

## 肉仔鸡肌肉色泽与品质相关性研究

戴四发 闻爱友 王立克 李如兰 王立新

(安徽科技学院 动物科学学院, 安徽 凤阳 233100)

**摘要** 研究 42 日龄不同性别 Arber Acres 肉仔鸡胸肌和腿肌的色泽与品质间的相关性,结果表明:1) 肌肉色泽与品质间相关性存在性别和部位间的差异。2) 亮度( $L^*$ )和黄疸( $b^*$ )与滴水损失率、水浴损失率和粗脂肪含量间为正相关,与其他指标间为负相关;红度( $a^*$ )与这些指标间的相关性相反。3)  $L^*$ 与滴水损失率、pH、嫩度和粗脂肪含量间为显著或极显著水平( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。4)  $a^*$ 与除胸肌滴水损失率和水浴损失率外的其他各指标间相关性均为显著或极显著( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。5)  $b^*$ 与系水率和嫩度间的相关性较高,与其他各指标间较低。试验结果表明,可以选择适宜的色泽指标对不同肌肉品质指标进行评价,其中,亮度可以用于评价滴水损失率、pH、嫩度和粗脂肪含量,红度可以用于评价系水率、pH、嫩度、肌纤维直径和粗蛋白含量。

**关键词** Arber Acres 肉鸡; 肌肉色泽; 肌肉品质; 相关性; 水份特性

中图分类号 S 831

文章编号 1007-4333(2007)01-0061-04

文献标识码 A

## Study on relationship between meat color and meat quality of Arber Acres broiler

Dai Sifa, Wen Aiyu, Wang Like, Li Rulan, Wang Lixin

(College of Animal Science, Anhui Science and Technology University, Fengyang 233100, China)

**Abstract** The experiment was conducted to study the relationship between meat color and meat quality characteristics of Arber Acres broiler. A total of 12 male Arber Acres broilers ( ) and 12 females ( ) of 42-day-old were used in the experiment. Results indicated: 1) there were some differences with correlations between meat color and meat quality from different sexes and locations of broilers. 2) Lightness ( $L^*$ ) and Yellowness ( $b^*$ ) had positive correlations with water dripping loss (WDL) and water boiling loss (WBL), and negative correlations with the other characteristics of meat quality. Redness ( $a^*$ ) had contrasting correlations with  $L^*$  and  $b^*$ . 3)  $L^*$  had significant correlations ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ) with WDL, pH, tenderness and ether extracts (EE). 4)  $a^*$  had significant correlations ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ) with all the characteristics of meat quality except for WDL and WBL of breast meat. 5)  $b^*$  had higher correlations with water-holding capacity (WHC) and tenderness, and lower correlations with other characteristics of meat quality. It was concluded that there are differences in correlations between meat color and meat quality based on sex of broilers and the differences in raw meat color may be used as an indicator of fillets with altered functional properties.

**Key words** Arber Acres broiler; meat color; meat quality; correlation; water property

鲜肉及其制品的颜色是重要的感官性状指标,直接影响着消费者,具有明显的商业价值;另外,肉色也是人们评价肌肉品质的最直观的指标。肌肉颜色直接取决于肌肉中的色素成分(如肌红蛋白、血红蛋白、黄色素和黑色素等),受遗传、年龄、营养、饲料、环境和健康状况多种因素的综合影响<sup>[1-2]</sup>,多年

来,禽肉原料及其熟制品的颜色缺陷已经成为影响家禽产业的重要问题。颜色缺陷不仅常出现于类似于PSE(肉质灰色、松软和汁液渗出)的家禽肌肉(如火鸡胸肌),而且出现于熟肉制品,如从粉红色到红色的变化<sup>[3]</sup>。最近的一些研究也显示出肉鸡或火鸡分割肉(生肉)中一些较为明显的颜色差异<sup>[4-5]</sup>。

收稿日期: 2006-04-09

基金项目: 安徽高校自然科学研究项目(2005 KJ 157); 安徽高校青年教师科研资助计划项目(2003JQ144)

作者简介: 戴四发,讲师,硕士,主要从事动物营养与生产研究, E-mail: ddsff@ah163.com

Barbut 发现在一般肉鸡群中出现 PSE 肉的比例为 0 ~ 28 %<sup>[6]</sup>;对冷库贮藏下的肉鸡分割肉的颜色分析发现出现颜色明显不同的肉样比例约为 7 %<sup>[6]</sup>。关于肌肉颜色的变化对肌肉品质的影响目前仅有少量和小范围的研究,一些试验证实,新鲜胸肌的颜色与 pH 间有显著相关性<sup>[6,9]</sup>,例如,较暗和较高 pH 的肉鸡胸肌的货架寿命更短,但卤化率更高<sup>[10]</sup>。尽管人们倾向于把肌肉色泽与品质联系在一起,但肌肉色泽与多种肌肉品质指标(如水分特性、嫩度和营养含量等)间的关系及其与家禽性别和肌肉部位的差异,尚未见详细报道。本研究旨在分析不同性别和不同部位的肉仔鸡肌肉的色泽与品质间的相关性,进而从肉品色泽感官特征方面直接给肉品消费者和加工者提供品质参考,以减少色泽方面潜在的负面效应。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验样鸡来源

选 42 日龄健康 Arber Acres 肉仔鸡(饲养条件一致),按性别分为公母 2 个试验组各 12 只,每组 4 重复,每重复 3 只鸡。

### 1.2 主要试验仪器

电子天秤(FA2004)、色差仪(CR-10,日本)、压力仪(CLM-3)、肌肉嫩度仪(C-LM3)、酸度计(pH/ISE,美国)、照度计(ZDS-10)、粗脂肪测定仪(SZF-06)、定氮仪(KDN-04A)。

### 1.3 测试项目与方法

口腔放血法宰杀样鸡后于 65 ℃ 水中浸烫约 1.5 min,取出剥皮,去除内脏,吸干胴体表面水,用 PE 袋包装扎紧(不漏气)。于 4 ℃ 冰箱中贮存 24 h 后取出,分别取胸肌和腿肌样用于以下分析。

肌肉色泽测定<sup>[11]</sup>:取肉样于相同室温(约 21 ℃)和光照条件(荧光灯光源,照度约 750 lx)下测定亮度  $L^*$  (lightness)、红度  $a^*$  (redness)、黄度  $b^*$  (yellowness),每个样品相同部位测 2 次(2 次旋转 90°)。

系水率(WHC)测定:称取肉样约 1.0 ~ 1.5 g ( $W_1$ ),置于上下各 16 层滤纸中(滤纸上下各放一块硬质塑料板)后置于压力仪上,施压 75 N,保持 5 min 后去压去滤纸,立即称肉样质量( $W_2$ )。另测相同肉样的含水率(A)。系水率 =  $(W_1 \times A - (W_1 - W_2)) / (W_1 \times A) \times 100\%$

滴水损失率(WDL)测定:称取肉样约 50 ~ 60 g,用丝线悬于 4 ℃ 冰箱中,48 h 去塑料袋和丝线后,

用滤纸擦去肉样表面水分称质量。滴水损失率 =  $((\text{吊前质量} - \text{吊后质量}) / \text{吊前质量}) \times 100\%$

水浴损失率(WBL)测定:称取肉样约 30 ~ 40 g,将肉样封入塑料袋并排尽空气,没入 75 ℃ 水浴直至确认肉样中心温度达到 75 ℃ (约 30 min),取出肉样冷却,滤纸擦尽肉样表面水分称质量。水浴损失率 =  $((\text{浴前质量} - \text{浴后质量}) / \text{浴前质量}) \times 100\%$

嫩度测定:取经水浴损失率测定后所得肉样,按肌纤维方向修剪出横切面约 0.5 cm × 0.5 cm,长度约 2.0 cm 的 3 个肉样,每个肉样用肌肉嫩度计测量 2 次剪切力(取平均值),单位 N。取 3 个肉样平均值为最终嫩度值。

pH 测定:取肉样并划开小口,将酸度计电极直接插入口中使其触及肌肉渗出来的浆液,即可读取 pH,精确到 0.01 以上。

肌纤维直径(MFD)测定:取适量肉样置于 20% (体积分数)硝酸中浸泡 24 h 后置于载玻片上用探针和甘油剥离为单个肌纤维,在 10 × 40 倍显微镜下,用物测微尺和目测微尺测量直径(每样测 40 根)。

肌肉营养含量测定:粗蛋白(CP)和粗脂肪(EE)分别参照全量定氮法和索氏浸提法进行测定。

### 1.4 数据处理

用 Excel 2003 整理数据,用 SPSS 13.0 中 Pearson Correlation 进行相关性分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 色泽与水分特性相关性分析

胸肌和腿肌的红度  $a^*$  与系水率的相关性均为显著以上正相关( $P < 0.05$ ) (表 1),其中母鸡腿肌为极显著( $P < 0.01$ );黄度  $b^*$  除母鸡腿肌外均为显著负相关( $P < 0.05$ )。与滴水损失率的相关性,胸肌和腿肌的亮度  $L^*$  为显著( $P < 0.05$ )或极显著( $P < 0.01$ )正相关(以腿肌相关性更高);腿肌  $a^*$  为显著( $P < 0.05$ )或极显著( $P < 0.01$ )负相关。与水浴损失率的相关性,不同性别肉仔鸡均以腿肌  $a^*$  最高( $P < 0.05$ ),其次为公鸡腿肌和母鸡胸肌的  $L^*$  ( $P < 0.05$ )。

过去的一些研究初步分析了家禽肌肉色泽对水分特性的影响,Barbut 等<sup>[4]</sup>分析肉鸡 PSE 胸肌品质特征时说明高亮度胸肌具有更差的系水率, Pieterzak 等<sup>[12]</sup>也在同年得到了相同的研究结论。Wynveen 等<sup>[13]</sup>研究了宰后 14 h 火鸡胸肌的品质,结果表明,具有较高亮度(57.75)和黄度(13.70)的

表 1 肉仔鸡肌肉色泽(亮度  $L^*$ , 红度  $a^*$ , 黄度  $b^*$ )与肌肉品质间的相关性  
Table 1 Correlation between meat color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) and meat quality of broiler

肌肉品质指标	公肉仔鸡						母肉仔鸡						
	胸肌			腿肌			胸肌			腿肌			
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	
水分特性	系水率/ %	-0.0114 (0.0860)	0.0438 (0.0177)	-0.0059 (0.0139)	-0.0465 (0.0531)	0.3878 (0.0214)	-0.1157 (0.0427)	-0.0097 (0.1446)	0.2748 (0.0132)	-0.0414 (0.0394)	-0.0170 (0.1029)	0.2174 (0.0013)	-0.0751 (0.1224)
	滴水损失率/ %	0.0293 (0.0370)	-0.0960 (0.1144)	0.0010 (0.3157)	0.0010 (0.0057)	-0.0088 (0.0069)	0.0026 (0.0627)	0.0076 (0.0252)	-0.1570 (0.3483)	0.0215 (0.4237)	0.0028 (0.0117)	-0.0309 (0.0494)	0.0104 (0.1880)
	水浴损失率/ %	0.0491 (0.1973)	-0.1796 (0.1759)	0.0184 (0.3739)	0.0169 (0.0496)	-0.1397 (0.0237)	0.0416 (0.0860)	0.0076 (0.0389)	-0.1203 (0.2055)	0.0185 (0.2106)	0.0017 (0.0631)	-0.0205 (0.0176)	0.0064 (0.2147)
	酸碱性 pH	-0.7109 (0.0062)	2.5168 (0.0120)	-0.3027 (0.1169)	-0.2566 (0.0214)	1.8829 (0.0102)	-0.5392 (0.1646)	-0.1665 (0.0169)	4.0218 (0.0345)	-0.0127 (0.0502)	-0.0769 (0.0099)	0.9111 (0.0009)	-0.3394 (0.1252)
嫩度	剪切力/ N	-0.2577 (0.0283)	0.9440 (0.0003)	-0.1182 (0.0701)	-0.3442 (0.0199)	2.9896 (0.0097)	-0.9000 (0.0225)	-0.1652 (0.0396)	4.1782 (0.0125)	-0.6519 (0.0051)	-0.4394 (0.0355)	5.1277 (0.0160)	-1.6545 (0.0016)
肌纤维	直径/ $\mu\text{m}$	-8.5687 (0.0203)	30.6389 (0.0063)	-3.6139 (0.1378)	-1.0555 (0.8436)	9.2289 (0.0080)	-2.7791 (0.1206)	-1.8610 (0.0350)	47.0583 (0.0084)	-7.1329 (0.0154)	-1.3941 (0.7867)	17.2856 (0.0012)	-6.0909 (0.1040)
营养含量	粗蛋白质分数/ %	-1.4843 (0.3383)	5.4682 (0.0005)	-0.6997 (0.0423)	-0.3206 (0.0968)	2.7973 (0.0034)	-0.8546 (0.2218)	-0.2733 (0.0647)	7.1855 (0.0006)	-1.1040 (0.0084)	-0.1615 (0.1920)	1.2324 (0.0076)	-0.5955 (0.1360)
	粗脂肪质量分数/ %	0.3747 (0.0285)	-1.3113 (0.0453)	0.1469 (0.2055)	0.0131 (0.0147)	-0.8532 (0.0132)	0.2209 (0.0793)	0.1180 (0.0125)	-2.7782 (0.0148)	0.4392 (0.0352)	0.0276 (0.0160)	-0.3102 (0.0412)	0.0985 (0.2176)

注:表中数值为相关系数,括号中数值为显著性水平  $P$  值。

胸肌会伴有更高的滴水损失率(1.75%),而较低亮度(54.03)和黄度(12.63)时对应的滴水损失率降低为0.75%,但红度对滴水损失率的影响无规律。Qiao等<sup>[14]</sup>的研究较为深入,结果显示了宰后24h肉鸡胸肌色泽与系水率的相关性,其中亮度( $P=0.0008$ )和黄度( $P=0.0075$ )与系水率呈极显著负相关,红度为极显著正相关( $P=0.0075$ )。与前期研究比较,本试验考虑了肉仔鸡不同性别间的差异性,并对腿肌进行了分析(以前均是以胸肌为对象),扩大了研究范围。综上所述,通过色泽评价肉仔鸡肌肉水分特性时,红度是评价肌肉系水率的适宜指标,亮度是评价滴水损失率的适宜指标,水浴损失率的评价选用腿肌红度较适宜,各指标均不宜用黄度判断。

## 2.2 色泽与 pH 相关性分析

由表 1 可知,胸肌和腿肌的亮度  $L^*$  和红度  $a^*$  均为显著( $P<0.05$ )以上水平,尤以公鸡胸肌  $L^*$ 、母鸡腿肌的  $L^*$  和  $a^*$  为极显著( $P<0.01$ ),而黄度  $b^*$  除母鸡胸肌接近显著水平( $P=0.0502$ )外,其他的相关性均极差( $P$  为 0.1 以上)。

肌肉 pH 是评价肌肉酸碱性的指标,活体禽肉

一般为中性偏碱状态,屠宰后由于肌糖原无氧酵解生成乳酸,pH 逐渐下降,其下降程度和速度都会对肌肉品质产生明显影响。关于肌肉色泽与 pH 的相关性人们开展过少量研究。Wynveen等<sup>[13]</sup>证实,火鸡胸肌的亮度越低则 pH 越高。Barbut<sup>[6]</sup>报道火鸡胸肌的灰白色总是与低 pH 联系在一起(如 PSE 肉)。Fletcher<sup>[15]</sup>也报道了胸肌的鲜亮色和灰白色间分别对应着不同的 pH。Qiao等<sup>[14]</sup>进一步证实,肉鸡胸肌的亮度和黄度与 pH 分别为极显著( $P=0.0001$ )和显著( $P=0.0136$ )负相关,红度与 pH 为极显著正相关( $P=0.0001$ )。结合本试验结果可以说明,不同性别肉仔鸡不同部位肌肉的亮度和红度均是判断肌肉 pH 的理想指标,但不能使用黄度。这是否与肌肉中不同呈色源(如肌红蛋白、血红蛋白、细胞色素、黑色素等)的酸碱性或分子内的离子特征有关,目前尚未见相关证据,还需深入分析探讨。

## 2.3 色泽与嫩度相关性分析

不同性别肉仔鸡的胸肌和腿肌的 3 个色泽指标与嫩度间的相关性(表 1),除公鸡胸肌黄度  $b^*$  ( $P=0.0701$ )外,其他均达到显著以上水平( $P<0.05$ );

其中公鸡胸肌和腿肌的红度  $a^*$ 、母鸡胸肌和腿肌的  $b^*$  为极显著水平 ( $P < 0.01$ )。

过去关于嫩度影响因素的研究,通常考虑较多的是肌肉组织结构、肌纤维特征、肌间脂肪及其他化学成分和状态等,很少考虑到色泽,通过本试验结果可以说明,具有较高亮度和黄度及较低红度的肌肉,其剪切力会较小,嫩度则更好。

#### 2.4 色泽与肌纤维直径相关性分析

由表1可知,胸肌和腿肌的3个色泽指标中均以红度  $a^*$  的相关性最高,均为极显著正相关 ( $P < 0.01$ ),其次为胸肌亮度  $L^*$ ,为显著负相关 ( $P < 0.05$ )。可见,通过肌肉红度可以较适宜地判断肌纤维直径,且肌肉越红则直径越粗。

#### 2.5 色泽与营养成分含量相关性分析

表1中色泽与粗蛋白含量的相关性可知,胸肌和腿肌的红度  $a^*$  为极显著正相关 ( $P < 0.01$ ),胸肌黄度  $b^*$  为显著 ( $P < 0.05$ ) 或极显著 ( $P < 0.01$ ) 负相关。说明不同性别肉仔鸡的胸肌红度和黄度,及腿肌红度均显著影响其粗蛋白含量,红度是评价肌肉粗蛋白含量的最适宜指标,这可能是由于肌肉红色主要与肌红蛋白有关,红度越高说明肌红蛋白含量越高,则粗蛋白含量越高。

由表1中色泽与粗脂肪含量的相关性可知,胸肌和腿肌的亮度  $L^*$  为显著正相关 ( $P < 0.05$ ),公鸡的胸肌和腿肌、母鸡胸肌的红度  $a^*$  为显著负相关 ( $P < 0.05$ ),母鸡胸肌  $b^*$  为显著正相关 ( $P < 0.05$ )。说明亮度是评价肌肉粗脂肪含量的最适宜指标,也可用红度进行辅助评价。

综合分析,关于肉仔鸡的肌肉色泽与肌肉品质间的相关性分析,虽然目前已有一些报道,但在研究结果方面大都存在差异性,这可能是由于其他因素如家禽状况、试验环境、肉样选择、分析仪器等的不同,或者肌肉色泽与肌肉品质间的这种相关性本身就具有一定程度的不确定性。禽肉加工业希望能通过色泽这一直接的感官指标来对肉品进行品质分级,以最终降低产品的不合格率;因此,急需大量开展这方面的研究工作,规范相关评价方法。

### 3 结论

肉仔鸡肌肉的不同色泽指标(亮度、红度、黄度)与不同品质指标间的相关性和相关性水平存在着性别和部位间的差异。肌肉的不同品质品质指标可以通过不同的色泽指标进行评价,其中红度是评价肌

肉系水率的适宜指标,亮度是评价滴水损失率的适宜指标,红度是评价腿肌水浴损失率的适宜指标,亮度和红度是评价酸碱度、嫩度的适宜指标,红度是评价肌纤维直径、粗蛋白含量的适宜指标,亮度是评价粗脂肪含量的适宜指标。

### 参 考 文 献

- [1] Seemann M. Factor which influence pigmentation[J]. Lohmann Information, 2000, 24: 20~24
- [2] Toyomizu M, Sato K, Taroda H, et al. Effects of dietary Spirulina on meat colour in muscle of broiler chickens[J]. British Poultry Science, 2001, 42: 197~202
- [3] Froning G W. Color of poultry meat[J]. Poultry Avian Biology Review, 1995, 6: 83~93
- [4] Barbut S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens[J]. British Poultry Science, 1997, 38: 355~358
- [5] Fletcher D L. Broiler breast meat variation, pH and texture[J]. Poultry Science, 1999a, 78: 1323~1327
- [6] Barbut S. Color measurements of evaluation the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat[J]. Food Res Int, 1993, 26: 39~43
- [7] Boulianne M, King A J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast[J]. Poultry Science, 1995, 74: 1693~1698
- [8] Allen C D, Russell S M, Fletcher. The relationship of broiler breast color and pH to shelf-life and odor development[J]. Poultry Science, 1997, 76: 1042~1046
- [9] Fletcher D L. Color variation in commercially packaged broiler breast fillets[J]. J Appl Poult Res, 1999b, 8: 67~69
- [10] Allen C D, Fletcher D L, Northcutt J k, et al. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life[J]. Poultry Science, 1998, 77: 361~366
- [11] Fletcher D L. Methodology for achieving pigment specifications[J]. Poultry science, 1992, 71(4): 733~743
- [12] Pieterzak M, Greaser M L, Sosnicki A A. Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in Pectoralis major muscle of domestic turkeys[J]. Animal Science, 1997, 75: 355~358
- [13] Wynveen E J, Bowker B C, Grant A L et al. Effects of muscle pH and chilling on development of PSE-like turkey breast meat[J]. British Poultry Science, 1999, 40: 253~256
- [14] Qiao M, Fletcher D L, Smith D P, et al. The effect of breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity[J]. Poultry Science, 2001, 80: 676~680
- [15] Fletcher D L. Broiler breast meat variation, pH and texture[J]. Poultry Science, 1999a, 78: 1323~1327