



# 不同模式养殖的合作猪宰后成熟过程中肉质变化特点分析

刘汉丽, 尕旦吉, 丁考仁青, 石红梅, 宫玉霞, 赵光平, 张红霞, 张茜春\*

(甘南州畜牧科学研究所, 甘肃合作 747000)

**摘要:** 基于高寒牧区草原生态保护的迫切需求, 为改变合作猪传统放牧养殖方式, 探索不同模式养殖的合作猪肉品质特性及成熟机理, 对放牧和舍饲两种模式饲养的合作猪宰后冷却成熟过程中肉质指标: 肉色、pH值、肌原纤维小片化指数等的变化作对比分析。结果表明: 在4℃条件下, 合作猪肉成熟过程中肉色稳定, 宰后当天进入僵直阶段, 12 h达到僵直最大程度, 24 h基本完成成熟。与放牧合作猪相比, 成熟规律相同。

**关键词:** 合作猪; 屠宰性能; 成熟机理; 肉品质

[中图分类号] S 813.24

[文献标志码] A

[文章编号] 1004-6704(2024)-06-0010-04

## Analysis of Meat Quality during Post-Slaughter Maturation Process in Hezuo Swine under Different Farming Systems

LIU Hanli, Gadanji, Dingkaorenqing, SHI Hongmei, GONG Yuxia,

ZHAO Guangping, ZHANG Hongxia, ZHANG Xichun\*

(Gannan Institute of Animal Science and Study, Hezuo, Gansu 747000, China)

**Abstract:** Based on the urgent need for grassland ecological conservation in high-altitude pastoral areas, this study aims to change the traditional grazing farming method of Hezuo swine. It seeks to reveal the meat quality characteristics and maturation mechanisms of Hezuo swine under different farming systems. A comparative analysis of meat quality indicators during the cooling and maturation process after slaughter, including meat color, pH value, and myofibrillar fragmentation index, was conducted between two feeding systems: grazing and house feeding. The results indicate that at 4 °C conditions, the meat color of Hezuo swine meat remained stable during the maturation process. Rigor mortis was initiated on the day of slaughter, reaching its maximum extent at 12 h, and the maturation process was essentially completed within 24 h. The maturation pattern was similar to that of Hezuo swine in grazing compared to house feeding.

**Key words:** Hezuo swine; slaughter performance; maturation mechanism; meat quality

[收稿日期] 2024-05-16

[基金项目] 石红梅专家工作室

[第一作者] 刘汉丽(1971-), 女, 研究员, 主要从事畜牧基础  
研究及技术推广工作。E-mail: 2451770949@qq.com

[共同第一作者] 尕旦吉(1975-), 女, 高级兽医师, 主要从事畜牧  
技术推广工作。E-mail: 493405384@qq.com

\* [通信作者] 张茜春, E-mail: 2465792933@qq.com

合作猪(藏麻猪)是甘肃省甘南藏族自治州牧民群众家畜养殖中不可或缺的畜种, 以原始的牛羊混合放牧为主, 其采食能力强, 对草原破坏严重<sup>[1-2]</sup>。为解决合作猪放养与主产区草原生态之间的矛盾, 探索寻求既能保持合作猪特有性状, 又能使资源优化利用且适合甘南高寒牧区合作猪季节性放牧, 舍饲、半舍饲养殖, 放养结合的有效生产模式, 从而助力构建甘南生态养殖畜牧业经济板块, 振兴区域产业

经济。

## 1 放牧与舍饲两种不同模式养殖的合作猪肉及肉品预处理

### 1.1 两组合作猪肉的选择与处理

试验选甘南州合作市舍饲养殖合作猪、放牧合作猪各 15 头,宰前禁食 24 h、禁水 2 h,宰后采集背最长肌和股二头肌,置于 4 ℃ 条件下,于 12 h、24 h、3 d、5 d、7 d 进行各指标测定。

### 1.2 测定指标与方法

1.2.1 肉色的变化 采用 CIE L\* a\* b\* 法。用色差仪测定肉样的 L\* (亮度)、a\* (红度)、b\* (黄度),同一肉块,平行测定 3 次,取其平均值作为该肉块的颜色值。

1.2.2 pH 值的变化 用 pH 计测定。宰后 45 min 内,取背最长肌测 pH 1 h 值;取头半棘肌置于 4 ℃ 冰箱 24 h 后测 pH 24 h 值。

1.2.3 肌原纤维小片化指数(MFI)的变化 MFI 的测定参照 Delgado 等的 MFI 测定方法。

### 1.3 数据统计与分析

数据用 Excel 2003 初步整理后,采用 SPSS 19.0 进行统计分析和差异显著性检验。

## 2 两组合作猪肉成熟过程中各指标的变化分析

### 2.1 肉色变化

2.1.1 亮度变化 图 1 所示,合作猪屠宰后舍饲组肉色的亮度(L\* )值在成熟过程中基本稳定,放牧组 L\* 值在 12~24 h 逐渐下降,之后保持稳定<sup>[3]</sup>。2 组合作猪肉中舍饲组肉色亮度值始终高于放牧组,但二者差异不明显( $P>0.05$ )。

2.1.2 红色度变化 图 2 结果显示,成熟过程中 2 组猪肉的肉色红色度(a\* 值)基本保持稳定,放牧组 a\* 值显著高于舍饲组( $P<0.05$ ),表明放牧组猪肉色较舍饲组红,这是由于长期放牧过程中,合作猪为适应高海拔生境需氧量大,体内肌红蛋白、血红蛋白含量增加而导致肉色较红<sup>[4]</sup>。

2.1.3 黄色度变化 图 3 结果显示,2 组猪肉肉色的黄色度(b\* 值)在成熟过程中变化趋势相似,二者之间无显著差异( $P>0.05$ )。

综合图 1、图 2、图 3 结果,成熟过程中 2 组合作猪肉色泽基本稳定,无明显变化。舍饲猪肉亮度表现优于放牧组猪肉,但二者差异不明显( $P>0.05$ )。红色度显著低于放牧猪肉( $P<0.05$ )。

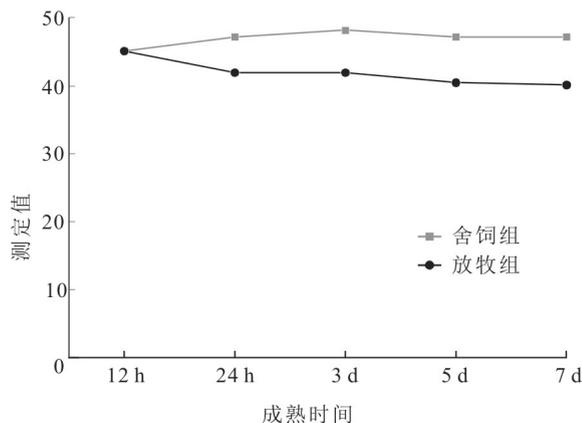


图 1 合作猪屠宰后 7 d 中肉色亮度 L\* 值的变化规律

Fig. 1 Changes of lightness value (L\*) of meat color of Hezuo swine after 7 days of slaughter

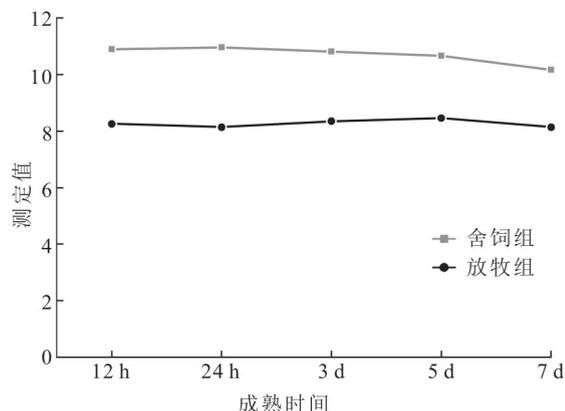


图 2 合作猪屠宰后 7 d 中肉色红色度 a\* 值的变化规律

Fig. 2 Changes of the redness value (a\*) of meat color of

Hezuo swine after 7 days of slaughter

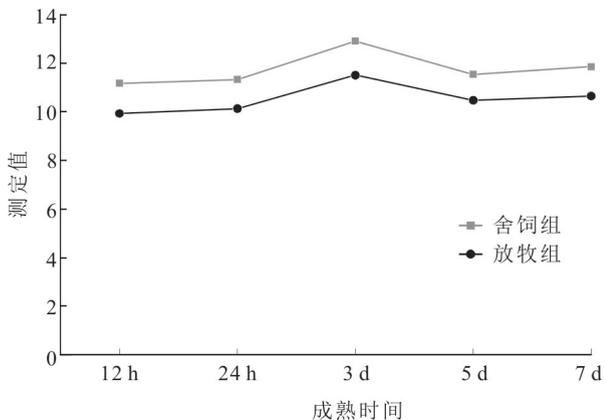


图 3 合作猪屠宰后 7 d 中肉色黄色度 b\* 值的变化规律

Fig. 3 Changes in the yellowing degree (b\*) of meat color of Hezuo swine after 7 days of slaughter

### 2.2 pH 的变化

图 4 结果可见,宰后两组合作猪肉的 pH 值变化趋势相同,表现为 12 h 到 24 h 之间呈现下降,24 h 之后缓慢上升的趋势,二者之间无显著差异( $P>0.05$ )。这是由于动物活体时机体的 pH 值是接近中性的(6.8~7.0),宰后肉中糖原分解、乳酸积累,

pH 值下降。宰后 24 h, 2 组猪肉的 pH 值最低, 分别为 5.27 和 5.16。说明宰后成熟, 即肉的排酸对肉中 pH 值的上升有一定的作用。pH 值降为最低点, 糖原分解停止, 排酸结束<sup>[5]</sup>。本研究中舍饲合作猪肉的极限 pH 值为 5.27, 放牧合作猪肉的极限 pH 值为 5.16。

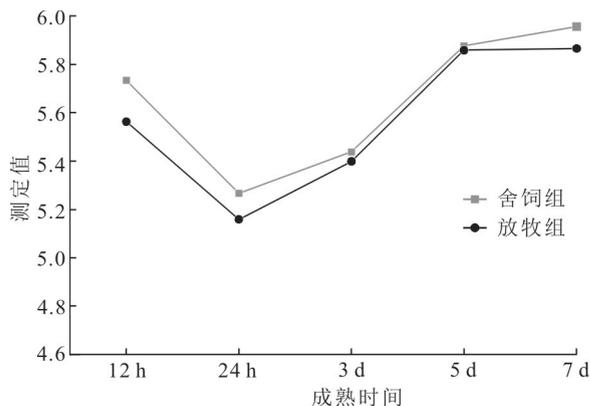


图 4 合作猪屠宰后 7 d 中 pH 值的变化规律

Fig. 4 Changes in pH value of Hezuo swine during 7 days after slaughter

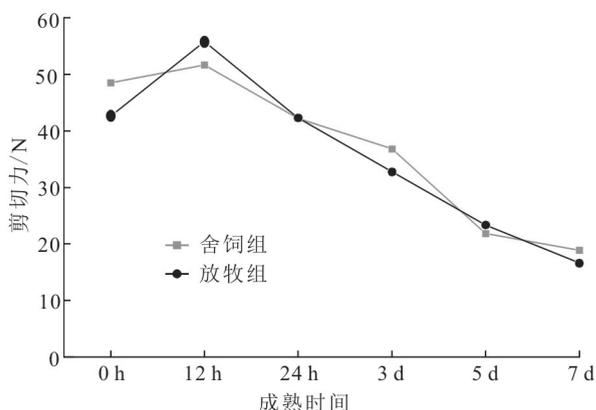


图 5 合作猪屠宰后 7 d 中剪切力(N)值的变化规律

Fig. 5 Changes in shear force (N) of Hezuo swine during 7 days after slaughter

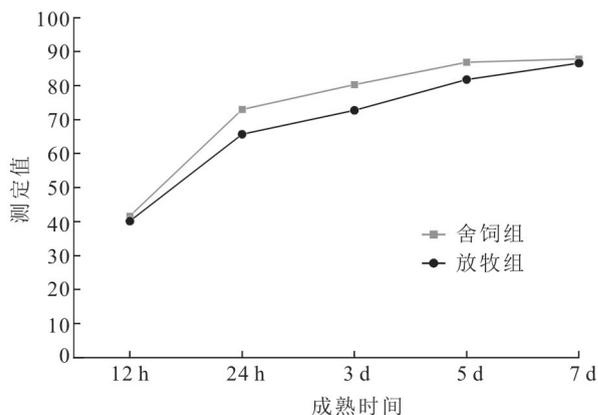


图 6 宰后成熟过程中肉小片化指数(MFI)的变化规律

Fig. 6 Changes in myofibrillar fragmentation index(MFI) during postmortem maturation process

## 2.3 成熟过程中各嫩度指标变化特点

2.3.1 剪切力变化 从图 5 可以看出, 成熟过程中 2 组合作猪肉的剪切力从刚宰杀到 12 h 表现为由低到高, 12 h 之后逐渐降低的趋势。刚屠宰时舍饲合作猪肉剪切力为 42.8 N, 宰后 12 h 剪切力为 56.02 N 达到最大值, 之后不断下降; 宰后 24 h 剪切力降至 42.19 N, 表明舍饲合作猪肉宰后 24 h 基本完成成熟。放牧组猪肉剪切力除刚屠宰时显著高于舍饲组外, 其他时间变化规律与舍饲组相同。结果表明, 在 4 °C 条件下合作猪肉宰后当天即进入僵直阶段, 12 h 达到僵直最大程度, 24 h 基本完成成熟。

2.3.2 肌原纤维小片化指数(MFI)的变化 图 6 表明, 成熟过程中 2 组合作猪肉肌原纤维小片化指数值总体变化趋势相同, 无显著差异 ( $P > 0.05$ )。两组猪肉中均表现为逐渐上升趋势, 表明随着宰后成熟时间变化, 肉的 MFI 指数逐渐升高, 肌原纤维结构断裂破坏, 肉的嫩度随之升高<sup>[6]</sup>。屠宰后第 2 ~ 3 天 MFI 显著高于刚屠宰时, 之后变化不明显。表明合作猪肉的成熟时间不能少于 24 h, 这一结果与剪切力变化特点相符。

## 3 放牧与舍饲两种不同模式养殖的合作猪肉成熟机理

### 3.1 成熟过程中肉质变化特点

在 4 °C 条件下成熟时, 2 组合作猪肉色泽基本稳定, 无明显变化。舍饲组合作猪肉亮度表现优于放牧猪肉, 红色度显著低于放牧组合作猪肉。pH 值变化趋势相同, 12 h 到 24 h 之间呈现下降, 24 h 之后缓慢上升的趋势, 二者之间无显著差异。刚宰杀时舍饲组的 pH 值为 6.74, 宰后 24 h 降到 5.27, 之后缓慢上升。放牧组刚宰杀时 pH 值为 6.56, 24 h 降至 5.16。剪切力均呈由低到高, 再到低的变化趋势, 二者无显著差异。刚屠宰时舍饲合作猪肉剪切力为 42.8 N, 宰后 12 h 剪切力为最大值 56.02 N, 24 h 降至 42.19 N, 在人口感可接受的适宜范围之内<sup>[6]</sup>。合作猪肉宰后当天即进入僵直阶段, 12 h 达到僵直最大程度, 24 h 基本完成成熟。肌原纤维小片化指数值总体变化趋势相同, 无显著差异, 均呈逐渐上升趋势。宰后第 2 ~ 3 天 MFI 显著高于刚屠宰时, 之后变化不明显。合作猪肉宰后在 4 °C 条件

下经过 24 h 方能显著提高其嫩度和风味。

### 3.2 成熟过程中肉质变化规律

合作猪肉具有色泽鲜红、高蛋白、低脂肪、矿物质丰富、氨基酸组成理想、风味好的特点<sup>[7-10]</sup>。在 4 ℃ 条件下,成熟过程中肉色稳定,宰后当天进入僵直阶段,12 h 达到僵直最大程度,24 h 基本完成成熟。与放牧合作猪相比,成熟规律相同。研究结果揭示了合作猪肉品质特性、成熟机理,可为合作猪的饲养方式变更、品种选育和肉类开发提供参考,并为进一步保护性开发和利用合作猪种质资源,发挥其优良特性提供理论依据。

#### 参考文献:

- [1] 赵国琳. 甘肃省地方畜禽品种资源[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,2013.
- [2] 甘南藏族自治州畜牧志编辑委员会甘南藏族自治州畜牧局编纂. 甘南藏族自治州畜牧志[M]. 兰州:甘肃民族出版社,1993.
- [3] 杨 勤. 甘南高原特色畜种种质特性与利用[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,2009.
- [4] 蔡 原. 放牧型合作猪肉质特性研究[D]. 兰州:甘肃

农业大学,2006.

- [5] 王存堂,韩 玲,余群力. 合作猪营养成分及加工性能研究[J]. 黑龙江畜牧兽医,2010(8):34-35.
- [6] 张成云. 不同温度贮藏对宰后肌肉成熟过程的中心代谢网络通量分析[D]. 天津:天津商业大学,2020.
- [7] 刘汉丽,李鹏霞,石红梅,等. 合作猪选育技术[J]. 畜牧兽医杂志,2022,41(2):66-67.
- LIU H L, LI P X, SHI H M, et al. Breeding technology of Hezuo swine[J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2022, 41(2): 66-67.
- [8] 杨 勤,左彩兰,刘汉丽,等. 甘肃省地方特色猪——甘南藏麻猪[J]. 中国猪业,2007,2(8):23-26.
- [9] 马桂琳,刘汉丽,张红霞,等. 不同饲养方式下合作猪的生长性能[J]. 畜牧与兽医,2013,45(3):37-38.
- [10] 张潭瑛,杨 勤,刘汉丽,等. 合作猪最佳饲养方式探讨[J]. 畜牧兽医杂志,2013,32(1):15-18.
- ZHANG T Y, YANG Q, LIU H L, et al. Discussion on the best rearing way of Hezuo swine[J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2013, 32(1): 15-18.

(上接第 9 页)

- [7] 李 权. 北方地区红豆草与全株玉米混合青贮的操作技术与关键节点[J]. 畜牧兽医杂志, 2022, 41(5): 240-242.
- LI Q. Operation technology and key nodes of mixed silage of red bean grass and whole corn in northern area [J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2022, 41(5): 240-242.

- [8] 李亚娇,马培杰,吴佳海,等. 不同品种青贮玉米与拉巴豆套种对青贮玉米农艺性状及产量的影响[J]. 草业学报, 2019, 28(9): 209-216.
- LI Y J, MA P J, WU J H, et al. Effects of interplanting with Dolichos Lablab on agronomic traits and yield of two varieties of silage maize [J]. Acta Prataculturae Sinica, 2019, 28(9): 209-216.