

咖啡味觉量化的初步研究

赫君菲¹, 耿利华^{1,*}, 陈庆森², 胡志和², 肖作为³

(1. 北京盈盛恒泰科技有限责任公司, 北京 100055;

2. 天津商业大学生物技术与食品科学学院, 天津 300134;

3. 湖南中医药大学药学院, 湖南长沙 410208)

摘要: 为了实现咖啡味觉指标的量化, 比较不同风味市售咖啡的味觉差异, 本研究选择雀巢和伯郎两大品牌共 10 种口味的咖啡, 利用 TS-5000Z 味觉分析系统, 从酸、甜、苦、鲜、咸、涩以及苦味回味、涩味回味和鲜味回味(即丰富度)等 9 个味觉指标对样品进行评价, 并结合感官排序法, 验证仪器测试与口尝实验的一致性。结果表明, 所选咖啡的味觉差异主要体现在酸味、甜味、咸味、鲜味和丰富度上, 雀巢特浓和香醇的酸味最弱, 甜味和鲜味最大, 七种伯郎咖啡的味觉差异相对较小, 结合感官评价, 雀巢每种口味都有较为突出的特点, 伯郎则变化较小。电子舌测试与感官评价值的拟合度较高(R^2 均大于 0.8), 并且提高了对样品的区分性和味觉指标的灵敏度, 可以充分量化咖啡饮料的各项味觉指标, 明确产品味觉特点, 对产品的研发、改进或升级提供数据支持, 也是产品品质评价的有效工具。

关键词: 咖啡, 味觉量化, TS-5000Z 味觉分析系统, 电子舌

Initial research of quantifying coffee taste evaluation

HE Jun-fei¹, GENG Li-hua^{1,*}, CHEN Qing-sen², HU Zhi-he², XIAO Zuo-wei³

(1. Ensoul Tech, Beijing 100055, China;

2. Biotechnology and Food Science, Tianjin university of commerce, Tianjin 300134, China;

3. College of Pharmacy, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, China)

Abstract: In order to quantify coffee taste and compare various flavor coffee in the market, the Taste Sensing System TS-5000Z was selected to analyse ten kinds of coffee from two brands, Nestle and MR.BROWN. Sourness, sweetness, bitterness, umami, saltiness, astringency, aftertaste bitterness, aftertaste astringency and aftertaste umami (i.e. richness) were exported, combined with ranking method to evaluate samples and then estimate consistency between the two methods. It turned out that the sourness, sweetness, saltiness, umami and richness of selected coffee were different. Nescafe espresso and mellow possessed weakest sourness, greatest sweetness and umami. There was lesser difference between the seven Brown coffee. Considering sensory evaluation, every flavor Nescafe owned its personalized taste, while MR.BROWN had smaller change. Fitted the value between electronic tongue and sensory evaluation, the degree were greater (R^2 more than 0.8). By using Taste Sensing System TS-5000Z, both the capacity of distinguishing and sensitivity were enhanced, each taste indicators of coffee was quantified sufficiently, the products taste characteristic were confirmed, which can support the product development or improvement. Also, it will become an efficient instrument in product quality evaluation.

Key words: coffee; quantify; Taste Sensing System TS-5000Z; electronic tongue

中图分类号: TS207

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)09-0307-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.09.058

咖啡是世界三大饮品之一, 由于它独特的口感和提神醒脑、抗疲劳、抗氧化等多种保健作用^[1-2], 逐渐成为全球消费者追捧的热点。随着经济的飞速发展, 消费者对咖啡品质的要求也越来越高。评价咖啡品质时, 除了理化和微生物指标, 感官指标是决定消费者喜好最直观的因素^[3]。感官评价一般经由评价员对食品的色、香、味和外观形态进行综合性评定^[4-6], 而此方法通常会受评价员的经验、心情及身

体状况等环境因素的影响, 难以获得客观、一致的品评结果^[7-8]。为提高品质评价的客观性, 减少人为差异, 高效液相色谱法^[9]、电子鼻^[10]、气相色谱法^[6]等均被应用于区分不同类别、焙烤程度、储藏期的咖啡, 监控产品品质。此外, 聚类分析型的电子舌也可区分判别三种干燥方式加工处理的焙炒咖啡^[11]。联合使用电子鼻、电子舌, 可以更加全面的判定咖啡的感官风味^[12]。

电子舌作为模拟人舌头的感官技术, 在发展初期, 仅能实现对食品的区别分析, 如不同种类的矿泉水、干葡萄酒^[13]、咖啡、啤酒、果汁饮料^[14]等, 尽管这对产品品质控制有一定的指导作用, 但是因为不能

收稿日期: 2014-01-23 * 通讯联系人

作者简介: 赫君菲(1987-), 女, 硕士, 研究方向: 食品营养和感官方向。

评价真正的味觉指标,有一定的局限性。本研究使用的 TS-5000Z 味觉分析系统,便可以对酸、甜、苦、咸、鲜、涩及苦味回味、涩味回味和鲜味回味(即丰富度)等味觉指标分别进行量化,该设备在调味料^[15-16]、茶叶^[17-19]、乳制品^[20-21]、酒类^[22-23]等多个领域有了广泛的应用,为了评价不同风味咖啡饮料的味觉特性,量化味觉指标和风味差异,本研究选择市售咖啡展开研究,拟为咖啡饮料的风味化评鉴研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

伯朗和雀巢的十种风味咖啡饮料:伯朗-原味、伯朗-黄金特选、伯朗-蓝山风味、伯朗-夏威夷豆风味、伯朗-卡布奇诺风味、伯朗-焦糖玛琪朵风味、伯朗-法式香草风味、雀巢-特浓、雀巢-香滑、雀巢-丝滑拿铁,市售;氯化钾、氢氧化钾、L(+)-酒石酸(均为分析纯)西陇化工有限公司;无水乙醇、浓盐酸(均为分析纯)北京化工厂。

TS-5000Z 味觉分析系统 日本 Insent 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 TS-5000Z 电子舌的检测原理和构成

TS-5000Z 智能味觉系统,即电子舌,是采用了同人的舌头味觉细胞工作原理相类似的人工脂膜传感器技术,可以客观数字化的评价食品或药品等样品的苦味、涩味、酸味、咸味、鲜味、甜味等基本味觉指标,同时还可以分析苦的回味、涩的回味和丰富度。在整个测量过程中,味觉传感器必须要有整体选择性,就像人的舌头一样,可以对同一种味道具有连续的响应。这个传感器技术的响应状态同人的舌头对味道的响应极为相似,如图 1 所示,味觉传感器上的脂膜通过静电作用和疏水作用同不同的味觉物质发生反应,导致脂膜上的膜电势发生变化,这种变化会通过传感器输出终端的计算机检测到,并依据韦伯费希纳定律将差值转化为味觉数值^[24]。

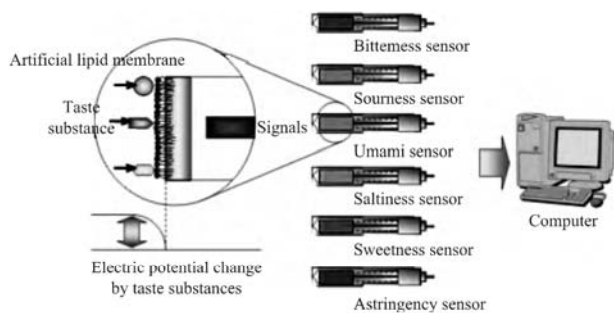


图1 味觉传感器响应原理

Fig.1 The principle of taste sensor

1.2.2 准备溶液和样品 正极清洗液配制:准确称量 7.46g 氯化钾,用 500mL 蒸馏水搅拌溶解,然后准确加入 300mL 无水乙醇溶液,边搅拌边加入准确称量的 0.56g 氢氧化钾,溶解完毕后,转移到 1000mL 的容量瓶,定容。

负极清洗液配制:准确量取 300mL 无水乙醇,与 500mL 蒸馏水震荡混合,然后加入 8.3mL 的浓盐酸

搅拌混合转移到 1000mL 的容量瓶,定容。

参比液:准确称量 2.24g 氯化钾和 0.045g 酒石酸和 0.3mol/L 用 500mL 水溶解,然后转移到 1000mL 的容量瓶,定容^[25]。

按照每种咖啡的配制指示,正确冲泡咖啡饮料,静置至室温开始测试。为了使样品满足感官评价的要求,利用 EXCEL 对十种咖啡进行三位随机编码,伯朗-原味、伯朗-黄金特选、伯朗-蓝山风味、伯朗-夏威夷豆风味、伯朗-卡布奇诺风味、伯朗-焦糖玛琪朵风味、伯朗-法式香草风味、雀巢-特浓、雀巢-香滑、雀巢-丝滑拿铁编号分别为 739、995、986、400、713、194、498、341、327、277。以下测试及数据分析均采用此编码。

1.2.3 电子舌测试方法 TS-5000Z 味觉分析系统测量程序:首先在清洗液中清洗 90s,接着用参比液清洗 120s、继续用另一参比液清洗 120s,传感器在平衡位置归零 30s,达到平衡条件后,开始测试,测试时间 30s;在两组参比液中分别短暂清洗 3s,传感器插入新的参比液中测试回味 30s。循环测试四次,去掉第一循环,取后三次平均数据作为测试结果。每次清洗、平衡和测试回味的液体均分布在不同样品杯中^[24]。

1.2.4 感官评价 实验样品多为甜味的咖啡饮料,甜味对苦味有较明显的遮蔽效果,酸味和咸味是识别阈值较低,所以选择甜味、苦味回味、酸味和咸味为评价指标^[26-27]。

按照 GB/T 16291.1-2012^[28] 要求,优选出 12 位评价员(5 男 7 女),使用排序法对咖啡样品进行感官评价,评价过程严格依照 GBT 12315-2008^[29] 执行。

1.3 数据统计

使用 SPSS 17.0 对感官评价数据进行录入和分析,通过 F 检验判断评价员对所有样品味觉指标的区分性,TS-5000Z 所测味觉指标的图形及数据处理均在仪器终端管理服务器的数据库中完成。

2 结果与分析

2.1 感官评价

统计分析 12 个感官评价员对 10 种咖啡 4 个感官指标的排序,对于相同秩次的样品,取秩和的平均值,秩次的均值和标准差见图 2,咖啡 341 的甜味、苦味回味、咸味都显著大于其他样品,利用统计软件 SPSS17.0 对所有评级员的排序结果进行 F 检验,发现评价员对甜味和酸味区程度显著大于苦味回味和咸味($p < 0.05$),主要是人舌对甜味和酸味呈味物质的识别阈值较低^[30],这两种味觉对苦味回味和咸味的评价均会带来一定的干扰^[24],样品的咸味和苦味回味基本一致。利用排序法可以实现对咖啡味觉指标的量化,但是由于其他味觉指标的干扰、较低的灵敏度和区分度,此方法可以为咖啡味觉指标的量化和产品品质评价提供一定的参考。

2.2 电子舌对市售咖啡的味觉分析结果

TS-5000Z 味觉分析系统测试味觉指标数值,依据的是韦伯费希纳定律,将传感器输出的电势值转化为味觉信息,由于可感知的最小浓度差为 20%,将

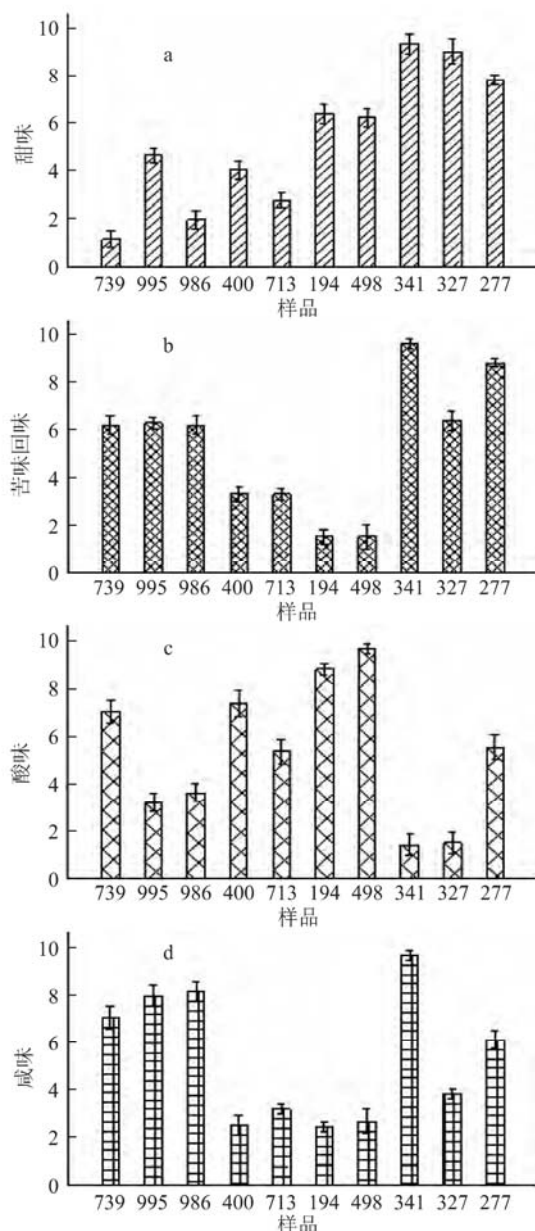


图2 所有咖啡不同味觉指标排序秩次均值和标准差
Fig.2 The means and standard deviations of coffee four taste indicators rank

此定义为一个刻度, 低于1个刻度, 不经过专业训练的普通人感知不到味觉的差异^[31-33]。

不同口味咖啡引起电子舌传感器电势输出发生变化, 将其转化为味觉信息, 绘制成雷达图, 见图3, 可以明显地看出, 除了涩味及其回味变化基本在一个刻度内, 其他味觉指标均呈现不同程度的差异。

甜味最大的是样品341、327和277, 其中277的苦味最大, 回味稍弱, 341和327的酸味最小, 鲜味最突出, 样品194、498和400苦味回味、咸味最弱(见图4~图6)。这与感官评价结果基本保持一致(见图2)。

为了综合评价不同风味咖啡的差异, 将所有味觉指标进行主成分分析(PCA), 主成分1的方差贡献率为87.1%, 主成分2为9.1%, 二者累积贡献率达

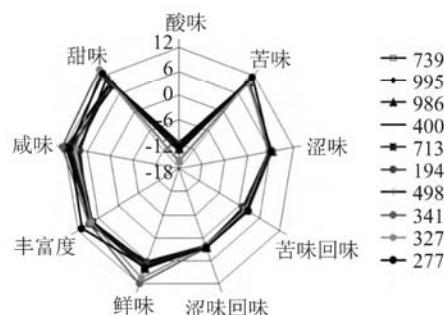


图3 不同风味咖啡的味觉雷达图

Fig.3 The taste radar map of different flavor coffee

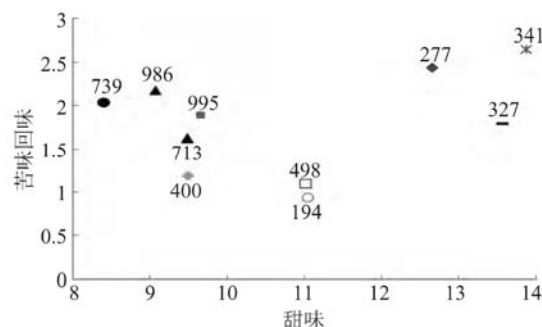


图4 市售咖啡的甜味和苦味回味

Fig.4 Sweetness and aftertaste bitterness of commercial coffee

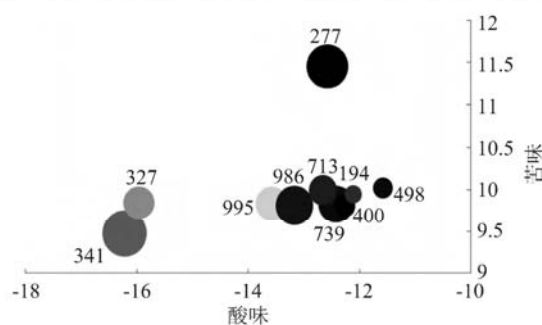


图5 市售咖啡的酸味、苦味及其回味的气泡图
(气泡面积为苦味回味)

Fig.5 Bubble chart of sourness, bitterness and aftertaste bitterness of commercial coffee (bubble was aftertaste bitterness)

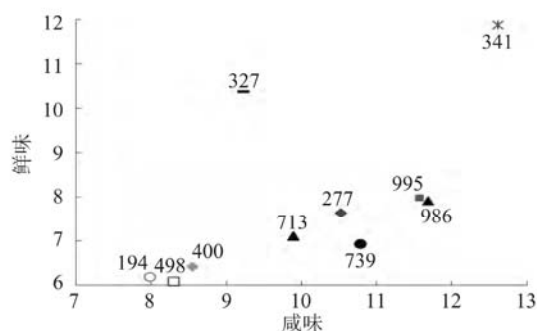


图6 市售咖啡的咸味和鲜味

Fig.6 Saltiness and umami of commercial coffee

到96.2%, 基本涵盖了几乎所有原始信息, 在第一主成分上可以将样品大致分成两类, 341、327和277为一类, 其他产品为一类, 即显著区分了雀巢和伯朗两个咖啡品牌, 也就是说通过电子舌测试可以区分出不同品牌咖啡的味觉特点, 对于同一品牌样品的综

合味觉,伯朗七个样品在第一主成分上差异不明显,主要体现在第二主成分上,雀巢咖啡无论在第一还是第二主成分上均有差异。并且伯朗咖啡饮料总体偏酸,雀巢咖啡的甜味、鲜味和咸味略重,苦味及其回味两品牌差异不大。

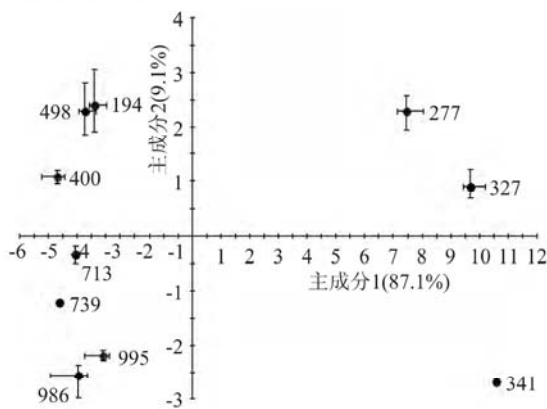


图7 市售咖啡的主成分分析图

Fig.7 The principal component load diagram of commercial coffee

2.3 电子舌与感官评价的相关性分析

通过 TS-5000Z 味觉分析系统,不仅可以定量得出咖啡饮料的酸、甜、鲜、咸、苦、涩及其相应的回味,并根据这些味觉值进一步分析每种口味咖啡的味觉特点及不同品牌的味觉侧重点,为了进一步考察仪器测试的味觉值与人感官的一致性,分别对 10 种咖啡的酸味、甜味、咸味和苦味回味的仪器测试值与感官评价值线性拟合,酸味的 R^2 最小为 0.8092,其他三个指标的拟合度均超过 0.9 (见图 8),由此可以看出,电子舌测试基本可以与人的感官相匹配,并且对样品的区分性、对味觉指标的灵敏性高,此外,仪器测试还具有客观性强、重复性好、不受时间跨度或环境因素的影响等多项优势,因此,该方法可以有效实现咖啡等产品的味觉量化。

3 结论

对不同风味市售咖啡分别进行感官评价和电子舌测试,评价员对样品的苦味回味和咸味区分程度较小,与之相比,TS-5000Z 味觉分析系统更能准确量化不同风味咖啡的酸、甜、苦、鲜、咸、涩以及苦味回味、涩味回味、丰富度等味觉指标,并精确地区分样品之间的差异,而且结果表明,伯朗和雀巢两个品牌的咖啡饮料,总体口感各具特色。通过拟合 10 种咖啡的酸味、甜味、咸味和苦味回味的仪器测试值与感官评价值,四个指标均有较高的拟合度,可见电子舌测试基本可以与人的感官相匹配,而且仪器测试具有较高的精确度、灵敏度、区分性、重复性等,可以有效实现咖啡风味的味觉量化,为咖啡饮料的风味化研究奠定基础。此外,利用此设备对产品风味进行量化,不仅可以为产品研发、升级提供数据支持,也能应用于原材料采购、市场分析、产品营销、品质管理等多个方面,因此在咖啡等产品领域具有广阔的应用前景。

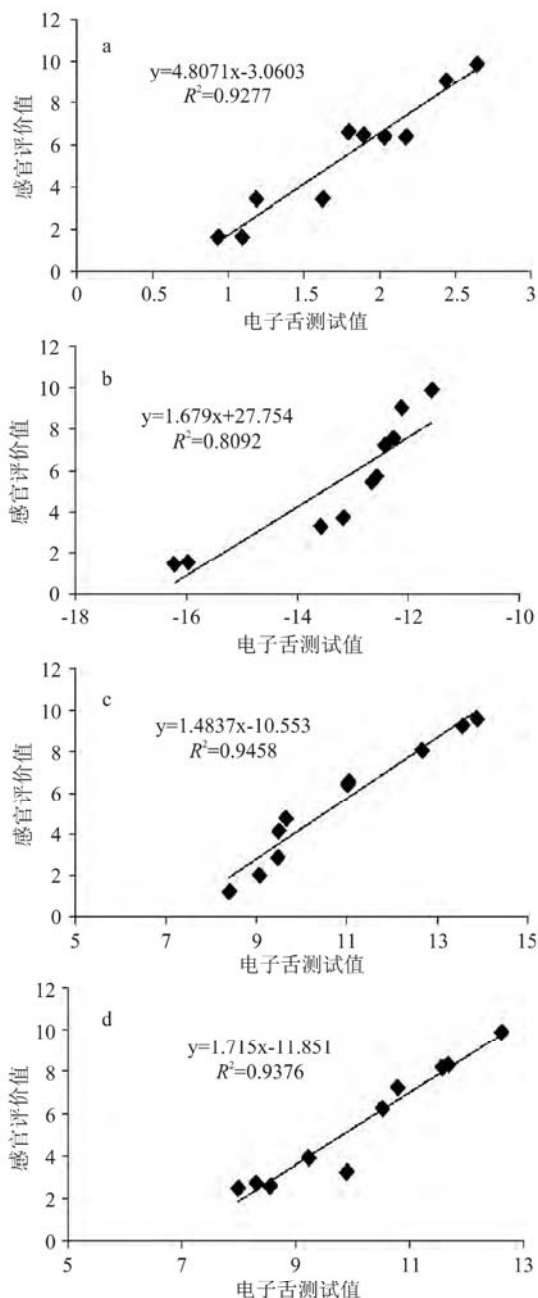


图8 咖啡味觉指标电子舌测试值和感官评价值的拟合曲线

Fig.8 The fitting curve of coffee taste indicators values between sensory scores and electronic tongue testing value

注:a.苦味回味;b.酸味;c.甜味;d.咸味。

参考文献

- [1] 薛殿凯.咖啡的保健作用[J].中国保健营养,2007(1):48.
- [2] 张俊敬,罗云峰,颜景奇,等.咖啡和绿茶的抗氧化活性研究[J].生物物理学报,2008,24(6):435-444.
- [3] 翟晓娜,白燕冰,张春月,等.青年学生对云南咖啡的感官嗜好性分析研究[J].饮料工业,2013,16(9):3-6.
- [4] Geel L, Kinnear M, de Kock H L. Relating consumer preferences to sensory attributes of instant coffee [J]. Food Quality and Preference, 2005(16): 237-244.
- [5] Bhumiratana N, Adhikari K, Chambers IV E. Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee [J].

LWT-Food Science and Technology, 2011, 44(10): 2185-2192.

[6] Leino M, Lapveteläinen A, Menchero P, *et al.* Characterisation of Stored Arabica Robusta Coffees by Head Space-GC Sensory Analyse [J]. Food Quality and Preference, 1991, 3(2): 115-125.

[7] 郭奇慧. 感官品评方法在乳饮料中的应用 [J]. 乳业科学与技术, 2010(6): 274-275.

[8] 高碧华. 咖啡香味的感官评估 [J]. 中外食品, 2008(2): 48-52.

[9] 蔡瑞玲, 韩英素, 赵晋府, 等. 焙炒条件对咖啡风味影响的研究 [J]. 饮料工业, 2003, 6(6): 32-37.

[10] 吴桂苹, 胡荣锁, 卢少芳, 等. 电子鼻在咖啡产品品质检测中的应用研究 [J]. 香料香精化妆品, 2011(5): 7-9.

[11] 胡荣锁, 陆敏泉, 吴桂苹, 等. 基于电子舌的焙炒咖啡不同干燥模式判别 [J]. 食品工业科技, 2014(1): 304-306.

[12] 胡荣锁, 谷凤林, 宗迎, 等. 不同研磨时间对咖啡感官风味的影响 [J]. 中国农学通报, 2012, 28(9): 259-263.

[13] Legin A, Rudnitskaya A, Vlasov Y, *et al.* Application of electronic tongue for qualitative and quantitative analysis of mineral water and wine [J]. Electroanal. 1999, 11: 814-820.

[14] Vlasov Y, Legin A, Rudnitskaya A, *et al.* Nonspecific sensor arrays(“electronic tongue”) for chemical analysis of liquids (IUPAC Technical Report) [J]. Pure Appl Chem, 2005, 77: 1965-1983.

[15] Doi Mikiharu. Evaluation of Kokumi Taste of Japanese Soup Stock Materials Using Taste Sensor. [J]. Sensors and Materials, 2011, 23(8): 493-499.

[16] Imamura T, Toko K, Yanagisawa S, *et al.* Monitoring of fermentation process of miso (soybean paste) using multichannel taste sensor [J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 1996, 37(3): 179-185.

[17] Nobuyuki Hayashi R C H I. Evaluation of the Umami Taste Intensity of Green Tea by a Taste Sensor [J]. J Agric Food Chem, 2008, 56(16): 7384-7387.

[18] Nobuyuki HAYASHI R C H I. Evaluation of the Astringency of Black Tea by a Taste Sensor System: Scope and Limitation [J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2007, 71(2): 587-589.

[19] Yumiko Uchiyama M Y M K. Evaluation of the Taste of Tea with Different Degrees of Fermentation Using a Taste Sensing System [J]. Sensors and Materials, 2011, 23(8): 501-506.

(上接第306页)

[3] 中华人民共和国国家标准. GB/T 5009.91-2003 食品中钾、钠的测定 [S]. 2004-01-01.

[4] 张海涛, 王玉萍, 郭增. 酶法和离子电极法测定血清中钾钠比较 [J]. 蚌埠医学院学报, 2007, 18(2): 216-218.

[5] 周家沅, 孙宗保, 邱江平, 等. 火焰原子吸收光谱中的干扰因素及排除方法 [J]. 光谱仪器与分析, 2008, 26(1): 150-156.

[6] 孙汉文. 原子吸收光谱分析技术 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2002: 121-129.

[7] 杨建男, 罗士平. 原子吸收光谱法测定小白鼠脑组织中 Na、K、Ca [J]. 光谱学与光谱分析, 2002, 22(1): 154-156.

[20] Yasumichi M, Hiroaki M, Michio I, *et al.* Flavor evaluation using taste sensor for UHT processed milk stored in cartons having different light permeabilities [J]. Milchwissenschaft, 2009, 64(2): 143-146.

[21] Toko K, Mizota T I Y, Yoshioka T, *et al.* Heat Effect on the Taste of Milk Studied Using a Taste Sensor [J]. Japanese Journal of Applied Physics, 1995, 34(11): 6287.

[22] Arikawa Y, Toko K, Ikezaki H, *et al.* Analysis of Sake Taste Using Multielectrode Taste Sensor [J]. Sensors And Materials, 1995, 7(4): 261.

[23] S Baldacci, T Matsuno, K Toko, *et al.* Discrimination of wine using taste and smell sensors [J]. Sensors and Materials, 1998, 10(3): 185-200.

[24] Kobayashi Y, Habara M, Ikezaki H, *et al.* Advanced Taste Sensors Based on Artificial Lipids with Global Selectivity to Basic Taste Qualities and High Correlation to Sensory Scores [J]. Sensors, 2010, 10: 3411-3443.

[25] Oohira K, Toko K, Akiyama H, *et al.* Electric Characteristics of Hybrid Polymer Membranes Composed of Two Lipid Species [J]. Journal of the Physical Society of Japan, 1995, 64(9): 3554.

[26] Bartoshuk L M. Taste mixtures: is mixture suppression related to compression? [J]. Physiology & Behavior, 1975, 14(5): 643-649.

[27] 韩北忠, 董华荣. 食品感官评价 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2009: 67-69.

[28] 中华人民共和国国家标准. GB/T 16291.1-2012 感官分析 选拔、培训与管理评价员一般导则 第一部分: 优选评价员 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.

[29] 中华人民共和国国家标准. GB/T 12315-2008 感官分析方法学 排序法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

[30] 生庆海, 张爱霞, 马蕊. 乳与乳制品感官品评 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009: 122-124.

[31] Pfaffmann, C. The sense of taste. In Handbook of Physiology, Neurophysiology [M]. Field, J., Eds., Baltimore, MD, USA: Williams & Wilkins, 1959: 507-533.

[32] Beider, L.M. Part 2 Taste. In Handbook of Sensory Physiology IV: Chemical Senses [M]. Beider, L.M., Ed., Berlin: Springer-Verlag, 1971: 200-220.

[33] Schutz H.G, Pilgrim F.J. Differential sensitivity in gustation [J]. Journal of Experimental Psychology, 1957, 54(1): 41-48.

[8] 易海艳, 胡建安. 火焰原子吸收光谱法同时测定尿液中钾和钠 [J]. 精细化工中间体, 2008, 38(5): 68-70.

[9] 黄念桃, 谢海玲, 李弘强. 原子吸收分光光度法测定枸橼酸氢钾钠颗粒中钠钾的含量 [J]. 2011年全国医药学术论坛交流暨临床药学与药学服务研究进展培训班论文集, 2011, 30(11): 164-166.

[10] 叶明德, 王曙红. 火焰原子吸收光谱法化学干扰研究的新进展 [J]. 理化检验化学分册, 2008, 36(9): 201-203.

[11] 刘圣昔, 李斌. 原子吸收光谱分析技术中干扰的消除方法 [J]. 中国卫生检验杂志, 2007, 17(4): 744-746.