

# 不同蛋黄组分对蛋黄风味的影响

冯月超<sup>1,2</sup>, 刘美玉<sup>1,3</sup>, 任发政<sup>1,\*</sup>, 石波<sup>4</sup>

(1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083;

2. 北京市理化分析测试中心, 北京 100089; 3. 河北工程学院食品科学系, 河北 邯郸 056006;

4. 中国农业科学院饲料研究所, 北京 100081)

**摘要:**采用有机溶剂萃取法将新鲜蛋黄分成非脂成分、非极性脂成分和极性脂成分三个部分, 感官分析结合 GC-MS 鉴定, 研究了不同部分对蛋黄风味的贡献。结果表明蛋黄的特征香味是由蛋黄中的极性脂成分与非脂成分共同作用产生的; 非极性脂成分对蛋黄的风味贡献不大; 美拉德反应与脂肪氧化反应的共同作用是产生蛋黄特征风味的主要途径。

**关键词:** 蛋黄; 挥发性风味物质; GC-MS; 感官分析

## Effect of Different Components of Egg Yolk on Flavor of Egg Yolk

FENG Yue-chao<sup>1,2</sup>, LIU Mei-yu<sup>1,3</sup>, REN Fa-zheng<sup>1,\*</sup>, SHI Bo<sup>4</sup>

(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Beijing Centre for Physical and Chemical Analysis, Beijing 100089, China

3. Department of Food Science, Hebei University of Engineering, Handan 056006, China;

4. Feed Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** The fresh egg yolk was separated into three components by organic solvent: nonfat components, polar lipids and unpolar lipids. Sensory evaluation and GC-MS were used to study the flavor compounds of the heated three components and the assembled samples. The result showed that the characteristic flavor of egg yolk was produced by the polar lipids and nonfat components. Unpolar lipids in egg yolk has little contribution to the characteristic flavor. The interactional result between the Maillard reaction and the lipids oxidation was the main way that produced the characteristic flavor of egg yolk.

**Key words:** egg yolk; volatile flavor compounds; GC-MS; sensory evaluation

中图分类号: TS253.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)12-0058-05

鸡蛋黄由于有极佳的营养成分和良好的可塑性, 被广泛应用于各类食品中, 但是蛋黄的风味较清淡, 在食品中经常被其他的风味剂所取代, 蛋黄的特有风味常被人们忽视。到目前为止, 只有为数不多的几个学者对鸡蛋的风味进行了研究<sup>[1~6]</sup>, 随着风味化学研究的不断深入, 有必要探索蛋品风味产生的途径, 满足人们对食品风味多样化的要求。

新鲜蛋黄中脂肪含量大约有 32%~35%, 蛋白质含 16%。蛋黄脂肪中甘油三酯大约占 66%, 磷脂占 28%。在蛋黄磷脂中大约有 73.0% 为卵磷脂<sup>[7]</sup>。由于这几个部分化学性质不同, 可以采用有机溶剂萃取的方法分离开, 本文分别研究了各个成分对蛋黄风味的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

鸡蛋由北京德青源农业科技股份有限公司提供, 蛋重在  $65 \pm 2$  g, 产蛋后置于 4℃ 的冰箱中保存, 7d 内测定。

### 1.2 试剂

氯仿、甲醇、无水乙醇、丙酮、无水硫酸钠、氯化钠、石油醚(沸程 30~90℃)、Folch1 试剂<sup>[8]</sup>(氯仿: 甲醇 = 2:1) 均为分析纯。

### 1.3 样品的前处理

将生鸡蛋破壳后, 小心分离出蛋黄, 不要破坏卵黄膜, 把卵黄轻轻放在一张吸水纸上滚动, 除去表面

收稿日期: 2006-07-20

\* 通讯作者

基金项目: 北京市自然科学基金资助项目(6042012)

作者简介: 冯月超(1978-), 女, 硕士研究生, 研究方向为畜产品加工和贮藏。

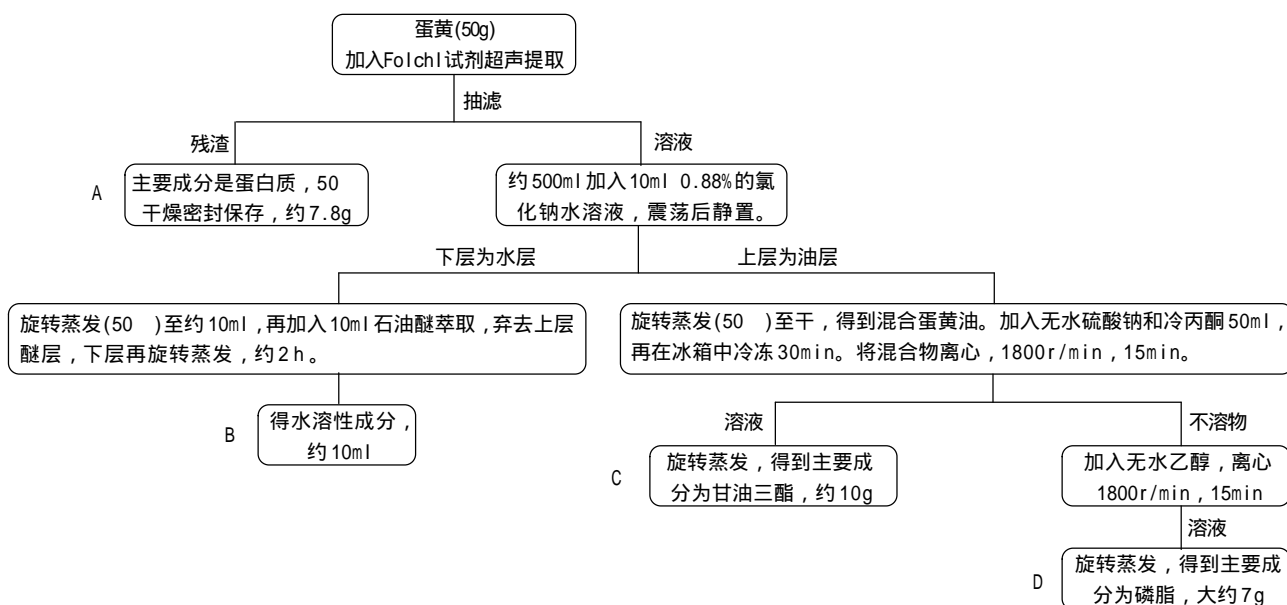


图1 蛋黄各个成分分离的流程图

Fig.1 Separation chart of egg yolk components

的蛋清,把四个蛋黄置于烧杯中混匀。称取蛋黄液50g,加入250ml Folch1试剂,在超声波清洗仪上震荡30min,使温度不超过45℃,用石英漏斗抽滤,上层残渣再用100ml Folch1试剂超声震荡提取两次,使漏斗上层残渣变为纯白色为止。残渣(主要成分为蛋黄蛋白质)于50℃烘箱干燥4h,密封后备用。其余步骤按照图1处理。

通过上述处理得到以下四个组分。A:非脂溶性成分,主要成分为蛋黄蛋白质,干燥后密封常温下保存;B:非脂溶性成分,主要成分为蛋黄水溶性成分(游离氨基酸等),并含有少量蛋白质残渣,密封后置于-20℃冷冻保存;C:非极性脂,主要成分为蛋黄甘油三酯,充氮后-20℃冷冻保存;D:极性脂,主要成分为蛋黄磷脂,充氮后-20℃冷冻保存。

#### 1.4 样品的处理

将B解冻后,首先将A与B充分混匀后静置30min,使干燥的粉末完全浸润,然后将混合物平均分成三等份,把B、C也平均分成三等份,按照以下方式混合得到五个样品:1.A+B; 2.C+水; 3.D+水; 4.A+B+C; 5.A+B+D。

将五个样品分别混匀后,置于无味的玻璃杯里,编号,加盖,于100℃沸水浴15min,然后将样品置于65℃保温箱里,开盖后立即进行感官描述。

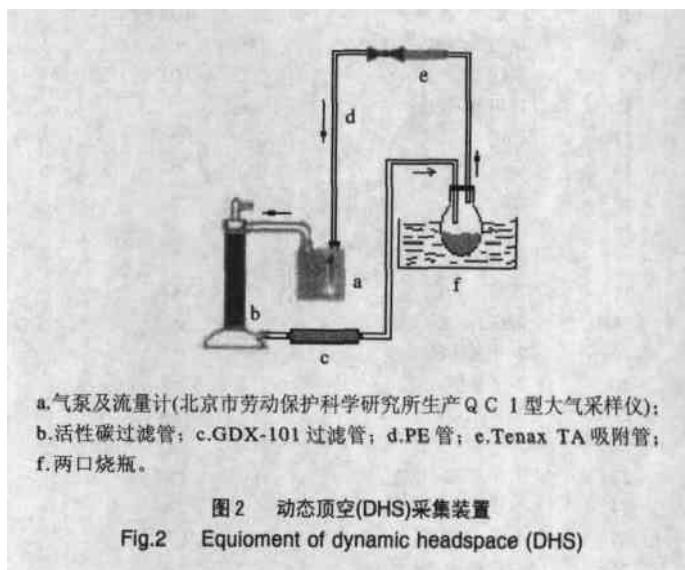
#### 1.5 感官分析方法

10个对蛋黄风味熟悉的感官评价员组成感官评价小组,在红色灯光下消除样品颜色的干扰,分别对五个样品的气味作感官描述,记录五个样品的气味特征。

#### 1.6 挥发性风味物质的鉴定

##### 1.6.1 挥发性物质的采集

用动态顶空法,经感官分析处理得到的五个样品分别置于图2所示装置的烧瓶中(所有玻璃仪器都经过150℃加热2h处理)。样品先经过100℃水浴加热15min,置于65℃<sup>[4]</sup>水浴中,用装有0.14g Tenax(TA)的玻璃吸附管(15cm×0.3cm ID)进行挥发性物质的动态捕集,吸附30min(100ml/min),然后取下TA管,高纯氮气反吹30min(10ml/min),以干燥TA管。重复两次,同时做空白试验。



##### 1.6.2 仪器

挥发性风味物质的鉴定采用热脱附-气相色谱-质谱(TCT-GC-MS)联用仪测定。

CP 4010PT/TCT型 CHROMPACK公司; TRACE

2000 型 GC CE INSTRUMENTS 公司; VOYAGER 型 MS FINNIGAN 公司; GC 色谱柱 DB-5 (60m × 0.32mm × 0.5μm)。

### 1.6.3 GC-MS 鉴定

具体方法参见陈华君等的方法(2005)<sup>[10]</sup>。

### 1.6.4 数据分析

分离所得的挥发性物质,通过检索 Xcalibur 软件(Finnigan)所带的 NIST 库中的图谱,结合保留时间,进行比较鉴定。

## 2 结果与分析

### 2.1 感官分析

感官评价发现(见表 1)A+B+D 这一样品的气味最类似于熟蛋黄的风味。

表1 蛋黄各个成分的感官描述

Table 1 Sensory characterization of egg yolk compositions

样品名称	感官描述
1 非脂溶性成分(A+B)	蛋腥味, 硫味, 略有饼干香味
2 非极性脂, 主要为甘油三酯(C)	油脂味
3 极性脂, 主要为磷脂和胆固醇(D)	清香味, 脂味
4 非脂成分+非极性脂(A+B+C)	蛋腥味
5 非脂成分+极性脂(A+B+D)	类似熟蛋黄的香味

### 2.2 挥发性物质鉴定

蛋黄蛋白质(A+B)加热后产生的主要挥发性物质是脂肪烃;甘油三酯(C)加热后主要产生脂肪烃、醛和酮;极性脂主要产生醛和酮;非脂成分与非极性脂的混合物主要产生脂肪烃、醛和酮;非脂成分与极性脂混合加热主要产生醇、脂肪烃、醛和酮等。只在含有蛋白的样品里鉴定了硫化物和吡啶。

表2 蛋黄的不同部分产生的挥发性风味物质

Table 2 Volatile compounds of egg yolk composition

化合物		Area ratio(%)				
		1. A+B	2. C	3. D	4. A+B+C	5. A+B+D
	醇类	-	-	11.74	-	14.9
1	丙醇	-	-	-	-	12.51
2	2-甲基-丙醇	-	-	-	-	0.78
3	2-甲基-3-烯-2-丁醇	-	-	1.69	-	1.6
4	2-甲基-1-丙醇*	-	-	10.05	-	-
5	3-己醇	-	-	-	-	0.02
	脂肪烃	97.04	67.7	0.1	64.26	67.86
6	2,2-二甲基丁烷	18.33	-	-	27.85	-
7	2-甲基戊烷*	18.41	50.69	-	16.74	44.25
8	3-甲基戊烷*	60.25	15.93	-	19.67	23.6
9	庚烷*	0.02	0.11	-	-	-
10	1-乙基环戊烯	-	0.15	-	-	-
11	辛烷	0.02	-	-	-	-
12	1-甲基环己烯	-	0.61	-	-	-
13	壬烷*	-	-	-	-	0.01
14	十一烷*	-	0.09	0.03	-	-
15	十二烷*	-	0.02	0.02	-	-
16	十三烷*	-	0.1	0.06	-	-
	醛和酮	2.77	31.01	87.78	35.63	17.15
17	乙醛	2.44	14.54	-	30.9	1.15
18	2,3-丁二酮	-	-	16.74	-	-
19	2-甲基丙醛	-	-	-	2.96	-
20	2-丁烯醛	-	-	4.92	-	-
21	3-甲基-丁醛	0.14	8.84	37.01	0.6	1.73
22	2-甲基-丁醛	0.05	2.16	14.32	0.12	0.27
23	3-甲基-2-丁酮	-	0.38	-	0.03	-
24	1-戊烯-3-酮	-	-	0.48	-	-
25	4-戊烯-2-酮	0.02	-	-	-	-
26	3-戊烯-2-酮	-	-	0.44	-	-
27	2,3-戊二酮	-	-	1.33	-	0.1
28	戊醛*	-	-	1.9	-	0.14
29	1-羟基丙酮	-	0.39	0.28	-	-
30	3-戊烯-2-酮	-	0.42	4.33	0.07	0.84
31	2-甲基-2-丁烯醛	-	-	1.07	0.43	0.08

(接表2)

	化合物	Area ratio(%)				
		1. A+B	2. C	3. D	4. A+B+C	5. A+B+D
32	3-甲基-4-烯-2-戊酮	-	0.38	-	-	-
33	4-甲基-4-烯-2-戊酮	-	-	0.41	-	-
34	4-甲基-3-烯-2-戊酮	-	-	2.56	-	-
35	5-烯-2-己酮	-	-	-	-	0.11
36	3-烯-2-己酮	-	-	-	-	0.04
37	4-甲基-3-烯-2-戊酮	-	0.29	-	0.14	12.44
38	己醛*	0.06	0.35	0.76	0.01	-
39	4-甲基-4-羟基-2-戊酮	-	-	-	0.06	0.05
40	庚醛	0.03	0.21	0.13	-	0.01
41	苯甲醛	0.01	-	0.08	-	-
42	6-甲基-5-烯-2-庚酮	-	0.23	0.34	0.26	0.01
43	辛醛	0.02	0.34	0.31	0.02	0.02
44	壬醛*	0.01	0.91	0.37	0.02	0.05
45	癸醛*	-	1.58	-	0.01	0.11
	芳香族化合物	0.00	0.90	0.37	0.02	-
46	苯*	-	0.90	-	-	-
47	甲苯*	-	-	0.14	-	-
48	对二氯苯*	-	-	0.23	-	-
49	苯乙酮	-	-	-	0.02	-
	其它	0.19	0.39	-	0.10	0.08
50	二甲基二硫	0.07	-	-	-	0.03
51	二甲基三硫	0.09	-	-	-	-
52	吡啶	0.03	-	-	0.10	-
53	3-甲基-2-(5氢)呋喃酮	-	0.39	-	-	0.05
	总峰面积	319069139	51286635	120985375	296053802	732870704

注: Area ratio %=化合物的峰面积/总峰面积×100%; \*表示此化合物曾经扣空白; 不带\*表示空白实验中没有这种化合物; -表示此化合物没有检出。

### 3 讨论

根据感官评价结果, 蛋黄中的非脂成分与极性脂的共同作用产生了蛋黄的特有香味。本试验所分离的非脂成分主要是蛋白质、葡萄糖、游离氨基酸和多肽等, 极性脂主要成分为磷脂。加热蛋黄中的非脂成分与极性脂的混合物时, 发生的主要反应包括: 磷脂中不饱和脂肪酸的氧化分解反应、氨基酸与还原糖的美拉德反应以及脂质降解与美拉德反应间的相互作用。很明显脂质降解与美拉德反应的相互作用对蛋黄的风味贡献最大。

本文鉴定极性脂(磷脂)加热后产生的醛类最多, 说明主要发生了不饱和脂肪酸的氧化分解反应, Blank(2001)<sup>[11]</sup>等报道, 花生四烯酸自动氧化分解的产物主要为醛类物质, 其中2, 4, 7-三烯十三碳醛在低浓度时具有蛋腥味。Lin(2003)<sup>[12]</sup>对磷脂(卵磷脂和脑磷脂)加热分解后的风味物质作了鉴定, 同样也鉴定了很多醛类物质。本实验发现, 3-甲基丁醛是磷脂挥发物中含量最高的醛, Matiella(1991)<sup>[4]</sup>也在炒鸡蛋挥发性风味物质中鉴定了这个化合物。3-甲基丁醛具有水果味、发酵味和奶酪味<sup>[2]</sup>, 很多食品中都检出过。醛类由于气味阈值低, 对风味有重要的贡献。

本文中非极性脂即甘油三酯的产物主要为烷烃, MacLeod and Cave(1976)<sup>[2,3]</sup>从全蛋中鉴定了所有C<sub>7</sub>~C<sub>17</sub>的直链烷烃, 他们认为这类化合物主要是由甘油酯的脱羧作用产生的。实验发现, 非脂溶性成分也产生了大量的脂肪烃, 说明蛋白质和氨基酸的分解反应也能产生这类物质。烷烃的气味阈值较高, 对风味的贡献不大。

MacLeod and Cave(1975)<sup>[2]</sup>认为芳香族化合物主要由葡萄糖热降解, 或者类胡萝卜素的热降解产生。苯丙氨酸和色氨酸热分解也会产生苯和甲苯。芳香族化合物的气味阈值低, 大多数都具有令人愉快的香味。

含有非极性脂的样品都产生了相当数量的醇类, 可能是由不饱和脂肪酸的氧化分解产生的。硫化物由蛋白质或者氨基酸的分解反应得到, 只有在非脂溶性成分存在时才能检测到。

### 4 结论

由以上实验认为, 蛋黄的特征香味是由蛋黄中的非脂溶性成分与极性脂溶性成分共同作用产生的, 即美拉德反应与脂肪氧化反应共同作用是产生蛋黄特征风味的主要途径; 蛋黄中的非脂溶性成分是蛋腥味的主要来

## Effect of Magnetic Fields on Superoxide Dismutase Activity Using Response Surface Methodology

WANG Shan-shan, LI Bing, LI Lin\*

(College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology,  
Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** The effect of three variables (temperature, magnetic intensity, and exposure time) on the activity of superoxide dismutase (EC 1.15.1.1) isolated from *Saccharomyces cerevisiae* was studied by Response Surface Methodology (RSM). This multivariate methodology offers an empirical approach to the study of enzyme assays and allows to detect the interaction between different variables of the system. Analysis of variance (ANOVA) showed that a second order polynomial model (SOP) generated response surface and contour plots, and the model may predict the experimental data. Lack-of-fit tests did not result in a significant F-value. Determination coefficients ( $R^2$ ) were greater than 94%. The optimum treating parameters were obtained as: temperature, 15.5 °C; magnetic intensity, 0.95T; time of magnetic field exposure, 64.5 minutes.

**Key words:** superoxide dismutase; *Saccharomyces cerevisiae*; response surface methodology

## 响应曲面法研究磁场对超氧化物歧化酶活性的影响

王山杉, 李冰, 李琳\*

(华南理工大学轻工与食品学院, 广东 广州 510640)

**摘要:** 通过响应曲面法(response surface methodology, RSM)研究了温度、磁场强度及曝磁时间这三个磁场处理的不同因素对于由酿酒酵母中分离出的超氧化物歧化酶(EC 1.15.1.1)活性效果的影响。这种多变量统计方法可用于

收稿日期: 2006-09-04

\*通讯作者

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(20436020); 国家自然科学基金青年基金项目(20306007);

广东省自然科学基金重点项目(04105934)

作者简介: 王山杉(1976-), 女, 博士研究生, 研究方向为物理场的生物学效应。

源, GC-MS 鉴定其挥发性物质成分主要为脂肪烃; 蛋黄中的极性脂(磷脂)参与了鸡蛋香味的形成, GC-MS 鉴定极性脂加热后产生了大量醛类; 非极性脂(甘油三酯)对蛋黄的风味贡献不大。

### 参考文献:

- [1] Macy R L, Naumann H D, Baley M E. Water-soluble flavor and odor precursors of meat[J]. Food Sci, 1964, 29: 136-148.
- [2] MacLeod A J, Cave S J. Volatile flavor components of eggs[J]. Sci Food Agric, 1975, 26: 351-360.
- [3] MacLeod A J, Cave S J. Variations in volatile flavor components of eggs[J]. Food Sci, 1976, 27(9): 799-806.
- [4] Matiella J E, Hsieh T C Y. Volatile compounds in scrambled eggs[J]. Food Sci, 1991, 56: 387.
- [5] Warren M W, Larick D K, Ball H R Jr. Volatiles and sensory characteristics of cooked egg yolk, white and their combinations[J]. Food Sci, 1995, 60(1): 79-84.
- [6] Umami K, Hagi Y, Shoji A, et al. Volatile compounds formed from cooked whole egg, egg-yolk, and egg-white[J]. Agric Food Chem, 1990, 38(2): 461-464.
- [7] Fennema O R. Food Chemistry, 2<sup>nd</sup> Edition[M]. New York, 1985. 832.
- [8] Folch J, Lees M, Sloane G H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues[J]. Biological Chem, 1957, 226: 497-509.
- [9] Cerny C, Guntz R. Evaluation of potent odourants in heated egg yolk by aroma extract dilution analysis[J]. Eur food Res Technol, 2004, 219: 452-454.
- [10] 陈华君. 两种温度条件下早熟桃果实中挥发性物质成分分析[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(4): 525-527.
- [11] Blank I, Lin J, Jianming, Francia Arce Vera, et al. Identification of odorants formed by autooxidation of (E,Z,Z)-2,4,7-tridecatrenal[J]. J Agric Food Chem, 2001, 49(6): 2959-2965.
- [12] Lin J, Imre B. Odorants generated by thermally induced degradation of phospholipids[J]. Agric Food Chem, 2003, 51: 4364-4369.