味和鲜味氨基酸 Sweet and MSG-like Amino acid	6 种氨基酸总和 Total
	丙氨酸 Ala	甘氨酸 Gly	丙氨酸+甘氨酸 Ala+Gly	天冬氨酸 Asp	谷氨酸 Glu	天冬氨酸+谷氨酸 Asp+Glu	苯丙氨酸 Phe	酪氨酸 Tyr	苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr		
松乳菇	0.198	0.090	0.288	0.052	0.259	0.311	0.077	0.008	0.085	0.599	0.684
红汁乳菇	0.202	0.062	0.264	0.086	0.235	0.321	0.058	0.005	0.063	0.585	0.648
大红菇	0.231	0.129	0.360	0.101	0.296	0.397	0.052	0.020	0.072	0.757	0.829
青头菌	0.225	0.094	0.319	0.097	0.281	0.378	0.070	0.014	0.084	0.697	0.781
干巴菌	0.129	0.053	0.182	0.046	0.103	0.149	0.024	-	0.024	0.331	0.355
鸡油菌	0.119	0.060	0.179	0.076	0.093	0.169	0.020	0.021	0.041	0.348	0.389
松口蘑	0.133	0.048	0.181	0.042	0.168	0.210	0.024	0.007	0.031	0.391	0.422
假松口蘑	0.146	0.101	0.247	0.118	0.240	0.358	0.039	-	0.039	0.605	0.644
梭柄包脚菇	0.167	0.084	0.251	0.074	0.112	0.186	0.014	0.006	0.020	0.437	0.457
双色蜡蘑	0.153	0.142	0.295	0.145	0.149	0.294	0.024	0.015	0.039	0.589	0.628
双色牛肝菌	0.174	0.089	0.263	0.146	0.248	0.394	0.058	0.006	0.064	0.657	0.721
茶褐牛肝菌	0.180	0.108	0.288	0.111	0.216	0.327	0.038	0.008	0.046	0.615	0.661
美味牛肝菌	0.247	0.128	0.375	0.174	0.274	0.448	0.065	0.029	0.094	0.823	0.917
小美牛肝菌	0.284	0.106	0.390	0.150	0.358	0.508	0.097	0.027	0.124	0.898	1.022
裂皮疣柄牛肝菌	0.303	0.316	0.619	0.230	0.290	0.520	0.009	0.018	0.027	1.139	1.166
盾尖白蚁伞	0.330	0.209	0.539	0.253	0.344	0.597	0.090	0.040	0.130	1.136	1.266
粗柄白蚁伞	0.340	0.155	0.495	0.184	0.724	0.908	0.113	0.032	0.145	1.403	1.548
黄白蚁伞	0.191	0.084	0.275	0.123	0.468	0.591	0.072	0.007	0.079	0.866	0.945

-: 未检出,检出限 10 pmol。  
-: Not detected, detection limit 10 pmol.

3 结论与讨论

本研究表明,18 种野生食用菌在水分、灰分、粗脂肪、粗纤维含量方面与常见人工栽培食用菌相当,粗蛋白含量高于常见人工栽培食用菌。牛肝菌科的美味牛肝菌和离褶伞科的盾尖白蚁伞、粗柄白蚁伞粗蛋白含量高于其他野生食用菌。

在矿质元素方面,野生食用菌含有丰富的人体必需常量元素和微量元素。分析检测的 18 种常见野生食用菌含有多种矿物元素,尤其是钾、钙、镁、铁、铜、硒等人体必需元素,这些常量元素和微量元素是人体多种代谢反应的辅助因子,血

红蛋白、骨骼的重要组成成分,对保护生物膜、维持体内渗透压和酸碱平衡起着重要作用<sup>[19]</sup>。18 种野生食用菌铁含量均远高于人工栽培食用菌,其他如干巴菌的硒含量,黄白蚁伞和双色蜡蘑的铜含量,盾尖白蚁伞和粗柄白蚁伞的钙、镁、铜含量均远高于常见人工栽培食用菌。野生食用菌中丰富的铁含量可弥补人体膳食中铁元素摄入的不足,减少因缺铁导致的不良反应。铁作为人体必需微量元素,缺乏会导致肝细胞及其他细胞内线粒体和微粒体发生异常,细胞色素 C 含量和蛋白质合成减少,出现贫血、发育不良等<sup>[20]</sup>。铜作为

人体内酶的重要组成单位,对促进生长发育,提高机体免疫,维持神经系统结构功能稳定和血管、骨骼健康起着重要作用<sup>[21]</sup>。野生食用菌,尤其是蚁巢伞属(铜平均含量  $1.13 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ )中丰富的铜含量可弥补因缺铜导致的贫血、黑色素合成受阻、酪氨酸活性下降以及白癜风症等<sup>[22]</sup>。

在风味氨基酸方面,6种氨基酸总含量为  $0.355 \sim 1.548 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ,其中鲜味氨基酸含量>甜味氨基酸含量>芳香族氨基酸含量。游离氨基酸是野生食用菌中一类重要的味觉活性物质,对野生菌的风味起着重要的作用。根据游离氨基酸的不同呈味特征,分为甜味氨基酸(如丙氨酸、甘氨酸等)、鲜味氨基酸(如天冬氨酸、谷氨酸等)、苦味氨基酸和无味氨基酸<sup>[23]</sup>。其中天门冬氨酸和谷氨酸是鲜味的基本组成物质,是产生野生食用菌各自特有味道的最重要组分<sup>[24]</sup>。在构成野生食用菌特殊风味的最主要成分中,甜味氨基酸同鲜味氨基酸一样发挥着重大作用。同时,Chen<sup>[25]</sup>研究发现鲜味氨基酸和甜味氨基酸是具有味觉活性的氨基酸,而苦味氨基酸则不具有味觉活性,这主要是由于高含量的可溶性糖掩盖了部分苦味氨基酸。但天冬氨酸、谷氨酸等鲜味氨基酸和苯丙氨酸、酪氨酸等芳香族氨基酸的盐类化合物与游离的酸性氨基酸混合能降低鲜味阈值,具有明显的协同增鲜作用<sup>[26]</sup>。所测样品中,离褶伞科6种氨基酸平均总含量最高,其次为牛肝菌科和红菇科。粗柄白蚁伞所含鲜味氨基酸、芳香族氨基酸、甜味氨基酸、6种氨基酸总和均较其他野生食用菌高,并远高于人工栽培食用菌,是一种味道极其鲜美的野生食用菌。尽管不同种类的野生食用菌营养成分差异较大,但与常见人工栽培食用菌相比,更具营养和开发利用价值。

#### 参考文献:

- [1] 张慧,陈蕊,陈霞,等. 浅析中国野生菌产业发展现状及趋势[J]. 经济师,2014(8):71-72.
- [2] 马明,冯云利,汤昕明,等. 云南省野生食用菌资源概况和保护现状[J]. 中国食用菌,2018,37(1):6-9.
- [3] 汤昕明. 西藏高寒地区大型真菌多样性研究及其数据库的建立[D]. 长春:吉林农业大学,2014.
- [4] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.3-2016,食品安全国家标准 食品中水分的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [5] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.4-2016,食品安全国家标准 食品中灰分的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [6] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.5-2016,食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [7] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.6-2016,

食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2016.

- [8] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB/T 5009.10-2003,植物类食品中粗纤维的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [9] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.91-2017,食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [10] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.92-2016,食品安全国家标准 食品中钙的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [11] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.241-2017,食品安全国家标准 食品中镁的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [12] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.90-2016,食品安全国家标准 食品中铁的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [13] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.13-2017,食品安全国家标准 食品中铜的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [14] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.93-2017,食品安全国家标准 食品中硒的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [15] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GB 5009.124-2016,食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [16] 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所. 中国食物成分表[M]. 2版. 北京:北京大学医学出版社,2009.
- [17] 吴少雄,王保兴,郭祀远,等. 云南野生食用干巴菌的营养成分分析[J]. 现代预防医学,2005,32(11):1548-1549.
- [18] Yang J H, Lin H C, Mau J L. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms[J]. Food chemistry,2001,72(4):465-471.
- [19] 李杰庆,孙景,李涛,等. 食(药)用真菌矿质元素研究进展[J]. 云南农业大学学报:自然科学版,2017,32(5):929-946.
- [20] Fraga C G. Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health[J]. Molecular aspects of medicine, 2005,26(4-5):235-244.
- [21] Stern B R. Essentiality and toxicity in copper health risk assessment: Overview, update and regulatory considerations [J]. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 2010,73(2-3):114-127.
- [22] Klevay L M. Lack of a recommended dietary allowance for copper may be hazardous to your health[J]. Journal of the American College of Nutrition, 1998,17(4):322-326.
- [23] Mau J L, Lin H C, Chen C C. Non-volatile components of several medicinal mushrooms[J]. Food Research International, 2001,34(6):521-526.
- [24] Yamaguchi S, Yoshikawa T, Ikeda S, et al. Measurement of the relative taste intensity of some L- $\alpha$ -amino acids and 5'-nucleotides[J]. Journal of Food Science, 1971,36(6):846-849.
- [25] Chen H K. Studies on the characteristics of taste-active components in mushroom concentrate and its powderization[D]. Taiwan: National Chung-Hsing University, 1986.
- [26] Lioe H N, Apriyantono A, Takara K, et al. Umami taste enhancement of MSG/NaCl mixtures by subthreshold L- $\alpha$ -aromatic amino acids[J]. Journal of Food Science, 2005,70(7):s401-s405.

(下转第127页)

母可以做粮药套作、菜药套作、林药套作、果药套作等多种栽培模式<sup>[7]</sup>。综上所述,平贝母是一个高投入、高风险、高产出的经济作物。

## 5 小结

平贝母目前的市场行情较好,即可开发药品,又可出口,具有较高的经济效益。同时平贝母的适应性强,可大田种植,亦可庭院种植,易于农户发展。根据黑龙江省种植结构调整,种植平贝母成为农户的新选择,平贝母的前景和效益将十分可观。

## 参考文献:

- [1] 赵岩,于淑莲,许永华.平贝母人工栽培技术[J].人参研究,2007(3):36-37.
- [2] 荣昌革,张继传,赵庆海,等.平贝及其栽培技术[J].现代化

农业,2002(12):19-21.

- [3] 喻红.平贝母的栽培与管理技术[J].农村实用技术,2010(4):33-34
- [4] 徐成立,徐国山,姜淑兰.冀北山区平贝母栽培技术[J].河北林业,2000(5):17.
- [5] 滕孝花,苏玉彤,肖秀屏.平贝母的有性栽培技术[J].特种经济动植物,2015(11):39-40.
- [6] 徐丽丽,刘宇,于晨啸,等.平贝母栽培技术[J].中国林副特产,2014(4):54-55.
- [7] 张武义,吴炳礼,刘兴权,等.平贝母的主要栽培模式[J].特种经济动物,2011(11):41-42.
- [8] 肖瑞芬,许矛,王文众.快速繁殖平贝母[J].特种经济动植物,2010(5):37.
- [9] 王瑞.平贝母栽培技术[J].农村实用科技信息,2008(11):15.
- [10] 赵凤梅.林区平贝母种植技术研究[J].农民致富之友,2014(9):57.

# Cultivation Techniques of *Fritillaria* in Heilongjiang Province

ZHANG Shu-quan<sup>1</sup>, LI Cen<sup>1</sup>, CHEN Jing<sup>1</sup>, HU Ying-ying<sup>1</sup>, KANG Qing-hua<sup>1</sup>, LU Zhi-qun<sup>2</sup>

(1. Institute of Economic Crops, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China;  
2. Institute of Agricultural Remote Sensing and Information, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

**Abstract:** In order to adapt to the adjustment of planting structure in Heilongjiang Province and provide suggestions for farmers to choose new planting projects, the medicinal value, price and cultivation techniques of *Fritillaria* were introduced in detail, and the planting benefits of *Fritillaria* in Heilongjiang Province were analyzed. It is suggested that farmers should select *Fritillaria* medicinal materials according to the unique climate characteristics of Heilongjiang Province, and the prospects and benefits will be considerable.

**Keywords:** *Fritillaria*; Heilongjiang Province; cultivation techniques

(上接第 124 页)

# Nutrient Composition Analysis of 18 Common Wild Edible Fungi in Yunnan Province

YAN Ming, GAO Guan-shi, YOU Jin-kun, TANG Xin-ming, YANG Lu-min, WU Su-rui

(Kunming Edible Fungi Institute of All China Federation of Supply and Marketing Cooperatives, Kunming 650221, China)

**Abstract:** In order to study the nutrient composition of wild edible fungi in Yunnan Province, The water, ash, crude fat, crude fiber, crude protein, mineral elements and flavor amino acids of 18 common wild edible fungi in Yunnan Province were analyzed by national standard method. The results showed that 18 kinds of wild edible fungi belonging to 10 genera of 7 families and 6 orders, and were comparable with common artificial cultivated edible fungi in water, ash, crude fat and crude fiber, and higher than common artificial cultivated edible fungi in crude protein. The iron in all samples, the Se in *Thelephora ganbajun*, the Cu in *Termitomyces microcarpus* and *Termitomyces microcarpus*, the Ca, Mg and Cu in *Termitomyces clypeatus* and *Termitomyces robustus* all much higher than common artificial cultivated edible fungi. The total content of Asp, Glu, Ala, Gly, Phe and Tyr in all samples are range from 0.355 to 1.548 g·100 g<sup>-1</sup>, while the content of MSG-like amino acid is higher than sweet amino acid and aromatic amino acid, and the aromatic amino acid was the least. The highest average total content of 6 amino acids was Lyophyllaceae, followed by Boletaceae and Russulaceae. The content of sweet amino acid, aromatic amino acid, total sweet amino acid and MSG-like amino acid, and total 6 amino acids in *Termitomyces robustus* were higher than other wild edible fungi, and much higher than cultivated edible fungi. It can be seen that the common wild edible fungi in Yunnan Province are delicious and have high nutritional value, which is extremely valuable for development and utilization.

**Keywords:** Yunnan Province; wild edible fungi; nutrient; analysis