

温立香, 袁冬寅, 欧淑琼, 等. 广西三个产区虫茶主要茶特征成分、挥发性成分分析及氨基酸营养评价 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(20): 329-336. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022010154

WEN Lixiang, YUAN Dongyin, OU Shuqiong, et al. Analysis of Main Tea Characteristic Components and Volatile Components and Amino Acid Nutrition Evaluation of Insect Tea from Three Producing Areas in Guangxi[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(20): 329-336. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022010154

· 分析检测 ·

广西三个产区虫茶主要茶特征成分、挥发性成分分析及氨基酸营养评价

温立香, 袁冬寅, 欧淑琼, 张 芬, 陈家献, 黄寿辉, 冯春梅, 彭靖茹*

(广西壮族自治区亚热带作物研究所, 广西亚热带农产品加工研究所, 广西南宁 530001)

摘要:对广西三个主产区虫茶的主要茶特征成分、挥发性成分及氨基酸组成进行了分析, 并采用氨基酸比值系数法对其氨基酸特性及营养价值进行评价。结果表明: 广西虫茶内含物丰富且具有低咖啡碱高氨基酸的特性, 不同产区虫茶的水浸出物、氨基酸、茶多酚均存在极显著差异 ($P < 0.01$)。三个产区虫茶共检测出 36 种挥发性成分, 不同产区挥发性成分差异较大, 融安以醇、酮类为主, 龙胜以醛、酯类为主, 三江以酸、酯类为主。此外, 不同产区虫茶氨基酸各组分差异较大, 其中组氨酸 (His)、甘氨酸 (Gly) 有显著性差异 ($P < 0.05$), 精氨酸 (Arg)、天门冬氨酸 (Asp) 等其他 14 类氨基酸均有极显著差异 ($P < 0.01$); 必需氨基酸/总氨基酸 (EAA/TAA) 与必需氨基酸/非必需氨基酸 (EAA/NEAA) 达到了 WHO/FAO 提出的理想蛋白质人体必需氨基酸模式; 三个产区虫茶均含有 9 种药用氨基酸 (MAA), MAA/TAA 均值高达 62.26%。氨基酸比值系数法评定可知三个产区虫茶的第一限制氨基酸均为蛋氨酸 (Met)+胱氨酸 (Cys), 赖氨酸 (Lys) 为龙胜、三江两个产区的第二限制氨基酸, 其他必需氨基酸均接近或高于模式蛋白; 同时, 三个产区氨基酸比值系数分 (SRCAA) 在 71.33~77.96 之间, 必需氨基酸指数 (EAAI) 均大于 1, 由此可见广西虫茶是一种优质蛋白质资源的选择, 有作为保健饮料进行开发的潜力。

关键词: 虫茶, 成分, 氨基酸, 评价

中图分类号: S571.9; Q966

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)20-0329-08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2022010154

本文网刊:



Analysis of Main Tea Characteristic Components and Volatile Components and Amino Acid Nutrition Evaluation of Insect Tea from Three Producing Areas in Guangxi

WEN Lixiang, YUAN Dongyin, OU Shuqiong, ZHANG Fen, CHEN Jiaxian, HUANG Shouhui, FENG Chunmei, PENG Jingru*

(Guangxi Subtropical Crops Research Institute, Guangxi Institute of Subtropical Agricultural Products Processing, Nanning 530001, China)

Abstract: The main tea characteristic components, volatile components and amino acid composition of insect tea from three main producing areas in Guangxi were analyzed in this paper, and the amino acid characteristics and nutritional value were evaluated by amino acid ratio coefficient method. The results showed that Guangxi insect tea was rich in contents and had the characteristics of low caffeine and high amino acid and there were extremely significant differences in water extracts, amino acids and tea polyphenols of insect tea from different producing areas ($P < 0.01$). A total of 36 volatile components were detected of insect tea in three producing areas and there were significant differences among different producing areas.

收稿日期: 2022-01-18

基金项目: 广西重点研发项目 (桂科 AB18221004); 国家现代农业产业技术体系广西茶叶创新团队建设专项 (nycytxgxcxtd-18-06); 广西农业科学院基本科研业务专项资助项目 (桂农科 2021YT145); 科技先锋队“强农富民”“六个一”专项行动项目 (桂农科盟 202206-2)。

作者简介: 温立香 (1987-), 女, 硕士, 高级工程师, 研究方向: 茶叶加工与品质评价, E-mail: 864655377@qq.com。

* 通信作者: 彭靖茹 (1975-), 女, 硕士, 正高级工程师, 研究方向: 农产品质量安全检测, E-mail: pjru99@163.com。

The main volatile components were alcohols and ketones in Rongan, aldehydes and esters in Longsheng, and acids and esters in Sanjiang. In addition, there were great differences in amino acid components of insect tea from different producing areas, among which histidine (His) and glycine (Gly) had significant differences ($P < 0.05$), arginine (Arg), aspartate (Asp) and other 14 amino acids had extremely significant differences ($P < 0.01$). Essential amino acid/total amino acid (EAA/TAA) and essential amino acid/non-essential amino acid (EAA/NEAA) reached the ideal protein essential amino acid pattern proposed by WHO/FAO. Insect tea from three producing areas contained 9 kinds of medicinal amino acids (MAA), and the average value of MAA/TAA was up to 62.26%. According to the amino acid ratio coefficient method, the first limiting amino acid of insect tea was methionine (Met) + cystine (Cys) from three producing areas, and the second limiting amino acid was lysine (Lys) in Longsheng and Sanjiang, and other essential amino acids were close to or higher than model protein. At the same time, the score of ratio coefficient of amino acid (SRCAA) of insect tea from three producing areas ranged from 71.33 to 77.96, and the essential amino acid index (EAAI) was all greater than 1. Thus, it could be seen that Guangxi insect tea was a choice of high-quality protein resources and had the potential to be developed as a health beverage.

Key words: insect tea; component; amino acid; evaluation

虫茶素有茶界“猫屎咖啡”之称,其加工过程非常特殊,是人类以一些特定植物饲养某些特定昆虫后,将幼虫的排泄物经过后期加工制作成茶类饮料^[1-2]。作为中国南方地区特有的一种传统保健饮品,虫茶有清热解毒、健胃促消化等功能,对牙龈出血、腹泻、胃损伤^[3]、降脂降压、调节肠道微生物、抗癌^[4]等有较好疗效。虫茶主产区在广西^[5]、贵州^[6]、湖南^[7]等省的少数名族山区地区,广西因地理环境条件特殊、少数民族集聚且各地有饮凉茶习惯,虫茶产区分布最广,主要分布在三江、龙胜、融安、平南等地,近年来虫茶已逐渐成为广西山区群众尤其是少数民族群众脱贫致富的特色产业之一^[8]。

虫茶涉及产茶昆虫和寄食植物两个部分^[9],二者的种类对虫茶的香气、滋味及功能等有重要的影响,目前已知虫茶的寄食植物主要有化香树、钩藤、茶叶、金银花^[10]和三叶海棠等^[11]。中国许多学者^[12-14]在虫茶营养成分及评价方面做了大量研究,研究结果表明虫茶内含丰富的营养物质如粗蛋白、茶多酚^[15-16]、黄酮类、人体必需氨基酸以及多种微量元素,对人体有多种功效作用^[17]。目前对广西虫茶营养成分尤其是氨基酸组成和香气成分特点等的研究报道较少。

为挖掘掌握广西不同产区虫茶的营养特点,进一步丰富我国特种虫茶营养成分的研究,填补相关研究内容的空缺,本文以广西三个主产区虫茶为研究对象,对其主要营养成分、香气物质及氨基酸组成等进行分析及综合评价,以期广西虫茶的开发利用及未来的产业发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

三江、龙胜产区虫茶 一级产品,市售;融安产区虫茶 于融安车田茶叶合作社加工制作而成,均为一级产品;甲醇、苯酚、茚三酮(分析纯)、氢氧化钠、柠檬酸钠(优级纯) 北京伊诺凯科技有限公司;乙腈、乙酸 色谱纯,德国默克公司;盐酸 优级纯,华

希盛华希盛化工厂有限公司。

Agilent 1260 高效液相色谱、Agilent 7890A-5975C GC-MS 美国安捷伦公司;TD4 低速台式离心机 上海卢湘仪离心机仪器有限公司;BSA223S 电子天平 德国赛多利斯公司;V388s 全自动氨基酸分析仪 德国曼默博尔公司;9006A 型鼓风干燥箱 上海一恒科学仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 虫茶加工制作工艺 收集成熟的酸枣叶作为原料,堆放发酵后自然引化产茶昆虫(双直巢螟)进行产卵、孵化,幼虫蚕食原料(原料堆温控制在 40 ℃ 以下),待产茶昆虫蚕食后的消化发酵物晾干后收集,去除杂物、杂质并进行筛分分级,得到虫茶半成品。对虫茶半成品采用热风法 110 ℃ 烘 15 min,晾凉后再用 80 ℃ 烘至水分含量 10%,得到虫茶成品密封备用。

1.2.2 理化成分测定 水浸出物、茶多酚、咖啡碱、氨基酸分别参照 GB/T 8305-2013《茶水浸出物测定》、GB/T 8313-2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》、GB/T 8312-2013《茶咖啡碱测定》、GB/T 5009.124-2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》进行测定。

1.2.3 挥发性成分测定 挥发性成分参考王睿等^[18]的方法进行测定,具体如下:虫茶挥发性成分提取:采用 SDE 法,将虫茶样品粉碎,称取 50 g 置于 2 L 的圆底烧瓶中,加入 100 ℃ 蒸馏水 1 L,同时加入 10 g/mL 癸酸乙酯 0.5 mL 及少许玻璃珠,用 50 mL 重蒸乙醚萃取。对电热套加热,微沸下提取 20 min。向乙醚萃取液中加入无水硫酸钠除去水分。4 ℃ 静置 1 d 后用 N₂ 浓缩提取液至 0.2 mL,重复该过程 5 次,合并 5 次的提取液,冷冻干燥后加入 DMSO 备用。

GC 分析条件:HP-5MS 柱,30 m×0.25 mm×0.25 μm;进样口温度 250 ℃;载气为高纯 He,恒流模式,流速为 1 mL/min;初始温度 50 ℃,保留 1 min,10 ℃/min 升至 220 ℃,保持 1 min,5 ℃/min 升至 280 ℃,保持 4 min,50 ℃/min 升至 300 ℃,保持 2 min。

进样量 1 mL, 进样方式为不分流。

EI-MS 分析条件: 离子源温度 280 °C, 电离能量 70 eV, 溶剂延迟时间 4 min; 电子轰击电离源 (EI)。将得到的质谱数据对照标准谱库对虫茶挥发性成分进行确认, 并用面积归一法进行半定量。

1.2.4 氨基酸营养价值评价 食物中必需氨基酸的组成越接近人体必需氨基酸组成比例, 营养价值越高^[19]。本文中参考氨基酸比值系数法, 对照 WHO/FAO^[20] 提出的理想蛋白质人体必需氨基酸模式谱评价广西不同产区虫茶的营养价值, 按以下公式(1)~(5)计算各参数。

氨基酸比例(essential amino acid, EAA%)=样品某必需氨基酸含量/氨基酸总量 式(1)^[21-22];

氨基酸比值(ratio of amino acid, RAA)=样品中 EAA%/模式谱相应 EAA%(因 Cys 与 Tyr 分别由 Met 与 Phe 转变而成, 故在本研究中将 Phe 和 Tyr, Met 和 Cys 分别合并进行计算) 式(2)^[21-22];

氨基酸比值系数(ratio coefficient of amino acid, RCAA)=样品某必需氨基酸的 RAA/各必需氨基酸 RAA 的均值 式(3)^[21-22];

氨基酸比值系数分(score of ratio coefficient of amino acid, SRCAA)=100-CV×100(式中: CV 为 RCAA 的变异系数) 式(4)^[21-22];

必需氨基酸指数(essential amino acid index, EAAI)= $\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{aai}{AAi}}$ 式(5)^[23]

式中: n 为参与比较的氨基酸数目; aai 为样品中某 EAA 的比例; AAi 为 WHO/FAO 模式谱中与 aai 相应的 EAA 的比例。

1.3 数据处理

试验数据采用 SPSS 19.0 和 Excel 2010 软件进行数据处理与分析, 三次重复, 多重比较采用 Duncan 法。

2 结果与分析

2.1 广西三个产区虫茶主要茶特征成分分析

由表 1 可知, 广西三个产区虫茶的水浸出物、氨基酸含量极为丰富, 平均含量超过三叶虫茶^[24](水浸出物 36.44%, 氨基酸 1.39%)、老鹰茶虫酿茶^[25](水浸出物 26.29%, 氨基酸未检出)、灰青虫茶^[13](水浸

出物 30.3%, 氨基酸 13.23 mg/g) 及普通绿茶(水浸出物 35% 左右, 氨基酸 1%~4%)。不同产区虫茶的水浸出物、氨基酸、茶多酚均存在极显著差异($P<0.01$), 龙胜产区虫茶内含物质最为丰富, 水浸出物、茶多酚含量都最高, 其中水浸出物超过三个产区均值的 38.10%, 融安产区氨基酸最丰富。同时, 分析结果显示广西虫茶普遍具有低咖啡碱的特性, 龙胜、三江产区咖啡碱含量仅为 0.03 和 0.01 g/kg, 而融安产区寄食植物原料经产茶昆虫体内发酵降解后, 咖啡碱未检出, 广西虫茶营养丰富又兼具低咖啡碱特性, 可作为咖啡碱敏感消费者的佳选。

2.2 三个产区虫茶挥发性成分分析

广西三个产区虫茶挥发性成分结果如表 2 所示。供试茶样共检测出 36 种挥发性组分, 包括芳樟醇、香叶醇、橙花叔醇、3-己烯醇等醇类 8 种, 十四酸甲酯、邻苯二甲酸二异丁酯等酯类 5 种, 亚油酸、十六酸、亚麻酸、棕榈酸等酸类 10 种, 壬醛、苯甲醛等醛类 4 种, 丙烯酮等酮类 2 种, 烯类 1 种, 萘烷、2-甲基萘、吡啶等其他化合物 6 种。三个产区虫茶挥发性组分差异较大, 融安产区共检测出 16 种挥发性物质, 龙胜和三江产区各检测出 17 种。融安产区挥发性成分包括醇、酯、酸、烯、酮及其他类化合物, 醛类物质未检出, 其他类化合物包括萘烷、草酰胺、2-甲基萘、7-氯-4-甲氧基-3-甲基喹啉、5-乙基-2-氧代-1,3,4,5a,10-五氮杂环戊烷-[a] 芴 5 种; 龙胜产区挥发性成分包括醇、酯、酸、烯、醛及其他类化合物, 酮类物质未检出, 其他类化合物只检出吡啶 1 种; 三江产区虫茶的挥发性成分相对于融安和龙胜产区类别较单一, 只检出醇、酯、酸及其他类化合物, 烯、酮、醛类物质均未检出, 其他类化合物只检出 2-甲基萘 1 种。

由表 2 各类挥发性成分的检测结果显示, 广西三个产区虫茶香气的呈味物质不同, 融安产区虫茶挥发性成分以醇、酮类为主, 两类物质占挥发性组分总量的 56.88%, 其中醇类 31.02%, 芳樟醇为醇类主要构成物质, 占总醇类的 72.28%, 丙烯酮为酮类主要构成物质, 占总酮类的 86.18%; 龙胜产区以醛、酯类为主, 两类物质占挥发性组分总量的 76.23%, 其中醛类占 54.00%, 醛类主要构成物质为壬醛和苯甲醛, 占总醛类的 66.96%, 酯类主要构成物质为十四酸甲酯, 占总酯类的 80.44%; 三江产区以酸、酯类为主, 两类物质占挥发性组分总量的 72.35%, 其中酸类占 50.85%, 亚油酸、十六酸、十五酸为酸类主要构成物质, 占总酸类物质的 84.31%, 酯类主要构成物质与龙胜产区相同, 也为十四酸甲酯, 占总酯类的 74.24%。融安地区产茶昆虫为双直巢螟, 寄食植物主要为酸枣叶, 三江、龙胜产茶昆虫为化香夜蛾, 寄食植物龙胜主要为化香树、三江以钩藤、藤茶为主, 虫茶香气组分及呈香类型与产茶昆虫和寄食植物相关, 这可能也是造成各产区虫茶香气差异较大的主要原因。

表 1 三个产区虫茶主要茶特征成分

Table 1 Main tea characteristic components of insect tea from three producing areas

项目/产区	融安	龙胜	三江	均值
水浸出物(%)	28.80 ^{Aa}	52.20 ^{Cc}	32.40 ^{Bb}	37.80
茶多酚(%)	4.00 ^{Bb}	6.90 ^{Cc}	1.90 ^{Aa}	4.27
咖啡碱(g/kg)	-	0.03	0.01	/
氨基酸总量(g/100 g)	6.66 ^{Bb}	4.98 ^{Aa}	6.64 ^{Bb}	6.09

注: -表示未检出; 同行不同小写字母表示差异显著($P<0.05$); 不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$); 相同字母表示差异不显著($P>0.05$); 表 3 同。

表2 三个产区虫茶挥发性成分
Table 2 Volatile components of insect tea from three producing areas

类别	化合物名称	含量(μg/g)			
		融安	龙胜	三江	
醇类	芳樟醇	8.280	-	-	
	1-(3-氢氧化-4-甲基)-1,3,3,6-四甲基-5-茛满醇	3.000	-	-	
	苯甲醇	0.180	0.346	0.174	
	3-己烯醇	-	0.933	-	
	2,2,6-三甲基-5-乙烯基四氢-2H咪唑-3-醇	-	0.208	0.360	
	苯乙醇	-	0.136	0.448	
	香叶醇	-	-	4.941	
	橙花叔醇	-	-	1.441	
酯类	合计	11.455	1.623	7.364	
	邻苯二甲酸二异丁酯	2.550	-	2.594	
	水杨酸甲酯	0.210	-	-	
	十四酸甲酯	-	8.353	7.657	
	十六酸甲酯	-	2.031	-	
	亚麻酸甲酯	-	-	0.063	
	合计	2.755	10.384	10.314	
	亚油酸	-	1.050	9.722	
	十六酸	-	1.235	5.901	
	十五酸	-	1.233	4.941	
酸类	亚麻酸	-	-	2.226	
	十四酸	-	3.231	0.523	
	棕榈酸	1.050	-	0.523	
	十二酸	-	-	0.374	
	癸酸	-	0.194	0.181	
	(9-氧-9,10-二氢吡啶-4-基)-乙酸	4.280	-	-	
	4-氨基苯乙酸	0.620	-	-	
	合计	5.950	6.940	24.390	
	烯类	2-乙酰基-1,3,3,4,4-五甲基环戊烯	0.110	1.678	-
	合计	0.110	1.678	-	
酮类	丙烯酮	8.230	-	-	
	顺-茉莉酮	1.320	-	-	
	合计	9.550	-	-	
醛类	壬醛	-	10.381	-	
	苯甲醛	-	6.510	-	
	庚醛	-	5.018	-	
	苯乙醛	-	3.315	-	
	合计	-	25.224	-	
其他	葵烷	2.690	-	-	
	草酰胺	2.540	-	-	
	2-甲基萘	1.110	-	5.901	
	7-氯-4-甲氧基-3-甲基喹啉	0.460	-	-	
	5-乙基-2-氧代-1,3,4,5a,10-五氮杂环戊烷-[a]芴	0.310	-	-	
	吡啶	-	0.860	-	
	合计	7.110	0.860	5.901	

2.3 三个产区虫茶氨基酸组成、特性分析及营养价值评价

2.3.1 三个产区虫茶氨基酸组成及特性分析 不同产区虫茶氨基酸类物质组成及其特性归类分析见表3、表4。结果显示不同产区虫茶氨基酸各组分含量差异较大,其中组氨酸(His)、甘氨酸(Gly)存在显著性差异($P<0.05$),精氨酸(Arg)、天门冬氨酸(Asp)

等其他14类氨基酸均有极显著差异($P<0.01$),氨基酸总量从高到低依次为融安(6.66 g/100 g)>三江(6.64 g/100 g)>龙胜(4.98 g/100 g)。天门冬氨酸(Asp)和谷氨酸(Glu)含量最高,为三个产区的两种优势氨基酸,这两种氨基酸是主要的呈味氨基酸^[26],其中融安、三江、龙胜三个产区 Asp 分别各占其氨基酸总量的12.31%、10.64%、11.45%, Glu 分别占总量的12.01%、11.25%、11.30%。三个产区虫茶均

表 3 三个产区虫茶氨基酸含量(g/100 g)

Table 3 Amino acid content of insect tea from three producing areas (g/100 g)

氨基酸种类/产区	融安	龙胜	三江
组氨酸His ^{☆□}	0.17 ^{Ab}	0.13 ^{Aa}	0.17 ^{Ab}
精氨酸Arg ^{☆▲}	0.33 ^{Bb}	0.24 ^{Aa}	0.32 ^{Bb}
天门冬氨酸Asp ^{☆**▲}	0.82 ^{Bb}	0.53 ^{Aa}	0.76 ^{Bb}
赖氨酸Lys ^{☆▲}	0.42 ^{Cc}	0.24 ^{Aa}	0.34 ^{Bb}
丝氨酸Ser [☆]	0.44 ^{Cc}	0.25 ^{Aa}	0.35 ^{Bb}
谷氨酸Glu ^{☆**▲}	0.80 ^{Bc}	0.56 ^{Aa}	0.75 ^{Bb}
甘氨酸Gly ^{☆**▲}	0.49 ^{Ab}	0.42 ^{Aa}	0.47 ^{Ab}
蛋氨酸(甲硫氨酸)Met ^{☆□▲}	0.10 ^{Aa}	0.12 ^{Aa}	0.17 ^{Bb}
亮氨酸Leu ^{☆□}	0.58 ^{Bb}	0.41 ^{Aa}	0.57 ^{Bb}
苯丙氨酸Phe ^{☆**▲}	0.33 ^{Aba}	0.31 ^{Aa}	0.39 ^{Bb}
苏氨酸Thr [*]	0.41 ^{Bc}	0.27 ^{Aa}	0.36 ^{Bb}
脯氨酸Pro [☆]	0.47 ^{Abb}	0.41 ^{Aa}	0.51 ^{Bc}
丙氨酸Ala ^{☆*}	0.46 ^{Bb}	0.30 ^{Aa}	0.42 ^{Bb}
缬氨酸Val ^{☆□}	0.38 ^{Aa}	0.36 ^{Aa}	0.46 ^{Bb}
异亮氨酸Ile ^{☆□▲}	0.29 ^{Aba}	0.26 ^{Aa}	0.37 ^{Bb}
酪氨酸Tyr ^{☆■□}	0.17 ^{Aa}	0.17 ^{Aa}	0.23 ^{Bb}
氨基酸总量TAA	6.66 ^{Bb}	4.98 ^{Aa}	6.64 ^{Bb}

注: *必需氨基酸(EAA); ☆非必需氨基酸(NEAA); ●鲜味氨基酸(FAA); □支链氨基酸(BCAA); ■芳香族氨基酸(AAA); □抗氧化性氨基酸(ATAA); ▲药用氨基酸(MAA)。

含有 7 种人体必需氨基酸, 根据 WHO/FAO 推荐的理想蛋白质中 EAA/TAA 为 40% 左右、EAA/NEAA 在 60% 以上的要求^[20], 广西三个产区虫茶 EAA/TAA 分别为 37.61%、39.56%、40.06%, 融安产区 EAA/TAA 比值略低于 40%, 三江和龙胜产区都达到理想蛋白质人体必需氨基酸模式, 三个产区的 EAA/NEAA 值均高于 WHO/FAO 推荐的理想蛋白质要求, 说明广西地区虫茶营养价值较高, 可考虑作为优质的蛋白质来源。

表 4 统计结果表明广西虫茶氨基酸种类齐全, 含有丰富的各类氨基酸。已知儿童必需氨基酸由 His、Arg 加上人体必需的 7 种氨基酸构成^[27], 三个产区虫茶儿童必需氨基酸含量在 2.34~3.15 g/100 g, 其中三江产区的儿童必需氨基酸比例最高, 加上其极低咖啡碱的特性, 有作为适宜儿童饮用的强身健体饮料的潜力。自然界中氨基酸已知有 20 余种, 其中 Asp、Gly、Glu、Met、Leu、Tyr、Phe、Lys 和 Arg 为药用氨基酸, 对人体和动物具有某些特殊的医疗保健作用^[28], 三个产区虫茶均含有 9 种药用氨基酸, 这可能是广西虫茶具有药用和保健功能的原因之一, 值得深入研究与探索, 其中融安地区药用氨基酸含量最高, 占总氨基酸的 62.39%, 鲜味氨基酸比例也最高。

支链氨基酸(BCAA)是分子结构上有 1 个甲基侧链的一类功能性氨基酸, 包括 Leu、Ile、Val, 研究表明 BCAA 可以促进蛋白质合成、提高机体免疫力及促进肠道发育^[29], 同时 BCAA 与机体糖代谢相关, 通过调节胰岛素的分泌来调控组织中葡萄糖转运体的表达, 进而增强骨骼肌对葡萄糖的吸收和葡萄糖

表 4 三个产区虫茶氨基酸特性分析

Table 4 Analysis of amino acid characteristics of insect tea from three producing areas

氨基酸类别/产区	融安	龙胜	三江	均值
必需氨基酸EAA(g/100 g)	2.51	1.97	2.66	2.38
非必需氨基酸NEAA(g/100 g)	4.15	3.01	3.98	3.71
儿童必需氨基酸CEAA(g/100 g)	3.01	2.34	3.15	2.83
鲜味氨基酸FAA(g/100 g)	2.57	1.81	2.40	2.26
支链氨基酸BCAA(g/100 g)	0.96	0.77	1.03	0.92
芳香族氨基酸AAA(g/100 g)	0.50	0.48	0.62	0.53
抗氧化性氨基酸ATAA(g/100 g)	0.44	0.42	0.57	0.48
药用氨基酸MAA(g/100 g)	4.16	3.09	4.14	3.80
EAA/TAA(%)	37.61	39.56	40.06	39.08
NEAA/TAA(%)	62.31	60.44	59.94	60.90
CEAA/TAA(%)	45.12	46.99	47.44	46.52
FAA/TAA(%)	38.59	36.35	36.14	37.03
BCAA/TAA(%)	14.41	15.46	15.51	15.13
AAA/TAA(%)	7.51	9.64	9.34	8.83
ATAA/TAA(%)	6.53	8.43	8.58	7.85
MAA/TAA(%)	62.39	62.05	62.35	62.26
EAA/NEAA(%)	60.36	65.45	66.83	64.21
BCAA/AAA 支/芳值	1.92	1.60	1.66	1.73

的氧化^[30]。三个产区 BCAA 含量占总氨基酸比例依次为三江 15.51%>龙胜 15.46%>融安 14.41%, 三江比例最高, 与新疆枸杞的 BCAA 相当^[31](野生黑果枸杞 15.81%、黑杞 1 号 14.3%)。抗氧化性氨基酸(ATAA)包括 Met、Tyr、His 及 Cys, 也属于功能性氨基酸, 三江产区的 ATAA 总含量最高, 龙胜其次, 三个产区含量最高的 ATAA 均为 Tyr, Tyr 是酪氨酸酶单酚酶功能的催化底物, 是形成优黑素和褐黑素的重要原料, 研究表明白癜风患者吃富含 Tyr 的食物能够促进黑色素的形成, 可减轻白癜风症状^[32]。芳香族氨基酸(AAA)在生物体内由莽草酸途径合成^[33], 其生物学功能非常丰富, 已在医药、生物材料等方面应用广泛^[34]。AAA 不仅影响产品香型香味, 其与 BCAA 构成的支/芳值(BCAA/AAA)在肝病治疗中具有临床意义^[35]。三个产区 AAA 占总氨基酸的比例均值为 8.83%, 其中龙胜地区 AAA 的比例最高, 此外, 支/芳值均值为 1.73, 高于新疆枸杞(野生黑果枸杞 0.45、黑杞 1 号 0.42)^[31], 其开发利用潜力可进一步研究。

2.3.2 三个产区虫茶氨基酸营养价值评价 食品中必需氨基酸的种类组成及平衡状态决定了其蛋白质营养价值的高低^[26], 必需氨基酸组成比例与 WHO/FAO 模式谱越接近营养价值越高, 越符合人体需求^[36]。对比不同产区虫茶必需氨基酸模式与模式谱(见表 5), 三个产区虫茶的 Thr、Val、Ile、Leu、Phe+Tyr 含量均接近或高于 WHO/FAO 模式谱, 其中融安地区虫茶的 Thr 最为丰富, 为模式谱的 1.54 倍, 龙胜的 Val 最丰富, 为模式谱的 1.45 倍, 三个产区虫茶的 Phe+Tyr 分别为模式谱的 1.25、1.61、1.56 倍, 可见广西虫茶的芳香族氨基酸都很丰富; 此外, 三个产区 Met+Cys

表5 三个产区虫茶 EAA% 与 WHO/FAO 模式谱比较

Table 5 Comparison for EAA% of insect tea from three producing areas with WHO/FAO model spectrum

必需氨基酸种类	WHO/FAO模式谱	融安	龙胜	三江
苏氨酸Thr	4	6.16	5.42	5.42
缬氨酸Val	5	5.71	7.23	6.93
蛋氨酸Met+胱氨酸Cys	3.5	1.43	2.41	2.56
异亮氨酸Ile	4	4.35	5.22	5.57
亮氨酸Leu	7	8.71	8.23	8.58
苯丙氨酸Phe+酪氨酸Tyr	6	7.51	9.64	9.34
赖氨酸Lys	5.5	6.31	4.82	5.12

均低于模式谱,龙胜、三江两个产区的 Lys 也略低于模式谱,而融安产区的 Lys 高于模式谱。

参考氨基酸比值系数法计算 RAA、RCAA、SRCAA 及 EAAI 值来进一步评价不同产区虫茶的营养价值。RAA 与 RCAA 越接近 1,说明食物中必需氨基酸组成比例越接近 WHO/FAO 标准谱,通常 RCAA 最小值对应的氨基酸为第一限制氨基酸^[37],由表 6 可知 Met+Cys 为广西三个产区虫茶的第一限制氨基酸,Lys 为龙胜、三江两个产区的第二限制氨基酸,RAA、RCAA 值均<1。融安产区虫茶除了 Met+Cys 含量较低外,其他必需氨基酸的 RAA、RCAA 值分别在 1.09~1.54 和 0.97~1.38 范围内,均接近或高于模式蛋白,尤其 Thr 含量较高;龙胜、三江两个产区除了第一、二限制氨基酸,其他必需氨基酸也均接近或高于模式蛋白,尤其 Phe+Tyr 明显高于模式蛋白。

表6 三个产区虫茶 EAA 的 RAA、RCAA、SRCAA、EAAI 值

Table 6 RAA, RCAA, SRCAA and EAAI values of insect tea EAA from three producing areas

必需氨基酸种类	融安		龙胜		三江	
	RAA	RCAA	RAA	RCAA	RAA	RCAA
苏氨酸Thr	1.54	1.38	1.36	1.12	1.36	1.11
缬氨酸Val	1.14	1.02	1.45	1.20	1.39	1.13
蛋氨酸(甲硫氨酸)Met+胱氨酸Cys	0.41	0.36	0.69	0.57	0.73	0.60
异亮氨酸Ile	1.09	0.97	1.31	1.08	1.39	1.14
亮氨酸Leu	1.24	1.11	1.18	0.97	1.23	1.00
苯丙氨酸Phe+酪氨酸Tyr	1.25	1.12	1.61	1.33	1.56	1.27
赖氨酸Lys	1.15	1.03	0.88	0.73	0.93	0.76
SRCAA	71.33		75.21		77.96	
EAAI	1.05		1.17		1.19	

SRCAA 可以表示食品中蛋白质的相对营养价值,SRCAA 值越接近 100,说明食物的蛋白质营养价值越高^[38]。如表 6 所示:三个产区的 SRCAA 值为三江(77.96)>龙胜(75.21)>融安(71.33),均高于燕麦(70)、大米(70.5)^[39]、辣木籽(70.61)^[26],其中三江、龙胜两地的高于小麦(72.47)、白菜(71.52)^[40],与猪肉(74)、牛肉(76)蛋白营养价值接近^[19]。EAAI 通常

用来评价食品中蛋白质的质量,EAAI≤0.75 时说明该食品不适合做蛋白源、0.75≤EAAI≤0.85 时说明该食品为可用蛋白源、0.86<EAAI≤0.95 时为良好蛋白源、EAAI>0.95 为优质蛋白源^[23],EAAI 值越大,表明其营养价值越高,计算结果显示广西三个产区虫茶的 EAAI 至在 1.05~1.19 之间,均大于 1,说明其有作为优质蛋白质源的较大潜力,可结合实际进一步进行开发利用。

3 结论

广西虫茶内含物丰富且具有低咖啡碱高氨基酸的特性,不同产区虫茶水浸出物、氨基酸、茶多酚等营养物质与挥发性组分差异都较大,这与产茶昆虫和寄食植物种类不同有关。三个产区虫茶氨基酸组成、特性分析及营养价值评价结果显示,广西虫茶氨基酸种类齐全,EAA/TAA、EAA/NEAA 值达到 WHO/FAO 推荐的理想蛋白质人体必需氨基酸模式,其中融安产区药用氨基酸(MAA)、鲜味氨基酸(FAA)比例最高,三江产区儿童必需氨基酸(CEAA)、支链氨基酸 BCAA、抗氧化性氨基酸(ATAA)比例最高,龙胜产区芳香族氨基酸(AAA)比例最高;融安产区有一个限制氨基酸,为蛋氨酸(Met)+胱氨酸(Cys),龙胜、三江产区有两个限制氨基酸,第一、第二限制氨基酸分别为蛋氨酸(Met)+胱氨酸(Cys)、赖氨酸(Lys),其他必需氨基酸均接近或高于模式蛋白;此外,三个产区虫茶的氨基酸比值系数分(SRCAA)在 71.33~77.96 之间,必需氨基酸指数(EAAI)均大于 1。综上,广西虫茶营养丰富,是一种优质蛋白质资源,具有作为咖啡碱敏感者、儿童等饮用的强身健体饮料开发的潜力。

参考文献

- [1] ZHAO X, SONG J L, YI R K, et al. Comparison of antioxidative effects of insect tea and its raw tea (Kuding Tea) polyphenols in Kunming mice[J]. *Molecules*, 2018, 23(1): 3174–3174.
- [2] XU L, PAN H, LEI Q, et al. Insect tea, a wonderful work in the Chinese tea culture[J]. *Food Research International*, 2013, 53(2): 629–635.
- [3] ZHANG J, LU D Y, YUAN Y, et al. Liubao insect tea polyphenols prevent HCl/ethanol induced gastric damage through its antioxidant ability in mice[J]. *RSC Advances*, 2020, 10(9): 4984–4995.
- [4] QIAN Y, LI G J, WANG R, et al. *In vitro* anticancer effects of insect tea in TCA8113 cells[J]. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 2014, 10(4): 1045–1051.
- [5] 李镇坤,李倩雯,岑昕霖.微波消解-电感耦合等离子体质谱法测定六堡虫茶中的 6 种重金属含量[J]. *现代食品*, 2020(9): 138–141. [LI Z K, LI Q W, CEN X L. Determination of six heavy metals in Liubao insect tea by microwave digestion-inductively coupled plasma mass spectrometry[J]. *Modern Food*, 2020(9): 138–141.]
- [6] 许凡凡,王芳,骆爱国.贵州西山虫茶非物质文化遗产概况及价值内涵[J]. *蚕桑茶叶通讯*, 2019(3): 27–30. [XU F F, WANG

- F, LUO A G. Overview and value connotation of intangible cultural heritage of insect tea in Xishan, Guizhou[J]. *Newsletter of Sericulture and Tea*, 2019(3): 27-30.]
- [7] 黄姝颖, 文礼章. 湖南城步县不同村组间虫茶若干品质特征的差异性分析[J]. *华中昆虫研究*, 2016, 12: 336-343. [HUANG S Y, WEN L Z. Difference analysis of some quality characteristics of insect tea among different village groups in Chengbu, Hunan[J]. *Insect Research in Central China*, 2016, 12: 336-343.]
- [8] 袁冬寅, 陈家献, 张芬, 等. 虫茶的研究现状及发展前景[J]. *食品研究与开发*, 2021, 42(9): 198-204. [YUAN D Y, CHEN J X, ZHANG F, et al. The current situation and prospect of insect tea[J]. *Food Research and Development*, 2021, 42(9): 198-204.]
- [9] 重山. 茶中奇特饮品——“虫茶”[J]. *现代养生*, 2019(21): 54-55. [CHONG S. A special tea drink—"insect tea"[J]. *Health Protection and Promotion*, 2019(21): 54-55.]
- [10] 向玉勇, 陶琴, 于士军, 等. 金银花尺蠖幼虫粪便营养成分分析[J]. *浙江农林大学学报*, 2020, 37(5): 971-977. [XIANG Y Y, TAO Q, YU S J, et al. Analysis of nutrient components in feces of honeysuckle geometrid larvae[J]. *Journal of Zhejiang A & F University*, 2020, 37(5): 971-977.]
- [11] LIU J F, YANG M F, SHANG X L, et al. Morphological characters of three main kinds of insect tea in Hunan-Guizhou area[J]. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 2013, 32(5): 407-410.
- [12] 王芳, 向丽萍, 刘健锋, 等. 米仓织蛾—豹皮樟虫茶主要营养成分分析[J]. *中国食物与营养*, 2017, 23(10): 73-76. [WANG F, XIANG L P, LIU J F, et al. Main nutritional components of *Martyringa xeraula* and *Litsea coreana* insect tea[J]. *Food and Nutrition in China*, 2017, 23(10): 73-76.]
- [13] 曾昭华, 杨茂发, 杨再华. 灰直纹螟-青钱柳虫茶的营养成分分析与评价[J]. *环境昆虫学报*, 2019, 41(4): 866-874. [ZENG Z H, YANG M F, YANG Z H. Analysis and evaluation of nutritional components of striped borer-*Cyclocarya paliurus* tea *Orthopygia glaucinalis* (Linnaeus) -*Cyclocarya paliurus* (Batal) insect brewing tea[J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41(4): 866-874.]
- [14] 曾昭华, 杨茂发, 杨再华. MTT 法检测灰直纹螟-青钱柳虫茶对肿瘤细胞体外增殖抑制作用[J]. *山地农业生物学报*, 2018, 37(2): 14-19. [ZENG Z H, YANG M F, YANG Z H. MTT assay for the inhibitory of tumor cell proliferation by insect tea from *Orthopygia glaucinalis*-*Cyclocarya paliurus*[J]. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 2018, 37(2): 14-19.]
- [15] HALDER B, BHATTACHARYA U, MUKHOPADHYAY S, et al. Molecular mechanism of black tea polyphenols induced apoptosis in human skin cancer cells: involvement of Bax translocation and mitochondria mediated death cascade[J]. *Carcinogenesis*, 2008, 29(1): 129-138.
- [16] 邓刚, 母健菲, 刘玉琪, 等. 福林酚比色法和紫外分光光度法测定虫茶中总多酚含量的比较研究[J]. *重庆第二师范学院学报*, 2021 (2015-5): 167-169. [DENG G, MU J F, LIU Y Q, et al. Comparative study on determination of total polyphenols in insect tea by folin colorimetry and UV spectrophotometry[J]. *Journal of Chongqing University of Education*, 2021(2015-5): 167-169.]
- [17] GUO S Y, XU W X, WEN L Z, et al. The nutrient analysis and evaluation of Sanye insect-fermented tea[J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2008(1): 128-132.
- [18] 王睿, 赵欣. 虫茶香气成分分析和体外功能性效果[J]. *江苏农业科学*, 2014, 42(7): 327-329. [WANG R, ZHAO X. Analysis of aroma components of insect tea and its functional effect in vitro[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2014, 42(7): 327-329.]
- [19] 王芳, 乔璐, 张庆庆, 等. 桑叶蛋白氨基酸组成分析及营养价值评价[J]. *食品科学*, 2015(1): 225-228. [WANG F, QIAO L, ZHANG Q Q, et al. Amino acid composition analysis and nutritional value evaluation of mulberry leaf protein[J]. *Food Science*, 2015 (1): 225-228.]
- [20] WHO/FAO. Energy and protein requirements[R]. *FAO Nutrition Meeting Report Series*, 1973: 52-63.
- [21] 孙娟娟, 阿拉木斯, 赵金梅, 等. 6 个紫花苜蓿品种氨基酸组成分析及营养价值评价[J]. *中国农业科学*, 2019, 52(13): 2359-2367. [SUN J J, A L M S, ZHAO J M, et al. Analysis of amino acid composition and six native alfalfa cultivars[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2019, 52(13): 2359-2367.]
- [22] 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. [YANG X K, WANG L Y, YE Y P, et al. Quantitative determination of 17 kinds of amino acids and pattern analysis of essential amino acids in 7 local walnut varieties in Yunnan province[J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2020, 11 (6): 1889-1894.]
- [23] 冯东勤, 赵保国. 利用必需氨基酸指数(EAAI)评价新饲料蛋白源[J]. *中国饲料*, 1997(7): 10-13. [FENG D X, ZHAO B G. Evaluation of new feed protein sources by EAAI[J]. *China Feed*, 1997(7): 10-13.]
- [24] 郭时印, 许伍霞, 文礼章, 等. 三叶虫茶营养成分的分析与评价[J]. *应用昆虫学报*, 2008, 45(1): 128-132. [GUO S Y, XU W X, WEN L Z, et al. The nutrient analysis and evaluation of Sanye insect-fermented tea[J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2008, 45(1): 128-132.]
- [25] 敖纯. 老鹰茶虫酿茶营养成分及其提取物体外抗氧化作用研究[D]. 重庆: 西南大学, 2010. [AO C. Study on nutritional of insect-fermented Laoying tea and on anti-oxidant activity of insect-fermented Laoying tea extract *in vitro*[D]. Chongqing: Southwest University, 2010.]
- [26] 郭如鑫, 王有琼, 张重权, 等. 辣木蛋白质与氨基酸组成分析及营养评价[J]. *云南农业大学学报: 自然科学版*, 2020, 35(2): 324-331. [GUO R X, WANG Y Q, ZHANG Z Q, et al. Composition analysis and nutritional evaluation of *Moringa oleifera* protein and amino acids[J]. *Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science)*, 2020, 35(2): 324-331.]
- [27] 徐雯, 苏雅, 陈秋生, 等. 不同葡萄品种果实中氨基酸含量分析[J]. *天津农学院学报*, 2020, 27(3): 30-34. [XU W, SU Y, CHEN Q S, et al. Analysis of amino acid content in different cultivars of *Vitis vinifera* L. fruits[J]. *Journal of Tianjin Agricultural University*, 2020, 27(3): 30-34.]
- [28] 王芳, 林颖, 谭小宣, 等. 2 种市售羊肚菌氨基酸组成及营养价值评价[J]. *现代食品*, 2021(6): 120-126. [WANG F, LIN Y,

- TAN X X, et al. Amino acid composition and nutritional value evaluation of two kinds of commercially *Morchella esculenta* [J]. *Modern Food*, 2021(6): 120–126.]
- [29] 尹玉林, 孙泽威. 支链氨基酸调控机体糖代谢的研究进展 [J]. *中国畜牧杂志*, 2019, 55(5): 11–14. [YIN Y L, SUN Z W. Research progress on the regulation of glucose metabolism by branched-chain amino acids [J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 2019, 55(5): 11–14.]
- [30] DOI M, YAMAOKA I, NAKAYAMA M, et al. Hypoglycemic effect of isoleucine involves increased muscle glucose uptake and whole body glucose oxidation and decreased hepatic gluconeogenesis [J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2007, 292(6): E1683.
- [31] 王建友, 王琴, 刘凤兰, 等. 新疆尉犁县野生黑果枸杞与黑杞一号的营养成分及氨基酸分析 [J]. *食品工业科技*, 2017, 38(22): 306–309. [WANG J Y, WANG Q, LIU F L, et al. The analysis of nutritional content and amino acid in wild and Heiqi No. 1 *Lycium ruthenicum* Murr. [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2017, 38(22): 306–309.]
- [32] 王晓媛, 王彦兵, 陈玉芹, 等. 6种石斛属植物氨基酸组成及营养价值评价 [J]. *天然产物研究与开发*, 2019, 31(4): 601–607. [WANG X Y, WANG Y B, CHEN Y Q, et al. Amino acid composition and nutritional value evaluation of 6 species of *Dendrobium* [J]. *Natural Product Research and Development*, 2019, 31(4): 601–607.]
- [33] 刘革, 苏卫卫. 芳香族氨基酸及其衍生物的研究进展 [J]. *廊坊师范学院学报(自然科学版)*, 2021, 21(2): 27–34. [LIU P, SU W W. Advances in the study of aromatic amino acids and their derivatives [J]. *Journal of Langfang Normal University (Natural Science Edition)*, 2021, 21(2): 27–34.]
- [34] TZIN V, GALILI G. New insights into the shikimate and aromatic amino acids biosynthesis pathways in plants [J]. *Molecular Plant*, 2010, 3(6): 956–972.
- [35] 刘民力, 张丹, 何长清, 等. 肝源性糖尿病患者血浆氨基酸谱改变及分析 [J]. *氨基酸和生物资源*, 2004, 26(3): 59–60. [LIU M L, ZHANG D, HE C Q, et al. Changes and analysis of plasma amino acid in hepatogenic diabetes patients [J]. *Biotic Resources*, 2004, 26(3): 59–60.]
- [36] 邓真华, 郑蜀云, 黄金枝, 等. 阿克陶引种栽培的5个果桑品种桑葚氨基酸分析与评价 [J]. *食品工业科技*, 2020, 41(17): 297–301. [DENG Z H, ZHEN S Y, HUANG J Z, et al. Analysis and evaluation of amino acid in ripe fruit of five mulberry varieties introduced and cultivated by Aketao [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2020, 41(17): 297–301.]
- [37] 耿伊雯, 宛涛, 蔡萍, 等. 北方野生罗布麻叶片氨基酸种类及含量分析 [J]. *草原与草业*, 2021, 33(2): 45–50. [GENG Y W, WAN T, CAI P, et al. Analysis of amino acid types and contents in leaves of wild *Apocynum venetum* [J]. *Grassland and Prataculture*, 2021, 33(2): 45–50.]
- [38] 赵方杰, 廉喜红, 胡小平, 等. 不同产地西洋参氨基酸种类及含量分析 [J]. *西北农业学报*, 2020, 29(7): 1051–1058. [ZHAO F J, LIAN X H, HU X P, et al. Analysis of amino acid type and quantity of american ginseng in different planting areas [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2020, 29(7): 1051–1058.]
- [39] 李美凤, 刘雨诗, 王丽蛟, 等. 不同产地藜麦籽氨基酸组成及其营养价值评价 [J]. *食品工业科技*, 2019, 40(18): 289–292. [LI M F, LIU Y S, WANG L J, et al. Composition of amino acid and nutritional quality evaluation of quinoa seeds from different growing regions [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2019, 40(18): 289–292.]
- [40] 农彦贤, 李钟婷, 郝红梅, 等. 蝶豆花的氨基酸组成及营养价值 [J]. *现代食品*, 2021(8): 160–162. [NONG Y X, LI Z T, HAO H M, et al. Analysis of amino acid composition and nutritional value of butterfly pea [J]. *Modern Food*, 2021(8): 160–162.]