

基于相对气味活度值法的新疆大盘鸡中 主要挥发性风味物质分析

沈 菲, 罗瑞明*, 丁 丹, 柏 鹤, 柏 霜, 王永瑞
(宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 采用固相微萃取和气相色谱-质谱联用技术对新疆大盘鸡中的挥发性风味物质进行萃取和分离鉴定, 采用相对气味活度值法确定对新疆大盘鸡香气具有主要贡献作用和修饰作用的香气物质。结果表明: 共检测出64种挥发性风味物质, 醇类和醛类物质含量所占比例较高, 分别为26.9%、36.4%; 柠檬醛、1-辛烯-3-醇、壬醛、己醛、 β -紫罗兰酮、桉树醇、苯甲醛、*D*-柠檬烯、芳樟醇、 β -月桂烯、辛醛、1-庚醇、庚醛及2-戊基呋喃14种物质对新疆大盘鸡香气贡献较大; 苯乙醇、苯乙醛、正己酸乙酯、苯甲醇、(*E*)-2-辛烯醛、戊醛、乙酸芳樟酯、 α -蒎烯、茴香烯、 β -罗勒烯、二烯丙基二硫、6-甲基-5-庚烯-2-酮、乙酸庚酯、正辛醇、3-辛酮、正己醇、1-壬醇、松油醇及苯乙烯对新疆大盘鸡的香气起修饰作用。

关键词: 新疆大盘鸡; 相对气味活度值; 挥发性风味物质; 香气贡献

Analysis of Main Volatile Flavor Compounds in Xinjiang Market Chicken Based on Relative Odor Activity Value

SHEN Fei, LUO Ruiming*, DING Dan, BAI He, BAI Shuang, WANG Yongrui
(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: The volatile flavor compounds of Xinjiang market chicken were analyzed by using solid phase microextraction (SPME) combined with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The key aroma compounds were identified by their relative odor activity values. The results showed that a total of 64 volatile compounds were detected with the predominance of alcohols (26.9%) and aldehydes (36.4%). Citral, 1-octene-3-ol, nonanal, hexanal, β -ionone, eucalyptol, benzaldehyde, *D*-limonene, linalool, β -laurene, octanal, 1-heptanol, heptanal, and 2-pentylfuran contributed a lot to the aroma of Xinjiang market chicken, while phenylethanol, phenylacetaldehyde, vinyl hexanoate, benzyl alcohol, (*E*)-2-octenal, valeraldehyde, linalyl acetate, α -pinene, anisene, β -ocimene, diallyl disulfide, 6-methyl-5-heptene-2-one, heptyl acetate, *n*-octanol, 3-octanone, *n*-hexanol, 1-nonanol, terpineol and styrene had a modifying effect on it.

Keywords: Xinjiang market chicken; relative odor activity value; volatile flavor compounds; aroma contribution

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200520-130

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2020) 08-0046-05

引文格式:

沈菲, 罗瑞明, 丁丹, 等. 基于相对气味活度值法的新疆大盘鸡中主要挥发性风味物质分析[J]. 肉类研究, 2020, 34(8): 46-50. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200520-130. <http://www.rlyj.net.cn>

SHEN Fei, LUO Ruiming, DING Dan, et al. Analysis of main volatile flavor compounds in Xinjiang market chicken based on relative odor activity value[J]. Meat Research, 2020, 34(8): 46-50. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20200520-130. <http://www.rlyj.net.cn>

新疆经典名菜大盘鸡起源于20世纪80年代, 2018年大盘鸡被评为新疆十大经典名菜之一^[1], 新疆大盘鸡是在辣子鸡基础上创新的菜肴, 由于辣子鸡分量较少、味道

难控制, 所以经研究开始采用整鸡和整匀的调料进行烹饪^[2], 炒制出的大盘鸡具有色泽鲜艳、爽滑麻辣、味道鲜美特点, 南北皆宜。

收稿日期: 2020-05-20

基金项目: “十三五”国家重点研发计划重点专项 (2018YFD0400101)

第一作者简介: 沈菲 (1996—) (ORCID: 0000-0001-8616-0600), 女, 硕士研究生, 研究方向为畜产品加工与贮藏。

E-mail: yhh19961016sh@163.com

*通信作者简介: 罗瑞明 (1964—) (ORCID: 0000-0003-3704-0519), 男, 教授, 博士, 研究方向为畜产品贮藏与加工。

E-mail: ruimingluo.nx@163.com



新疆大盘鸡因其独具特色的新疆风味而闻名。香气物质是评价菜肴风味的重要特征,相对气味活度值(relative odor activity value, ROAV)是表征香气贡献的重要分析方法之一^[3],目前ROAV广泛应用于香气贡献的研究、制作香精和调味料等方面。徐星等^[4]利用ROAV法确定鲮鱼肉味香精的关键香气物质,为香精制作提供了理论基础;刘金凯等^[5]利用ROAV法评价氧化羊油挥发性风味物质对羊肉味调料总体风味的贡献;王丹等^[6]利用气相色谱-质谱联用(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)结合ROAV法检测单菌发酵乳和复配发酵乳的关键性香气物质,结果表明,复配发酵乳与单菌发酵乳的关键性香气物质存在差异。

目前关于食品香气物质的研究多集中于烤、炸等简单稳态烹饪方式,对于中式烹饪产生的香气物质研究较少,中式美食通过炖、炒、煨等烹饪方法使单薄的原料被赋予中国风味,相对于稳态烹饪方法,复杂多样的烹饪方法赋予菜品更丰富的香气。本研究以新疆大盘鸡为研究对象,对其挥发性风味物质进行分离鉴定,明确新疆大盘鸡的主要香气成分。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新疆大盘鸡原料肉:选取新疆帕戈郎食品有限公司养殖的45日龄白羽鸡,毛质量约(2.0±0.2) kg,宰杀、褪毛、破膛,除鸡心、鸡肝、鸡胗外,弃去其他内脏部分,内外清洗、沥干。

1,2-二氯苯 国药集团化学试剂有限公司;甲醇(色谱纯) 美国Sigma-Aldrich公司。

1.2 仪器与设备

PK157330-U手动固相微萃取(solid-phase microextraction, SPME)进样器、35 μm CAR/PDMS萃取纤维 美国Supelco公司;QP2010 ultra GC-MS仪 日本岛津公司;DB-WAX毛细管柱(30 m×250 μm, 0.25 μm) 美国Agilent公司;WNB22精密数显恒温水浴槽 上海树立仪器仪表有限公司。

1.3 方法

1.3.1 样品制备

白羽鸡平均净质量约(1.2±0.1) kg,分割,切块,鸡块质量(13.0±1.0) g。取3 kg去离子水和鸡块于锅中进行预煮,熟制后取出沥干水分,将100 g菜籽油倒入锅中,升温至发烟点,倒入3 g白糖炒化,放入沥干水分的鸡块,煸炒去水,加入60 g豆瓣酱、30 g酱油炒制均匀,放入30 g葱、30 g蒜、15 g姜炒制2 min,放入3 g八角、5 g花椒、8 g干辣椒炒制2 min,再放入5 g盐翻炒均匀,加入600 mL水,中火炖煮5 min,放入3 g味精翻炒均

匀出锅。大盘鸡由新疆帕戈郎食品有限公司挑选厨师炒制,其炒制产品风味可代表新疆大盘鸡风味。

1.3.2 SPME条件

取(5.00±0.01) g样品于15 mL顶空瓶中,加入4 μL质量浓度为9.51 μg/μL的1,2-二氯苯作为内标,用聚四氟乙烯隔膜将顶空瓶瓶口密封,置于60℃恒温水浴锅中加热30 min后将老化后的萃取头插入样品瓶顶空部分,再于60℃恒温水浴锅中吸附50 min,将吸附后的萃取头取出插入GC进样口,于250℃解吸5 min,同时启动仪器采集数据。

1.3.3 GC-MS条件

色谱条件:色谱柱:DB-WAX毛细管柱(30 m×250 μm, 0.25 μm);进样口温度250℃;升温程序:起始温度35℃,保持1 min,以4℃/min升至220℃,保持8 min;载气(He)流速1.1 mL/min,进样量1.0 μL。

质谱条件:电子电离(electron ionization, EI)离子源,电子能量70 eV,离子源温度230℃,四极杆温度150℃,质量扫描范围 m/z 20~350,扫描方式:全扫描,溶剂延迟3 min,调谐文件为标准调谐。

1.3.4 挥发性风味物质定性及定量

挥发性物质经色谱柱分离后,由质谱数据库NIST、标准化合物保留指数(retention index, RI)鉴定,样品中各挥发性风味物质含量按式(1)计算。

$$C_i = \frac{C_{is} \times A_i}{A_{is}} \quad (1)$$

式中: C_i 为目标化合物含量/(μg/kg); C_{is} 为内标物含量/(μg/kg); A_i 为目标化合物色谱峰面积; A_{is} 为内标物色谱峰面积。

1.3.5 ROAV测定

利用ROAV定义对样品风味贡献最大的挥发性风味物质,即 $ROAV_{max}=100$,其他香气成分ROAV按式(2)计算。

$$ROAV_i = \frac{C_i}{C_{max}} \times \frac{T_i}{T_{max}} \quad (2)$$

式中: T_i 、 T_{max} 分别为各挥发性风味物质相应的阈值和贡献最大组分对应的阈值/(μg/kg); C_i 、 C_{max} 分别为各挥发性风味物质的含量和贡献最大组分的含量/(μg/kg)。

1.4 数据处理

每个样品做9次平行实验,结果以平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 新疆大盘鸡挥发性风味物质组成

用SPME-GC-MS对新疆大盘鸡香气成分进行分离

鉴定。由表1可知,共检测出64种挥发性风味物质,其中酸类2种、醇类17种、烷烃及环烷烃类4种、烯烃类11种、醛类11种、酯类7种、酮类4种、呋喃1种及含苯类等其他物质7种,醇类和醛类物质含量所占比例较高,分别为26.9%、36.4%。生鸡肉有腥味、轻微咸味与金属味^[7],通过炒制加工产生令人愉悦的挥发性风味,鸡肉的肉香主要是由鸡肉中的糖类、脂类、氨基酸、肽类及硫胺素等香味前体物质通过美拉德反应、脂质氧化、Strecker降解与硫胺素降解等主要途径形成^[8]。

表1 新疆大盘鸡挥发性风味物质种类及含量
Table 1 Types and contents of volatile flavor compounds identified in Xinjiang market chicken

挥发性物质		含量/($\mu\text{g/kg}$)
酸类	己酸	4.805 $\pm$ 0.220
	辛酸	0.726 $\pm$ 0.139
醇类	1-庚醇	20.328 $\pm$ 0.140
	正己醇	24.126 $\pm$ 0.486
	1-壬醇	1.838 $\pm$ 0.125
	1-辛烯-3-醇	265.704 $\pm$ 1.407
	(E)-2-辛烯-1-醇	3.216 $\pm$ 0.092
	(Z)-2-辛-1-醇	17.946 $\pm$ 0.375
	1,4-丁二醇	1.327 $\pm$ 0.086
	正辛醇	27.030 $\pm$ 2.829
	正戊醇	63.855 $\pm$ 1.177
	3-甲基-1-丁醇	7.218 $\pm$ 1.968
	苯甲醇	6.621 $\pm$ 0.884
	桉树醇	152.911 $\pm$ 1.292
	芳樟醇	65.109 $\pm$ 1.334
	苯乙醇	33.773 $\pm$ 0.700
	2-乙基-1-己醇	26.639 $\pm$ 0.431
	呋喃甲醇	12.676 $\pm$ 1.243
	松油醇	21.083 $\pm$ 0.651
烷烃及 环烷烃类	戊基-环氧乙烷	1.140 $\pm$ 0.051
	十六烷	9.172 $\pm$ 0.145
	十四烷	12.096 $\pm$ 0.691
	2-甲基辛烷	5.966 $\pm$ 0.476
烯烃类	β -月桂烯	133.134 $\pm$ 0.592
	β -水芹烯	1.032 $\pm$ 0.021
	(E)-2-癸烯	0.593 $\pm$ 0.001
	苯乙烯	32.891 $\pm$ 0.054
	茴香烯	42.748 $\pm$ 0.134
	顺-4-辛烯	78.031 $\pm$ 0.526
	D-柠檬烯	125.223 $\pm$ 0.024
	松油烯	35.366 $\pm$ 0.897
	α -蒎烯	5.737 $\pm$ 0.260
	反-4-萆烯	21.283 $\pm$ 0.011
	β -罗勒烯	23.241 $\pm$ 1.663
	(Z)-2-庚醛	7.882 $\pm$ 0.111
	(E)-2-辛烯醛	5.508 $\pm$ 0.438
	苯甲醛	130.277 $\pm$ 1.218
醛类	庚醛	27.837 $\pm$ 1.291
	己醛	510.430 $\pm$ 1.662
	壬醛	178.880 $\pm$ 0.764
	辛醛	64.728 $\pm$ 0.633

续表1

挥发性物质		含量/($\mu\text{g/kg}$)
酯类	戊醛	49.803 $\pm$ 0.845
	5-甲基-2-呋喃甲醛	2.897 $\pm$ 0.152
	苯乙醛	18.231 $\pm$ 1.501
	柠檬醛	21.667 $\pm$ 0.302
	正己酸乙烯酯	2.282 $\pm$ 0.482
	2,4-己二烯酸乙酯	13.483 $\pm$ 0.550
	乳酸乙酯	5.031 $\pm$ 0.512
	α -乙酸松油酯	16.038 $\pm$ 0.056
	乙酸芳樟酯	8.919 $\pm$ 0.211
	乙酸庚酯	0.789 $\pm$ 0.197
酮类	乙酸桃金娘烯酯	1.679 $\pm$ 0.236
	2,3-辛二酮	142.365 $\pm$ 1.005
	3-辛酮	2.671 $\pm$ 0.729
	6-甲基-5-庚烯-2-酮	17.264 $\pm$ 0.371
呋喃	β -紫罗兰酮	0.505 $\pm$ 0.100
	2-戊基呋喃	33.270 $\pm$ 1.431
其他	丁羟甲苯	24.232 $\pm$ 0.574
	甲氧基苯基胂	185.688 $\pm$ 0.755
	苯酚	2.854 $\pm$ 0.369
	乙苯	4.563 $\pm$ 0.259
	甲苯	8.834 $\pm$ 1.227
	二烯丙基二硫	15.051 $\pm$ 0.361
	苯腈	0.540 $\pm$ 0.152

烷烃类物质主要来源于脂肪酸的烷氧自由基断裂^[9],包括直链烷烃与正烷烃,带有甲基分支的烷烃类化合物对肉品风味的贡献较大,大部分烷烃香气阈值较高^[10],对香气贡献较小。醇类物质一部分来源于Strecker反应,一部分来源于脂肪氧化^[11],新疆大盘鸡中的醇类物质较多,共17种,其中1-辛烯-3-醇、桉树醇、正戊醇含量较高,分别为265.704、152.911、63.855 $\mu\text{g/kg}$,醇类化合物香气阈值普遍较高,但不饱和醇香气阈值较低^[12-13],对香气贡献较大。醛类化合物主要来源于氨基酸与脂肪的氧化降解,己醛和苯甲醛在新疆大盘鸡中含量较高,分别为510.430、130.277 $\mu\text{g/kg}$,其中己醛是鸡肉中非常重要的风味物质,且阈值较低,具有青草香^[14]。具有苦杏仁味和玫瑰花香的苯甲醛和苯乙醛是在美拉德反应中由异亮氨酸或苯丙氨酸通过Strecker降解产生的。鸡肉脂肪受热产生的主要风味物质为烯醛^[15],醛类物质香气阈值较低,对新疆大盘鸡香气贡献较大^[16]。酸类物质主要来源于脂肪氧化及脂肪水解生成的小分子脂肪酸,新疆大盘鸡中的酸类物质含量较低,种类较少,酸类物质香气阈值较高,对香气贡献较小^[17]。酮类物质主要来源于脂肪氧化与美拉德反应的终产物^[18],新疆大盘鸡中2,3-辛二酮含量较高,为142.365 $\mu\text{g/kg}$ 。烯烃类物质一般来源于花椒等的添加^[19-20],新疆大盘鸡中烯烃类化合物种类较多且 β -月桂烯和D-柠檬烯含量较高,分别为133.134、125.223 $\mu\text{g/kg}$ 。酯类物质一般来源于发酵或作为脂质代谢后的产物^[21-22]。呋喃与含苯类物质主要来源于美拉



德反应^[23-24], 新疆大盘鸡中甲氧基苯基肼含量较高, 为 185.688 $\mu\text{g/kg}$ 。

2.2 新疆大盘鸡挥发性风味物质ROAV

表2 新疆大盘鸡挥发性风味物质的香气阈值及ROAV

Table 2 Aroma thresholds and ROAV of volatile flavor compounds in

Xinjiang market chicken

挥发性物质	阈值/ ($\mu\text{g/kg}$)	ROAV	香气描述 ^[25-33]
酸类	己酸	3 000	0.00 乳酸酸香
	辛酸	3 000	0.00 奶酪苦涩味
醇类	1-庚醇	3	1.25 脂肪香
	正己醇	250	0.02 青草味、甜味
	1-壬醇	50	0.01 蔷薇香
	1-辛烯-3-醇	1	49.16 蘑菇香
	(E)-2-辛烯-1-醇	—	— 脂肪味
	(Z)-2-辛-1-醇	—	—
	1,4-丁二醇	120	0.00 橡皮味
	正辛醇	110	0.05 花香
	正戊醇	4 000	0.00 —
	3-甲基-1-丁醇	—	—
	苯甲醇	3	0.41 苦杏仁味
	桉树醇	3	9.43 薄荷糖味
	芳樟醇	6	2.01 薰衣草香
	苯乙醇	7.5	0.83 花香
	2-乙基-1-己醇	—	—
	呋喃甲醇	—	—
	松油醇	330	0.01 薄荷香
烷烃及环烷烃类	戊基-环氧乙烷	—	—
	十六烷	—	—
	十四烷	—	—
	2-甲基辛烷	—	—
	β -月桂烯	14	1.76 脂香
	β -水芹烯	—	— 果香
	(E)-2-癸烯	—	—
	苯乙烯	730	0.01 —
	茴香烯	57	0.14 茴香味
	顺-4-辛烯	—	—
烯烃类	D-柠檬烯	10	2.32 清香
	松油烯	—	— 清香
	α -蒎烯	6	0.18 松油脂味
	反-4-萜烯	—	—
	β -罗勒烯	34	0.13 草花香
	(Z)-2-庚醛	—	—
	(E)-2-辛烯醛	3	0.34 柠檬香
	苯甲醛	3	8.03 杏仁香、焦糖香
	庚醛	4.5	1.14 焦香
	己醛	4.5	20.98 草香
醛类	壬醛	1	33.09 脂肪香
	辛醛	7	1.71 脂肪香
	戊醛	27	0.34 杏仁香
	5-甲基-2-呋喃甲醛	—	—
	苯乙醛	4	0.84 蜜甜香
	柠檬醛	0.04	100.00 柠檬橘香
	正己酸乙酯	1	0.42 青苹果味
	2,4-己二烯酸乙酯	—	—
	乳酸乙酯	14 000	0.00 果香
	α -乙酸松油酯	—	— 花果香

续表2

挥发性物质	阈值/ ($\mu\text{g/kg}$)	ROAV	香气描述 ^[25-33]
酮类	乙酸芳樟酯	9	0.18 花果香
	乙酸庚酯	2	0.07 果香
	乙酸桃金娘烯酯	—	—
	2,3-辛二酮	—	— 奶油香
	3-辛酮	18	0.03 蘑菇味
呋喃	6-甲基-5-庚烯-2-酮	48	0.07 甜香果香
	β -紫罗兰酮	0.007	13.35 紫罗兰香
其他	2-戊基呋喃	6	1.03 水果香
	丁羟甲苯	—	—
	甲氧基苯基肼	—	—
	苯酚	5 900	0.00 —
	乙苯	—	— 熟花生味
	甲苯	—	— 甜香
	二烯丙基二硫	32.5	0.09 葱蒜香
	苻腈	—	—

注: — 未查出相关阈值或香气描述。

由表2可知: 新疆大盘鸡中的酸类物质阈值较高, 基本为奶酪香气; 烯炔类物质的阈值较高, 主要为松油香、青草香、花香; 醇类物质中1-辛烯-3-醇、桉树醇、芳樟醇的阈值较低, 醇类物质的香气基本为花草香气、蘑菇香和脂肪香气; 醛类物质普遍阈值较低, 对香气贡献较大, 基本为焦香、杏仁香和脂肪香气; 酯类物质阈值较高, 均为花果香气; 酮类物质中具有紫罗兰香气的 β -紫罗兰酮阈值较低, 对新疆大盘鸡香气贡献较明显; 2-戊基呋喃阈值较低, 具有水果香; 具有葱、蒜香气的二烯丙基二硫阈值较高, 而苻腈、甲氧基苯基肼等物质香气阈值暂不明确。

柠檬醛的含量为21.667 $\mu\text{g/kg}$, 阈值为0.04 $\mu\text{g/kg}$, 对样品香气贡献最大, 定义柠檬醛为 $\text{ROAV}_{\max}=100$, $\text{ROAV} \geq 1$ 的物质对新疆大盘鸡香气贡献较大, 为关键性香气化合物, $0 < \text{ROAV} < 1$ 的物质对新疆大盘鸡香气有重要的修饰作用。柠檬醛、1-辛烯-3-醇、壬醛、己醛、 β -紫罗兰酮、桉树醇、苯甲醛、D-柠檬烯、芳樟醇、 β -月桂烯、辛醛、1-庚醇、庚醛及2-戊基呋喃14种物质为新疆大盘鸡关键性香气化合物。对新疆大盘鸡香气贡献较大的醇类物质多具有脂肪香、蘑菇香、清香、花草香等; 醛类物质多具有焦香、脂肪香; 2-戊基呋喃、柠檬烯、月桂烯、紫罗兰酮为花果香。苯乙醇、苯乙醛、正己酸乙酯、苯甲醇、(E)-2-辛烯醛、戊醛、乙酸芳樟酯、 α -蒎烯、茴香烯、 β -罗勒烯、二烯丙基二硫、6-甲基-5-庚烯-2-酮、乙酸庚酯、正辛醇、3-辛酮、正己醇、1-壬醇、松油醇、苯乙烯对新疆大盘鸡香气起修饰作用, 起修饰作用的醇类、烯炔类、酯类化合物多具有花果香气。综上推测新疆大盘鸡的香气主要为脂肪香、焦香、蘑菇香、清香及花草香。

3 结 论

新疆大盘鸡中共检测出64种挥发性风味物质,其中醇类和醛类物质含量占所有挥发性风味化合物的比例超过60%,柠檬醛、1-辛烯-3-醇、壬醛、己醛、 β -紫罗兰酮、桉树醇、苯甲醛、*D*-柠檬烯、芳樟醇、 β -月桂烯、辛醛、1-庚醇、庚醛及2-戊基呋喃14种挥发性风味物质对新疆大盘鸡的香气贡献较大,醛类物质ROAV均较高,对新疆大盘鸡的香气贡献最明显,新疆大盘鸡的主要香气为脂肪香、焦香、蘑菇香、清香及花草香。

参考文献:

- [1] 陈怡颖,郭贝贝,章慧莺,等.新疆大盘鸡挥发性风味成分的GC-MS分析[J].食品工业科技,2014,35(21):291-296. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2014.21.054.
- [2] 郑灿龙,杨海燕,胡瑞兰.新疆特色清真食品大盘鸡制作工艺[J].肉类工业,2006(10):18-19.
- [3] 刘登勇,周光宏,徐幸莲.确定食品关键风味化合物的一种新方法:“ROAV”法[J].食品科学,2008,29(7):370-374.
- [4] 徐星,翁雯,刘红,等.自制鲈鱼肉味香精特征香气成分的分析[J].中国调味品,2012,37(9):105-109;120. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2012.09.029.
- [5] 刘金凯,高远,王振宇,等.氧化羊骨油脂脂肪酸组成及挥发性风味物质分析[J].现代食品科技,2014,30(11):240-245;169. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.11.042.
- [6] 王丹,丹彤,孙天松,等.SPME-GC-MS结合ROAV分析单菌及复配发酵牛乳中关键性风味物质[J].食品科学,2017,38(8):145-152. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201708023.
- [7] 李儒仁,陈雨,张庆永,等.扒鸡加工过程中挥发性风味物质的变化规律[J].肉类研究,2019,33(7):49-55. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20190505-097.
- [8] 罗玉龙,靳志敏,刘夏炜,等.肉制品中香味物质形成原因研究进展[J].食品与发酵工业,2015,41(2):254-258. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.201502045.
- [9] 康乐.牛肉中Maillard反应风味前体肽的鉴定及其产物形成机理的研究[D].北京:北京工商大学,2017:6-8.
- [10] 顾赛麒,王锡昌,陶宁萍,等.顶空固相微萃取-气质联用及电子鼻技术检测中华绒螯蟹不同可食部位中的香气成分[J].食品科学,2013,34(18):239-244. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201318049.
- [11] CROSS C K, ZIEGLER P. A comparison of the volatile fractions from cured and uncured meat[J]. Journal of Food Science, 1965, 30(4): 610-614. DOI:10.1111/j.1365-2621.1965.tb01811.x.
- [12] 孙灵霞,李苗云,靳春杰,等.基于电子鼻和气质联用技术分析不同品牌道口烧鸡的香气差异性[J].食品与发酵工业,2020,46(6):238-243. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.022005.
- [13] 梁建兰,李晓颖,赵玉华,等.SPME-GC-MS结合ROAV分析糖炒燕山早丰板栗中的特征性香气[J].食品科技,2019,44(12):300-305. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2019.12.051.
- [14] 李松林,蒋长兴,聂凌涛,等.风鸡腌制和风干过程中挥发性成分的变化[J].食品与发酵工业,2015,41(3):191-198. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.201503034.
- [15] 刘建彬,康乐,刘梦娅,等.鸡肉肽在美拉德反应中对生成肉味化合物的贡献研究[J].现代食品科技,2015,31(4):301-310. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.4.049.
- [16] 崔晓莹,张庆永,刘登勇,等.德州扒鸡关键挥发性风味物质分析[J].肉类研究,2019,33(11):50-54. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20190819-185.
- [17] 顾明月.香辛料包循环煮制对扒鸡挥发性风味物质的影响[D].锦州:渤海大学,2019:10-12.
- [18] ELMORE J S, MOTTRAM D S, ENSER M, et al. Effect of the polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47(4): 1619-1625. DOI:10.1021/jf980718m.
- [19] 孙灵霞.八角茴香对卤鸡肉挥发性风味的影响及其作用机制[D].西安:陕西师范大学,2014:9-11.
- [20] 耿秋月,田洪磊,詹萍,等.椒麻鸡风味汤料制备中主要基料对香气品质的影响[J].食品科学,2020,41(2):230-237. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20190126-335.
- [21] 孙圳,韩东,张春晖,等.定量卤制鸡肉挥发性风味物质剖面分析[J].中国农业科学,2016,49(15):3030-3045. DOI:10.3864/j.issn.0578-1752.2016.15.017.
- [22] CHEN Dewei, ZHANG Min. Analysis of volatile compounds in Chinese mitten crab[J]. Journal of Food and Drug Analysis, 2010, 14(3): 297-300. DOI:10.1016/j.jcs.2006.06.001.
- [23] 唐静,张迎阳,吴海舟,等.顶空吹扫捕集-气相色谱-质谱法分离鉴定强化高温火腿中的挥发性风味物质[J].食品科学,2014,35(8):115-120. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201408022.
- [24] FARMER L J, MOTTRAM D S. Interaction of lipid in the Maillard reaction between cysteine and ribose: the effect of a triglyceride and three phospholipids on the volatile products[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1990, 53: 505-525. DOI:10.1002/jsfa.2740530409.
- [25] 孙宝国,刘玉平,郑福平,等.肉味香精中单体香料的香味类型[J].北京工商大学学报,2003,21(1):1-8. DOI:10.3969/j.issn.1671-1513.2003.01.001.
- [26] 张强,辛秀兰,杨富民,等.主成分分析法评价红树莓果醋的相对气味活度值[J].现代食品科技,2015,31(11):332-338. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.11.050.
- [27] 刘登勇,赵志南,吴金城,等.基于SPME-GC-MS分析熏制材料对熏鸡腿挥发性风味物质的影响[J].食品科学,2019,40(24):220-227. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20190104-062.
- [28] 田淑琳,周文红,刘小玲,等.基于GC-O-MS和ROAV法的马氏珍珠贝挥发性风味成分及腥味特征物质分析[J].大连海洋大学学报,2019,34(4):573-579. DOI:10.16535/j.cnki.dlhyxb.2019.04.017.
- [29] 陈雨.烧鸡主体风味物质及其主要影响因素[D].锦州:渤海大学,2019:7-9.
- [30] 杜勃峰,丁筑红,李达,等.基于SPME-GC-MS结合ROAV分析评价不同加工方式下皱椒辣椒粉风味品质[J].中国调味品,2019,44(8):76-80.
- [31] 汪修意,徐文洪,陈同强,等.气相色谱-质谱联用与相对气味活度值法分析坛子肉风味物质的研究[J].食品安全质量检测学报,2019,10(24):8450-8455.
- [32] 黄丹,刘有晴,倪月,等.基于ROAV值的四川麸醋主体风味物质研究[J].食品工业,2016,37(9):288-292.
- [33] 董爱君,刘华臣,潘婷婷,等.新型 β -紫罗兰酯香料的合成及香气强度研究[J].中国食品添加剂,2018(9):171-177. DOI:10.3969/j.issn.1006-2513.2018.09.019.