

农产品辐照研究·食品科学

茶叶中同位素与多元素特征及其原产地PCA-LDA判别研究

袁玉伟<sup>1</sup>, 张永志<sup>1</sup>, 付海燕<sup>2</sup>, 韩文炎<sup>3</sup>, 李淑芳<sup>4</sup>, 杨桂玲<sup>1</sup>, 张志恒<sup>1</sup>

1. 浙江省农业科学院农产品质量标准研究所, 浙江 杭州 310021;
2. 中南民族大学药学院, 湖北 武汉 430074;
3. 中国农业科学院茶叶研究所, 浙江 杭州 310008;
4. 河南省农业科学院农业质量标准与检测技术研究中心, 河南 郑州 450002

**摘要:** 本研究采用稳定同位素质谱和等离子发射光谱质谱法测定茶叶中同位素比率和多元素含量,并结合主成分分析(PCA)和线性判别分析(LDA)法建立模型,对福建、山东和浙江出产的茶叶,以及浙江余姚、金华和西湖出产的茶叶进行产地溯源判定。结果表明,不同产地的茶叶中稳定同位素 $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta\text{D}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ 数值范围不同,而且Li、Be和Na等27个矿物元素的含量变化也较大,具有一定的地域特征。PCA法能够区分不同产地的茶叶,但不同产地样本存在部分重合;而采用PCA-LDA法能够有效区分不同产地的茶叶,其中福建、山东和浙江产地的判定准确率为99%,浙江余姚、金华和西湖产地的判定准确率为86%。因此,利用稳定同位素和矿物多元素检测结合PCA-LDA法能够较好进行茶叶产地溯源,具有一定的可行性和应用价值。

**关键词:** 茶叶 稳定同位素 多元素 主成分分析 线性判别分析

APPLICATION OF PCA-LDA METHOD TO DETERMINE THE GEOGRAPHICAL ORIGIN OF TEA BASED ON DETERMINATION OF STABLE ISOTOPES AND MULTI-ELEMENTS

YUAN Yu-wei<sup>1</sup>, ZHANG Yong-zhi<sup>1</sup>, FU Hai-yan<sup>2</sup>, HAN Wen-yan<sup>3</sup>, LI Shu-fang<sup>4</sup>, YANG Gui-ling<sup>1</sup>, ZHANG Zhi-heng<sup>1</sup>

1. Institute of Quality and Standard for Agro-products, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou Zhejiang 310021;
2. College of Pharmacy, South-central University for Nationalities, Wuhan Hubei 430074;
3. Tea Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Hangzhou Zhejiang 310008;
4. Research Center of Agricultural Quality Standards and Testing Techniques, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou Henan 450002

**Abstract:** The ratio of stable isotope and concentration of multi-element in tea was determined with isotope ratio mass spectrometry (IRMS) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Pattern recognition techniques with principal component analysis (PCA) and linear discriminant analysis (LDA) were used to classify the geographical origins of tea from Fujian, Shandong and Zhejiang province, and Yuyao, Jinhua and Xihu region of Zhejiang. The results showed the values of  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  and the ratios of  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  in tea samples were different from different origins. There was also large variable for the concentrations of 27 mineral elements, such as Li, Be, Na and so on, with a specific character of origin. The method of PCA could be used to classify the geographical origin of tea from different origins but with a cross in the scatter plot. However, PCA combining with LDA could give correct assignment percentages of 99% for the tea samples among Fujian, Shandong and Zhejiang provinces, and 87% for the tea samples among Yuyao, Jinhua and Xihu region of Zhejiang. These results revealed that it was possible and feasible to classify the geographical origin of tea by the method of PCA-LDA based on the determination of isotopes and multi-elements.

**Keywords:** tea (*Camellia sinensis*) stable isotope multi-element PCA LDA

收稿日期 2012-09-10 修回日期 2012-11-06 网络版发布日期

DOI:

基金项目:

国际原子能机构合作项目(16567-RO); 公益性行业(农业)科研专项项目(201203046); 国家国际科技合作项目(2012DFA31140); 浙江省农业科学院创新提升工程项目(2011R19Y01E01); 浙江省重点科技创新团队项目(2010R50028)

通讯作者:

作者简介:

扩展功能

本文信息

- Supporting info
- PDF(2293KB)
- [HTML全文]
- 参考文献[PDF]
- 参考文献

服务与反馈

- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert
- 文章反馈
- 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

- 茶叶
- 稳定同位素
- 多元素
- 主成分分析
- 线性判别分析

本文作者相关文章

- 袁玉伟
- 张永志
- 付海燕
- 韩文炎
- 李淑芳
- 杨桂玲
- 张志恒

PubMed

- Article by YUAN Yu-wei
- Article by ZHANG Yong-zhi
- Article by FU Hai-yan
- Article by HAN Wen-yan
- Article by LI Shu-fang
- Article by YANG Gui-ling
- Article by ZHANG Zhi-heng

参考文献:

- [1] 桂建嵩. 对中国原产地名称保护的的建议[J]. 中国标准化,2004,4: 61-63
- [2] 李 鹏,朱 超,谢丽娜,姜含春. 我国茶叶原产地域产品保护及其思路[J]. 中国茶叶加工,2006,(1): 11-13
- [3] 陆德彪, 毛祖法. 基于地理标志(GI)的龙井茶产业实证分析[J]. 浙江农业学报,2011,23(1): 41-45
- [4] Zhou J, Cheng H, He W, et al. Identification of geographical indication tea with Fisher' s discriminant classification and principal components analysis[J]. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 2009, 17 (3): 159-164
- [5] 周 健,成 浩,贺 巍,王丽鸳,吴 迪. 基于近红外的PLS量化模型鉴定西湖龙井真伪的研究[J]. 2009, 29(5): 1251-1254
- [6] 周 健,成 浩,曾建明,王丽鸳,韦 康,贺 巍,王伟峰,刘 栩.基于近红外的多相偏最小二乘模型组合分析实现茶叶原料品种鉴定与溯源的研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2010,30(10): 2650-2653
- [7] 王丽鸳,成 浩,周 健,叶 阳,刘 栩,陆文渊. 绿茶数字化多元化学指纹图谱建立初探[J]. 茶叶科学,2007, 27 (4): 335-342
- [8] 王丽鸳,成 浩,周 健,何孝廷,薛凤仁,徐锦斌,贺 巍. 基于多元化学指纹图谱的武夷岩茶身份判别研究[J]. 茶叶科学,2010,30(2): 83-88
- [9] 成 浩,王丽鸳,周 健,刘 栩,叶 阳,陆文渊. 基于化学指纹图谱的绿茶原料品种判别分析[J]. 中国农业科学,2008,41(8): 2413-2418
- [10] 成 浩,王丽鸳,周 健,叶 阳,刘 栩,陆文渊. 基于化学指纹图谱的扁形茶产地判别分析研究[J]. 茶叶科学,2008,28(2): 83-88
- [11] Gérard G,Sylvie Q,Umberto P, et al. Characterization of Swiss vineyards using isotopic data in combination with trace elements and classical parameters[J]. European Food Research and Technology,2004,219(1 ): 97-104
- [12] Suzuki Y, Chikaraishi Y, Ogawa N O, et al. Geographical origin of polished rice based on multiple element and stable isotope analyses [J]. Food Chemistry, 2008, 109(2): 470-475
- [13] Camin F, Perini M, Bontempo L, et al. Multi-element (H, C, N, O) stable isotope characterization of blueberries [J]. ISHS Acta Horticulturae 810: IX International Vaccinium Symposium, 2009, 697-704
- [14] Marcos A, Fisher A, Rea G, et al. Preliminary study using trace element concentrations and a chemometrics approach to determine the geographical origin of tea [J]. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 1998, 13(6): 521-525
- [15] Moreda-Pineiro A, Marcos A, Fisher A, et al. Evaluation of the effect of data pre-treatment procedures on classical pattern recognition and principal components analysis: a case study for the geographical classification of tea [J]. J Environ Monit, 2001,3: 352-360
- [16] Pilgrim T S, Watling R, Grice K. Application of trace element and stable isotope signatures to determine the provenance of tea (*Camellia Sinensis*) samples [J]. Food Chemistry, 2010, 118(4): 921-926
- [17] 张新新,李 雨,纪玉佳,王 鹏,张永清,薛付忠. 主成分-线性判别分析在中药药性识别中的应用[J]. 山东大学学报(医学版),2012,50(1): 143-146
- [18] Kawasaki A, Oda H, Hirata T. Determination of strontium isotope ratio of brown rice for estimating its provenance [J]. Soil Science and Plant Nutrition, 2002, 48: 635-640
- [19] 郭波莉,魏益民,潘家荣.同位素指纹分析技术在食品产地溯源中的应用进展[J]. 农业工程学报,2007,23 (3): 284-289
- [20] 中野明正,畑中義生,上原洋一,等. 窒素安定同位体比を用いた有機茶の判別およびアミノ酸,繊維含量と荒茶価格との関係[J]. 農業および園芸,2005,80(3): 363-367
- [21] 冯海强,潘志强,于翠平,王校常. 利用<sup>15</sup>N自然丰度法鉴别有机茶的可行性分析[J]. 核农学报,2011,25(2): 308-312
- [22] 钟其顶,王道兵,熊正河. 稳定氢氧同位素鉴别非还原(NFC)橙汁真实性应用初探[J]. 饮料工业,2011,14(12): 6-9
- [23] 魏益民,李 勇,郭波莉. 植物性食品污染源溯源技术研究[M]. 科学出版社,2010,北京.P51
- [24] 周强强,胡文洁. Sr同位素的研究现状和最新进展[J]. 科技信息,2012,1: 396-423
- [25] 王文伟,骆和东,周 娜,白艳艳. 福建省地产茶叶中14种元素的分析与研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23 (3): 265-269
- [26] 任宏波,万中杰,许 静,汪东风,刘昌岭,匡 新. 崂山茶产区土壤中有效态矿物质元素对茶叶中矿物质元素及其品质的影响[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2008,134(2): 28-30
- [27] Moreda-Piñeiro A, Fisher A, Hill S J. The classification of tea according to region of origin using pattern recognition techniques and trace metal data [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2003, 16(2): 195-211
- [28] 戴 寰,王瑞雪,田笠卿. 茶叶中的微量元素[J]. 茶叶通报,1986,6: 1-4
- [29] 薛小珍. 江苏浙江两省茶叶中微量元素分析[J]. 苏州医学院学报,1999,19(12): 1363-1364
- [30] 王晓慧. 线性判别分析与主成分分析及其相关研究评述[J]. 中山大学研究生学刊: 自然科学、医学版,2007,28 (4): 50-61
- [31] 饶秀勤,应义斌,黄海波,史 舟,周炼清. 基于X射线荧光技术的茶叶产地鉴别方法研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29(3): 837-839

本刊中的类似文章

1. 祁彪, 崔杰华, 王颜红, 张红, 李波. 大气CH<sub>4</sub>中的碳稳定同位素组成的PreCon-GC/C-IRMS系统测定[J]. 核农学报, 2009,23(6): 1036-1042
2. 谢学民, 杨贤强, 沈毓渭, 汪东风, 厉龙明. 不同技术措施对碳氮在茶树内分布及茶叶品质的影响[J]. 核农学报, 1993,7(01): 29-36
3. 孙丰梅, 石光雨, 王慧文, 杨曙明. 牛不同组织中稳定性同位素氢、氧、硫组成探讨[J]. 核农学报, 2012,(8): 1148-1153
4. 张浩 欧阳由男 王会民 朱练峰 金千瑜 郑可锋. 识别不同水稻株型的高光谱模式方法的建立[J]. 核农学报, 2010,24(6): 1274-1279
5. 周健, 成浩, 叶阳, 王丽鸳, 贺巍, 刘本英, 陆文渊. 滇青、青饼和普洱茶(熟饼)近红外指纹图谱分析[J]. 核农学报, 2009,23(1): 110-113
6. 张浩, 胡昊, 陈义, 唐旭, 吴春艳, 刘玉学, 杨生茂, 郑可锋. 水稻叶片氮素及籽粒蛋白质含量的高光谱估测模型[J]. 核农学报, 2012,26(1): 135-140
7. 孙丰梅, 于洪侠, 吴伟, 杨曙明. 稳定性同位素碳、氮在牛不同组织中的变化规律[J]. 核农学报, 2009,23(3): 462-466
8. 祁彪, 丁玲玲, 崔杰华, 王颜红. EA-IRMS法测定不同类型土壤有机碳稳定性同位素组成[J]. 核农学报, 2009,23(3): 492-496
9. 占茉莉; 李勇; 魏益民; 潘家荣; 钱和; 姚卫蓉. 应用FT-IR光谱指纹分析和模式识别技术溯源茶叶产地的研究[J]. 核农学报, 2008,22(06): 829-833+850
10. 刘晓玲, 郭波莉, 魏益民, 师俊玲, 孙淑敏. 不同地域牛尾毛中稳定同位素指纹差异分析[J]. 核农学报, 2012,(2): 330-334,329
11. 赵进辉, 刘木华, 吁芳, 沈洁, 涂东成. 鸭肉中谷氨酸含量的可见-近红外光谱测定研究[J]. 核农学报, 2011,25(3): 529-533
12. 杜倩, 王昌全, 李冰, 李焕秀, 刘杨. 硒、锌及其交互作用对不同季节茶叶多酚氧化酶活性的影响[J]. 核农学报, 2010,24(1): 118-124