

文章编号:1000-8551(2013)01-0081-07

牡蛎体液风味物质的 GC-MS 分析

刘文¹ 张悦容¹ 张腾军² 王求娟² 陈义芳² 苏秀榕¹

(1. 宁波大学海洋学院,浙江 宁波 315211; 2. 宁波今日食品有限公司,浙江 宁波 315502)

摘要:用电子鼻和顶空固相微萃取气质联用法(HS-SPME-GC-MS)对不同加热温度的牡蛎体液风味物质进行分析,以探讨牡蛎体液挥发性成分与加工温度的关系。结果显示,电子鼻能够灵敏地检测到牡蛎体液在加热过程中气味的变化,新鲜牡蛎体液在加热到 100℃ 和 150℃ 时气味发生明显变化,利用 GC-MS 鉴定出体液中挥发性化合物主要有醛类、烃类、醇类、酮类、酯类和呋喃类等,它们的协同作用构成了牡蛎体液的特征风味;新鲜牡蛎体液以清新的果香为主(丙酸戊酯、D-丁香醛),略带肉香(反-4-癸烯醛),主要挥发性成分是醛类和酯类;100℃ 处理的牡蛎体液产生浓郁的花香和果香味(1-苯基-1,2-丙二酮、2-甲基-1-丁醇),肉香和焦香味增强(2-乙基呋喃、反-2-(2-戊烯基)呋喃),主要挥发性成分是酮类和呋喃类;150℃ 处理的牡蛎体液以浓郁的焦香和甜香为主(环己基丙酸甲酯、1-(2-呋喃)-1-丙酮),主要挥发性成分是酯类和杂环化合物。经不同温度处理的牡蛎体液可以弥补焙烤牡蛎风味的不足,掩盖一些不愉快的气味。

关键词:牡蛎体液;电子鼻;顶空固相微萃取;气质联用;挥发性成分

ANALYSIS OF THE FLAVOR SUBSTANCES IN OYSTER JUICE BY GC-MS

LIU Wen¹ ZHANG Yue-rong¹ ZHANG Teng-jun² WANG Qiu-juan² CHEN Yi-fang¹ SU Xiu-rong¹

(1. Faculty of Ocean, Ningbo University, Ningbo Zhejiang 315211; 2. Ningbo Today Food CO. LTD, Ningbo Zhejiang 315502)

Abstract:To discuss the relationship between oyster juice and processing temperature, the article analyzed the flavor substance in oyster juice at different temperatures with Electronic Nose technology and Headspace-solid phase microextraction (HS-SPME) coupled with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The results showed that the electronic nose could detect the sensitively in the heating process. Odor of fresh oyster juice changed significantly when it was heated to 100℃ and 150℃. The volatile flavor compounds were mainly aldehydes, hydrocarbons, alcohols, ketones, esters and furans, etc. The cooperation of these compounds provided a specific flavor of oyster juice. Aldehydes and esters were the main volatile flavor substances of the fresh oyster juice which had more fresh fruit (propanoic acid, pentyl ester and lilac aldehyde D) with less meat smell (E-4-Decenal). Ketones and furans were the main volatile flavor substances of the oyster juice with 100℃ heated which produced strong floral and fruit aroma (1,2-propanedione, 1-phenyl- and 1-Butanol, 2-methyl-) with strong meat and coke flavor (Furan, 2-ethyl- and trans-2-(2-Pentenyl) furan). Heterocyclic compounds and esters were the main volatile flavor substances of the oyster juice with 150℃ heated which had more burnt and sweet odor (cyclohexane methyl propanoate and 1-propanone, 1-(2-furanyl)-). Oyster juice at different temperatures can compensate for the lack of flavor in the baked oysters and cover up some unpleasant odor.

收稿日期:2012-05-24 接受日期:2012-08-13

基金项目:国家星火计划(2010GA701063),国家现代农业产业技术体系建设专项(nycy-47),浙江省重中之重学科资助项目(XK0613040),浙江省教育厅重点资助项目(200517011)

作者简介:刘文(1986-),男,山东临沂人,硕士研究生,研究方向为食品工程。E-mail:liuwen1224@126.com

通讯作者:苏秀榕(1956-),女,浙江宁波人,教授,博导,研究方向为食品科学与工程。E-mail:suxiurong@nbu.edu.cn

Key words: oyster juice; electronic nose; headspace-solid phase microextraction; gas chromatography-mass spectrometry; volatile compounds

牡蛎(Oyster)隶属软体动物门(Mollusca),瓣鳃纲(Lanellibranchia),异柱目(Anisomyaria),牡蛎科(Osteridae)动物的总称,是一种世界性的贝类,也是我国著名4大养殖经济贝类之一^[1]。牡蛎不仅因肉质鲜美可口受到人们喜爱,而且由于含有大量的糖原、牛磺酸及活性微量元素,具有很高的药用价值^[2,3]。目前国内牡蛎主要以鲜食为主,还可以加工成干品、罐头等。

新鲜牡蛎肉呈青白色,质地柔软细嫩,肉味鲜美,经过烹饪的牡蛎能产生独特的诱人香味,牡蛎在生、熟时的风味有很大差别,刘辉等人^[4]对利用固相微萃取技术分析了牡蛎肌肉中的风味物质,顾聆琳等人^[5]利用利用气相质谱法测定了牡蛎中的风味物质,而有关牡蛎体液中风味物质的报道几乎是空白。本研究运用电子鼻检测技术和顶空固相微萃取气质联用法^[6](HS-SPME-GC-MS)分析不同温度处理的牡蛎体液中挥发性风味成分的变化,以为牡蛎产品的进一步开发提供理论参考。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

牡蛎体液取于宁波今日食品有限公司福州养殖基地。文中所用化学试剂均为分析纯,购于国药集团上海化学试剂有限公司。便携式电子鼻系统(PEN3,德国AIRSENSE公司),气质联用仪(GC-MS-7890A,美国安捷伦公司),萃取头(65 μm 聚二甲基硅氧烷/二乙炔基苯,美国Supelco公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 电子鼻分析牡蛎体液挥发性成分 分别量取2mL新鲜牡蛎体液于15mL螺纹口样品中,旋紧瓶盖,放入恒温箱中在40℃、60℃、80℃、100℃、120℃和150℃温度下加热30min,待测,同时按同样方法准备新鲜体液作对照。

待样品平衡后使用电子鼻检测风味变化,电子鼻数据采集时间200s,清洗时间600s,进气量300mL·min⁻¹。

1.2.2 SPME-GC-MS分析牡蛎体液挥发性成分 量取2mL新鲜牡蛎体液于15mL螺纹口样品瓶中,旋紧

瓶盖,分别放入恒温箱中加热30min,加热温度由电子鼻的分析结果确定。然后将老化好的萃取头插入样品瓶中,推出纤维头,在50℃水浴中吸附30min后取下,插入气质联用仪进行测定。

色谱柱:DB-5MS 色谱柱(30m × 0.25mm × 0.25 μm);载气:He,流速0.3mL·min⁻¹;不分流模式进样,恒流模式;进样口温度为220℃;程序升温:起始柱温50℃保持5min,以5℃·min⁻¹升至160℃,保持5min,再以10℃·min⁻¹升至250℃,保持2min。

离子源:电子轰击源(EI);电子能量:70eV;离子源温度:230℃;传输线温度为220℃,扫描质量范围:40~400u。

1.3 数据分析

电子鼻测定的数据进行线性判别分析(LDA)。GC-MS数据采用计算机的NIST质谱进行自动检索,挥发性成分的定量分析采用峰面积归一化法。

2 结果与分析

2.1 牡蛎汁的电子鼻分析结果

图1是不同温度处理的牡蛎体液电子鼻LDA分析结果,从中可以看出第一二判别式函数方差贡献率分别为78.35%和15.81%,总贡献率为94.16%,可见LDA分析可用于区分不同温度处理牡蛎体液的风味。随着温度的升高,牡蛎体液的风味呈现一定的聚类现象。40℃、60℃和80℃处理的牡蛎体液风味非常接近,100℃、120℃和150℃处理的牡蛎体液风味相似,说明从80℃到100℃风味发生明显的变化,鉴于150℃处理的牡蛎体液风味与100℃的并没有重合数据,所以选取100℃和150℃处理的牡蛎体液与新鲜的作对比,并利用GC-MS对挥发性风味物质作进一步的鉴定和分析。

2.2 挥发性成分的鉴定

经GC-MS分析鉴定,从新鲜牡蛎体液、100℃处理和150℃处理的牡蛎体液中分别分离鉴定得到42种、29种和23种挥发性化合物,主要由醛类、烃类、醇类、酯类、酮类和呋喃类等化合物组成,GC色谱图如图2,各种化合物相对百分含量比较图见表1和图3。

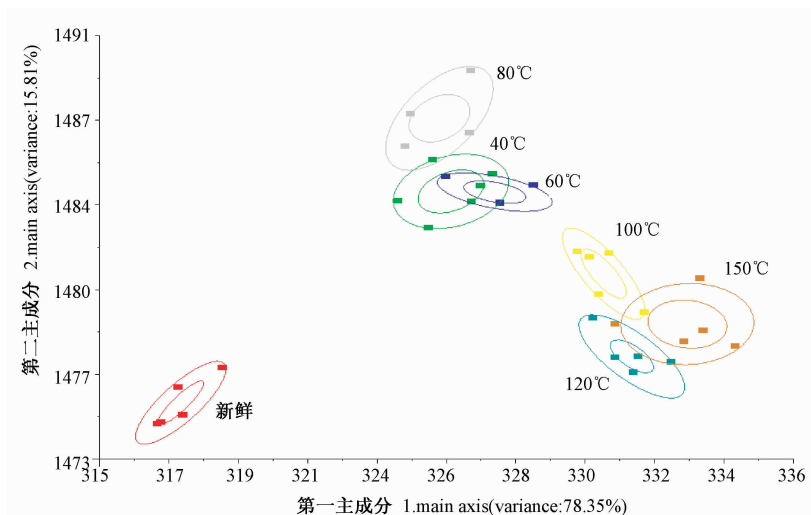


图 1 不同温度下牡蛎体液风味的 LDA 分析

Fig. 1 Linear Discriminant Analysis for the oyster juice at different temperatures

表 1 不同温度处理牡蛎汁的 SPME-GC-MS 分析结果

Table 1 SPME-GC-MS analysis result of heated oyster juices at different temperatures

组分名称 ingredient	相对含量 relative content(%)			组分名称 ingredient	相对含量 relative content(%)		
	新鲜	100℃	150℃		新鲜	100℃	150℃
醛类 aldehydes	27.77	8.12	2.61	烃类 hydrocabons	14.16	16.11	2.84
正庚醛 heptanal	0.86	3.02	—	二氟乙炔 difluoro-ethyne	2.63	—	—
顺-9,17-十八烯醛(Z)-9, 17-octadecadienal	2.41	—	—	1-辛烯-3-炔 1-octen-3-yne	5.21	—	—
D-丁香醛 lilac aldehyde	23.57	—	—	2,4-辛二烯 2,4-octadiene	0.67	—	—
反-4-癸烯醛(E)-4-decenal	0.93	—	—	4,4-二甲基-1-戊烯 4,4-dimethyl-1-pentene	0.56	—	—
2-甲基戊醛 2-methyl-pentanal	—	0.94	—	2,2-二甲基丙基环氧乙烷 2,2-dimethylpropyl-oxirane	1.26	—	—
十三醛 tridecanal	—	2.22	—	反-3,3-二甲基-1,5-庚二烯 (E)-3,3-dimethyl-1,5-heptadiene	0.82	—	—
16-十七烯醛 16-heptadecenal	—	1.94	—	6-亚甲基-二环[3.1.0]己烷 6-methylene-bicyclo[3.1.0]hexane	0.28	—	—
苯乙醛 phenylacetaldehyde	—	—	1.21	3,3-二甲基-1-磷-1-丁炔 3,3-dimethyl-1-phospha-1-butyne	2.17	—	—
2,2-二甲基-3-羟基丙醛 2,2-dimethyl-3-hydroxypropio-nal dehyde	—	—	0.74	2-苯基-3-(4-甲基苯基)-环氧乙烷 2-phenyl-3-(4-methyl phenyl)-oxirane	0.56	—	—
4-甲基己醛 4-methyl-hexanal	—	—	0.66	2,4-己二炔 2,4-hexadiyne	—	0.63	—
酯类 esters	29.74	2.62	55.17	反-2-丁烯基丙烷 (E)-2-butenyl cyclopropane	—	0.84	—
苯甲酰基异硫氰酸酯 benzoyl isothiocyanate	9.16	—	—	5,8-二乙基十二烷 5,8-diethyl dodecane	—	0.65	—
丙酸戊酯 propanoic acid pentyl ester	12.10	—	—	1-己基-1-硝基环己烷 1-hexyl-1-nitro cyclohexane	—	11.44	1.53
环己基草酸丁酯 oxalic acid cyclohexyl butyl ester	0.50	—	—	6-亚甲基螺[4.5]癸烷 6-methylene-spiro[4.5]decane	—	1.45	—
环己基丙酸甲酯 cyclohexane methyl propanoate	0.75	2.08	47.70	顺-2-甲基-4-壬烯 (Z)-2-methyl-4-nonene	—	0.46	—

续表 1

组分名称 ingredient	相对含量 relative content(%)			组分名称 ingredient	相对含量 relative content(%)		
	新鲜	100℃	150℃		新鲜	100℃	150℃
环丁基羧酸-2-二甲乙酯 Cyclohexane methyl acid-2-dimethyl aminoethyl ester	2.45	—	—	反-1,3-顺-5-辛三烯 1,3-trans-5-cis-octatriene	—	0.65	1.31
戊酸-5-羟基-2,4-二叔丁酯 Pentanoic acid-5-hydroxy-2,4-di-t-butylethyl	0.48	—	—	醇类 alcohols	8.28	19.61	10.02
邻苯二甲酸环丁基乙酯 phthalic acid cyclobutyl ester	0.87	—	—	顺-4-十二烯醇 (Z)-4-dodecenol	—	—	2.13
丙酸-2-甲基-1-(1,1-二甲基) -2-甲基-1,3-丙二酯 propanoic acid-2-methyl-1-(1,1-dimethylethyl) -2-methyl-1,3-propanediyl ester	0.32	—	—	1,7-庚二醇 1,7-heptanediol	0.59	—	—
2-三氟甲基苯甲酸-6-乙基-3-辛酯 2-trifluoromethyl benzoic acid -6-ethyl-3-octyl ester	3.10	—	5.75	(顺,反)3,6-壬二烯-1-醇 (E,Z)-3,6-nonadien-1-ol	2.32	—	—
2,6-双(1,1-二甲基)-4-甲基苯酚氨基甲酸甲酯 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl -methylcarbamate phenol	—	0.53	—	2-亚甲基环己基乙醇 2-methylene-cyclohexane ethanol	1.14	—	—
邻苯二甲酸-4-溴苯基乙酯 Phthalic acid-4-bromophenyl ethyl ester	—	—	1.71	1-丁基环丁醇 1-butyl cyclobutanol	2.05	4.44	—
酮类 ketones	6.44	30.40	3.54	10-十二烯醇 10-dodecenol	0.50	—	—
1-环丁基乙酮 1-cyclobutyl-ethanone	1.12	—	—	3-丁烯-2-醇 3-buten-2-ol	0.57	—	—
3,5-辛二烯-2-酮 3,5-octadien-2-one	3.38	—	—	2-甲基-1-丁醇 2-methyl-1-butanol	—	12.57	—
3-壬烯-5-酮 3-nonen-5-one	0.37	—	—	2-癸炔-1-醇 2-decyn-1-ol	—	2.59	—
顺-6,10-二甲基-5,9-十一双烯-2-酮 (Z)-6,10-dimethyl-5,9-undecadien-2-one	0.30	—	—	1-苯基-1-壬醇 1-phenyl-1-nonanol	—	—	0.41
3,5-双(1,1-二甲基)-3,5-环己二烯-1,2-二酮 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-3, 5-cyclohexadiene-1,2-dione	1.27	—	—	2R-乙酰基-1,3,3-三甲基-4T- (3-甲基-2-丁烯基)-1T-环己醇 2R-acetoxymethyl-1,3,3-trimethyl-4t- (3-methyl-2-buten-1-yl)-1t-cyclohexanol	1.11	—	—
1-苯基-1,2-丙二酮 1-phenyl-1,2-propanedione	—	23.29	2.80	顺-2-甲基环己醇 cis-2-methyl cyclohexanol	—	—	6.99
3,6-庚二酮 3,6-heptanedione	—	3.42	—	1,15-十五烷二醇 1,15-pentadecanediol	—	—	0.48
2-甲基环丁酮 2-methyl-cyclobutanone	—	2.17	—	杂环化合物 heterocyclic compounds	8.19	14.33	9.88
2-甲基-2-壬烯-4-酮 2-methyl-2-nonen-4-one	—	1.52	—	2-硝基吡啶 2-nitro-pyridine	0.23	—	—
反-六氢-1,3-苯并二氧杂环戊烯-2-酮 trans hexahydro-1,3-benzodioxol-2-one	—	—	0.74	2-乙基呋喃 2-ethyl-furan	—	3.54	0.44
其他化合物 other compounds	4.71	6.49	14.39	反-2-(2-戊烯基)呋喃 trans-2-(2-pentenyl) furan	—	4.58	1.68
N-乙酰胺 N-ethyl formamide	1.40	—	—	5-叔丁基-2,2-二甲基-3(2H)-呋喃酮 5-tert-butyl-2,2-dimethyl-3(2H)-furanone	—	6.21	—
2,4,4-三甲基-2-戊胺 2,4,4-trimethyl-2-pentanamine	—	0.91	—	4-氨基-4,5-二氢-1,2,4-三唑-5-酮 4-amino-4,5(1H)-dihydro- 1,2,4-triazole-5-one	7.97	—	—
2-氟乙酰胺 2-fluoro acetamide	—	0.52	1.95	3-甲基-2-(2-氧代丙基)呋喃 3-methyl-2-(2-oxopropyl) furan	—	—	0.33
4-乙基苯甲酰胺 4-ethyl benzamide	—	0.73	—	1-(2-呋喃)-1-丙酮 1-(2-furanyl)-1-propanone	—	—	7.43

续表 1

组分名称 Ingredient	相对含量 Relative content (%)			组分名称 Ingredient	相对含量 Relative content (%)		
	新鲜	100℃	150℃		新鲜	100℃	150℃
糠基甲基苯胺 furfuryl methyl amphetamine	—	2.82	0.73	2,4-二叔丁基苯酚 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-phenol	0.45	—	—
2-甲基-5-氨基-2H-四氮唑 2-methyl-5-amino-2H-tetrazole	2.44	—	—	3-乙基苯酚 3-ethyl phenol	—	1.68	0.83
2-甲基恶唑 2-methyl oxazolidine	—	1.52	—				
1,2,3-三甲基-4-丙烯基萘 1,2,3-trimethyl-4-propenyl-naphthalene	0.47	—	—				
9,9-二甲基-9-氮芴 9,9-dimethyl-9-silafluorene	0.40	—	—				
1,3-二氧五环 1,3-dioxolane	—	—	2.07				
甲氧基苯基肟 methyl-phenyl-oxime	—	—	9.64				

注：“—”：表示未检出；相对百分含量 = 相对峰面积 / 总峰面积。

Note: “—”: indicates not detected; relative percentage = relative peak area / total peak area.

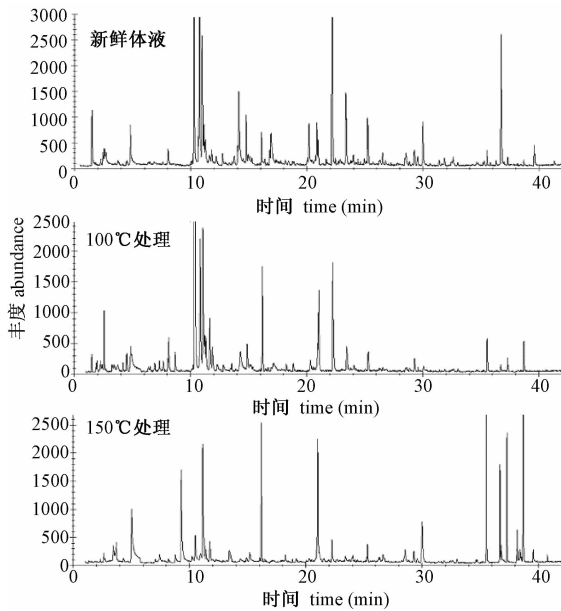


图2 不同温度处理的牡蛎体液 GC 色谱图
abundance 丰度

Fig.2 GC chromatogram of oyster juices at different temperatures

从图3的分析结果表明,新鲜牡蛎体液鉴定出的42种挥发性成分占总峰面积的99.74%,主要有醛类(含量合计27.77%)、酯类(29.74%)、烃类(14.16%)、醇类(8.28%)、酮类(6.44%)以及杂环化合物(8.19%),这些成分构成了新鲜牡蛎体液的主要风味。

100℃处理的牡蛎体液鉴定出的29种挥发性成分占总峰面积的99.35%,主要有酮类(30.40%)、醇类(19.61%)、烃类(16.11%)、杂环化合物(14.33%)、

醛类(8.12%)以及少量的酯类(2.62%)。

150℃处理的牡蛎体液鉴定出的23种挥发性成分占总峰面积的99.27%,主要有酯类(55.17%)、醇类(10.02%)、杂环化合物(9.88%)以及少量的醛类(2.61%)、烃类(2.84%)、酮类(3.54%)。

经加热处理后的牡蛎体液醛类大量减少(由新鲜的27.77%到100℃的8.12%再到150℃的2.61%);100℃时烃类略有增加(14.16%到16.11%),150℃时骤减到2.84%;酮类和醇类在100℃时含量较高,新鲜和150℃含量较少;150℃时产生大量酯类物质(55.17%),随温度升高呋喃类等杂环化合物含量逐渐升高,150℃时胺类和脲类化合物含量较高。

3 讨论

3.1 加工温度对牡蛎体液挥发性组分的影响

3.1.1 新鲜牡蛎体液挥发性成分 新鲜牡蛎体液中鉴定出4种醛类,含量达27.77%,其中D-丁香醛相对含量最多,另外含有少量的顺-9,17-十八烯醛(2.41%)、正庚醛(0.86%)和反-4-癸烯醛(0.93%)。醛类物质的气味阈值一般较低,但醛类在低阈值浓度时有着完全的加和作用,因此,醛类有一种很强的与许多其他物质重叠的风味效应,甚至当它是痕量存在的条件下,也有这种效应^[7],并且多数具有清香、果香和坚果香和脂香^[5],如反-4-癸烯醛强烈的橙子香气及鸡肉香气,正庚醛的果子香气。

酯类化合物在新鲜牡蛎体液中含量较高,9种物质含量达29.74%,主要包括丙酸戊酯(12.10%)、苯甲酰基异硫氰酸酯(9.16%)、2-三氟甲基苯甲酸-6-乙

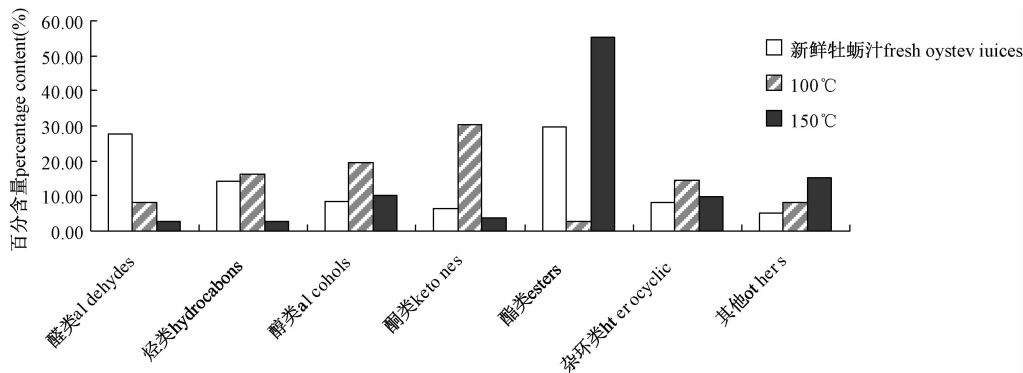


图3 不同温度处理的牡蛎体液挥发性成分的相对含量分类比较

Fig. 3 Classification comparison of the relative content of volatile compents in oyster juices

基-3-辛酯(3.10%)以及环丁基羧酸-2-二甲基乙酯(2.45%)等。酯类被认为是发酵或脂质代谢产物生成的羧酸和醇的酯化作用的产物^[8],赋予食品甜香、奶油香、水果香、花香^[8],如丙酸戊酯的类似苹果香味、苯甲酰基异硫氰酸酯的奶油香等。

新鲜体液中9种烃类物质含量为14.16%,主要为炔烃,包括1-辛烯-3-炔(5.21%)、3,3-二甲基-1-磷-1-丁炔(2.17%)、二氟乙炔(2.63%)和2,2-二甲基丙基环氧乙烷(1.26%)等。大多数烃类化合物通常具有清香和甜香的风味,特别是具有支链的烷烃^[9],是由脂质衍生出来的,这些烃类对海产贝类风味的产生起非常重要的作用。但烃类化合物阈值一般较高,对食品风味贡献较小,除非它以高浓度形式存在。

醇类物质含量为8.28%,大多数是脂质氧化分解的产物或羰基化合物还原而来,通常具有芳香、植物香、酸败和土气味^[10],但它们的阈值很高,而且电子鼻传感器对醇类响应值很小,因此它们对于新鲜牡蛎体液的风味贡献不大。酮类物质仅占6.44%,其中3,5-辛二烯-2-酮在新鲜牡蛎体液中含量最多,具有甜味及新鲜蘑菇风味,是新鲜鱼类的重要风味物质^[5]。

3.1.2 牡蛎体液加热100°C的挥发性成分 经100°C加热处理的牡蛎体液产生浓郁的香气,酮类化合物含量增至30.40%,成为主要风味物质,其中1-苯基-1,2-丙二酮含量最高(23.29%),其次为3,6-庚二酮(3.42%)、2-甲基环丁酮(2.17%)等。由于贝类游离氨基酸含量相比鱼类较高,酮类可能由多不饱和脂肪酸的热氧化或降解、氨基酸降解或微生物氧化产生,贡献甜的花香和果香风味^[11]。醇类和烃类物质有所增加,但其气味阈值较高,对100°C牡蛎体液风味贡献不大。

呋喃类化合物含量增加显著,其中含量较多的反-2-(2-戊烯基)呋喃(4.58%)、2-乙基呋喃(3.54%)、5-

叔丁基-2,2-二甲基-3(2H)-呋喃酮(6.21%)等大都具有很强的肉香味、焦香味和甜味以及极低的香气阈值,产生诱人的芳香味。氨基酸与还原糖之间发生的美拉德反应是形成肉品风味最重要的途径之一,该反应复杂,产生了很多重要的风味化合物,包括呋喃、吡嗪、吡咯等杂环化合物^[12]。胺类等其他化合物与新鲜的相比从4.71%增加到6.49%,主要是糠基甲基苯丙胺(2.82%)、2-甲基恶唑(1.52%)以及2,4,4-三甲基-2-戊胺(0.91%)等。

醛类化合物与新鲜体液相比骤减至8.12%,其中正庚醛(3.02%)和十三醛(2.22%)含量较多,据文献报道,正庚醛、己醛、2,4-癸二烯醛被确认为是导致鲤鱼具有鱼腥味的的主要化合物,而且正庚醛具有强烈不愉快的脂肪气味和鱼腥味^[13]。

100°C处理的牡蛎体液产生浓郁的花香和果香味,主要挥发性物质是酮类;呋喃类物质含量大增,产生强烈的肉香味和焦香风味。

3.1.3 牡蛎体液加热150°C的挥发性成分 150°C处理的牡蛎体液产生浓郁的焦香和水果甜香(酯类(55.17%),其中环己基丙酸甲酯(47.7%),产生浓郁的水果甜香。醛类(2.61%)、烃类(2.84%)和酮类(3.54%)物质含量较少;呋喃类略有减少(9.88%);150°C处理的牡蛎体液并没有检测到含硫化合物和三甲胺等不愉快气味物质的产生。

3.2 牡蛎体液与牡蛎肉挥发性成分的比较分析

新鲜牡蛎肉的主要呈味物质是醛类^[5],100°C处理的牡蛎肉主要为醛类和呋喃类,而100°C的牡蛎体液为酮类和部分呋喃类,主要由于牡蛎肉中糖原、蛋白质和脂肪含量高于体液,糖的分解和美拉德反应产生大量的呋喃、吡嗪、吡咯等呈味物质,而牡蛎体液中90%都是水分,含有少量的蛋白质、糖原和脂肪等,高温时发生的美拉德反应较少,主要是醛类、烯烃、酯类

等内部发生一些氢化酰化等复杂的有机反应,所以100℃处理的牡蛎体液的肉香和焦香味淡于牡蛎肉;150℃处理的牡蛎肉呈现较浓的烘烤气味和不愉快的氨味腥味等,而150℃处理的牡蛎体液并未检出不愉快的氨味和腥味,只是产生了一些浓郁的焦香味并伴有水果甜香。因此,如果在加工焙烤牡蛎及烟熏牡蛎时,加入一定比例的牡蛎体液,可以弥补焙烤牡蛎风味的不足,掩盖一些不愉快的气味,会使牡蛎产品风味更加诱人。

4 结论

通过顶空固相微萃取气质联用法对不同温度下牡蛎体液的挥发性物质分析可知:醛类和酯类是新鲜牡蛎体液的主要挥发性成分,以清新果香为主,略带奶香;100℃处理之后为呋喃类和酮类,产生浓郁的花果香和强烈的肉香、焦香味,风味更加丰富诱人;150℃处理后以酯类为主,焦香味更加浓郁,夹带水果甜香,风味不够柔和。从风味方面考虑,牡蛎体液可以很好弥补焙烤牡蛎产品风味方面的不足,对其加工具有一定指导意义。电子鼻可以灵敏地检测到牡蛎体液风味的变化,具有快速、灵敏等特性,因此在食品气味鉴别领域具有很好的前景。

参考文献:

[1] 董晓伟,姜国良,李立德. 牡蛎综合利用的研究进展[J]. 海洋

科学. 2004, 28(4): 62

- [2] 陈惠源,蔡俊鹏. 牡蛎的营养药用价值及其开发利用[J]. 中药材. 2005, 28(3): 172-174
- [3] 吴成业,刘智禹. 太平洋牡蛎、僧帽牡蛎和近江牡蛎中游离氨基酸和牛磺酸的分析[J]. 中国畜产与食品, 1998, 5(6): 258-259
- [4] 刘辉,张伟,史相国,徐国卉. 固相微萃取(SPME)技术分析牡蛎肌肉中风味物质[J]. 食品科技, 2006, 11: 209-211
- [5] 顾聆琳,杨瑞金,陈骞. SPME和气质联用测定牡蛎中的风味物质[J]. 中国调味品, 2004, 10: 43-46
- [6] 曾丹丹,陈宏,黄国方. 固相微萃取技术在挥发性有机物分析中的应用研究进展[J]. 广东化工, 2009, 36(8): 315-316
- [7] 俞海峰,何芳,周浙良. 水产品的风味研究进展[J]. 现代渔业信息, 2009, 24(3): 14-16
- [8] 孙宝国. 食用调香术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003
- [9] Kolanowski W, Jaworka D, Weibrod J. Importance of instrumental and sensory analysis in the assessment of oxidative deterioration of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acid-rich foods[J]. J Sci Food Agric, 2007, 87(2): 181-191
- [10] Cadwallader K R, Tan Q, Chen F, Meyers S P. Evaluation of the aroma of cooked spiny lobster tail meat by aroma extract dilution analysis [J]. Agric Food Chem, 1995, 43, 2432-2437
- [11] Cha Y J. Volatili compounds in oyster hydrolysate produced by commercial protease [J]. Korean Soc Food Nutr 1995, 24, 420-426
- [12] 夏延斌. 食品风味化学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008, 150-187
- [13] 游丽君,赵谋明. 鱼肉制品腥味物质形成及脱除的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(2): 118-120