

北京油鸡遗传育种与品质研究进展

赵灵改¹, 吕学泽², 刘毅¹, 王梁², 杨卫芳², 秦琛强¹, 李兴民^{1,*}

(1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083; 2. 北京市畜牧总站, 北京 100101)

摘要: 北京油鸡是北京地区特有的肉蛋兼用型鸡种, 距今已有300余年历史, 以外形独特、肉质鲜嫩、肉香浓郁而著称, 是我国优质的地方鸡种, 2020年获得国家农产品地理标志登记证书。本文主要从北京油鸡遗传育种、影响北京油鸡屠宰性能及肉质的因素、鸡肉风味物质研究及鸡蛋品质研究等方面进行综述, 以为北京油鸡的规模化养殖、鸡肉品质控制及产品开发提供一定的理论参考。

关键词: 北京油鸡; 遗传育种; 肉质; 风味; 品质

Recent Progress in Genetic Breeding and Quality Evaluation of Beijing You Chicken

ZHAO Linggai¹, LÜ Xueze², LIU Yi¹, WANG Liang², YANG Weifang², QIN Chenqiang¹, LI Xingmin^{1,*}

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

2. Beijing Animal Husbandry Station, Beijing 100101, China)

Abstract: With a history of more than 300 years, Beijing You chicken is a dual-purpose chicken breed for both meat and egg production, originating from Beijing. It is famous for its unique appearance, fresh and tender meat and strong meat flavor. As a local breed of high quality chicken in China, it has obtained a certificate of registration for agro-product geographical indication in 2020. In order to provide a theoretical reference for large-scale farming, meat quality control and product development of Beijing You chicken, this paper summarizes recent progress in the genetic breeding of Beijing You chicken, understanding the factors affecting the slaughter performance and meat quality, and the study of the meat flavor substances and egg quality.

Keywords: Beijing You chicken; genetic breeding; meat quality; flavor; quality

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20210323-077

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2021) 04-0057-07

引文格式:

赵灵改, 吕学泽, 刘毅, 等. 北京油鸡遗传育种与品质研究进展[J]. 肉类研究, 2021, 35(4): 57-63. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20210323-077. <http://www.rlyj.net.cn>

ZHAO Linggai, LÜ Xueze, LIU Yi, et al. Recent progress in genetic breeding and quality evaluation of Beijing You chicken[J]. Meat Research, 2021, 35(4): 57-63. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20210323-077. <http://www.rlyj.net.cn>

北京油鸡又名“中华宫廷黄鸡”, 距今已有300余年历史, 原产于北京城北侧安定门和德胜门外近郊一带, 以外形独特、肉味鲜美而著称, 是我国优质的地方鸡种^[1]。2000年北京油鸡被列入国家级畜禽品种资源保护名录^[2], 2001年北京油鸡被列为国家级畜禽品种资源重点保护品种, 2020年北京油鸡成为继“北京鸭”之后, 第2个获得国家农产品地理标志登记证书的畜禽产品^[3]。北京油鸡曾一度濒临灭绝, 在20世纪70年代以后, 经过中国农业科

收稿日期: 2021-03-23

基金项目: 北京市家禽产业创新团队项目 (BAIC04-2021)

第一作者简介: 赵灵改 (1993—) (ORCID: 0000-0002-6540-6330), 女, 硕士研究生, 研究方向为畜产品加工。

E-mail: 1718491268@qq.com

*通信作者简介: 李兴民 (1964—) (ORCID: 0000-0002-8679-7270), 男, 教授, 硕士, 研究方向为畜产品加工。

E-mail: lixingmin@cau.edu.cn

学院等科研单位从民间搜集种蛋, 经过孵化、饲养、提纯、繁育等工作, 形成了具有一定规模、外观和性能一致性良好的群体, 使得北京油鸡这一品种得以保留^[4]。北京油鸡经过长期选育而成, 遗传性能比较稳定^[5], 通常将“三羽” (凤头、毛腿和胡子嘴) 及“五趾”作为北京油鸡的主要特征^[6]。北京油鸡属中等体型, 较快大型肉鸡体质量增长慢, 但肉质鲜嫩、味道鲜美, 炖煮鸡汤风味更佳, 且较白羽肉鸡营养价值更高^[7-8]。20世纪90年代北

京油鸡曾出口日本, 被日本称为“天下第一鸡”^[9]。目前众多学者对北京油鸡进行了研究, 但缺乏对这些研究成果的归纳总结。本文主要从北京油鸡遗传育种、影响北京油鸡屠宰性能及肉质的因素、鸡肉风味成分及鸡蛋品质研究方面进行综述, 以期是北京油鸡的规模化养殖、鸡肉品质改善及其精深加工提供一定的参考。

1 北京油鸡遗传育种研究

北京油鸡外形独特, 肉质鲜嫩、肉味浓郁, 是我国优质的地方鸡种。许多学者对北京油鸡进行了深入的研究, 如以北京油鸡为种质资源的分子遗传标记及表达调控研究^[10-11]、北京油鸡品种及遗传资源多样性研究等^[12-13]。目前, 国内外对北京油鸡遗传育种的研究多集中在与肌肉品质性状相关的分子遗传标记、筛选等方面^[14-15]。

1.1 与鸡肉品质相关的育种研究

李晶等^[16]利用传统最佳线性无偏预测 (best linear unbiased prediction, BLUP) 和基因组最佳线性无偏预测 (genomic best linear unbiased prediction, GBLUP) 2 种方法对北京油鸡的胴体和肉质等性状进行遗传参数估计。对于某些性状, 传统的BLUP方法与新的GBLUP方法得到的遗传力与遗传相关估值存在较大差异。初芹等^[17]对北京油鸡4 个品系种鸡集中开展鱼腥味基因 *FMO3* 突变位点分子标记辅助选择, 结合严格的登记和选留制度, 剔除了北京油鸡4 个品系中鱼腥味基因的不利位点, 并对后代种鸡和配套杂交生产的商品鸡进行检测验证, 未发现含T位点的个体, 表明北京油鸡种群完成了鱼腥味不利基因位点的剔除工作。李金龙^[18]分析不同组织和不同体质量组北京油鸡基因组DNA甲基化水平的差异, 在此基础上进一步分析体质量与个体肌肉组织基因组DNA甲基化的关系。结果表明, 北京油鸡个体中肌肉组织的甲基化水平显著低于卵巢组织; 北京油鸡肌肉组织基因组DNA甲基化水平与个体体质量之间呈显著负相关, 该研究分离鉴定出14 个可能与体质量有关的特异性甲基化片段。付睿琦^[19]利用蛋白质组学技术对北京油鸡不同发育阶段肌肉发育和肌内脂肪代谢的分子机制进行研究, 筛选调控肌肉发育与脂肪代谢的关键蛋白, 初步鉴定北京油鸡胸肌肌内脂肪调控中最为关键的蛋白为乙酰辅酶A酰基转移酶2 (acetyl-CoA acyltransferase 2, ACAA2)、膜联蛋白A2 (annexin A2, ANXA2)、载脂蛋白A-I、Ras相关蛋白, 共同调控肌肉发育和脂类代谢的关键蛋白为ACAA2、ANXA2、糖原蛋白1、苹果酸脱氢酶1、磷酸果糖激酶。

1.2 北京油鸡遗传多样性研究

张会永等^[12]研究北京油鸡保种群的遗传多样性和遗传进化机制, 结果显示, 北京油鸡保种群体共

鉴定出295 849 个单核苷酸多态性 (single nucleotide polymorphism, SNP) 标记, 核苷酸多样性为0.205 9、保种群体的平均观察杂合度为0.200 4、近交系数为0.026 5; 对前200 个受到强烈选择的基因进行功能注释分析, 发现这些差异基因主要富集在细胞形态分化、心血管系统、分泌系统、蛋白质磷酸化等信号通路。杨宇泽等^[13]对北京油鸡2 个世代群体的11 个微卫星座位进行检测, 结果显示, 北京油鸡 F_0 和 F_1 代平均观测杂合度分别为0.594和0.588, 平均预期杂合度分别为0.592和0.604, 近交系数 F_{IS} 平均值分别为-0.007和0.033, 群体间基因分化系数 F_{ST} 平均值为0.029。北京油鸡群体 F_0 和 F_1 代具有丰富的遗传多态性, 防止近交现象和群体分化的产生, 维持了北京油鸡群体遗传结构的稳定性。张健等^[20]测定3 个鸡种 (北京油鸡、太行鸡、坝上长尾鸡) 的138 个个体mtDNA *D-loop*全序列, 结果显示, 在所测定的mtDNA *D-loop*序列中, 共检测到70 个变异位点, 组成49 种单倍型, 其中, 北京油鸡、太行鸡和坝上长尾鸡的单倍型数分别为14、24、21 个, 均有品种特异的单倍型, 结果表明, 3 个地方鸡种遗传多样性丰富, 群体间存在明显遗传分化。晁哲等^[21]研究发现, 文昌鸡与北京油鸡*HSP90AA1*基因中存在7 个SNP突变位点, 鸡*HSP90AA1*基因启动子区存在1 个CpG岛, 该CpG岛在文昌鸡和北京油鸡胸肌组织中具有不同的甲基化模式和水平。该研究结果为北京油鸡和文昌鸡系统选育、生长发育规律等方面的研究提供了表观遗传学依据。张剑等^[22]采用29 对微卫星标记对北京油鸡保种群进行遗传多样性检测, 结果显示, 共检测到171 个等位基因, 观察等位基因数平均5.90 个, 多态信息含量和期望杂合度的平均值分别为0.53和0.59, 表现为高度多态性, 除少数几个位点, 其余微卫星位点都处于基因平衡状态, 说明北京油鸡保种群具有丰富的遗传多样性。

1.3 北京油鸡免疫功能研究

耿立英等^[23]研究结果表明, 42 日龄北京油鸡和来航鸡脾脏质量、组织结构及其miRNA表达谱存在一定差异, 其中, 北京油鸡脾脏的平均质量为1.98 g, 显著高于来航鸡; 差异表达的miRNAs可能通过对靶基因的调控参与T、B淋巴细胞增殖、分化和免疫器官的发育过程, 进而导致2 个鸡种脾脏质量、组织结构和免疫应答能力的不同。刘璐等^[24]通过对北京油鸡和白来航鸡不同免疫性状的比较, 发现2 个品种的炎性细胞因子变化规律、血液载菌量和DNA甲基转移酶在盲肠的表达等性状均呈现显著差异, 北京油鸡对沙门氏菌血清抗体和细胞免疫应答较为迅速, 表明北京油鸡对沙门氏菌的抗性优于白来航鸡。周伟^[25]利用鸡SNP60芯片对北京油鸡群体进行拷贝数变异 (copy number variation, CNV) 检测, 筛选与免疫能力相关并存在CNV的基因或相关区间及位

点。结果显示,鸡16号染色体SNP位点rs16057310、Gga_rs15788237、Gga_rs15788101和CNV2与血清中免疫球蛋白G抗体含量有关,位于这些区域附近的基因*CD1b*、*TRIM27*、*ZNF692*及*MHC*位点与免疫功能相关。

遗传育种工作对于保持北京油鸡特有的遗传性状、改善鸡肉品质、风味及提高其抗病能力具有重要意义。随着《中欧地理标志协定》的签订与生效,我国已有100个地理标志产品得到保护,该协定将会促进我国诸如北京油鸡等优质农副产品的发展。

2 不同品种鸡之间屠宰性能及鸡肉品质对比研究

随着生活水平的提高,人们对鸡肉品质的要求越来越高,地方品种鸡正逐渐占据世界鸡肉市场的主导地位,成为家禽生产的主流^[26]。据中国畜牧业协会统计,中国2018年黄羽肉鸡产量约占鸡肉总产量的34.5%^[27]。不同品种鸡在屠宰性能、肉质及风味等方面存在一定的差异,许多学者对此进行了研究,如北京油鸡与白羽、黄羽肉鸡^[1,28]以及不同优质鸡种之间^[29]鸡肉品质的研究。

巨晓军等^[8]研究表明,相比于其他品种鸡(安卡鸡、隐性白羽肉鸡、文昌鸡),北京油鸡的胸肌pH值最高、失水率最低,必需脂肪酸含量显著高于安卡鸡、文昌鸡。不同品种鸡的肉品质和风味物质含量差异较大。孙研研等^[27]比较京星黄鸡103和纯种北京油鸡在屠体性能、肉品质和肌肉主要营养成分上的差异,结果表明,京星黄鸡103的体质量、胸肌质量、腿肌质量均高于纯种北京油鸡,90日龄京星黄鸡103胸肌肌内脂肪和粗蛋白质含量显著高于北京油鸡,胸肌脂肪酸组成无显著差异。以纯种北京油鸡为父系、矮脚黄鸡为母系培育而成的京星黄鸡103与纯种北京油鸡相比生长速度较快,且基本保持了纯种北京油鸡的肌内脂肪含量高等优良特性。Zhao Guiping等^[30]研究120日龄北京油鸡和AA肉鸡胸肌的脂质特性,结果表明,北京油鸡的磷脂含量(5.77 g/kg)显著高于AA肉鸡(2.14 g/kg),甘油三酯含量无显著差异,北京油鸡鸡肉中花生四烯酸、必需脂肪酸和总不饱和脂肪酸含量均显著高于AA肉鸡。初芹等^[31]比较16周龄北京油鸡商品鸡与纯种北京油鸡的外貌特征、成活率、体尺、屠宰性能之间的差异,结果表明,商品鸡具备北京油鸡的“三羽”和“五趾”特征;0~16周龄商品鸡和纯种北京油鸡成活率均在93.5%以上;北京油鸡商品鸡体尺性状与纯种北京油鸡之间差异不显著;北京油鸡商品鸡的屠宰率、半净膛率和全净膛率显著高于纯种北京油鸡。

由以上研究可知,北京油鸡与其他品种鸡的屠宰性能、鸡肉品质的差异不尽相同,如北京油鸡与快大型鸡相比,其鸡肉中的必需脂肪酸和总不饱和脂肪酸含量显

著高于AA肉鸡;纯种北京油鸡与其商品鸡相比,屠宰性能、鸡肉品质之间无显著差异,甚至有些指标低于商品鸡,如京星黄鸡103的体质量、胸肌质量、腿肌质量均高于纯种北京油鸡,90日龄京星黄鸡103胸肌肌内脂肪和粗蛋白质含量显著高于北京油鸡。育种工作者可选取北京油鸡作为种质资源,对北京油鸡进行品种选育,培育相应专门化品系的同时通过杂种优势预测和配合力测定,筛选出优良的配套系,既充分保留北京油鸡的外貌和肉质特点,同时又提高了屠宰性能,使北京油鸡更加满足市场化需求。

3 影响北京油鸡屠宰性能及鸡肉品质的因素

3.1 饲养方式对北京油鸡屠宰性能及鸡肉品质的影响

林下果地生态养殖通过给鸡提供足够的饲养场地,保证其自由活动空间且在树林中可以采食到一定数量的虫、草、土壤矿物质等,可自由接近水源、食物和阳光。林下果地生态养殖具有降低生产成本、降低鸡疾病发生概率、改善鸡肉品质、降低林果虫害发生等优势^[32-33]。

孟林等^[34]研究表明,板栗园行间种草放养北京油鸡可减少补饲量且北京油鸡活体质量、屠宰率、腿肌率、胸肌率等屠宰性能指标有所提高,胸肌和腿肌的粗蛋白质、氨基酸和5'-肌苷酸(5'-inosine monophosphate, IMP)等营养成分含量也有所提高。李文嘉等^[35]研究表明,饲养至20周龄时,放养组北京油鸡的腿肌率、不饱和脂肪酸、必需脂肪酸含量和胸肌与腿肌中粗蛋白质含量、IMP含量均显著高于笼养组,而北京油鸡活体质量、腹脂率及粗脂肪、饱和脂肪酸、总脂肪酸含量均显著低于笼养组;饲养方式对肌肉水分含量无显著影响,林下放养方式可改善北京油鸡鸡肉的化学组成。吕学洋等^[36]研究饲养方式对北京油鸡鸡肉风味的影响,结果显示,放养条件下北京油鸡鸡肉中IMP、L-谷氨酸含量高于集约化饲养。毛培春等^[37]研究发现,与林下光板地放养比较,林间种草放养能够提高北京油鸡屠宰性能和鸡肉品质,其中腿肌率、胸肌率、腹脂率分别提高19.23%、12.00%、100.00%,腿肌必需氨基酸含量显著增加20.89%,胸肌钙含量显著增加29.99%。Fu Dezhi等^[38]研究不同饲养方式(散养、笼养)对26~40周龄北京油鸡屠宰性能和肉质的影响,结果表明,大部分性状没有明显变化,部分性状存在差异,其中,26周龄散养组腿肌、胸肌纤维直径显著高于笼养组。

3.2 饲料中不同添加物对北京油鸡屠宰性能及鸡肉化学组成的影响

在饲料中加入不同的添加物,如复合益生菌^[39-41]、亚麻籽^[42-43]、硒^[44]、新鲜菊苣^[45]能够改善北京油鸡的屠宰性能、改变鸡肉的化学组成,提高鸡肉的营养价值。

樊海苗等^[41]研究复合益生菌对北京油鸡屠宰性能和肉品质的影响,结果表明,各处理组(对照组、杆菌肽锌组、复合益生菌组)北京油鸡屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率和腹脂率均无显著差异,复合益生菌组和杆菌肽锌组北京油鸡胸肌粗脂肪含量较对照组分别降低36.67%和28.81%,粗蛋白质含量分别提高1.78%和2.00%。赵丹阳等^[43]研究表明,饲料中添加9%亚麻籽,北京油鸡肌肉中n-3多不饱和脂肪酸含量显著增加且不影响肌肉的抗氧化特性;饲料中添加200 mg/kg VE饲喂北京油鸡8周,肌肉抗氧化特性有所降低。齐志国等^[44]研究发现,饲料中添加0.5 mg/kg亚硒酸钠和酵母硒均可显著提高北京油鸡蛋鸡的血清谷胱甘肽过氧化物酶活性和总抗氧化能力,降低血清丙二醛含量。张建伟等^[46]研究日粮中添加地顶孢霉培养物对北京油鸡屠宰性能、肉品质及氨基酸、脂肪酸含量的影响,结果显示,392日龄时,实验组北京油鸡的胴体质量、腿肌质量、腿肌率、胸肌中丙氨酸、异亮氨酸、总氨基酸含量和棕榈油酸、亚油酸、 α -亚麻酸、 γ -亚麻酸、总不饱和脂肪酸含量均显著高于对照组,胸肌中胆固醇的含量显著低于对照组。郑明利等^[47]研究日粮中添加不同比例菊苣草浆对北京油鸡生长性能和屠体性能的影响,结果显示,与对照组相比,日粮中添加菊苣草浆对北京油鸡生长性能、屠体性能(除腹脂率外)等指标无显著影响,5%菊苣草浆组的北京油鸡平均日增质量、屠宰率及全净膛率均高于对照组、8%和10%菊苣草浆组。晏志勋等^[48]研究饲料中银杏叶添加量对北京油鸡屠宰性能的影响,结果表明,2%和4%银杏叶粉末组的胸肌率显著高于对照组。

3.3 其他因素对北京油鸡屠宰性能及鸡肉品质的影响

梁克红等^[49]研究发现,北京油鸡鸡肉中的蛋白质、脂肪、VE等营养成分含量随日龄增加而减少,VA含量则随日龄增加而增加,IMP含量在成年鸡和老母鸡(360日龄)中较高。刘杰等^[50]研究表明,北京油鸡剩余采食量(residual feed intake, RFI)与饲料转化率、采食量显著相关,RFI与胸肌率、腿肌率和腹脂率等屠宰性能显著相关,对低RFI的选择能增加胸肌和腿肌沉积,减少腹脂的沉积;RFI与肉色、pH值等肉质性状相关,对RFI的选择可能会改变肉质性状。陈静茹等^[51]研究表明,真空包装北京油鸡胸肉在4℃冷藏6d过程中,不饱和脂肪酸、IMP、5'-鸟苷酸(5'-guanosine monophosphate, GMP)的含量不断下降,挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)含量和硫代巴比妥酸反应物(thiobarbituric acid reactive substance, TBARs)值不断上升。吕学泽等^[52]研究不同趾型(双五趾、单五趾和双四趾)北京油鸡产品品质的差异,结果表明,双五趾油鸡腿肌保水性显著优于其他趾型,腿肌硬度、胶着性和咀嚼性显著低于其他趾型,双五趾油鸡腿肌的剪切力、

内聚性、弹性显著高于其他趾型,不同趾型间北京油鸡风味物质无显著差异。屈佳欣^[53]研究宰后成熟对北京油鸡鸡肉品质的影响,结果表明:宰后成熟过程中鸡胸肉pH值持续下降,9h达到极限pH值;蒸煮损失率在宰后成熟2h时最大,9h时最低;硬度在整个宰后成熟过程中呈先增大后逐渐恢复的趋势。

由以上研究可知,北京油鸡的屠宰性能、鸡肉品质与饲养方式、饲料中加入不同的添加物、日龄、贮藏方式、趾型等因素有关。其中,放养方式可提高北京油鸡的屠宰性能,如腿肌率、胸肌率的上升;放养方式可改善北京油鸡鸡肉中不同营养物质的含量,如增加肌肉中不饱和脂肪酸、必需脂肪酸、必需氨基酸的含量,降低粗脂肪、饱和脂肪酸的含量。饲料中加入不同的添加物对北京油鸡屠宰性能、鸡肉品质的影响不尽相同,且同一添加物的不同添加水平也会产生不同的效果,应根据所测指标来选取合适的添加物及添加水平。目前,对影响北京油鸡屠宰性能、鸡肉品质的研究多集中在饲养方式、饲料中加入不同的添加物等方面,而对宰后贮藏过程中鸡肉生理生化变化的研究相对较少,应加强这方面的研究,这对于延长鸡肉货架期、提高经济效益具有重要意义。

4 北京油鸡的风味研究

风味是肉制品食用品质的重要指标之一,风味是食物刺激味觉和嗅觉受体而产生的综合生理反应。鸡肉中的风味物质分为挥发性风味物质和非挥发性滋味物质两大类^[54]。北京油鸡鸡肉的风味与品种、日龄、部位、养殖模式、贮藏方式、加工方式等因素有关。目前,对北京油鸡鸡肉中风味物质的研究主要集中于呈味核苷酸^[55]、脂肪酸^[56]、游离氨基酸^[57]含量的测定。

陈继兰等^[58]研究不同品种、性别、日龄和部位鸡肉IMP和肌内脂肪(intramuscular fat, IMF)含量及变化规律,结果表明,北京油鸡IMP含量显著高于AA肉鸡,IMF含量也存在显著差异;母鸡IMP含量有高于公鸡的趋势,IMF含量主要随体质量增加速率变化,无固定性别的趋向;IMF含量随日龄的增加呈逐渐增加的趋势,IMP含量无此变化趋势;胸肌IMP含量显著高于腿肌,IMF含量显著低于腿肌。姜琳琳^[59]研究北京油鸡、白羽肉鸡、快大黄鸡肌肉中的化学成分及与风味的关系,结果表明,北京油鸡中的鲜味氨基酸和必需氨基酸含量均高于另外2个鸡种,必需脂肪酸和多不饱和脂肪酸含量也高于其他2个鸡种,这些成分的差异可能是造成鸡肉风味不同的重要原因。丁奇等^[60]研究北京油鸡、三黄鸡、奔跑鸡、散养鸡的鸡汤中游离氨基酸的种类及对呈味的贡献,结果表明,4种鸡汤中均鉴定出17种游离氨基

酸,其中,北京油鸡鸡汤中必需氨基酸含量为9.32 g/L,对滋味有贡献的氨基酸为11种,且谷氨酸的滋味活性值(taste active value, TAV)为16.68。孙月娇^[61]研究表明,北京油鸡鸡肉中挥发性风味物质的种类随日龄的增加呈逐渐增加的趋势,其中,酮类化合物、酯类化合物和杂环类化合物种类明显增加;在4、-20、-50℃条件下,随着贮藏温度的降低,挥发性风味物质的种类逐渐增多。秦琛强^[62]对北京油鸡煲汤工艺及鸡汤风味物质进行研究,结果表明,240日龄北京油鸡的最佳煲汤工艺为煲汤时间3.85 h、料水比1:3.5(m/V)、食盐添加量0.3%;鸡汤滋味变化是由于鲜味氨基酸谷氨酸、甜味氨基酸丙氨酸以及鸡汤中存在的一些多肽类物质引起的,此外鸡汤中的亚油酸含量也会影响鸡汤的滋味变化,鸡汤中的醛类物质是鸡汤产生的特征性香味成分。王天泽等^[63]采用高效液相色谱法测定北京油鸡鸡汤中游离氨基酸和核苷酸的组成及含量,研究发现,北京油鸡鸡汤中鲜味、甜味游离氨基酸含量为54.52%,远高于苦味氨基酸,其中,谷氨酸和丙氨酸含量较高且TAV大于1;IMP对鲜味贡献较大,其含量和TAV远高于5'-腺苷酸和GMP。张剑等^[64]采用气相色谱-质谱(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)技术研究北京油鸡和科宝肉鸡胸肌中小分子代谢物与肌肉风味形成的相关性,结果表明,北京油鸡和科宝肉鸡胸肌差异代谢物共46种,其中北京油鸡表达上调的差异代谢物14种,表达下调的差异代谢物32种;代谢通路分析显示,氨基酸代谢、脂肪酸代谢和半乳糖代谢等代谢通路在不同品种鸡胸肉风味形成过程中起主要调节作用。

由以上研究可知,对北京油鸡鸡肉风味物质的研究多为非挥发性滋味物质种类及含量测定,且更多的是依附于鸡汤这一产品形式,也有学者通过GC-MS技术检测鸡汤中挥发性风味物质的种类。对于北京油鸡鸡肉风味物质的研究,可将GC-嗅闻(GC-olfactometry, GC-O)技术和GC-离子迁移谱等技术结合,进一步确定北京油鸡鸡汤的特征性风味物质,此外还可进行风味重组等研究,开发更多鸡汤新产品。

5 北京油鸡蛋品质研究

北京油鸡蛋的大小适中、口味纯正、蛋清黏稠、蛋黄比率高、无腥味。近年来,随着北京油鸡开发利用和养殖推广工作的开展,北京油鸡品种得到高度认可。目前,对北京油鸡蛋的研究多集中在不同养殖模式^[36,65]、不同品种鸡蛋间的对比^[66]及不同产蛋阶段鸡蛋风味差异^[67]等方面。

吕学泽等^[36]研究不同饲养方式对北京油鸡蛋风味物质的影响,结果表明,放养条件下北京油鸡蛋中

鲜味氨基酸、多不饱和脂肪酸含量高于集约化饲养,胆固醇含量则相反。齐志国等^[44]研究发现,饲料中添加0.5 mg/kg亚硒酸钠和酵母硒均可提高北京油鸡蛋黄、蛋清和全蛋的硒含量,且酵母硒较亚硒酸钠的蛋硒富集效果更好。郑明利等^[47]研究表明,日粮中添加菊苣草浆可显著提高蛋质量及蛋黄色泽,而对其他大部分蛋品质指标无显著影响。王琼等^[65]比较散养与笼养模式对北京油鸡产蛋性能和鸡蛋品质的影响,结果表明:散养方式降低了北京油鸡的产蛋性能,散养组平均产蛋率比笼养组低5.49%;散养组脏蛋率上升、蛋黄颜色加深,蛋白高度、哈氏单位和破蛋率下降,但散养方式对蛋壳品质及化学组成影响不大。孙研研等^[68]对不同品种鸡蛋的品质进行研究,结果表明,北京油鸡与栗园油鸡、矮脚油鸡相比,在常规蛋品质方面,北京油鸡的平均蛋质量为50.18 g,比栗园油鸡高3.72%,比矮脚油鸡低3.94%,蛋黄颜色浅,3个品种鸡蛋的蛋壳厚度、蛋壳质量、蛋壳强度及蛋壳比率等指标均无显著差异;在营养成分含量上,3个品种鸡蛋中的卵磷脂、多不饱和脂肪酸含量及整体感官评价均无显著差异。张俊楠等^[69]研究发现,不同产蛋量北京油鸡熟蛋黄中的醇类、醛类物质含量差异不显著,而高产组芳香族物质含量显著高于低产组($P<0.05$),高产组烷烃类物质含量极显著高于低产组($P<0.01$)。晏志勋等^[70]以北京油鸡当前常用的2种蛋用杂交组合作为研究群体,对北京油鸡2种配套组合整个产蛋周期蛋品质进行比较和分析,得出2种配套组合的鸡蛋均具有良好的蛋白高度和蛋壳品质,蛋黄比例高,除个别周龄、个别指标外,2种配套组合鸡蛋的蛋品质之间不存在显著差异,均很好保留了北京油鸡优良的蛋品质特性,组合2的高峰产蛋率为73.2%,比组合1高6%。张丽静等^[71]研究表明,在鸡胚蛋孵化期间,蛋白质含量从孵化开始逐渐增加,10~16 d蛋白质含量比鲜蛋提高2.19%,在孵化后期,蛋白质含量略有下降,必需氨基酸含量占总氨基酸含量的47.85%~51.20%,能够为人体提供更为丰富的必需氨基酸;脂肪含量降低约1.5倍,胆固醇含量降低约5.5倍。张剑等^[72]研究纯种北京油鸡在整个产蛋周期中全蛋的卵磷脂和脑磷脂含量,分析磷脂类物质在个体和家系中的分布规律。结果表明,鸡蛋中磷脂性状在个体及家系间的变异系数较大(9.03%~20.70%),父系在磷脂性状中具有重要作用,卵磷脂和脑磷脂的遗传力属中等遗传力。

由以上研究可知,北京油鸡蛋品质与饲养方式、鸡蛋产蛋数量及饲料中的添加物等因素有关,其中,散养模式下,鸡蛋的破蛋率下降、蛋黄颜色加深;不同产蛋量北京油鸡蛋黄中风味物质的种类存在一定差异;通过在饲料中加入不同的添加物,可达到在鸡蛋中富集某种营养成分的目的,可针对特定人群补充相应的营养物质。

6 结 语

随着生活水平的提高,人们对优质鸡肉的需求量日益增加,北京油鸡的养殖规模也呈逐年上升趋势。相比于快大型鸡,国内外对北京油鸡的研究相对较少且众多学者对北京油鸡某些方面的研究相对较单一,没有形成一套完整的体系。目前,对北京油鸡的研究多集中在遗传育种、饲养方式及饲料中加入不同的添加物对其屠宰性能、鸡肉及鸡蛋品质的影响等方面。为了使北京油鸡产业更好更快发展,还可从以下四方面展开深入研究:

1) 应加强北京油鸡宰后成熟及贮藏过程中鸡肉的生理生化变化及品质形成机理等方面的研究,从而形成一套完整的品质控制体系; 2) 为防止北京油鸡鸡肉掺假事件的发生,应加快北京油鸡鸡肉鉴别技术的发展; 3) 可将GC-MS技术、GC-O技术和GC-离子迁移谱等技术有机结合,进一步确定北京油鸡鸡汤的特征性风味物质,此外还可进行风味重组等研究,开发更多鸡汤新产品; 4) 北京油鸡以生鲜销售为主,应加快北京油鸡相关产品的研发,如将北京油鸡和药食同源食材有机结合,开发一系列具有保健功能的药膳鸡汤,可满足不同消费人群的需求,研究其精深加工对于提高北京油鸡产品附加值具有重要意义。

参考文献:

[1] 刘华贵. 北京油鸡风味品质及部分重要经济性状候选基因研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2008: 1-2.

[2] 陈国宏. 中国禽类遗传资源[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004.

[3] 田杰雄. 继北京鸭之后 北京油鸡获国家农产品地理标志[ER/OL]. (2020-08-06) [2021-03-20]. http://k.sina.com.cn/article_1644114654_61ff32de020011o8y.html.

[4] 陈继兰. 北京油鸡的保种和研究利用[J]. 中国畜牧兽医, 2006(11): 109-111.

[5] 徐淑芳, 刘华贵, 刘景政, 等. 国家级保护品种: 北京油鸡[J]. 农业新技术, 2002, 12(6): 30-31.

[6] 张剑, 初芹, 陶士军, 等. 北京油鸡种质资源保护与利用[C]//2010年全国家畜环境与生态学术研讨会论文集. 北京: 中国畜牧兽医学会, 2010: 10-13.

[7] FAN Mengdie, XIAO Qunfei, XIE Jianchun, et al. Aroma compounds in chicken broths of Beijing Youji and commercial broilers[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2018, 66(39): 10242-10251. DOI:10.1021/acs.jafc.8b03297.

[8] 巨晓军, 束婧婷, 章明, 等. 不同品种、饲养周期肉鸡肉品质和风味的比较分析[J]. 动物营养学报, 2018, 30(6): 2421-2430. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2018.06.048.

[9] 陈继兰. 北京油鸡的保种和研究利用[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2007(3): 37.

[10] 李文娟. 鸡心脏、脂肪型脂肪酸结合蛋白基因表达及与肌内脂肪含量的相关研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2005: 3-4.

[11] 罗桂芬, 陈继兰, 文杰, 等. 鸡*A-FABP*基因多态性分析及其与脂肪性状的相关研究[J]. 遗传, 2006, 28(1): 39-42. DOI:10.16288/j.ycz.2006.01.009.

[12] 张会永, 李国辉, 殷建玫, 等. 基于RAD-seq技术分析北京油鸡的遗传进化[J]. 中国畜牧杂志, 2020, 56(6): 61-66. DOI:10.19556/j.0258-7033.20190904-08.

[13] 杨宇泽, 张剑, 路永强, 等. 北京油鸡群体世代间遗传结构分析[J]. 中国家禽, 2020, 42(7): 105-108. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2020.07.020.

[14] LIU Jie, LIU Ranran, WANG Jie, et al. Exploring genomic variants related to residual feed intake in local and commercial chickens by whole genomic resequencing[J]. Genes, 2018, 9(2): E57. DOI:10.3390/genes9020057.

[15] LI Xinghua, NIE Changsheng, ZHANG Zebin, et al. Evaluation of genetic resistance to *Salmonella pullorum* in three chicken lines[J]. Poultry Science, 2018, 97(3): 764-769. DOI:10.3382/ps/pex354.

[16] 李晶, 王杰, 康慧敏, 等. 基于BLUP和GBLUP方法估计北京油鸡胴体和肉质性状遗传参数的差异[J]. 畜牧兽医学报, 2020, 51(1): 35-42. DOI:10.11843/j.issn.0366-6964.2020.01.005.

[17] 初芹, 张剑, 张尧, 等. 北京油鸡种鸡鱼腥碱基因不利位点的剔除[J]. 中国家禽, 2019, 41(10): 10-13. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2019.10.002.

[18] 李金龙. 北京油鸡不同组织和不同体重个体基因组DNA甲基化分析[D]. 北京: 北京交通大学, 2014: 47-52.

[19] 付睿琦. 利用蛋白质组学技术研究北京油鸡肌肉发育和肌内脂肪沉积的分子机制[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.

[20] 张健, 郝文文, 张传生, 等. 不同鸡种mtDNA *D-loop*区的遗传多样性研究[J]. 中国家禽, 2018, 40(21): 17-20. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2018.21.004.

[21] 晁哲, 吴望军, 邢漫萍, 等. 鸡*HSP90AA1*基因SNP检测及启动子区CpG岛的甲基化研究[J]. 中国畜牧兽医, 2019, 46(2): 504-511. DOI:10.16431/j.cnki.1671-7236.2019.02.021.

[22] 张剑, 初芹, 张尧, 等. 利用微卫星标记分析北京油鸡遗传多样性的研究[J]. 中国家禽, 2014, 36(7): 47-49. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2014.07.013.

[23] 耿立英, 潘素敏, 陈娟, 等. 北京油鸡和来航鸡脾脏差异表达microRNA的鉴定与分析[J]. 中国农业科学, 2016, 49(4): 754-764. DOI:10.3864/j.issn.0578-1752.2016.04.014.

[24] 刘璐, 李建超, 刘冉冉, 等. 不同品种鸡对肠炎沙门氏菌人工感染初期免疫应答反应的差异[J]. 畜牧兽医学报, 2015, 46(6): 903-910. DOI:10.11843/j.issn.0366-6964.2015.06.005.

[25] 周伟. 北京油鸡全基因组CNVs及其与部分免疫性状关联分析[D]. 扬州: 扬州大学, 2013: 43-44.

[26] 张英, 白杰, 张海峰. 鸡肉制品的现状与发展[J]. 肉类研究, 2009, 23(8): 72-75.

[27] 孙研研, 宗云鹤, 麻慧, 等. 京星黄鸡103与北京油鸡屠体性能及肉品质比较[J]. 中国畜牧兽医, 2020, 47(10): 3242-3248. DOI:10.16431/j.cnki.1671-7236.2020.10.023.

[28] 周小娟, 朱年华, 张日俊. 品种、日龄及饲养方式对鸡肉肌苷酸和肌内脂肪含量的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(5): 1251-1256. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2010.05.019.

[29] 马敏, 张增荣, 杜华锐, 等. 放养条件下不同品种优质肉鸡肉品质比较分析[J]. 中国家禽, 2015, 37(21): 53-54. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2015.21.011.

[30] ZHAO Guiping, CUI Huanxian, LIU Ranran, et al. Comparison of breast muscle meat quality in 2 broiler breeds[J]. Poultry Science, 2011, 90(10): 2355-2359. DOI:10.3382/ps.2011-01432.

[31] 初芹, 张剑, 张尧, 等. 北京油鸡商品鸡与纯种油鸡性能对比分析[J]. 中国家禽, 2016, 38(6): 50-52. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2016.06.012.

[32] 魏刚才, 刘俊伟. 山林果园散养土鸡新技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 6-10.



- [33] 张惠. 饲养方式对雪山草鸡肉品质的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2012: 29-35.
- [34] 孟林, 毛培春, 田小霞. 板栗园行间种草放养北京油鸡的肉品质和效益评价[J]. 中国草地学报, 2012, 34(6): 95-100. DOI:10.3969/j.issn.1673-5021.2012.06.016.
- [35] 李文嘉, 孙全友, 魏凤仙, 等. 饲养方式对北京油鸡生长和屠宰性能、肉品质以及肌肉脂肪酸含量的影响[J]. 动物营养学报, 2019, 31(4): 1585-1595. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2019.04.015.
- [36] 吕学泽, 杨卫芳, 王梁, 等. 不同饲养方式下北京油鸡产品风味和营养物质差异研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(4): 52-56. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2019.04.010.
- [37] 毛培春, 孟林, 郭强, 等. 林间草地放养对北京油鸡屠宰性能和肉、蛋品质的影响[J]. 河南农业科学, 2015, 44(1): 130-134. DOI:10.15933/j.cnki.1004-3268.2015.01.029.
- [38] FU Dezhi, ZHANG Daixi, XU Guiyun, et al. Effects of different rearing systems on meat production traits and meat fiber microstructure of Beijing-you chicken[J]. Animal Science Journal, 2015, 86(7): 729-735. DOI:10.1111/asj.12347.
- [39] 郭王勇, 鞠振福, 靳昕, 等. 复合益生菌制剂对肉鸡生长性能、屠宰性能及肉品质的影响[J]. 饲料研究, 2019, 42(9): 26-29. DOI:10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2019.09.007.
- [40] 谢文惠, 姜宁, 张爱忠. 复合益生菌制剂对肉鸡生长性能、屠宰性能和免疫指标的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(1): 360-367. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2018.01.043.
- [41] 樊海苗, 王海宏, 曾另超, 等. 复合益生菌对北京油鸡屠宰性能和肉品质的影响[J]. 中国饲料, 2021(1): 53-58. DOI:10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.20210112.
- [42] ANJUM F M, HAIDER M F, KHAN M I, et al. Impact of extruded flaxseed meal supplemented diet on growth performance, oxidative stability and quality of broiler meat and meat products[J]. BioMed Central, 2013, 12(1): 13. DOI:10.1186/1476-511X-12-13.
- [43] 赵丹阳, 吴雨珊, 李军国, 等. 饲料添加亚麻籽和维生素E对北京油鸡肌肉n-3多不饱和脂肪酸富集和抗氧化特性的影响[J]. 动物营养学报, 2020, 32(11): 5243-5254. DOI:10.3969/j.issn.1006-276x.2020.11.029.
- [44] 齐志国, 张铁鹰, 付瑶, 等. 不同高硒饲料对北京油鸡蛋鸡生产性能、蛋品质、蛋硒含量和抗氧化能力的影响[J]. 动物营养学报, 2019, 31(10): 4537-4544. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2019.10.017.
- [45] ZHENG Mingli, MAO Peichun, TIAN Xiaoxia, et al. Growth performance, carcass characteristics, meat and egg quality, and intestinal microbiota in Beijing-you chicken on diets with inclusion of fresh chicory forage[J]. Italian Journal of Animal Science, 2019, 18(1): 1310-1320. DOI:10.1080/1828051X.2019.1643794.
- [46] 张建伟, 宫晓玮, 王梁, 等. 日粮添加地顶孢霉培养物对北京油鸡屠宰性能、肌肉氨基酸和脂肪酸含量的影响[J]. 中国家禽, 2019, 41(22): 32-36. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2019.22.007.
- [47] 郑明利, 毛培春, 田小霞, 等. 日粮中添加菊苣草浆对北京油鸡生长性能、屠体性能及蛋品质的影响[J]. 草学, 2018(增刊1): 3-5. DOI:10.3969/j.issn.2096-3971.2018.增刊.002.
- [48] 晏志勋, 初芹, 曾另超, 等. 饲料添加银杏叶对北京油鸡屠宰性能和蛋品质的影响[J]. 饲料研究, 2021, 44(1): 39-41. DOI:10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2021.01.011.
- [49] 梁克红, 朱宏, 仇菊, 等. 不同日龄的鸡肉营养品质差异[J]. 食品工业, 2020, 41(7): 313-316.
- [50] 刘杰, 王杰, 刘冉冉, 等. 北京油鸡剩余采食量与屠宰性能及肉品质的相关性分析[J]. 中国畜牧兽医, 2017, 44(9): 2675-2681. DOI:10.16431/j.cnki.1671-7236.2017.09.020.
- [51] 陈静茹, 王梁, 吕学泽, 等. 北京油鸡肉4℃贮藏过程中的品质及风味变化[J]. 肉类研究, 2018, 32(8): 1-6. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201808001.
- [52] 吕学泽, 贾亚雄, 胡彦鹏, 等. 北京油鸡多趾性状与产品品质相关性研究[J]. 中国畜牧兽医, 2016, 43(9): 2441-2446. DOI:10.16431/j.cnki.1671-7236.2016.09.032.
- [53] 屈佳欣. 宰后成熟及超高压处理对北京油鸡肉品质的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2016: 39-44.
- [54] 赵文华, 王桂瑛, 王雪峰, 等. 鸡肉中挥发性风味物质及其影响因素的研究进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(21): 337-343; 351. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2019.21.055.
- [55] NGAPO T M, VACHON L. Umami and related components in 'chilled' pork for the Japanese market[J]. Meat Science, 2016, 121: 365-374. DOI:10.1016/j.meatsci.2016.05.005.
- [56] KONG Yan, ZHANG Lili, SUN Ying, et al. Determination of the free amino acid, organic acid, and nucleotide in commercial vinegars[J]. Journal of Food Science, 2017, 82(5): 1116-1123. DOI:10.1111/1750-3841.13696.
- [57] MELLA O, ROSE D, WELLER C. Effects of malting and fermentation on the amount of reducing sugars and soluble proteins and free amino acids in White Macia and Red Tannin Sorghum flours[J]. Tanzania Food and Nutrition Journal, 2013, 13(1): 1-8.
- [58] 陈继兰, 文杰, 王述柏, 等. 鸡肉肌苷酸和肌内脂肪沉积规律研究[J]. 畜牧兽医学报, 2005(8): 843-845.
- [59] 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: 22-25.
- [60] 丁奇, 赵静, 孙颖, 等. 4种鸡汤中游离氨基酸的组成及呈味贡献对比分析[J]. 精细化工, 2015, 32(11): 1260-1265.
- [61] 孙月娇. 不同饲养方式对肉鸡肌肉品质和挥发性风味物质形成的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2014: 44-45.
- [62] 秦琛强. 北京油鸡煲汤工艺及品质变化研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2020: 4-5.
- [63] 王天泽, 谭佳, 杜文斌, 等. 北京油鸡鸡汤滋味物质分析[J]. 食品科学, 2020, 41(8): 159-164. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20190505-022.
- [64] 张剑, 曹婧, 耿爱莲, 等. 基于气相色谱-质谱技术的鸡胸肉代谢组学研究[J]. 中国家禽, 2021, 43(2): 7-14. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2021.02.002.
- [65] 王琼, 张代喜, 傅德智, 等. 不同养殖方式对北京油鸡产蛋性能和蛋品质的影响[J]. 中国家禽, 2014, 36(1): 12-15; 21. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2014.01.009.
- [66] 唐诗, 贾亚雄, 朱静, 等. 三个品种鸡蛋的蛋品质比较[J]. 中国家禽, 2014, 36(23): 14-16. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2014.23.007.
- [67] 张剑, 初芹, 王海宏, 等. 北京油鸡不同产蛋期鸡蛋品质分析及变化规律研究[J]. 中国家禽, 2010, 32(16): 10-13. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2010.16.017.
- [68] 孙研研, 江琳琳, 石雷, 等. 北京油鸡及相关品系和配套系鸡蛋的蛋品质比较[J]. 中国家禽, 2019, 41(22): 57-60. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2019.22.012.
- [69] 张俊楠, 王喜琼, 李凤宁, 等. 不同蛋鸡品种和产蛋量对鸡蛋风味物质的影响[J]. 中国家禽, 2018, 40(7): 6-9. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2018.07.002.
- [70] 晏志勋, 初芹, 张剑, 等. 北京油鸡不同配套组合产蛋率及蛋品质研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2020(9): 56-60. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2019.08.0119.
- [71] 张丽静, 付劭, 陈继兰, 等. 北京油鸡蛋孵化过程中营养成分变化[J]. 食品工业科技, 2019, 40(19): 291-295; 300. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2019.19.050.
- [72] 张剑, 初芹, 徐淑芳, 等. 北京油鸡蛋中磷脂性状的相关规律研究[J]. 中国家禽, 2016, 38(10): 11-15. DOI:10.16372/j.issn.1004-6364.2016.10.003.