

## 基于稀土元素判别茶叶原产地的研究进展

傅海霞,郝伟,李烨\*

(北京市环境保护科学研究院 国家城市环境污染控制工程技术研究中心  
国家环境保护工业废水污染控制工程技术(北京)中心,北京 100037)

**摘要:**简述茶叶中稀土元素的组成、来源和特征,其中重点介绍利用稀土元素组成和含量差异,以及结合主成分分析、聚类分析和判别模型等手段对茶叶原产地进行判别的研究现状,指出当前对茶叶原产地判别的研究尚有欠缺,并对未来该领域研究的方向进行展望,旨在为将来稀土元素在茶叶原产地溯源中的广泛应用提供理论基础和参考价值。

**关键词:**稀土元素;茶叶;原产地;判别分析

**中图分类号:**TS272 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5639(2015)06-0049-03

**DOI:**10.14091/j.cnki.kmxyxb.2015.06.011

### Research Progress of Distinguishing Tea Origin Based on Rare Earth Elements

FU Hai-xia,HAO Wei,LI Ye\*

(Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection,National Engineering Research Center  
of Urban Environmental Pollution Control,National Environmental Protection Industrial Sewage  
Pollution Control Engineering Techniques(Beijing)Center,Beijing 100037,China)

**Abstract:** The brief overview of the types, sources, and characteristics of rare earth elements in tea were introduced. The research current situation of tea origin distinguishing based on differences in the content of rare earth elements was reviewed combined with principal components analysis, cluster analysis and discrimination model. Then some problems and developing aspects on the research of tea origin discrimination were discussed, which aimed to provide the theoretical basis and reference for relevant studies and wide application of rare earth elements in tea origin discrimination in the near future.

**Key words:** rare earth elements; tea; origin area; discrimination analysis

茶叶起源于中国,其由茶树的芽或叶制成,口感独特,具有一定的保健功效和药理作用<sup>[1]</sup>。茶叶中富含蛋白质、维生素、茶多酚、咖啡碱、植物碱、氨基酸等。此外,富含多种矿质元素(如钾、镁、钙、铁、铜和锌等)和稀土元素(REE)<sup>[2]</sup>。茶叶中的大多数组分有益于人体健康,例如,可以降低患心血管病和癌症的风险等<sup>[3]</sup>。

我国是一个茶叶生产大国,例如,2011年中国茶叶产量为124万t,占世界茶叶总产量的32.6%,居世界第一<sup>[4]</sup>。我国主要有四大茶叶产地(华南、西南、江北和江南茶叶产区),分布于19个省,其中云

南省茶园面积最大,福建省产量最大<sup>[5]</sup>。华南主要生产乌龙茶;西南适宜种植黑茶和红茶,特别是普洱茶;江南和江北以小叶种茶(绿茶)为主。

茶叶是一种地理标识性产品,因此,消费者对不同地区所产茶叶的认可度不一。虽然各个茶区形成了不同的名优茶叶,然而,一方面由于市场的交易行为不是很规范,违法者会假冒某些品牌,严重破坏市场秩序,影响原产地产品的价值。另一方面,茶叶往往要进行后期深加工,在这一过程中会掩盖甚至破坏茶叶产地的一些标志性特征。显然,地理标志产品具有无形的产权财富,标志着所指示产品的独特质

收稿日期:2015-11-05

作者简介:傅海霞(1981—),女,山东潍坊人,助理研究员,硕士,主要从事环境污染控制与研究。

\*通讯作者:李烨(1974—),女,内蒙古商都人,副研究员,博士,主要从事环境污染修复及分析检测研究,E-mail:liye@cee.cn.

量、信誉和特征,因此,有必要对其产地进行溯源。

在自然界中,由于稀土元素丰度小,性质稳定,且植物中的稀土元素含量(质量分数,下同)和分布与所处的生态环境密切相关,是产地溯源的理想元素。本文就不同地区茶叶中的稀土元素含量以及根据稀土元素进行茶叶产地判别的研究进行综述,以期将来研究茶叶中稀土元素以及茶叶种类和产地判别研究提供可靠的依据和参考价值。

## 1 茶叶中的稀土元素

稀土元素是自然界广泛存在的一种物质,在土壤中以难溶化合物形式存在,质量分数一般为 100 ~ 200 mg/kg(以稀土氧化物  $\text{RE}_2\text{O}_3$  计算)<sup>[6]</sup>。茶叶中的稀土元素主要来自大气沉降、叶面肥及土壤吸收<sup>[7]</sup>。稀土元素适当时,则有助于茶树的生长,可以提高茶叶的产量<sup>[8]</sup>。因此,20 世纪 90 年代以来,我国开始推广将稀土肥料施入土壤或直接向叶面喷洒。据估计,在 2002 年,我国有 5 200 t 稀土肥料被当作生长促进剂施入土壤中<sup>[9]</sup>。林荣溪等<sup>[10]</sup>在同一茶园对生长条件、茶龄和品种相同的茶树分别施用稀土含量不同的复合肥和叶面肥,发现施用肥料中的稀土含量高,则茶叶中的稀土含量也相应高,呈正相关关系,可见叶面肥是茶叶中稀土元素的主要来源之一。陈磊等<sup>[11]</sup>研究了不同地区茶园土壤中 15 种天然稀土元素的分布特征,发现茶树在吸收土壤中的稀土元素后,这些物质的含量从树端向根部会递增,且土壤与茶叶中的稀土元素含量呈极显著相关关系,从而证实土壤是茶叶中稀土元素的主要来源之一。

由于不同地区土壤中稀土含量不同,施肥方式以及茶叶种类和成熟度差异,因此,不同地区、不同类型茶叶中的稀土元素含量和组成有所不同。叶片越老,越有助于稀土元素的积累。此外,不同种类的茶叶会选择成熟度不同的原料,如绿茶和红茶通常采用嫩芽叶,稀土元素含量较低;而紧压茶、黑茶和乌龙茶等通常会采用较高成熟度的开面叶,稀土元素含量较高<sup>[7]</sup>。王兴近等<sup>[12]</sup>研究表明,闽东地区白茶、绿茶、花茶、红茶和乌龙茶中的稀土含量差异有统计学意义。白茶通常以细嫩且叶背多白茸毛的芽叶为原料,稀土含量最低;绿茶、花茶和红茶稀土含量居中;乌龙茶通常以具有一定成熟度的叶片为原料,稀土含量最高。

茶叶中稀土元素的组成与土壤中稀土元素的分布模式基本相同,但由于茶树会选择性地吸收土壤中的稀土元素,因此茶叶中稀土元素的组成会有所差

异。对不同地区、不同类型的茶叶进行研究,发现大部分茶叶都表现出对轻稀土元素的富集,且以镧、铈、钕为主。陈磊等<sup>[11]</sup>分析了福建省乌龙茶中的 15 种稀土元素,结果表明,以轻稀土元素为主,其中更以镧、铈、镨、钕和钐为主。王峰等<sup>[13]</sup>对江苏绿茶中稀土元素组成进行研究,结果表明,与前者具有相似的稀土元素分布规律,绿茶明显富集轻稀土。聂刚等<sup>[14]</sup>对陕南地区茶叶中的稀土元素组成进行研究,发现这些茶叶中稀土元素以铈、镧、钇和钕为主,且铈含量最高。贵州绿茶中和云南省不同种类茶叶中的稀土元素也具有相似的分布特征<sup>[15-16]</sup>。由此可见,根据稀土元素,可以作为判别茶叶产地的重要技术指标之一。

## 2 基于稀土元素判别茶叶原产地

一般根据茶叶的色、香、味来判别其产地,但这种判别方式受主观因素影响较大。随着仪器分析技术的不断发展,采用仪器分析和图谱的方式来判别茶叶产地的研究越来越多。稀土元素在自然界中丰度小,性质稳定,且茶叶中的稀土元素含量与茶区所处的地理环境和气候存在密切的关系,茶叶对土壤中有有效稀土具有很强的富集作用,而不同地区土壤的稀土含量主要受成土母质、土壤类型、气候等因素的影响,因而不同地域所生产的茶叶具有特定的稀土元素分布特征,是产地溯源的理想元素。近年来,不少研究人员以基于稀土元素来判别茶叶的原产地进行了研究。

王峰等<sup>[13]</sup>对江苏绿茶中稀土元素的分布模式进行研究,将所测的稀土含量平均值经球粒陨石标准化处理后,发现江苏绿茶中的稀土分布模式与江苏镇江土壤和中国大陆土壤平均值的分布模式较接近,这说明绿茶在吸收稀土元素的过程中,大致保持了土壤稀土组成的主要特征,因而茶叶中的稀土含量可以反映产地的稀土特征。

林昕等<sup>[17]</sup>利用稀土元素指纹技术,成功地判定了来源不同的云南普洱茶(台地茶和古树茶)。对西双版纳地区具有代表性的普洱茶,即对台地茶和古树茶中的稀土元素含量进行测定,发现镧、铈、钕和铈元素差异有统计学意义,以这 4 种有效指标作为变量,进行了主成分分析、方差分析以及判别分析,结果得出:台地茶的检验判别率和交叉检验判别率分别为 100.00% 和 91.65%;古树茶的检验判别率和交叉检验判别率分别为 94.40% 和 83.30%。认为根据稀土元素含量差异判别普洱古树茶和台地茶的产地和身份是可行的。

唐偲雨<sup>[18]</sup>对重庆不同地区 22 个茶叶样品中的



- 胆黄多糖研究[J]. 药物生物技术, 2012, 19(4): 343-347.
- [15] 唐惠玲, 陈涛, 王莹, 等. 虫草多糖荧光标记的方法学研究[J]. 药学与临床研究, 2010, 18(3): 279-281.
- [16] 吴宗翰, 杨扬, 杜金, 等. 小刺猴头菌多糖的荧光标记及其稳定性[J]. 菌物研究, 2013, 11(2): 82-84.
- [17] 苏玲, 李雨婷, 王再林, 等. 树舌荧光多糖的制备及其在人大肠癌细胞 SWWC1116 中的定位[J]. 吉林大学学报: 理学版, 2013, 51(1): 140-144.
- [18] 陈小云, 谭晓斌, 孙娥, 等. 黄芪多糖口服吸收促进剂的研究[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(7): 1243-1247.
- [19] LI Y, TAN Y, NING Z G, et al. Design and fabrication of fluorescein-labeled starch-based nanospheres[J]. Carbohydrate Polymers, 2011, 86: 291-295.
- [20] 柳琳, 赵燕敏, 李范珠, 等. 神经毒素自组装核壳型纳米粒大鼠鼻黏膜给药脑内药动学研究[J]. 中国药理学杂志, 2011, 46(3): 203-207.
- [21] 冯丽娜, 刘金剑, 褚丽萍, 等. 新型多肽聚酰胺-胺型靶向药物载体的载药性能及细胞吸收和毒性[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(8): 1385-1388.
- [22] 刘鉴峰, 刘金剑, 王德芝, 等. 肿瘤靶向药物载体的肿瘤细胞靶向性研究[J]. 天津医药, 2013, 41(4): 296-299.
- [23] 高仕杰, 刘洋. 多功能阳离子脂质体跨血脊髓屏障的实验研究[J]. 中国医药指南, 2014, 12(34): 45-47.
- [24] CHO H K, LONE S, KIM D D, et al. Synthesis and characterization of fluorescein isothiocyanate (FITC)-labeled PEO-PCL-PEO triblock copolymers for topical delivery [J]. Polymer, 2009, 50: 2357-2364.
- [25] 单玲玲, 高贵珍, 曹稳根, 等. 紫杉醇前药的合成及其对肿瘤细胞活性抑制的研究[J]. 宿州学院学报, 2013, 28(6): 56-58.
- [26] 谢江, 朱建华. FITC 标记的叶酸衍生物的合成及显像研究[J]. 高等学校化学学报, 2011, 32(7): 1532-1536.
- [27] 张胜华, 程昕, 钟根深, 等. 活体成像分析异硫氰酸荧光素标记 Rituximab 在荷淋巴瘤裸鼠体内的生物分布[J]. 中华医学杂志, 2010, 33(6): 2367-2370.
- [28] 王小明, 孔海霞, 雷鹏, 等. 应用 FITC 系统建立非均衡竞争三碘甲腺原氨酸化学发光法[J]. 国际检验医学杂志, 2012, 33(8): 899-903.
- [29] 陈茶, 孔海霞, 雷鹏, 等. 应用 FITC 系统建立非均衡竞争睾酮(T)化学发光法[J]. 国际检验医学杂志, 2012, 33(6): 668-670.
- [30] 陈蕾, 孔海霞, 刘萍, 等. 应用 FITC 系统建立非均衡竞争总甲状腺素(TT4)化学发光法[J]. 国际检验医学杂志, 2012, 33(6): 663-665.
- [31] 曾建明, 雷鹏, 孔海霞, 等. 应用 FITC 系统建立非均衡竞争孕酮(P)化学发光法[J]. 国际检验医学杂志, 2012, 33(15): 1813-1817.
- [32] 陈茶, 孔海霞, 雷鹏, 等. 应用 FITC 系统建立非均衡竞争雌二醇(E2)化学发光法[J]. 国际检验医学杂志, 2012, 33(6): 676-678.
- [33] 曾建明, 雷鹏, 孔海霞, 等. 应用 FITC 系统建立非均衡竞争游离雌三醇(E3)化学发光法[J]. 国际检验医学杂志, 2012, 33(15): 1806-1808.

~~~~~  
(上接第 51 页)

- [8] 汪东风, 王常红. 稀土在茶树上应用研究进展[J]. 稀土, 1996, 17(4): 46-50.
- [9] ANONYMOUS. Chinese consumption continues to increase in 3 years[J]. China Rare Earth Information Center News, 2003, 9: 2-3.
- [10] 林荣溪, 陈磊, 谢承昌, 等. 福建乌龙茶稀土来源初探[J]. 中国茶叶, 2010(11): 10-11.
- [11] 陈磊, 林锻炼, 高志鹏, 等. 稀土元素在茶园土壤和乌龙茶中的分布特性[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2011, 40(6): 595-601.
- [12] 王兴进, 陈巧, 林丽容, 等. 闽东茶区茶叶稀土残留量分析[J]. 亚热带农业研究, 2013, 9(2): 115-118.
- [13] 王峰, 曹福亮. 江苏绿茶中稀土元素的组成特征及分布模式[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2012, 36(4): 71-74.
- [14] 聂刚, 梁灵, 李忠宏, 等. 陕南茶叶稀土元素产地特征研究[J]. 中国稀土学报, 2014, 32(6): 758-763.
- [15] 向丽萍, 王奥, 罗砚文, 等. 贵州绿茶中的稀土元素含量特征[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(1): 197-199.
- [16] 杨婉秋, 葛丹丹, 刘丹丹. 云南省保山市不同种类茶叶中轻稀土元素分析[J]. 昆明学院学报, 2015, 37(3): 25-29.
- [17] 林昕, 黎其万, 和丽忠, 等. 基于稀土元素指纹分析判别普洱古树茶和台地茶的研究[J]. 现代食品科技, 2013, 29(12): 2921-2925.
- [18] 唐偲雨, 刘毅, 王晶, 等. 重庆地区茶叶矿质元素产地特性研究[J]. 食品科学, 2013, 34(2): 227-230.
- [19] 刘宏程, 林昕, 和丽钟, 等. 基于稀土元素含量的普洱茶产地识别研究[J]. 茶叶科学, 2014, 34(5): 451-457.
- [20] 冉登培. 贵州地区茶叶微量元素分析及稀土影响因素探究[D]. 重庆: 西南大学, 2014.