

茶花‘春节’不同生长阶段的叶片主要化学成分分析

吴 垠¹,董青云²,李秉玲²,张亚利^{1*}

¹上海市农业科学院 林木果树研究所,上海 201403;²北京林业大学 园林学院,北京 100083

摘要:探究了观赏茶花‘春节’(Camellia ‘Spring Festival’)不同生长阶段叶片的主要营养成分变化及其应用价值。对茶花‘春节’叶芽、嫩叶及成熟叶的5种主要营养成分、8种活性成分以及9种矿质元素进行了检测分析。结果显示:除叶芽中的粗蛋白含量显著高于嫩叶和成熟叶片外,灰分、粗纤维、脂肪和总糖4个指标含量均为成熟叶的含量最高。叶芽和嫩叶在茶多酚、茶氨酸和茶多糖的含量方面均显著高于成熟叶,嫩叶的茶多酚含量最高,达到 151.42 ± 20.95 mg/g,叶芽的茶多糖和茶氨酸含量分别为 21.01 ± 2.36 mg/g和 151.33 ± 24.70 μ g/g;此外,不同生长阶段的叶咖啡碱含量均低于1%。叶芽和嫩叶的K含量极显著高于成熟叶片,但其Na含量则极显著低于成熟叶的Na含量;不同生长阶段的叶Fe和Se的含量均高于已报道茶叶的含量。从‘春节’的主要营养成分、活性成分及主要矿质元素的含量来看,该材料在食品开发、茶叶育种改良等方面有重要的开发潜力和意义。

关键词:茶花‘春节’;营养成分;活性成分;矿质元素

中图分类号:S685.14

文献标识码:A

文章编号:1001-6880(2024)Suppl-0070-06

DOI:10.16333/j.1001-6880.2024.S.009

Analysis of main chemical components in leaves of *Camellia* ‘Spring Festival’ at different growth stages

WU Yin¹, DONG Qing-yun², LI Bing-ling², ZHANG Ya-li^{1*}

¹Forestry & Fruit Tree Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China;

²College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: Nutrient content of leaves at different growth stages of *Camellia* ‘Spring Festival’ were studied so as to evaluate the cultivar’s application value. Five nutritional compositions, eight active ingredients and nine mineral elements of leaf buds, tender leaves, and mature leaves were detected and compared. Results indicated that the content of crude protein in leaf buds were significantly higher than that in tender leaves and mature leaves, while the contents of ash, crude fiber, fat and total sugar in mature leaves were significantly the highest among the three growth stages. The content of tea polyphenols, theanine and tea polysaccharides in leaf buds and tender leaves were significantly higher than that in mature leaves. The content of tea polyphenol in tender leaves was the highest which reached to 151.42 ± 20.95 mg/g. Content of theanine and tea polysaccharides in leaf buds were 21.01 ± 2.36 mg/g and 151.33 ± 24.70 μ g/g, respectively. The caffeine content at three different growth stages were all less than 1%. *Camellia* ‘Spring Festival’ is a plant with high kalium content and low sodium content. The kalium content in leaf buds and tender leaves were significantly higher than that in mature leaves, on the contrary, the sodium content was significantly lower than that in mature leaves. The content of iron and selenium at different growth stages were higher than that in reported tea leaves. From the content of the main nutrients and active ingredients of *Camellia* ‘Spring Festival’, as well as the main mineral elements, *Camellia* Spring Festival’ has important development potential in food development, tea breeding and other fields.

Key words: *Camellia* ‘Spring Festival’; nutritional compositions; active ingredients; mineral elements

山茶属(*Camellia* L.)植物叶、果和花都与我们
的生活密不可分,成为从古至今具有重要研究和开

发利用价值的植物之一,其中“神农尝百草”的传说
中最早记载了有关茶的利用^[1],至春秋战国,茶叶
逐渐从药用发展为日常食用^[2]。山茶属植物叶片
成分及加工的研究主要集中在茶组(*Sect Thea*),茶

叶含有丰富的营养成分和极高的保健价值,其中咖啡碱、茶多酚、黄酮类、氨基酸、多糖等对人体健康有着显著的影响^[3]。随着山茶属植物的功能开发研究日渐深入,除茶组的植物之外,金花茶组等具有观赏价值的山茶属植物在花及叶片功能开发方面的研究应用也日渐增多。在金花茶组中,Liang 等^[4]测定了 8 种金花茶组植物的叶茶多酚和游离氨基酸含量,认为毛瓣金花茶(*C. pubipetalata*)、显脉金花茶(*C. euphlebia*)和中东金花茶(*C. petelotii*)茶叶适制性良好;凹脉金花茶(*C. impressinervis*)叶片中茶多酚、总多糖、总氨基酸等营养成分含量相对较高,具有潜在的研究与开发价值^[5];簇蕊金花茶(*C. fascicularis*)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^[6];金花茶和显脉金花茶叶中均含丰富蛋白质、人体必需的氨基酸和微量元素,对人体有一定的营养和滋补价值^[7]。在连蕊茶组中,有研究认为连蕊茶组部分野生资源在茶多酚等营养成分方面具有一定的开发应用潜力^[8]。此外,长管红山茶(*C. longituba*)的叶化学成分及其 UT-B 抑制剂的筛选^[9]、红皮糙果茶(*C. crapnelliana*)的枝和叶片化学成分及其 PTP1B 抑制活性测试^[10]等研究也在展开。

观赏茶花‘春节’由美国加利福尼亚州 Toichi

Domoto 先生培育,为尖连蕊茶(*C. cuspidata*)的实生苗,1970 年首次开花,该品种曾获英国皇家园艺协会 Award of Garden Merit(“花园价值奖”),至今仍在国内外生产和应用,表现出很好的观赏价值和环境适应性。鉴于系统发育上连蕊茶组与茶组较为接近^[11],本研究以‘春节’作为研究材料,分析其不同生长阶段的叶片主要营养成分,探索其叶片的开发利用价值,促进观赏、食用、饮用等功能型茶花的创新发展。

1 材料与方法

1.1 材料

实验材料于 2023 年 3 月采自上海市农业科学院山茶属种质资源圃。选取‘春节’10 年左右的扦插苗,采集叶芽(LB)、嫩叶(TL)、成熟叶(ML)三个生长阶段的材料(见图 1),每种材料重复取样 3 次,每个重复 200 g。

需新鲜样品测定的指标在采集样品后,清除样品表面的杂质,直接进行测定;需干燥样品测定的指标将鲜样放入 105 °C 的烘箱中杀青 15 ~ 20 min,随后放入 70 ~ 80 °C 烘箱中 24 h 烘至足干,按照国家标准 GB/T 8303-2013 将样本磨碎放置于干燥器中待测。



图 1 3 种不同生长阶段的实验材料

Fig. 1 3 Experimental materials from three different developmental stages

1.2 指标测定

试验共检测粗纤维、粗蛋白质、总糖、脂肪和灰分 5 种营养成分指标,总黄酮、茶多酚、总皂苷、儿茶素、咖啡碱、维生素 C、茶多糖和茶氨酸 8 种活性成分,钾、钙、铁、镁、磷、钠、锌、铜及硒 9 种矿质元素。其中,含水量、茶氨酸、维生素 C 采用新鲜叶片测定,其他指标均为干燥叶片测定。

粗纤维含量测定参照 GB/T 6434-2006 饲料中

粗纤维的含量测定过滤法;粗蛋白含量测定参照 GB/T 5009.5-2016 食品中蛋白质含量检测;植物灰分测定参照 GB 5009.4-2016 食品中灰分的测定;粗脂肪含量测定参照 GB 5009.6-2016 食品中脂肪的测定;含水量测定参照 GB 5009.3-2016 食品中水分的测定;总皂苷、茶多糖、总糖含量测定采用试剂盒法(南京集测生物科技有限公司,总皂苷含量测定试剂盒货号 JC2201-M、茶多糖含量测定试剂盒货号

JC0410-M、总糖含量试剂盒货号 JC0409-M);茶多酚含量测定参照 GB/T 8313-2018 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法;咖啡碱含量测定参照 GB/T 8312-2013 茶咖啡碱测定;维生素 C 含量采用滴定法测定^[12];总黄酮含量测定参照 NY/T 1295-2007 荞麦及其制品中总黄酮含量的测定;儿茶素总量采用盐酸-香草醛比色法测定^[13];茶氨酸含量检测采用高效液相色谱法;矿物质元素测定参照 GB 5009.268-2016 食品中多元素的测定采用 ICP-AES/OES/MS 测定。

1.3 数据统计分析

采用 SPSS 18.0 统计软件,试验数据采用单因素方差分析 LSD(方差齐)进行统计学处理,实验数据以平均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,Duncan 氏字母标记法对差异显著性进行标记, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 不同生长阶段叶片的常规营养成分含量分析

对 3 种不同生长阶段的叶常规营养成分进行测定的结果见表 1。总体来看,成熟叶在灰分含量等 5 个指标上均与叶芽或嫩叶存在显著差异。除了粗蛋

白在 $P < 0.01$ 水平低于叶芽和嫩叶中的含量外,其他 4 个指标都呈现成熟叶高于叶芽和嫩叶的趋势。嫩叶与叶芽相比,除了叶芽的总糖含量在 $P < 0.05$ 水平上显著高于嫩叶之外,嫩叶和叶芽在其他 4 个指标的含量方面没有显著差异。

从表 1 可见,茶花‘春节’叶芽、嫩叶和成熟叶的灰分含量分别为 4.77%、4.41% 和 6.74%,以成熟叶片最高,叶芽和嫩叶之间差异不显著。茶花‘春节’成熟叶的粗纤维含量为 15.67%,叶芽和嫩叶的粗纤维含量则较为接近,分别为 10.25% 和 9.43%。在脂肪含量方面,3 个供试材料的脂肪含量在 6.10% ~ 7.93% 之间,以成熟叶的含量最高。总糖含量在叶芽、嫩叶和成熟叶片之间均存在显著差异,随着叶芽的生长发育,总糖含量呈现先降低再升高的特征,其中以成熟叶的总糖含量最高,达到 302.17 ± 12.20 mg/g,嫩叶的总糖含量最低,为 158.14 ± 9.61 mg/g。粗蛋白含量随着叶片的生长,呈现下降的趋势,叶芽和嫩叶的粗蛋白含量分别为 190.71 ± 17.31 mg/g 和 188.99 ± 18.10 mg/g,显著高于成熟叶的粗蛋白含量。

表 1 茶花‘春节’不同生长阶段叶片的常规营养成分含量

Table 1 Primary nutrient contents of *Camellia* ‘Spring Festival’ leaves in different developmental stages

样品 Sample	灰分含量 Ash content (%)	粗纤维 Crude fiber (%)	脂肪含量 Fat content (%)	总糖含量 Total sugar (mg/g)	粗蛋白 Crude protein (mg/g)
LB	4.77 ± 0.40^{bB}	10.25 ± 0.13^{bB}	6.10 ± 0.56^{bA}	208.91 ± 26.80^{bB}	190.71 ± 17.31^{aA}
TL	4.41 ± 0.12^{bB}	9.43 ± 0.31^{bB}	6.08 ± 0.22^{bA}	158.14 ± 9.61^{cB}	188.99 ± 18.10^{aA}
ML	6.74 ± 0.53^{aA}	15.67 ± 1.40^{aA}	7.93 ± 1.08^{aA}	302.17 ± 12.20^{aA}	99.21 ± 8.80^{bB}

注:不同字母表示差异显著(小写字母, $P < 0.05$;大写字母, $P < 0.01$),下同。

Note: Different letters mean significant differences (lowercase letters, $P < 0.05$; uppercase letters, $P < 0.01$), the same below.

2.2 不同生长阶段叶片的主要活性成分分析

从 3 个不同生长阶段的供试材料检测结果(见表 2)来看,茶多酚含量则在叶芽发育为嫩叶时含量达到最高后,随着叶逐渐成熟而降低;而茶氨酸和茶多糖的含量是逐渐降低的;总黄酮、儿茶素、总皂苷、咖啡碱、维生素 C 的含量则随着叶片发育,含量逐渐增高。

由表 2 可知,茶花‘春节’嫩叶中的茶多酚含量最高,达到 151.42 ± 20.95 mg/g,比成熟叶的 43.09 ± 10.47 mg/g 高出近 4 倍;而总黄酮含量变化趋势则恰恰相反,成熟叶片的总黄酮含量为 30.18 ± 9.17 mg/g,显著高于叶芽的总黄酮含量,叶芽和嫩叶、嫩叶和成熟叶之间则无显著差异。叶芽、嫩叶和

成熟叶的儿茶素含量分别为 9.47 ± 0.29 、 11.41 ± 0.12 和 13.90 ± 0.68 mg/g,三者存在极显著差异,以成熟叶的含量最高。茶多糖的含量在叶芽和嫩叶之间没有显著差异,但极显著高于成熟叶的含量;‘春节’的茶氨酸含量以叶芽含量最高,达到 151.33 ± 24.70 μ g/g,达到成熟叶的 2 倍左右,嫩叶的茶氨酸含量与叶芽无显著差异,但均极显著的高于成熟叶茶氨酸含量。总皂苷、咖啡碱和维生素 C 的含量随着叶芽的生长发育,其含量均逐渐增加。其中,叶芽和嫩叶的总皂苷含量极显著的低于成熟叶的 71.69 ± 0.57 mg/g。叶维生素 C 含量在 $0.44 \sim 0.85$ mg/g,其中成熟叶的含量最高,叶芽次之,嫩叶含量最低。在咖啡碱含量方面,3 个生

长阶段的咖啡碱含量分别为 0.49%、0.46% 和 0.85%，成熟叶的咖啡碱则显著高于叶芽和嫩叶，而嫩叶和叶芽的含量无显著差异，均呈现较低的咖啡碱含量。

茶多酚、茶氨酸、茶多糖等是茶中极为重要的化

学成分，也是评价茶叶品质的重要指标。综合来看，叶芽和嫩叶在茶多酚和茶氨酸、茶多糖的含量方面均显著高于成熟叶，且咖啡碱含量显著低于成熟叶片，在茶叶种质创新及饮品开发等方面具有研究和应用价值。

表 2 茶花‘春节’不同生长阶段叶片的主要活性成分含量

Table 2 Content of main active compound from *Camellia* ‘Spring Festival’ leaves in different growth stages

样品 Sample	茶多酚 Tea polyphenol (mg/g)	总黄酮 General flavone (mg/g)	儿茶素 Catechin (mg/g)	茶多糖 Tea polysaccharide (mg/g)	茶氨酸 Theanine (μ g/g)	总皂苷 Total saponins (mg/g)	咖啡碱 Caffeine (%)	维生素 C Vitamin C (mg/g)
LB	111.79 \pm 16.66 ^{ba}	14.78 \pm 2.63 ^{ba}	9.47 \pm 0.29 ^c	21.01 \pm 2.36 ^{aA}	151.33 \pm 24.70 ^{aA}	48.80 \pm 2.85 ^{bb}	0.49 \pm 0.02 ^{ba}	0.68 \pm 0.06 ^{bb}
	151.42 \pm 20.95 ^{aA}	24.05 \pm 1.68 ^{abA}	11.41 \pm 0.12 ^{bb}	19.17 \pm 0.60 ^{abAB}	137.46 \pm 10.89 ^{aA}	48.12 \pm 1.64 ^{bb}	0.46 \pm 0.04 ^{ba}	0.44 \pm 0.03 ^c
TL	43.09 \pm 10.47 ^{cb}	30.18 \pm 9.17 ^{aA}	13.90 \pm 0.68 ^{aA}	15.00 \pm 1.92 ^{bb}	75.12 \pm 17.01 ^{bb}	71.69 \pm 0.57 ^{aA}	0.78 \pm 0.17 ^{aA}	0.85 \pm 0.05 ^{aA}

2.3 不同生长阶段主要矿质元素分析

从茶 (*C. sisensis*) 的矿质元素来看，P 含量在 2 ~ 10 g/kg、K 含量 16 ~ 30 g/kg、Ca 含量 1.4 ~ 5.7 g/kg、Mg 含量 1.2 ~ 3.0 g/kg、Na 含量 0.5 ~ 2 g/kg、Fe 含量 70 ~ 140 mg/kg、Zn 含量 10 ~ 65 mg/kg、Cu 含量 8 ~ 30 mg/kg、Se 含量 0.14 mg/kg^[15]。本研究中的结果显示，茶花‘春节’的 P、K、Ca、Na 和 Mg 含量接近或低于茶叶的含量；Zn 和 Cu 在茶叶的阈值之间；Fe 和 Se 的含量均明显高于茶叶的含量。

由表 3 可知，茶花‘春节’叶芽和嫩叶的 P 含量分别达到了 3 848.71 mg/kg 和 3 357.53 mg/kg，且无显著性差异，但与成熟叶的 1 069.88 \pm 194.20

mg/kg 存在极显著差异。在 Ca 的含量方面，以成熟叶的含量最高，达到 1 716.77 \pm 138.15 mg/kg，其次为叶芽，达到 1 115.67 \pm 56.94 mg/kg，而嫩叶 Ca 的含量最低，为 549.67 \pm 79.91 mg/kg，且两两之间均存在极显著差异。从茶花‘春节’的 K 和 Na 含量来看，茶花‘春节’属于高 K 低 Na 植物，叶芽和嫩芽的 K 含量极显著高于成熟叶，但他们 Na 含量分别为 11.84 \pm 1.13 mg/kg 和 37.15 \pm 8.94 mg/kg，则极显著低于成熟叶 Na 含量的 282.21 \pm 3.71 mg/kg。Mg 含量则与 K 含量的趋势一致，以成熟叶的含量最高，叶芽和嫩叶的含量无显著差异。

表 3 茶花‘春节’不同生长阶段叶片的部分矿质元素含量

Table 3 Element content of *Camellia* ‘Spring Festival’ leaves in different growth stages

样品 Sample	P (mg/kg)	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Se (mg/kg)
LB	3848.71 \pm 711.90 ^{aA}	1115.67 \pm 56.94 ^{bb}	1138.70 \pm 57.66 ^{aA}	11.84 \pm 1.13 ^c	228.48 \pm 11.46 ^{bb}	178.12 \pm 15.28 ^{ba}	44.60 \pm 6.34 ^{aA}	11.60 \pm 1.11 ^{aA}	1.70 \pm 0.05 ^{bb}
	3357.53 \pm 571.43 ^{aA}	549.67 \pm 79.91 ^c	1285.82 \pm 73.49 ^{aA}	37.15 \pm 8.94 ^{bb}	253.32 \pm 15.48 ^{bb}	238.10 \pm 38.48 ^{abA}	46.98 \pm 2.23 ^{aA}	11.64 \pm 0.85 ^{aA}	0.98 \pm 0.20 ^c
TL	1069.88 \pm 194.20 ^{bb}	1716.77 \pm 138.15 ^{aA}	541.25 \pm 52.59 ^{bb}	282.21 \pm 3.71 ^{aA}	373.16 \pm 58.98 ^{aA}	291.68 \pm 63.55 ^{aA}	22.50 \pm 2.09 ^{bb}	4.77 \pm 0.63 ^{bb}	2.70 \pm 0.22 ^{aA}

Zn、Cu、Fe 和 Se 作为人体重要的微量元素，也是评价和开发茶花功能的主要指标。由表 3 可知，茶花‘春节’的 Fe 含量在 173.12 ~ 291.68 mg/kg，其中成熟叶的含量达到 291.68 \pm 63.55 mg/kg。茶花‘春节’的 Zn、Cu 含量随着叶片的不断发育成熟

而下降，叶芽和嫩叶的 Zn 含量分别为 44.60 \pm 6.34 mg/kg 和 46.98 \pm 2.23 mg/kg，Cu 含量则分别达到 11.60 \pm 1.11 mg/kg 和 11.64 \pm 0.85 mg/kg，均在 $P < 0.01$ 水平上极显著高于成熟叶的含量。Se 含量在叶的生长发育过程中呈现先降低后升高的趋势，

以成熟叶的含量最高,达到 2.70 ± 0.22 mg/kg。

3 讨论与结论

山茶属植物从花、叶到果实等各器官都具有丰富的观赏、茶饮、油用等价值,在“大食物观”的发展背景下,观赏茶花的多功能开发也在不断的拓展。在常规营养成分方面,除了粗蛋白的含量在叶芽和嫩叶中含量显著高于成熟叶片外,灰分、粗纤维、脂肪和总糖 4 个指标均呈现成熟叶含量较高的趋势。根据我国一般茶叶标准中的红茶、白茶、花茶、乌龙茶等均要求总灰分标准不高于 6.5%^[14],‘春节’的叶芽和嫩叶的总灰分含量均低于 6.5%,成熟叶略高于 6.5%。粗纤维作为很好的膳食纤维来源,在人体健康中具有重要作用,根据文献报道茶叶粗纤维的含量为 9%~18%^[15],本研究结果显示‘春节’不同生长阶段的叶粗纤维含量均处于茶叶粗纤维含量值的区间内,此外,茶花‘春节’叶的总糖含量均高于 7 种金花茶组植物的叶总糖含量^[5],由此可见,从主要营养成分来看,茶花‘春节’具有较好的营养价值。

从叶的活性成分来看,叶芽在茶多酚、茶多糖和茶氨酸 3 个指标的含量上显著高于嫩叶和成熟叶,尤其是成熟叶;在总皂苷、咖啡碱等 5 个指标方面则显著低于成熟叶片的含量。Su 等^[16]研究显示,无论是金花茶还是毛瓣金花茶,幼叶的茶多酚含量均显著高于成熟叶,本研究中茶花‘春节’的茶多酚含量的变化趋势与苏建睦等研究一致。在不同山茶属植物叶的茶多酚、总黄酮含量方面,Yang 等^[17]研究显示 13 个不同产地的金花茶叶中总黄酮含量在 59.7~103.8 mg/g;茶多酚含量在 11.3~30.2 mg/g,与之相比,本研究茶花‘春节’3 个不同生长阶段的叶茶多酚含量均高于该报道中的 13 个产地的金花茶叶的茶多酚含量,总黄酮的含量则低于金花茶。Chen 等^[18]对三类茶叶的茶氨酸测定结果显示,西湖龙井、祁门红茶及普洱茶的茶氨酸含量测定值在 250~1 900 $\mu\text{g/g}$,本研究显示,不同生长阶段的‘春节’茶氨酸含量以叶芽含量最高,但均低于三类茶叶的茶氨酸含量。Ding 等^[19]采用碘量法测定绿茶维生素 C 含量为 163.3 mg/100 g,红茶维生素 C 为 25.0 mg/100 g,乌龙茶维生素 C 为 54.3 mg/100 g,本研究中不同生长阶段的叶维生素 C 含量在 0.44~0.85 mg/g,低于绿茶的维生素 C 含量,但接近或高于红茶和乌龙茶的含量。茶树新种质选育中,低咖啡碱新品种在很长一段时间内,都是关注的重点和难点。张宏达教授发现南昆山的毛叶茶

(*C. ptilophylla*) 是一种天然无咖啡碱的茶树资源,毛叶茶由 3%~6% 的可可碱代替了 3%~5% 的咖啡碱^[20],本研究中,咖啡碱含量最高的茶花‘春节’成熟叶片仅为 $(0.78 \pm 0.17)\%$,为创新咖啡碱含量较低的茶叶品种提供了新材料。Xiao 等^[21]研究认为,紫色芽叶中的茶多酚、儿茶素总量均较绿色芽叶高、水浸出物含量相近,氨基酸、咖啡碱含量较低;用紫色芽叶加工的红茶,其茶多酚、茶黄素、水浸出物含量高于对照,氨基酸含量略低于对照;紫色芽叶加工红茶具有较好的适制性。本研究中,‘春节’的嫩叶为紫红色系,可在未来作为红茶适制性研究的材料。

在矿质元素的含量方面,茶花‘春节’Fe 含量在 178.12~291.68 mg/kg,Se 含量在成熟叶中达到 2.70 ± 0.22 mg/kg,均明显高于茶叶、及金花茶组植物叶的含量^[5,7,15,22]。Ca 含量与金花茶组植物的成熟叶 Ca 含量相比,茶花‘春节’的 Ca 含量高于小果金花茶的 Ca 含量 411.33 ± 21.39 mg/kg,但明显低于其他 6 种金花茶组植物^[5],此外,与蔬菜相比,茶花‘春节’叶的 Ca 含量不及南瓜叶的含量高,但明显高于番茄、黄瓜等蔬菜^[23]。在已有报道中,茶(*C. sisensis*)的 Fe 含量在 70~140 mg/kg^[15]、Chen 等^[5]检测的金花茶(*C. nitidissima*)等 7 种金花茶组植物中,凹脉金花茶的 Fe 含量最高,达到 268.33 ± 12.5 mg/kg。茶花‘春节’成熟叶的 Fe 含量达到 291.68 ± 63.55 mg/kg,高于不同产地大叶种茶叶^[22]及金花茶组的 7 种植物材料。茶花‘春节’叶芽和嫩叶的 Zn 含量显著高于成熟叶,其含量处于茶叶的区间值,但明显高于金花茶组植物叶的 Zn 含量^[5,7];此外,叶芽和嫩叶的 Cu 含量在 11.60~11.64 mg/kg,也高于金花茶和显脉金花茶的含量^[7]。

综上,茶花‘春节’在总糖、茶多酚、咖啡碱等成分含量,Fe 和 Se 等矿质元素含量等方面高于茶组或金花茶组中已有的报道,尤其是咖啡碱含量均低于 1%,为创新咖啡碱含量较低的茶叶品种提供了新材料。从‘春节’的分析结果来看,该材料在食品开发、茶叶育种改良等方面均有重要的开发潜力和借鉴意义。

参考文献

- 1 Ma JX. Note to Shennong Ben Cao Jing(神农本草经辑注)[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2013.
- 2 Bi Y. Translation and Annotation on the Classic of Mountains and Seas(山海经译注)[M]. Shanghai: Shanghai Chinese

- Classics Publishing House, 2013.
- 3 Omori M. Health and Tea[J]. Jpn Soc Nutr Diet, 1998, 56: 59-69.
 - 4 Liang J, Yang ZD, Lu TL, et al. Evaluation on tea-process fitness of eight yellow camellias based on tea polyphenols and amino acids[J]. Guangxi Sci(广西科学), 1999, 6: 73-75.
 - 5 Chen XM, Lin W, Xuan ZY, et al. Comparison of main active ingredient contents in leaves of 7 species of *Camellia* sect. *Chrysantha*[J]. Subtro Plant Sci(亚热带植物科学), 2021, 50: 170-174.
 - 6 Liu Y, Zhao P, Bian JT, et al. Nutritional analysis and evaluation of *Camellia fascicularis* leaves [J]. J Northwest A&F Univ; Nat Sci(西北农林科技大学学报: 自科版), 2021, 49: 146-154.
 - 7 Wei JQ, Q XX, Jiang YS, et al. Analysis on nutritional components of sympatric *Camellia nitidissima* and *Camellia euphlebia* leaves [J]. Acta Nutr Sin(营养学报), 2008, 30: 420-421.
 - 8 Ying Z. The Processing technique and nutrient analysis of Sect. *Theoppsis* [D]. Ningbo: Ningbo University(宁波大学). 2013.
 - 9 Wang JH, Zhang WH, Xiao Q, et al. Chemical constituents from leaves of *Camellia longituba* Chang [J]. Nat Prod Res Dev(天然产物研究与开发), 2023, 35: 236-241.
 - 10 Wan J, Xiong J, Ding J, et al. Chemical constituents from the twigs and leaves of endangered ornamental plant *Camellia crapnelliana* [J]. Nat Prod Res Dev(天然产物研究与开发), 2017, 29: 1324-1327.
 - 11 Zhang HD. A Taxonomy of the genus *Camellia* (山茶属植物的系统研究) [M]. Guangzhou: Sun Yat-sen University Press, 1981: 168.
 - 12 Gu J, Liu ZH, Zhao JH. Determination of the content of vitamin-C in tea and red date using iodometry [J]. Biol Teach(生物学教学), 2011, 36: 53-54.
 - 13 Shan HL, Qing Y, Du X, et al. Evaluation of chromogenic reaction ability of hydrochloric acid(sulfuric acid)-vanillin by the colorimetry for determining tea catechins aggregates [J]. Chem Ind For Prod(林业化学与工业), 2012, 32: 71-76.
 - 14 Lian ZH. A Study on the total ash content of Wuyi rock tea [J]. Tea Fujian(福建茶叶), 2022, 44: 10-13.
 - 15 Yang YJ. Chinese Tea Cultivation(中国茶树栽培学) [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 2005.
 - 16 Su JM, Wang XM, Mo ZZ, et al. Determination and analysis the content of tea polyphenols and total flavonoids in flower of three *Camellia chrysantha* [J]. J Yulin Norm Univ(玉林师范学院学报), 2014, 35: 64-68.
 - 17 Yang YS, Jiang HD, Qin HZ, et al. Comparative analysis of the main active ingredients in Jinhua tea from different regions and their relationship with soil factors [J]. J Chin Med Mater(中药材), 2022, 45: 1289-1295.
 - 18 Chen XQ, Ye Y, Cheng H, et al. Comparative analysis of theanine, caffeine and polyphenolic constituents in green tea, black tea and Puer tea [J]. Food Res Dev(食品研究与开发), 2007, 28: 141-144.
 - 19 Ding SJ, Zhang HF. Content of vitamin C in different kinds of tea determined by iodometry [J]. Chin Mod Med(中国当代医药), 2014, 21: 156-157.
 - 20 Xu TJ. The Biological characteristics and tea quality characteristics of Maoye tea [J]. Chin Tea(中国茶叶), 2007, 29: 28.
 - 21 Xiao LZ, Hu XW, Gong ZH, et al. Study on productive character of purple shoot for black tea [J]. Nat Prod Res Dev(天然产物研究与开发), 2008, 20: 545-548.
 - 22 Xie J, Miao DR. Effect of mineral elements on fresh and sweet amino acid contents in large leaf tea leaves [J]. J Kunming Univ(昆明学院学报), 2022, 44: 49-52.
 - 23 Xiang CG, Li WF, Chen YB, et al. Analysis on the nutritional components in stem, leaf and flower of pumpkin [J]. Nat Prod Res Dev(天然产物研究与开发), 2010, 22: 68-71.