云南武定鸡、盐津乌骨鸡和大围山微型鸡肌肉中脂肪酸的组成分析

肖智超[1,2]，谷大海[1,3]，杨晓丽[3]，董晓竹[3]，张祠[3]，张关涛[3]，杨世波[3]，廖国周[1,3]

（1.云南农业大学云南省畜产品加工工程技术研究中心，云南昆明 650000）（2.南京农业大学国家肉品质量安全控制工程技术研究中心，江南南京 210095）（3.云南农业大学食品科学技术学院，云南昆明 650000）

摘要：以云南省特有的三个优质地方鸡品种：武定鸡、盐津乌骨鸡、大围山微型鸡为研究对象，用溶剂提取法提取 3 种鸡胸肌及腿肌中总脂质，经甲脂化后，利用气相色谱-质谱（GC-MS）对脂肪酸组成及含量进行分析。结果显示，在云南武定鸡、盐津乌骨鸡和大围山微型鸡胸肌及腿肌中共含有 20 种脂肪酸，主要包括油酸、亚油酸、棕榈酸、硬脂酸、花生四烯酸，武定鸡与盐津乌骨鸡胸肌中总脂肪含量分别为 28.470 与 25.042 mg/g，显著高于大围山微型鸡的 16.769 mg/g（p<0.05），大围山微型鸡腿肌中总脂肪含量为 51.10 mg/g，显著高于武定鸡 40.994 mg/g（p<0.05）；三种鸡的脂肪酸种类相同，饱和、不饱和脂肪酸占总脂肪酸比例相似，但各脂肪酸含量有所差异，三个鸡种腿肌中脂肪酸含量显著高于胸肌中脂肪酸含量（p<0.05）。

关键词：武定鸡；盐津乌骨鸡；大围山微型鸡；气相色谱-质谱法（GC-MS）；脂肪酸

文章篇号：1673-9078(2018)04-121-128 DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.04.020

Muscle Fatty Acids Analysis of Yunnan Wuding Chicken, Yanjin Silky Fowl and Daweishan Miniature Chicken

XIAO Zhi-chao[1,2], GU Da-hai[1,3], YANG Xiao-li[3], DONG Xiao-zhu[3], ZHANG Ci[3], ZHANG Guan-tao[3], YANG Shi-bo[3], LIAO Guo-zhou[1,3]

(1.Yunnan Engineering Technology Research Center for Processing of Livestock Products, Yunnan Agricultural University, Kunming 650000, China)(2.Key Lab of Meat Processing and Quality Control, College of Food Science and Technology, Jiangsu, Jiangsu Collaborative Innovation Center of Meat Production and Processing, Quality and Safety Control, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)(3.College of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650000, China)

Abstract: In this study, the total lipid was extracted by solvent extraction from breast and leg meat of Wuding chicken, Yanjin silky fowl and Daweishan miniature chicken.s. The fatty acids composition and contents were analyzed by use gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) after methyl esterification. Results showed that totally 20 kinds of fatty acids were identified in the breast and leg meat of Wuding chicken, Yanjin silky fowl and Daweishan miniature chickens, mainly including cis-9-oleic acid methyl ester, linoleic acid methyl ester, stearic acid methyl ester, palmitic acid methyl ester and arachidonic acid. The fatty acids contents of breast meats in Wuding chicken (28.470 mg/g) and Yanjin silky fowl (25.042 mg/g) were 28.470 and 25.042 mg/g, respectively, which were significant higher than that in Daweishan miniature chicken (16.769 mg/g). The fatty acids content of leg meat in Daweishan miniature chicken (51.10 mg/g) was significant higher than that in Wuding chicken (40.994 mg/g) (p<0.05).The same fatty acid composition in the three kinds of chickens was found with the similar saturated and unsaturated fatty acids proportion. However, the fatty acid contents in the three kinds of chickens had significant difference, and the fatty acids contents of leg meats were significant higher than those of breast meat in the three kinds chickens (p<0.05).

Key words: Wuding chicken; Yanjin silky fowl; Daweishan miniature chickens; gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS); fatty acids

收稿日期：2017-12-14

基金项目：云南省科技计划项目重大科技专项（2016ZA008）

作者简介：肖智超（1985-），男，博士研究生在读，研究方向：畜产品加工

通讯作者：廖国周（1978-），男，博士，副教授，研究方向：畜产品加工

云南省拥有丰富的地方鸡种资源，主要由于地理气候环境的多样性形成了众多具有地方特色的鸡种，如肉质优良的武定鸡，药用价值较高的盐津乌骨鸡、腾冲雪鸡，体型较小，肉质鲜美的大围山微型鸡、茶

花鸡等[1]。其中武定鸡主产于楚雄彝族自治州武定、禄劝两县，属肉蛋兼用型，体型大，产肉多，肉嫩脂丰，皮脆骨酥，味鲜质优，适应性强，耐粗饲，善于觅食[2]。屏边大围山微型鸡是在 2006 年云南省畜牧局进行云南省种植资源调查时在云南屏边大围山地区发现的原始鸡种。体型近似家鸡，成年体重 600~1000 g，属于亚热带热带性早熟鸡种。该鸡种一直处于半野生半家养状态，是目前所报道过的中国地方鸡种中平均杂合度是最低的[3]。盐津乌骨鸡因起源并主产于云南省盐津县而得名，它集口味美、保健、药用之大成于一体，盐津乌骨鸡的营养价值超过我国著名的泰和乌骨鸡等品种，特别是富含高水平的钙、铁、锌和硒等微量元素，是生产功能保健食品的上佳材料[4]。

鸡肉风味品质是食品科学领域研究热点，脂肪氧化是风味产生的主要原因，而肌肉中脂质特别是磷脂是肉品风味的重要前体物质，直接影响挥发性风味成分的组成[5]。云南武定鸡、盐津乌骨鸡和大围山微型鸡肉质风味佳，深受消费者喜爱，然而目前对于这三种地方鸡肌肉中脂肪酸组成与含量的研究鲜有报道。本试验以相同饲养条件下 140 日龄的武定鸡、盐津乌骨鸡与大围山微型鸡为对象，利用气相色谱-质谱（Gas Chromatography-Mass Spectrometer，GC-MS）法分析其胸肌与腿肌中脂肪酸的组成及含量差异，旨在为我国优质地方鸡种质资源的开发利用提供科学理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

试验用鸡均由云南农业大学实验种鸡场提供，选择 140 日龄的武定鸡、盐津乌骨鸡与大围山微型鸡各 12 只，公母各半。

37 种脂肪酸甲酯(C4:0 丁酸、C6:0 己酸、C8:0 辛酸、C10:0 葵酸、C11:0 十一碳酸、C12:0 月桂酸、C13:0 十三碳酸、C14:0 肉豆蔻酸、C14:1n5 肉豆蔻油酸、C15:0 十五碳酸、C15:1n5 十五碳一烯酸、C16:0 棕榈酸、C16:1n7 棕榈油酸、C17:0 十七碳酸、C17:1n7 十七碳一烯酸、C18:0 硬脂酸、C18:1n9t 反式油酸、C18:1n9c 油酸、C18:2n6t 反式亚油酸、C18:2n6c 亚油酸、C18:3n6γ-亚麻酸、C18:3n3α-亚麻酸、C20:0 花生酸、C20:1 二十碳一烯酸、C20:2C 二十碳二烯酸、20:3n6 二十碳三烯酸、C20:4n6 花生四烯酸 ARA、C21:0 二十一碳酸、C20:3n3 二十碳三烯酸、C20:5n3 二十碳五烯酸 EPA、C22:0 二十二碳酸、C22:1n9 芥酸、C22:2 二十二碳二烯酸、C23:0 二十三碳酸、C22:6n3 二十二碳六烯酸甲酯 DHA、C24:0 二十四碳酸、C24:1n9 二十四碳一烯酸)、正己烷、甲醇为色谱纯、浓硫酸、十一碳酸甘油三酯、2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚、氯化钠。

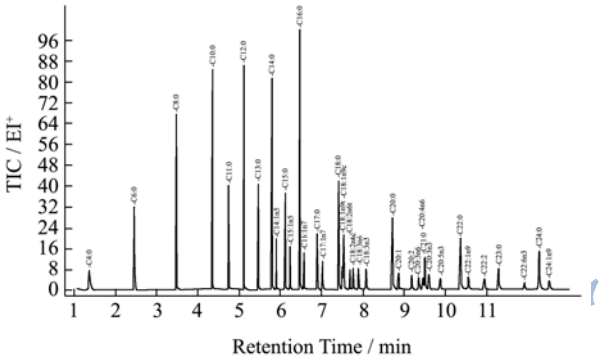


图 1 37 种脂肪酸甲酯标准品总离子流图

Fig.1 Total ion chromatogram of 37 kinds of fatty acid methyl ester standards

1.2 仪器与设备

7890A GC-5975C MSD，美国安捷伦公司；10 m×0.1 mm×0.1 μm 毛细管柱，美国安捷伦公司，HH-4 水浴锅，常州澳华公司；5415R 离心机，eppendorf 公司；XW-80A 涡旋仪，上海沪西分析仪器公司。

1.3 方法

1.3.1 样品前处理

冻干粉处理：分别取武定鸡、盐津乌骨鸡及大围山微型鸡的鸡胸和鸡腿的肌肉作为样品，在液氮条件下将肌肉样品研磨成粉，研磨成粉的过程中尽可能磨得细腻，液氮研磨过程中液氮不宜过少，防止样本研磨过程中融化。液氮研磨成粉后，样本应在-80 ℃保存 5 h 以上或过夜存储，然后再于真空冷冻干燥机中抽为冻干粉状态待用。

1.3.2 样品甲酯化

称量约 10 mg 样本到顶空瓶中；加入 2 mL 体积比为 5%（mL/mL）的浓硫酸/甲醇溶液，100 μL 十一碳酸甘油三酯/甲醇（1 mg/mL）溶液，25 μL 0.2%（g/mL）的 BHT 甲醇溶液；压盖，涡旋 10 s；90 ℃下水浴 1.5 h；取出放置，冷却至室温后开盖；加入 2 mL 饱和氯化钠溶液，4 mL 色谱纯正己烷，重新压盖，涡旋 30 s；静置 15 min，开盖，取 1 mL 上清液于 1.5 mL 离心管中，20 ℃、13000 r/min 离心 2 min；取 200 μL 离心后的上清液供 GC-MS 分析。

1.3.3 GC-MS 条件

色谱柱：弹性石英毛细管色谱柱（Agilent DB-225，10 m×0.1 mm×0.1 μm）；检测器：MSD 质谱检测器，

进样量：1 μL；分流比：60:1，进样口温度：250 ℃，程序升温：从 55 ℃开始，以 30 ℃/min 升温至 205 ℃，保持 5 min；以 5 ℃/min 升温至 230 ℃，保持 5 min。检测器温度：230 ℃，总程序时间 13 min。

MS 条件：离子源温度：230 ℃；四级杆温度 150 ℃；溶剂延迟：1 min；检测范围：30~400 u；SIM 离子选择：55；67；74；79；87；Dwell time: 25 ms。

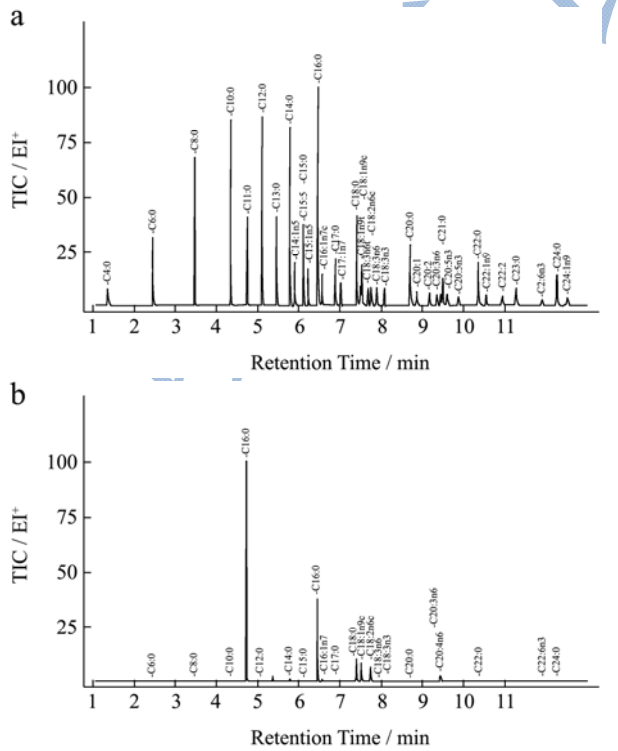
1.4 数据处理与分析

所有数据通过 MSD Chem Station (G1701EA.02.00.493)和 ACD/Spectrus Processor 2015 软件处理，采用标准质谱谱库 NIST02 进行匹配定性。实验数据采用均值±标准差表示，使用 SAS 2003 软件进行统计分析，以 $p<0.05$ 为显著性检验标准，$p<0.01$ 为极显著差异。

2 结果与讨论

2.1 样品总离子流图

试验选用 DB-225（10 m×0.1 mm×0.1 μm）毛细管色谱柱，对进样量 1 μL 的样品进行测定，该图横坐标为保留时间，纵坐标为色谱峰的强度，所得的总离子流图如下所示。由图 2 可知，鸡肉样本中总共检出 20 中脂肪酸，总程序运行时间为 13 min。鸡腿肉样品中色谱峰最高都是棕榈酸（C16:0），其次为硬脂酸（C18:0）、油酸（C18:1n9c）及亚油酸（C18:2n6c），这几种脂肪酸在鸡腿肉样品中色谱峰都比鸡胸肉高。



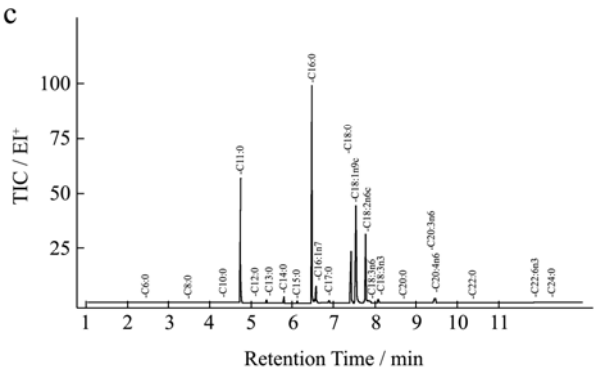


图 2（a） 37 种脂肪酸甲酯的 TIC 图；（b）鸡胸肉样品的 TIC 图（SIM 模式下）；（c）鸡腿肉样品的 TIC 图（SIM 模式下）

Fig.2(a) Total ion chromatogram of 37 kinds of fatty acid methyl ester standards;(b)Total ion chromatogram of fatty acid in chicken breast meat;(c)Total ion chromatogram of fatty acid in chicken leg meat

注：C11:0 为内标。

2.2 武定鸡、盐津乌骨鸡及大围山微型鸡鸡肉脂肪酸种类及含量对比分析

由表 1 可知，武定鸡、盐津乌骨鸡和大围山微型鸡胸肌中分别检测出二十种脂肪酸，为乙酸（C6:0）、辛酸（C8:0）、癸酸（C10:0）、月桂酸（C12:0）、肉豆蔻酸（C14:0）、十五碳酸（C15:0）棕榈酸（C16:0）、棕榈油酸(C16:1)、十七碳酸(C17:0)、硬脂酸(C18:0)、油酸（C18:1n9c）、亚油酸（C18:2n6c）、γ-亚麻酸（C18:3n6）、α-亚麻酸（C18:3n3）、花生酸（C20:0）、二十碳三烯酸（C20:3n6）、花生四烯酸（C20:4n6）、二十二碳酸（C22:0）、二十二碳六烯酸甲酯 DHA（C22:6n3）、二十四碳酸（C24:0）。

总脂肪酸含量从高到低依次为武定鸡（28.470 mg/g）、盐津乌骨鸡（25.042 mg/g）、大围山微型鸡（16.769 mg/g），且武定鸡、盐津乌骨鸡与大围山微型鸡胸肌总脂肪存在显著差异（$p<0.05$）。在所有的这二十种脂肪酸中，武定鸡及盐津乌骨鸡鸡胸中油酸（C18:1n9c）的含量最高，为 8.316 mg/g、7.409 mg/g，分别占总脂肪的 29.21%和 29.59%；大围山微型鸡鸡胸中棕榈酸 C16:0 含量最高，为 4.278 mg/g，占 25.51%。

二十种脂肪酸中，C10:0、C15:0、C16:1n7、C17:0、C18:0、C18:3n6、C20:0、C20:3n6、C20:4n6、C22:6n3 与 C24:0 在武定鸡、盐津乌骨鸡与大围山微型鸡胸肌中不存在显著差异。C6:0 脂肪酸在武定鸡、盐津乌骨鸡与大围山微型鸡胸肌含量存在显著差异（$p<0.05$），C8:0、C12:0、C14:0、C16:0、C18:1n9c、C18:2n6c、

C18:3n3 与 C22:0 八种脂肪酸在武定鸡、盐津乌骨鸡与大围山微型鸡胸肌中含量存在极显著差异（p<0.01）。

存在极显著差异的脂肪酸中，C8:0、C12:0、C14:0、C16:0、C18:1n9c、C18:2n6c 和 C18:3n3 含量都是武定鸡的最高，盐津乌骨鸡次之，大围山微型鸡含量最少；C22:0 在大围山微型鸡中含量最高，武定鸡中次之，盐津乌骨鸡中含量最少。

在武定鸡、盐津乌骨鸡和大围山微型鸡胸肌中，饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸存在的极显著差异中（p<0.01），含量最高的都是武定鸡，分别达 10.688 mg/g 与 8.819 mg/g。多不饱和脂肪酸存在显著差异（p<0.05），含量也是武定鸡最高（8.963 mg/g）。盐津乌骨鸡的 n-6/n-3 比值较其它两个品种较高（15.956）。

由表 2 可见，武定鸡、盐津乌骨鸡和大围山微型鸡腿肌中分别检测出二十种脂肪酸，为乙酸（C6:0）、辛酸（C8:0）、癸酸（C10:0）、月桂酸（C12:0）、肉豆蔻酸（C14:0）、十五碳酸（C15:0）棕榈酸（C16:0）、棕榈油酸（C16:1n7）、十七碳酸（C17:0）、硬脂酸（C18:0）、油酸（C18:1n9c）、亚油酸（C18:2n6c）、γ-亚麻酸（C18:3n6）、α-亚麻酸（C18:3n3）、花生酸（C20:0）、二十碳三烯酸（C20:3n6）、花生四烯酸（C20:4n6）、二十二碳酸（C22:0）、二十二碳六烯酸甲酯 DHA（C22:6n3）、二十四碳酸（C24:0）。总脂肪酸含量从高到低依次为大围山微型鸡（51.100 mg/g）、盐津乌骨鸡（45.030 mg/g）、武定鸡（40.994 mg/g），在所有的这二十种脂肪酸中，油酸（C18:1n9c）和亚油酸（C18:2n6c）的含量最高，其在武定鸡腿肌中含量分别为9.732 mg/g、11.337 mg/g 占总脂肪的23.74%、27.66%；盐津乌骨鸡腿肌中含量分别为 12.570 mg/g、11.065 mg/g 占总脂肪的 27.91%、24.57%；大围山微型鸡鸡腿中含量分别为 12.952 mg/g、14.314 mg/g 占总脂肪的 25.35%、27.47%。

所测得脂肪酸中，C8:0、C10:0、C12:0、C15:0、C16:1n7、C17:0、C18:0、C18:3n6、C20:0、C20:3n6、C20:4n6、C22:0 在武定鸡、盐津乌骨鸡与大围山微型鸡腿肌中没有显著差异。C16:0、C18:1n9c、C18:2n6c 和 C24:0 在三个鸡种间存在显著差异（p<0.05），且都是大围山微型鸡腿肌中含量最高，分别为 10.691、12.952、14.314 和 0.020 mg/g。C6:0、C14:0、C18:3n3 和 C22:6n3 在三个鸡种间存在极显著差异（p<0.01），其中 C6:0、C18:3n3 和 C22:6n3 也是大围山微型鸡腿肌中含量最高，分别为 0.020 mg/g、0.400 mg/g 和 0.304 mg/g。在武定鸡、盐津乌骨鸡和大围山微型鸡腿肌中，饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸的含量不存在显著差异，但大围山微型鸡中多不饱和脂肪酸含量（18.766 mg/g）显著高于其他两个品种（p<0.05）。

表 1 武定鸡、盐津乌骨鸡及大围山微型鸡胸肌中脂肪酸种类及含量差异（mg/g）

Table 1 The comparison of fatty acids composition and content in the breast muscle of Wuding chickens, Yanjin silky fowl and Daweishan miniature chickens (mg/g)

脂肪酸	武定鸡胸肌	盐津乌骨鸡胸肌	大围山微型鸡胸肌
乙酸 C6:0	0.008±0.004^{b}	0.015±0.007^{a}	0.003±0.001^{b}
辛酸 C8:0	0.0015 ±0.0001^{A}	0.0014±0.0001^{A}	0.001±0.0002^{B}
葵酸 C10:0	0.009 ±0.001	0.009±0.001	0.008±0.0004
月桂酸 C12:0	0.012±0.001^{A}	0.011±0.001^{AB}	0.009±0.001^{B}
肉豆蔻酸 C14:0	0.116±0.018^{A}	0.102±0.020^{A}	0.051±0.023^{B}
十五碳酸 C15:0	0.024±0.012	0.020±0.010	0.013±0.005
棕榈酸 C16:0	7.089±0.848^{A}	6.191±0.654^{A}	4.278±0.644^{B}
棕榈油酸 C16:1n7	0.503±0.464	0.520±0.439	0.180±0.186
十七碳酸 C17:0	0.045±0.018	0.042±0.021	0.030±0.010
硬脂酸 C18:0	3.333±0.429	2.876±1.082	2.410±0.471
油酸 C18:1n9c	8.316±2.523^{A}	7.409±0.791^{AB}	3.678±1.469^{B}
亚油酸 C18:2n6c	6.353±1.085^{A}	5.303±0.782^{A}	3.232±0.783^{B}
α-亚麻酸 C18:3n3	0.233±0.025^{A}	0.153±0.039^{B}	0.063±0.022^{C}
γ-亚麻酸 C18:3n6	0.023±0.028	0.023±0.016	0.011±0.008
花生酸 C20:0	0.028±0.009	0.025±0.011	0.026±0.004
二十碳三烯酸 C20:3n6	0.101±0.073	0.115±0.023	0.112±0.092

转下页

接上页

花生四烯酸 C20:4n6	1.999±0.313	2.021±0.264	2.417±0.429
二十二碳酸 C22:0	0.019±0.002^{B}	0.015±0.002^{B}	0.027±0.004^{A}
二十二碳六烯酸甲酯 (DHA)C22:6n3	0.253±0.040	0.188±0.087	0.206±0.107
二十四碳酸 C24:0	0.003±0.004	0.005±0.007	0.013±0.008
饱和脂肪酸（SFA）	10.688±0.967^{A}	9.311±1.473^{AB}	6.868±1.101^{B}
单不饱和脂肪酸（MUFA）	8.819±2.523^{A}	7.928±0.791^{A}	3.858±0.211^{B}
多不饱和脂肪酸（PUFA）	8.963±1.013^{a}	7.803±1.056^{a}	6.043±0.842^{b}
总脂肪（Total fat）	28.470±2.081^{a}	25.042±3.609^{a}	16.769±1.857^{b}
n-3 多不饱和脂肪酸	0.486±0.064^{A}	0.341±0.123^{AB}	0.270±0.107^{B}
n-6 多不饱和脂肪酸	6.477±1.095^{A}	5.441±0.808^{A}	3.356±0.801^{B}
n-6/n-3	13.327	15.956	12.430

注：同一行肩标，小写字母不同者表示差异显著（p<0.05），大写字母不同者表示差异极显著（p<0.01）。

表 2 武定鸡、盐津乌骨鸡与大围山微型鸡腿肌中脂肪酸的含量比较（mg/g）

Table 2 The comparison of fatty acids content in the leg muscle of Wuding chickens, Yanjin silky fowl and Daweishan miniature chickens (mg/g)

脂肪酸	武定鸡腿肌	盐津乌骨鸡腿肌	大围山微型鸡腿肌
乙酸 C6:0	0.015±0.002^{AB}	0.014±0.002^{B}	0.020±0.002^{A}
辛酸 C8:0	0.002 ±0.0003	0.002±0.0009	0.002±0.0004
葵酸 C10:0	0.010 ±0.001	0.010±0.002	0.010±0.001
月桂酸 C12:0	0.014±0.005	0.015±0.006	0.015±0.003
肉豆蔻酸 C14:0	0.150±0.006^{B}	0.181±0.012^{A}	0.172±0.017^{AB}
十五碳酸 C15:0	0.033±0.011	0.031±0.016	0.035±0.021
棕榈酸 C16:0	8.874±1.276^{b}	10.195±0.596^{ab}	10.691±1.202^{a}
棕榈油酸 C16:1n7	0.659±0.533	1.349±1.346	0.855±0.436
十七碳酸 C17:0	0.081±0.014	0.075±0.036	0.101±0.075
硬脂酸 C18:0	6.083±1.316	5.655±2.386	7.332±2.933
油酸 C18:1n9c	9.732±1.299^{b}	12.570±3.158^{a}	12.952±0.811^{a}
亚油酸 C18:2n6c	11.337±1.512^{b}	11.065±1.507^{b}	14.314±1.118^{a}
α-亚麻酸 C18:3n3	0.318±0.039^{B}	0.315±0.039^{B}	0.400±0.027^{A}
γ-亚麻酸 C18:3n6	0.034±0.026	0.042±0.043	0.044±0.017
花生酸 C20:0	0.070±0.024	0.054±0.027	0.087±0.024
二十碳三烯酸 C20:3n6	0.143±0.107	0.185±0.027	0.192±0.061
花生四烯酸 C20:4n6	3.108±0.695	3.044±0.749	3.512±0.754
二十二碳酸 C22:0	0.041±0.009	0.039±0.011	0.041±0.022
二十二碳六烯酸甲酯(DHA)C22:6n3	0.280±0.060^{AB}	0.182±0.051^{B}	0.304±0.027^{A}
二十四碳酸 C24:0	0.012±0.001^{b}	0.007±0.002^{c}	0.020±0.004^{a}
饱和脂肪酸（SFA）	15.383±1.377	16.279±2.987	18.526±1.558
单不饱和脂肪酸（MUFA）	10.392±1.746	13.918±4.099	13.808±1.040
多不饱和脂肪酸（PUFA）	15.219±1.882^{b}	14.833±2.161^{b}	18.766±2.195^{a}
总脂肪酸	40.994±3.478^{b}	45.030±6.924^{ab}	51.100±3.518^{a}
n-3 多不饱和脂肪酸	0.597±0.141	0.497±0.354	0.704±0.474
n-6 多不饱和脂肪酸	11.514±1.549^{b}	11.292±1.505^{b}	14.550±1.174^{a}
n-6/n-3	19.286	22.720	20.668

注：同一行肩标，小写字母不同者表示差异显著（p<0.05），大写字母不同者表示差异极显著（p<0.01）。

表 3 武定鸡、盐津乌骨鸡与大围山微型鸡胸肌、腿肌中脂肪酸的含量比较（mg/g）

Table 3 The comparison of fatty acids content in the breast and leg muscle of Wuding chickens,Yanjin silky fowl and Daweishan miniature chickens (mg/g)

脂肪酸	武定鸡胸肌	武定鸡腿肌	盐津乌骨鸡胸肌
饱和脂肪酸（SFA）	10.688±0.967^{B}	15.383±1.377^{A}	9.311±1.473^{B}
单不饱和脂肪酸（MUFA）	8.189±2.260	10.392±1.746	7.928±1.168^{b}
多不饱和脂肪酸（PUFA）	8.963±1.013^{B}	15.219±1.882^{A}	7.803±1.056^{B}
总脂肪（Total fatty）	28.470±2.081^{B}	40.994±3.478^{A}	25.042±3.609^{B}
脂肪酸	盐津乌骨鸡腿肌	大围山微型鸡胸肌	大围山微型鸡腿肌
饱和脂肪酸（SFA）	16.279±2.987^{A}	6.868±1.101^{B}	18.526±1.588^{A}
单不饱和脂肪酸（MUFA）	13.918±4.099^{a}	3.858±0.248^{B}	13.808±1.040^{A}
多不饱和脂肪酸（PUFA）	14.833±2.161^{A}	6.043±0.842^{B}	18.766±2.195^{A}
总脂肪（Total fatty）	45.030±6.924^{A}	16.769±1.857^{B}	51.100±3.518^{A}

注：同一行肩标，小写字母不同者表示差异显著（p<0.05），大写字母不同者表示差异极显著（p<0.01）。

由表 3 可以知，武定鸡、盐津乌骨鸡和大围山微型鸡胸肌与腿肌饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸和总脂肪含量存在极显著差异（p<0.01），武定鸡腿肌比胸肌分别高 43.93%、69.80%和 43.99%，盐津乌骨鸡腿肌比胸肌分别高 74.83%、90.09%和 79.82%，大围山微型鸡腿肌比胸肌分别高 169.74%、210.54%和 204.73%；盐津乌骨鸡胸肌与腿肌单不饱和脂肪酸含量存在显著差异（p<0.05），腿肌比胸肌高 75.55%；盐津乌骨鸡腿肌与胸肌单不饱和脂肪酸量存在极显著差异（p<0.01），腿肌比胸肌高 257.91%。

甘油和脂肪酸组成了脂肪，脂肪作为膳食结构中一个主要的组成部分，对生物体的生命活动起到重要作用。越来越多的研究及资料表明，脂肪酸的摄入及代谢不平衡导致了人体疾病的产生[6]。近年来，鸡肉的消费量呈逐年递增趋势，但对我国特有的一些优质地方鸡种研究却不多，因此本研究对云南三个地方鸡种的脂肪酸含量及差异进行分析，旨在为我国优质地方鸡种质资源的开发利用提供科学理论依据。

不同品种鸡肉品质，风味及脂肪酸含量均有不同，梅凤艳[2]等人对武定鸡胸肌腿肌进行测定，得到 18 中脂肪酸，低于本实验结果，胸肌腿肌中脂肪酸组成都以不饱和脂肪酸为主，与本实验的三种实验鸡种结果一致。Tian[7]等人对丝毛乌骨鸡、岭南黄羽鸡及崇仁麻鸡脂肪进行测定，得到 20 种脂肪酸，与本实验结果相近，只是脂肪酸种类上略有不同，但在脂肪酸构成比例上基本一致，不饱和脂肪酸高于饱和脂肪酸，且棕榈酸（C16:0）、硬脂酸（C18:0）、油酸（C18:1n9c）和亚油酸（C18:2n6c）占到总脂的 70%以上，与申杰[8]等人的研究结果一致，表明脂肪酸组成具有一定的规律性和相对稳定性。

总体来看，无论是饱和脂肪酸还是不饱和脂肪酸，在三种鸡腿肌中含量都高于胸肌，且大多差异显著。这与许多研究者的结果一致[3,9]。这可能与鸡不同部位运动量有关，腿部肌肉相对胸部肌肉运动量大，肌肉在运动中获得能量，增强了血液循环，肌间脂肪沉积较多[10]。因此腿肌的营养价值及风味都要优于胸肌。

通常，棕榈酸（C16:0）和硬脂酸（C18:0）在饱和脂肪酸中含量明显高于其他饱和脂肪酸。研究表明，饱和脂肪酸是心脏优先动用的脂肪酸[11]，如果人体缺乏某种脂肪酸时，最先通过内生途径合成的是棕榈酸（C16:0），棕榈酸再通过碳链延长酶及去饱和酶的作用生成长链的多不饱和脂肪酸[12]，棕榈酸还能降低血清中由于膳食中月桂酸和肉豆蔻酸带来的胆固醇含量增加问题，可能对治疗血栓有一定帮助[13]。油酸（C18:1n9c）是最为普遍的一种脂肪酸，普遍存在于植物油和动物脂肪中，如猪油和牛油等，脂肪中的单不饱和脂肪酸绝大多数都是以油酸为主[14,15]。与饱和脂肪酸比，不饱和脂肪酸对调节血脂、降低胆固醇、降血糖、血压起到一定作用[16,17]。多不饱和脂肪酸指含有多个顺式或反式双键的脂肪酸，一般链长在十八个碳原子以上。不饱和脂肪酸根据甲基端第一个双键所连碳原子的编号可分为 n-3、n-6、n-7、n-9 等系列(也可以用 ω 编号表示)[18]。n-3 和 n-6 系列为人体必需脂肪酸，其对婴幼儿生长发育、增强记忆力[19]、人体心血管疾病[20]、糖尿病[21]和炎症[22]等疾病的防治起到重要作用。本实验中三个地方鸡种都含有 n-3 和 n-6 系列脂肪酸，研究建议人类膳食中 n-6/n-3PUFA 应该小于 4，这样有利于人体健康[23]，但本实验中 n-6/n-3 比值较高，可能是由于实验用鸡饲养过程中以精料为主[24]，n-3 主要来源是干果和鱼油中，因此食用这类鸡肉时，在日常膳食中应该注意 n-3 系列脂肪酸的补充。n-3 系列脂肪酸中，DHA（二十二碳六烯酸）是人类

初乳中才含有的一种长链不饱和脂肪酸，只在少数地方鸡种中有检出，在本研究中，武定鸡（0.89%），盐津乌骨鸡（0.75%）和大围山微型鸡（1.23%）鸡胸肉中的 DHA 含量都高于之前有过研究报道的贵妃鸡（0.11%）[25]和黑羽乌骨鸡（0.62%）[7]、低于泰和乌骨鸡（2.26%）[26]。

3 结论

在相同饲养条件下 140 日龄的武定鸡、盐津乌骨鸡鸡和大围山微型鸡鸡肉中都检出了 20 种脂肪酸，且种类相同。胸肌中总脂肪，武定鸡、盐津乌骨鸡显著高于大围山微型鸡（p<0.05）；三个品种间鸡胸肉中共有 7 种脂肪酸含量存在显著或极显著差异，其中 6 种脂肪酸武定鸡含量显著或极显著高于大围山微型鸡（p<0.05）、（p<0.01）。腿肌中总脂肪含量，大围山微型鸡显著高于武定鸡（p<0.05）。三个品种间鸡腿肉中共有 8 种脂肪酸含量存在显著或极显著差异，其中 6 种脂肪酸含量大围山微型鸡显著或极其显著高于武定鸡（p<0.05）、（p<0.01）。胸肌和腿肌中脂肪酸含量，除了武定鸡和乌骨鸡的单不饱和脂肪酸外，其他腿肌中脂肪酸含量都极显著高于胸肌中含量（p<0.01）。综上所述，武定鸡、盐津乌骨鸡、大围山微型鸡脂肪酸含量各有优势，且同时具有大部分鸡肉中不含的 DHA（二十二碳六烯酸），具有较高营养价值。

参考文献

[1] 和珊珊,王桂瑛,程志斌,等.云南地方鸡种蛋品质与营养成分研究[J].农产品加工学刊:下,2013,11:75-77
HE Shan-shan, WANG Gui-ying, CHENG Zhi-bin, et al. Egg quality and nutritional composition of four Yunnan local chicken breeds [J]. Academic Periodical of Products Processing, 2013, 11: 75-77

[2] 梅凤艳,陶琳丽,黄伟,等.不同性别武定鸡腿肌和胸肌脂肪酸含量比较分析[J].中国家禽,2015,37(24):10-13
MEI Feng-yan, TAO Lin-li, HUANG Wei, et al. Comparative analysis of fatty acid content of leg and breast muscle in wuding chicken [J]. China Poultry, 2015, 37(24): 10-13

[3] 贾俊静,文生萍,熊保良,等.云南屏边大围山微型鸡遗传多样性[J].云南农业大学学报,2009,24(5):654-660
JIA Jun-jing, WEN Sheng-ping, XIONG Bao-liang, et al. Genetic diversity of daweishan mini chickens based on microsatellite markers [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2009, 24(5): 654-660

[4] 佚名.云南"六大名鸡"介绍[J].农村实用技术,2013,5
Anonymity. The intruduce of six Yunnan famous chickens [J]. Rural Practical Technology, 2013,5

[5] Mottram D S, Edwards R A. The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef [J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 1983, 34(5): 517-522

[6] 李朝云,康相涛,韩瑞丽,等.鸡脂肪酸性状的研究概述[J].安徽农业科学,2007,35(27):8502-8503
LI Chao-yun, KANG Xiang-tao, HAN Rui-li, et al. Research and discussion on the trait of fatty acid of chicken [J]. Journal of Anhui Agriculture Science, 2007, 35(27): 8502-8503

[7] Tian Y, Zhu S, Xie M, et al. Composition of fatty acids in the muscle of black-bone silky chicken (Gallus gellus demesticus brissen) and its bioactivity in mice [J]. Food Chemistry, 2011, 126(2): 479-483

[8] 申杰,潘爱銮,蒲跃进,等.不同品种鸡胸肌脂肪酸组成分析[J].湖北农业科学,2014,53(23):5805-5808
SHEN Jie, PAN Ai-luan, PU Yue-jin, et al. Fatty acid components in chest muscle tissues of diffreent chickens [J]. Hubie Agricultural Science, 2014, 53(23): 5805-5808

[9] Dalziel C J, Kliem K E, Givens D I. Fat and fatty acid composition of cooked meat from UK retail chickens labelled as from organic and non-organic production systems [J]. Food Chemistry, 2015, 179: 103-108

[10] 吕进宏.不同饲养方式和营养水平对北京油鸡生长性能和肉质的影响[D].武汉:华中农业大学,2005
LV Jin-hong. Effect of different feeding manners and nutrient levels on growth performance and meat quality of Beijing fatty chicken [D]. Wuhan: Huazhong Agriculture University, 2005

[11] Lawson L D, Kummerow F A. beta-Oxidation of the coenzyme A esters of elaidic, oleic, and stearic acids and their full-cycle intermediates by rat heart mitochondria [J]. Biochimica Et Biophysica Acta, 1979, 573(573): 245-254

[12] 陈银基.不同影响因素条件下牛肉脂肪酸组成变化研究[D].南京:南京农业大学,2007
CHEN Yin-ji. Study on changes of fattyacids profiles of beef under different factors [D]. Nanjing: Nanjing Agriculture University, 2007

[13] Ng T K, Hayes K C, Dewitt G F, et al. Dietary palmitic and oleic acids exert similar effects on serum cholesterol and lipoprotein profiles in normocholesterolemic men and women [J]. Journal of the American College of Nutrition, 1992, 11(4): 383-390

[14] 陈合,许牡丹.新型食品原料制备技术与应用[M].北京:化学工业出版社,2003
CHEN He, XU Mu-dan. Preparation technology and

application of new food raw materials [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2003

[15] Calder P C. Functional roles of fatty acids and their effects on human health [J]. Jpen Journal of Parenteral & Enteral Nutrition, 2015, 39(1Suppl): 18S

[16] Mensink R P, Katan M B. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials [J]. Arterioscler Thromb, 1992, 12: 911-919

[17] Mensink R P, Zock P L, Kester A D, et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials [J]. Am. J Clin. Nutr., 2003, 77(5): 1146-1155

[18] 马立红,王晓梅.多不饱和脂肪酸药理作用研究[J].吉林中医药,2006,26(12):69-70
MA Li-hong, WANG Xiao-mei. Study on pharmacological action of polyunsaturated fatty acids [J]. Jilin Journal of Traditional Chinese Medicine, 2006, 26(12): 69-70

[19] Daviglus M L, Stamler J, Orencia A J, et al. Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction [J]. New England Journal of Medicine, 1997, 336(15): 1046-53

[20] Iso H, Rexrode K, Stampfer M J. Intake of fish and omega-3 fatty acids and risk of stroke in women [J]. Jama the Journal of the American Medical Association, 2001, 285(3): 304-12

[21] Montori V M, Farmer A, Wollan P C, et al. Fish oil supplementation in type 2 diabetes: A quantitative systematic review [J]. Diabetes Care, 2000, 23(9): 1407-15

[22] Loeschke K, Ueberschaer B, Pietsch A, et al. N-3 fatty acids only delay early relapse of ulcerative colitis in remission [J]. Digestive Diseases & Sciences, 1996, 41(10): 2087-2094

[23] Enser M, Hallett K G, Hewett B, et al. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition [J]. Meat Science, 1998, 49(3): 329-41

[24] Yang A, Lanari M C, Brewster M, et al. Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement [J]. Meat Science, 2002, 60(1): 41-50

[25] 李辉,易恒洁,彭邦星,等.贵妃鸡肌肉脂肪酸的 GC-MS 分析[J].广东农业科学,2014,41(1):96-97
LI Hui, YI Heng-jie, PENG Bang-xing, et al. Analysis on components of fatty acid in muscle of Royal chicken by GC-MS [J]. Guangdong Agricultural Science, 2014, 41(1): 96-97

[26] 王维亚,田颖刚,谢明勇,等.乌骨鸡磷脂侧链脂肪酸的 GC-MS 分析[J].南昌大学学报(理科版),2007,31(2):150-153
WANG Wei-ya, TIAN Ying-gang, XIE Ming-yong, et al. Analysis of fatty acids of phospholipid in black-bone silk fowl by GC-MS [J]. Journal of Nanchang University(Natural Science), 2007, 31(2): 150-153

现代食品科技