

电子舌在啤酒区分辨识中的应用

邓 莉 潘从道 何静仁 舒 静 肖甚圣 陈 轩

(武汉工业学院食品科学与工程学院, 武汉 430023)

摘 要 检验电子舌对啤酒的区分辨识能力。采用电子舌对市售的 10 种啤酒进行检测, 所得数据进行主成分分析后, 着重研究不同啤酒的苦味、苦味回味、酸味。结果表明, 主成分 PC1 和主成分 PC2 对 10 种啤酒有很好的区分, 且对原始数据的信息保留量达到了 98%; 样品中苦味和苦味回味最重的是 1 号样品, 7 号次之, 酸味最重的是 10 号样品, 9 号次之, 与实际情况相符。该电子舌能很好的区分这 10 种啤酒, 在啤酒品牌区分、真伪辨识中有巨大的应用潜力。

关键词 主成分分析 电子舌 啤酒 应用

DOI:10.3969/j.issn.1001-232x.2013.02.015

Application of electronic tongue in discrimination of beer. Deng Li, Pan Congdao, He Jingren, Shu Jing, Xiao Shensheng, Chen Xuan (College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: Electronic tongue was used to distinguish different kinds of beer in the experiments. It was applied on 10 kinds of commercially available beer to detect their flavor, based on the data obtained by principal component analysis (PCA), especially focusing on the bitterness, aftertaste-B and sourness. The results showed that PC1 and PC2 had a good effect to distinguish the 10 kinds of beer, and the information retained quantity of original data had reached the level of 98%; In addition, sample 1 had the heaviest bitter and aftertaste-B while the sample 7 was second, and sample 10 had the heaviest sourness while sample 9 was second. The conclusion was in line with the actual situation. Electronic tongue can effectively distinguishing different kinds of beer, it could be widely used in beer brand separation and authenticity identification.

Key words: principal component analysis (PCA); electronic tongue; beer; application

啤酒是以大麦芽、酒花、水为主要原料, 经酵母发酵作用酿造而成富含二氧化碳且低精度的酒。啤酒是人类最古老的酒精饮料, 消耗量仅次于水和茶。啤酒的口味是人们选择啤酒饮料的主要因素之一, 同时也是企业在研制不同啤酒饮料时的重点关注点^[1]。目前, 啤酒品质分析中, 常用的有理化分析法和感官分析法, 理化分析法费时费力, 且往往只能表征啤酒的单一指标; 感官分析法影响因素多、主观性强、重复性差, 难以满足食品工业化生产

的需要^[2]。

TS-5000Z 味觉分析系统又称电子舌, 采用多通道型仿生脂质膜传感器技术, 模拟人类等生物活体的味觉感受机制, 把各种各样食物、药品等样品的味道转化成数值的形式, 主要评价样品的酸 (sourness)、甜 (sweet)、苦 (bitterness)、咸 (saltiness)、鲜 (umami)、涩 (astringency)、及苦的回味 (Aftertaste-B)、涩的回味 (Aftertaste-A) 和鲜的回味 (richness)。电子舌技术与传统的分析方法相比, 具

有检测速度快、操作简单、无样品前处理等优点,现已广泛应用于肉类^[3]、饮料^[4-6]、茶叶^[7]、酒类^[8]、食醋^[9]等样品的分析和检测中^[10]。

本实验利用日本 insent 公司生产的电子舌对市售的 10 种啤酒进行测定,所得数据用主成分分析法分析后,着重研究了不同啤酒的苦味、苦味回味、

酸味,为电子舌在实际生产中的应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

样品来自市售某 2 种品牌啤酒,编号 1~8 为品牌 1,编号 9~10 为品牌 2,详见表 1

表 1 啤酒样品

样品编号	样品类型	酒精度的体积分数 (%)	原麦汁浓度 (%)	原料	产地
1	奥古特	≥ 4.7	12	水、麦芽、大米、啤酒花	山东
2	纯生	≥ 4.3	11	水、麦芽、大米、啤酒花	深圳
3	优质听装	≥ 4.0	10	水、麦芽、大米、啤酒花	山东
4	冰醇	≥ 3.1	8	水、麦芽、大米、啤酒花	湖北
5	经典瓶装	≥ 3.1	8	水、麦芽、大米、啤酒花	湖北
6	崂山	≥ 4.0	10	水、麦芽、大米、啤酒花	湖北
7	山水	≥ 4.0	10	水、麦芽、大米、啤酒花	湖北
8	2000	≥ 4.0	10	水、麦芽、大米、啤酒花	湖北
9	黑啤酒	≥ 4.5	13	水、麦芽、焦香麦芽、淀粉(大米)、黑麦芽、酒花	湖北
10	菠萝啤	$\geq 0.6-2.5$	5	水、麦芽、淀粉(大米)、啤酒花、白砂糖	湖北

1.2 试验仪器

TS-5000Z 味觉分析系统 日本 insent 公司(图 1)。

味觉传感器原理是在测量过程中,传感器上的

脂膜通过疏水作用和静电作用与不同的味觉物质发生反应,导致脂膜上的膜电势发生变化,这种变化会被传感器输出终端的计算机检测到^[5]。

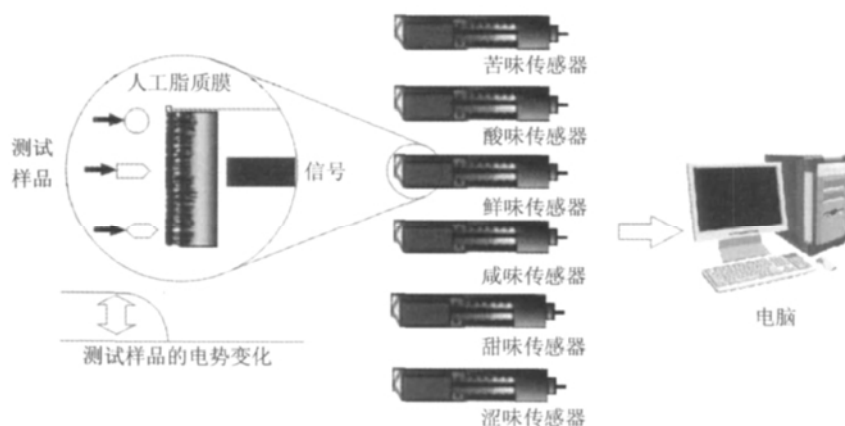


图 1 味觉传感器原理

1.3 试验方法

啤酒样品未做任何处理,直接倒入电子舌专用杯子后,静置 3min,常温下进行检测。

1.4 数据处理与分析

根据电子舌传感器采集的原始数据,应用专业的分析软件进行主成分分析和味觉指标的具体分析。

2 结果与分析

2.1 啤酒样品的主成分分析

采用主成分分析法(principal component analysis, PCA)对采集的啤酒样品原始数据信息进行统计学分析。PCA 是一种常见的数据降维处理方法,基本思想是将原来数量较多的具有一定相关性的指标线性组合成一组新的互不相关的综合指标,习惯上我们把新的指标称作主成分,主成分中方差贡献率最大的为第一主分,贡献率次之的为第二主分,贡献率越大,说明主成分越能反映原来多指标的信息^[7]。它的分图以散点图为基础,每个点代表一个样点,点之间的距离特征差异的大小(图 2)。

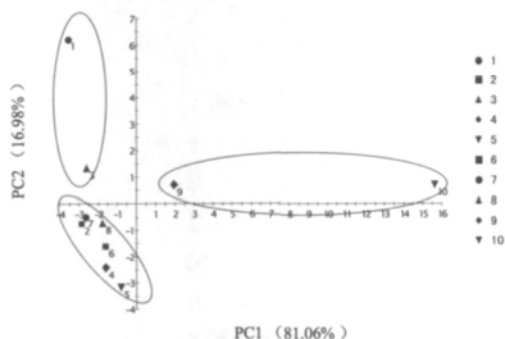


图 2 不同啤酒的主成分分析

由图 2 可以看出,主成分 PC1 和主成分 PC2 对 10 种啤酒有很好的区分,各种啤酒都很好地落在各自的区域内,且 PC1 和 PC2 对原始数据的信息保留量达到了 98%。2~8 号样品味道较接近,被区分为一类。结合表 1 可知,4~8 号啤酒属于同一厂家的同一产地,水质、原料、生产工艺等相同,所以品质差异较小;9~10 号啤酒属于同一厂家,所以聚在同一区域,但是原料不同,所以品质差异比较大。可见,电子舌虽不能给出某种品牌啤酒的优劣,但是能反映各种啤酒的品质特征及品牌之间的细微差异。

2.2 不同啤酒样品的味觉指标的具体分析

2.2.1 所有啤酒样品的味觉雷达图

一个单位代表样品之间的浓度相差 20%,相差等于或者高于一个单位,正常人能感受到他们之间的差异,但如果相差低于一个单位,正常人不能感觉他们之间的差异^[11],见图 3。

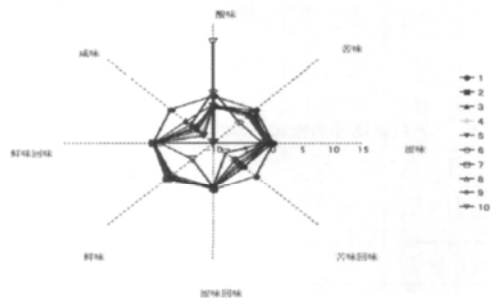


图 3 所有啤酒样品的味觉雷达图

由图 3 可知,不同啤酒在酸味、苦味、苦味回味、咸味、酸味均有差异。酸味最重的是 10 号样品,苦味和苦味回味最重的是 1 号样品。啤酒的口感主要考察酸味、苦味、苦味的回味^[11]。下面着重分析这三个味觉指标。

2.2.2 不同啤酒样品苦味和苦味回味的二维散点图

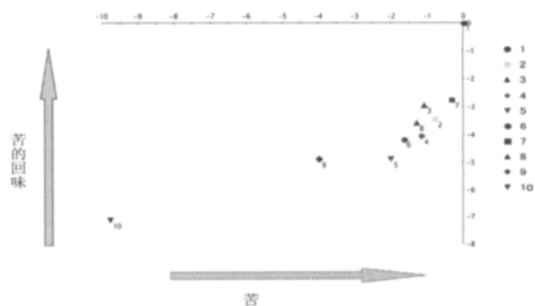


图 4 啤酒样品苦味和苦味回味的二维散点图

由图 4 可知,不同啤酒样品的苦味和苦味回味存在明显差异,苦味和苦味回味最浓的是 1 号样品,次之是 7 号样品;苦味和苦味回味最淡的是 10 号样品,9 号样品次之,这主要和他们的酒精度的体积分数、麦芽汁浓度、原料、生产产地、水质及生产工艺有关,得出的结论与雷达图一致。

2.2.3 不同啤酒样品苦味、苦味回味、酸味的三维散点图

由图 5 可知,不同啤酒的苦味、苦味回味、酸味

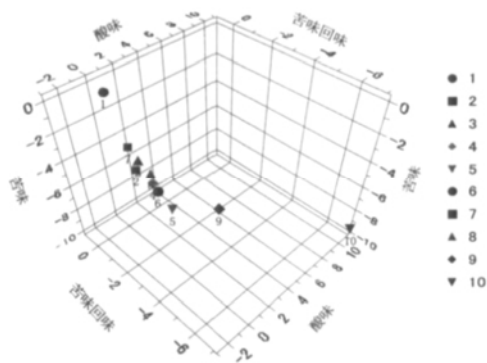


图5 不同啤酒样品苦味、苦味回味、酸味的三维散点图

存在明显差异,10号啤酒酸味最浓,但是苦味和苦味回味最淡;9号啤酒酸味稍淡于10号啤酒,苦味和苦味稍浓于10号啤酒;1号啤酒酸味最淡,但是苦味和苦味回味最浓,这和啤酒的原料、酒精度体积分数(%)及原麦汁浓度(%)有关,与雷达图得出的结论一致,也相符实际情况,可见此电子舌能够区分辨识不同的啤酒。

2.3 重复性分析测试

表1是以1号啤酒样品为基准,10种啤酒样品测得的第2周,第3周,第4周味觉指标的原始数据。

表1 测试样品的原始数据

样品编号	酸	苦	涩	苦味回味	涩味回味	鲜	鲜味丰富性	咸
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-2.57	-0.72	-0.54	-3.58	-0.32	1.03	-0.04	-5.50
	-2.64	-0.84	-0.73	-3.47	-0.31	1.00	-0.02	-5.30
	-2.53	-0.78	-0.69	-3.35	-0.29	1.00	-0.09	-5.33
3	-1.81	-1.04	-0.05	-3.08	-0.30	0.35	-0.06	-3.66
	-1.80	-1.06	-0.18	-2.89	-0.31	0.40	0.09	-3.62
	-1.73	-1.12	-0.16	-2.87	-0.31	0.31	-0.29	-3.52
4	-2.32	-1.11	-0.89	-4.16	-0.36	0.44	-0.09	-7.37
	-2.47	-1.17	-1.12	-4.11	-0.45	0.48	0.00	-7.33
	-2.48	-1.18	-1.15	-3.98	-0.42	0.42	-0.24	-7.22
5	-2.28	-2.04	-1.09	-5.09	-0.48	0.39	-0.10	-7.83
	-2.40	-1.94	-1.15	-4.84	-0.53	0.46	0.20	-7.89
	-2.49	-2.00	-1.21	-4.75	-0.49	0.33	-0.42	-7.72
6	-2.15	-1.62	-1.13	-4.25	-0.43	0.71	-0.09	-6.25
	-2.29	-1.60	-1.19	-4.15	-0.46	0.77	0.07	-6.26
	-2.37	-1.70	-1.26	-4.11	-0.49	0.47	-0.63	-6.14
7	-1.99	-0.37	-1.01	-2.99	-0.30	0.69	0.16	-5.70
	-2.04	-0.28	-1.04	-2.77	-0.31	0.72	0.10	-5.74
	-2.17	-0.26	-1.14	-2.51	-0.33	0.65	-0.08	-5.61
8	-1.70	-1.27	-1.05	-3.73	-0.33	0.56	0.08	-5.72
	-1.76	-1.22	-1.08	-3.55	-0.31	0.54	-0.13	-5.73
	-2.01	-1.33	-1.20	-3.48	-0.37	0.51	-0.29	-5.60

续表 1

样品编号	酸	苦	涩	苦味回味	涩味回味	鲜	鲜味丰富性	咸
9	1.17	-4.06	-1.72	-5.14	-0.47	-0.27	0.07	-4.64
	1.12	-3.98	-1.77	-4.88	-0.49	-0.23	0.06	-4.75
	0.82	-3.93	-1.93	-4.70	-0.56	-0.40	-0.40	-4.72
10	11.66	-9.89	-1.35	-7.40	-0.64	-5.10	-1.00	-9.97
	11.25	-9.80	-1.48	-7.09	-0.65	-5.02	-1.14	-9.98
	10.68	-9.65	-1.67	-6.88	-0.73	-5.13	-1.56	-9.90

图 6 是以 1 号啤酒样品为基准,10 种啤酒样品测得的第 2 周,第 3 周,第 4 周味觉指标的原始数据所作的图。

由表 1 和图 6 可以看出,各种样品的不同味觉指标的重复性均比较好,可见此电子舌的传感器性能稳定,可以有效地区分辨识不同的啤酒。

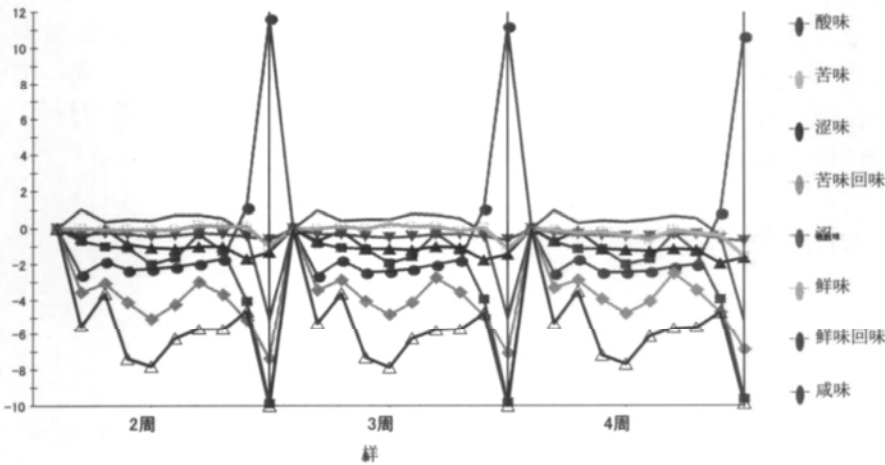


图 6 样品重复性

2.4 统计结果分析

通过对味觉指标进行分析,得出表 2。

表 2 统计结果分析

味觉指标	酸	苦	涩	苦的回味	涩的回味	鲜	鲜的回味	咸
g :误差的平均值	0.15	0.05	0.08	0.13	0.03	0.06	0.18	0.06
s_1 :样品的平均值	4.01	3.51	1.1	4.17	0.42	1.69	0.4	6.17
s_2 :样品的区分度	4	2.73	0.53	1.73	0.17	1.69	0.35	2.52
$m_1:g/s_1 \times 100(\%)$	3.81	1.43	7.09	3.18	6.13	3.26	44.84	0.93
$m_2:g/s_2 \times 100(\%)$	3.82	1.83	14.67	7.64	15.13	3.27	51.2	2.28

m_1, m_2 :传感器对味觉指标的区分能力

从表 2 可以看出,主要味觉指标酸味、苦味及苦味的回味的 m_2 值均小于 50,说明酸味、苦味及苦味

回味能进行很好的区分,可见此电子舌能很好的区分不同啤酒的味觉差异。

3 结论

本研究应用电子舌对不同啤酒采用电子舌对市售的10种啤酒进行检测,所得数据进行主成分分析后,着重研究不同啤酒的苦味、苦味回味、酸味。结果显示,电子舌能较好的识别和聚类,主成分PC1和主成分PC2对10种啤酒有很好的区分,且对原始数据的信息保留量达到了98%;样品中苦味和苦味回味最重的是1号样品,7号次之,酸味最重的是10号样品,9号次之,与实际情况相符。该电子舌能很好的区分不同啤酒的细微差别。

参考文献

- [1]姜莎,陈芹芹,胡雪芳,等.电子舌在红茶饮料区分辨识中的应用[J].农业工程学报,2009,25(11):345-348.
- [2]贾洪峰,梁爱华,何江红,等.电子舌对啤酒的区分识别研究[J].食品科学,2011,32(24):252-254.
- [3]范佳利,韩剑众,田师一,等.基于电子舌的乳制品品质特性及新鲜度评价[J].食品与发酵工业,2009,35(6):177-179.
- [4]关为,田呈瑞,陈卫军,等.电子舌在绿茶饮料区分辨识中的应用[J].食品工业科技,2012(13):56-58.
- [5]Hchiyama Y, Yamashita M, Kato M, 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.
- [6]Hayashi N, Chen R, Ikezaki H, 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.
- [7]贺玮,胡小松,赵镭,等.电子舌技术在普洱散茶等级评价中的应用[J].食品工业科技,2009,30(11):125-128.
- [8]王茹,田师一,邓少平.智舌在白酒区分辨识中的应用研究[J].酿酒科技,2008(11):54-56.
- [9]张淼,贾洪峰,李燮昕,等.电子舌对食醋品质鉴定及区分的研究[J].中国调味品,2012,8(37):1-4.
- [10]陈冬梅,周媛.电子舌技术及其在食品工业中的应用[J].现代农业科技,2010(7):26-29.
- [11]耿利华,李杨,詹浩宇,等.食品的味觉分析[J].中国食品添加剂,2012(S1):209-214.

收稿日期:2012-12-19