

橙汁主要矿质元素含量的特征分析

牛丽影¹, 胡小松¹, 赵 镭², 廖小军¹, 汪致富¹, 吴继红^{1*}

1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083

2. 中国标准化研究院食品与农业标准化研究所, 北京 100088

摘 要 矿质元素的含量与组成特征是评价橙汁品质与判断橙汁来源的重要指标。采用火焰原子吸收光谱法对我国重庆地区 15 个橙汁样品中钾, 钙, 钠, 镁四种矿质元素的含量进行了测定, 用箱线图和因子分析法对样品元素含量特征进行了分析。结果表明, 橙汁中钾元素含量最高($1\,233.75 \sim 1\,866.23\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 其次为镁($77.51 \sim 167.15\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)和钙($49.32 \sim 125.29\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)元素, 而钠元素含量最低($1.22 \sim 9.26\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 该结果与欧盟果蔬汁工业协会(AIIN)提供的橙汁鉴别与质量评价参考值范围基本一致; 因子分析的结果表明, 橙汁中钠元素含量的不同是区分冬橙与夏橙橙汁的主要因素。研究结果为我国橙汁品质评价、标准体系的建立及鉴别研究提供了重要的基础数据。

关键词 橙汁; 矿质元素; 特征; 质量控制; 鉴别

中图分类号: O657.3 文献标识码: A DOI: 10.3964/j.issn.1000-0593(2009)01-0259-04

引 言

橙汁具有诱人的色泽, 怡人的风味, 并含有丰富的维生素、氨基酸、矿物元素等营养成分, 是世界贸易与消费量最大的果汁。美国 and 欧洲各国是橙汁的主要消费国, 早在 20 世纪 80 年代就对橙汁的品质特征分析与鉴别方法进行了广泛的研究^[1]并制定了相应的标准^[2,3], 20 多年来仍在不断的发展与完善。现今国际贸易中影响最大的果汁标准为欧盟果蔬汁工业协会(AIIN)制定的果蔬汁贸易评价法典, 其中关于橙汁的质量评价与鉴别的参考指标已达 70 多项, 包括糖、酸、矿质元素、氨基酸等^[4]。我国的橙汁消费长期以来主要依赖进口, 关于橙汁品质特征的研究很少, 仅有少量对不同品种制汁特性^[5]或橙汁加工特性的报道^[6]。近几年来, 我国橙汁产业得到迅速发展, 目前重庆地区已建成亚太地区最大、也是唯一的按加工制汁要求规模化种植的早、中、晚熟配套优质柑橘加工原料基地 12 万亩, 其中约 1.7 万亩果树目前已进入产果期, 部分橙汁加工生产线已经投入生产, 我国橙汁很快就会走向国际市场, 因此亟需针对我国柑橘品种和品质特征, 建立适合我国国情的橙汁品质评价与鉴别体系。

矿质元素的含量特征往往与地域特征密切相关^[7-9], 钾、

钙、钠、镁四种矿质元素是人体必需的营养元素, 具有重要的生理作用^[10], 在橙汁中含量较高, 也是橙汁贸易中质量评价与鉴别的重要指标^[4]。本文对我国重庆地区主要品种橙汁的这四种主要矿质元素特征进行了分析, 旨在为我国橙汁品质评价、标准体系的建立和鉴别研究提供基础参考数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

橙的来源见表 1。编号 1-8 为 2004/05 年度样品, 9-15 为 2005/06 年度样品, 试验共涉及 7 个品种, 包括 5 个冬橙品种和 2 个夏橙品种。

商业生产的橙汁由重庆三峡建设集团提供的鲜榨(非浓缩还原, NFC)橙汁, 生产原料为奥林达与德尔塔两个品种。其余橙汁样品的制作则参照商业 NFC 橙汁的加工工艺, 首先将橙果清洗、擦干, 去皮, 然后采用家用多功能食物搅拌机进行匀浆, 挤压通过 80 目尼龙纤维滤网, 将所得果汁真空脱气后进行巴氏灭菌(90°C , 1 min), 热罐装于 PET 瓶中, 自来水迅速冷却后冷冻保存待分析。

1.2 试验方法

1.2.1 元素分析

将样品解冻、摇匀, 量取 20 mL 橙汁置入 100 mL 烧杯

收稿日期: 2007-09-08, 修订日期: 2007-12-16

基金项目: “十五”重大科技专项项目(2001BA501A08)和中国标准化研究院中央基本科研业务费支持项目(560765-1525)资助

作者简介: 牛丽影, 1977 年生, 中国农业大学食品科学与营养工程学院博士研究生 e-mail: liying.niu@gmail.com

*通讯联系人 e-mail: wjhcau@yahoo.com.cn

中,加入 2 mL HClO_4 , 盖上表面皿, 静置 2 h。然后再加入 8 mL HNO_3 , 盖上表面皿, 置电炉上加热消化, 至溶液无色透亮、全溶, 继续加热至近干, 冷却后转移至 25 mL 容量瓶中, 用去离子水定容, 混匀备用^[11]。元素含量采用 TAS-986 火焰原子吸收分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)进行测定, 测定时根据需要进行稀释, 每个样品重复 3 次测定。

Table 1 Source of oranges and orange juice

编号	品种	采收时间
1	A 哈姆林	2004, 12
2	A 凤梨甜橙	2004, 12
3	A 凤梨甜橙	2005, 01
4	A 特罗维他	2004, 12
5	A 特罗维他	2005, 01
6	A 奥林达伏令夏橙	2005, 06
7	A 德尔塔伏令夏橙	2005, 06
8	A 商业 NFC 橙汁	2005, 06
9	A 哈姆林	2006, 01
10	A 凤梨甜橙	2006, 01
11	A 特罗维他	2006, 01
12	A 锦橙	2006, 01
13	B 1232 橘橙	2006, 01
14	A 奥林达伏令夏橙	2006, 06
15	A 德尔塔伏令夏橙	2006, 06

注: A 由重庆三峡建设集团有限责任公司提供; B 由中国农业科学院柑橘研究所提供; 日期格式为年, 月

1.2.2 数理统计

箱线图的绘制采用 OriginPro7.5。因子分析采用 SPSS 12.0 软件进行分析, 因子提取采用主成分分析法, 根据相关性提取最大方差, 选取两个主因子进入分析, 按照最大方差法进行因子旋转, 回归法计算因子得分。

2 结果与分析

2.1 四种矿质元素含量的箱线图分析

“箱线图”又称“框须图”, 是由一组数据的最大值、最小值、中位数和两个四分位数 5 个特征值绘制而成的、反映原始数据分布的图形。箱线图可以直观明了的观察出现实数据的分布情况^[12]。如图 1 所示, 15 个样品均以钾元素的含量最高($1\ 233.75 \sim 1\ 866.63 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 其次为镁($77.51 \sim 167.15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 钙($49.32 \sim 125.29 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 而钠的含量最低($1.22 \sim 9.26 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。样品 10, 14, 15 钾含量偏高, 13, 8 的钾含量较低; 钙元素的含量则以样品 7, 8, 10, 11, 13 的含量较高而 1 与 15 号样品含量最低; 钠的含量分布则呈现两极化趋势, 样品 6, 7, 8, 14, 15 的含量偏低; 镁的含量则以 6, 7, 8 号样品较高。与 AIN 参照值(K: $1\ 300 \sim 2\ 500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, Ca: $60 \sim 150$, Na: max 30, Mg: $70 \sim 160$)相比较, 只有两个测试样品(编号为 13, 8)钾元素的含量低于参照最低值, 有两个样品(编号为 15, 1)钙元素的含量低于最低值, 样品 7 镁元素的含量略高于参照最高值, 测试样品总体分布与 AIN 参照范围基本相符。

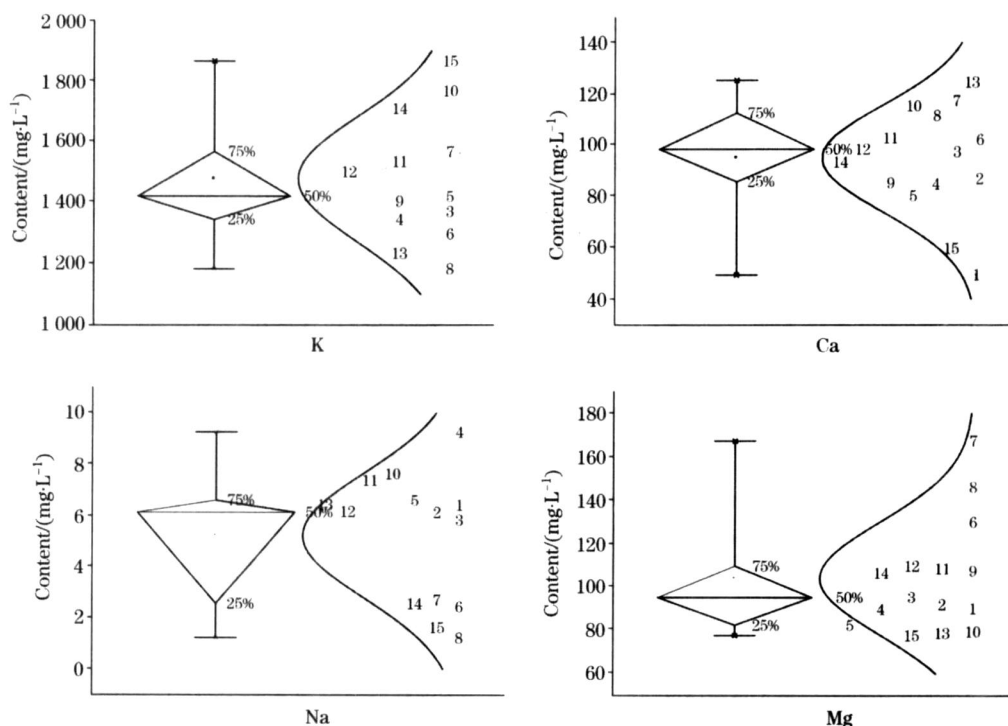


Fig 1 Box plot of mineral contents in the samples

Box contains 50 % of the population, and numbers on right corresponds to the samples described in table 1

2.2 四种矿质元素含量特征的因子分析

因子分析法是从研究变量内部相关的依赖关系出发,把一些具有错综复杂关系的变量归结为少数几个综合因子的一种多变量统计分析方法。因子分析是主成分分析的进一步发展,它的基本思想是将观测变量进行分类,将相关性较高,即联系比较紧密的分在同一类中,而不同类变量之间的相关性则较低,那么每一类变量实际上就代表了一个基本结构,即主因子(也称公因子)^[13]。根据结果可计算每个样品在各主因子上的得分,若取两个主因子,则可以制作样品主因子得分的二维散点图,可以直观、形象的反应样品的聚类信息。因子分析或主成分分析已经广泛的用于橙汁的类型识别中,如对品种^[14]、加工方式^[15]、原料生长区域^[7, 8]的识别等。本文以四种矿质元素的含量为变量进行分析,选取了方差贡献最大的两个主因子,其中主因子 1 解释了总变异的 43.59%,主因子 2 解释了总变异的 23.80%,15 个橙汁样品在这两个主因子上的得分如图 2 所示。在主因子 1 方向,所有样品聚为两类,6, 7, 8, 14, 15 聚为一类,其余样品聚为一类,结合表 1 的原料来源分析可知,在主因子 1 上得分较低的五个样品来自夏橙,得分较高的其他样品来自冬橙。因子载荷是变量与因子的相关系数,对各变量在主因子上的载荷进行分析,Na 元素在主因子 1 上载荷最大(图 3),说明钠元素含量是区分冬橙和夏橙橙汁的主要因素,结合图 1 分析可知,钠元素含量较低可能是区别五个夏橙样品与冬橙样品的主要因素。

伏令夏橙橙汁具有偏红的色泽以及优良的风味^[16],是世界加工非浓缩还原(NFC)橙汁的主要品种^[17],而 NFC 橙汁具有较高的价格,所以本文对两个伏令夏橙品种和其他几个冬橙品种的特征差别分析结果可为橙汁生产中品种选择与鉴别提供参考。

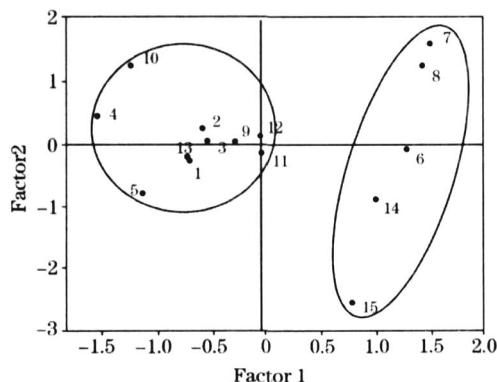


Fig 2 Scores Plot of the samples on factor 1 and factor 2

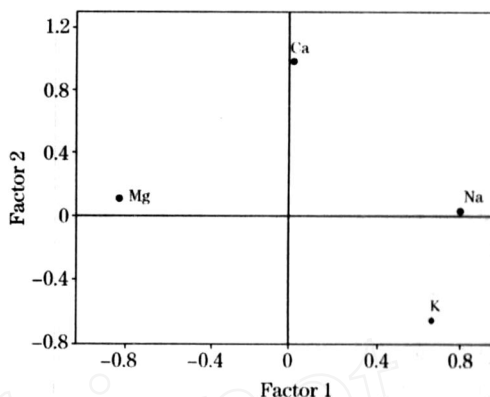


Fig 3 Plot of factor loadings after rotated

3 结论

(1) 测定橙汁样品均以钾元素含量($1\ 233.75 \sim 1\ 866.23\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)最高,其次为镁元素($77.51 \sim 167.15\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$),钙元素($49.32 \sim 125.29\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$),而最低的为钠元素($1.22 \sim 9.26\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$),四种元素的含量分布范围与欧盟果蔬汁工业协会(AIIN)提供的橙汁鉴别与质量评价参考范围基本一致,这些数据为我国橙汁品质评价、标准体系的建立提供了基础数据。

(2) 经因子分析,15 个橙汁样品在两个主因子上的得分按照原料甜橙的两个采收季节聚为两类,即冬橙与夏橙,并且两类橙汁的差别主要与钠元素含量的差异有关,这些结果将为橙汁生产中品种的选择与鉴别提供判别依据。

4 讨论

橙汁是一种复杂的食品体系,含有多种矿质元素,除本文中提到的四种以外,还有铁、锰、铜、锌等诸多的微量元素,这些元素含量的综合特征在产地鉴别中发挥着重要作用,而多元统计的方法则是实现数据降维,得到综合指标的有效手段。早在 1987 年, Nikdel^[9] 就根据橙汁中 17 种元素的含量,采用多元分析的方法对来自美国各州以及墨西哥、巴西等国的橙汁进行了准确的分类, Simpkins 等^[7] 也通过 22 种矿质元素含量的特征分析,采用主成分分析与判别分析对澳大利亚和巴西的 482 个橙汁样品进行了识别。相比之下,我国在此方面的研究仍处于起始阶段,橙汁各品质指标基础数据仍待进一步积累,随着我国橙汁消费的增长以及橙汁产业的发展,对橙汁品质特征与鉴别的分析的要求也将不断提高。

参 考 文 献

- [1] Park G L, Byers J L, Pritz C M, et al. J. Food Sci., 1983, 48(2): 636.
- [2] Bielig H J, Faethe W, Fuchs G, et al. RSK Values, the Complete Manual ed. Schonborn Germany, 1987.
- [3] AFNOR (Association Francaise de Normalisation). Jus de Fruits et de Légumes, Spécifications et Methods d'Analyses. 2nd ed. Paris French, 1989.
- [4] AIIN (Association of the Industry of Juices and Nectars). Code of Practice for Evaluation of Fruit and Vegetable Juices, 2004. 49.

- [5] MA Pei-qia, TANG Xiao-lang, WU Wen, et al(马培恰, 唐小浪, 吴文, 等). South China Fruits(中国南方果树), 2005, 34(6): 1.
- [6] LI Lin, ZHAO Mou-ming, WU Yong-xian(李琳, 赵谋明, 吴永娴). Food Science(食品科学), 2004, 25(11): 58.
- [7] Simpkins W A, Louie H, Wu M, et al. Food Chemistry, 2000, 71(4): 423.
- [8] Bayer S, McHard J A, Winefordner J D. J. Agric. Food Chem., 1980, 28(6): 1306.
- [9] Nikdel S, Nagy S, Attaway J A. In Nagy S, Attaway J A, & Rhodes M E, Adulteration of Fruit Juice Beverages. New York: Marcel Dekker, Inc., 1988. 81.
- [10] GUAN Ying, ZHAO Hai-ying, DING Xi-feng, et al(关颖, 赵海英, 丁喜峰, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2007, 27(5): 1029.
- [11] HAN Ya-shan(韩雅珊). Guideline for food Chemistry Experimentation(食品化学试验指导). Beijing: China Agricultural University Press(北京: 中国农业大学出版社), 1996. 38.
- [12] ZHUANG Zuo-qin(庄作钦). Statistics and Forecasting(统计与预测), 2003, (2): 56.
- [13] ZHANG Wen-bo, CHEN Hong-yan(张文波, 陈红艳). Practical Data Statistical Analysis and the Utility of SPSS12.0(实用数据统计分析及 SPSS12.0 应用). Beijing: People's Post Press(北京: 人民邮电出版社), 2006. 230.
- [14] Belton P S, Colquhoun I J, Kemsley E K, et al. Food Chemistry, 1998, 61(12): 207.
- [15] Shaw P E, Moshonas M G, Buslig B S, et al. J. Sci. Food Agric., 1999, 79(13): 1949.
- [16] Lee H S, Castle W S. J. Agric. Food Chem., 2001, 49: 877.
- [17] Spreen T H, Fernandes W, Cristiano M J, et al. 2001. Available Online, <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FE/FE30000.pdf>.

The Characteristic Analysis of Several Mineral Contents in Chinese Orange Juice

NIU Li-ying¹, HU Xiao-song¹, ZHAO Lei², LIAO Xiao-jun¹, WANG Zheng-fu¹, WU Ji-hong^{1*}

1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China

2. Sub-Institute of Food and Agricultural Standardization, China National Institute of Standardization, Beijing 100088, China

Abstract A study was carried out on the contents of mineral elements such as K, Ca, Na, and Mg in seven different orange varieties, namely Pineapple orange, Hamlin, Trovita, Jincheng, 1232 Tangor, Olinda Valencia and Delta Valencia, by flame atomic absorption spectrometry. The results indicated that the content sequence of different nutritional elements was $K > Mg > Ca > Na$, with a range of 1233.75-1866.23, 77.51-167.15, 49.32-125.29 and 1.22-9.26 $mg \cdot L^{-1}$ respectively. The range scale of the four elements was largely consistent with the reference value of AIN (Association of the Industry of Juices and Nectars from Fruits and Vegetables of the European Union). The samples can be clustered into 2 groups by factor analysis, and lower Na content would be the characteristic of the Valencia varieties. All these data would offer important information for orange juice adulteration determination and quality evaluation.

Keywords Orange juice; Mineral content; Characteristic; Quality control; Authentic identification

(Received Sep. 8, 2007; accepted Dec. 16, 2007)

* Corresponding author