

网络出版时间:2020-11-26 09:06 DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2021.05.019
网络出版地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20201125.1136.016.html

簇蕊金花茶叶片营养成分分析与评价

刘云¹, 赵平¹, 卞家亭², 唐军荣¹, 邓佳¹, 张贵良³, 阚欢¹

(1 西南林业大学 西南地区林业生物质资源高效利用国家林业和草原局重点实验室, 云南 昆明 650224;

2 云南云测质量检验有限公司, 云南 昆明 650217; 3 河口县林业和草原局, 云南 河口 661399)

【摘要】【目的】全面评价簇蕊金花茶叶片的营养价值, 为簇蕊金花茶资源的保护和开发利用提供参考。【方法】以簇蕊金花茶叶片为研究对象, 采用国家标准方法对其基本营养成分、氨基酸、脂肪酸、矿物质元素及维生素含量进行测定, 并根据氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)对其营养品质进行评价。【结果】簇蕊金花茶叶片中灰分、粗脂肪和粗蛋白含量分别为 118.0、43.7 和 76.2 g/kg, 均高于毛瓣金花茶、金花茶、显脉金花茶、实生金花茶和嫁接金花茶; 粗纤维含量较高, 为 188.0 g/kg。簇蕊金花茶叶片氨基酸种类齐全, 必需氨基酸与氨基酸总量的比值为 0.38, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值为 0.61, 天冬氨酸、谷氨酸和丝氨酸等鲜味氨基酸含量较高, 占氨基酸总量的 31.63%; 第一、二限制性氨基酸分别为甲硫氨酸+胱氨酸(Met+Cys)和缬氨酸(Val)。簇蕊金花茶叶片富含不饱和脂肪酸, 其占脂肪酸总量的 54.19%, 其中亚油酸、亚麻酸、二十碳五烯酸等多不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的 42.94%。此外, 簇蕊金花茶叶片还富含 K、Ca、Mg、Na、P 等常量元素及 Cu、Fe、Mn、Zn、Se 等微量元素, 尤其是 K、Ca、Fe 等的含量分别为 11 200、34 000 和 106.33 mg/kg, 高于大部分金花茶组植物; 且 Pb、As 和 Cd 等限量元素的含量分别为 0.66、0.16 和 0.02 mg/kg, Hg 未检出, 符合国家和农业行业标准。同时, 簇蕊金花茶还含有较为丰富的 β -胡萝卜素、V_C、V_E 和烟酸等维生素, 含量分别达到 11.8、300.3、92.9 和 64.8 mg/kg。【结论】簇蕊金花茶叶片是一种富含蛋白、不饱和脂肪酸、矿物质元素的可食用植物资源, 具有较高的营养保健价值。

【关键词】簇蕊金花茶; 营养评价; 营养品质; 茶保健价值

【中图分类号】TS201.4; S571.101

【文献标志码】A

【文章编号】1671-9387(2021)05-0146-09

Nutritional analysis and evaluation of *Camellia fascicularis* leaves

LIU Yun¹, ZHAO Ping¹, BIAN Jiating², TANG Junrong¹, DENG Jia¹,
ZHANG Guiliang³, KAN Huan¹

(1 Key Laboratory of State Forestry and Grassland Administration on Highly-Efficient Utilization of Forestry
Biomass Resources in Southwest China, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224, China;

2 Yunnan Yunce Quality Testing Co., Ltd, Kunming, Yunnan 650217, China;

3 Forestry and Grassland Bureau of Hekou County, Hekou, Yunnan 661399, China)

Abstract: 【Objective】The present study comprehensively evaluated nutritional value of *Camellia fascicularis* leaves to provide reference for protection, development and utilization of *C. fascicularis* resources. 【Method】Basic nutrients, amino acids, fatty acids, mineral elements and vitamins of *C. fascicularis* leaves were determined by national standard methods. The amino acid score (AAS), chemical score (CS) and essential amino acid index (EAAI) were used to evaluate its nutritional quality. 【Result】Contents of ash, crude fat and crude protein in *C. fascicularis* leaves were 118.0, 43.7 and 76.2 g/kg, which

【收稿日期】2020-05-25

【基金项目】云南省农业基础研究联合专项(2017FG001-084); 云南省卓越工程师教育培养计划项目(514006110)

【作者简介】刘云(1982—), 男, 四川成都人, 高级实验师, 硕士, 主要从事植物资源开发利用研究。

E-mail: liuyun0402001@163.com

【通信作者】阚欢(1965—), 女, 云南昆明人, 教授, 硕士, 主要从事农林食品开发利用研究。E-mail: 13700650213@163.com

were higher than those of *C. pubipetala*, *C. nitidissima*, *C. euphlebia*, *C. nitidissima* and grafted *C. nitidissimain*. Crude fiber in *C. fascicularis* leaves was also high with the value of 188.0 g/kg. *C. fascicularis* leaves contained a variety of amino acids with total essential amino acids to total amino acids ratio of 0.38 and total essential amino acids to total nonessential amino acids ratio of 0.61. Umami amino acids such as Asp, Glu and Ser were high in contents with the ratio to total amino acids of 31.63%. According to AAS and CS, Met+Cys were the first limited amino acids, followed by Val. *C. fascicularis* leaves were rich in unsaturated fatty acids with the ratio to total fatty acids of 54.19%, and polyunsaturated fatty acids including linoleic acid, linolenic acid and eicosapentaenoic acid accounted for 42.94% of total fatty acids. In addition, *C. fascicularis* leaves were rich in minerals, including major elements of K, Ca, Mg, Na and P as well as trace elements of Cu, Fe, Mn, Zn and Se. Particularly, contents of K, Ca and Fe were 11 200, 34 000 and 106.33 mg/kg, higher than most *Chrysanthemum* leaves. Contents of Pb, As and Cd in *C. fascicularis* leaves were 0.66, 0.16 and 0.02 mg/kg, which were within agricultural and national standards in China, while Hg was not detected. *C. fascicularis* leaves were also rich in vitamins, and β -carotene, V_C , V_E and nicotinic acid contents were 11.8, 300.3, 92.9 and 64.8 mg/kg, respectively. 【Conclusion】 *C. fascicularis* is an edible plant resource with high protein, high unsaturated fatty acids and high mineral elements in leaves. Thus, it has high nutrition and health care value.

Key words: *Camellia fascicularis*; nutritional evaluation; nutritional quality; tea health value

金花茶为山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia*)落叶小灌木,花瓣为金黄色,是茶花家族的珍稀物种,素有“植物界大熊猫”、“茶族皇后”之称。金花茶除具有极高的观赏价值外,其花、叶在我国已具有数百年的药食两用历史^[1-2]。《广西中药材标准》及《现代本草纲目》等记载,金花茶具有清热解毒、利尿利湿等功效,可用于治疗痢疾、便血、月经过多、咽喉炎、肾炎、肿瘤及高血压等症^[3-4]。

据文献报道,金花茶的有效成分包括多酚、黄酮、多糖、皂苷等,具有抗氧化、抗肿瘤等生理活性^[2,5]。目前,关于金花茶营养成分的研究较少,且现有的研究主要集中在粗蛋白、粗脂肪、矿物质元素等方面,如赵鸿杰等^[6]对广东佛山市林业科学研究所金花茶示范林中金花茶老叶和嫩叶的氨基酸、矿物质、微量元素及 V_C 、 V_E 、多酚等成分进行了测定;杨序成等^[7]测定了离蕊金花茶的 Mn、Fe、Cu、Ca、Mg、K 等矿物质元素含量;柴胜丰等^[8-9]对广西毛瓣金花茶花和叶片的总糖、粗脂肪、灰分、氨基酸、矿物质及黄酮、多酚、多糖等成分进行了测定及分析。现有研究中,存在金花茶品种覆盖不全及营养成分检测不完全等问题。

近年来,作为云南省特有药食两用植物簇蕊金花茶(*Camellia fascicularis* H. T. Chang),又称云南金花茶,因其种质资源、地理分布特殊,以及富含多酚、黄酮等生物活性成分而受到越来越多的关注。Liu 等^[10-11]对簇蕊金花茶多酚、黄酮的分离提纯和

抗氧化活性进行了研究;汪梦婷等^[12]测定了簇蕊金花茶中 N、P、K、Ca、Mg、Fe、Zn 等矿物质元素及多酚、总黄酮、粗多糖等成分的含量。但尚未见关于簇蕊金花茶营养成分全面、系统性的分析报道。为此,本研究对簇蕊金花茶叶片的营养成分进行了较为全面的分析与评价,以期簇蕊金花茶的综合利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

簇蕊金花茶叶片,采自云南大围山自然保护区(103.95°E, 22.66°N),该地属于北热带和南亚热带气候,年平均降雨量 1 700~2 200 mm,土壤类型以砖红壤、赤红壤为主。鲜叶于 45 °C 恒温鼓风干燥箱烘干至质量恒定,粉碎过孔径 250 μ m(60 目)筛后置干燥器中保存备用。

色谱分析用试剂为色谱纯,其余试剂均为分析纯。

1.2 主要仪器与设备

GZX-9240MBE 电热鼓风干燥箱,上海博迅实业有限公司;Milli-Q 超纯水系统,美国 Millipore 公司;KT260 凯氏定氮仪,福赛斯分析仪器苏州有限公司;SX-12-10 电热鼓风干燥箱,上海博迅实业有限公司;Hotplate 粗纤维测定仪,福赛斯分析仪器苏州有限公司;LC-20AD 高效液相色谱仪,日本岛津公司;AA-7000 原子吸收分光光度计,日本岛津公

司; AFS-230E 原子荧光光度计, 北京海光仪器有限公司; S-433D 氨基酸自动分析仪, 德国 Sykam 公司。

1.3 测定指标及其方法

1.3.1 基本营养成分测算 基本营养成分参考下列方法进行测定或计算。水分: GB 5009. 3—2016《食品中水分的测定》; 灰分: GB 5009. 4—2016《食品中灰分的测定》; 粗纤维: GB/T 5009. 10—2003《植物类食品中粗纤维的测定》; 粗脂肪: GB 5009. 6—2016《食品中脂肪的测定》; 粗蛋白: GB 5009. 5—2016《食品中蛋白质的测定》; 总碳水化合物: 减差法^[13]; 总能量(kJ/kg): 按照公式“ $17 \times (\text{粗蛋白含量} + \text{总碳水化合物含量}) + 37 \times \text{粗脂肪含量}$ ”^[14-15]”计算。上述成分的测定结果均以干基计。

1.3.2 氨基酸的测定与营养价值评价 (1)氨基酸含量测定。参考 GB 5009. 124—2016《食品中氨基酸的测定》方法进行测定, 结果以干基计。(2)氨基酸营养价值评价。根据联合国粮食及农业组织(FAO)/世界卫生组织(WHO)规定的理想蛋白质人体必需氨基酸评分标准模式, 以及中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的全鸡蛋蛋白质氨基酸评分标准模式, 采用计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)3种方法进行评价^[16-18]。公式如下:

$$\begin{aligned} \text{AAS} &= \frac{P}{A}; \\ \text{CS} &= \frac{P}{S}; \\ \text{EAAI} &= \sqrt[n]{\frac{100P_{\text{Lys}}}{S_{\text{Lys}}} \times \frac{100P_{\text{Val}}}{S_{\text{Val}}} \times \dots \times \frac{100P_{\text{Thr}}}{S_{\text{Thr}}}} \end{aligned}$$

式中: P 为样品蛋白质中必需氨基酸的含量, mg/g; A 为 FAO/WHO 评分标准模式中对应的必需氨基酸含量, mg/g; S 为鸡蛋蛋白质中对应的必需氨基酸含量, mg/g; P_{Lys} 、 P_{Val} 、 P_{Thr} 分别为样品蛋白质中赖氨酸、缬氨酸和苏氨酸等的含量, mg/g; S_{Lys} 、 S_{Val} 、 S_{Thr} 分别为鸡蛋蛋白质中对应的赖氨酸、缬氨酸和苏氨酸等的含量, mg/g; n 为参与比较的必需氨基酸数量。

1.3.3 脂肪酸含量测定 脂肪酸参考 GB 5009. 168—2016《食品中脂肪酸的测定》方法进行测定。

1.3.4 矿物质含量测定 分别参考 GB 5009. 91—2017《食品中钾、钠的测定》、GB 5009. 92—2016《食品中钙的测定》、GB 5009. 13—2017《食品中铜的测

定》、GB 5009. 90—2016《食品中铁的测定》、GB 5009. 241—2017《食品中镁的测定》、GB 5009. 242—2017《食品中锰的测定》、GB 5009. 87—2016《食品中磷的测定》、GB 5009. 14—2017《食品中锌的测定》、GB 5009. 93—2017《食品中硒的测定》、GB 5009. 12—2017《食品中铅的测定》、GB 5009. 11—2014《食品中总砷及无机砷的测定》、GB 5009. 15—2014《食品中镉的测定》、GB 5009. 17—2014《食品中总汞及有机汞的测定》等方法测定钾、钠、钙、铜、铁、镁、锰、磷、锌、硒、铅、砷、镉和汞等矿物质的含量。

1.3.5 维生素含量测定 分别参考 GB 5009. 83—2016《食品中胡萝卜素的测定》、GB 5009. 86—2016《食品中抗坏血酸的测定》、GB 5009. 82—2016《食品中维生素 A、D、E 的测定》、GB 5009. 89—2016《食品中烟酸和烟酰胺的测定》等方法测定 β -胡萝卜素、 V_C 、 V_E 和烟酸等维生素的含量。

1.4 数据处理与分析

每个指标进行 3 次重复测定, 结果以“平均值±标准差”表示。采用 Excel 2010 和 Origin 2018 对所得数据进行处理与分析; 将样品基本营养成分、氨基酸、某一矿物质元素的含量(均数)与文献报道的毛瓣金花茶^[8]、金花茶^[19]、显脉金花茶^[19]、实生金花茶^[20]和嫁接金花茶^[20]的相应成分进行比较, 利用单样本 T 检验($\alpha=0.01$ 和 $\alpha=0.05$)分析簇蕊金花茶与其他 5 种金花茶组植物的差异。

2 结果与分析

2.1 簇蕊金花茶叶片的基本营养成分

簇蕊金花茶叶片的基本营养成分测定结果见表 1。由表 1 可知, 簇蕊金花茶叶片含有丰富的灰分, 高达 118.0 g/kg, 灰分含量体现了金花茶叶片中的矿物质含量, 表明簇蕊金花茶叶片中含有丰富的矿物质元素; 与其他 5 种金花茶组植物相比, 簇蕊金花茶叶片中的粗纤维、粗脂肪和粗蛋白含量均较高, 分别为 188.0、43.7 和 76.2 g/kg。由此可知, 簇蕊金花茶具有较高的营养价值及开发价值。

2.2 簇蕊金花茶叶片的氨基酸组成及评价

2.2.1 氨基酸组成 由表 2 可以看出, 簇蕊金花茶叶片含有 16 种氨基酸(胱氨酸未检出), 其中包括 7 种必需氨基酸, 9 种非必需氨基酸, 氨基酸总量为 60.7 g/kg, 其中必需氨基酸总量为 22.8 g/kg, 占比 37.56%, 非必需氨基酸总量为 37.9 g/kg, 占比 62.44%。

表 1 簇蕊金花茶和其他几种金花茶叶片的基本营养成分

样品 Sample	水分 Moisture	灰分 Ash	粗纤维 Crude fiber	粗脂肪 Crude fat	粗蛋白 Crude protein
簇蕊金花茶 <i>C. fascicularis</i>	51.0±1.2	118.0±1.0	188.0±2.0	43.7±0.6* *	76.2±0.2*
毛瓣金花茶 <i>C. pubipetala</i>	ND	78.8	216.0	18.4	73.6
金花茶 <i>C. nitidissima</i>	ND	70.0	326.0	19.9	69.0
显脉金花茶 <i>C. euphlebia</i>	ND	73.6	357.0	14.1	69.0
实生金花茶 <i>C. nitidissimainseedling</i>	ND	95.3	152.0	18.8	72.2
嫁接金花茶 <i>C. nitidissimain grafted</i>	ND	89.3	171.8	14.5	71.2

注:ND. 未检测; * 表示不同样品之间在 $P<0.05$ 水平差异显著; * * 表示不同样品之间在 $P<0.01$ 水平差异显著。下同。
Note:ND indicates not detected; * indicates significant difference at the $P<0.05$ level; * * indicates significant difference at the $P<0.01$ level. The same below.

表 2 簇蕊金花茶和其他几种金花茶叶片氨基酸组成及含量的比较

Table 2 Comparison of amino acid compositions and contents in leaves of <i>C. fascicularis</i> and other <i>Chrysantha</i>						g/kg
氨基酸 Amino acid	簇蕊金花茶 <i>C. fascicularis</i>	毛瓣金花茶 <i>C. pubipetala</i>	金花茶 <i>C. nitidissima</i>	显脉金花茶 <i>C. euphlebia</i>	实生金花茶 <i>C. nitidissima</i> in seedling	嫁接金花茶 <i>C. nitidissima</i> in grafted
天冬氨酸 Asp	6.7±0.3*	6.3	3.8	5.3	5.7	6.1
谷氨酸 Glu	8.4±0.2	7.2	3.9	7.7	7.0	8.0
丝氨酸 Ser	4.1±0.1* *	3.0	2.7	2.9	3.2	3.4
组氨酸 His	1.1±0.1*	1.6	1.1	1.3	1.6	1.7
甘氨酸 Gly	4.2±0.2	4.0	3.5	3.4	3.7	4.3
精氨酸 Arg	3.2±0.0	3.3	2.4	1.6	3.3	3.4
丙氨酸 Ala	4.3±0.2	4.1	3.6	4.0	3.8	4.7
苏氨酸 Thr▲	2.8±0.2	3.1	2.9	2.7	3.1	3.1
甲硫氨酸 Met▲	0.1±0.0	0.2	0.2	0.8	1.4	0.9
缬氨酸 Val▲	3.2±0.1	4.1	3.3	3.0	3.1	4.1
异亮氨酸 Ile▲	3.0±0.1	3.2	2.5	2.7	2.7	3.6
苯丙氨酸 Phe▲	4.1±0.1	3.8	2.6	2.1	3.3	4.4
赖氨酸 Lys▲	3.7±0.1	4.9	4.4	3.8	3.6	4.8
亮氨酸 Leu▲	5.9±0.1	6.0	5.0	5.2	5.3	7.2
脯氨酸 Pro	3.7±0.1	3.5	2.8	4.5	2.4	2.9
酪氨酸 Tyr	2.2±0.1	1.6	2.0	2.2	3.0	4.3
胱氨酸 Cys	—	—	0.3	—	—	0.1
TAA	60.7	59.9	47.0	53.2	56.2	67.0
EAA	22.8	25.3	20.9	20.3	22.5	28.1
NEAA	37.9	34.6	26.1	32.9	33.7	38.9
EAA/TAA	0.38	0.42	0.44	0.38	0.40	0.42
EAA/NEAA	0.61	0.73	0.80	0.62	0.67	0.72

注:— . 未检出;▲. 必需氨基酸;TAA. 氨基酸总量;EAA. 必需氨基酸;NEAA. 非必需氨基酸。下同。
Note:— indicates not detected;▲ indicates essential amino acid;TAA indicates total amino acid;EAA indicates essential amino acid;NEAA indicates nonessential amino acid. The same below.

天冬氨酸、谷氨酸和丝氨酸为鲜味氨基酸,其中鲜味特征性氨基酸为天冬氨酸和谷氨酸^[21-22]。由表 2 可知,簇蕊金花茶叶片中的天冬氨酸、谷氨酸、丝氨酸含量均高于其他 5 种金花茶组植物,其总量达到 19.2 g/kg,占氨基酸总量的 31.63%,正是其赋予了簇蕊金花茶叶片更加鲜爽的口感。

2.2.2 氨基酸营养评价 作为人体重要的营养物质,蛋白质的营养价值主要由必需氨基酸的种类和

数量所决定。将表 2 中的氨基酸含量转换为每克氮含氨基酸的毫克数,与 FAO/WHO 规定的人体必需氨基酸模式和中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白氨基酸模式进行比较,分别计算 AAS、CS 和 EAAI,对簇蕊金花茶叶片进行营养评价,结果见表 3。

由表 3 可知,簇蕊金花茶叶片大部分必需氨基酸的 AAS 都在 1 左右,接近 FAO/WHO 规定的标

准,其中 AAS 最高的是苯丙氨酸+酪氨酸;CS 除了甲硫氨酸+胱氨酸仅为 0.02 以外,其余为 0.64~0.92,低于标准全鸡蛋蛋白质模式的营养价值,其中 CS 最高的必需氨基酸也是苯丙氨酸+酪氨酸。有研究表明,酪氨酸是多巴胺、肾上腺素和去甲肾上腺素等合成儿茶酚胺类神经递质的氨基酸前体物^[23]。

表 3 簇蕊金花茶叶片蛋白质中必需氨基酸的组成及评价

Table 3 Compositions and evaluation of essential amino acids in <i>C. fascicularis</i> leaves					
必需氨基酸 Essential amino acid	簇蕊金花茶/ (mg·g ⁻¹) <i>C. fascicularis</i>	FAO/WHO 模式/ (mg·g ⁻¹) FAO/WHO mode	鸡蛋蛋白模式/ (mg·g ⁻¹) Egg protein mode	氨基酸评分 AAS	化学评分 CS
苏氨酸 Thr	230	250	292	0.92	0.79
缬氨酸 Val	262	310	411	0.85	0.64
甲硫氨酸+胱氨酸 Met+Cys	8	220	386	0.04	0.02
亮氨酸 Leu	484	440	534	1.10	0.91
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	517	380	565	1.34	0.92
异亮氨酸 Ile	246	250	331	0.99	0.74
赖氨酸 Lys	303	340	441	0.89	0.69
必需氨基酸指数 EAAI	46.07		100		

2.3 簇蕊金花茶叶片的脂肪酸组成及营养评价

由表 4 可知,簇蕊金花茶叶片共含有 8 种脂肪酸,其中包括 4 种饱和脂肪酸(SFA):肉豆蔻酸、棕榈酸、十七烷酸、硬脂酸,其相对含量分别为 7.9、418.1、7.8 和 24.4 g/kg;另 4 种为不饱和脂肪酸(UFA),其中 1 种单不饱和脂肪酸(MUFA)油酸的

AAS 和 CS 的分析结果均显示,簇蕊金花茶叶片中的第一限制性氨基酸为甲硫氨酸+胱氨酸,第二限制性氨基酸为缬氨酸,这与朱成豪等^[20]对实生金花茶叶片氨基酸营养评价的结果相近。EAAI 分析结果显示,簇蕊金花茶叶片的 EAAI 为 46.07,较鸡蛋蛋白低。

相对含量为 112.5 g/kg,其余 3 种多不饱和和脂肪酸(PUFA)亚油酸、亚麻酸、二十碳五烯酸的相对含量分别为 133.8、255.8 和 39.8 g/kg。SFA、MUFA 和 PUFA 含量分别占总脂肪酸(TFA)含量的 45.82%、11.25%和 42.94%。

表 4 簇蕊金花茶叶片中脂肪酸的组成及含量

Table 4 Compositions and contents of fatty acids in <i>C. fascicularis</i> leaves			
脂肪酸 Fatty acids	含量或占比 Content or ratio	脂肪酸 Fatty acids	含量或占比 Content or ratio
肉豆蔻酸 Myristic acid(C14:0)/(g·kg ⁻¹)	7.9±0.2	Σn3 PUFA/(g·kg ⁻¹)	295.6
棕榈酸 Hexadecanoic acid(C16:0)/(g·kg ⁻¹)	418.1±9.3	Σn6 PUFA/(g·kg ⁻¹)	133.8
十七烷酸 Heptadecanoic acid(C17:0)/(g·kg ⁻¹)	7.8±0.2	SFA/TFA/%	45.82
硬脂酸 Stearic acid(C18:0)/(g·kg ⁻¹)	24.4±1.9	MUFA/TFA/%	11.25
油酸 Oleic acid(C18:1 n9c)/(g·kg ⁻¹)	112.5±6.0	PUFA/TFA/%	42.94
亚油酸 Linoleic acid(C18:2 n6c)/(g·kg ⁻¹)	133.8±7.9	ΣPUFA/ΣSFA	0.94
亚麻酸 Linolenic acid(C18:3 n3)/(g·kg ⁻¹)	255.8±12.7	Σn6 PUFA/Σn3 PUFA	0.45
二十碳五烯酸 Eicosapentaenoic acid(C20:5 n3)/(g·kg ⁻¹)	39.8±1.1		

注:Σn3 PUFA. n3 系列多不饱和脂肪酸总量;Σn6 PUFA. n6 系列多不饱和脂肪酸总量;TFA. 总脂肪酸含量;MUFA. 单不饱和脂肪酸含量;ΣPUFA. 多不饱和脂肪酸总量;ΣSFA. 饱和脂肪酸总量。

Note: Σn3 PUFA indicates total n3 series polyunsaturated fatty acids; Σn6 PUFA indicates total n6 series polyunsaturated fatty acids; TFA indicates contents of total fatty acid; MUFA indicates contents of monounsaturated fat; ΣPUFA indicates total polyunsaturated fatty acids; ΣSFA indicates total saturated fatty acids.

2.4 簇蕊金花茶叶片的矿物质元素含量及营养评价

由表 5 可知,簇蕊金花茶叶片含 K、Ca、Mg、Na、P 等常量元素,其中 Ca 含量最高,达到 34 000 mg/kg,其余常量元素 K、Mg、Na、P 的含量分别为 11 200、2 900、246.0 和 921.3 mg/kg,其中 Ca 和 P 的含量高于其他 5 种金花茶组植物。簇蕊金花茶叶

片还含有人体必需的 Cu、Fe、Mn、Zn、Se 等微量元素,其含量分别为 6.80、106.33、1 356.67、16.10 和 0.07 mg/kg。国家标准与农业行业标准规定了茶叶中 Pb、As、Cd、Hg 的限量值分别为 5.0、2.0、1.0 和 0.3 mg/kg^[24-25],簇蕊金花茶叶片中不含 Hg, Pb、As、Cd 的含量分别为 0.66、0.16 和 0.02 mg/kg,均在标准限值以内,经常食用不会对身体产

生不良影响。

表 5 簇蕊金花茶和其他几种金花茶叶片中的矿物质元素含量
Table 5 Mineral contents in leaves of *C. fascicularis* and other *Chrysanth* mg/kg

类别 Category	矿物质元素 Mineral element	簇蕊金花茶 <i>C. nitidissima</i>	毛瓣金花茶 <i>C. pubipetala</i>	金花茶 <i>C. nitidissima</i>	显脉金花茶 <i>C. euphlebia</i>	实生金花茶 <i>C. nitidissimain</i> seedling	嫁接金花茶 <i>C. nitidissimain</i> grafted
常量元素 Major elements	钾 K	11 200±100	4 500	9 100	12 100	6 600	7 700
	钙 Ca	34 000±0*	30 100	8 800	12 500	2 400	2 000
	镁 Mg	2 900±0	1 600	2 700	2 200	2 800	2 900
	钠 Na	246.0±0.0	97.0	516.0	380.0	586.0	630.3
	磷 P	921.3±1.5	570.0	566.0	611.0	ND	ND
微量元素 Trace elements	铜 Cu	6.80±0.10	8.21	2.83	3.13	4.15	4.23
	铁 Fe	106.33±0.58	236.00	42.90	52.90	105.00	88.40
	锰 Mn	1 356.67±5.80*	1 430.00	541.00	279.00	655.50	236.50
	锌 Zn	16.10±0.10	86.50	11.70	23.20	7.77	5.96
	硒 Se	0.07±0.00*	0.24	0.16	0.14	0.43	0.35
限量元素 Limited elements	铅 Pb	0.66±0.03	ND	ND	ND	ND	ND
	砷 As	0.16±0.01	ND	ND	ND	ND	ND
	镉 Cd	0.02±0.00	ND	ND	ND	ND	ND
	汞 Hg	—	ND	ND	ND	ND	ND

2.5 簇蕊金花茶叶片的维生素含量及营养评价

对簇蕊金花茶叶片的β-胡萝卜素、V_C、V_E和烟酸等含量进行了测定,结果见表6。由表6可知,簇

蕊金花茶叶片中含有β-胡萝卜素、V_C、V_E和烟酸等维生素,含量分别为11.8,300.3,92.9和64.8 mg/kg。

表 6 簇蕊金花茶叶片中维生素的组成及含量
Table 6 Compositions and contents of vitamin in *C. fascicularis* leaves mg/kg

维生素 Vitamin	含量 Content	维生素 Vitamin	含量 Content
β-胡萝卜素 β-carotene	11.8±0.0	V _E	92.9±0.4
V _C	300.3±8.5	烟酸 Nicotinic acid	64.8±0.4

3 讨 论

不同品种金花茶组植物叶片中的基本营养成分组成差异较大。本研究表明,簇蕊金花茶叶片灰分含量十分丰富,其灰分含量较毛瓣金花茶、金花茶、显脉金花茶、实生金花茶和嫁接金花茶高22.7~48.0 g/kg;粗纤维含量高于实生金花茶和嫁接金花茶,但低于毛瓣金花茶、金花茶和显脉金花茶;粗脂肪含量较其他5种金花茶组植物高23.8~29.6 g/kg,簇蕊金花茶中粗脂肪含量与其他5种金花茶组植物间存在极显著差异($P<0.01$);粗蛋白含量较其他5种金花茶组植物高2.6~7.2 g/kg,且与其他5种金花茶组植物差异显著($P<0.05$)。另经计算得到簇蕊金花茶叶片的总碳水化合物含量为711.1 g/kg,总能量为15 000.1 kJ/kg。可见,簇蕊金花茶是一种富含矿物源且纤维、蛋白、能量较高的金花茶组植物。

簇蕊金花茶叶片蛋白质的氨基酸组成丰富,与其他5种金花茶组植物的氨基酸组成及含量存在一定差异。本研究中,簇蕊金花茶叶片的氨基酸总量

和非必需氨基酸总量均高于毛瓣金花茶、金花茶、显脉金花茶和实生金花茶,低于嫁接后的金花茶;而必需氨基酸总量亦处于较高水平,仅低于毛瓣金花茶和嫁接金花茶。毛瓣金花茶、金花茶、显脉金花茶、实生金花茶及嫁接金花茶中的谷氨酸、天冬氨酸和丝氨酸含量分别为3.9~8.0,3.8~6.3和2.7~3.4 g/kg,均低于簇蕊金花茶;簇蕊金花茶的天冬氨酸含量与其他5种金花茶组植物差异显著($P<0.05$),丝氨酸含量与其他5种金花茶组植物存在极显著差异($P<0.01$)。簇蕊金花茶叶片必需氨基酸中,含量最高的为亮氨酸,达到5.9 g/kg,高于金花茶、显脉金花茶和实生金花茶叶片的亮氨酸含量,但低于毛瓣金花茶和嫁接金花茶。亮氨酸为支链氨基酸,具有降低胆固醇、保护肝脏、抑制癌细胞等功效^[26]。簇蕊金花茶叶片必需氨基酸中含量较高的还有苯丙氨酸和赖氨酸,分别达到4.1和3.7 g/kg,其中赖氨酸在促进生长、增强免疫力、防止骨质疏松、抗病毒、促进脂肪氧化、缓解焦虑情绪等方面具有一定功效^[27]。由此可见,簇蕊金花茶叶片不仅含有丰富的鲜味氨基酸,而且含有较为丰富的亮氨酸、

苯丙氨酸和赖氨酸等必需氨基酸。此外,根据 FAO/WHO 推荐的理想模式,质量较好的蛋白质其必需氨基酸总量与氨基酸总量的比值为 0.40 左右,必需氨基酸总量与非必需氨基酸总量的比值在 0.60 以上^[28],簇蕊金花茶叶片这两项的值分别为 0.38 和 0.61,符合上述理想模式的要求,因此簇蕊金花茶叶片氨基酸组成较为平衡,蛋白质营养价值较高。

簇蕊金花茶叶片 SFA 中棕榈酸的相对含量最高,达到 418.1 g/kg。棕榈酸是母乳中最重要的饱和脂肪酸,研究表明,酯化在三酰甘油 sn-2 上的棕榈酸具有降低肠道脂肪酸钙皂的形成及改善婴儿便秘、腹痛等消化问题的功效^[29]。簇蕊金花茶叶片含有 4 种不饱和脂肪酸,占脂肪酸总量的 54.19%。不饱和脂肪酸是人体重要的脂肪酸,长期摄入适量的不饱和脂肪酸能有效抑制消化系统紊乱、预防多种心脑血管疫病^[30]。不饱和脂肪酸中的 PUFA 远大于 MUFA,其中含量最高的为亚麻酸,亚油酸次之,二十碳五烯酸最低,相对含量分别达到 255.8、133.8 和 39.8 g/kg。作为人体必需脂肪酸,亚麻酸、亚油酸在调节脂质代谢、降血脂、抗癌、抗氧化、延缓衰老、调节免疫力等方面具有重要生理作用^[31];二十碳五烯酸能够清理血管中的胆固醇和甘油三酯,并具有抗癌等生理功效^[28,32]。此外,联合国健康部门推荐的 Σ PUFA/ Σ SFA 值为 0.4^[26],簇蕊金花茶叶片的 Σ PUFA/ Σ SFA 值高达 0.94,远高于推荐值。研究表明,PUFA 中各成分比例也对人体健康有较大的影响,较低比例的 $\Sigma n6$ PUFA/ $\Sigma n3$ PUFA 值有助于抗癌、降血脂和抑制心血管疾病等^[32],簇蕊金花茶的 $\Sigma n6$ PUFA/ $\Sigma n3$ PUFA 值为 0.45,远低于 FAO/WHO 推荐比例 5.0~10.0^[33]和我国卫生部推荐比例 4.0~6.0^[26]。综上所述,簇蕊金花茶叶片含有较为丰富的必需氨基酸,其脂肪酸含量及组成比例较为理想,并具有一定的保健作用。

本研究发现,簇蕊金花茶叶片的常量元素中,Ca 含量较其他 5 种金花茶组植物高 3 900~32 000 mg/kg;K 含量较丰富,高于除显脉金花茶外的其他 4 种金花茶组植物;Mg 含量与其他 5 种金花茶组植物相差不大;Na 含量低于除毛瓣金花茶外的其他 4 种金花茶组植物;P 含量高于毛瓣金花茶、金花茶、显脉金花茶 3 种金花茶组植物。簇蕊金花茶的 Ca 含量与其他 5 种金花茶组植物差异显著 ($P < 0.05$),且远高于牛乳的钙含量 (1 040 mg/kg)^[34]。Ca 具有维护血管通透性的生理功效,是凝血过程中

的重要因子,参与镇定神经和神经递质的合成,并且对心肌和骨骼肌具有收缩作用等,同时,Ca 的缺乏容易导致骨质疏松和佝偻病等^[35];K 具有维持人体渗透压、预防高血压和心血管疾病等生理功效^[14]。簇蕊金花茶叶片的 Ca 和 K 含量均较高,可以作为人体补 Ca、K 的食源之一。因此,簇蕊金花茶叶片为低 Na 且富含 P、Ca、K、Mg 的食用植物资源。

簇蕊金花茶叶片中的 Mn 和 Fe 含量较为丰富。簇蕊金花茶的 Mn 含量与其他 5 种金花茶组植物差异显著 ($P < 0.05$),Fe 含量仅低于毛瓣金花茶。Fe 具有促进血红蛋白生成、运输氧气和缓解贫血等功效^[14];此外,根据“理化性质相似的元素,其生物学功能相互拮抗”理论,Cu、Fe、Zn 作为第四周期元素,当 Zn/Cu 含量比 > 10 和 Zn/Fe 含量比 > 1 时,通常会发生上述拮抗作用^[28,36]。由表 5 计算可知,簇蕊金花茶叶片中的 Zn/Cu 含量比为 2.37 (< 10),Zn/Fe 含量比为 0.15 (< 1),可见,簇蕊金花茶叶片的 Zn/Cu 及 Zn/Fe 含量比均属于理想模式。

簇蕊金花茶叶片中的维生素种类并不多,仅检出了 β -胡萝卜素、V_C、V_E 和烟酸。 β -胡萝卜素是类胡萝卜素之一,有明目作用^[34];V_C 具有较强的抗氧化性,能够改善脂类代谢,预防心血管疾病,同时能促进 Fe、Ca 和叶酸的利用^[37];V_E 又叫生育酚,具有调节生育功能、抗凝血、改善血液循环、抗氧化等生理功效^[38];烟酸属于 V_{B3} 的一种,参与体内代谢过程,可抗糙皮病^[34]。因此,经常食用簇蕊金花茶叶片有益于人体健康。

综上所述,簇蕊金花茶具有较高的营养和药用价值,是一种蛋白、纤维、不饱和脂肪酸、矿物质元素含量较高的可食用植物资源,具有广阔的市场前景。本研究采用量化的数值形式对簇蕊金花茶叶片的营养价值进行了分析和评价,可为簇蕊金花茶食品和保健品的开发及产业化发展提供科学依据。

[参考文献]

- [1] 张宏达,任善湘. 中国植物志:第 49 卷 [M]. 北京:科学出版社,1998:105.
Zhang H D, Ren S X. Flora republicae popularis sinicae; Vol. 49 [M]. Beijing: Science Press, 1998:105.
- [2] 刘云,付玲,张颖君,等. 金花茶组植物的化学成分及保健功效研究进展 [J]. 食品工业科技, 2019, 40(3): 321-326, 332.
Liu Y, Fu L, Zhang Y J, et al. Research progress in chemical compositions and healthy functions of genus *Camellia* sect. *Chrysanth* [J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(3): 321-326, 332.
- [3] 广西壮族自治区卫生厅. 广西中药材标准 [M]. 南宁:广西科

学技术出版社,1996:157.

Department of Guangxi Zhuang Autonomous Region Health. Standard of Guangxi traditional Chinese medicine [M]. Nan-ning:Guangxi Science & Technology Publishing House,1996: 157.

[4] 黄泰康,丁志遵,赵守训,等. 现代本草纲目 [M]. 北京:中国医药科技出版社,2000:1639.

Huang T K,Ding Z Z,Zhao S X,et al. Compendium of modern materiamedica [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2000:1639.

[5] Song L X,Wang X S,Zheng X Q,et al. Polyphenolic antioxi-dant profiles of yellow *Camellia* [J]. Food Chemistry, 2011, 129(2):351-357.

[6] 赵鸿杰,罗昭润,丁岳炼,等. 金花茶老叶和嫩叶营养成分分析 [J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2016,37(5):52-56.

Zhao H J,Luo Z R,Ding Y L,et al. Old leaves and tender leav-es nutritional composition analysis of *Camellia nitidissima* [J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University (Natu-ral Science Edition),2016,37(5):52-56.

[7] 杨序成,杨成华,王 港. 离蕊金花茶矿质元素测定分析 [J]. 贵州林业科技,2016,44(4):27-31.

Yang X C,Yang C H,Wang G. The feature analysis of mineral elements on *Camellia liberofilamenta* of endemic plants in Guizhou [J]. Guizhou Forestry Science and Technology,2016, 44(4):27-31.

[8] 柴胜丰,唐健民,陈宗游,等. 毛瓣金花茶叶片化学成分及生理活性物质分析 [J]. 食品科技,2016,41(3):110-114.

Chai S F,Tang J M,Chen Z Y,et al. Analysis of chemical com-ponents and physiological active substances in leaves of *Camel-lia pubipetala* [J]. Food Science and Technology,2016,41(3): 110-114.

[9] 柴胜丰,唐健民,陈宗游,等. 毛瓣金花茶花朵中化学成分及生 理活性物质分析 [J]. 时珍国医国药,2016,27(3): 575-577.

Chai S F,Tang J M,Chen Z Y,et al. Analysis of chemical com-ponents and physiological active substances in flowers of *Ca-mellia pubipetala* [J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research,2016,27(3):575-577.

[10] Liu Y,Kan H,Fan F Y,et al. Microwave-assisted extraction and antioxidant activities of polyphenols from *Camellia fascicularis* leaves [J]. Current Topics in Nutraceutical Re-search,2019,17(2):164-171.

[11] Liu Y,Luo X L,Lan Z Q,et al. Ultrasonic-assisted extraction and antioxidant capacities of flavonoids from *Camellia fascic-ularis* leaves [J]. CyTA-Journal of Food,2018,16(1):105- 112.

[12] 汪梦婷,张贵良,刘 云,等. 云南金花茶矿质元素及功能成分 分析 [J]. 黑龙江农业科学,2018(4):118-121.

Wang M T,Zhang G L,Liu Y,et al. Analysis of the mineral element and nutrient components of *Camellia fascicularis* [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences,2018(4):118-121.

[13] 李红艳,王 颖,刘天红,等. 裙带菜孢子叶营养成分分析及品 质评价 [J]. 南方农业学报,2018,49(9):1821-1826.

Li H Y,Wang Y,Liu T H,et al. Analysis and evaluation of nutrient composition insporophyll of *Undaria pinnatifida* [J]. Journal of Southern Agriculture,2018,49(9):1821- 1826.

[14] 李继伟,杨贤庆,潘 创,等. 琼枝麒麟菜的营养成分分析与评 价 [J/OL]. 食品与发酵工业,2020,46(15):265-269[2020-05- 23]. [https://www. doi. org/10. 13995/j. cnki. 11-1802/ts. 022869](https://www.doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.022869).

Li J W,Yang X Q,Pan C,et al. Nutritional analysis and quali-ty evaluation of *Euचेuma gelatinae* [J/OL]. Food and Fer-mentation Industries,2020,46(15):265-269 [2020-05-23]. ht-tps://www. doi. org/10. 13995/j. cnki. 11-1802/ts. 022869.

[15] Liu Y T,Chen D,You Y X,et al. Nutritional composition of boletus mushrooms from southwest China and their antihy-perglycemic and antioxidant activities [J]. Food Chemistry, 2016,211(15):83-91.

[16] Noack R. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO ad hoc expert committee. WHO technical report series no. 522,118 S.,Genf 1973 [J]. Food/Nahrung,1974, 18(3):329-332.

[17] 徐祖东,戴志远,陈 康,等. 3 种即食鱼豆腐营养成分分析及 凝胶性能评价 [J]. 食品科学,2017,38(18):93-98.

Xu Z D,Dai Z Y,Chen K,et al. Nutritional components and gelling properties of three brands of commercial ready-to-eat fish tofu [J]. Food Science,2017,38(18):93-98.

[18] 李静蕊,马海霞,杨贤庆,等. 披针形蜈蚣藻不同生长期营养 成分分析及感官评定 [J]. 食品与发酵工业,2019,45(16): 255-260.

Li J R,Ma H X,Yang X Q,et al. Nutritional composition a-nalysis and sensory evaluation of *Grateloupia lanceolata* at different growth stages [J]. Food and Fermentation Indus-tries,2019,45(16):255-260.

[19] 韦记青,漆小雪,蒋运生,等. 同群落金花茶与显脉金花茶叶片 营养成分分析 [J]. 营养学报,2008,30(4):420-421.

Wei J Q,Qi X X,Jiang Y S,et al. Analysis on nutritional com-ponents of sympatric *Camellia nitidissima* and *Camellia eu-phlebialeaves* [J]. Acta Nutrimenta Sinica,2008,30(4):420- 421.

[20] 朱成豪,唐 辉,柴胜丰,等. 嫁接与实生金花茶的叶片和花朵 营养成分分析与评价 [J]. 食品工业科技,2019,40(20):329- 333,347.

Zhu C H,Tang H,Chai S F,et al. Analysis and evaluation of nutritional components from leavesand flowers of *Camellia nitidissima* in grafted and seedling trees [J]. Science and Technology of Food Industry,2019,40(20):329-333,347.

[21] 武彦文,欧阳杰. 氨基酸和肽在食品中的呈味作用 [J]. 中国 调味品,2001(1):21-24.

Wu Y W,Ouyang J. Flavoring action of amino acids and pep-tides in food [J]. Chinese Condiment,2001(1):21-24.

[22] 向 莹,陈 健. 滑子菇营养成分分析与评价 [J]. 食品科学, 2013,34(6):238-242.

Xiang Y,Chen J. Analysis and evaluation of nutritional com-

- ponents in fruit body of *Pholiota nameko* [J]. Food Science, 2013, 34(6): 238-242.
- [23] 朱联辉, 武士华. 酪氨酸提高军事作业效率的研究进展 [J]. 解放军预防医学杂志, 1999, 17(4): 307-310.
- Zhu L H, Wu S H. Research progress of tyrosine in improving the efficiency of military operations [J]. Journal of Preventive Medicine of Chinese People's Liberation Army, 1999, 17(4): 307-310.
- [24] 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 食品中污染物限量: GB 2762—2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- National Health and Family Planning Commission of PRC, Nation Food and Medical Products Administration. National food safety standard Residue limits for pollutants in food: GB 2762—2017 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [25] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准 茶叶中铬、镉、汞、砷及氟化物限量: NY 659—2003 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Agricultural industry standard of the People's Republic of China Residue limits for chromium, cadmium, mercury, arsenic and fluoride in tea: NY 659—2003 [S]. Beijing: China Agriculture Press, 2003.
- [26] 杨少玲, 戚 勃, 李来好, 等. 鲨鱼肌肉与鱼翅营养价值的比较 [J]. 食品科学, 2019, 40(15): 184-191.
- Yang S L, Qi B, Li L H, et al. Comparison of the nutritional value of shark meat and fin [J]. Food Science, 2019, 40(15): 184-191.
- [27] 田 颖, 时明慧. 赖氨酸生理功能的研究进展 [J]. 美食研究, 2014, 31(1): 60-64.
- Tian Y, Shi M H. The research progress of the physiologic functions of lysine [J]. Journal of Researches on Dietetic Science and Culture, 2014, 31(1): 60-64.
- [28] 张高静, 韩丽萍, 孙剑锋, 等. 南美白对虾营养成分分析与评价 [J]. 中国食品学报, 2013, 13(8): 254-260.
- Zhang G J, Han L P, Sun J F, et al. Analysis and evaluation of nutritive composition in *Penaeus vannamei* [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2013, 13(8): 254-260.
- [29] 张雅莉, 蔡美琴. β -棕榈酸(OPO 结构脂肪)对婴幼儿肠道健康的促进作用 [J]. 临床儿科杂志, 2015, 33(10): 918-920.
- Zhang Y L, Cai M Q. Promoting effect of β -palmitic acid (OPO structural fat) on intestinal health of infants [J]. Journal of Clinical Pediatrics, 2015, 33(10): 918-920.
- [30] 张倩茹, 尹 蓉, 李 捷, 等. 不同杏品种果仁油脂的脂肪酸组成分析 [J]. 中国粮油学报, 2018, 33(5): 37-42.
- Zhang Q R, Ying R, Li J, et al. Analysis on composition of fatty acid in kernel oil of different apricot varieties [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2018, 33(5): 37-42.
- [31] 李加兴, 吴 越, 陈 选, 等. 多烯酸植物油及其保健功效研究进展 [J]. 食品科学, 2014, 35(21): 359-363.
- Li J X, Wu Y, Chen X, et al. Vegetable oils rich in polyunsaturated fatty acids and their health-beneficial effects: a review [J]. Food Science, 2014, 35(21): 359-363.
- [32] Abedi E, Sahari M A. Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties [J]. Food Science & Nutrition, 2014, 2(5): 443-463.
- [33] WHO, FAO. Fats and oils in human nutrition [J]. Nutrition Reviews, 1995, 53(7): 202-205.
- [34] 李 曦, 郭灵安, 雷欣宇, 等. 金丝皇菊的营养成分分析与评价 [J]. 现代食品科技, 2019, 35(11): 237-241, 260.
- Li X, Guo L A, Lei X Y, et al. Nutritional analysis and evaluation of Chrysanthemum [J]. Modern Food Science and Technology, 2019, 35(11): 237-241, 260.
- [35] 马长中, 罗 章, 辜雪冬. 林芝砖红绒盖牛肝菌的营养成分分析及评价 [J]. 食品科学, 2016, 37(24): 124-129.
- Ma C Z, Luo Z, Gu X D. Chemical composition and nutritional evaluation of *Xerocomus spadiceus* from Linzhi city of Tibet [J]. Food Science, 2016, 37(24): 124-129.
- [36] Pellet P L, Yong V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980: 26-29.
- [37] 王 颖, 赵兴娥, 王 微, 等. 薏苡不同部位营养成分分析及评价 [J]. 食品科学, 2013, 34(5): 255-259.
- Wang Y, Zhao X E, Wang W, et al. Analysis and evaluation of nutritional components in different tissues of *Coix lacrym-jobi* [J]. Food Science, 2013, 34(5): 255-259.
- [38] Schneider C. Chemistry and biology of vitamin E [J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2005, 49(1): 7-30.