

## 鸭油提取工艺研究

欧秀琼, 钟正泽, 解华东, 布丽君, 张晓春, 李 星,

景绍红, 李 睿, 彭 鸿

(重庆市畜牧科学院 重庆市肉质评价与加工工程技术研究中心, 重庆市养猪工程技术研究中心, 重庆 402460)

**摘要:**为获得湿法熬制提取鸭油的最佳工艺条件,以鸭油提取率为考察指标,采用 $L_9(3^3)$ 正交实验设计,以料水比、熬煮时间和加热电炉温度为因素进行条件优化,并对最佳条件下提取的鸭油进行酸价、过氧化值、重金属含量及脂肪酸组成的测定。结果表明:湿法熬制提取鸭油的最佳工艺条件为料水比1:3、熬煮时间0.5 h、加热电炉温度140℃,在此条件下鸭油提取率为82.4%;料水比、熬煮时间和加热电炉温度对鸭油提取率均有极显著影响( $P < 0.01$ )。在最佳条件下提取的鸭油品质较好,酸价(KOH)为2.01 mg/g,低于GB 10146—2015的规定( $\leq 2.50$  mg/g);过氧化值为0.24 g/100 g,稍高于GB 10146—2015的规定( $\leq 0.20$  g/100 g);总砷、铅、镍含量均小于0.1 mg/kg,符合食品安全国家标准(GB 2762—2017)。鸭油中饱和脂肪酸含量占23.87%,以棕榈酸和硬脂酸为主,分别占18.58%和3.97%;不饱和脂肪酸含量丰富,占60.30%,以油酸、亚油酸和棕榈油酸为主,分别占37.59%、18.35%和3.07%;多不饱和脂肪酸含量占19.60%,以亚油酸为主;多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸之比约为0.82:1。

**关键词:**鸭油;提取;湿法熬制;理化指标;脂肪酸组成

中图分类号:TS229; TS225.2 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2020)09-0008-04

### Extraction technology of duck oil

OU Xiuqiong, ZHONG Zhengze, XIE Huadong, BU Lijun, ZHANG Xiaochun,  
LI Xing, JING Shaohong, LI Rui, PENG Hong

(Chongqing Engineering Research Center of Swine Breeding, Chongqing Engineering Research Center of Meat Quality Evaluation and Processing, Chongqing Academy of Animal Science, Chongqing 402460, China)

**Abstract:** In order to obtain the optimal conditions of extracting duck oil by wet boiling, taking the extraction rate of duck oil as an index,  $L_9(3^3)$  orthogonal experiment design was adopted to optimize the conditions by taking the ratio of raw material to water, boiling time and heating furnace temperature as factors. The acid value, peroxide value, heavy metal content and fatty acid composition of duck oil extracted under the optimal conditions were determined. The results showed that the optimal extraction conditions of duck oil by wet boiling method were obtained as follows: ratio of raw material to water 1:3, boiling time 0.5 h, heating furnace temperature 140℃. Under the optimal conditions, the extraction rate of duck oil was 82.4%. The ratio of raw material to water, boiling time and heating furnace temperature had extremely significant effects on the extraction rate of duck oil ( $P < 0.01$ ). Under the optimal conditions, the quality of duck oil was better, and the acid value was 2.01 mgKOH/g, lower than that of

收稿日期:2019-12-04;修回日期:2020-05-20

基金项目:重庆市农发基金项目(18507)

作者简介:欧秀琼(1969),女,研究员,硕士,研究方向为肉质评价与畜产品加工(E-mail)oxqiong@sina.com。

通信作者:钟正泽,研究员,硕士(E-mail)zhongzz1968@163.com;解华东,研究员,博士(E-mail)xiehuadong2004@163.com。

GB 10146—2015 (less than or equal to 2.50 mgKOH/g). The peroxide value was 0.24 g/100 g, slightly higher than that of GB 10146—2015 (less than or equal to 0.20 g/100 g). The contents of total arsenic, lead and nickel were all less than 0.1 mg/kg, which met the national standard of food safety (GB 2762—2017). Duck oil

contained 23.87% of saturated fatty acid, mainly palmitic acid(18.58%) and stearic acid(3.97%), and 60.30% of unsaturated fatty acid, mainly oleic acid(37.59%), linoleic acid(18.35%) and palmitoleic acid(3.07%), and 19.60% of polyunsaturated fatty acid, mainly linoleic acid. The ratio of polyunsaturated fatty acid to saturated fatty acid was about 0.82:1.

**Key words:** duck oil; extraction; wet boiling; physicochemical index; fatty acid composition

油脂是食物中三大产能营养素之一,是人类从饮食摄取能量的重要来源。随着现代工业技术的发展,油脂除供人类食用外,还被广泛用于日用化妆品、洗涤用品、饲料、涂料、油漆、橡胶及调味品中。动物油脂与植物油脂相比,具有不可替代的特殊香气。目前,动物油脂中对鱼油及昆虫类油脂的开发及研究较多,对家禽类油脂的开发及研究较少<sup>[1]</sup>。动物油脂中鸭油具有原料来源丰富、不饱和脂肪酸含量较高(比猪、牛、羊的高)<sup>[2]</sup>等特点,具有很大的开发应用前景。龙霞等<sup>[3]</sup>研究发现,较高剂量的鸭油能改善D-半乳糖诱导的小鼠氧化应激。蓝林诚等<sup>[4]</sup>在经产母猪日粮中分别添加2%的大豆油、棕榈油、牛油、鸭油,结果表明鸭油对仔猪的免疫能力比大豆油、棕榈油、牛油的好。

目前,家禽类油脂中鸡油和鹅油的生产及提取工艺研究相对较多,而对鸭油的生产及提取工艺研究报道较少<sup>[5]</sup>。国内专门收集、生产、销售鸭油的企业较少,部分涉及鸭油炼制的作坊对鸭油的炼制十分粗放,不但降低了鸭油的品质也造成了环境污染,且生产的鸭油大都作为动物饲料使用,未得到充分利用。鸭板油是鸭屠宰加工过程中的副产品,处理不当会造成环境污染,鸭油提取工艺不规范会降低鸭油品质。因此,开展鸭油的提取工艺研究与应用,可以充分利用动物副产品,既能减少环境污染,又能提高整鸭的经济价值,对鸭养殖产业的健康可持续发展 and 油脂的品质保障等都有重要的作用。

动物油脂的提取方法一般有干法熬制、湿法熬制、超声波法、微波法、酶解法、溶剂萃取法等。传统干法熬制存在出油率低、色泽较深、过氧化值较高等缺陷,传统湿法熬制存在水分含量大、风味差、易酸败等缺陷<sup>[6]</sup>,但传统熬制法具有无制剂残留,对提取设备要求不高等特点,适合各种条件下鸭板油原料的提取,能最大限度地保留鸭油天然风味,且有较高的营养价值。超声波法、微波法、酶解法、溶剂萃取法虽然油脂提取率较高,但仪器设备及技术条件要求高,成本高。近年来,干法熬制和湿法熬制的工艺技术都有了较大改进,食品工业中常用湿法熬制获得无残留油脂。本研究在传统湿法熬制的基础

上,采用 $L_9(3^3)$ 正交实验设计,优化鸭油提取条件,并对提取的鸭油进行酸价、过氧化值、重金属含量及脂肪酸组成的测定,旨在为生产实践中提高鸭油提取率和鸭油品质提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

鸭板油原料,由重庆梁平大舜水禽养殖合作社提供,经过清洗后冷冻保存备用。

异丙醇,乙醚,95%乙醇,冰乙酸,三氯甲烷,硫代硫酸钠,碘化钾,硝酸,过氧化氢,氢氧化钠,正己烷(色谱纯),甲醇,氢氧化钾。

BT125D BSA224S - CW 电子天平,上海双旭电子有限公司;DHG - 9246A 鼓风干燥箱,上海新诺仪器设备有限公司;ICP - MS 2000 电感耦合等离子体质谱仪,江苏天瑞仪器股份有限公司;GC - 2014C 气相色谱仪,岛津企业管理(中国)有限公司。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 鸭油的提取工艺

鸭板油原料→预处理(解冻、清洗、沥水)→绞碎→称重→湿法熬制→油水分离→鸭油。

将经过预处理(解冻、清洗、沥水)的鸭板油用绞肉机绞碎,混合均匀,称取混匀的鸭板油500g,按一定料水比加水混匀,置于一定温度的加热电炉上进行熬煮,熬煮一定时间后通过分液漏斗进行油水分离,得到鸭油。鸭油提取率 = 鸭油质量/鸭板油原料质量 × 100%。

#### 1.2.2 鸭油理化指标的测定

酸价按 GB 5009.229—2016 进行测定;过氧化值按 GB 5009.227—2016 进行测定。

总砷含量按 GB 5009.11—2014 电感耦合等离子体质谱法(ICP - MS)进行测定;铅、镍含量采用电感耦合等离子体质谱法(ICP - MS)进行测定。

#### 1.2.3 鸭油脂肪酸组成分析

甲酯化处理:取100mg鸭油置于具塞试管中,加入2mL(1mol/L)氢氧化钾甲醇溶液后振荡混匀,静置15min;再加入2mL正己烷混匀,静置10min后取上层澄清液,5000 × g 离心20min,取上清

液,采用气相色谱法测定鸭油脂肪酸组成<sup>[7]</sup>。

气相色谱条件:KB-Pesticides B 毛细管色谱柱(30 m × 0.32 mm × 0.50 μm);载气为氮气,流速 2.0 mL/min;氢气流速 40 mL/min;空气流速 400 mL/min;升温程序为初始温度 180 °C,保持 5 min,以 3 °C/min 的速率升至 220 °C,保持 18 min;进样口温度 220 °C;检测器温度 220 °C;分流比 30:1。

## 2 结果与分析

### 2.1 湿法熬制提取鸭油工艺优化

根据已有工作经验,选择料水比、熬煮时间(水开后开始计时)和加热电炉温度为因素,以鸭油提取率为考察指标,采用  $L_9(3^3)$  正交实验对 3 个因素进行优化,正交实验因素水平见表 1,正交实验设计及结果见表 2,方差分析见表 3。

表 1 正交实验因素水平

水平	A 料水比	B 熬煮时间/h	C 加热电炉温度/°C
1	1:1	0.5	140
2	1:2	1.0	150
3	1:3	1.5	160

表 2 正交实验设计及结果

实验号	A	B	C	鸭油提取率/%
1	1	1	2	73.05
2	1	2	1	75.60
3	1	3	3	64.62
4	2	1	1	82.40
5	2	2	3	76.00
6	2	3	2	74.80
7	3	1	3	78.00
8	3	2	2	81.40
9	3	3	1	79.40
$k_1$	71.09	77.82	79.13	
$k_2$	77.73	77.67	76.42	
$k_3$	79.60	72.94	72.87	
R	8.51	4.88	6.26	

表 3 方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F	P
A	62.607	2	31.304	75.128	0.003
B	23.074	2	11.537	27.688	0.004
C	35.080	2	17.540	42.096	0.003

由表 2 可见:各因素对鸭油提取率的影响大小顺序为 A > C > B;湿法熬制提取鸭油的最佳工艺条件组合为  $A_3B_1C_1$ ,即料水比 1:3、熬煮时间(水开后开始计时)0.5 h、加热电炉温度 140 °C。在最佳条件下,鸭油提取率为 82.4%。由表 3 可以看出,料水比、熬煮时间和加热电炉温度对鸭油提取率均有

极显著影响( $P < 0.01$ )。

料水比 1:3 最好,可能是由于熬制鸭板油时加水多有利于鸭油充分从鸭板油组织中溢出;加热电炉温度 140 °C 最好,可能是由于熬制鸭板油时加热温度过高易使鸭油溅出,提高损耗率;熬煮时间 0.5 h 最好,可能是由于本实验所用鸭板油原料较少(500 g),水开后 0.5 h 就足以将鸭油提取完全,而过长时间熬煮,增大了鸭油的损耗率。加热电炉温度过高、熬煮时间过长还会引起油脂炭化,降低鸭油提取率。

本实验所用鸭板油原料较少,且未考虑因素间的互作效应,因此所得出的湿法熬制提取鸭油的最佳工艺条件是否适用于大规模生产还有待进一步研究。

### 2.2 最佳条件下提取的鸭油理化指标(见表 4)

表 4 最佳条件下提取的鸭油理化指标

项目	测定值	限量值
酸价(KOH)/(mg/g)	2.01	≤2.50
过氧化值/(g/100 g)	0.24	≤0.20
重金属含量		
总砷/(mg/kg)	<0.1	0.1
铅/(mg/kg)	<0.1	0.1
镍/(mg/kg)	<0.1	1.0

注:酸价、过氧化值限量值参照 GB 10146—2015;重金属含量限量值参照 GB 2762—2017。

酸价和过氧化值是检验油脂品质的重要指标。由于长期存放、接触空气、光照、高温等因素的影响,油脂中游离脂肪酸的含量增大,不饱和脂肪酸的含量减少(不饱和脂肪酸被氧化),从而使酸价、过氧化值增大,影响油脂品质。GB 10146—2015《食品安全国家标准 食用动物油脂》中酸价(KOH)规定为小于等于 2.50 mg/g,过氧化值规定为小于等于 0.20 g/100 g。研究表明,饲料用鸭油酸价(KOH)应低于 7 mg/g<sup>[8]</sup>,过氧化值应低于 0.22 g/100 g<sup>[9]</sup>。由表 4 可见:在最佳条件下提取的鸭油品质较好,酸价(KOH)为 2.01 mg/g,低于 GB 10146—2015 的规定;过氧化值为 0.24 g/100 g,稍高于 GB 10146—2015 的规定,可能是由于鸭油中不饱和脂肪酸含量较高,易受外界因素影响而被氧化,本实验所用鸭板油原料冷冻存放时间较长,对提取鸭油的过氧化值可能有一定影响。

重金属进入人体内能使蛋白质的结构发生不可逆转的改变,使其失去活性,从而影响组织细胞功能,使人中毒,也可能在人体内积累,造成慢性中毒,且一旦进入人体则很难排出,因此食物中重金属含

量超标会严重影响食品安全。GB 2762—2017《食品安全国家标准 食物中污染物限量》规定油脂及其制品中总砷、铅的限量值是0.1 mg/kg,镍的限量值是1.0 mg/kg。由表4可见,在最佳条件下提取的鸭油总砷、铅、镍含量均小于0.1 mg/kg,符合食品安全国家标准(GB 2762—2017)。

### 2.3 最佳条件下提取的鸭油脂肪酸组成及含量(见表5)

表5 最佳条件下提取的鸭油主要脂肪酸

组成及含量		%	
脂肪酸	含量	脂肪酸	含量
月桂酸	0.13	亚油酸	18.35
肉豆蔻酸	0.57	亚麻酸	0.88
棕榈酸	18.58	花生酸	0.62
棕榈油酸	3.07	花生四烯酸	0.37
硬脂酸	3.97	芥酸	0.04
油酸	37.59		

由表5可见:在最佳条件下提取的鸭油中饱和脂肪酸含量占23.87%,以棕榈酸和硬脂酸为主,分别占18.58%和3.97%,其次是花生酸和肉豆蔻酸,月桂酸含量很少;不饱和脂肪酸含量丰富,占60.30%,以油酸、亚油酸和棕榈油酸为主,分别占37.59%、18.35%和3.07%,其次是亚麻酸和花生四烯酸,很难消化的芥酸含量极少;多不饱和脂肪酸含量占19.60%,以亚油酸为主,多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸之比约为0.82:1,非常利于消化吸收。可见,鸭油中对人体有重要生理功能的不饱和脂肪酸含量丰富。

家禽类油脂中不饱和脂肪酸含量高,胆固醇含量低,作为人类食物对降血脂、抗氧化、抗疲劳、抗辐射、提高缺氧耐受力等均有有利作用<sup>[10]</sup>。鸭油用于动物饲料中,不仅能提供动物自身不能合成的必需脂肪酸,还能改善饲料的适口性,促进脂溶性维生素的利用,提高畜禽生产性能<sup>[11]</sup>。王勇生等<sup>[12]</sup>研究表明,在22~42日龄肉鸭饲料中以鸭油替代植物油可以降低料肉比及饲料成本。朱立等<sup>[13]</sup>在公猪生长期饲料中分别添加2%的大豆油和鸭油,肥育期饲料中分别添加1%的大豆油和鸭油,结果显示,与大豆油组相比,饲料中添加鸭油对生长肥育猪生长性能不会产生负面影响,且可提高瘦肉型猪肌肉脂肪含量及肌肉嫩度。本研究将精制鸭油按一定比例添加至火锅底料中,火锅的鲜香味明显增加。

### 3 结论

(1)通过正交实验,确定采用湿法熬制提取鸭油的最佳工艺条件为料水比1:3、熬煮时间0.5 h、

加热电炉温度140℃,在此条件下鸭油的提取率为82.4%;料水比、熬煮时间和加热电炉温度对鸭油提取率均有极显著影响( $P < 0.01$ )。

(2)在最佳条件下提取的鸭油品质较好,酸价(KOH)为2.01 mg/g,低于GB 10146—2015的规定( $\leq 2.50$  mg/g);过氧化值为0.24 g/100 g,稍高于GB 10146—2015的规定( $\leq 0.20$  g/100 g);重金属总砷、铅、镍含量均小于0.1 mg/kg,符合食品安全国家标准(GB 2762—2017)。

(3)鸭油中饱和脂肪酸含量占23.87%,以棕榈酸和硬脂酸为主,分别占18.58%和3.97%;不饱和脂肪酸含量丰富,占60.30%,以油酸、亚油酸和棕榈油酸为主,分别占37.59%、18.35%和3.07%;多不饱和脂肪酸含量占19.60%,以亚油酸为主;多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸之比约为0.82:1。

### 参考文献:

- [1] 张佰帅,王宝维. 动物油脂提取及加工技术研究进展[J]. 中国油脂,2010,35(12):8-11.
- [2] 邵颖主. 食品生物化学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2015:54-59.
- [3] 龙霞,黄先智,丁晓雯. 鸭油对D-gal诱导小鼠氧化应激的改善作用[J]. 食品与发酵工业,2019,45(19):90-97.
- [4] 蓝林诚,沈水宝,卓清,等. 不同来源油脂对经产母猪初乳成分和仔猪血清免疫的影响[J]. 饲料研究,2019,42(4):16-18.
- [5] 宁俊丽,龙霞,黄先智,等. 响应面法优化鸭油超声波提取工艺[J]. 食品与发酵工业,2019,45(8):184-190.
- [6] 王庆玲,蒋将,刘元法. 猪油的水酶法提取工艺及其产品品质研究[J]. 食品与生物技术学报,2017,36(2):164-171.
- [7] 苏伟,杨夫光,周晨光,等. 三穗鸭肉脂肪酸组成分析及评价[J]. 食品工业科技,2011,32(12):438-440.
- [8] 陈甫,刘帅杰,朱风华,等. 不同酸价鸭油对肉鸡生长性能、抗氧化功能和免疫功能的影响[J]. 中国畜牧杂志,2018,54(12):78-82.
- [9] 陈甫,刘帅杰,朱风华,等. 鸭油过氧化值对肉仔鸡生长和屠宰性能、脏器指数及血浆抗氧化、免疫、抗体指标的影响[J]. 动物营养学报,2019,31(3):1111-1118.
- [10] 龙霞,宁俊丽,丁晓雯. 家禽油脂功能性研究进展[J]. 食品与发酵工业,2019,45(1):259-264.
- [11] 黄立兰,黄广明. 2016年不同来源饲用油脂的脂肪酸组成分析[J]. 饲料工业,2017,38(11):41-45.
- [12] 王勇生,王明宇. 鸭油代替植物油对22~42日龄肉鸭生长性能影响的研究[J]. 饲料工业,2015,36(6):48-49.
- [13] 朱立,陈代文,余冰,等. 鸭油对生长肥育猪生长性能、胴体性状和肉品质的影响[J]. 动物营养学报,2014,26(11):3256-3265.