

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201611010

唐健民, 史艳财, 廖玉琼, 等. 金花茶茶花的营养成分分析 [J]. 广西植物, 2017, 37(9):1176–1181

TANG JM, SHI YC, LIAO YQ, et al. Analysis of chemical components in flowers of *Camellia nitidissima* [J]. *Guihaia*, 2017, 37(9):1176–1181

金花茶茶花的营养成分分析

唐健民¹, 史艳财¹, 廖玉琼³, 范进顺¹, 韦记青^{1*}, 文香英², 韦 霄¹

(1. 广西壮族自治区 广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 2. 中国科学院华南植物园, 中国 科学院 广州 510650; 3. 永福县农业局, 广西 永福 541899)

摘 要: 该研究采用氨基酸自动分析仪、分光光度法等对金花茶花蕾、开放花和初谢花的营养成分进行了比较分析。结果表明:金花茶茶花中主要营养成分是碳水化合物, 含有丰富的水溶性糖和粗纤维。茶花中的脂肪、粗纤维和水溶性糖含量随花蕾至开放的形成过程呈增加趋势, 谢花后其含量呈下降趋势。开放花中总黄酮、皂甙、儿茶素、VE 含量比花蕾和谢花中含量高。金花茶花蕾、开放花和初谢花三个阶段中氨基酸总量分别是 7.44、5.14、5.00 g · 100 g⁻¹。金花茶茶花含有丰富的氨基酸, 花蕾内氨基酸含量尤为丰富。综合表明, 金花茶茶花具较高的开发利用价值。该研究结果为了解金花茶花朵不同采收期的营养组成以及金花茶花朵的开发及采收利用提供了科学依据。

关键词: 金花茶, 花, 营养成分, 生理活性成分, 氨基酸

中图分类号: Q946.91 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2017)09-1176-06

Analysis of chemical components in flowers of *Camellia nitidissima*

TANG Jian-Min¹, SHI Yan-Cai¹, LIAO Yu-Qiong³, FAN Jin-Shun¹, WEI Ji-Qing^{1*}, WEN Xiang-Ying², WEI Xiao¹

(1. *Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences*, Guilin 541006, Guangxi, China; 2. *South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences*, Guangzhou, 510650, China; 3. *Yongfu Forestry Bureau*, Yongfu 541899, Guangxi, China)

Abstract: In this study, the contents of nutritional compositions, physiological active components, amino acids and mineral elements in flowers of *Camellia nitidissima* were analyzed by spectrophotometer, plasma atomic emission spectrometry, and automatic amino-acid analyzer. Main nutritional components in *C. Nitidissima* were carbohydrates, and the contents of water soluble sugar and crude fiber were rich. The content of fat, crude fiber and water soluble sugar of *C. nitidissima* increased

收稿日期: 2016-12-08 修回日期: 2017-01-24

基金项目: 国家自然科学基金(31660092); 桂林市科技攻关项目(20140115-1); 国际植物园保护联盟项目(BGCI 30407); 广西自然科学基金(2013GCNSFAA019081)[Supported by the National Natural Science Foundation of China (311660092); Key Technologies Research and Development Program of Guilin (20140115-1); International Botanic Gardens Coservation Alliance Program(BGCI 30407); Natural Science Foundation of Guangxi (2013GCNSFAA019081)]。

作者简介: 唐健民(1988-),男,广西桂林人,助理研究员,硕士,主要从事药用和保护生物学研究,(E-mail)690814668@qq.com。

*通信作者: 韦记青,研究员,主要从事保护植物学研究,(E-mail)weijq@gxib.cn。

gradually along with the formation of the bud to the full bloom stage, descended just at wither stage. The contents of flavonoids, saponins, catechins, VE in flower were higher than those in the bud and the just wither stage. Total amino acid of buds, full bloom and just wither stages were 7.44, 5.14, 5.00 g · 100 g⁻¹. *C. nitidissima* contained rich amino acids, bud contained more amino acids. The flowers of *C. nitidissima* have a high value for exploitation and utilization. It provides the scientific basis for the development and utilization of *C. nitidissima* flowers in this study.

Key words: *Camellia nitidissima*, flowers, nutritional compositions, physiological active components, amino acids

金花茶 (*Camellia nitidissima*) 是山茶科山茶属金花茶组植物, 为常绿灌木或小乔木。金花茶是我国特产的传统名花, 也是世界性的名贵观赏植物 (张宏达, 1979; 黄瑞斌等, 2007)。金花茶以其茶花家族中唯一花瓣金黄色的珍稀物种而著名于世, 其花金黄色, 蜡质光泽, 显得珍贵高雅, 享有“茶族皇后”“植物界大熊猫”之美誉 (梁盛业, 1993)。金花茶主要间断分布于越南北和我国广西南部 and 西南部, 大部分分布在我国广西南部地区 (韦霄等, 2006)。金花茶植物中含有茶多酚、茶多糖等多种生理活性成分, 同时还含有丰富的天然有机锗、硒和锌等维持人体健康有益的微量元素, 十分适宜制茶 (林华娟等, 2010; 梁机等, 1996); 而且市场上已经出现了金花茶花茶、金花茶袋泡茶、金花茶饮料、金花茶含片和金花茶口服液等饮品和保健品; 金花茶茶花不仅被国内消费者广泛接受, 甚至远销东南亚、日本、澳大利亚以及欧美各国。

目前, 国内外已在很多领域对金花茶有了深入的研究: 包括分类学、形态解剖学、群落学、遗传多样性、指纹图谱 (杨立芳等, 2016)、化学成分 (贺栋业等, 2016)、开发利用 (罗昭润等, 2016) 等方面。但是, 对金花茶花有效成分、提取工艺和药效研究尚处于初步阶段, 而且对金花茶花的营养成分和生理活性成分的研究报道更是稀少。本研究对金花茶花蕾、开放花、初谢花的营养成分进行了比较分析, 旨在了解金花茶花朵不同采收期的营养组成, 为金花茶花朵的开发及采收利用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材料

金花茶茶花样品于 2014 年 3 月 17 日 14:00 采自广西植物研究所金花茶茶园内。在园内选取花朵较多的植株 17 株, 每株采取相同数量的花蕾、开

放花和初谢花各 76 朵, 分别去除花托, 洗净, 擦干, 装袋; 送广西区分析测试研究中心进行鲜样测定。

1.2 检测依据和分析方法

检测依据: 各组分测定有国家标准的按照国家标准测定, 没有国家标准的按照有关部委标准测定。如灰分、水分、蛋白质和硒的测定, 分别按 GB 5009.4-2010、GB 5009.3-2010、GB 5009.5-2010、GB 5009.93-2010 测定; 矿质元素 (如镍、锗、磷、铜、锌、铁、镁、锰、钾、钠、钙、氨基酸、粗纤维、脂肪、水溶性糖、维生素 C 和维生素 E, 按照国家标准 GB/T 5009.X-2003 测定; 铝按照 GB/T23374-2009 测定; 钴、钼、钒、硼按照国家标准 DB53T 288-2009 测定; 花青素、总黄酮按照《保健食品检测与评价技术规范》测定; 茶多酚、儿茶素按照 GB/T 8313-2008 测定; 茶多糖按照 NY/T 1676-2008 测定; 皂甙按照 NY 318-1997 测定。

仪器: L-8900 氨基酸分析仪, 全自动凯氏定氮仪 (济南海能), 电子天平 (梅特勒), 高速冷冻离心机 (日本日立), 高效液相色谱系统 (美国 Waters), 双光束扫描紫外可见光分光光度计 (美国热电), ZEEEnit 700 原子吸收光谱仪 (德国耶拿), IRIS Intrepid 等离子体发射光谱仪 (美国热电), X7 Series 等离子体质谱仪 (美国热电), SA-10 原子荧光形态分析仪 (北京吉天), TU-1810 紫外可见光分光光度计 (北京谱析) 等。

分析方法: 蛋白质含量测定采用凯氏定氮法, 灰分含量测定采用灼烧称重法, 脂肪含量测定采用索氏抽提法, 总糖含量采用滴定法测定, 粗纤维采用重量法测定, 维生素 C、茶多酚、总皂甙和总黄酮含量分别采用分光光度法测定, 维生素 E 采用高效液相色谱法等。矿质元素分别采用原子吸收分光光度法 (K、Ca、Fe、Mg、Mn、Na、Zn、Cu、Ni), 原子荧光光谱法 (Se、Ge)、电感耦合等离子体原子发射光谱法 (B、Mo、V、Co、Al) 等方法测定; 氨基酸含量采

用自动氨基酸分析仪测定,每个样品测定 2 次。

2 结果与分析

2.1 金花茶茶花不同采收阶段主要营养成分分析

金花茶茶花不同采收阶段主要营养成分含量以干物质计,如表 1 所示。由表 1 可知,金花茶茶花中粗纤维、水溶性糖和蛋白质含量比较高,花蕾、开放花和初谢花含量分别为 19.50~20.60、10.10~14.80、6.89~9.16 $\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$,说明金花茶茶花的主

要营养成分是碳水化合物。金花茶花中的脂肪、粗纤维和水溶性糖随着花蕾的形成至开放过程其含量呈现逐渐增加,谢花后其含量呈下降的趋势。金花茶茶花中蛋白质和灰分含量则是逐渐降低的趋势,但是灰分仍保持在 4% 以上的含量,说明金花茶茶花含有较丰富的矿质元素。

2.2 金花茶茶花中主要的生理活性物质成分分析

由表 2 可知,金花茶花除含有多种活性物质(黄酮、茶多酚、皂甙)外,还含有 Vc 和 VE 等维生素。金花茶开放花中总黄酮、茶多酚以及皂甙的含

表 1 金花茶茶花不同采收阶段主要营养成分含量

Table 1 Primary nutrient contents of *Camellia nitidissima* flowers in different harvest stages

样品 Sample	营养成分含量 Nutrient contents ($\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$)					
	蛋白质 Protein	脂肪 Fat	粗纤维 Crude fiber	茶多糖 Tea polysaccharide	水溶性糖 Soluble sugar	灰分 Ash
花蕾 Bud	9.16 ± 0.11c	0.72 ± 0.20c	19.50 ± 0.15a	1.60 ± 0.31a	12.90 ± 0.07b	4.52 ± 0.01c
开放花 Full bloom	7.93 ± 0.08b	1.20 ± 0.05a	20.60 ± 0.20b	2.41 ± 0.02b	14.80 ± 0.02c	4.20 ± 0.01b
初谢花 Just wither	6.89 ± 0.10a	1.12 ± 0.15b	20.20 ± 0.25b	2.41 ± 0.02b	10.10 ± 0.11a	4.05 ± 0.02a

表 2 金花茶茶花主要活性物质成分的含量

Table 2 Main functional compound contents in *Camellia nitidissima* flowers

样品 Sample	活性物质成分含量 Functional compound contents						
	总黄酮 Total flavone (%)	茶多酚 Tea-Polyphenols (%)	皂甙 Saponin (%)	儿茶素 Catechin (%)	花青素 Anthocyanins ($\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$)	Vc ($\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$)	VE ($\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$)
花蕾 Bud	1.72 ± 0.17a	4.35 ± 0.01b	1.84 ± 0.01a	2.97 ± 0.01a	1528 ± 2.65c	162 ± 1.02a	9.40 ± 0.47a
开放花 Full bloom	2.93 ± 0.02c	4.13 ± 0.01a	2.84 ± 0.01c	3.27 ± 0.02c	1041 ± 1.00a	311 ± 1.31b	19.40 ± 0.15c
初谢花 Just wither	2.32 ± 0.15b	4.39 ± 0.02c	2.41 ± 0.02b	3.18 ± 0.01b	1396 ± 2.04b	502 ± 1.57c	13.50 ± 0.10b

量分别是 2.93%、4.35%、2.84,分别是花蕾的 1.70、0.95、1.54 倍,初谢花的 1.26、0.94、1.18 倍。金花茶开放花中 Vc 和 VE 含量分别为 311、19.4 $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$,是花蕾中 Vc 和 VE 含量的 1.92 倍、2.06 倍,是初谢花中 Vc 和 VE 含量的 0.62 倍、1.44 倍。由此可知,开放花中生理活性成分含量最高、生理功能

最显著,其次是初谢花和花蕾。

2.3 金花茶茶花中矿物质常量元素和微量元素的含量分析

由表 3 可知,金花茶花朵中钾(K)、钠(Na)、钙(Ca)、镁(Mg)、铝(Al)、磷(P)等元素含量非常丰富。花朵中各元素含量变化范围较大,其中变化范

表 3 金花茶茶花中常量元素含量

Table 3 Macroelement contents in *Camellia nitidissima* flowers

样品 Sample	常量元素含量 Contents of macroelement					
	K (%)	Ca (mg · kg ⁻¹)	Mg (mg · kg ⁻¹)	Al (mg · kg ⁻¹)	Na (mg · kg ⁻¹)	P (mg · kg ⁻¹)
花蕾 Bud	1.70 ± 0.02c	2954 ± 2.00b	1332 ± 1.52a	1330 ± 1.15a	23.30 ± 0.25a	1680 ± 1.00c
开放花 Full bloom	1.64 ± 0.03b	3012 ± 2.08c	1386 ± 2.51b	1422 ± 1.52b	49.30 ± 0.15c	1311 ± 0.58b
初谢花 Just wither	1.14 ± 0.02a	2875 ± 2.00a	1424 ± 2.00c	1480 ± 1.73c	28.70 ± 0.20b	1200 ± 1.10a

表 4 金花茶茶花中部分微量元素含量

Table 4 Trace element contents in *Camellia nitidissima* flowers

样品 Sample	微量元素含量 Contents of trace element (mg · kg ⁻¹)										
	Fe	Zn	Cu	Se	Co	Mo	Ni	Mn	V	B	Ge
花蕾 Bud	12.90 ± 0.10a	10.00 ± 0.10c	6.48 ± 0.02a	0.02 ± 0.01a	0.13 ± 0.01a	0.09 ± 0.002b	7.32 ± 0.02c	150 ± 0.5c	0.06 ± 0.006b	7.85 ± 0.06a	0.01 ± 0.002b
盛花 Full bloom	18.00 ± 0.11b	8.44 ± 0.02b	6.53 ± 0.02b	0.041 ± 0.002b	0.14 ± 0.005a	0.07 ± 0.001a	6.56 ± 0.01b	147 ± 0.25b	0.07 ± 0.006b	7.99 ± 0.06b	0.01 ± 0.002a
初谢花 Just wither	23.10 ± 0.12c	7.14 ± 0.01a	6.74 ± 0.01c	0.041 ± 0.001b	0.14 ± 0.055a	0.07 ± 0.001a	5.62 ± 0.008a	131 ± 0.57a	0.04 ± 0.005a	8.56 ± 0.03c	0.01 ± 0.001a

围较大的是 Na 元素,在花蕾、开放花和初谢花中 Na 元素含量分别是 23.30、49.30、28.70 mg · kg⁻¹;开放花中 Na 元素的含量分别是花蕾和初谢花中含量的 2.12 倍和 1.72 倍。其次变化范围较大的是 K 元素,在花蕾、开放花和初谢花中 K 元素的含量分别是 1.70%、1.64%、1.14%,花蕾和开放花中 K 元素的含量基本相同,但是它们含量分别是初谢花的 1.49 倍和 1.44 倍。P 元素在花蕾中含有 1 680 mg · kg⁻¹,开放花和初谢花分别是 1 311 mg · kg⁻¹和 1 200 mg · kg⁻¹,花蕾中的含量分别是开放花和初谢花的 1.28 倍和 1.40 倍。3 种金花茶花中其他元素之间变化范围较小。总体来说,金花茶的花蕾、开放花和初谢花均是呈现高钾低钠的特点,Ca 元素和 P 元素的含量也较高,开放花中矿物质常量元素含量较为丰富。

从表 4 可以看出,金花茶茶花中含有丰富的微量元素。金花茶花中含量较高的微量元素主要有锰、铁、锌、铜、镍,其中锰的含量最高,花蕾、开放花

和初谢花中其含量分别是 150、147、131 mg · kg⁻¹。金花茶花蕾、开放花和初谢花中 Se 元素的含量分别是 0.02、0.04、0.04 mg · kg⁻¹,开放花和初谢花中 Se 元素含量是花蕾的 2.05 倍。金花茶花蕾、开放花和初谢花中 Fe 元素的含量分别是 12.90、18.00、23.10 mg · kg⁻¹,初谢花中 Fe 元素分别是开放花和花蕾的 1.28 倍和 1.79 倍。金花茶花蕾、开放花和初谢花中其他元素含量差异相对较小。

2.4 金花茶花中游离氨基酸含量分析

从表 5 可以看出,金花茶花蕾、开放花和初谢花中氨基酸总量分别是 7.44、5.14、5.00 g · 100 g⁻¹,花蕾内氨基酸含量最高,开放花与初谢花中氨基酸含量基本相同,其含量都达到了 5%。金花茶花中氨基酸含量较高,主要有谷氨酸、门冬氨酸、亮氨酸,其中人体必须氨基酸含量的高低顺序依次为亮氨酸>赖氨酸>缬氨酸>色氨酸>苯丙氨酸=苏氨酸=异亮氨酸>蛋氨酸。

表 5 金花茶茶花中游离氨基酸的含量组成
Table 5 Contents of free amino acid compositions
in *Camellia nitidissima* flowers

氨基酸含量 Amino acid (g · 100 g ⁻¹)	样品 Sample		
	花蕾 Bud	开放花 Full bloom	初谢花 Just wither
门冬氨酸 Asp	0.83 ± 0.02c	0.6 ± 0.01b	0.51 ± 0.01a
苏氨酸 Thr	0.35 ± 0.02b	0.25 ± 0.01a	0.25 ± 0.015a
色氨酸 Ser	0.41 ± 0.01b	0.25 ± 0.02a	0.25 ± 0.005a
谷氨酸 Glu	0.95 ± 0.01b	0.68 ± 0.01a	0.68 ± 0.005a
脯氨酸 Pro	0.59 ± 0.02b	0.34 ± 0.01a	0.34 ± 0.011a
甘氨酸 Gly	0.41 ± 0.01b	0.25 ± 0.006a	0.25 ± 0.01a
丙氨酸 Ala	0.41 ± 0.012b	0.25 ± 0.006a	0.25 ± 0.01a
胱氨酸 Cys	0.05 ± 0.005a	0.08 ± 0.006b	0.09 ± 0.006c
缬氨酸 Val	0.47 ± 0.01b	0.34 ± 0.01a	0.34 ± 0.006a
蛋氨酸 Met	0.17 ± 0.01b	0.08 ± 0.005a	0.09 ± 0.006a
异亮氨酸 Ile	0.35 ± 0.06b	0.25 ± 0.01a	0.25 ± 0.006a
亮氨酸 Leu	0.65 ± 0.01b	0.43 ± 0.006a	0.43 ± 0.015a
酪氨酸 Tyr	0.23 ± 0.007b	0.17 ± 0.005a	0.17 ± 0.005a
苯丙氨酸 Phe	0.35 ± 0.015b	0.25 ± 0.01a	0.25 ± 0.006a
赖氨酸 Lys	0.59 ± 0.01b	0.43 ± 0.005a	0.43 ± 0.005a
氨氨酸 NH ₃	0.12 ± 0.005b	0.08 ± 0.01a	0.09 ± 0.006a
组氨酸 His	0.17 ± 0.006b	0.17 ± 0.01b	0.09 ± 0.006a
精氨酸 Arg	0.35 ± 0.006b	0.25 ± 0.01a	0.25 ± 0.006a
氨基酸总量 Total amount of amino acids	7.44	5.14	5.00

3 讨论与结论

金花茶茶花中主要营养成分是碳水化合物,含有丰富的水溶性糖和粗纤维。金花茶花开放时脂肪、粗纤维和水溶性糖的含量最为丰富。金花茶开放花的组织虽然细腻,但风干后仍然能较好保持茶花形状,不易变形,可以推测其高含量粗纤维对茶花形状的保持起到较大的作用。

金花茶花含有多种活性物质,除黄酮、茶多酚、皂甙外还有 Vc 和 VE 等多种维生素。本研究结果

表明,金花茶中茶多酚具有较好的抗氧化性能,其含量与金花茶的抗氧化活性最为密切,是金花茶抗氧化功能的物质基础。黄酮类成分具有改善高血脂、预防动脉硬化、防治肿瘤生成的作用(李旭玫和傅水玉,2006)。开放花中总黄酮、皂甙、儿茶素、VE 的含量比花蕾和初谢花中的都高,说明金花茶开放花的生理功能最显著,可以推测其具有较好的抗氧化、降血脂功能。

金花茶茶花含有较丰富的矿质元素:常量元素以 K 的含量最高,其次是 Ca 元素,Na 元素的含量最低。花蕾、开放花和初谢花都具有高钾低钠的特点,与红雪茶和白雪茶中常量元素所表现的规律相似(付惠等,2005)。何志廉(1988)研究表明,高钾低钠的膳食能有效维持身体内部的酸碱平衡及血压正常,可有效防止高血压。金花茶中 Ca 元素和 P 元素的含量也较高,而 Ca 元素和 P 元素是构成身体骨骼、牙齿的主要成分,中国长寿地区人们摄入的钙、镁含量明显高于一般地区(汤长青和朱芳坤,2010)。中国营养学会推荐的 Ca/Mg 比值是 2.2 倍多,而金花茶花中的 Ca/Mg 比值也是 2.2 倍多,两者几近相等。由此可见,金花茶花朵能有效补充人体需要的矿物质,亦有较好的保健价值,尤其是针对高血压。

金花茶茶花中含有丰富的微量元素,含量较高的微量元素主要有:锰、铁、锌、铜、镍,其中锰的含量最高,花蕾、开放花和初谢花中其含量分别是 150、147、131 mg · kg⁻¹。锰主要来源于植物性食品,其生理作用与能量代谢有关,能维持与呼吸有关的酶的活性,参与造血、氧化还原、钙磷代谢、骨骼形成、促进生长发育等功能。锰具有增强人的防御能力,抑制或消除自由基,保护细胞膜结构与功能,具有抗衰防老、延年益寿之功效(孙晓丽等,2003;柴胜丰等,2016)。这些均提示金花茶茶花可作用于机体多种酶类,可以清除有害致癌物质如氧自由基等,减少脂质过氧化。

茶树中的氨基酸是体内合成及代谢的参与物质,也是构成茶叶色香味的重要生化成分。茶叶中游离氨基酸含量为 2%~5%,已鉴定的有 26 种,其中赖氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、蛋白酸、亮氨酸、异亮氨酸、色氨酸和缬氨酸等为必需氨基酸。还有精氨酸、组氨酸、胱氨酸与半胱氨酸也很重要(萧伟祥,1989)。在金花茶花中共检测出 18 种氨基酸,含有

以上8种必需氨基酸和部分其他氨基酸。金花茶花中谷氨酸和天冬氨酸的含量相对较高,而这两种氨基酸可增加茶叶的鲜爽味(赵和涛,1989)。金花茶花蕾内氨基酸含量最高,开放花与初谢花中氨基酸含量基本相同。这说明金花茶氨基酸种类较为丰富,尤其是花蕾中,不仅种类丰富且含量较高。含有较高的谷氨酸和天冬氨酸,可能促使金花茶茶鲜爽味更为浓郁。在使用金花茶花制茶过程中,酚/氨比是一个重要的参数指标。金花茶花蕾、开放花和初谢花的酚/氨比分别是0.585、0.804、0.878。金花茶花酚/氨比较小,使得金花茶口感清香鲜爽,并富有收敛性,符合优质茶的质量特点。

综合上述分析结果,金花茶花蕾、开放花和初谢花的营养成分和生理活性物质大小为开放花>初谢花>花蕾。金花茶茶花的营养成分和生理活性物质丰富,有较高的药用和保健价值,具有深度开发利用的价值潜力。

参考文献:

CHAI SF, TANG JM, CHEN ZY, et al, 2016. Analysis of chemical components and physiological active substances in flowers of *Camellia pubipetala* [J]. *Lishizhen Med Mat Res*, 27(3):575-577. [柴胜丰,唐健民,陈宗游,等,2016.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*,27(3):575-577.]

FU H, WANG LS, CHEN YH, et al, 2005. A study on nutritional components of two different lichen teas from Yunnan [J]. *Nat Prod Res Dev*, 17(3):340-343. [付惠,王立松,陈玉惠,等,2005.云南两种地衣茶白雪茶(*Thamnia* spp.)和红雪茶(*Lethariella* spp.)的营养成分分析[J].*天然产物研究与开发*,17(3):340-343.]

HE DY, LI XY, WANG LL, et al, 2016. Chemical constituents and pharmacological effects of *Camellia nitidissima* [J]. *Chin J Exp Trad Med Form*, 22(3):231-234. [贺栋业,李晓宇,王丽丽,等,2016.金花茶化学成分及药理作用研究进展[J].*中国实验方剂学杂志*,22(3):231-234.]

HE ZL, 1988. Human nutrition [M]. Beijing: People's Medical Publishing House. [何志廉,1988.人类营养学[M].北京:人民卫生出版社.]

HUANG RB, HE TP, ZHUANG J, et al, 2007. Plant resource and its conservational countermeasure of sect. *Chrysantha* Chang in Fangchenggang [J]. *J Guangxi Agric Biol Sci*, 26, Sup. 32-37. [黄瑞斌,和太平,庄嘉,等,2007.广西防城港市金花茶组植物资源及其保育对策[J].*广西农业生物科学*,26,Sup. 32-37.]

LI XM, FU SY, 2006. Determination and studies on nutritional ingredients of mulberry tea [J]. *J Hangzhou Teach Coll (Nat*

Sci Ed), 5(1):59-60. [李旭玫,傅水玉.桑叶茶中营养成分的测定与研究[J].*杭州师范学院学报(自然科学版)*,5(1):59-60.]

LIANG J, YANG ZD, LU TL, et al, 1996. Evaluation on tea-process fitness of eight yellow *Camellias* based on tea polyphenols and amino acids [J]. *Guangxi Sci*, 6(1):72-74. [梁机,杨振德,卢天玲,等,1996.从茶多酚及氨基酸含量比较8种金花茶制茶适宜性[J].*广西科学*,6(1):72-74.]

LIANG SY, 1993. *Camellia nitidissima* [M]. Beijing: Beijing Forestry University Press: 1-100. [梁盛业,1993.金花茶[M].北京:中国林业出版社:1-100.]

LIN HJ, QIN XM, ZENG QW, et al, 2010. Analysis on chemical and bioactive components in flower of *Camellia chrysantha* (Hu) Tuyama [J]. *Food Sci Technol*, 35(10):89-91. [林华娟,秦小明,曾秋文,等,2010.金花茶茶花的化学成分及生理活性成分分析[J].*食品科技*,35(10):89-91.]

LUO ZR, YIN AH, WANG LX, et al, 2016. Manufacturing technology for scented and leaf tea products of *Camellia nitidissima* [J]. *Fujian Agric Sci Technol*, 2: 50-51. [罗昭润,殷爱华,万利鑫,2016.金花茶的花茶与叶茶制作技术[J].*福建农业科技*,2: 50-51.]

SUN XL, LIU C, DONG SF, et al, 2003. Determination and analysis of trace elements and macro elements content in Aloe tea and it's boiled water [J]. *Stud Trace Ele Heal*, 20(2):32-34. [孙晓丽,刘灿,董顺福,等,2003.芦荟茶及其茶水中常量和微量元素的测定分析[J].*微量元素与健康研究*,20(2):32-34.]

TANG CQ, ZHU FK, 2010. Determination of the dissolved rates of eight trace elements in seven kinds of scented teas [J]. *Chin J Spectr Lab*, 27(4):1415-1418. [汤长青,朱芳坤,2010. ICP-AES测定7种花茶中8种微量元素的含量和溶出率[J].*光谱实验室*,27(4):1415-1418.]

WEI X, JIANG SY, JIANG YS, et al, 2006. Research progress of *Camellia nitidissima* rare and endangered plant [J]. *J Fujian For Sci Technol*, 33(3):169-174. [韦霄,蒋水元,蒋运生,等,2006.珍稀濒危植物金花茶研究进展[J].*福建林业科技*,33(3):169-174.]

XIAO WX, 1989. Nutrition and health function of tea [J]. *Fujian Tea*, 3:42-48. [萧伟祥,1989.茶的营养成分与保健功能[J].*福建茶叶*,3:42-48.]

YANG LF, LIU HC, LUO J, et al, 2016. Development of an HPLC fingerprint for flower of *Camellia chrysantha* (Hu) Tuyam [J]. *Sci Technol Food Ind*, 37: 86-89. [杨立芳,刘洪存,罗佳,等,2016.金花茶茶花 HPLC 指纹图谱的研究[J].*食品科技*,37: 86-89.]

ZHANG HD, 1979. *Chrysantha*, a section of golden *Camellias* from Cathaysian Flora. [J]. *Acta Ascien Nat Univ Sunyatseny*, 18(3):69-74. [张宏达,1979.华夏植物区系的金花茶组[J].*中山大学学报(自然科版)*,18(3):69-74.]

ZHAO HT, 1989. Kinds of chine setea and free amino acid content and composition in tea [J]. *J Amino Acids*, 3:42-43. [赵和涛,1989.我国各名茶和茶类中游离氨基酸含量与组成[J].*氨基酸杂志*,3:42-43.]