

## 调查研究

## 广东本地产茶叶矿物质元素与茶多酚含量调查分析

黄伟雄<sup>1</sup>, 苏祖俭<sup>1</sup>, 纪桂元<sup>2</sup>, 邵义娟<sup>1</sup>, 朱盼<sup>1</sup>, 吴西梅<sup>1</sup>

(1. 广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 510430; 2. 广东省公共卫生研究院, 广东 广州 510430)

**摘要:**目的 调查广东省当地种植的茶叶矿物质元素和茶多酚含量范围、成分差异及分布特征。方法 采集2017—2018年广东省7个茶叶产区具有代表性的茶叶(绿茶、乌龙茶、红茶)样品,按照国标法对样品中的9种矿物质元素和茶多酚的含量进行测定,对比分析不同种类、不同产区中矿物质元素和茶多酚的含量差异。结果 乌龙茶中钾元素的平均含量为19.0 g/kg,钙的平均含量为3.29 g/kg,均高于红茶和绿茶,绿茶中铁元素的平均含量为0.174 g/kg,高于乌龙茶和红茶,镁、磷、锰、硒、锌元素在3种茶叶中的含量区别不大。绿茶的茶多酚和儿茶素含量高于乌龙茶和红茶,不同茶叶中表儿茶素没食子酸酯含量普遍高于其他4种儿茶素。潮州产茶叶中钾元素含量,梅州产茶叶锰、铁元素含量,韶关产茶叶磷、锌、硒含量高于其他产区。乌龙茶和绿茶的茶多酚含量变化与磷、锌、铜元素的含量存在一定的正相关。结论 广东省当地产茶叶富含钾、钙、镁、铁、锰等矿物质元素,各茶叶产区矿物质含量存在地区性差异。

**关键词:**茶叶;矿物质元素;茶多酚

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2022)01-0060-04

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.01.012

### Investigation of the content of multiple elements and tea-polyphenol in the tea planted in Guangdong

HUANG Weixiong<sup>1</sup>, SU Zujian<sup>1</sup>, JI Guiyuan<sup>2</sup>, SHAO Yijuan<sup>1</sup>, ZHU Pan<sup>1</sup>, WU Ximei<sup>1</sup>

(1. Guangdong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Guangdong Guangzhou 510430, China; 2. Guangdong Provincial Institute of Public Health, Guangdong Guangzhou 510430, China)

**Abstract: Objective** To investigate the contents of eight elements and tea-polyphenol in the common tea grown in Guangdong. **Methods** Three kinds of representative tea samples (green tea, oolong tea and black tea) were collected from seven tea producing areas in Guangdong Province from 2017 to 2018. The contents of eight mineral elements and tea polyphenols were measured and compared in the tea from different producing areas with national standard method. **Results** The tea planted in Guangdong are rich in macroelements (K, Ca and Mg) and microelements (Fe, B and Mn). The contents of potassium and calcium in oolong tea were 19.0 and 3.29 g/kg; the contents of iron in green tea was 0.174 mg/kg; the contents of Mg, P, Mn and Se in the three kinds of tea were similar. The contents of tea polyphenols and catechins in green tea were higher than those in oolong and black tea, and the contents of epigallocatechin gallate in different teas were generally higher than those of the other four catechins. The content of K in the tea from Chaozhou, Mg and Fe in the tea from Meizhou, P, Zn and Se in the tea from Shaoguan were higher than those from other areas. **Conclusion** The tea planted in Guangdong are rich in macroelements (K, Ca, Mg) and microelements (Fe, B, Mn). There are differences in the mineral content of each tea producing area.

**Key words:** Tea; mineral element; tea polyphenols

茶是中国的传统饮料,中国最早发现、最先利用了茶这种植物,并发展成为我国独特的茶文化。从唐

朝开始,茶叶就成为我国各族人民生活的必需品,“一日无茶则滞,三日无茶则病”。以茶为饮改变了人们喝生水的陋习,较大地提高了人民的健康水平。茶叶中含有较丰富的氨基酸、维生素以及人体所必需的微量元素和功效成分茶多酚,因而具有药理和保健功能<sup>[1-4]</sup>。广东省素有“饮早茶”和潮州“功夫茶”的茶文化,是我国岭南茶文化的发源地,每年广东省茶

收稿日期:2021-01-11

作者简介:黄伟雄 男 主任技师 研究方向为营养与食品卫生学

E-mail: 1404910229@qq.com

通信作者:吴西梅 女 主任技师 研究方向为营养与食品卫生学

养 E-mail:2813190091@qq.com

叶消耗量达 10 万吨,人均茶叶消费量居全国第一。广东省也是茶叶种植大省,自唐朝开始广东省已有西樵山茶乡,明清时期更有潮汕凤凰单丛、英德红茶等享誉国内外,多次获得我国优质茶称号。广东省地处欧亚板块与太平洋板块交接处,是国内具有丰富矿产资源的省份之一,有“稀有金属和有色金属之乡”称号。据统计分析,广东省多个重点矿区所在地均为茶叶的主要生产基地。茶作为广东省一类重要的高消费量营养饮品,为了深入了解地域差别对茶叶食用价值的影响,本研究采集了广东省当地种植的几类常见的茶叶品种,检测其中的矿物质和茶多酚含量水平,为确定茶叶这类高消费量饮品的营养价值提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 样品来源

根据广东省当地人群茶叶消费量、产量以及一级相关文献和部分统计结果,选择广东省内市场占有率高、消费频率大的样品,采用随机抽样方法,于 2017 年 9 月至 2018 年 12 月在梅州蕉岭、韶关仁化、云浮罗定、潮州潮阳、清远英德、肇庆共 7 个监测点采集当地自产茶叶,采样地点包括超市、茶庄、批发市场、茶农散户和茶园,均为各监测点当地产散装茶叶,包括绿茶 47 份、红茶 56 份、乌龙 66 份,共 169 份。

#### 1.1.2 主要仪器与试剂

NEXION™ 350X 电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS,美国 PerkinElmer),Ethos 高压密闭微波消解系统(意大利 Milestone),UV2600 型紫外可见分光光度计(日本岛津),Agilent 1200 高效液相色谱仪(美国安捷伦)。

24 种元素 ICP-MS 标准溶液(5183-4687)和 7 种元素 ICP-MS 内标溶液(5183-4681)均购自美国 Agilent,绿茶成分分析标准物质(GBW10052/GSB-30,国家物理地球化学勘察研究所),茶多酚(G0950050,tea polyphenol,TP)、儿茶素(U7420050 catechin,C)、表儿茶素(E2320050,epicatechin,EC)、表儿茶素没食子酸酯(H5070023,epicatechin gallate,ECG)、表没食子儿茶素(L0210005,epigallocatechin,EGC)、表没食子儿茶素没食子酸酯(D1430050,epigallocatechin gallate,EGCG)标准品均由上海安谱有限公司提供。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 检测方法

每种茶叶样品取 3 份平行样共计 300 g 混匀,

研磨粉碎后过 40 目筛,放置密封袋中备用。矿物质元素测定按 GB5009.268—2016《食品安全国家标准食品中多元素的测定》<sup>[5]</sup> 中 ICP-MS 法测定。茶多酚和儿茶素成分的测定采用 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》<sup>[6]</sup> 测定。

#### 1.2.2 质量控制

进行空白试验、加标回收试验、平行样,保证数据的准确性。在样品检测的同时,采用基质相同的国家标准物质对测定结果进行质量控制,保证结果在标准值范围内。平行测定 21 次样本空白,以 3 倍所得信号的标准差对应的浓度作为方法的检出限。重复测定 7 次样本溶液,以其相对标准偏差作为方法精密度的衡量。

### 1.3 统计学分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2007 软件处理,用 SPSS 21.0 软件进行数据分析。将满足正态分布数据进行 Pearson 相关性分析,检验水准为双侧  $\alpha=0.05$ ;对茶多酚和矿物质元素相关显著的指标进行多元线性回归分析,建立线性回归模型,采用方差分析对回归方程进行假设检验,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 不同品种茶叶中矿物质含量

分别对不同品种和产地样品中 9 种矿物质进行检测分析,各矿物质的含量范围见表 1。结果显示,广东省当地产不同品种茶叶矿物质元素含量均值存在一定的差异,其中含量最高的矿物质是钾元素,含量范围在 14.6~23.2 g/kg;另外钙、磷、镁的平均含量也高于其他元素。绿茶与红茶、乌龙茶相比较,铁元素含量较高,均值为 0.174/kg。铜元素在红茶中的含量高于其在乌龙和绿茶中的含量。镁、磷、锰、硒、锌在 3 种茶叶中的含量均值区别不大。

### 2.2 不同品种中茶多酚和儿茶素含量

茶多酚是茶叶中多酚类物质的总称,包括儿茶素、茶红素、茶黄素等成分,是茶汤中的主要呈味物质。分别对不同品种和产地样品中茶多酚和 5 种儿茶素含量进行测定,茶多酚和儿茶素含量均值的结果见表 2。结果显示,绿茶和乌龙茶的茶多酚含量高于红茶;在 5 种儿茶素成分中,ECG 含量普遍高于其他 4 种儿茶素;EC 在乌龙茶和红茶中含量较低,在绿茶中与其他 3 种儿茶素(C、EGC、EGCG)含量接近。红茶的各种组分普遍较低,可能是红茶经过深度发酵,儿茶素通过氧化、糖苷化等作用转化为茶色素等物质。

表 1 广东省当地茶叶中矿物质元素含量(g/kg)

Table 1 Content of mineral elements in Guangdong Province local tea (g/kg)

元素	绿茶			乌龙茶			红茶			合计
	范围	均值	中位值	范围	均值	中位值	范围	均值	中位值	均值
钙	1.63 ~7.09	3.19	2.89	2.52 ~5.21	3.29	3.44	2.14 ~3.75	3.06	3.09	3.18
钾	14.90 ~21.7	19.00	18.70	14.6 ~23.2	20.00	20.00	15.90 ~20.5	19.00	19.60	19.70
磷	1.40 ~4.41	3.35	3.43	1.83 ~4.37	3.15	2.95	2.40 ~4.72	3.74	3.72	3.41
镁	1.60 ~2.29	1.96	1.91	1.69 ~2.47	2.05	2.00	1.66 ~2.16	1.96	1.946	1.97
锰	0.197 ~2.13	0.715	0.664	0.231 ~1.15	0.637	0.667	0.377 ~1.04	0.659	0.647	0.670
铁	0.051 ~0.292	0.174	0.166	0.057 8 ~0.378	0.135	0.126	0.056 0 ~0.186 0	0.099 0	0.085 2	0.136
锌	0.219 ~0.420	0.031 9	0.313	14.0 ~46.2	0.027 8	0.026 0	0.018 3 ~0.044 8	0.035 0	0.034 1	0.0316
铜	0.009 7 ~0.018 3	0.013 7	0.013 0	0.026 2 ~0.021 3	0.012 0	0.011 5	0.008 2 ~0.031 9	0.017 8	0.015 7	0.014 5
硒	0.028 ~0.105	0.076 0	0.072 0	0.056 ~0.133	0.068	0.074	0.034 ~0.102	0.066 0	0.068 0	0.076 2

表 2 广东省当地茶叶中多酚类物质含量

Table 2 Content of tea-polyphenol in Guangdong Province local tea

品种	儿茶素 /(g/kg)	表没食子儿茶素 /(g/100 g)	表儿茶素 /(g/kg)	表儿茶素没食 子酸酯/(g/kg)	表没食子儿茶素 没食子酸酯/(g/100 g)	茶多酚 /(g/100 g)
乌龙茶	1.92	1.77	0.093 0	8.47	1.27	18.10
红茶	0.342	0.416	0.070 7	0.962	0.337	9.88
绿茶	1.44	1.69	1.733 0	8.74	1.87	19.20

2.3 不同产区茶叶中矿物质元素含量差异

对不同产区不同矿物质平均含量进行分析,统计结果见图 1。结果表明,各茶叶产区矿物质含量存在地区性差异。其中钙元素含量均值前三位产区依次为连州、云浮和梅州。梅州产区铁的均值相对较高;韶关产区磷、锌、硒的含量均值排在首位。利用 SPSS 21.0 统计软件对不同产区茶叶中矿物质元素含量的差异进行单因素 ANOVA 分析和显著性检验,各种矿物质元素的单因素方差分析显著性均  $P < 0.05$ ,不同产区间的多重比较显著性结果见表 3,差异显著性分析与图 2 的结果一致。

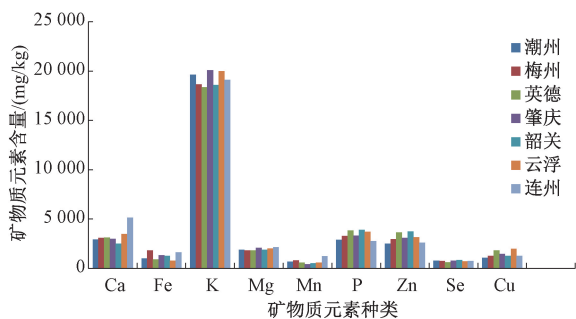


图 1 不同产区茶叶中矿物质元素含量的比较

Figure 1 Comparison of mineral content in tea from different producing areas

2.4 不同品种茶叶的茶多酚和矿物质元素的多元线性回归分析

茶多酚是影响茶叶品质和等级的重要功效成分,为进一步了解茶多酚是否与各矿物质存在一定的关联,利用 SPSS 21.0 统计软件对各项指标进行 Pearson 相关性分析,筛选出与茶多酚呈显著正相关的磷元素和锌元素,而铜元素与茶多酚呈显著负相关。以茶多酚为因变量,各显著相关元素为自

表 3 不同产区茶叶中矿物质元素含量差异显著性分析

Table 3 Significant differences of mineral content in tea from different producing areas

产地	钙	铜	铁	钾	镁	锰	磷	锌	硒
云浮	—	0.001	—	—	—	—	—	—	—
连州	0.000	—	—	—	0.001	—	—	—	—
韶关	—	—	—	—	—	—	0.027	0.014	0.001
肇庆	—	—	—	—	0.001	—	—	—	—
梅州	—	—	0.005	—	—	0.000	—	—	—
英德	—	—	—	—	—	—	—	—	—
潮州	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注:数值为均值差异显著性最大的组别,一为非差异性最大的组别

变量,进行多元回归分析,不同品种茶叶的回归模型系数见表 4。通过方差分析对回归方程进行假设检验,结果显示绿茶和乌龙茶拟合的回归方程有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),各变量方差膨胀因子(VIF 值)均  $< 5$ ,说明自变量之间无共线性问题;而红茶的拟合方程无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 4 不同品种茶叶茶多酚的多元回归分析

Table 4 Multiple regression analysis of tea polyphenols in different tea varieties

品种	变量	$\beta$	$t$	显著性	VIF
绿茶	常量	24.842	6.738	0.000	—
	铜	-0.524	-2.670	0.002	1.158
	磷	0.004	2.081	0.031	3.236
	锌	0.042	2.226	0.011	1.751
乌龙茶	常量	29.574	5.210	0.000	—
	铜	-1.046	-2.385	0.038	1.088
	磷	0.003	1.756	0.024	1.169
	锌	0.615	2.481	0.032	1.110

注:因变量为茶多酚; $\beta$ 为偏回归系数; $t$ 为回归系数显著性检验值;VIF为方差膨胀因子;一为常量方差膨胀因子无统计意义

3 讨论

茶叶中的功效成分国内外有大量文献报

道<sup>[7-10]</sup>,但对于广东省当地茶叶中各种矿物质元素和儿茶素含量水平全面的调查研究还不多见。本研究结果显示,绿茶和乌龙茶的茶多酚明显高于红茶,这与大多数文献报道的结论相符合。在本次调查的样品中,广东省7个不同监测点的茶叶均含有丰富铁、锰、铜、锌、硒等微量元素,不同产区茶叶矿物质的分布有一定的差异。大部分文献报道表明土壤岩层的微量元素影响茶叶的内在元素构成<sup>[11-14]</sup>。与其他产区茶叶比较,本次调查中梅州、连州、韶关所产茶叶的矿物质元素含量相对较高,这可能与当地的矿产资源、地质结构、土壤、气候条件有一定的关系,丰富的矿物质土壤导致当地茶叶中微量元素高于其他产区。梅州茶叶铁、锰元素等含量高与其有广东省最大的锰矿储量且富含铁、铜等矿产资源有关。韶关是“中国有色金属之乡”,素有“中国锌都”之称,韶关产茶叶的锌、硒、磷含量均较高。

茶多酚的含量与种植期间的温度、光照等条件密切相关,而土壤中多种矿物质元素也影响茶叶的品质和产量<sup>[15-16]</sup>。茶叶中的矿物质元素大多来自土壤和施加的肥料中,根据对茶叶中功效成分和矿物质元素的统计分析,在广东省当地产绿茶和乌龙茶中,茶多酚的含量与茶叶中锌元素和磷元素有明显的相关性,这与 DEBNATH 等<sup>[17]</sup>和黄炎等<sup>[18]</sup>的文献报道是一致的。铜元素对茶多酚的影响成负相关,这可能由于高含量的铜影响茶叶生长发育,间接影响茶多酚的合成<sup>[19]</sup>。本次多元统计结果显示红茶茶多酚与各元素无明显相关性,这可能与加工工艺有一定的关系,红茶是全发酵品种,红茶发酵后茶多酚大部分降解成茶黄素,损失较多,矿物质元素的影响作用明显下降。

本研究获得了广东省当地茶叶中矿物质元素和茶多酚含量水平较全面的数据,为明确该地区茶叶的营养价值提供了一定的参考数据;同时本次调查也分析了不同产区茶叶矿物质分布的差异性,初步探究了不同品种茶叶中茶多酚与矿物质元素的相关特征性。由于本研究茶叶的品种和数量有限,今后需要从不同方面选取具有代表性的样品,开展进一步试验探究。

## 参考文献

- [ 1 ] 傅冬和,刘仲华,黄建安.茶叶降脂减肥作用研究进展[J].中国茶叶,2004,26(2):8-10.
- [ 2 ] 蓝雪铭,刘志彬,倪莉.乌龙茶保健功效的研究进展[J].中国食品学报,2014,14(2):201-207.
- [ 3 ] 陈荷霞,傅力,李云.不同贮藏年份蜜兰香型岭头单丛茶抗氧化成分及抗氧化活性[J].食品工业科技,2018,39(12):49-54.
- [ 4 ] 陈金娥,丰慧君,张海容.红茶、绿茶、乌龙茶活性成分抗氧化性研究[J].食品科学,2009,30(3):62-66.
- [ 5 ] 国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中多元素的测定:GB 5009.268-2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [ 6 ] 国家市场监督管理总局.茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法:GB/T 8313-2018[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [ 7 ] JOSHI R, GULATI A. Fractionation and identification of minor and aroma-active constituents in Kangra orthodox black tea[J]. Food Chemistry, 2015, 167:290-298.
- [ 8 ] 李张伟.凤凰单丛茶老枞茶树和新枞茶树茶叶的香气和生化成分比较[J].食品与发酵工业,2018,45(5):224-230.
- [ 9 ] BABA R, KUMAZAWA K. Characterization of the potent odorants contributing to the characteristic aroma of chinese green tea infusions by aroma extract dilution analysis[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(33):8308-8313.
- [ 10 ] CHOUDHURY M N, BORDOLOR A K, SHARMA P K. Effect of zinc and manganese on the uptake of Nitrogen in tea shoot[J]. Two and A Bud, 1989, 36(1):18-24.
- [ 11 ] 刘小文,高晓余,何月秋,等.几种微量元素对茶树生理及茶叶品质的影响[J].广东农业科学,2010,37(6):162-165.
- [ 12 ] 杨志洁,陈国凤.茶叶中锰的研究进展[J].中国茶叶加工,2004(3):38-39.
- [ 13 ] 胡娴,吴河川,何琳瑛,等.复方保健乌龙茶品质成分研究[J].现代农业科技,2018(20):237-239.
- [ 14 ] 郑作芸.乌龙茶生化成分与感官品质的相关及通径分析[J].现代农业科技,2018(12):249,251.
- [ 15 ] 陈玉真,单睿阳,王峰,等.闽中茶园土壤和茶叶铁锰含量及影响因素研究[J].福建农业学报,2018,33(9):986-993.
- [ 16 ] 周玉忠,陈林波,田易萍,等.云南大叶茶新材料儿茶素组分含量季节变化分析[J].中国农学通报,2018,34(32):78-82.
- [ 17 ] DEBNATH A, BARROW N J, GHOSH D, et al. Diagnosing P status and P requirement of tea (*Camellia sinensis* L.) by leaf and soil analysis[J]. Plant and Soil, 2011, 341(1/2):309-319.
- [ 18 ] 黄炎,陈国光,李雪平.武夷山茶品质与土壤地球化学背景特征关系探讨[J].华东地质,2020,41(2):166-176.
- [ 19 ] 周志,刘扬,张黎明,等.武夷茶区茶园土壤养分状况及其对茶叶品质成分的影响[J].中国农业科学,2019,52(8):1425-1434.