

热加工方式对鸡肉风味的影响

王昱苏¹, 孟兰奇¹, 郭 焱², 查恩辉^{1*}

(1. 锦州医科大学食品与健康学院, 辽宁 锦州 121000;
2. 陕西科仪阳光检测技术服务有限公司, 陕西 西安 710000)

摘要:以鸡胸肉、鸡腿肉为原料,分别对其进行常压及高压煮制,利用电子鼻结合气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)研究两种加工方式对鸡肉风味特征及风味物质的影响。结果表明:电子鼻的主成分分析(PCA)方法能够很好地区分不同加热方式鸡肉风味的变化;常压煮制的鸡肉共检测出61种挥发性物质,高压煮制的鸡肉共检测出57种挥发性物质,常压煮制和高压煮制的鸡肉中挥发性风味物质均以醛类为主。

关键词:鸡肉;热加工;风味;电子鼻;GC-MS

Effect of Thermal Processing Method on Chicken Flavor

WANG Yu-su¹, MENG Lan-qi¹, GUO Ye², ZHA En-hui^{1*}

(1. College of Food and Health, Jinzhou Medical University, Jinzhou 121000, China;
2. Shaanxi Keyi Sunshine Testing Technology Service Co., Ltd., Xi'an 710000, China)

Abstract: With chicken breast and chicken leg meat as raw materials, regular-pressure and high-pressure cooking were carried out respectively, and the influence of two processing methods on chicken flavor characteristics and flavor substances by electronic nose combined with GC-MS. The study showed that the PCA analysis method of electronic nose could well distinguish the changes of chicken flavor in different heating methods. A total of 61 volatile substances were detected in the chicken cooked at normal pressure and 57 compounds in the chicken cooked at high pressure, and aldehydes were the main volatile flavor substances in both chicken.

Key words: chicken; thermal processing; flavor; electronic nose; GC-MS

中图分类号:TS251.6

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2022.12.007

鸡是常见的家禽之一,鸡肉是我国餐桌上常见的美食,因其独特的美味及食补作用而被称为“营养之源”^[1]。鸡肉是价廉物美的家禽肉类,具有高蛋白、低脂肪、低热量等特点,每100g鸡肉的蛋白质含量是牛肉的1.15倍,羊肉的2倍;鸡肉肉质细腻、滋味鲜美,可以温气、养虚、补精、改善脾胃虚弱、活化血液、强健筋骨、改善心脏和大脑功能、促进儿童的智力发育^[2];鸡肉中的磷脂能够促进人体的生长发育,是人

们饮食中磷脂的重要来源之一^[3];鸡肉中富含VA、VB₁、VB₂、VC等维生素,矿物质(如钙、磷、铁、钾)含量约为0.8%~1.0%。

热处理是肉品加工中最常用的物理处理方式。在热处理过程中,美拉德反应所产生的肉类香气成分有呋喃、芳香族化合物等;2-戊基呋喃由亚油酸氧化产生,是鸡肉的关键挥发性风味物质;在热反应过程中,醛类和酮类还有可能转化成羧酸类物质,其中,棕榈

作者简介:王昱苏(1999—),女,汉族,硕士研究生,研究方向:食品加工与安全。

*通信作者:查恩辉,博士,副教授,研究方向:畜产品加工与安全。

酸含量最高;醛类化合物是形成鸡肉风味的重要物质,尤其是C₆~C₁₀的醛类。

为确保肉制品具有最佳的食用品质,其在加工过程中需有非常严格的要求,不同温度、时间以及加热方式对最终产品的品质均有很大影响^[4]。高压技术是肉类加工研究领域的热点,在高压作用下,肉的结构会发生变化,从而使肉类的营养功能和品质,如颜色、脂肪的氧化和风味等受到影响^[5-6]。随着生活水平的不断提高,人们越来越关注肉类的营养和品质^[7],但传统肉制品的发展受到“经验型”加工技术的制约,因此对鸡肉热加工工艺进行优化,可以满足消费者对产品品质的较高需求。

风味是肉类品质的重要指标之一。孟兰奇等^[8]研究表明:热加工方式对鸡胸肉和鸡腿肉的风味均具有较明显的影响。鸡肉的香味主要来自风味前体物质的分解、氧化、还原等一系列化学反应产生的醛类和酮类等。随着科技的不断进步,肉类风味物质检测技术正在迅速发展,常见检测技术有电子鼻、电子舌、气相色谱-质谱(GC-MS)联用技术以及液相色谱-质谱(HPLC-MS)联用技术。张森等^[9]发现,电子鼻可以鉴定识别不同品种、类型的肉制品。但是,电子鼻技术为宏观识别,需与GC-MS结合使用才能对风味物质进一步分析。李鑫等^[10]使用GC-MS分析了金华火腿的风味物质,结果表明,金华火腿含有55种风味物质,包括醛类、烃类、酮类等。本研究中选取鸡胸肉和鸡腿肉为原料,采用电子鼻和气相色谱-质谱联用技术分析在不同热加工方式下风味物质的变化规律,为鸡肉制品的工业化生产提供科学借鉴。

1 材料与方 法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料

鸡胸肉、鸡腿肉,市售。

1.1.2 仪器与设备

JJ-2 高速组织捣碎机,南京昕航科学仪器有限公司;PEN3 型电子鼻,德国 AIRSENSE 公司;DK-98-1 型电热恒温水浴锅,上海精密仪器仪表公司;DF-101S 集热式恒温加热磁力搅拌器,河南豫华仪器有限公司;MY-YL50M132 高压锅,广东美的集团;GL570 气相色谱-质谱联用仪,武汉国量仪器有限公司;75 μm CAR/PDMS SPME 萃取头,上海楚定分析仪器有限公司;3306 探针式食品温度计,上海纤检仪器有限公司。

1.2 方 法

1.2.1 样品处理

将鸡胸肉和鸡腿肉样品分别切成约 4 cm×3 cm×3 cm 的肉块,备用。

常压煮制:分别将鸡胸肉和鸡腿肉块放入蒸煮袋内,再分别放入 65、70、75、80、85、90、95、100 ℃恒温水浴锅中加热,用食品温度计测定肉块中心温度,当肉块中心温度分别达到 65、70、75、80、85、90、95、100 ℃时,保温 30 min 后取出肉样。

高压煮制:分别将鸡胸肉和鸡腿肉块直接放入高压锅内蒸煮,当锅内压力达到 70 kPa(通过预试验确定 70 kPa 下鸡肉品质更好)时,分别保压 10、15、20、25、30 min 后,冷却至室温。

1.2.2 电子鼻测定

称取 5 g 处理后的鸡肉样品放入烧杯内,用保鲜膜封口。电子鼻参数设置:载气为空气,流速 500 mL/min,进样量 500 μL,清洗时间 100 s,数据检测时间 60 s。设置 3 次重复。

1.2.3 GC-MS 检测

固相微萃取:称取 5 g 处理后的鸡肉样品迅速放入 20 mL 顶空瓶中,在 45 ℃磁力搅拌器中加热 10 min,在 270 ℃下将萃取头活化 60 min,将已活化好的萃取头插入顶空瓶吸附 30 min;在 GC 进样口插入萃取头并解吸 5 min,进行 GC-MS 分析。

气相色谱条件:采用 HP-5MS 毛细管柱(30 m×0.25 mm×0.25 μm);进样口温度 250 ℃,不分流;载气为 He,流速 1.0 mL/min;程序升温,柱初温 40 ℃,保持 3 min,以 3 ℃/min 升至 100 ℃,以 5 ℃/min 升至 230 ℃,保持 5 min。

质谱条件:色谱-质谱接口温度 280 ℃,离子源温度 230 ℃,四级杆温度 150 ℃,离子化方式为 EI,电子能量 70 eV,质量扫描范围 30~550(m/z)。

1.2.4 数据分析

采用电子鼻附带 Winmuster 软件进行主成分分析(PCA);SPSS 17.0 软件进行数据统计分析;计算机谱库(NIST11/Wiley7.0)对 GC-MS 检测结果进行检索分析,确定挥发性物质的化学组成;采用峰面积归一化法计算总挥发性风味物质中各成分的相对含量。

2 结果与分析

2.1 电子鼻 PCA 结果分析

采用 PCA 方法分析常压和高压煮制鸡肉的挥发性风味物质,结果如图 1~2 所示,图中的每个椭圆表示鸡肉风味的数据采集点。PC1 和 PC2 贡献率的和

大于 90%,说明此方法有效,能够代表样品的主要信息特征。

鸡肉风味前体物质在热反应过程中形成了鸡肉的风味。由图 1A 可知,常压条件下,鸡胸肉初期热反应速率相对较快,5 个不同常压煮制温度(65、70、75、80、85 ℃)的鸡胸肉电子鼻数据采集点在图中可以明显地区分开,且距离较远;随着温度的升高,鸡胸肉热反应速率逐渐缓慢,常压煮制温度分别为 90、95、100 ℃的电子鼻数据采集点间距较近,95 ℃与 100 ℃甚至出现了重叠,说明二者具有相似的挥发性风味成分。由图 1B 可知,不同常压煮制温度下的鸡腿肉电子鼻数据采集点均能够明显的区分开,其中 70、75、80 ℃之间,85、90、95 ℃之间,65、100 ℃之间的距离相对较近。

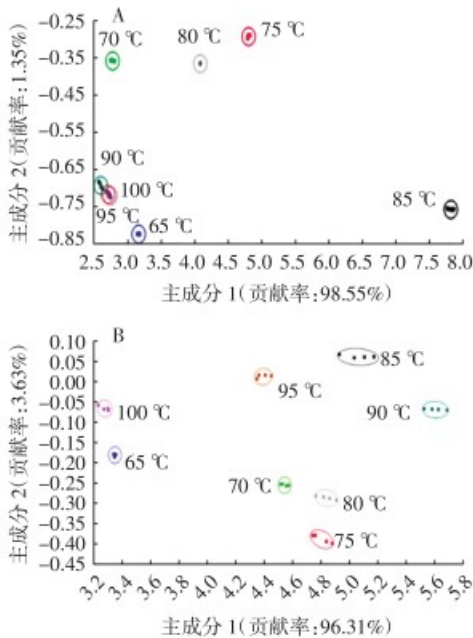


图 1 不同温度下常压煮制鸡胸肉(A)和鸡腿肉(B)的主成分分析图

Fig.1 Principal component analysis diagram of chicken breast meat (A) and chicken leg meat (B) by regular pressure cooking at different temperature

由图 2A 可知,在不同保压时间下,鸡胸肉、鸡腿肉电子鼻数据采集点大部分能够明显地区分开,保压 15 min 与 20 min 的电子鼻数据发生重叠,存在着一定的聚类现象,表明二者气味相近。由图 2B 可知,保压 10、15、20 min 的鸡腿肉电子鼻数据采集点之间距离较近;25、30 min 之间距离较远。

PCA 分析可以看出,不同煮制条件对鸡肉样品中挥发性风味成分有明显的影响,电子鼻能够很好地区分鸡胸肉和鸡腿肉在不同煮制条件下组间的成分差异。

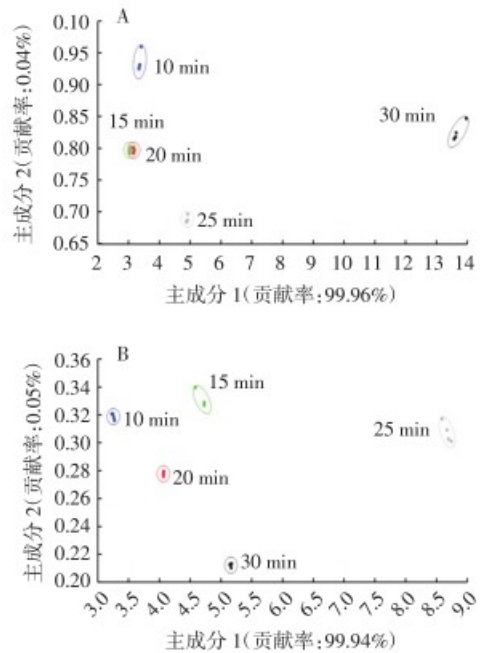


图 2 不同保压时间下高压煮制鸡胸肉(A)和鸡腿肉(B)的主成分分析图

Fig.2 Principal component analysis diagram of chicken breast meat (A) and chicken leg meat (B) by high pressure cooking at different pressure holding time

2.2 GC-MS 对鸡肉挥发性风味物质的检测结果

2.2.1 常压煮制温度对鸡肉挥发性风味物质的影响

孟兰奇等^[9]前期研究结果表明,常压煮制下鸡胸肉最佳工艺参数为煮制温度 85 ℃,保温时间 30 min;鸡腿肉的最佳工艺参数为煮制温度 90 ℃,保温时间 30 min。为了提高试验的准确性和高效性,选择常压煮制温度分别为 80、85、90 ℃的鸡胸肉和常压煮制温度分别为 85、90、95 ℃鸡腿肉,采用 GC-MS 技术分析其风味物质的变化规律。由表 1 可知,常压煮制的所有鸡肉样品中共检测出 61 种挥发性物质,其中鸡胸肉 57 种,煮制温度为 80 ℃时 43 种,85 ℃时 49 种,90 ℃时 38 种;鸡腿肉 61 种,煮制温度为 85 ℃时 51 种,90 ℃时 49 种,95 ℃时 49 种。检测出的主要挥发性风味化合物为烃类、醇类、醛类、酮类、酯类等。其中 90 ℃下煮制的鸡腿肉醛类物质含量最高,为 88.24%,检测出的醛类物质共 13 种,分别为己醛(64.38%)、庚醛(4.66%)、辛醛(3.89%)、壬醛(8.91%)等,这与 Schindler 等^[11]的研究结果相似。除醛类物质外,其他含量由高到低的风味化合物依次为醇类、酮类、酯类。

对表 1 中常压煮制鸡肉的挥发性风味化合物相对含量随温度变化的规律进行研究,结果如图 3 所示。

表1 不同温度下常压煮制鸡肉的挥发性风味化合物相对含量
Table 1 Relative content of volatile flavor compounds in chicken cooked at regular pressure at different temperature 单位:%

化合物名称	鸡胸肉			鸡腿肉		
	80 ℃	85 ℃	90 ℃	85 ℃	90 ℃	95 ℃
烃类	0.45	1.28	1.41	0.68	1.58	1.47
辛烷	0.12	0.18	0.11	0.29	0.24	0.15
甲苯	—	0.38	0.26	0.18	0.67	0.28
乙苯	0.06	0.08	—	0.02	0.04	0.07
对二甲苯	—	0.15	0.07	—	—	0.11
d1-柠檬烯	0.01	—	—	0.06	—	0.13
对伞花烃	—	0.03	0.18	—	0.08	0.26
1,2,3-三甲基苯	—	—	0.21	—	0.07	0.16
间伞花烃	—	—	—	—	0.06	—
十二烷	—	—	—	0.04	—	—
十三烷	—	0.12	0.08	0.06	—	0.12
3-乙基-2-甲基-1,3-己二烯	0.10	0.12	0.10	0.03	0.14	0.11
1,2,3,4-四甲基苯	0.16	0.22	0.13	—	0.28	0.08
醇类	10.17	6.37	6.13	12.38	8.84	7.56
1-丁醇	0.13	0.07	—	0.26	0.08	0.04
1,8-桉叶油醇	0.99	0.67	0.58	1.32	0.82	0.68
1-戊醇	2.54	2.77	2.41	3.15	2.98	2.36
1-己醇	0.63	0.50	—	0.87	0.30	0.41
1-辛烯-3-醇	3.49	1.72	2.19	3.94	2.42	2.16
1-庚醇	0.80	—	—	0.96	0.54	0.51
芳樟醇	0.54	0.46	—	0.78	0.57	0.63
1-辛醇	0.06	0.13	0.12	0.28	0.32	0.26
4-甲基-1-(1-甲基乙基)-3-环乙烷-1-醇	0.11	0.05	0.07	0.19	0.08	0.06
环辛醇	—	—	—	—	0.03	—
2-辛烯-1-醇	0.54	0.36	—	0.32	0.26	0.13
松油醇	0.34	0.38	0.76	0.31	0.44	0.32
醛类	76.23	81.32	78.33	84.58	88.24	85.70
戊醛	1.76	2.36	2.92	2.86	3.24	3.77
己醛	56.37	61.87	59.26	59.61	64.38	62.21
庚醛	3.21	4.52	4.12	4.47	4.66	5.71
辛醛	5.78	3.23	3.05	5.06	3.89	3.65
壬醛	7.28	5.31	4.79	9.64	8.91	6.52
2-辛烯醛	0.91	1.32	1.26	0.88	1.23	1.89
癸醛	0.33	0.52	0.66	0.51	0.47	0.41
苯甲醛	—	0.79	0.86	0.52	0.82	0.87
2-壬烯醛	0.32	0.54	0.61	0.28	0.31	0.21
十一醛	0.07	0.02	—	0.05	0.04	0.02
十二醛	0.05	0.03	—	0.02	0.06	0.03
反式-2-十一烯醛	0.12	—	—	—	—	0.07
十三醛	—	0.24	—	0.03	—	—
2,4-癸二烯醛	—	0.31	0.48	0.16	0.23	0.11
十五醛	0.03	—	—	0.02	—	—
3-苯基-2-丙烯醛	—	0.26	0.32	0.47	0.18	0.23

续表 1 不同温度下常压煮制鸡肉的挥发性风味化合物相对含量
Continue table 1 Relative content of volatile flavor compounds in chicken cooked at regular pressure at different temperature 单位:%

化合物名称	鸡胸肉			鸡腿肉		
	80 °C	85 °C	90 °C	85 °C	90 °C	95 °C
酮类	3.44	4.51	4.58	3.46	4.57	4.99
2-丙酮	0.67	0.76	0.81	0.52	0.71	0.94
2-丁酮	0.25	0.23	0.37	0.27	0.31	0.59
2,3-戊二酮	—	0.15	0.26	0.06	0.10	0.16
6-甲基-2-庚酮	0.07	0.04	0.06	0.04	0.06	0.08
2-辛酮	0.09	0.21	0.17	0.07	0.15	—
3-羟基-2-丁酮	0.02	—	—	—	—	0.07
2,3-辛二酮	1.78	2.38	2.45	2.03	2.42	2.65
6-甲基-5-庚烯-2-酮	0.52	0.64	0.39	0.43	0.76	0.47
2-壬酮	0.02	0.06	—	0.01	0.05	0.03
6,10-二甲基-5,9-十一烷二烯-2-酮	0.02	0.04	0.07	0.03	0.01	—
酯类	0.06	0.14	0.21	0.13	0.16	0.28
乙酸丁酯	0.04	0.05	0.12	0.06	0.07	0.17
1,2-笨二甲酸,2-甲基丙醇酯	0.02	0.03	—	0.05	—	—
十二酸乙醇酯	—	—	—	0.02	0.05	—
癸酸乙酯	—	0.06	0.07	—	0.04	0.02
十六酸乙酯	—	—	0.02	—	—	0.09
其他	0.26	0.18	0.07	0.42	0.34	0.16
戊基环氧乙烷	0.04	0.02	0.01	0.08	0.13	0.04
2-戊基呋喃	0.15	0.11	0.06	0.14	0.18	0.11
1-乙酰氧基-2-丙酮	0.02	0.01	—	0.10	—	—
反式茴香脑	0.05	—	—	0.04	0.02	—
苯酚	—	0.02	—	0.04	0.01	—
丁香油酚	—	0.02	—	0.02	—	0.01

注:—表示未检出,下表同。

由图 3A 可知,常压煮制温度分别为 80、85、90 °C 时,鸡胸肉中烃类物质的相对含量分别为 0.45%、1.28%、1.41%,相对含量随煮制温度的升高呈现增加的趋势;醇类物质相对含量分别为 10.17%、6.37%、6.13%,呈现减少的趋势;醛类物质相对含量分别为 76.23%、81.32%、78.33%,呈现先增加后减少的趋势;

酮类物质相对含量分别为 3.44%、4.51%、4.58%,呈现增加的趋势。

由图 3B 可知,常压煮制温度分别为 85、90、95 °C 时,鸡腿肉中烃类物质的相对含量分别为 0.68%、1.58%、1.47%,相对含量随煮制温度的升高呈现先增加后减少的趋势;醇类物质的相对含量分别为



图 3 常压煮制鸡胸肉(A)和鸡腿肉(B)的挥发性化合物相对含量随温度的变化

Fig.3 Change of relative content of volatile compounds in regular pressure-boiled chicken breast meat (A) and chicken leg meat (B) with temperature

12.38%、8.81%、7.56%,呈现减少的趋势;醛类物质的相对含量分别为84.58%、88.24%、85.70%,呈现先增加后减少的趋势;酮类物质的相对含量分别为3.46%、4.57%、4.99%,呈现增加的趋势。

2.2.2 高压煮制中保压时间对鸡肉风味挥发性物质的影响

如表2所示,高压煮制的所有鸡肉样品中共检测

出57种风味挥发性物质,其中鸡胸肉中有54种,保压时间10 min时48种,15 min时42种,20 min时43种;鸡腿肉中共检测出52种,保压时间10 min时43种,15 min时47种,20 min时41种。检测出的主要挥发性风味化合物包括醛类、烃类、醇类、酮类、酯类、酸类。其中鸡胸肉保压15 min时醛类物质含量最高,为80.47%,检出的醛类物质共15种,分别为己醛

表2 不同保压时间下高压煮制鸡肉中挥发性化合物成分的相对含量

Table 2 Relative content of volatile compounds in chicken cooked at high pressure at different pressure holding time 单位:%

化合物名称	鸡胸肉			鸡腿肉		
	10 min	15 min	20 min	10 min	15 min	20 min
醛类	77.31	80.47	78.25	73.25	79.87	76.91
己醛	31.77	35.45	33.41	29.64	30.54	28.79
庚醛	6.05	2.28	3.34	5.36	4.30	3.62
2-庚烯醛	3.79	4.38	3.26	2.21	4.35	3.59
苯甲醛	5.17	6.98	8.45	5.18	6.17	7.79
辛醛	0.79	1.46	1.51	1.01	1.09	1.05
2-辛烯醛	4.59	1.29	2.83	5.39	1.48	2.12
壬醛	6.35	7.92	9.36	5.32	6.45	6.94
壬烯醛	2.14	2.37	2.26	2.42	2.82	2.51
癸醛	3.89	—	—	3.01	1.96	1.23
2-癸烯醛	2.93	4.28	—	—	1.35	1.79
2,4-癸二烯醛	—	1.10	2.89	—	1.53	2.01
十一醛	0.12	1.46	1.54	1.36	2.36	2.21
2-十一烯醛	5.02	5.87	4.39	4.13	4.78	3.96
4-庚烯醛	—	—	0.35	—	1.68	1.96
十二醛	1.64	2.67	1.98	1.36	1.13	1.35
十三醛	1.58	1.67	1.56	2.51	2.67	2.24
十四醛	—	—	—	1.60	1.45	1.12
苯乙醛	1.36	1.29	1.12	1.13	1.78	1.10
2,4-二甲基苯甲醛	1.12	—	—	1.62	1.98	1.53
烃类	8.12	5.83	2.65	6.64	3.26	1.87
十六烷	3.29	2.01	1.35	2.48	1.54	1.51
十八烷	1.48	1.28	0.89	1.78	—	0.36
三十四烷	1.89	1.75	—	1.21	1.72	—
二十五烷	1.42	0.79	—	—	—	—
二十一烷	1.04	—	0.41	1.17	—	—
酮类	4.78	4.24	5.40	4.97	4.38	5.61
2,3-辛二酮	0.47	0.54	0.76	0.51	0.58	0.62
2-壬酮	0.34	0.41	0.65	0.41	0.46	0.69
2-癸酮	—	—	0.23	—	0.32	0.46
6,10-二甲基-5,9-十一双烯-2-酮	0.24	0.18	0.21	0.26	0.17	0.29
2-十三酮	0.87	—	—	0.91	0.87	—
2-十五酮	1.17	1.04	1.01	1.23	—	1.17
6,10,14-三甲基-2-十五烷酮	—	—	0.46	0.51	0.70	—

续表2 不同保压时间下高压煮制鸡肉中挥发性化合物成分的相对含量
Continue table 2 Relative content of volatile compounds in chicken cooked at high pressure at different pressure holding time

单位:%

化合物名称	鸡胸肉			鸡腿肉		
	10 min	15 min	20 min	10 min	15 min	20 min
3-十一酮	0.43	0.56	—	—	—	—
2-十一酮	0.21	—	0.47	0.34	0.40	0.76
2-十二烷酮	0.25	0.64	0.58	—	0.66	0.54
羟基丙酮	0.57	0.71	0.61	0.63	—	0.76
二苯甲酮	0.23	0.16	0.42	0.18	0.16	0.32
醇类	3.67	4.33	4.81	3.52	4.11	4.31
1-十六烷醇	0.28	0.24	0.31	—	0.25	0.45
1-辛烯-3-醇	0.89	1.41	1.53	1.12	1.21	1.85
1-辛醇	1.24	1.66	1.72	1.16	1.24	2.01
2-癸烯醇	0.21	—	—	—	—	—
十二醇	0.03	—	0.06	0.43	—	—
庚醇	—	0.54	0.68	0.81	0.77	—
2-丁基-1-辛醇	0.68	—	0.23	—	—	—
1-壬醇	0.34	0.48	0.28	—	0.64	—
酸类	1.47	1.34	1.63	1.52	1.58	1.76
十四酸	0.29	0.23	0.37	0.32	0.26	0.18
十五酸	—	—	—	—	0.05	0.33
棕榈酸	1.18	1.11	1.26	1.20	1.27	1.25
其他	2.80	1.47	5.23	7.83	4.79	8.71
2-戊基呋喃	1.54	0.85	2.89	3.87	2.64	4.51
二苯并呋喃	1.26	0.56	2.34	2.89	1.15	2.96
甲氧基-(Z)-1-丙烯基]苯	—	—	—	—	0.56	1.24
对叔戊基苯酚	—	0.06	—	1.07	0.44	—
2,4-二叔丁基苯酚	1.33	1.24	1.46	1.15	0.42	—
酯类	2.18	2.32	2.03	2.27	2.01	1.57
棕榈酸乙酯	0.28	0.41	0.28	0.25	0.36	0.89
邻苯二甲酸二异丁酯	1.26	1.14	1.08	1.34	1.16	—
α -戊基- γ -丁内酯	0.19	0.45	—	0.27	0.21	—
棕榈酸异丙酯	0.39	0.32	0.67	0.41	0.28	0.68
棕榈酸甲酯	0.06	—	—	—	—	—

(35.45%)、庚醛(2.28%)、辛醛(1.46%)、壬醛(7.92%)等。除醛类物质外,其他风味化合物相对含量由高到低依次为烃类、醇类、酸类。

对表2中高压煮制鸡肉挥发性风味化合物的相对含量随保压时间变化的规律进行研究,结果如图4所示。

由图4A可知,高压煮制的保压时间分别为10、15、20 min时,鸡胸肉中烃类物质的相对含量分别为8.12%、5.83%、2.65%,相对含量随保温时间的增加呈现减少的趋势;醇类物质的相对含量分别为3.67%、4.33%、4.81%,呈现增加的趋势;醛类物质的相对含

量分别为77.31%、80.47%、78.25%,呈现先增加后减少的趋势;酮类物质的相对含量分别为4.78%、4.24%、5.40%,呈现先减少后增加的趋势。

由图4B可知,高压煮制保压时间分别为10、15、20 min时,鸡腿肉烃类物质的相对含量分别为6.64%、3.26%、1.87%,含量随保温时间的增加呈现减少的趋势;醇类物质的相对含量分别为3.52%、4.11%、4.31%,呈现增加的趋势;酯类物质的相对含量分别为73.25%、79.87%、76.91%,呈现了先增加后减少的趋势;酮类物质的相对含量分别为4.97%、4.38%、5.61%,呈现先减少后增加的趋势。

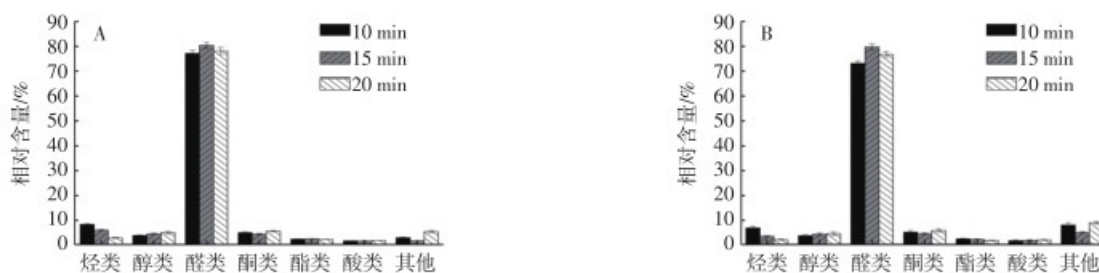


图4 高压煮制鸡胸肉(A)和鸡腿肉(B)的挥发性化合物相对含量随温度的变化

Fig.4 Change of relative content of volatile compounds in high pressure-boiled chicken breast meat (A) and chicken leg meat (B) with temperature

2.3 鸡肉中不同类别挥发性风味成分分析

2.3.1 烃类化合物

脂肪酸烷氧自由基的裂解是挥发性烃类物质的主要来源^[12],烃类化合物含量的差异可能是由前体脂肪酸链的长短或饱和度的差异性导致。常压 90 °C、高压条件下保压时间为 10 min 时煮制的鸡肉风味物质中烃类含量增加,这可能是因为在高温作用下,鸡肉发生脂肪酸氧化所致。

2.3.2 醇类化合物

挥发性醇类物质是脂质在脂肪氧合酶和氢过氧化酶的作用下降解为亚油酸的反应中产生^[13]。常压 80 °C 煮制的鸡胸肉醇类物质的相对含量最高,85 °C 时鸡腿肉醇类物质的相对含量最高,原因是随着加热温度的升高,样品中的醇类物质发生降解、氧化等反应降低了其含量^[14]。高压条件下,保压 20 min 时煮制的鸡肉中醇类物质的相对含量最高,原因是鸡肉中不饱和脂质氧化和降解产生了大量的醇类化合物^[15]。但是醇类化合物的阈值高于醛类,说明醇类化合物对鸡肉的风味影响不大^[16]。

2.3.3 醛类化合物

挥发性醛类物质主要来源于脂肪氧化,是一种重要的羰基化合物,其一般阈值很低,具有脂肪香味,对鸡肉香味的构成有着不可或缺的作用^[17-18]。所有熟肉制品中挥发性风味化合物最重要的是 C₆~C₁₀ 的醛类,其对肉品风味的改善有重要的作用^[19]。常压煮制温度为 85 °C 的鸡胸肉及煮制温度为 90 °C 的鸡腿肉中醛类物质的相对含量均较高,可能是由于鸡胸肉和鸡腿肉脂肪酸碳链长短及饱和度不同造成脂肪氧化程度不同所致。高压煮制下,鸡胸肉和鸡腿肉在保压时间为 15 min 时醛类物质的相对含量最高,原因是脂肪氧化使醛类物质的相对含量升高,随着时间的延长,产生的美拉德反应产物抑制了脂肪氧化^[20],使醛类物质含量降低。

2.3.4 酮类化合物

挥发性酮类物质是脂肪氧化的另一种产物,属于羰基化合物^[21],呈黄油味或果香味^[22]。酮类的阈值相对较低,但高于醛类,其对鸡肉的风味几乎没有影响^[23]。本试验检测出的酮类化合物较少,由此可以断定,酮类化合物对鸡肉鲜味的影响不大^[24]。常压煮制温度为 90 °C 的鸡胸肉及煮制温度为 95 °C 的鸡腿肉酮类物质含量的相对均较高,原因是在煮制过程中脂肪发生了持续的氧化作用,生成了大量的酮类化合物^[20]。高压条件下,鸡腿肉和鸡胸肉在保压 20 min 时酮类物质含量的相对均较高,原因是随着保温时间的延长,鸡肉脂肪氧化程度加大,造成大量酮类物质累积^[25]。

3 结论

利用电子鼻结合气相色谱-质谱联用技术进行分析和鉴定不同煮制方式鸡肉风味的变化。采用 GC-MS 对常压煮制的鸡肉(包括鸡胸肉和鸡腿肉)进行检测,共检测出 61 种风味挥发性物质,其中:常压 80、85、90 °C 煮制的鸡胸肉分别检测出 43、49、38 种挥发性物质,85、90、95 °C 煮制的鸡腿肉分别检测出 51、49、49 种挥发性物质;高压煮制的鸡肉共检测出 57 种挥发性物质,其中保压时间为 10、15、20 min 的鸡胸肉分别检测出 48、42、43 种挥发性物质;保压时间为 10、15、20 min 的鸡腿肉分别检测出 43、47、41 种挥发性物质。鸡肉中的醛类物质相对含量在较低温度以及短时间内即可达到最大值。常压 85 °C 煮制的鸡胸肉和 90 °C 煮制的鸡腿肉醛类物质的相对含量较高,分别为 81.32% 和 88.24%;高压煮制条件下,保压时间为 15 min 时鸡肉醛类物质的相对含量较高(鸡胸肉 80.47%、鸡腿肉 79.87%),醛类物质中以己醛为主。常压 85 °C 煮制的鸡胸肉和 90 °C 煮制的鸡腿肉己醛的相对含量较高,分别为 61.87% 和 64.38%;高压煮制条件下,保压时间为 15 min 时的鸡肉己醛的相

对含量较高(鸡胸肉 80.47%, 鸡腿肉 79.87%)。某种风味挥发性物质的含量高低不能决定肉类风味的好坏,通过通常情况下,单一成分含量过高会对感官产生不愉快的刺激^[26]。本研究为热加工对鸡肉风味的影响提供了一定的理论依据。

参考文献:

- [1] 廖洪波,李景辉,李莉,等. 工业化鸡汤生产初探[J]. 肉类工业,2006(6):22-25.DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2004.06.010.
- [2] JO Y J, JANG M Y, JUNG Y K, et al. Effect of novel quick freezing techniques combined with different thawing processes on beef quality[J]. Korean Journal for Food Science of Animal Resources,2014,34(6):777-783. DOI: 10.5851/kosfa.2014.34.6.777.
- [3] 周雪松,赵谋明,林伟锋,等. 鸡肉蛋白质组成与分离研究[J]. 食品与发酵工业,2005,31(10):9-12.DOI:10.3321/j.issn:0253-990X.2005.10.003.
- [4] 武运,靳华. 热加工工艺对肉制品质量的影响[J]. 肉类工业,1997(12):17-19.
- [5] 马汉军. 高压和热结合处理对僵直后牛肉品质的影响[D]. 南京:南京农业大学,2004:1-4.
- [6] NORTON T, SUN D W. Recent advances in the use of high pressure as an effective processing technique in the food industry[J]. Food and Bioprocess Technology, 2008,1(1):2-34. DOI: 10.1007/s11947-007-0007-0.
- [7] 潘超,朱斌,苗孙壮. 栅栏技术及其在肉品保鲜中的应用[J]. 肉类工业,2009(10):17-19.DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2009.10.008.
- [8] 孟兰奇,代媛媛,李琳,等. 热加工程度对鸡肉食用品质的影响[J]. 食品科技,2021,46(3):88-93.DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2021.03.016.
- [9] 张森,何江红,贾洪锋,等. 电子鼻在调理耗牛肉新鲜度识别中的应用[J]. 食品研究与开发,2014,35(21):89-92. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6521.2014.21.023.
- [10] 李鑫,刘登勇,李亮,等. SPME-GC-MS 法分析金华火腿风味物质的条件优化[J]. 食品科学,2014,35(4):122-126.DOI: 10.7506/spkx1002-6630-201404025.
- [11] SCHINDLER S, KRINGS U, BERGER R G, et al. Aroma development in high pressure treat beef and chicken meat compared to raw and heat treated[J]. Meat Science, 2010, 86(2): 317-323. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.04.036.
- [12] 蒋根栋,陈舜胜. 锯缘青蟹挥发性物质的研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(4):1404-1406,1413.DOI:10.13989/j.cnki.0517-6611.2009.04.144.
- [13] 靳静静. 酱香风鸭强化高温风干工艺优化及其对脂质分解氧化和风味物质的影响[D]. 南京:南京农业大学,2011. DOI:10.7666/d.Y2360859.
- [14] 刘敬科. 鲢鱼风味特征及热历史对鲢鱼风味的影响[D]. 武汉:华中农业大学,2009.DOI:10.7666/d.Y1598539.
- [15] 杜超. 反复炖煮对鸡肉和鸡汤风味品质的影响[D]. 锦州:渤海大学,2020. DOI:10.27190/d.cnki.gjzsc.2020.000350.
- [16] 王春青,李学科,张春晖,等. 不同品种鸡肉蒸煮挥发性风味成分比较研究[J]. 现代食品科技,2015,31(1):208-215.DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.1.036.
- [17] 吴倩蓉,周慧敏,李素,等. 风干肠贮藏过程中挥发性风味物质的变化及异味物质分析[J]. 食品科学,2019,40(20):208-216.DOI:10.7506/spkx1002-6630-20190217-078.
- [18] 鲁松涛. 道口烧鸡风味与品质形成机理初探[D]. 郑州:河南农业大学,2011.
- [19] 宋泽. 炖煮牛肉风味研究及其形成机理初探[D]. 上海:上海应用技术大学,2019. DOI:10.27801/d.cnki.gshyy.2019.000229.
- [20] 王明,李铁志,雷激. 杀菌方式对熟肉制品品质的影响[J]. 食品工业,2016,37(2):54-58.
- [21] 丁浩宸,阮东娜,江银梅,等. 高值海水鱼糜熟制后挥发性风味的分析及对比[J]. 食品与发酵工业,2015,41(8):163-169. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.201508031.
- [22] 李继昊. 不同类型生鲜鸡肉对白切鸡食用品质的影响研究[D]. 南京:南京农业大学,2018. DOI:10.27244/d.cnki.gnjnu.2018.000475.
- [23] 赵冰,任琳,李家鹏,等. 盐焗工艺对盐焗鸡翅挥发性风味物质的影响[J]. 肉类研究,2012,26(11):6-11.
- [24] 杨阳,施文正,汪之和,等. 超高压对南美白对虾熟制虾仁风味的影响[J]. 食品工业科技,2015,36(18):87-92,98.DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2015.18.009.
- [25] MOTTRAM D S. Flavour formation in meat and meat products: A review[J]. Food Chemistry, 1998, 62(4): 415-424. DOI: 10.1016/S0308-8146(98)00076-4.
- [26] 武苏苏. 煮制条件对卤鸡肉与鸡汤风味的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2015.

收稿日期:2022-06-21