

## 不同原料对鲑广椒品质的影响

马佳佳, 葛东颖, 尚雪娇, 张振东, 袁晓黎, 郭 壮\*

(湖北文理学院 食品科学技术学院 鄂西北传统发酵食品研究所, 湖北 襄阳 441053)

**摘要:** 分别以大米和玉米为原料制备鲑广椒, 采用电子舌和电子鼻分别对其滋味、风味品质进行评价, 并采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术对其挥发性风味物质进行测定, 探讨不同原料对鲑广椒品质的影响。结果表明, 以大米为原料制作的鲑广椒咸味、鲜味和后味A(涩的回味)相对强度显著较高( $P < 0.05$ ), 而酸味和涩味显著较低( $P < 0.05$ ); 两种鲑广椒的风味品质及挥发性风味物质的构成差异不显著( $P > 0.05$ ); 经多元方差分析(MANOVA)发现, 以大米和玉米为原料制备的鲑广椒品质存在显著差异( $P < 0.05$ ), 经冗余分析(RDA)发现, 这种差异主要是由丰度、鲜味、咸味、后味A(涩的回味)、酸味和涩味6个滋味指标导致的。

**关键词:** 鲑广椒; 大米; 玉米; 电子舌; 电子鼻; 气相色谱-质谱; 品质

中图分类号: TS261

文章编号: 0254-5071(2020)08-0119-04

doi:10.11882/j.issn.0254-5071.2020.08.023

引文格式: 马佳佳, 葛东颖, 尚雪娇, 等. 不同原料对鲑广椒品质的影响[J]. 中国酿造, 2020, 39(8): 119-122.

## Effect of different raw materials on Zhaguangjiao quality

MA Jiajia, GE Dongying, SHANG Xuejiao, ZHANG Zhendong, YUAN Xiaoli, GUO Zhuang\*

(Northwest Hubei Research Institute of Traditional Fermented Food, College of Food Science and Technology,  
Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China)

**Abstract:** In order to study the effect of different raw materials on the quality of Zhaguangjiao (a kind of fermented pepper mixed with rice and/or corn), the taste and flavor profile characterizations of Zhaguangjiao were evaluated by electronic tongue and electronic nose, and the volatile flavor substances were determined by GC-MS. The results showed that the relative intensity of salty, umami and aftertaste A (astringent aftertaste) was significantly higher in the Zhaguangjiao made by rice ( $P < 0.05$ ), whereas the sourness and astringent were significantly lower ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in flavor quality and composition of volatile flavor substances between Zhaguangjiao made by rice and by corn ( $P > 0.05$ ). The results of multivariate analysis of variance (MANOVA) indicated that there were significant differences in the product quality of Zhaguangjiao made by rice and by corn ( $P < 0.05$ ). Meanwhile, the results of redundancy analysis (RDA) indicated that the differences were mainly caused by six taste indexes including richness, umami, salty, aftertaste A (astringent aftertaste), sourness and astringent.

**Key words:** Zhaguangjiao; rice; corn; electronic tongue; electronic nose; GC-MS; quality

鲑广椒的制作通常是以大米或玉米面为主要原料, 辅以食盐和鲜红辣椒等配料, 经微生物室温发酵15~30 d而成, 因其口感酸辣、香气浓郁而受到广大消费者的喜爱<sup>[1]</sup>。我国湖北省、湖南省、贵州省和重庆市大部分地区居民均有制作和食用鲑广椒的习俗<sup>[2]</sup>。由于种植粮食作物的不同, 不同地区制作鲑广椒的原料亦不同, 使用的原料不同, 所制作的鲑广椒品质亦可能存在不同<sup>[3-5]</sup>。

作为食品品质的重要组成部分, 滋味和气味特征在很大程度上决定了消费者对食品的喜好程度<sup>[6]</sup>。食品的滋味主要由能溶于水且多不易挥发的物质形成, 其阈值比呈味物质高的多<sup>[7]</sup>, 可采用电子舌(electronic tongue, E-tongue)系统对其进行快速的数字化评价。目前, E-tongue在蜂蜜<sup>[8]</sup>、葡萄酒<sup>[9]</sup>和橄榄油<sup>[10]</sup>等食品评价中应用广泛。食品的风味

主要由多种呈香物质综合产生, 近年来兴起的电子鼻(electronic nose, E-nose)技术可对挥发性风味物质中的芳香类、烷烃类、有机硫化物和萜类等典型物质类型进行评价<sup>[11]</sup>, 其结合气相色谱-质谱(gas chromatographic-mass spectrometry, GC-MS)技术后更是可对挥发性风味物质中化合物的种类进行进一步解析<sup>[12]</sup>, 目前两者联用技术在红枣<sup>[13]</sup>、蘑菇<sup>[14]</sup>和咖啡豆<sup>[15]</sup>等食品风味品质评价中被广泛应用。尹小庆等<sup>[16]</sup>采用顶空固相微萃取和GC-MS对2种鲑辣椒的香气物质进行定性定量分析发现, 添加二荆条辣椒发酵的鲑广椒中独有的特征香气成分是 $\beta$ -紫罗兰酮, 而添加牛角椒的为2-甲基丁酸乙酯、 $\beta$ -月桂烯、(+)-柠檬烯和橙花叔醇。

本研究分别以大米和玉米为原料制备鲑广椒, 采用电

收稿日期: 2020-01-13

修回日期: 2020-02-23

基金项目: 湖北文理学院教师科研能力培育基金(2017kyp051)

作者简介: 马佳佳(1999-), 女, 本科生, 研究方向为食品生物技术。

\*通讯作者: 郭 壮(1984-), 男, 副教授, 博士, 研究方向为食品生物技术。

子舌、电子鼻分别对鲜广椒的滋味、风味品质进行评价,并结合GC-MS技术对鲜广椒中挥发性风味物质种类和含量进行解析,进而探讨不同原料对鲜广椒品质的影响,以期为后续鲜广椒的产业化推动提供一定依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

10个鲜广椒样品:湖北省襄阳市农户家;大米、玉米和辣椒(二荆条):市售;阴离子溶液、阳离子溶液、预处理溶液、参比溶液、内部溶液(均为分析纯):日本Insent公司;氯化钠(分析纯):国药集团化学试剂有限公司。

### 1.2 仪器与设备

SA 402B电子舌:日本Insent公司;PEN3电子鼻:德国Airsense公司;GCMS-QP2020气相色谱质谱联用仪:日本岛津公司。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 鲜广椒样品制备用菌体的收集

从湖北省襄阳市农户家采集10个鲜广椒样品,分别称取100 g鲜广椒样品,加入500 mL去离子水,搅拌均匀,400 r/min离心10 min,取上清。上清液经12 000 r/min离心10 min,收集菌体并加入20 mL生理盐水振荡均匀,备用。

#### 1.3.2 鲜广椒样品的制备

称取750 g磨碎的玉米粉和米粉各10份、分别加入225 g切碎辣椒、3.15 g花椒、3.15 g白胡椒和75 g食盐,将1.3.1菌悬液均分为2份并分别添加到玉米粉和米粉中,搅拌均匀,密封,并在瓶口均匀喷洒3 mL白酒封口,于30 ℃发酵30 d<sup>[9]</sup>。

#### 1.3.3 鲜广椒样品滋味品质的测定

样品处理:称取20 g鲜广椒样品与80 mL超纯水搅拌均匀后静置30 min,抽滤,滤液于常温下经12 000 r/min离心10 min,取上清液待用。参照王玉荣等<sup>[10]</sup>的测定方法对鲜广椒的酸味、苦味、涩味、鲜味、咸味、后味A(涩的回味)、后味B(苦的回味)和丰度(鲜的回味)进行测定。

#### 1.3.4 鲜广椒样品风味品质的测定

样品处理:准确称取20 g鲜广椒样品于电子鼻样品瓶中,50 ℃保温15 min后平衡10 min,插入电子鼻传感器进行顶空测定。电子鼻参数设置<sup>[9]</sup>:样品间隔时间90 s,自动清洗时间95 s,归零时间5 s,插入时间5 s,测定时间90 s,吸气流量230 mL/min,进样流量230 mL/min。数据处理:选定69 s、70 s和71 s时传感器的响应值求平均值,每个样品重复测定5次。

#### 1.3.5 鲜广椒中挥发性风味物质的测定

样品处理:准确称取10 g鲜广椒样品后放入25 mL样品瓶中,60 ℃预热振荡30 min,平衡5 min,进样口解吸3 min后直接进入GC-MS分析。GC条件<sup>[18]</sup>:SH-Rtx-Wax色谱柱(30 m×2.25 mm×0.25 μm),进样口温度为250 ℃;分流进样,分流比为15:1;载气为高纯氦气(He)(纯度>99.99%),

流量为1.2 mL/min;升温程序为起始温度35 ℃,保持5 min,以5 ℃/min升至60 ℃,保持8 min,然后以10 ℃/min升温至200 ℃,保持5 min。MS条件<sup>[18]</sup>:电子电离源(electron ionization, EI)离子源;离子源温度为220 ℃;连接口温度为250 ℃;电子轰击能量为70 eV;质量扫描范围为33~450 aum;采集方式为Q3 Scan;采用保留时间和美国国家标准与技术研究院(national institute of standards and technology, NIST) 14标准质谱库定性,采用面积归一化法进行定量。

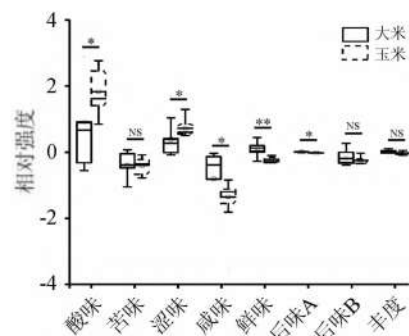
### 1.3.6 统计学分析

采用多变量方差分析(multivariate analysis of variance, MANOVA)、配对t检验和典范对应分析(canonical correspondence analysis, CCA)对鲜广椒滋味和风味品质的差异性进行分析;使用冗余分析(redundancy analysis, RDA)对导致大米和玉米制备鲜广椒品质存在显著差异的关键性指标进行甄别。除RDA使用Cannoco 4.5软件分析外,其他分析均采用Past 3软件,使用Origin 2017软件绘制。

## 2 结果与分析

### 2.1 基于电子舌技术鲜广椒滋味品质分析

使用电子舌技术对以大米和玉米为原料制备的鲜广椒滋味品质进行评价,结果见图1。



“\*”表示差异显著( $P < 0.05$ );“\*\*”表示差异极显著( $P < 0.01$ );“NS”表示差异不显著( $P > 0.05$ )。下同。

图1 以大米和玉米为原料制备的鲜广椒各滋味指标相对强度值的箱型图  
Fig. 1 Box plot of relative intensity value of each taste indexes of Zhauguangjiao made by rice and corn as raw materials

由图1可知,除后味A(涩的回味)、后味B(苦的回味)和丰度(鲜的回味)3个回味外,5个基本味在两组鲜广椒样品上的相对强度值的极差值均>1。由此可见,不同样品在5个基本味上的差异通过感官鉴评的方法可以予以区分,而3个回味指标的差异则不能通过感官鉴评的方法予以区分<sup>[9]</sup>。由图1亦可知,以大米为原料制备的鲜广椒的酸味和涩味均显著偏低( $P < 0.05$ ),咸味、鲜味和后味A则显著高于玉米( $P < 0.05$ )。

### 2.2 基于电子鼻和GC-MS技术鲜广椒风味品质分析

采用电子鼻对以大米和玉米为原料制备的鲜广椒中的典型物质类型进行测定,并使用配对t检验对不同金属传感器之间响应值的差异性进行分析,结果见表1。



表1 以大米和玉米为原料制备的鲜广椒样品典型物质类型的差异性分析  
Table 1 Difference analysis of typical substance types in Zhaguangjiao made by rice and corn as raw materials

传感器	性能描述 <sup>①</sup>	响应值		P 值
		大米	玉米	
W1C	对芳香类物质灵敏	0.21 (0.21, 0.06~0.39)	0.19 (0.20, 0.10~0.30)	0.678
W5S	对氢氧化物灵敏	21.95 (17.09, 6.20~62.07)	19.21 (15.56, 9.66~38.88)	0.970
W3C	对氨气、芳香类物质灵敏	0.36 (0.36, 0.20~0.54)	0.35 (0.36, 0.26~0.46)	0.791
W6S	对氢气有选择性	1.75 (1.46, 1.25~3.36)	1.70 (1.60, 1.36~2.34)	0.427
W5C	对烷烃、芳香类物质灵敏	0.46 (0.46, 0.26~0.68)	0.44 (0.45, 0.33~0.58)	0.791
W1S	对甲烷灵敏	72.36 (61.02, 22.81~176.53)	67.97 (58.80, 34.58~113.1)	0.791
W1W	对有机硫化物、萜类物质灵敏	34.91 (33.05, 19.60~55.89)	35.07 (33.23, 25.9~47.05)	1.000
W2S	对乙醇灵敏	22.47 (16.02, 6.90~59.47)	20.50 (18.00, 9.74~36.83)	0.850
W2W	对有机硫化物灵敏	14.86 (13.11, 9.29~28.03)	14.95 (13.74, 10.63~23.41)	0.733
W3S	对烷烃类物质灵敏	2.25 (1.93, 1.54~4.26)	2.08 (1.90, 1.60~2.98)	0.850

注:0.21 (0.21, 0.06~0.39)表示平均值(中位数,最小值-最大值)。下同。

由表1可知,虽然10个传感器对不同原料制作的鲜广椒响应值均存在一定的差异,但经配对t检验发现,差异均不显著( $P>0.05$ )。进一步使用GC-MS技术对鲜广椒样品中的挥发性风味物质进行分析,结果见表2。

表2 以大米和玉米为原料制备的鲜广椒中挥发性风味物质分析  
Table 2 Analysis of volatile flavor substances in Zhaguangjiao made by rice and corn as raw materials

化合物种类	大米		玉米		P 值
	种类数量/种	平均相对含量/%	种类数量/种	平均相对含量/%	
酯类	5	31.26	6	32.66	0.734
烃类	18	53.79	20	49.04	0.791
酮类	3	1.83	5	1.44	0.940
酸类	2	0.25	2	0.89	1.000
醛类	1	0.14	3	1.88	0.330
醇类	10	11.19	10	11.61	0.762
其他类	5	2.08	4	2.89	0.623

由表2可知,20个鲜广椒样品中共检测出56种挥发性风味物质,其中酯类、烃类、酮类、酸类、醛类、醇类和其他类化合物分别有6种、20种、5种、3种、3种、11种和8种,其平均相对含量分别为31.96%、51.41%、1.36%、0.57%、1.01%、11.40%和2.29%。由此可知,酯类、醇类和烃类物质是鲜广椒中主要挥发性风味物质。经配对t检验发现,以大米和玉米为原料制备的鲜广椒样品在6类化合物含量上的差异均不显著( $P>0.05$ )。鲜广椒中主要挥发性风味物质共有7种,分别为苯甲酸芳樟酯、D-柠檬烯、桉烯、乙酸乙酯、香叶烯、 $\gamma$ -萜品烯和乙醇,其平均相对含量分别为24.43%、22.32%、8.61%、6.29%、5.36%、5.21%和3.96%,进一步对主要挥发性风味物质的相对含量进行比较分析,结果见图2。

由图2可知,经配对t检验发现,以不同原料为分组依

据时,7种挥发性风味物质差异均不显著( $P>0.05$ )。由此可见,不同原料制作的鲜广椒其风味物质的构成不存在差异,究其原因可能在于玉米和大米自身挥发性风味物质较少,鲜广椒中的挥发性风味物质主要来源于辣椒、花椒、白胡椒、添加的白酒以及乳酸菌等微生物自身代谢产生的物质,而原料自身对其影响较少。

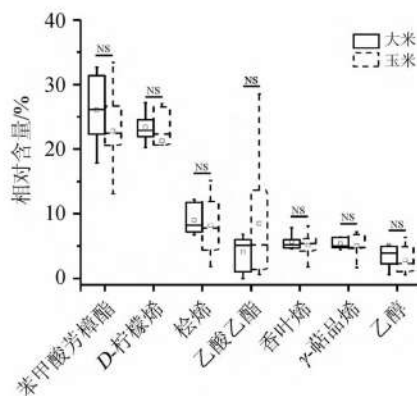


图2 以大米和玉米为原料制备的鲜广椒中主要挥发性风味物质箱型图  
Fig. 2 Box plot of main volatile flavor substances in Zhaguangjiao made by rice and corn as raw materials

### 2.3 鲜广椒产品品质评价

基于典范对应分析的鲜广椒样品空间排布见图3,使用冗余分析对导致品质存在差异的关键性指标进行了甄别,结果见图4。

由图3可知,以大米和玉米为原料制备的鲜广椒在空间排布上呈现出明显的分离趋势,以大米为原料制备的鲜广椒样品分布在第一和第四象限,而以玉米为原料制备的鲜广椒样品则分布在第二和第三象限,且经MANOVA发现,两组样品之间存在显著差异( $P<0.05$ )。由此可知,不同原料制作的鲜广椒品质是存在明显差异的。

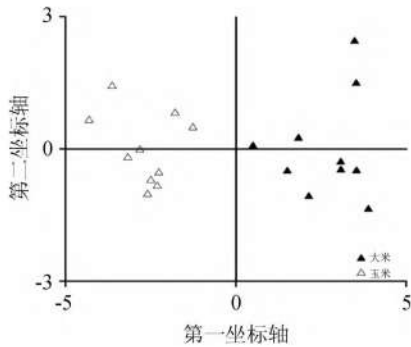


图3 基于典范对应分析以大米和玉米原料制备的鲜广椒样品空间排布图  
Fig. 3 Spatial layout of Zhaguangjiao samples made by rice and corn as raw materials based on canonical correspondence analysis

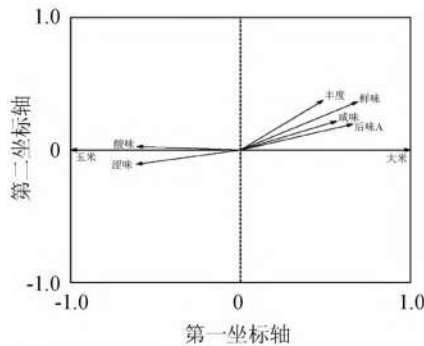


图4 基于冗余分析鲜广椒品质差异关键指标分析  
Fig. 4 Analysis of key indexes caused Zhaguangjiao quality difference based on redundancy analysis

由图4可知,通过对电子和电子鼻共18个指标进行甄别发现,酸味、涩味、丰度、鲜味、咸味和后味A(涩的回味)6个滋味评价指标与RDA双序图约束轴上的样品有良好的赋值相关,是代表两组鲜广椒总体品质差异的关键评价指标。由图4亦可知,丰度、鲜味、咸味和后味A(涩的回味)位于大米一侧,酸味和涩味则位于玉米一侧,说明不同的指标对两组鲜广椒样品的贡献不同。结合图1可知,正是由于鲜味、后味A(涩的回味)、酸味和涩味存在显著差异,导致了以大米和玉米制备的鲜广椒品质存在显著差异。

### 3 结论

与玉米相比,以大米为原料制作的鲜广椒咸味、鲜味和后味A(涩的回味)相对强度显著较高( $P < 0.05$ ),而酸味和涩味显著较低( $P < 0.05$ );两种鲜广椒的风味品质及挥发性风味物质的构成差异不显著( $P > 0.05$ );经多元方差分析发现,以大米和玉米为原料制备的鲜广椒品质存在显著差异( $P < 0.05$ ),经冗余分析发现,这种差异主要是由丰度、鲜味、咸味、后味A(涩的回味)、酸味和涩味滋味指标导致的。

### 参考文献:

[1] 李娜,王玉荣,葛东颖,等. 当阳地区鲜广椒中乳酸菌的分离鉴定及其应用[J]. 中国酿造,2019,38(2):37-41.

- [2] 刘昕,曾荣妹,韩琳,等. 贵州省鲜辣椒质量评价指标分析[J]. 食品与发酵科技,2018,54(6):109-113.
- [3] 雷炎,马佳佳,雷敏,等. 恩施鲜广椒乳酸菌的分离鉴定及其对挥发性风味物质的影响[J]. 中国酿造,2019,38(7):126-130.
- [4] 向凡舒,王玉荣,葛东颖,等. 湖北夷陵地区鲜广椒中乳酸菌的分离鉴定及其对产品品质的影响[J]. 食品科技,2019,44(4):23-29.
- [5] PARVEEN S, HAFIZ F. Fermented cereal from indigenous raw materials [J]. *Pakistan J Nutr*, 2003, 2(5): 289-291.
- [6] GHASEMI-VARNAMKHAZI M, MOHTASEBI S S, SIADAT M. Biomimetic-based odor and taste sensing systems to food quality and safety characterization: an overview on basic principles and recent achievements [J]. *J Food Eng*, 2010, 100(3): 377-387.
- [7] NEDERKOORN C, THEIB EN J, TUMMERS M, et al. Taste the feeling or feel the tasting: tactile exposure to food texture promotes food acceptance[J]. *Appetite*, 2018, 120(1): 297-301.
- [8] EI HASSANI N E A, TAHRI K, LLOBET E, et al. Emerging approach for analytical characterization and geographical classification of Moroccan and French honeys by means of a voltammetric electronic tongue[J]. *Food Chem*, 2018, 243(3): 36-42.
- [9] NERY E W, KUBOTA L T. Integrated, paper-based potentiometric electronic tongue for the analysis of beer and wine[J]. *Anal Chim Acta*, 2016, 918(4): 60-68.
- [10] BURATTI S, MALEGORI C, BENEDETTI S, et al. E-nose, e-tongue and e-eye for edible olive oil characterization and shelf life assessment: a powerful data fusion approach[J]. *Talanta*, 2018, 182(5): 131-141.
- [11] WU H, YUE T L, XU Z, et al. Sensor array optimization and discrimination of apple juices according to variety by an electronic nose[J]. *Anal Met*, 2017, 9(6): 921-928.
- [12] STEINBORN A, ALDER L, MICHALSKI B, et al. Determination of glyphosate levels in breast milk samples from Germany by LC-MS/MS and GC-MS/MS[J]. *J Agr Food Chem*, 2016, 64(6): 1414-1421.
- [13] CHEN Q, SONG J, BI J, et al. Characterization of volatile profile from ten different varieties of Chinese jujubes by HS-SPME/GC-MS coupled with E-nose[J]. *Food Res Int*, 2018, 105(3): 605-615.
- [14] PEI F, YANG W, MA N, et al. Effect of the two drying approaches on the volatile profiles of button mushroom (*Agaricus bisporus*) by headspace GC-MS and electronic nose[J]. *LWT-Food Sci Technol*, 2016, 72(10): 343-350.
- [15] DONG W, HU R, LONG Y, et al. Comparative evaluation of the volatile profiles and taste properties of roasted coffee beans as affected by drying method and detected by electronic nose, electronic tongue, and HS-SPME-GC-MS[J]. *Food Chem*, 2019, 272(1): 723-731.
- [16] 尹小庆,汤艳燕,杜木英,等. 两种鲜辣椒发酵过程中香气特征及其差异分析[J]. 食品与发酵工业,2019,45(16):266-274.
- [17] 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.
- [18] 杨成聪,刘丹丹,葛东颖,等. 基于气相色谱-质谱联用技术结合电子鼻评价浸米时间对黄酒风味品质的影响[J]. 食品与发酵工业,2018,44(8):265-270.
- [19] 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(4): 3411-3443.
- [20] 徐赛,陆华忠,周志艳,等. 基于电子鼻的果园荔枝成熟阶段监测[J]. 农业工程学报,2015,31(18):240-246.