

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240322002

基于相关性分析和主成分分析的宁都黄鸡肉品质评价研究

葛庆联¹, 刘茵茵¹, 樊艳凤¹, 马丽娜¹, 陈大伟¹, 高玉时^{1*}, 周瑶敏², 唐修君^{1*}

(1. 江苏省家禽科学研究所, 扬州 225125; 2. 江西省农业科学院农产品质量安全与标准研究所, 南昌 330200)

摘要: **目的** 探讨不同日龄宁都黄鸡肉品质评价的合理模型。**方法** 选择同一批次的宁都黄鸡进行饲养, 分别在84、120和200日龄进行屠宰, 取胸肌进行肉品质检测并进行相关性分析和主成分分析, 构建不同日龄的肉品质评价模型。**结果** 主成分分析提取出4个主成分因子, 第一主成分的方差贡献率为23.98%, 第二主成分为18.47%, 第三主成分为16.69%, 第四主成分为11.47%, 累积方差贡献率为70.62%, 且特征值均大于1。建立了宁都黄鸡不同日龄肉品质综合评价模型为 $F=0.24F_1+0.18F_2+0.17F_3+0.12F_4$, 200日龄宁都黄鸡评分最高。**结论** 基于主成分分析综合评价模型对不同日龄宁都黄鸡肉品质进行分析是可行和客观的。

关键词: 主成分分析; 相关性分析; 宁都黄鸡; 肉品质评价

Study on meat quality evaluation of Ningdu yellow chicken based on correlation and principal component analysis

GE Qing-Lian¹, LIU Yin-Yin¹, FAN Yan-Feng¹, MA Li-Na¹, CHEN Da-Wei¹, GAO Yu-Shi^{1*},
ZHOU Yao-Min², TANG Xiu-Jun^{1*}

(1. Jiangsu Institute of Poultry Sciences, Yangzhou 225125, China;

2. Institute for Quality, Safety and Standard of Agricultural Products, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China)

ABSTRACT: Objective To explore a reasonable model for evaluating the meat quality of Ningdu yellow chicken at different ages. **Methods** In the experiment, the same batch of Ningdu yellow chickens were selected and slaughtered at 84, 120 and 200 days of age respectively, the meat quality evaluation model of different age was established. **Results** Principal component analysis extracted four principal component factors, the first principal component's contribution rate of variance was 23.98%, the second principal component's was 18.47%, the third principal component's was 16.69%, the fourth principal component's was 11.47%, with a cumulative contribution rate was 70.62%, and the eigenvalues are more than 1. The comprehensive evaluation model of meat quality of Ningdu

基金项目: 江西省技术创新引导类计划项目(科技合作)(20212BDH80013)

Fund: Supported by the Projects of Technology Innovations and Guiding Plans in Jiangxi Province (Science and Technology Cooperation) (20212BDH80013)

*通信作者: 高玉时, 博士, 研究员, 主要研究方向为遗传育种与食品安全。E-mail: gaoy100@sina.com

唐修君, 博士, 研究员, 主要研究方向为遗传育种与食品安全。E-mail: 253368732@sina.com

*Corresponding author: GAO Yu-Shi, Ph.D, Professor, Jiangsu Institute of Poultry Sciences, No.58, Cangjie Road, Hanjiang District, Yangzhou 225125, China. E-mail: gaoy100@sina.com

TANG Xiu-Jun, Ph.D, Professor, Jiangsu Institute of Poultry Sciences, No.58, Cangjie Road, Hanjiang District, Yangzhou 225125, China. E-mail: 253368732@sina.com

yellow chicken at different ages was established as $F=0.24F_1+0.18F_2+0.17F_3+0.12F_4$, the model was 200-dayold was the age with the highest comprehensive score of meat quality evaluation in Ningdu yellow chicken. **Conclusion** It is feasible and objective to analyze the meat quality of Ningdu yellow chicken at different ages based on the comprehensive evaluation model of principal component analysis.

KEY WORDS: principal component analysis; correlation analysis; Ningdu yellow chicken; meat quality evaluation

0 引言

随着我国居民生活水平的提高,人们对鸡肉品质的要求越来越高,生长速度很快,但肉质较差的鸡肉已无法满足消费者日益挑剔的味蕾,肉质细嫩、鲜美的优质地方鸡种越来越受到消费者的青睐。但随着越来越多城市限制活禽上市,肉质优良的地方鸡种丧失独特外貌的标签,人们无法通过特有外貌来评估鸡的肉质,如何评估屠宰后鸡肉品质成为研究热点。缪宪纲等^[1]提出了用白切性来评价优质鸡的肉质,并逐渐发展成一套完善的鸡肉品尝评分方法。但该方法的评分人员要经过长时间的专业训练,并且因评分是主观标准,所以参与评分人员至少 10 人以上^[2],以减少误判。吴常信^[3]认为评定鸡肉的质量有客观标准和主观标准两类,前者为鸡肉的理化特性和生物学特性,目前肉质评定主要集中在化学、物理、风味等指标的研究。因肉质品质指标很多,各个指标间的权重难以科学确定,利用主成分分析^[4-6]可简化评价指标,通过少数检测指标即可评价肉质。目前主成分分析评价法在各类畜禽肉质^[7-11]的品质评价上都有了应用。巨晓军等^[12]采用主成分分析法对 5 个不同生长速度的肉鸡品种进行研究,评价结果和品尝评分结果基本一致,均是地方品种鸡肉质优于快大型肉鸡。赵振华等^[13]对优质肉鸡 7 个新品系的肉质指标进行主成分分析,制定了优质肉鸡品系间的肉质评价模型,为优质鸡的选育提供了理论基础。JIN 等^[14]基于主成分分析不同地方鸡种的挥发性风味物质。以上研究均针对不同品种间的比较评价,而同一品种不同日龄鸡肉品质的评价研究却鲜有报道。

宁都黄鸡是我国著名的地方鸡种,具有优良的肉质特性^[15-16],但随着宁都黄鸡集约化养殖的快速发展,不同上市日龄造成的鸡肉品质不稳定,给销售和口碑造成不利影响。为监控上市商品鸡肉品质,打造宁都黄鸡品牌,本研究通过测定不同日龄宁都黄鸡的肉品质和营养成分,对这些指标进行相关性分析,首次通过主成分分析,探讨这些指标间的相互关系,以期构建肉质综合评价模型,为科学判断宁都黄鸡肉品质,确定宁都黄鸡合理上市日龄提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验动物与饲养管理

宁都黄鸡种蛋购置江西省农业科学院,试验在农业

农村部家禽生产性能测定中心(扬州)完成。选择同批孵化出雏且体重相近的宁都黄鸡,按照常规免疫程序预防接种后一起饲喂,21 日龄时上笼饲养,在一栋育肥一体笼内养殖,3 列为 1 个重复,共 6 列。所有试验鸡饲喂相同全价颗粒饲料,由江苏盐城源耀饲料有限公司生产,饲料由豆粕、玉米、预混料等组成,日粮营养水平见表 1。

表 1 全价颗粒饲料日粮营养水平
Table 1 Nutritional levels of total feed pellets

营养水平	含量/%		
	0~42 d	43~84 d	85 日龄至屠宰
代谢能/(MJ/kg)	12.33	12.55	12.76
粗蛋白	20.15	17.10	15.55
钙	1.05	0.88	0.82
磷	0.42	0.38	0.35
赖氨酸	1.05	0.95	0.91
蛋氨酸	0.42	0.38	0.35

1.2 仪器与设备

SOXTEC8000 型脂肪测定仪、91807422 型全自动凯氏定氮仪(丹麦 Foss 公司); PL303 电子天平(精度 0.001g,瑞士梅特勒-托利多公司); CR400 型色彩色差计(日本美能达公司); C-LM3 型肌肉数显嫩度仪(南京铭奥仪器设备有限公司); YW-2 型膨胀仪(南京土壤有限公司); pH-STAR 肌肉 pH 值直测仪(德国 Matthus 公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 前处理

随机选取 84、120 和 200 日龄接近平均体重的宁都黄鸡 30 只(公母各半),禁食 12 h 后颈部放血屠宰,取两侧胸肌送至农业农村部家禽品质监督检验测试中心(扬州)1 h 内进行肉质指标测定。

1.3.2 营养成分的测定

鸡肉中水分的测定:参照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》;鸡肉中蛋白质的测定:参照 GB 5009.5—2020《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》;鸡肉中脂肪的测定:参照 GB 5009.6—2020《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》。

1.3.3 肉品质的测定

腹脂率参照谢莉等^[17]的方法进行测定;肉色参照袁

春友^[18]的方法, 将胸肌平铺在试验台上, 用色差计紧贴肉样表面测定 3 个不同的部分, 取平均值; 剪切力^[19]: 取剔除表面筋、膜和外部脂肪后的胸大肌, 沿肌纤维方向取约 3.0 cm×0.5 cm×0.5 cm 的肉样, 采用嫩度仪对样品测定 3 次, 取平均值。pH 参照樊艳凤等^[19]的方法屠宰后 45 min 内用 pH 直测仪直接插入胸肌中测定, 每个样品测定 3 次, 取平均值; 系水力: 参照 GB/T 19676—2005《黄羽肉鸡产品质量分级》; 滴水损失^[20]: 取修整后的胸肌, 沿肌纤维方向取约 5.0 cm×3.0 cm×1.0 cm 的肉样称重为 m_1 , 将肉样密封于袋中, 放于 4℃冰箱中 24 h 后称重为 m_2 , 滴水损失计算公式见式(1)。

$$\text{滴水损失}/\%=(m_1-m_2)/m_1\times 100\% \quad (1)$$

1.4 数据处理

数据初步采用 Excel 2022 整理, 利用 R 语言中包 agricolae 中的 correlation 函数对肉品质指标进行相关性分析, 利用 R 语言中的 prcomp 函数进行主成分分析, ggplot2 包进行绘图。数据采用平均值±标准偏差表示, $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 不同日龄宁都黄鸡肉品质分析

由表 2 可知, 84 日龄腹脂率为 4.11%, 显著低于 120、200 日龄的 6.83%、7.68%; 200 日龄 L^* 显著低于 84、120 日龄; 200 日龄系水力为 50.08%, 显著低于 84 日龄 54.13%; 200 日龄的蛋白含量显著低于 84、120 日龄; 84 日龄的脂肪含量显著低于 120、200 日龄; 200 日龄的剪切力显著高于 120 日龄; 120 日龄的剪切力显著高于 84 日龄; 200 日龄的水分显著低于 120 日龄, 120 日龄的水分显著低于 84 日龄。不同日龄的 a^* 、 b^* 、pH 和滴水损失差异不显著。

表 2 不同日龄宁都黄鸡肉品质

Table 2 Meat quality of Ningdu yellow chicken at different ages

项目	84 日龄	120 日龄	200 日龄
腹脂率/%(X_1)	4.11±1.94 ^a	6.83±1.25 ^b	7.68±2.37 ^b
$L^*/(X_2)$	44.65±3.19 ^b	44.50±1.63 ^b	41.14±1.17 ^a
$a^*/(X_3)$	2.26±0.85	2.26±1.46	1.98±0.99
$b^*/(X_4)$	2.68±0.52	3.11±1.12	2.89±0.54
pH/ (X_5)	5.69±0.07	5.71±0.09	5.69±0.06
滴水损失/%(X_6)	3.72±0.96	3.38±0.60	3.01±0.70
系水力/%(X_7)	54.13±5.35 ^b	53.04±2.61 ^{ab}	50.08±2.88 ^a
剪切力/N(X_8)	14.51±0.99 ^a	21.37±1.14 ^b	24.08±0.71 ^c
水分/%(X_9)	74.40±0.56 ^c	73.64±0.52 ^b	71.37±0.56 ^a
蛋白/%(X_{10})	24.07±0.24 ^b	23.87±0.40 ^b	22.83±0.41 ^a
脂肪/%(X_{11})	1.46±0.05 ^a	1.62±0.04 ^b	1.70±0.02 ^b

注: 同行数据上标不同小写字母表示日龄间差异显著($P < 0.05$), 无字母表示差异不显著($P > 0.05$)。

2.2 不同日龄宁都黄鸡肉品质相关性分析

相关性分析反应了变量因素之间的相关程度。由表 3 可知, 腹脂率与脂肪含量呈极显著正相关($P < 0.01$, 下同), 与 a^* 呈极显著负相关, 与系水力呈显著性负相关($P < 0.05$, 下同); L^* 与水分呈极显著正相关, 与剪切力呈显著性负相关; 剪切力与水分含量和脂肪含量呈极显著负相关; b^* 与系水力呈显著性负相关; 系水力与蛋白含量呈极显著负相关, 与剪切力呈显著性负相关。这些肉品质指标之间存在显著或极显著的相关性, 可以通过主成分分析对宁都黄鸡的肉品质进行综合评价^[21]。

表 3 各指标的相关系数

Table 3 Correlation coefficient of each index

项目	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
X_1	1.00										
X_2	-0.04	1.00									
X_3	-0.51**	-0.03	1.00								
X_4	-0.12	0.14	0.24	1.00							
X_5	0.10	0.02	-0.18	-0.13	1.00						
X_6	0.03	0.01	0.18	0.03	0.01	1.00					
X_7	-0.31*	-0.24	0.02	-0.30*	0.13	0.02	1.00				
X_8	-0.09	-0.27*	0.14	0.20	-0.14	-0.22	-0.36*	1.00			
X_9	-0.18	0.43**	0.1	-0.10	0.25	0.18	0.24	-0.59**	1.00		
X_{10}	0.05	0.26	-0.20	0.24	0.21	0.48	-0.90**	0.47	-0.12	1.00	
X_{11}	0.58**	-0.39	0.34	-0.26	-0.18	-0.26	0.26	-0.51**	0.03	-0.35	1.00

注: *在 0.05 水平上显著相关(双侧); **在 0.01 水平上极显著相关(双侧)。

2.3 主成分分析

由于肉质指标的单位不同,在数量级上差异较大,因此为了消除量纲不同而产生不合理的影响,对原始数据通过 R 语言进行标准化处理后主成分分析。通过对宁都黄鸡肉品质指标进行主成分分析后,得到 9 个主成分的特征值、贡献率与累计贡献率如表 4。特征值的大小代表各方差的大小,累计贡献率代表各性状对方差贡献的能力^[13]。由表 4 可以看出,第一主成分方差贡献率为 23.98%,第二主成分方差贡献率为 18.47%,第三主成分方差贡献率为

16.69%,第四主成分方差贡献率为 11.47%,4 个主成分的累计贡献率达到 70.62%,基本反映原有肉质指标的信息,4 个主成分之间相互独立且特征值均大于 1。图 1 是宁都黄鸡不同日龄肉质的主成分散点图,以其第一主成分为横坐标,第二主成分为纵坐标做散点图而得,用来考察不同日龄样品聚类效果^[22]。散点图的空间散点距离越近,样本越相似,反之,样本差异越大。由图 1 可以看出,不同日龄宁都黄鸡得到良好地区分,每个日龄样品重复性较好且归属于相对独立的区域。

表 4 主成分特征值和累计贡献率
Table 4 Principal component eigenvalues and cumulative contribution rate

成分	1	2	3	4	5	6	7	8	9
特征值	2.16	1.66	1.50	1.03	0.87	0.76	0.40	0.32	0.29
方差贡献率/%	23.98	18.47	16.69	11.47	9.70	8.50	4.39	3.53	3.26
累计方差贡献率/%	23.98	42.46	59.14	70.62	80.32	88.82	93.21	96.74	100

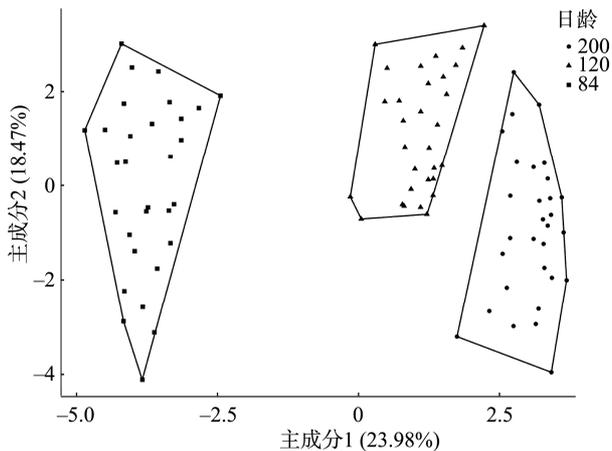


图 1 宁都黄鸡不同日龄主成分分析图

Fig.1 principal component/components analysis maps of Ningdu yellow chicken at different ages

2.4 不同日龄宁都黄鸡营养品质的综合评价体系的建立

宁都黄鸡肉品质主成分分析中,每个主成分均反映了一定的原始变量信息,特征值代表各指标对主成分载荷的相对大小和作用方向。由表 5 可知,第一主成分与水分具有较大的正载荷量,为 0.828,与剪切力具有较大的负载荷量,为 -0.818,说明水分与剪切力对第一主成分影响较大。水分是肉质评价的基础指标,与口感呈正相关,剪切力是主导肉质的决定因素,是消费者对鸡肉口感满意程度的重要指标。因此第一主成分对应的是肉质的口感指标,其回归方程为: $F_1=0.094X_1-0.239X_2+0.039X_3+0.249X_4-0.266X_5-0.210X_6-0.354X_7-0.558X_8+0.565X_9+0.078X_{10}-0.098X_{11}$ 。

第二主成分与腹脂率和脂肪有较大负载荷量,分别为 -0.760 和 -0.560,与蛋白有较大的正载荷量,为 0.592,说明蛋白、脂肪和腹脂率对第二主成分的影响较大。蛋白、脂肪和腹脂率不仅影响着鸡肉的营养价值,而且决定着肉

的风味。蛋白质虽然对风味无直接影响,但是游离氨基酸和小肽类物质在美拉德作用下形成重要的肉香味。腹脂的主要成分是脂肪,脂肪的主要成分是脂肪酸,脂肪酸是鸡肉重要的风味前体物质。因此第二主成分对应的是肉质的营养指标和风味指标,其回归方程为: $F_2=-0.589X_1+0.094X_2+0.684X_3+0.207X_4-0.269X_5+0.165X_6+0.024X_7+0.101X_8+0.152X_9+0.359X_{10}-0.434X_{11}$ 。

第三主成分与 L^* 和 b^* 有较高的负载荷量,分别为 -0.742 和 -0.579,与系水力有较高的正载荷量,为 0.642,说明 L^* 、系水力和 b^* 对第三主成分有较大的影响。第四主成分与滴水损失有较高的正载荷量,为 0.842。说明滴水损失对第四成分有较大的影响。肉色是人们通过感官评价肉质好坏的重要指标,直接影响着消费者的购买欲望。系水力是在外力作用下,鸡肉对水分的持有能力。滴水损失是在不施加任何外力的情况下液体的损失量。系水力和滴水损失对鸡肉的加工特性、出品率等都有重要的影响。因此第三主成分和第四主成分对应的是肉质的感官指标和加工指标,其回归方程为: $F_3=-0.269X_1-0.606X_2+0.041X_3-0.472X_4+0.033X_5-0.091X_6+0.524X_7+0.100X_8-0.205X_9-0.132X_{10}+0.024X_{11}$ 。 $F_4=0.342X_1-0.312X_2+0.089X_3+0.048X_4-0.220X_5+0.828X_6-0.013X_7-0.153X_8-0.131X_9-0.093X_{10}-0.074X_{11}$ 。

2.5 不同日龄宁都黄鸡肉质的综合评分

主成分分析筛选出评价肉品质的 4 个主成分之后,由于前 4 个主成分因子其累计贡献率为 70.62%,反映了不同日龄宁都黄鸡大部分肉质信息,按照前 4 个主成分中各自主成分的方差贡献率作为权重,构建综合评分公式: $F=0.24F_1+0.18F_2+0.17F_3+0.12F_4$ 。根据公式计算出各日龄不同主成分得分,综合得分和排名情况。依据得分大小对肉质进行评价,结果见表 6。200 日龄得分为最高,84 日龄肉质综合排名最低。

表 5 载荷矩阵和特征向量
Table 5 Loading matrix and eigenvector of component analysis

指标	F_1		F_2		F_3		F_4	
	载荷	特征向量	载荷	特征向量	载荷	特征向量	载荷	特征向量
X_1	0.138	0.094	-0.760	-0.589	-0.330	-0.269	0.348	0.342
X_2	-0.350	-0.239	0.120	0.094	-0.742	-0.606	-0.317	-0.312
X_3	0.057	0.039	0.082	0.064	0.050	0.041	0.090	0.089
X_4	0.366	0.249	0.267	0.207	-0.579	-0.472	0.048	0.048
X_5	-0.390	-0.266	-0.347	-0.269	0.040	0.033	-0.224	-0.220
X_6	-0.308	-0.210	0.213	0.165	-0.111	-0.091	0.842	0.828
X_7	-0.520	-0.354	0.030	0.024	0.642	0.524	-0.014	-0.013
X_8	-0.818	-0.558	0.131	0.101	0.123	0.100	-0.156	-0.153
X_9	0.828	0.565	0.195	0.152	-0.251	-0.205	-0.133	-0.131
X_{10}	0.114	0.078	0.592	0.459	-0.162	-0.132	-0.094	-0.093
X_{11}	0.144	-0.098	-0.560	-0.434	0.029	0.024	-0.075	-0.074

表 6 不同日龄宁都黄鸡主成分得分和综合得分
Table 6 Principal component score and composite score of Ningdu yellow chicken at different ages

日龄	F_1	F_2	F_3	F_4	F	排名
84	-1.56	0.27	0.39	-0.01	-0.2607	3
120	-0.57	0.27	-0.56	-0.64	-0.2602	2
200	1.10	-0.77	-0.29	0.49	0.2335	1

3 讨 论

肉品质的综合评价, 即人们在不同的需求中, 从众多影响因素或尽可能多的评价指标中, 利用一定的评价方法, 将指标简化为能够反映评价对象总体特征的信息^[23]。主成分分析是一个采用少量综合指标来代替原来多个指标大部分信息的一种降维的分析方法, 剔除不重要的部分, 保留重要信息, 该方法指标数越多, 指标间相关程度越密切, 则相应的主成分个数越少, 越优越^[24]。本研究选取了被认为是影响鸡肉品质的主要理化指标, 经过主成分分析, 筛选了 4 个主成分, 第一和第二主成分能够最大限度地结合较多原始信息^[25], 和第三主成分和第四主成分相比, 第一和第二主成分有高达 40% 以上的方差贡献率, 并且比较全面的反映了不同日龄肉品质的总体差异, 而且第一和第二主成分包含了共同度大的几个影响因子。剪切力与水分是反映第一主成分的主要指标, 即第一主成分大, 水分含量越高, 剪切力越低; 随着日龄的增加水分含量越来越低, 剪切力越来越高, 到 200 日龄时, 水分含量显著降低, 剪切力显著增高。张淑雅等^[26]研究略阳乌鸡的母鸡和公鸡的蛋白含量随日龄增加而降低, 剪切力均随着日龄的增长而

逐渐增大, 150 日龄均极显著高于 90 和 120 日龄, 与本研究结果相似。蛋白与脂肪和腹脂率是反映第二主成分的主要指标, 即第二主成分越大, 蛋白越高, 脂肪和腹脂率越低, 随着日龄的增加脂肪和腹脂率越高, 蛋白降低, 到 200 日龄时, 蛋白显著降低, 脂肪和腹脂率随日龄的增加而增高。梁克红等^[27]研究北京油鸡的蛋白含量随着日龄的增加而减少。TOURAILL 等^[28]研究发现肉仔鸡胸肌和腿肌间脂肪含量均随着日龄的增加逐渐降低, 但巨晓军等^[29]和周小娟等^[30]的研究结果与之相反, 肉仔鸡随着日龄的增加胸肌中脂肪含量显著增加, 与本研究结果相似。系水力和滴水损失是反映第三和第四主成分的主要指标, 即第三、第四主成分越大, 系水力和滴水损失越大, 随着日龄的增加而逐渐降低, 与沙学梅等^[31]和王海威等^[32]研究结果相似。

肉品质是一个复杂的综合性状, 影响因素众多。本研究利用主成分分析法对 3 个日龄肉品质的综合评价结果来看, 200 日龄的宁都黄鸡得分最高, 其次是 120 日龄, 84 日龄相对较低。李盛楠^[33]研究不同日龄清远鸡品质评价时, 4 种评价模型的评分结果均显示 200 日龄清远鸡品质为最佳, 可能是随着日龄的增加, 饲养时间的延长, 鸡肉中脂肪含量的增加, 能够增强风味物质的释放^[34], 使鸡肉的口感更香醇^[29], 与本研究结果一致。表明利用主成分法对不同日龄宁都黄鸡肉品质进行综合评价是可行和客观的。

4 结 论

本研究结合了相关性分析与主成分分析, 发现不同日龄宁都黄鸡的肉品质指标之间存在显著或极显著的相关性。通过主成分分析, 建立了不同日龄宁都黄鸡营养品质

综合评价模型, 得到 84、120 和 200 日龄的综合评分, 研究结果证明基于主成分分析的综合评价可以用于宁都黄鸡不同日龄的评价。本研究仅选取了目前研究的理化指标, 另外测定方法、不同的饲养条件以及不同品种的相同指标测定结果也存在着差异。因此, 在今后的研究过程中可以增加鸡的品种、饲养方式等作进一步研究, 为鸡肉品质综合评价提供理论依据。

参考文献

- [1] 缪宪纲, 黄绶香, 温汝波, 等. 关于肉禽屠宰测定的一些建议[J]. 中国畜牧杂志, 1984, (5): 33-35.
MIAO XG, HUANG SX, WEN RB, *et al.* Some suggestions on meat and poultry slaughter determination [J]. *Chin J Anim Sci*, 1984, (5): 33-35.
- [2] 何颖, 吕东霖, 廖周国, 等. 武定鸡肉中鲜味肽分离鉴定及呈味特性[J]. 食品科学, 2022, 22(43): 232-238.
HE Y, LV DL, LIAO GZ, *et al.* Isolation, identification and taste characteristics of umami peptides from Wuding chicken meat [J]. *Food Sci*, 2022, 22(43): 232-238.
- [3] 吴常信. 畜禽主要经济性状(肉, 蛋, 奶)的遗传改进与育种新技术[J]. 云南畜牧兽医, 1998, (1): 3-6.
WU CX. Genetic improvement and new breeding techniques for main economic traits (meat, egg, milk) of livestock and poultry [J]. *Yunnan Anim Hus Vet Med*, 1998, (1): 3-6.
- [4] 田琳, 范盈盈, 李洪欣, 等. 新疆不同品种桑葚营养成分分析及综合评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 2(15): 149-159.
TIAN L, FAN YY, LI HX, *et al.* Analysis and comprehensive evaluation on nutritional quality of different mulberry varieties in Xinjiang [J]. *J Food Saf Qual*, 2024, 2(15): 149-159.
- [5] GANIESH R, NAIKG R. Advances in principal component analysis research and development [M]. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2018.
- [6] 赵晓军. 利用主成分分析法评价 6 个燕麦品种[J]. 养殖与饲料, 2020, 19(7): 32-34.
ZHAO XJ. Principal component analysis was used to evaluate 6 oat varieties [J]. *Anim Breed Feed*, 2020, 19(7): 32-34.
- [7] 陈映, 刘彬, 曾仰双, 等. 利用肉质综合评分模型对同日龄青峪猪肉质性状的综合评价[J]. 华北农学报, 2019, 34(1): 352-357.
CHEN Y, LIU B, ZENG YS, *et al.* Comprehensive evaluation of meat quality in Qingyu pig at different ages [J]. *Acta Agric Bor-Sin*, 2019, 34(1): 352-357.
- [8] 皮立, 谭亮, 曹俊虎. 基于多元统计方法不同性别玉树牦牛肉挥发性风味成分差异比较研究[J]. 肉类研究, 2023, 37(8): 20-26.
PI L, TAN L, CAO JH. Comparative study on volatile flavor components of Yushu yak meat based on multiple statistical methods [J]. *Meat Res*, 2023, 37(8): 20-26.
- [9] 张燕, 李升升, 赵立柱. 基于主成分和聚类分析的藏羊部位肉质评价[J]. 肉类研究, 2022, 37(8): 20-26.
ZHANG Y, LI SS, ZHAO LZ. Evaluation of Tibetan sheep meat quality based on principal component and cluster analysis [J]. *Meat Res*, 2022, 37(8): 20-26.
- [10] 徐琪, 张扬, 李秀, 等. 基于主成分分析法建立鸭肉质的评估模型[J]. 中国兽医学报, 2013, 33(1): 133-136.
XU Q, ZHANG Y, LI X, *et al.* Assessment model of duck meat quality performance using principal component analysis in duck [J]. *Chin J Vet Sci*, 2013, 33(1): 133-136.
- [11] 张慧朋, 林奕云, 唐道邦, 等. 不同品种鹅肉理化特性及其风味物质的比较分析[J]. 现代食品科技, 2023, 39(8): 237-246.
ZHANG HP, LING YY, TANG DB, *et al.* Comparative analysis of physico-chemical properties and flavor substances of meats from different varieties of geese [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2023, 39(8): 237-246.
- [12] 巨晓军, 章明, 屠云洁, 等. 基于主成分分析的不同品种鸡肉品质评价[J]. 家畜生态学报, 2021, 42(4): 45-51.
JU XJ, ZHANG M, TU YJ, *et al.* Meat quality evaluation of different chicken breeds based on principal component analysis [J]. *J Dom Anim Ecol*, 2021, 42(4): 45-51.
- [13] 赵振华, 黎寿丰, 黄华云, 等. 基于主成分和聚类分析的优质鸡肉质评价模型的建立[J]. 中国兽医学报, 2016, 36(11): 45-50.
ZHAO ZH, LI SF, HUANG HY, *et al.* Assessment model of meat quality of performance using principal component analysis and cluster analysis in chicken [J]. *Chin J Vet Sci*, 2016, 36(11): 45-50.
- [14] JIN YX, CUI HX, YUAN XY, *et al.* Identification of the main aroma compounds in Chinese local chicken high-quality meat [J]. *Food Chem*, 2021, 359: 129930.
- [15] 郭慧. 黑色素在泰和乌骨鸡和宁都黄鸡体内的分布规律及生成机理研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2015.
GUO H. Study on the distribution rule and biosynthetic mechanism of melanin in taihe silky fowls and Ningdu yellow chicken [D]. Nanchang: Agricultural University of Jiangxi, 2015.
- [16] CHENG GC, XING HLI, LIANG JLI, *et al.* A study on the body size selective breeding and muscle quality property comparison of Ningdu yellow chicken [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2002, 24(6): 860-864.
- [17] 谢莉, 张兴, 罗超维, 等. 不同日龄清远麻鸡生长性状对腹腔脂肪沉积水平的回归分析[J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59(4): 130-133.
XIE L, ZHANG X, LUO CW, *et al.* Regression analysis of growth traits on abdominal fat deposition level of Qingyuan Ma chicken at different ages [J]. *Chin J Anim Sci*, 2023, 59(4): 130-133.
- [18] 袁春友. 雪山鸡不同品系生长性能、屠宰性能和肉品质的比较分析[D]. 扬州: 扬州大学, 2023.
YUAN CY. Comparative analysis on growth performance, slaughter performance and meat quality of different strains of Xueshan chicken [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2023.
- [19] 樊艳凤, 唐修君, 葛庆联, 等. NaOH 溶液处理对鸡肉品质的影响[J]. 肉类研究, 2021, 35(2): 9-12.
FAN YF, TANG XJ, GE QL, *et al.* Effect of aqueous NaOH treatment on chicken meat quality [J]. *Meat Res*, 2021, 35(2): 9-12.
- [20] 王珏, 樊艳凤, 唐修君, 等. 不同品种肉鸡屠宰性能及肌肉品质的比较分析[J]. 中国家禽, 2020, 42(7): 13-17.
WANG J, FAN YF, TANG XJ, *et al.* Comparative analysis on slaughter characters and meat quality in different breeds of broilers [J]. *Chin Poul*, 2020, 42(7): 13-17.
- [21] 陈映. 青峪猪生长发育规律和拐点期差异表达基因及最佳肉质性状日龄研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2019.
CHEN Y. Study on the growth rule and inflection period of differentially expressed genes and the age of the best meat quality of Qingyu pig [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2019.

- [22] 郭子璇, 杨洋, 李美吟, 等. 气相色谱-离子迁移谱法结合多元统计学分析不同陈酿时间白兰地的挥发性香气成分差异[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(18): 5795-5803.
WU ZX, YANG Y, LI MY, *et al.* Analysis of volatile aroma component differences in brandy with different aging times by gas chromatography-ion mobility spectrometry combined with multivariate statistics [J]. *J Food Saf Qual*, 2022, 13(18): 5795-5803.
- [23] 赵雪梅. 农产品中维生素、矿物质和脂肪酸的营养品质评价方法研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2022.
ZHAO XM. Study on nutritional quality evaluation methods of vitamins, minerals and fatty acids in agricultural products [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences Thesis, 2022.
- [24] 崔新莹, 吕志远, 张梦梦, 等. 基于主成分分析法的中高温大曲香气物质评价模型的建立[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(7): 279-287.
CUI XY, LV ZY, ZHANG MM, *et al.* Establishment of aroma substance evaluation model of medium-high temperature Daqu based on principal component analysis [J]. *J Food Saf Qual*, 2023, 14(7): 279-287.
- [25] 陈善敏. 紫甘薯醋新发酵工艺研究[D]. 重庆: 西南大学, 2020.
CHEN SM. Research on new fermentation technology of purple sweet potato vinegar [D]. Chongqing: Southwest University, 2020.
- [26] 张淑雅, 张纪桥, 蔡瑛婕, 等. 不同日龄略阳乌鸡肉品质对比与最佳上市日龄分析[J]. 中国畜牧兽医, 2022, 49(6): 2165-2175.
ZHANG SY, ZHANG JQ, CAI YJ, *et al.* Comparison of meat quality of Lueyang County silky fowl at different days of age and analysis of the best listing age [J]. *Chin Anim Hus Vet Med*, 2022, 49(6): 2165-2175.
- [27] 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.
LIANG KH, ZHU H, QIU J, *et al.* The difference in nutritional quality of chickens at different ages [J]. *Food Ind*, 2020, 41(7): 313-316.
- [28] TOURAILL EC, KOPP J, VALIN C, *et al.* Chicken meat quality influence of age and growth rate on physico-chemical and sensory characteristics of the meat [J]. *Archiv Fur Gefluegelkunde*, 1981, 45(3): 275-279.
- [29] 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.
JU XJ, SU JT, ZHANG M, *et al.* Comparative analysis of meat quality and flavor of different breeds and feeding periods of broilers [J]. *Chin J Anim Nutr*, 2018, 30(6): 2421-2430.
- [30] 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.
ZHOU XJ, ZHU NH, ZHANG RJ. Effects of breed, age and feeding reging on inosine-5- monophosphate and intramuscular fat content in broilers [J]. *Chin J Anim Nutr*, 2010, 22(5): 1251-1256.
- [31] 沙学梅, 豆腾飞, 佟荟全, 等. 武定鸡和大围山微型鸡公鸡肉品质物理性状比较研究[J]. 中国家禽, 2018, 40(23): 10-13.
SHA XM, DOU TF, TONG HQ, *et al.* Comparative analysis of physical characters of cock meat quality between Wuding chicken and Daweishan mini chicken [J]. *Chin Poul*, 2018, 40(23): 10-13.
- [32] 王海威, 王珍, 李星, 等. 不同饲养方式、饲养时间对杂交优质肉鸡肉品质的影响[J]. 华北农学报, 2020, 35(1): 399-408.
WANG HW, WANG Z, LI X, *et al.* Effects of different feeding methods and feeding time on meat quality of hybrid high-quality broilers [J]. *Acta Agric Bor-Sin*, 2020, 35(1): 399-408.
- [33] 李盛楠. 不同日龄清远鸡品质特征分析与综合评价[D]. 广州: 华南农业大学, 2020.
LI SN. Quality analysis and comprehensive evaluation of Qingyuan chickens of feeding days [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2020.
- [34] CHEVANCE FFV, FARMER LJ. Release of volatile odor compounds from full-fat and reduced-fat frankfurters [J]. *J Agric Food Chem*, 1999, 47(12): 5161-5168.

(责任编辑: 蔡世佳 张晓寒)

作者简介



葛庆联, 主要研究方向为品质检测与食品安全研究。

E-mail: zsj10800@sina.com



高玉时, 博士, 研究员, 主要研究方向为遗传育种与食品安全。

E-mail: gaoy100@sina.com



唐修君, 博士, 研究员, 主要研究方向为遗传育种与食品安全。

E-mail: 253368732@sina.com