

# 固相微萃取 - 气相色谱 - 质谱法测定北京油鸡中挥发性成分

宋永青, 王守伟\*, 李莹莹, 李家鹏, 吴晓丽  
(中国肉类食品综合研究中心, 北京 100068)

**摘要:** 采用顶空固相微萃取 - 气相色谱 - 质谱法对北京油鸡中的挥发性风味物质进行测定。结果共检测出 105 种风味化合物, 其中包括醛类 8 个(21.11%)、酮类 2 个(0.52%)、醇类 8 个(2.66%)、烃类 71 个(66.29%)、酯类 9 个(7.55%)、酸类 3 个(1.39%)、其他杂环类 4 个(0.48%)。醛和含硫杂环化合物是北京油鸡的主要香味成分。  
**关键词:** 北京油鸡; 挥发性成分; 固相微萃取; 气相色谱 - 质谱法

## Volatile Component Analysis of Beijing Chicken by Solid Phase Microextraction-Gas Chromatography-Mass Spectrometry

SONG Yong-qing, WANG Shou-wei\*, LI Ying-ying, LI Jia-peng, WU Xiao-li  
(China Meat Food Research Center, Beijing 100068, China)

**Abstract:** In this study, volatile components in Beijing chicken were determined by solid phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). Totally 105 components were identified as aldehydes (21.11%), ketones (0.52%), alcohols (2.66%), hydrocarbons (66.29%), esters (7.55%), acids (1.39%), and other components (0.48%). Among these compounds, aldehydes containing sulfur and heterocyclic compounds were the major components for the flavor of Beijing chicken.

**Key words:** Beijing chicken; odors; solid phase microextraction; gas chromatography-mass spectrometry

中图分类号: O657.63

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)10-0241-05

固相微萃取(solid phase microextraction, SPME)是 20 世纪 90 年代兴起的一项新颖的样品前处理与富集技术, 集采样、萃取、浓缩、进样为一体, 具有简便、快速、无溶剂、选择性好、高灵敏度等优点, 广泛用于食品挥发性风味成分的检测。

鸡肉的特征风味来自于水溶性滋味化合物和挥发性喷香气化物的连系浸染, 这些化合物由生肉中成分之间的纺膜钩发生, 这些膜质的浓度和它们之间纺膜钩的速度受良多参数影响, 同时也受饲养出产或加工体例的影响。一些饲料对风味有降低浸染, 如含有高不饱和脂肪酸的鱼油的饲料会引起鸡肉鱼腥腐坏味。饲料对肠道菌群的改善也可以影响到鸡肉风味, 最新的研究表明与正常喂养的鸡对比, 天天用全麦和新鲜绿色蔬菜喂养的鸡的肠道中夜杆菌和粪链球

菌以及其他菌类的菌数较高, 因此获得的鸡肉风味较之正常喂养的鸡更丰硕、肉味更浓、更具烧烤味。此外, VE 具有抗氧化性, 也能阻止由脂肪氧化引起的不良风味。

北京油鸡是北京特有的一个禽类品种, 已经有 300 多年的历史, 因肉质鲜美, 风味独特而身受北京消费者的喜爱, 但对其风味成分的研究, 还未见文献报道, 因此本实验采用顶空固相微萃取和气相色谱 - 质谱法对北京油鸡中的挥发性成分进行测定。通过对北京油鸡的挥发性成分及其形成机理的研究, 可以有利于辅佐养殖户出产出高质量的北京油鸡, 增强出产者在饲养优质肉鸡过程中应用这些常识来改善鸡肉最终风味的能力, 为北京油鸡科学的饲养, 提高鸡肉的鲜美度、特征香味度提供参考依据。

收稿日期: 2011-11-29

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(31140043)

作者简介: 宋永青(1963—), 男, 高级工程师, 本科, 主要从事肉类食品气质、液质联用检测研究。E-mail: yongqingsong@sina.com

\* 通信作者: 王守伟(1961—), 男, 教授级高级工程师, 硕士, 主要从事肉类食品科学研究。E-mail: cmrcsys@126.com

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

北京油鸡 市售。

### 1.2 仪器与设备

2010 气相色谱-质谱联用仪 日本岛津公司；手动 SAMP 进样器；50/30  $\mu\text{m}$  DVB/CAR/PDMS 萃取头 美国 Supelco 公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 气相色谱条件

DB-1701(30m  $\times$  0.32mm, 0.25  $\mu\text{m}$ )石英毛细管柱；氮气：纯度  $\geq 99.999\%$ ；流速：1.5mL/min；进样口温度：250 $^{\circ}\text{C}$ ；进样方式：无分流(保持 1min)进样；柱温程序：初始 40 $^{\circ}\text{C}$ ，保持 1min，再以 15 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  速度升至 270 $^{\circ}\text{C}$ ，保持 1min。

#### 1.3.2 质谱条件

EI 源：70eV；离子源温度：230 $^{\circ}\text{C}$ ；接口温度：250 $^{\circ}\text{C}$ ；溶剂延迟：1.5min；检测器电压：1.20kV；扫描质量范围：30~400m/z。

#### 1.3.3 样品分析

将北京油鸡去骨切碎，取 10g 放入 20mL 样品瓶中，密封，60 $^{\circ}\text{C}$  恒温 1h。将经过老化的 50/30  $\mu\text{m}$  DVB/CAR/PDMS 萃取头插入到样品瓶中，小心推出纤维头，注意不要使萃取头碰到肉样，在 60 $^{\circ}\text{C}$  吸附 30min。随后抽回纤维头，从样品瓶上拔出萃取头。将萃取头插入气相色谱-质谱仪，推出纤维头，250 $^{\circ}\text{C}$  解吸 10min，抽回纤维头后拔出萃取头，在推出纤维头的同时启动仪器采集数据。

### 1.4 数据处理

采用 NIST 27 和 NIST 147 谱图库进行北京油鸡挥发性风味成分的检索，兼顾挥发性风味出峰的保留时间进行鉴定；采用面积归一化法，求得北京油鸡各挥发性成分的相对含量。

## 2 结果与分析

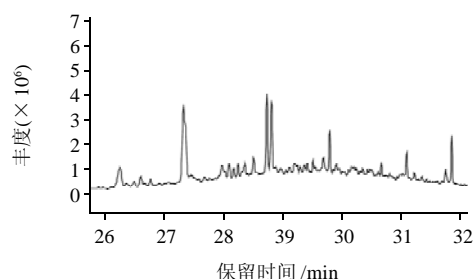
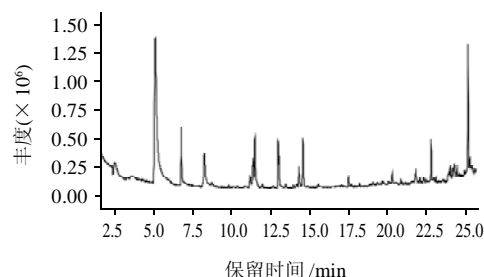


图1 北京油鸡 60 $^{\circ}\text{C}$  恒温提取的挥发性组分总离子流图  
Fig.1 Total ion current chromatograms of volatile components of Beijing chicken at 60  $^{\circ}\text{C}$

采用固相微萃取和气相色谱-质谱法得到的北京油鸡 60 $^{\circ}\text{C}$  恒温提取的挥发性风味成分总离子流图见图 1，挥发性组分及其相对含量见表 1。

从表 1 可知，北京油鸡共检出 105 种风味化合物，其中醛类 8 个(21.11%)、酮类 2 个(0.52%)、醇类 8 个(2.66%)、烃类 71 个(66.29%)、酯类 9 个(7.55%)、酸类 3 个(1.39%)、其他杂环类 4 个(0.48%)。

鸡肉中含有一定量的不饱和脂肪酸亚油酸，在加热过程中其含量趋于减少，主要是不饱和脂肪酸在加热的过程中发生氧化作用生成挥发性风味物质醛、酮类等化合物，其中亚油酸经降解后主要形成己醛、己醇、反-2-庚烯醛、反-2-辛烯酮、反-2-壬烯醛、1-烯-4-壬酮、2,4-癸二烯醛等<sup>[1-5]</sup>。实验共检测出 8 种醛类风味物质，以己醛、庚醛、辛醛和壬醛含量较大，推断这 4 种醛来源于北京油鸡中脂肪的氧化，己醛、庚醛、辛醛和壬醛的阈值很低，具有很强的脂肪香味。

由表 1 还可以了解到，北京油鸡风味化合物以碳氢化合物检出最多，共有烃类 71 种，这些碳氢化合物主要来源于脂肪酸烷基氧基的均裂<sup>[4]</sup>。另一方面，烃、酯、醇、酸类含量占到风味物质总量的 77.89%，但其香味阈值很高，对北京油鸡香气贡献不是很大，然而在这之中，有一些化合物是形成杂环化合物的重要中间体，因此对形成北京油鸡独特的肉香具有不可忽视的基底作用，提高了肉鸡整体香味效果。

在肉鸡加工过程中，通过氨基酸和还原糖之间的美拉德反应、氨基酸的热解及硫胺素的热解，从而生成含硫含氮杂环化合物，这些风味化合物阈值较低，是肉品中最总要的风味呈味物<sup>[5-11]</sup>。从其他类化合物不难看出，北京油鸡 3 种含硫含氮杂环化合物是通过美拉德反应和氨基酸的热解及硫胺素的热解等形成的，虽然这些含硫含氮杂环化合物的含量极低，但由于它们的阈值极低，同样对于北京油鸡的特种风味起到非常重要的作用。

挥发性鸡肉风味主要是由 3 类物质产生，脂类物质、含氮化合物、含硫化合物<sup>[3,12-16]</sup>。在加热鸡肉时形

表1 北京油鸡挥发性组分  
Table 1 Volatile components of Beijing chicken

保留时间/min	化合物	分子式	相对分子质量	相对含量/%
2.475	戊醛(pentanal)	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	86	0.76
5.075	己醛(hexanal)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	100	15.12
8.225	庚醛(heptanal)	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O	114	1.77
11.450	辛醛(octanal)	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	128	1.52
13.908	反-2-辛烯醛(2-octenal, (E)-)	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	126	0.06
14.533	壬醛(nonanal)	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O	142	1.72
15.525	<i>O,O'</i> -双(三甲基硅烷)苯甲醛(benzaldehyde, 2,4-bis(trimethylsiloxy)-)	C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> O <sub>3</sub> Si <sub>2</sub>	282	0.10
19.683	2-十三(碳)烯醛(2-tridecenal, (E)-)	C <sub>13</sub> H <sub>24</sub> O	196	0.06
11.158	3-(羟基苯甲基)-3,4-二甲苯-1-苯基-2-戊酮 (3-(hydroxyphenylmethyl)-3,4-dimethyl-1-phenylpentan-2-one)	C <sub>20</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	296	0.42
18.142	7-氯-1,3-二氢-5-苯基-1-(三甲基硅乙炔基)- 二氢-1,4-苯并二氮杂-2-酮(2 <i>H</i> -1,4-benzodiazepin-2-one, 7-chloro-1,3-dihydro-5-phenyl-1-(trimethylsilyl)-)	C <sub>18</sub> H <sub>19</sub> ClN <sub>2</sub> OSi	342	0.10
11.342	1-辛烯-3-醇(1-octen-3-ol)	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	128	1.07
12.942	2-乙基己醇(1-hexanol, 2-ethyl-)	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	130	0.41
14.275	正辛醇(1-octanol)	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	130	0.58
21.217	3-氨基-3,3,5-三甲基环己醇(cyclohexanol, 3-(aminomethyl)-3,5,5-trimethyl-)	C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> NO	171	0.04
24.583	2-己基-1-癸醇(1-decanol, 2-hexyl-)	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> O	242	0.05
25.975	5-甲基-2-(1-甲基乙基)正己醇(1-hexanol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-)	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> O	158	0.10
26.917	3,7,11,15-四甲基十六醇(1-hexadecanol, 3,7,11,15-tetramethyl-)	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> O	298	0.28
27.767	2-己基-1-癸醇(-decanol, 2-hexyl-)	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> O	242	0.13
6.742	三甲基氟硅烷(trimethylsilyl fluoride)	C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> FSi	92	1.86
8.675	八甲基环四硅氧烷(cyclotetrasiloxane, octamethyl-)	C <sub>8</sub> H <sub>24</sub> O <sub>4</sub> Si <sub>4</sub>	296	0.19
10.325	<i>D</i> -柠檬烯( <i>D</i> -limonene)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.12
12.642	3-乙基-2-甲基-1,3-己二烯(1,3-hexadiene, 3-ethyl-2-methyl-)	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub>	124	0.19
13.408	十甲基环戊硅氧烷(cyclopentasiloxane, decamethyl-)	C <sub>10</sub> H <sub>30</sub> O <sub>5</sub> Si <sub>5</sub>	370	0.15
14.842	3,4,5,6-四甲基辛烷 octane, 3,4,5,6-tetramethyl-	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	170	0.02
17.458	六甲基环丙硅烷(cyclotrisiloxane, hexamethyl-)	C <sub>6</sub> H <sub>18</sub> O <sub>3</sub> Si <sub>3</sub>	222	0.43
19.608	2,6,10,15-四甲基十七烷(heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl-)	C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	296	0.06
20.250	十四烷(tetradecane)	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	198	0.34
21.092	10 <i>s</i> ,11 <i>s</i> -himachala-3(12),4-二烯(10 <i>s</i> ,11 <i>s</i> -himachala-3(12),4-diene)	C <sub>13</sub> H <sub>24</sub>	204	0.04
21.758	1-碘十三烷(tridecane, 1-iodo-)	C <sub>13</sub> H <sub>27</sub> I	310	0.40
22.017	10-甲基-十九烷(10-methylnonadecane)	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	282	0.18
22.250	1-二甲基(3-氯丙基)硅氧基十八烷(1-dimethyl(3-chloropropyl)silyloxyoctadecane)	C <sub>23</sub> H <sub>49</sub> ClOSi	404	0.14
22.442	1,1,1,5,5,5-六甲基-3,3-双(三甲基硅氧基)三硅氧烷 (trisiloxane, 1,1,1,5,5,5-hexamethyl-3,3-bis[(trimethylsilyl)oxy]-)	C <sub>12</sub> H <sub>36</sub> O <sub>4</sub> Si <sub>5</sub>	384	0.05
22.742	十五烷(pentadecane)	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	212	1.28
23.058	1-十九碳烯(1-nonadecene)	C <sub>19</sub> H <sub>38</sub>	266	0.07
23.892	2,2-二甲基-4-[[[(2-甲基叔丁基)氧基]甲基]-1,3-二氧戊环 (1,3-dioxolane, 2,2-dimethyl-4- [[[(2-methylhexadecyl)oxy]methyl]-)	C <sub>23</sub> H <sub>46</sub> O <sub>3</sub>	370	0.23
23.975	2,6,10-三甲基十四烷(tetradecane, 2,6,10-trimethyl-)	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	240	0.41
24.117	4-甲基十五烷(pentadecane, 4-methyl-)	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	226	0.20
24.233	2-甲基十二烷(dodecane, 2-methyl-)	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	184	0.62
24.417	3-甲基十五烷(pentadecane, 3-methyl-)	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	226	0.43
24.867	2,5-二甲基十三烷(tridecane, 2,5-dimethyl-)	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	212	0.16
25.108	十七烷(heptadecane)	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	240	3.92
25.225	十九烷(nonadecane)	C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	268	0.25
25.375	1-十六烷磺酰氯(1-hexadecanesulfonyl chloride)	C <sub>16</sub> H <sub>33</sub> ClO <sub>2</sub> S	324	0.18
25.525	1-甲基-4-乙基-环己烷(cyclohexane, 1-methyl-4-pentyl-)	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168	0.12
25.633	1-十六烷基-十九烯(17-pentatriacontene)	C <sub>35</sub> H <sub>70</sub>	490	0.07
25.917	9-甲基十九烷(nonadecane, 9-methyl-)	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	282	0.08
26.267	2,6,10-三甲基十五烷(pentadecane, 2,6,10-trimethyl-)	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	254	4.41
26.375	2,4-二甲基二十二烷(docosane, 2,4-dimethyl-)	C <sub>24</sub> H <sub>50</sub>	338	0.18
26.500	4-甲基十六烷(hexadecane, 4-methyl-)	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	240	0.67
26.617	9-环己基二十碳烷(eicosane, 9-cyclohexyl-)	C <sub>26</sub> H <sub>52</sub>	364	0.97
26.692	2,6,10,15-四甲基十七烷(heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl-)	C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	296	0.14

续表 1

保留时间/min	化合物	分子式	相对分子质量	相对含量/%
26.775	8-庚基十五烷(pentadecane, 8-heptyl-)	C <sub>23</sub> H <sub>46</sub>	310	0.67
27.333	2,6,10,14-四甲基十五烷(pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-)	C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	268	14.79
27.467	1-甲基-1-戊基环己烷(cyclohexane, 1-ethyl-1-methyl-)	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126	0.31
27.592	1-(1,5-二甲基乙基)-4-甲基-环己烷(cyclohexane, 1-(1,5-dimethylhexyl)-4-methyl-)	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub>	210	0.11
27.683	甲基-3-乙基-环己烷(cyclohexane, 1-methyl-3-pentyl-1-)	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168	0.52
27.983	8-甲基十七烷(heptadecane, 8-methyl-)	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	254	1.63
28.100	二十碳烷(eicosane)	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	282	1.39
28.183	4-甲基十七烷(heptadecane, 4-methyl-)	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	254	0.90
28.250	二十八烷(octacosane)	C <sub>28</sub> H <sub>58</sub>	394	0.77
28.367	3-甲基十七烷(heptadecane, 3-methyl-)	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	254	1.62
28.408	1,1'-二环辛烷(1,1'-bicyclooctyl)	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub>	222	0.10
28.567	二十一烷(heneicosane)	C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	296	0.07
28.617	1,1'-[3-(2-双环戊烷基乙基)-1,5-戊二基]双环戊烷 cyclopentane,1,1'-[3-(2-cyclopentylethyl)-1,5-pentanediy]bis-	C <sub>22</sub> H <sub>40</sub>	304	0.04
28.658	1-碘癸烷(decane, 1-iodo-)	C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> I	268	0.02
28.733	十七烷(heptadecane)	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	240	6.78
28.808	2,6,10,14-四甲基十六烷(hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-)	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	282	6.52
28.883	1,2-二甲基-3-乙基-4-丙基环己烷 cyclohexane, 1,2-dimethyl-3-pentyl-4-propyl-	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub>	224	0.17
28.958	氯代二十二烷(behenyl chloride)	C <sub>22</sub> H <sub>45</sub> Cl	344	0.79
29.058	1-甲基-2-乙基环己烷(cyclohexane, 1-methyl-2-pentyl-)	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168	0.23
29.117	四十四烷(tetratetracontane)	C <sub>44</sub> H <sub>90</sub>	618	0.67
29.200	9-甲基十九烷(nonadecane, 9-methyl-)	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	282	0.70
29.292	8-甲基十五烷(pentadecane, 8-heptyl-)	C <sub>23</sub> H <sub>46</sub>	310	0.23
29.367	2,3-二甲基十七烷(heptadecane, 2,3-dimethyl-)	C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	268	0.51
29.417	2-甲基十八烷(octadecane, 2-methyl-)	C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	268	0.45
29.508	11-环戊基二十一烷(heneicosane, 11-cyclopentyl-)	C <sub>26</sub> H <sub>52</sub>	364	0.62
29.550	正十二烷基环己烷(dodecylcyclohexane)	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub>	252	0.14
29.683	4,6-二甲基十二烷(dodecane, 4,6-dimethyl-)	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	198	1.18
29.792	8-己基十五烷(pentadecane, 8-hexyl-)	C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	296	3.09
29.900	1,1'-氧基癸烷(decane, 1,1'-oxybis-)	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> O	298	0.56
30.300	3,8-二甲基十一烷(undecane, 3,8-dimethyl-)	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	184	0.16
30.342	9-辛基十七烷(heptadecane, 9-octyl-)	C <sub>25</sub> H <sub>52</sub>	352	0.35
30.425	1-碘十八烷(octadecane, 1-iodo-)	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> I	380	0.29
30.600	二十四烷(tetracosane)	C <sub>24</sub> H <sub>50</sub>	338	0.26
30.792	5-环己基十二烷(dodecane, 5-cyclohexyl-)	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub>	252	0.26
31.208	三十六烷(hexatriacontane)	C <sub>36</sub> H <sub>74</sub>	506	0.56
31.417	2-甲基-6-丙基-十二烷(dodecane, 2-methyl-6-propyl-)	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	226	0.20
31.600	2,6,10,14-四甲基十五烷(pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-)	C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	268	0.03
31.717	10-甲基-十九烷(10-methylnonadecane)	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	282	0.04
11.925	苯甲酸,2-甲酰-4,6-二甲氧基-8,8-二甲基-2-辛酯 (benzoic acid, -formyl-4,6-dimethoxy-, 8,8-dimethoxyoct-2-yl ester)	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>7</sub>	382	0.06
27.083	五氟丙酸十七烷基酯(pentafluoropropionic acid, heptadecyl ester)	C <sub>20</sub> H <sub>35</sub> F <sub>5</sub> O <sub>2</sub>	402	0.11
27.900	2-噻吩乙酸-3-十四烷基酯(2-thiopheneacetic acid, 3-tetradecyl ester)	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> S	338	0.02
28.508	邻苯二甲酸二乙酯(diethyl phthalate)	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	222	1.65
30.108	2-噻吩乙酸-3-四癸基酯(2-thiopheneacetic acid, 3-tetradecyl ester)	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> S	338	0.21
31.083	1,2-苯二甲酸二(2-甲基丙基)酯(1,2-benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester)	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	278	1.69
31.342	2,4-二(三甲硅氧基)-三甲基硅苯甲酸酯 (benzoic acid, 2,4-bis[(trimethylsilyl)oxy]-, trimethylsilyl ester)	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>6</sub> Si <sub>3</sub>	370	0.49
31.467	1,2-苯二甲酸-丁基-8-甲基壬基酯 (1,2-benzenedicarboxylic acid, butyl 8-methylnonyl ester)	C <sub>22</sub> H <sub>34</sub> O <sub>4</sub>	362	0.06
31.842	邻苯二甲酸二丁酯(1,2-benzenedicarboxylic acid, bis(4-ethyl) phthalate)	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	278	3.26
14.142	己酸(exanoic acid)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	116	0.11
19.292	十一酸(undecanoic acid)	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	186	0.08
31.733	十六酸(hexadecanoic acid)	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	256	1.20
9.767	2-戊基呋喃(uran, 2-pentyl-)	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	138	0.11
13.000	甲氧基苯基胍(xime-, methoxy-phenyl-)	C <sub>8</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>2</sub>	151	0.21
19.025	苯并噻唑(benzothiazole)	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NS	135	0.10
20.025	3-庚烯-2-酮邻-甲基胍(3-hepten-2-one, o-methyloxime)	C <sub>8</sub> H <sub>15</sub> NO	141	0.06

成的肉香成分中,其特征化合物主要是硫化氢和羰化物,如果除掉了其香气成分中的硫化氢,会失去肉类的特有香味,若除去其中的羰化物,则鸡的独特香气消失,变成类似牛肉的气味<sup>[5]</sup>。鸡肉香气中含有的羰化物很多,但在鸡肉香气特征化合物中,最主要的是2,4-癸二烯醛,它的含量虽少,但其高度活性对鸡汤风味起着相当重要的作用。

### 3 结 论

采用固相微萃取和气相色谱-质谱法对北京油鸡中挥发性物质进行测定,共检出105种化合物,并根据香味组成和含量对其风味产生机理做了基础研究,初步确定其中的醛、含硫含氮杂环化合物含有北京油鸡的主要香味成分。

### 参考文献:

- [1] 丁耐克. 食品风味化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996: 150-156.
- [2] 成坚, 刘晓艳. 加热过程对鸡肉风味前体物质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(1): 146-148.
- [3] 姜琳琳. 不同品种鸡的肌肉化学成分及其与风味关系的比较研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [4] 曹特, 蒋小松, 徐亚欧. 影响鸡肉风味的主要因素[J]. 西南民族大学学报: 自然科学版, 2005(增刊 1): 24-27.
- [5] 李耀. 浅谈鸡肉风味物质的呈味机理[J]. 食品工业科技, 2011(3): 446-449.
- [6] 宋焕禄, 赵环环. 几种鸡肌肉中肌苷酸(IMP)的测定[J]. 食品科学, 2002, 23(2): 103-105.
- [7] 宋焕禄, 张建, 竹学军, 等. 固始鸡中几种鲜、香物质的测定[J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(9): 55-58.
- [8] 陈继兰, 文杰, 赵桂苹, 等. 鸡肉肌苷酸和肌内脂肪等肉品风味性状遗传参数的估计[J]. 遗传, 2005, 27(6): 898-920.
- [9] 王德前, 陈国宏. 影响鸡肉品质的主要因素[J]. 中国家禽, 2002, 24(8): 32-33.
- [10] 夏海迪. 肉制品与水产品的风味[M]. 李洁, 朱国斌, 译. 2版. 北京: 中国轻工业出版社, 2001: 36.
- [11] 王颀, 张水华. 肉类风味的研究[J]. 中国调味品, 2001(8): 31-35.
- [12] 段宏川, 李忠萍. 影响鸡肉品质的因素及其改善措施[J]. 饲料博览, 2006(1): 23-24.
- [13] 田刚, 余冰. 鸡肉肉质风味研究现状及其影响因素[J]. 四川畜牧兽医, 2001(2): 19-21.
- [14] 王志祥, 刘照廉, 孔平涛. 鸡肉品质与营养调控[J]. 中国饲料, 2002(7): 36-38.
- [15] 郭锋, 李同树. 饲料营养与鸡肉品质[J]. 畜禽业, 2003(2): 32-34.
- [16] 王权, 周申益, 张家玲, 等. 中草药添加剂改善肉鸡风味研究[J]. 云南畜牧兽医, 1996(1): 8-10.