

云南主要茶产区茶叶中硒的含量空间分布特征*

张柳叶, 侯 顺, 杨婉秋**

(昆明学院 化学化工学院, 云南 昆明 650214)

[摘要] 硒是人体必需的微量元素, 膳食是补充硒元素的良好途径. 茶树对硒元素具有较好的富集能力, 因此, 茶叶是一种极具补硒潜力的食品. 采用“电热板敞口消解-ICP-MS”的方法对云南主要茶产区(滇中产区、滇西产区、滇南产区和滇北产区)茶叶中硒的含量进行了测定. 结果表明, 云南茶叶中硒含量平均值为 73.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 变异系数为 126.68%, 各茶产区茶叶硒的平均含量由大到小分别为: 滇中产区 (94.52 $\mu\text{g}/\text{kg}$) > 滇南产区 (72.55 $\mu\text{g}/\text{kg}$) > 滇西产区 (70.65 $\mu\text{g}/\text{kg}$) > 滇北产区 (34.75 $\mu\text{g}/\text{kg}$). 滇中和滇南产区达富硒茶叶(硒含量在 200 ~ 4000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 之间)的占比分别为 6.89% 和 1.59%, 说明滇中和滇南产区具有开发富硒茶园的潜力. 茶叶硒含量与环境及气候因子(土壤背景值、温度、降雨、日照等)之间的相关性分析结果表明, 茶叶中硒的含量与土壤背景值之间存在一定的相关性, 但与气候因素之间无相关关系. 不同加工方式茶叶中硒含量均值差异不大, 相较而言红茶硒含量较高且较为稳定, 说明茶叶中硒的含量受到加工方式的影响较小, 主要受到鲜叶原料的成熟度影响.

[关键词] 云南茶产区; 硒; 茶叶; 空间分布特征

[中图分类号] S571.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5639(2024)03-0045-06

DOI: 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2024.03.006

硒是人体必需的 14 种元素之一^[1], 有着抗氧化^[2]、调节免疫^[3]、维护心血管健康^[4,5]及抗癌等功效, 在人体的正常生理活动中扮演着重要的角色. 硒缺乏可导致多种人体疾病, 饮食摄入是人体补硒的主要途径之一. 然而, 硒又是自然界中含量稀少且分布不均的稀疏元素^[6], 致使部分地区土壤中呈现出严重的缺硒现象. 研究^[7,8]表明, 世界上大量人群通过日常的饮食途径摄入硒的量远低于世界卫生组织推荐的日均摄入量 (60 ~ 400 mg), 更有甚者, 约 5 亿 ~ 10 亿人无法通过日常的饮食途径实现对硒的摄取, 因此, 富硒食品的开发越来越得到人们的关注.

茶叶是世界三大非酒精饮料之一, 全球饮茶人数超过 60 亿. 茶树对硒具有一定的富集能力, 因而茶叶是一种极具补硒潜力的食品^[9]. 茶树本身无法合成硒元素, 只能从其生长的土壤、空气和水源中吸收, 其中土壤中硒含量的高低是影响茶叶中硒含量的重要因素之一. 显然, 在富硒土壤中种植茶树是一种获取富硒茶叶的重要途径^[10].

云南是产茶大省, 2023 年云南产茶 55.68 万 t, 占中国茶叶产量的 15.7%^[11,12]. 近年来的研究发现, 云南耕地土壤平均硒含量达到 0.51 mg/kg, 属于富硒水平^[13], 但鲜见有关于云南茶叶中硒含量分布方面的研究报道. 此外, 云南的茶园分布广泛, 茶园的气候类型丰富、海拔差异较大, 茶园所处区域的温度、降雨和日照等气候因素均影响着土壤矿质元素的植物有效性. 大量研究^[14-16]表明, 气候因素对于茶叶生长及其中各种组分的代谢存在一定的影响, 但未见关于气候对茶叶中硒含量影响的报道. 基于此, 本研究拟对云南各主要茶产区(滇中、滇西、滇南和滇北)的茶叶进行了收集, 采用电热板敞口消解-ICP-MS 的方法测定茶叶中的硒和其余 17 种矿质元素的含量, 对云南各主要茶产区茶叶中硒的含量分布特征进行研究; 应用 SPSS 分析软件对茶产区的气候环境因素(土壤背景值、温度、降雨、日照等)与硒含量之间的相关关系进行分析, 探讨影响茶叶中硒含量的主要因素, 以期对云南富硒茶园的生产和管理提供理论依据.

* [收稿日期] 2024-05-11

[作者简介] 张柳叶, 女, 河南安阳人, 昆明学院在读硕士研究生, 研究方向为分析化学.

** [通信作者] 杨婉秋, 女, 云南石林人, 昆明学院教授, 博士, 研究方向为分析检验, E-mail: amyfall@163.com.

[基金项目] 国家自然科学基金项目 (31960057, 32360375).

1 方法与材料

1.1 茶产区的划分及茶叶样本的采集

云南省茶叶资源丰富,茶树分布广泛.在16个地级行政单位中,除丽江市和迪庆藏族自治州外,均有茶叶的产出.按照茶园的地理位置及行政区划,本研究将云南主要茶产区划分为:滇南茶区、滇西茶区、滇中茶区、滇北茶区(包括滇东北和滇西北).其中,滇南茶区包含景洪、勐海、勐腊、江城、景东、景谷、澜沧、孟连、墨江、宁洱、思茅、西盟、镇沅、红河、金平、绿春、屏边、元阳、富宁和麻栗坡20个县(市、区);滇西茶区包含沧源、凤庆、耿马、临翔、双江、永德、云县、镇康、昌宁、龙陵、腾冲、梁河、芒市、南涧、下关、祥云和云龙17个县(市、区);滇中茶区包含石林、牟定、南华、双柏和新平5个县;滇北茶区包含大关和福贡2个县.各主要茶产区的种植面积、年产量、气候条件及土壤硒含量背景值汇总于表1之中.

表1 云南主要茶产区种植面积、产量及气候条件

产区	面积/ (10 ³ × hm ²)	产量/ (10 ³ × t)	气候条件(年均)			土壤 Se 背景值/(mg · kg ⁻¹)	
			气温/℃	降雨量/mm	日照/h	A 层	C 层
滇南	279.10	422.50	19.51	140.8	1 676.0	0.470	0.307
滇西	180.30	248.70	17.81	129.1	1 915.0	0.630	0.424
滇中	5.81	18.84	17.41	92.1	1 932.0	0.250	0.335
滇北	7.75	7.36	15.32	84.6	987.4	0.454	0.319

注:数据来源于各县区及国家统计局年鉴,A层为表层土、C层为底土层.

云南各地气候条件、土壤肥力状况和管理方式各异,各产茶县的种植面积、年产量差异较大,本研究以各茶产区最新统计年鉴的茶叶年产量为依据,按照每年2 000~3 000 t取一件样设置茶叶样本采集数量,共采集到产地明确的不同类型茶叶样品320件(绿茶67件、红茶47件、普洱生茶105件、普洱熟茶47件、白茶54件).其中,滇南126件、滇西161件、滇中29件、滇北4件.

1.2 茶叶样品的制备及硒含量的测定

收集到的茶叶样品于45℃下烘干、研磨并过60目尼龙孔筛、贴标后保存于干燥器中备用.测定时准确称取研磨后的茶叶样品2.000 g于250 mL锥形瓶中,加入50 mL浓HNO₃(优级纯,默克,德国)浸泡过夜后置于电热板上低温加热至沸,其间分3~5次滴加10 mL H₂O₂(优级纯,国药),加热消解至溶液澄清透明(消解液剩余3~5 mL),取下冷却后用1%(V/V)HNO₃定容至50 mL、摇匀后采用ICP-MS(ThermoFisher; iCAPTQ)对消解液中硒的含量进行测定,每一样品重复3次并加带空白.ICP-MS的仪器测定条件汇总于表2之中.

表2 ICP-MS 仪器测定的条件

指标名称	参数	指标名称	参数
RF 射频功率	1 550 W	雾化室温度	3 ℃
等离子体气体流量	14 L/min	蠕动泵	90 r/min
载气流量	0.8 L/min	样品提取速率	0.5 mL/min
补偿气流量	1.05 L/min	积分时间	0.02 s
CCT 氦气流量	1.4 L/min	数据采集方式	跳峰
雾化器	MicroMist (双通道)	提取透镜1	-37 V
RF 功率	1 550 W	提取透镜2	-200 V
RF 匹配	18 W	Omega 偏转电压	-120 V
采样深度	7~8 mm	Omega 透镜电压	64 V
载气	11~12 L/min	Q1 入口	-1 V
雾化室温度	2 ℃	碰撞/反应气	H ₂
碰撞池聚焦	-2 V	碰撞/反应气流速	6 mL/min
碰撞池入口	-50 V	Deflect	-5 V
碰撞池出口	-68 V	Plate Bias	-60 V

1.3 数据处理及分析

采用SPSS 26对所得数据进行统计分析.呈正态分布的数据采用T检验,渐进F分布数据采用单因素

ANOVA 检验. 显著性差异分析采用 LSD 法 (方差不齐时采用塔姆黑尼法) 检验.

2 结果与讨论

2.1 各茶产区茶叶中硒含量的分布特征

采用“电热板敞口消解-ICP-MS”对茶叶样品中硒的含量进行测定, 各产茶县茶叶中硒的含量分布特征如图 1 所示 (底图无修改).

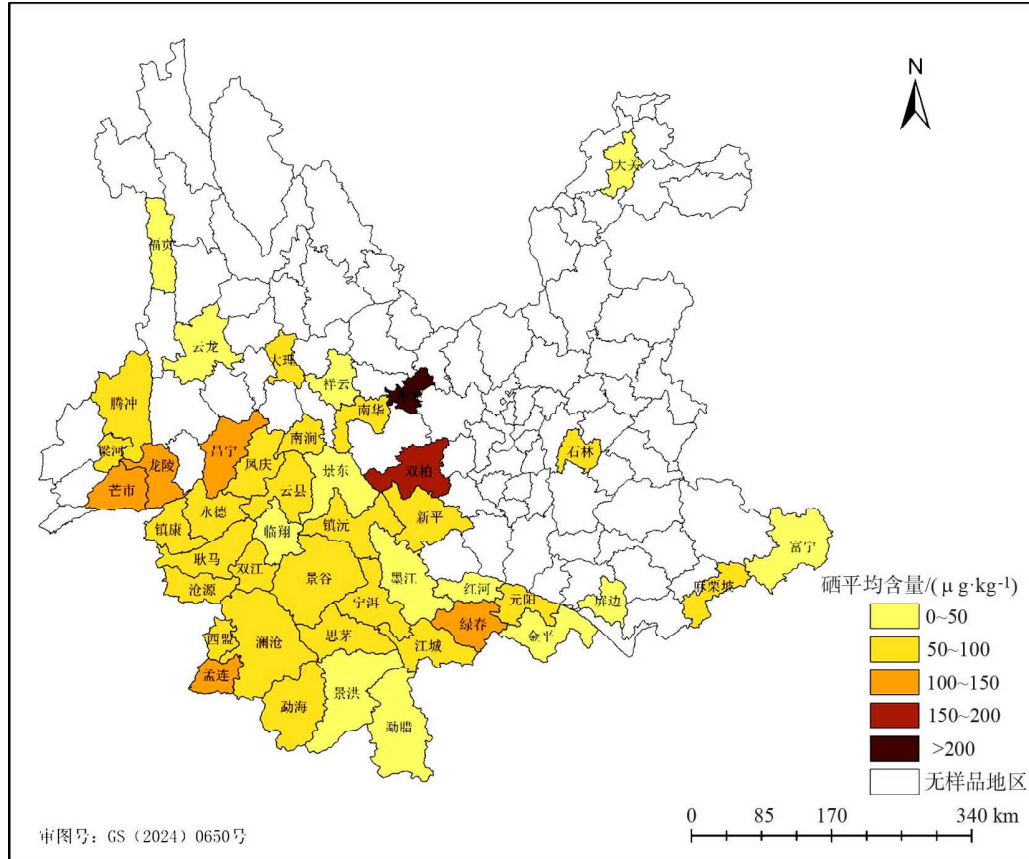


图 1 云南主要产茶县茶叶中硒的含量分布

分析结果表明, 在云南主要产茶县的茶叶中, 硒含量最高的茶叶采自龙陵县 ($671 \mu\text{g}/\text{kg}$), 硒含量最低的茶叶采自南华县 ($13 \mu\text{g}/\text{kg}$). 硒含量平均值最高的是牟定县 ($338 \mu\text{g}/\text{kg}$), 最低的是富宁县 ($29 \mu\text{g}/\text{kg}$). 总体来说, 保山市昌宁县和龙陵县, 楚雄彝族自治州南华县和双柏县的选样茶园具有开发富硒茶的潜力. 对各主要茶产区茶叶中硒含量的分析结果进行统计, 结果列于表 3 之中.

表 3 云南主要茶产区茶叶中硒含量统计对比

产区	样本数	最小值/ $(\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	最大值/ $(\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	平均值/ $(\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	SD/ $(\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	RSD/%
滇南	126	13	243	72.55	41.56	57.28
滇西	161	14	671	70.65	72.03	101.95
滇中	29	13	571	94.52	119.73	126.68
滇北	4	24	46	34.75	10.87	31.29
总计	320	13	671	73.1	67.85	92.81

统计结果表明, 滇南、滇西、滇中和滇北茶产区茶叶中硒含量的平均值分别为 72.55, 70.65, 94.52, $34.75 \mu\text{g}/\text{kg}$, 均未达富硒茶叶的标准^[17], 且最高值分别为: 243, 671, 571, $46 \mu\text{g}/\text{kg}$. 也未超过富硒茶叶中硒含量的最高限定值 (硒含量 $< 4\,000 \mu\text{g}/\text{kg}$). 滇西茶产区中有 2 件样品 (昌宁县和龙陵县各 1 件) 的硒含量超过 $250 \mu\text{g}/\text{kg}$, 达到富硒茶叶标准, 仅占总样本数的 1.59%; 滇中茶产区中有 2 件样

品(牟定县和双柏县各1件)的硒含量超过250 μg/kg,达到富硒茶叶标准,占总样本数的6.89%。

在4个主要茶产区中,滇中产区茶叶中硒含量平均值较高且变异系数最大(126.68%),表明该产区茶叶硒含量相对较高,但分布极不均匀。分析认为,该产区部分茶园可能位于点状富硒带,加之该产区茶园的土壤条件、气候条件和其他环境因素也存在着较大的差异所致。滇南茶产区种植面积广、茶产量大,但茶叶中硒的含量平均值较低,且变异系数相对较小,仅为57.28%。推测认为,该区域茶园可能位于缺硒带,或土壤有效态硒的含量较低。滇西产区茶叶产量可观,在昌宁县和龙陵县各有1件茶叶样品中硒的含量高于250 μg/kg,变异系数也仅有72.03%,茶叶中硒含量相对稳定,表明该产区的部分茶园极具开发富硒茶园的潜力。这与刘娟等^[18]认为临沧、凤庆、双江等区域适于开发富硒茶园的研究结果一致。

总体而言,云南茶叶样本中硒含量的平均变异系数为92.81%,说明云南不同茶园所产茶叶中硒的含量差异显著,其中滇中和滇西产区具有开发富硒茶园的潜力。

2.2 茶叶中硒含量与环境因素的相关性分析

茶园环境是茶园所处气候带、土壤、水体的综合系统。较多的研究认为,气候特征因子(气温、降雨量、日照时数等)对茶树生长过程和产品品质有直接影响^[14-16]。为了探讨气候因子对茶叶中硒含量的影响,本研究对气温、降雨量和日照对茶样硒含量影响进行了相关性分析。结果表明,气温、降雨量和日照3个主要特征因子与茶园中硒的含量之间未呈现出明显的相关性(相关系数分别为:0.01、0.04和0.05)。

云南各茶产区茶园茶叶种植方式原生态,茶叶中的硒主要来源于土壤硒的逐级迁移。在此过程中,各茶园土壤硒的背景值、茶叶采摘嫩度、加工方式等因素均可能影响到茶叶中硒的迁移。研究^[13]表明,云南不同茶产区表层土壤(A层)中硒含量的背景值在2~720 μg/kg之间,曲靖市耕地表层土壤中硒的含量最高,而保山市和西双版纳傣族自治州的表层耕地土壤中硒的含量背景值最低(低于检出限)。土壤是茶叶中硒的主要来源,茶树根系总体可深达3~10 m,基于此,本研究以云南表层土壤(A层)硒背景值为控制因子,对茶叶中硒的含量与底土层(C层)硒含量背景值进行偏相关性分析,结果如表4所示。

分析结果表明,云南茶叶中硒含量与表层耕地和C层土壤中硒含量的背景值均呈现出一定的相关性(相关系数分别为0.317和0.313),表明茶叶中硒的含量在一定程度上受各层土壤硒含量背景值的影响,该结果与李雪平^[19]、陈玉真等^[20]的研究结论一致。分析认为,可能的主要原因在于茶产品采收部位为新梢,而在茶园土壤-茶树系统中,硒在茶树各部位的转移系数为老叶>侧茎≈主茎>新梢,硒在新梢部位的转移系数明显低于其他部位^[20]。此外,硒在土壤-茶树系统中的逐级分馏过程不仅受土壤中硒含量(背景值)的影响,而且还受土壤中硒的赋存形态分布、土壤类型、茶树生长条件等因素的影响,致使统计结果呈现出的相关性不高。值得注意的是,表层耕地Se背景值及C层土壤Se呈显著相关,说明土壤中的Se受到相似的地质和环境因素的影响,在不同土层之间具有一定的连续性,人为干扰较低。

对不同产区茶叶中硒含量进行方差齐性检验,其显著性为0.01以下(莱文统计值7.1150(基于平均值)),使用ANOVA检验各产区茶样间显著性差异,结果如表5所示。

统计结果表明,在不同茶产区之间,滇中茶叶中硒的含量显著高于滇南、滇西和滇北茶产区,其余产区之间无显著差异。分析认为,导致该差异的主要原因除各茶区硒背景值差异外,还在于滇中产区主要以生产绿茶和白茶为主,工艺要求

表4 云南茶叶中硒含量与土壤硒背景值之间的相关关系

指标	相关性系数		
	茶叶 Se	C层土壤 Se	表层耕地 Se
茶叶 Se	1.000	0.313*	0.317*
C层土壤 Se		1.000	0.619**
表层耕地 Se			1.000

注:“*”表示显著相关($P < 0.05$),“**”表示极显著相关($P < 0.01$)。

表5 不同产区茶叶中硒含量显著性差异分析

产区	显著性			
	滇南茶区	滇西茶区	滇中茶区	滇北茶区
滇南茶区	1.000			
滇西茶区	0.869	1.000		
滇中茶区	0.046*	0.034*	1.000	
滇北茶区	0.516	0.481	0.664	1.000

注:“*”表示差异显著($P < 0.05$)。

鲜叶的采摘嫩度较高(单芽或一芽一至二叶)。大部分研究认为, 硒主要在小叶种茶树老叶中累积, 但也有部分研究表明, 硒在小叶种茶树嫩叶中的含量高于老叶^[21]。至于硒在大叶种茶树的嫩叶和老叶中的含量分布特征如何有待进一步深入研究。总体而言, 滇中产区茶园具有进一步开发自然富硒茶叶的潜力。

2.3 不同加工方式对茶叶中硒含量的影响

加工方式对茶叶中硒和矿质元素的含量具有一定的影响, 为了探究不同工艺对茶叶中硒和矿质元素含量的影响, 本研究对云南不同工艺所得茶叶中硒的含量相关数据进行了统计分析, 结果列于表6之中。

表6 不同加工工艺茶叶中硒含量对比

茶叶类型	<i>n</i>	均值/($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	标准差/($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	RSD/%	含量范围/($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
绿茶	67	71.34	79.84	111.92	21~571
红茶	47	65.32	42.83	65.57	23~210
普洱生茶	105	73.28	69.04	94.22	14~671
普洱熟茶	47	89.57	34.62	38.64	22~222
白茶	54	67.80	64.63	95.33	13~338
总计	320	72.43	63.07	87.07	13~671

统计结果表明, 各加工类型茶叶中硒的含量介于13~671 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 之间, 平均值为72.43 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 低于我国富硒茶标准(>250 $\mu\text{g}/\text{kg}$)。比较而言, 普洱生茶中硒含量范围最广(14~671 $\mu\text{g}/\text{kg}$), 高于严和平等^[22]研究结论(9~14 $\mu\text{g}/\text{kg}$); 而红茶中硒含量范围最窄(23~210 $\mu\text{g}/\text{kg}$)。白茶的加工一般采用鲜叶自然晾干, 是加工程度最轻的代表性茶叶; 而普洱熟茶的加工方式包括“重度揉捻”和“渥堆发酵”, 是加工程度较重的代表性茶叶。在本研究中, 硒在白茶中的平均含量为67.80 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 变异系数为95.33%, 说明云南茶叶鲜叶中硒的含量较低且各产区的差异显著; 而硒在普洱红茶中的平均含量最高(89.57 $\mu\text{g}/\text{kg}$), 变异系数最低(38.64%)。分析认为, 这可能是由于硒在不同成熟度的鲜叶中含量不一所致^[20]。总体而言, 茶叶中硒含量主要受鲜叶原料的成熟度影响, 而受加工方式的影响较小。

3 结论

通过以上研究, 可以得到如下结论:

1) 云南各主要产区茶叶中硒的平均含量为73.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 远未达到富硒茶叶的水平。茶叶中硒含量的变异系数高达92.81%, 表明不同产区茶叶中硒含量的分布存在着较大的差异。

2) 在云南主要茶产区中, 滇西茶产区富硒茶叶的占比为1.59%, 滇中茶产区富硒茶叶的占比则达到6.89%。滇西茶产区(尤其是昌宁县和龙陵县)和滇中茶产区(尤其是牟定县和双柏县)的茶园极具富硒茶园的开发前景。

3) 云南茶叶中硒的含量与茶园土壤(A层和C层)硒的背景值呈轻度相关, 茶叶硒含量在一定程度上受茶园土壤中硒含量的影响。此外, 云南各茶产区茶园表层和深层土壤中硒含量之间呈显著正相关, 表明茶园土壤中硒含量受人类活动影响较小。

4) 不同加工方式的茶叶中硒含量均值差异不大。相较来说, 红茶中硒含量普遍较高, 推测茶叶中硒含量受到加工方式的影响较小, 主要取决于鲜叶原料的成熟度。

总体而言, 云南茶叶中硒的含量与环境因素(海拔、气温、降雨量和日照等)无明显的相关关系, 与茶园土壤背景值之间存在着一定的相关性。至于茶园土壤中硒的赋存形态对茶叶中硒含量的影响, 有待进一步深入研究。

[参考文献]

- [1] 张浩, 刘本国, 王猷胜, 等. 中国富硒茶的研究进展与展望 [J]. 茶叶通讯, 2023, 50 (1): 13-23.
- [2] WANG Z N, LI H, TANG H, et al. Short communication: effects of dietary selenium supplementation on selenium deposition and antioxidant status in postpartum mice [J]. Biological Trace Element Research, 2021, 199 (4): 1488-1492.
- [3] ZHANG L, XIA H, XIA K, et al. Selenium regulation of the immune function of dendritic cells in mice through the ERK, Akt and RhoA/ROCK pathways [J]. Biological Trace Element Research, 2021, 199 (9): 3360-3370.

- [4] HANDY D E, JOSEPH J, LOSCALZO J. Selenium, a micronutrient that modulates cardiovascular health via redox enzymology [J]. *Nutrients*, 2021, 13 (9): 3238.
- [5] ZHANG F, LI X, WEI Y. Selenium and selenoproteins in health [J]. *Biomolecules*, 2023, 13 (5): 799.
- [6] WANG K, FANG Q, HE P, et al. Unveiling the potential of selenium-enriched tea: Compositional profiles, physiological activities, and health benefits [J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2024, 145: 104356.
- [7] KIELISZEK M, SERRANO SANDOVAL S N. The importance of selenium in food enrichment processes. A comprehensive review [J]. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2023, 79: 127260.
- [8] 孙楠, 王惠纳, 张薇, 等. 硒的来源、富集及富硒食物资源研究进展 [J]. *食品科学*, 2024, 45 (7): 299-309.
- [9] 李泽轩, 冯亮, 李开元, 等. 硒元素在茶园土壤和茶树内的富集规律 [J]. *安全与环境工程*, 2023, 30 (6): 217-223.
- [10] QU L, XU J, DAI Z, et al. Selenium in soil-plant system: transport, detoxification and bioremediation [J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2023, 452: 131272.
- [11] 国家统计局. 2023 中国统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2023: 376-412.
- [12] 云南统计局, 国家统计局云南调查总队. 2023 年云南省国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL]. (2024-03-29) [2021-04-01]. https://www.yn.gov.cn/sjfb/tjgb/202403/t20240329_297393.html.
- [13] 张丽, 张乃明, 张玉娟, 等. 云南耕地土壤硒含量空间分布及其影响因素研究 [J]. *土壤*, 2021, 53 (3): 578-584.
- [14] 赵璇. 影响铁观音茶树生长与品质成分含量的生态因子及其优化方案研究 [D]. 福州: 福建农林大学硕士学位论文, 2022.
- [15] 陈静霞, 罗碧瑜, 曾祥标, 等. 丰顺高山茶生态产地环境对茶叶品质质量的影响研究 [J]. *广东茶业*, 2024 (2): 14-18.
- [16] 王斌, 央宗, 黄世迅, 等. 浅析生态环境对茶叶品质的影响 [J]. *南方农业*, 2023, 17 (19): 66-69.
- [17] 中华全国供销合作总社. 富硒茶: GH/T 1090—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [18] 刘娟, 卢维宏, 朱启林, 等. 天然富硒茶产地筛选评价方法的构建与应用 [J]. *中国土壤与肥料*, 2023 (12): 125-135.
- [19] 李雪平. 武夷岩茶茶园土壤与茶叶硒含量相关性研究 [C]//山东省地质学会. 华东六省一市地学科技论坛文集. 济南: 山东科学技术出版社, 2023: 557-561.
- [20] 陈玉真, 单睿阳, 王峰, 等. 天然硒在茶园土壤-茶树-茶汤中吸收转运特征 [J]. *茶叶学报*, 2019, 60 (3): 106-113.
- [21] 汪智慧, 郭向华. 茶树硒营养的研究进展 [J]. *土壤肥料*, 2000 (3): 3-6.
- [22] 严和平, 罗宇, 李自静, 等. 云南普洱茶中硒的测定条件及含量研究 [J]. *食品科技*, 2010, 35 (12): 263-266.

The Spatial Distribution Characteristics of Selenium Content in Tea Leaves from Major Tea-producing Areas in Yunnan

ZHANG Liuye, HOU Shun, YANG Wanqiu

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Kunming University, Kunming, Yunnan, China 650214)

Abstract: Selenium is an essential trace element for the human body, and dietary intake is a good way to supplement selenium. Tea is a food with great potential for selenium supplementation with has a good enrichment ability for selenium. In this study, the selenium content in tea leaves from the main tea-producing areas in Yunnan Province (central Yunnan, western Yunnan, southern Yunnan, and northern Yunnan) was determined using the "open digestion-ICP-MS" method. The results showed that the average selenium content in Yunnan tea leaves was 73.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, with a coefficient of variation of 126.68%. The average selenium content in tea leaves from different tea-producing areas ranked from highest to lowest as follows: central Yunnan (94.52 $\mu\text{g}/\text{kg}$) > southern Yunnan (72.55 $\mu\text{g}/\text{kg}$) > western Yunnan (70.65 $\mu\text{g}/\text{kg}$) > northern Yunnan (34.75 $\mu\text{g}/\text{kg}$). The proportions of selenium-rich tea leaves (selenium content between 200-4 000 $\mu\text{g}/\text{kg}$) in central Yunnan and southern Yunnan were 6.89% and 1.59%, respectively, indicating the potential for developing selenium-rich tea gardens in these regions. The correlation analysis between the selenium content in tea leaves and environmental and climatic factors (soil background value, temperature, rainfall, sunshine, etc.) showed a certain correlation between the selenium content in tea leaves and soil background values, but no correlation with other climatic factors. There were minor differences in the average selenium content in tea leaves processed by different methods. Compared to other types, black tea had higher and more stable selenium content, indicating that the selenium content in tea leaves is less affected by processing methods and mainly influenced by the maturity of the fresh tea leaves.

Key words: Yunnan tea-producing areas; selenium; tea; spatial distribution characteristics

(责任编辑: 陈伟超)