

襄阳地区腊肠的风味品质评价

韩千慧，杨雷，王念，刘佳佩，潘振菲，潘婷，王玉娇，郭壮*
(湖北文理学院化学工程与食品科学学院，鄂西北传统发酵食品研究所，湖北 襄阳 441053)

摘要：采用电子舌技术、理化分析和多变量统计学方法相结合的手段，对襄阳地区腊肠的品质进行评价。通过聚类分析和多元方差分析发现，依据滋味品质特征可将供试样品划分为3个类型，且不同类型的腊肠其滋味品质与整体结构存在显著差异($P < 0.05$)。通过Kruskal-Wallis检验发现，不同类型的腊肠其苦味、涩味、酸味和后味B(苦的回味)等滋味指标的相对强度及样品中总酸和脂肪的含量均存在显著差异($P < 0.05$)。经Pearson相关性分析发现，总酸含量与苦味、涩味和后味B(苦的回味)均呈非常显著负相关($P < 0.05$)。

关键词：腊肠；电子舌；理化指标；品质评价

Quality Evaluation of Sausage Samples in Xiangyang Region

HAN Qianhui, YANG Lei, WANG Nian, LIU Jiapei, PAN Zhenfei, PAN Ting, WANG Yujiao, GUO Zhuang*
(Northwest Hubei Research Institute of Traditional Fermented Food, College of Chemical Engineering and Food Science,
Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China)

Abstract: The quality of sausages in Xiangyang, Hubei province was evaluated by electronic tongue, conventional physicochemical analysis and multivariate statistics. Both cluster analysis and multivariate analysis of variance showed that 9 sausage samples could be divided into three clusters based on taste profile, showing significant differences in overall taste profile ($P < 0.05$). Meanwhile, there were significant differences in the relative abundance of bitterness, astringency, sourness and aftertaste-B and the contents of total acid and fat in sausage samples from three different clusters as indicated by Kruskal-Wallis test ($P < 0.05$). Through Pearson correlation analysis we also found the contents of total acid were highly significantly negatively correlated with bitterness, astringency, and aftertaste-B ($P < 0.05$).

Key words: sausage; electronic tongue; physicochemical indexes; quality evaluation

DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.09.002

中图分类号：TS201.7

文献标志码：A

文章编号：1001-8123 (2016) 09-0008-05

引文格式：

韩千慧，杨雷，王念，等. 襄阳地区腊肠的风味品质评价[J]. 肉类研究, 2016, 30(9): 8-12. DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.09.002. <http://rlyj.cbpt.cnki.net>

HAN Qianhui, YANG Lei, WANG Nian, et al. Quality evaluation of sausage samples in Xiangyang region[J]. Meat Research, 2016, 30(9): 8-12. (in Chinese with English abstract) DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.09.002. <http://rlyj.cbpt.cnki.net>

作为我国特色肉制品，腊肠因具有肥而不腻及鲜美可口的特点而深受消费者喜爱。我国广东、广西、四川、湖北、湖南和上海地区居民均有制作和食用腊肠的习俗^[1]，其中尤以广东地区出产的腊肠最为有名。近年来，国内研究学者在腊肠品质评价方面开展了众多卓有成效的研究，对腊肠风味的形成^[2]，陈皮^[3]、豆豉^[4]、球菌^[5]、天然抗氧化剂^[6]和糖^[7]等原料添加对腊肠品质的影

响及加工^[8]和贮藏过程^[9]中腊肠各成分的变化规律等问题进行了探讨。众所周知，食品的品质与当地的自然条件、制作工艺和原料特性有较大的关系^[10]，然而目前国内关于腊肠的研究大多围绕广式腊肠展开，关于湖北省尤其是湖北襄阳地区腊肠品质评价的研究报道尚少。该地区腊肠通常以五花肉为主体原料，同时以食盐、白酒和香辛料为辅料，经切块、腌制、斩拌、填充和晾晒风

收稿日期：2016-03-29

基金项目：湖北文理学院化学工程与技术校级重点培育学科开放基金项目（2015ChenEng03）；

湖北文理学院食品新型工业化学科群建设项目（2016）

作者简介：韩千慧（1995—），女，学士，研究方向为食品生物技术。E-mail: 1535743650@qq.com

*通信作者：郭壮（1984—），男，讲师，博士，研究方向为食品生物技术。E-mail: guozhuang1984@163.com

十等工艺制作形成。开展襄阳地区腊肠的品质评价，对于研究地方特色肉制品的特征品质，具有一定的理论与应用价值。

滋味品质作为食品的主要品质之一，直接决定了消费者对产品的喜好程度。采用感官鉴评或人工味觉系统（电子舌）对食品的滋味品质进行评价，实现了对待测样品苦、涩、酸、咸和鲜5个基本味和苦、涩及鲜3个基本味回味的数字化客观评价^[11]。目前电子舌广泛地应用在肉制品品质及新鲜度检测^[12]、成分定量分析^[13]和卫生质量监控^[14]等研究领域，同时在苏打水^[15]、米酒^[16]、啤酒^[17]、葡萄酒^[18]、茶饮料^[19]和食醋^[20]等诸多食品滋味品质评价中亦有着广泛地使用，然而在腊肠滋味品质评价中应用的报道尚少。

本研究分别从襄阳市农户家采集腊肠样品，采用电子舌技术、常规理化分析和多元统计学方法相结合的手段，对腊肠的品质进行了评价和分析，以期为后续湖北地区腊肠产品的理论研究和工业化生产提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

腊肠采自襄阳市老河口和保康县农户家，采集手工制作的腊肠样品9个，编号为A1~A9。

参比溶液、阳离子清洗液、阴离子清洗液、内部液及味觉标准溶液 日本Insent公司：硫酸铜、硫酸钾、硝酸银、铬酸钾、乙酸锌、酒石酸钾钠、亚铁氰化钾、氢氧化钠、氯化钠、氯化钾、硼酸、亚甲蓝、甲基红、酚酞、葡萄糖 国药集团化学试剂有限公司；盐酸、冰乙酸、浓硫酸、甲醛、无水乙醇、石油醚 洛阳化学试剂厂。

1.2 仪器与设备

SA 402B电子舌 日本Insent公司；AW-1型智能水分活度仪 无锡市碧波电子设备厂；SHZ-D (III) 循环水式多用真空泵 河南省予华仪器有限公司；DS-1高速组织捣碎机 上海右一仪器有限公司；SHY-2水浴恒温振荡器 江苏大地自动化仪器厂；PHS-25型数显pH计 上海仪电科学仪器股份有限公司；G210滤袋式全自动脂肪测定仪、K06全自动凯氏定氮仪 上海晨声自动化分析仪器有限公司；LXJ-IIB低速大容量多管离心机 上海安亭科学仪器厂；GZX-9240MBE电热鼓风干燥箱 上海博迅实业有限公司。

1.3 方法

1.3.1 腊肠样品滋味品质的分析

称取15 g打碎后的腊肠样品，加入135 mL、70 °C蒸馏水，70 °C振荡40 min后于4 °C条件下12 000×g离心10 min，上清液于100 mL量筒中4 °C静止12 h，取量筒中部的清液备用。

参照文献[21]的方法使用电子舌对腊肠浸泡液苦、涩、酸、咸和鲜5个基本味和苦、涩及鲜3个基本味回味的强度值进行测定。即传感器在参比溶液和待测样品中分别浸泡30 s后，测得参比电势 V_r 和样品溶液电势 V_s ，两者的差值即为样品基本味的强度值；经洗涤后，传感器于参比溶液中浸泡30 s，测得电势 V_r' ， V_r' 与 V_r 的电势差值即为样品回味的强度值。每个样品重复测定4次，选取后3次测量值纳入本研究分析。

1.3.2 腊肠样品常规理化指标的测定

水分：参照GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》中的直接干燥法进行测定。水分活度：使用水分活度仪进行测定。还原糖：参照GB/T 5009.7—2008《食品中还原糖的测定》中的直接滴定法进行测定。蛋白质：使用全自动凯氏定氮仪，参照GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法进行测定。氨基酸态氮：按照1.3.1节方法进行样品浸泡液制备后，参照GB/T 5009.39—2003《酱油卫生标准的分析方法》中氨基酸态氮甲醛值法进行测定。总酸：参照GB/T 12456—2008《食品中总酸的测定》中的酸碱滴定法进行测定。氯化钠：参照GB/T 12457—2008《食品中氯化钠的测定》中的直接沉淀滴定法进行测定。脂肪：使用全自动脂肪测定仪，参照GB/T 5009.6—2003《食品中脂肪的测定》中的索氏抽提法进行测定。

1.4 数据处理

使用聚类分析（cluster analysis, CA）和多元方差分析（multivariate analysis of variance, MANOVA）对腊肠样品滋味品质整体结构的差异性进行分析；使用Kruskal-Wallis检验对根据CA划分的不同类型腊肠样品间各滋味指标和常规理化指标的差异性进行分析；使用Pearson相关性分析法（Pearson correlation analysis）对腊肠样品常规理化指标和滋味指标之间的相关性进行分析。所有分析均采用Matlab 2010b软件，使用Origin 8.5软件画图。

2 结果与分析

2.1 腊肠样品滋味品质分析

作为用于显示一组数据分散情况资料的统计图，箱形图能提供相关数据位置和分散情况的关键信息，因而在产品的品质管理中有着广泛地应用^[22]。腊肠样品各滋味指标相对强度的箱形图如图1所示。襄阳地区腊肠样品间酸味的差异性最大，其次为苦味、鲜味和咸味，而在涩味及后味A（涩的回味，下同）、后味B（苦的回味，下同）和丰度（鲜的回味，下同）3个回味指标上的差异较小。使用电子舌对样品进行测定时，若样品之间某一指标的相对强度值之差大于1，则其差异即使通过感官鉴评方法也可以区分出来^[11]。由此可见，通过感官鉴评的

方法亦可对纳入本研究的腊肠样品的酸味、苦味、鲜味和咸味4个基本味指标进行区分，虽然样品在涩味、后味A和后味B等缺陷型指标上存在差异，但是通过感官鉴评的方法无法对其差异进行区分。

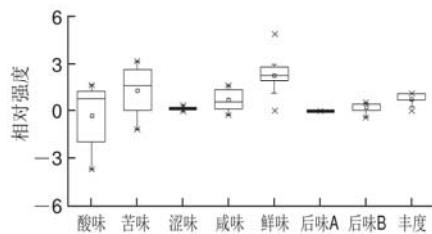


图1 腊肠样品各滋味指标相对强度的箱形图 (n=9)

Fig. 1 Box plot of relative intensity of each taste index in sausage samples (n = 9)

本研究在使用电子舌对腊肠样品滋味品质进行测定的基础上，以9个样品的8个滋味指标测量数据为研究对象，使用多元统计学方法对样品的整体滋味品质进行了评价分析。作为一种常用的聚类分析方法，非加权组平均法可以用来解决样品的分类问题。基于未加权组平均法（unweighted pair group method with arithmetic mean, UPGMA）腊肠样品滋味品质的聚类分析如图2所示。

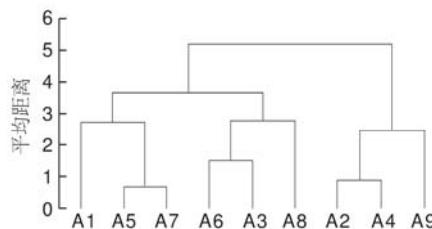
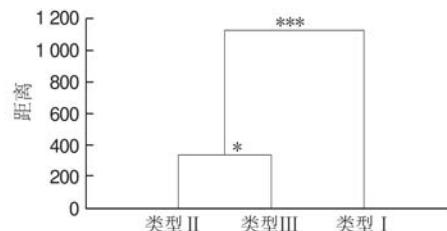


图2 基于非加权组平均法腊肠样品滋味品质的聚类分析

Fig. 2 Cluster analysis of the taste profile of sausage samples based on UPGMA

隶属于类型II和III的腊肠样品其滋味品质较为相似，而两者与类型I差异较大。本研究进一步采用MANOVA不同类型腊肠的滋味品质差异性进行了分析，结果发现，隶属于类型II和类型III腊肠样品的滋味品质存在显著差异 ($P=0.019$)，而两者与类型I均存在极显著差异 ($P=3.86 \times 10^{-4}$)。为了进一步研究不同类型腊肠样品的滋味品质特点，本研究采用Kruskal-Wallis检验对

各滋味指标的差异性进行了分析。不同类型腊肠样品各滋味指标的差异性分析如表1所示。



***. P<0.001; *. P<0.05. 下同。

图3 基于马氏距离不同类型腊肠样品滋味品质的聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis of the taste profile of sausage samples from different types based on Mahalanobis distance

表1 不同类型腊肠样品各滋味指标的差异性分析 ($\bar{x} \pm s$, n=9)Table 1 Significant difference analysis of each taste index of sausage samples from different types ($\bar{x} \pm s$, n = 9)

指标	类型I	类型II	类型III
酸味	1.64±0.63 ^a	0.38±0.76 ^b	-2.83±1.77 ^c
咸味	1.39±0.82 ^a	3.24±1.35 ^a	2.27±1.26 ^a
苦味	-0.71±0.79 ^c	1.64±1.19 ^b	2.88±1.20 ^a
涩味	0.00±0.72 ^c	0.13±1.25 ^b	0.27±1.12 ^a
鲜味	0.28±0.75 ^a	0.39±1.30 ^a	-1.29±1.15 ^a
后味A	-0.03±0.58 ^a	-0.03±0.80 ^a	-0.04±1.23 ^a
后味B	-0.26±0.63 ^b	0.38±0.73 ^a	0.45±1.22 ^a
丰度	0.57±0.41 ^a	0.78±0.67 ^a	0.80±1.25 ^a

注：同行字母不同，表示差异显著 (P<0.05)。下同。

由表1可知，不同类型腊肠的咸味、鲜味、后味A和丰度无显著差异 ($P>0.05$)。隶属于类型III的腊肠样品其苦味和涩味要显著高于其他两个类型 ($P<0.05$)，而酸味则呈现出相反的趋势 ($P<0.05$)。隶属于类型I的样品其后味B要显著低于类型II和III ($P<0.05$)，而类型II和III差异不显著 ($P>0.05$)。

2.2 腊肠样品常规理化指标分析

通过基于UPGMA的聚类分析，宜哈龄腊肠滋味品质

指标	类型I	类型II	类型III
水分含量/(g/100 g)	22.67±4.47 ^a	22.63±9.87 ^a	24.97±4.77 ^a
水分活度	0.85±0.03 ^a	0.81±0.05 ^a	0.87±0.03 ^a
还原糖含量/(g/100 g)	0.44±0.12 ^a	0.32±0.20 ^a	0.16±0.09 ^a
蛋白质含量/(g/100 g)	13.37±2.36 ^a	14.99±5.71 ^a	12.30±1.57 ^a
氨基酸态氮含量/(g/100 g)	0.14±0.06 ^a	0.14±0.08 ^a	0.15±0.06 ^a
总酸含量/(g/100 g)	0.91±0.16 ^a	0.72±0.13 ^{ab}	0.54±0.05 ^b
氯化钠含量/(g/100 g)	3.61±0.40 ^a	5.30±1.38 ^b	3.92±0.12 ^a
脂肪含量/(g/100 g)	31.82±3.37 ^{ab}	26.44±6.22 ^b	37.6±3.27 ^a

由表2可知,隶属于类型I的腊肠其总酸含量高于类型III,且经Kruskal-Wallis检验差异显著($P<0.05$),而隶属于类型II的样品与其他2个类型的腊肠总酸含量差异不显著($P>0.05$)。隶属于类型III的腊肠其脂肪含量显著高于类型II($P<0.05$),且与隶属于类型I的腊肠差异不显著($P>0.05$)。值得一提的是,不同类型的腊肠样品在水分含量、水分活度、还原糖、蛋白质、氨基酸态氮和氯化钠含量上差异不显著($P>0.05$)。

2.3 腊肠样品常规理化指标和滋味指标的相关性分析

食品组分构成决定了食品的滋味品质特征,因此本研究进一步采用Pearson相关性检验,对腊肠常规理化指标和滋味指标相关性进行了分析。作为一种数据二维呈现的方式,热图可以将数值用颜色进行表示,从而使观察者可以直观地对复杂的数据进行全面了解^[24]。基于腊肠常规理化指标和滋味指标相关性分析的热图如图4所示。

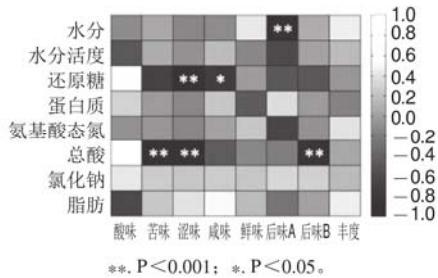


图4 腊肠常规理化指标和滋味指标相关性的热图

Fig. 4 Heat map of correlation between the physicochemical indexes and taste indexes of sausage samples

由图4可知,经Pearson相关性分析发现,腊肠还原糖含量与涩味呈现非常显著负相关($r=-0.863$, $P=0.003$),与鲜味亦呈显著负相关($r=-0.738$, $P=0.023$)。总酸含量与苦味、涩味和后味B均呈非常显著负相关($P<0.01$),相关系数分别为-0.868、-0.858和-0.829。值得一提的是,腊肠的水分活度与后味A亦呈非常显著负相关($r=-0.867$, $P=0.003$)。

3 结 论

纳入本研究的9个襄阳腊肠样品间酸味的差异性最大、其次为苦味、鲜味和咸味,依据其滋味品质可将9个样品划分为3个类型,且隶属于不同类型的腊肠其总酸和脂肪含量差异显著,研究亦发现腊肠总酸含量与其苦味、涩味和后味B均呈负相关。

食品的产品品质通常包括感官品质和内在品质两部分,其中感官品质包括色、香、味、形及质地等方面。由此可见,在本研究使用电子舌对襄阳地区产腊肠品质进行分析的基础上,在后续研究中采用色度仪、电子鼻、气相色谱质谱仪和物性测试仪等设备对其他感官品

质进行进一步的研究是极为必要的。此外,本研究还发现酸味是襄阳地区腊肠样品间差异最大的滋味指标,通过走访调查发现襄阳地区腊肠在加工过程中不会加入食醋,这说明乳酸菌代谢可能在腊肠品质的形成中起着较为重要的作用,因而后续采用高通量测序技术或指纹图谱技术对其中乳酸菌的群落结构进行研究可能是极为必要的。

参考文献:

- [1] 吴燕涛,赵谋明,孙为正,等.内源性发酵剂*Macrococcus caseolyticus*发酵广式腊肠的风味物质成分分析[J].食品工业科技,2011,32(7):207-209. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2011.07.091.
- [2] 陈海光,曾晓房,白卫东,等.热风干燥工艺对广式腊肠挥发性风味成分的影响[J].中国食品学报,2012,12(7):148-154. DOI:10.16429/j.1009-7848.2012.07.029.
- [3] 符小燕,张日辉,蒋爱民,等.陈皮对广式腊肠品质的影响[J].肉类研究,2011,25(3):4-6. DOI:10.3969/j.issn.1001-8123.2011.03.002.
- [4] 范萌萌,吴兰芳,李春英,等.添加阳江豆豉对广式腊肠品质的影响[J].食品工业科技,2015,36(7):101-104. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2015.07.012.
- [5] 张大磊,蒋爱民,夏列,等.添加葡萄球菌和微球菌对广式腊肠品质的影响[J].食品工业科技,2015,36(11):176-180. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2015.11.027.
- [6] 陈凯旋,刘嘉玲,曾晓房,等.复配天然抗氧化剂对广式腊肠脂肪降解的影响[J].食品科技,2015,40(10):114-117. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2015.10.024.
- [7] 仇超颖,苏国万,崔春,等.糖添加量对广式腊肠脂质降解的影响[J].现代食品科技,2015,31(11):271-276. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.11.041.
- [8] 黄金枝,杨荣玲,唐道邦,等.发酵广式腊肠加工过程中脂质氧化特性及其指标间的相关性分析[J].食品科学,2015,36(16):197-202. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201516036.
- [9] 张大磊,程伟伟,李杰锋,等.接种葡萄球菌和微球菌提高广式腊肠贮藏期间氧化稳定性的研究[J].现代食品科技,2016,32(1):218-223. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.1.034.
- [10] 魏益民,郭波莉,魏帅,等.食品产地溯源及确证技术研究和应用方法探析[J].中国农业科学,2012,45(24):5073-5081. DOI:10.3864/j.issn.0578-1752.2012.24.013.
- [11] KOBAYASHI Y, HABARA M, IKEAZAKI 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(4): 3411-3443. DOI:10.3390/s100403411.
- [12] GIL L, BARAT J M, ESCRICHE I, et al. An electronic tongue for fish freshness analysis using a thick-film array of electrodes[J]. Microchimica Acta, 2008, 163(1/2): 121-129. DOI:10.1007/s00604-007-0934-5.
- [13] LABRADOR R H, MASOT R, ALCAÑIZ M, et al. Prediction of NaCl, nitrate and nitrite contents in minced meat by using a voltammetric electronic tongue and an impedimetric sensor[J]. Food Chemistry, 2010, 122(3): 864-870. DOI:10.1016/j.foodchem.2010.02.049.
- [14] GIL L, BARAT J M, BAIGTS D, et al. Monitoring of physical-chemical and microbiological changes in fresh pork meat under cold storage by means of a potentiometric electronic tongue[J]. Food Chemistry, 2011, 126(3): 1261-1268. DOI:10.1016/j.foodchem.2010.11.054.

- [15] 杨成聪, 蔡宏宇, 王玉荣, 等. 基于电子舌技术的市售苏打水滋味品质评价[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(10): 134-137. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2016.10.034.
- [16] OUYANG Q, ZHAO J, CHEN Q. Classification of rice wine according to different marked ages using a portable multi-electrode electronic tongue coupled with multivariate analysis[J]. Food Research International, 2013, 51(2): 633-640. DOI:10.1016/j.foodres.2012.12.032.
- [17] CIOSEK P, WROBLEWSKI W. The recognition of beer with flow-through sensor array based on miniaturized solid-state electrodes[J]. Talanta, 2006, 69(5): 1156-1161. DOI:10.1016/j.talanta.2005.12.029.
- [18] RUDNITSKAYA A, DELGADILLO I, LEGIN A, et al. Rediction of the port wine age using an electronic tongue[J]. Chemomet Rics and Intelligent Laboratory Systems, 2007, 88(1): 125-131. DOI:10.1016/j.chemolab.2006.07.005.
- [19] 吴瑞梅, 赵杰文, 陈全胜, 等. 基于电子舌技术的绿茶滋味品质评价[J]. 农业工程学报, 2011, 27(11): 378-381. DOI:10.3969/j.issn.1002-6819.2011.11.070.
- [20] 张璇琳, 黄明泉, 孙宝国, 等. 电子舌技术在食醋口感评价中的应用[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(11): 220-226. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802(ts).2013.11.049.
- [21] 王玉荣, 张俊英, 胡欣洁, 等. 湖北孝感和四川成都地区来源的酒曲对米酒滋味品质影响的评价[J]. 食品科学, 2015, 36(16): 207-210. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201516038.
- [22] 赵超. 偏态抗差箱形图函数分析[J]. 武汉大学学报(工学版), 2015, 48(6): 778-781. DOI:10.14188/j.1671-8844.2015-06-007.
- [23] 魏书堤, 姜小奇. 基于马氏距离聚类的群体决策算法[J]. 当代教育理论与实践, 2011, 3(1): 89-91. DOI:10.3969/j.issn.1674-5884.2011.01.031.
- [24] WILKINSON L, FRIENDLY M. The history of the cluster heat map[J]. The American Statistician, 2009, 63(2): 179-184. DOI:10.1198/tas.2009.0033.