# 味觉分析系统在茶饮料味觉评价方面应用

耿利华[1] 崔红[1] 王华夫[2] 王坤波[3] 王国庆[4] 何洪巨[5]

（1. 北京盈盛恒泰科技有限责任公司，北京 100055；2. Finlay Extracts Limited 英国 伦敦 SW1E 6AJ；3. 湖南农业大学茶学教育部重点实验室，湖南长沙 410128；4. 中国农业科学院茶叶研究所，浙江杭州 310008；5.北京市农林科学院蔬菜研究中心，北京 100097）

［摘 要］ 本文对 TS-5000Z 味觉分析系统原理、测试方法、可测试味觉指标等进行简单介绍，以味觉分析系统在茶饮料行业市场调研、产品开发、品质管理等方面应用案例进行具体说明。

［关键词］ 味觉分析；TS-5000Z 味觉分析系统；茶饮料；味觉量化；电子舌

中图分类号：TS272 文献标识码：A 文章编号：2095-5200（2014）06-057-05

DOI：10.11876/mimt201406021

**Electronic Taste Sensing System for Taste Quantitative Evaluation of Tea Drinks** *GENG Li-hua[1], CUI Hong[1], WANG Hua-fu[2], WANG Kun-bo[3],WANG Guo-qing[4], HE Hong-ju[5].* （1. Ensoul Technology Ltd., China Beijing 100055;2. Finlay Extracts Limited, London SW1E 6AJ, UK;3. Key Lab of Tea Science, Ministry of education,R.R. China, Hunan Agricultural University, Changsha 410128;4. Tea Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Hangzhou 310008；5. Beijing Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences）

**[Abstract]** The present paper provides a brief introduction of the electronic sensing system from principle, test methods and analysable taste indicators. It focuses on some applications of the sensing system on the quantitative evaluation of tea drinks in market research, product development, quality management, etc.

**[Key words]** Taste analysis; Taste Sensing System TS-5000Z; Tea Drinks; Quantifying ;Electronic Tongue

味觉评价在食品、饮料、医药行业有重要意义。一直以来，食品或饮料的味觉评价以人员感官评定和理化学分析手段为主。但感官评定除存在个体差异之外，还会受测试员身体状况及心理状态等因素影响，因此结果的客观性、重现性、可比性等方面均不尽人意[1-2]。而理化学分析手段虽然可以对食品样本中所含有的化学成分进行定性、定量分析，却无法将理化成分同人的味觉真实感受相关联，无法给出数字化的味觉指标，更无法评价味觉物质之间的相互作用（抑制效果，增益效果）对味道的影响[3-4]。在此背景下，Intelligent Sensor Technology, Inc. 和九州大学于 1993 年首先开发出了真正意义上的味觉分析系统。

本文将简要介绍味觉分析系统和该系统在茶饮料味觉评价方面的应用。

## 1 味觉分析系统

### 1.1 味觉分析系统概要

研究表明生物体的味觉很大一部分源于蛋白质受容体。但从化学和热力学的稳定性角度，开发人工蛋白质受容体非常困难。因此在开发味觉分析系统时，Toko 教授等[4-5]集中在选择合适的受容体能够选择性识别 5 种基本味（酸、甜、苦、咸、鲜），采用人工双分子层脂膜技术，开发了具有广域选择特异性的传感器。通过检测各种味物质和人工脂膜之间的静电作用或疏水性相互作用产生的膜电势的变化，实现对味道的评价（图 1）。图 2 是 TS-5000Z 味觉分析系统和传感器概要图。

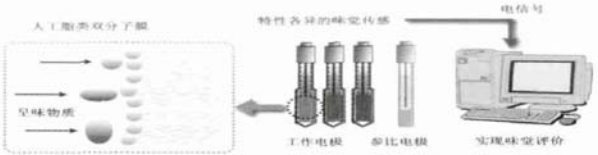



图 1 味觉分析系统的原理

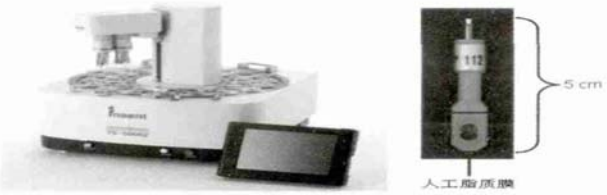



图 2 味觉分析系统 TS-5000Z 和传感器

作者简介：耿利华，男，硕士，主要从事味觉分析系统的应用。E-mail：service@ensoultech.com。

1.2　味觉分析系统测试方法

味觉分析系统测试方法如图3所示。首先传感器在标准溶液中校零。标准溶液相当于人的唾液，基本可以认为无味。这时传感器的膜电位用Vr表示。接下来将传感器浸渍在样品溶液当中，发生变化的膜电位用Vs表示。用标准溶液简单清洗传感器表面，再次测试标准溶液，得到膜电位Vr'。定义(Vs - Vr)为样品的相对值，相当于人感知到的先味，也就是食物刚摄入口中即刻感觉到的味道。而定义(Vs - Vr')为CPA值(Change in electric Potential due to Adsorption of chemical substances)，是因化学物质吸附而引起的电势变化，相当于人感知到的回味，也就是吞咽食物后残留在口腔中的余味[1-2]，即茶叶感官审评中的“回味”。

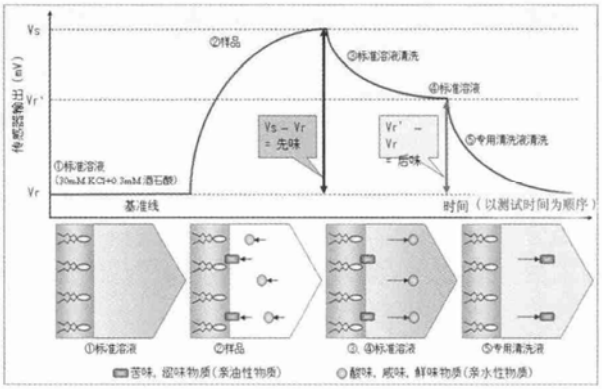



图3　测试流程

味觉分析系统可以给出的各种滋味指标如表1所示。属于先味范畴的是“酸味”、“苦味先味”、“涩味先味”、“鲜味”、“咸味”和“甜味”，属于后味范畴的是“酸苦味(苦味回味)”、“盐酸盐苦味”、“矿物性苦味”、“涩味回味”和“鲜味回味”。

1.3　味觉分析系统的特点

味觉传感器必须具备以下4个特点：(1)对各种味道的反应阈值与人基本一致；(2)有整体选择性(global selectivity)，即对各种具备同一种味道的味物质具备类似的响应。就像人的舌头一样，并不是区别各种成分，而是针对同一种味道具有连续响应。如涩味传感器对人感知的大部分涩味物质都具有相应的响应；(3)对各种具备同一种味道的呈味物质的响应强度和人的感觉强度相匹配；(4)可以检测呈味物质之间的相互作用，即味道的增益效果和抑制效果。

## 2　味觉分析系统在茶饮料方面的应用

目前，味觉传感器已经被广泛应用到食品的味道数值化以及品质评价当中，比如酒类、水、米、面包、肉类、蔬菜类、水果、底汤精、汤品、茶、咖啡、调料和乳制品等[6-14]。

在茶的味觉评价研究领域，大森(Omori)等[9,15]针对红茶建立了味评价体系。Hayashi等[16-17]及Toko等[18-19]针对绿茶的涩味和鲜味建立了评价体系，充分证明了味觉分析系统在茶味觉评价领域的有效性。

2.1　市场调查方面的应用

图4是味香战略研究所(Taste & Aroma Strategic Research Institute Co., Ltd.)[20]用味觉分析系统TS-5000Z对市场上销售的保特瓶装茶产品进行测试的结果，结果采用了茶产品的重要味觉指标苦味和涩味回味，结果可见麦茶、乌龙茶、绿茶在这两个味道指标上具备不同的特征。

表1　味觉分析系统可以测试的味觉指标

| 味项目 | | 味特征 | 主要样品 | 传感器 |
|---|---|---|---|---|
| 先味 | 酸味 | 柠檬酸、酒石酸酸味 | 啤酒、咖啡 | 酸味传感器 |
| | 咸味 | 食盐等无机盐引起的咸 | 酱油、调味汁、汤 | 咸味传感器 |
| | 苦味 | 呈现苦味物质引起的苦，低浓度下会被感知为丰富性 | 豆腐、日本酒、汤 | 苦味传感器 |
| | 涩味 | 涩味物质引起的刺激性味道，低浓度下会被感知为刺激性回味 | 果实 | 涩味传感器 |
| | 鲜味 | 氨基酸、核酸引起的鲜 | 汤、调味汁、肉 | 鲜味传感器 |
| | 甜味 | 糖或糖醇产生的甜味 | 饮料、点心 | 甜味传感器 |
| 回味 | 酸苦味 | 食品中苦味物质引起 | 啤酒、咖啡 | 苦味传感器 |
| | 盐酸盐苦味 | 医药品苦味 | 医药品 | 苦味传感器（医药品用） |
| | 矿物性苦味 | 医药品苦味 | 卤水、矿泉水 | 苦味传感器（矿物性苦味用） |
| | 涩味 | 单宁酸引起的涩味 | 葡萄酒、茶 | 涩味传感器 |
| | 鲜味 | 鲜味回味、丰富性 | 汤、调味汁、肉 | 鲜味传感器 |

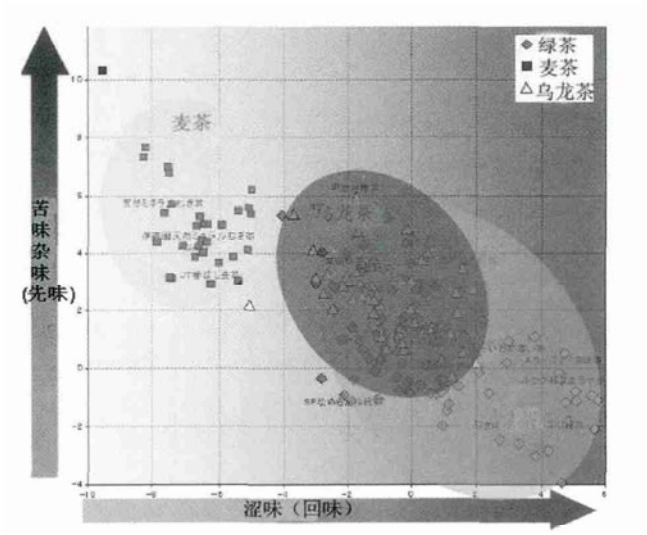



图 4　茶饮料的味地图

图 5 是可口可乐日本公司推出的品牌爽健美茶 ( 麦茶 ) 系列产品的味图。该公司通过调整产品的烘焙程度，使该系列产品涵盖了三种茶的特征。因为有了具体的味道指标，根据其味图可以迅速发现和对应市场需求 [20]。

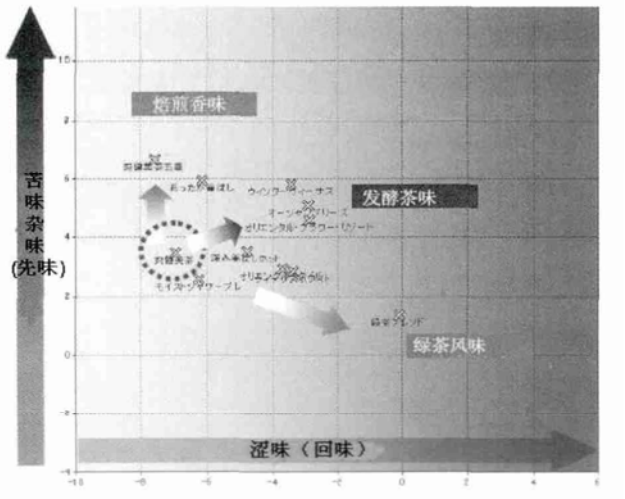



图 5　爽健美茶（麦茶）的味地图

图 6 和图 7 为王华夫 [21] 对欧洲和亚洲市场上的 RTD 茶饮料的分析结果。对比两个市场调查的结果，可以发现源于地域的嗜好差异非常明显。欧洲市场的产品强调茶叶具备的涩味，而苦味指标则很弱。亚洲市场的产品则突出强调鲜味。

在没有实现味道数字化的阶段，往往必须通过经验去总结地域间的味觉嗜好。现在，可以将暧昧的滋味评价通过数字实现可视化。这对开展跨国业务的食品厂商而言，意义重大。

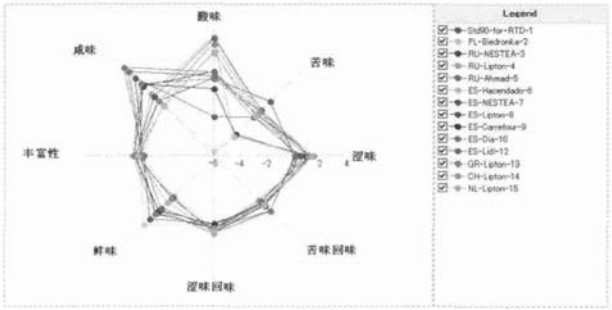



图 6　欧洲 RTD 的味觉图

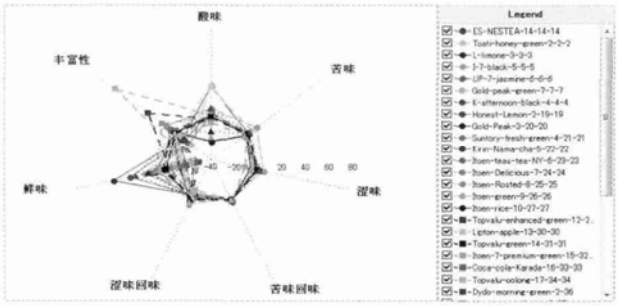



图 7　亚洲 RTD 的味觉图

2.2　产品开发方面的应用

味觉分析系统在明确目标产品味道特征和现行产品的改良，确认目标达成度的开发流程中，以数据的形式给出味觉指标，能有效缩短产品的开发周期及减低开发成本。

图 8 和图 9 分别为两种新开发产品与目标产品的匹配示意图。开发产品和目标产品的各种滋味指标均可以数值化的形式在雷达图中得到表达。两者越匹配，则在雷达图中的图形越相似。根据其相似度可对新产品的开发予以评价和指导。

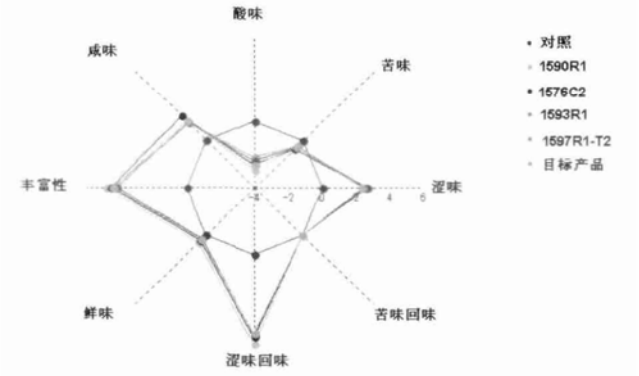



图 8　开发产品 1 与目标产品的比较 [21]

2.3　品质管理方面的应用

在食品和饮料行业中严格的品质管理非常必要。味觉分析系统可以高精度监测产品的味道变化，因此在饮料行业的品质管理方面也在广泛被应用。图 10 是绿茶生产过程中，对 50 个批次的苦味、涩味和鲜味的监测结果。可以看到，50 个批次的偏移在 0.5 个

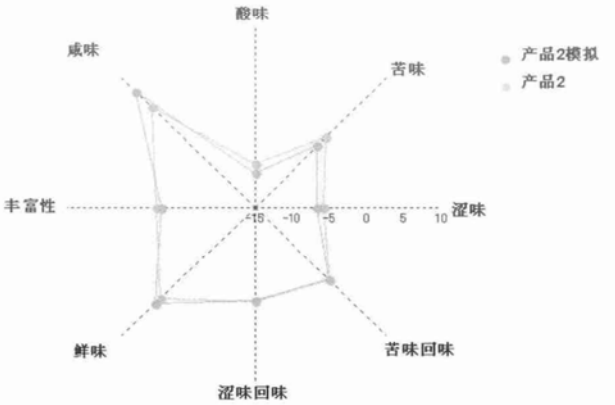



图 9　开发产品 2 与目标产品的比较 [21]

刻度 ( 一般来说，样品之间产生 1 个刻度以上的变化，普通人能感知味道的区别 ) 范围内，因此可以判定该生产过程的品质比较稳定 [4]。

图 11 是绿茶的劣化试验的结果。出于卫生安全的考量，劣化样品的感官测试很难进行，另外，感官测试也无法作到长期跟踪检测。因此在该领域，仪器就彰显强大优势。测试是在温度 60°C 的情况下，对绿茶强制劣化 8 周，每周测试一次味道的变化。结果表明，绿茶本身的涩味随劣化的深入变弱，而让人产生不快的苦味指标却随之增强。劣化的结果以数据库的形式累积，就可以从味道的角度来客观评价产品的尝味期限 ( 货架期 )。

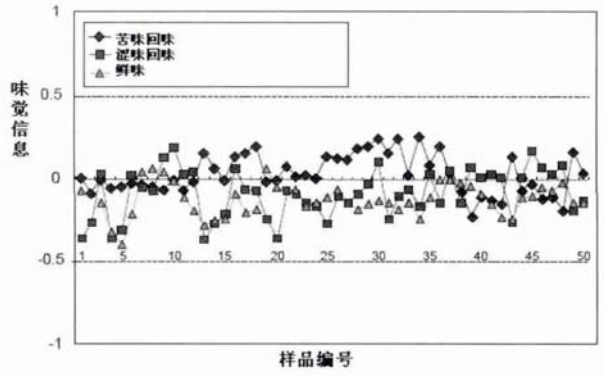



图 10　绿茶批次间的差异 [21]

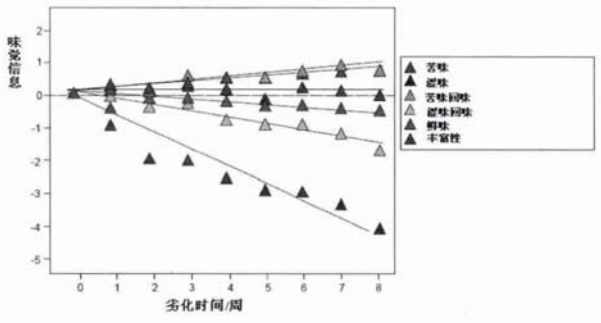



图 11　绿茶劣化试验

( 所有绿茶样品在 60°C 条件下保存 8 周以上 ) [21]

客观设定尝味期限是食品行业的重要课题，无论是从降低制造成本，还是从环保角度都很重要。从以往经验中得出的结论，食品和饮料的味道经过劣化一般表现为与“温度的指数”及“时间的对数”成比例关系。可以以此建立如下模型。

$$Ts = 10^{(At+B)} \log(Cd+D) \quad (1)$$

式中，Ts 表示味道的强度；A、B、C、D 为常数；$t$ 表示温度；d 表示时间 ( 月数 )。

通过味觉传感器的测试值可以求得常数的值，从而决定该样品的模型。而后在该式中代入时间 d，即可求出该时间点的味道变化，以此为基础确定尝味期限。例如，由公式 ( 1 ) 可以导出，$\Delta$ 苦味先味 $= 10^{(0.034t-1.05)} \log(\Delta d+1.2)$，式中 $t$ 为温度 ( °C )，d 为时间 ( 月 )。

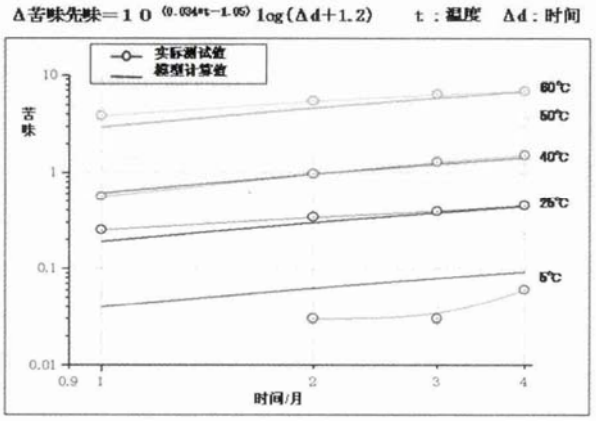



图 12　实际测试值和模型计算值

图 12 显示味觉传感器对饮料的测试结果，该样品在 5 ~ 60°C 之间的 5 个温度环境下最长劣化时间为 4 个月。以苦味为例，给出实际测试值和模型计算值的比较。实际测试和模型计算值在图中分别用圆点 ( ○ ) 和实线表示。可以看出实际测试值和模型计算值表现良好的一致性。

在本次饮料的实验中，可以看到随着劣化的进行，主要在苦味回味，酸味和苦味 3 个指标中产生变化。分别对各个指标模型化，可得到下列模型。

$$\Delta 苦味 := 10^{(0.034t-1.05)} \log(\Delta d+1.2) \quad (2)$$

$$\Delta 酸味 := 10^{(0.012t-0.307)} \log(\Delta d+1.4) \quad (3)$$

$$\Delta 苦味回味 := 10^{(0.031t-1.37)} \log(\Delta d+0.8) \quad (4)$$

图 13 显示基于模型来确定尝味期限的实例。假定条件为 25°C 室温，将测试值代入模型中得出变化结果。定义味道的变化容许范围为 ±1 以内 ( 呈味物质的浓度变化 20%，味强度变化 1 个单位 )，结果显示酸味指标从 10 个月开始超出容许范围。在此基础上，配合口尝测试考察容许范围是否妥当，通过调整容许范围最终客观确定尝味期限。依此类推，对其他的食品，也可以从味道角度客观确定尝味期限。

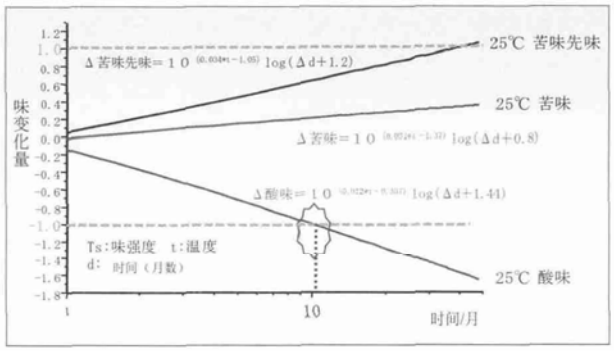



图 1 3 尝味期限的设定

## 3 展望

味觉分析系统正逐步实现了“味数值化”。在科研、新产品开发、市场策划、制造过程中的品质管理、投诉对应、流通过程中的品质保证等领域被广泛利用。此外，在无法对样品进行口尝测试的领域，比如新药、宠物食品、饲料等，味觉分析系统成为有效的评价工具。随着新技术的开发，味觉分析系统将逐步成为世界通用“味标准”手段。

## 参 考 文 献

[1] 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.

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

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

[4] Kobayashi Y, Habara M, Ikezazki 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.

[5] Yusuke Tahara，Kiyoshi Toko. Electronic Tongues – A Review[J]. Ieee Sensors Journal, 2013,13 (8) : 3001-3011.

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

[7] Imamura T, Toko K, Yanagisawaa 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.

[8] 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.

[9] Nobuyuki Hayashi, Yuzo Mizukami, et al.. 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.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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.

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

[14] 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.

[15] Yumiko Uchiyama, Masashi Omori, et al. 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.

[16] Nobuyuki Hayashi, Katsunori Kohata, et al. Techniques for Universal Evaluation of Astringency of Green Tea Infusion by the Use of a Taste Sensor System[J]. Biosci. Biotechnol. Biochem., 2006, 70 (3), 626-631.

[17] Nobuyuki Hayashi, Tomomi Ujihara, et al. Evaluation of Umami Taste Intensity of Green Tea by a Taste Sensor[J]. J. Agric. Food Chem. 2008, (56), 7384-7387.

[18] Rong Gang Chen, Kiyoshi Toko, et al. Study on Evaluating Jimi-Taste of Green Tea Using Multichannel Taste Sensor[J]. Proceedings of the International Conference O-CHA (Tea) Culture and Science. 2004, 736-740.

[19] Hidekazu Ikezaki, Kiyoshi Toko, et al. Quantification of Taste of Green Tea with Taste Sensor[J]. T.IEE Japan, 1997, 117(9), 465-470.

[20] Taste & Aroma Strategic Research Institute Co., Ltd. http://www.mikaku.jp/e/index.html

[21] 王华夫 . 全球速溶茶生产状况及电子舌在速溶茶质量控制中的应用 [C]. 第 12 届中国科协年会 16 分会场 – 茶叶深加工学术沙龙 . 福州 : 中国茶叶学会 ,2010: 4-12.