

体上下降 $P < 0.01$)。

2. 2不同体重莱芜猪与新莱芜猪肌肉中脂肪酸组成的对比 研究表明: 新莱芜猪肌肉脂肪酸组成发育性变化无明显规律性, 但各组分与相应体重的莱芜猪相比却有着较大的差异(表2)。总体比较, 莱芜猪的(

总脂、棕榈酸、棕榈(SFA与总单不饱和脂肪酸MUFA)、烯酸比例显著高于新莱芜猪, 而PUFA、脂酸、油酸、生烯酸比例显著 $P < 0.01$) 低于新莱芜猪, 其他花组分则差异不显著。

表1 不同体重莱芜猪肌肉脂肪酸组成最小二乘均数及标准误 %

| 项目 | 体重 / kg | | | | | | F值 |
|----------|------------|-----------|-------------|-------------|------------|-----------|---------|
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | |
| 总脂 | 3.26±0.36 | 4.42±0.12 | 6.84±0.77 | 5.44±0.89 | 6.55±0.76 | 6.42±1.06 | 69.13** |
| C14: 0 | 1.43±0.06 | 1.43±0.02 | 1.49±0.04 | 1.51±0.07 | 1.61±0.09 | 1.52±0.08 | 1.10 |
| C14: 1 | 0.08±0.00 | 0.07±0.01 | 0.10±0.04 | 0.07±0.00 | 0.08±0.01 | 0.06±0.01 | 0.57 |
| C16: 0 | 2.968±0.72 | 8.22±0.63 | 8.18±0.22 | 7.91±0.42 | 8.23±0.72 | 7.69±0.72 | 1.36 |
| C16: 1 | 3.81±0.31 | 3.95±0.11 | 4.51±0.23 | 4.36±0.16 | 4.92±0.98 | 4.29±0.43 | 1.17 |
| C15 烯二酸 | 0.22±0.02 | 0.19±0.05 | 0.23±0.06 | 0.19±0.02 | 0.19±0.02 | 0.17±0.02 | 0.50 |
| C18: 0 | 13.41±0.34 | 3.56±0.34 | 2.97±0.35 | 3.05±0.17 | 2.36±0.82 | 2.95±0.59 | 0.92 |
| C18: 1 | 41.47±1.11 | 4.91±1.54 | 6.6±0.49 | 7.0±1.46 | 7.9±0.44 | 8.0±0.76 | 4.44** |
| C18: 2 | 8.02±0.95 | 9.93±0.94 | 5.40±0.44 | 2.23±0.63 | 9.99±0.03 | 7.9±0.42 | 5.15** |
| C18: 3 | 0.32±0.05 | 0.29±0.04 | 0.28±0.04 | 0.32±0.05 | 0.31±0.25 | 0.25±0.11 | 1.29 |
| C20: 0 | 1.22±0.04 | 1.16±0.01 | 1.06±0.01 | 1.15±0.01 | 1.24±0.04 | 1.27±0.01 | 0.77 |
| C20: 1 | 0.34±0.00 | 0.30±0.00 | 0.0318±0.00 | 0.0127±0.00 | 0.528±0.00 | 0.22±0.03 | 3.37* |
| SFA | 44.83±1.12 | 3.49±0.98 | 2.91±0.62 | 2.79±0.64 | 2.51±0.44 | 2.42±1.13 | 1.08 |
| UFA | 55.17±1.12 | 6.51±1.36 | 7.09±0.62 | 7.21±0.65 | 7.49±0.46 | 7.59±1.05 | 1.08 |
| PUFA | 9.58±0.95 | 4.0±0.98 | 6.4±0.56 | 3.6±0.63 | 5.1±0.35 | 2.7±0.44 | 5.38** |
| SFA+MUFA | 90.76±0.92 | 9.90±0.99 | 5.54±0.93 | 9.91±0.94 | 7.7±0.92 | 9.94±0.42 | 25.29** |

注: ①C14: 0—豆蔻酸; C14: 1—豆蔻烯酸; C16: 0—棕榈酸; C16: 1—棕榈烯酸; C18: 0—硬脂酸; C18: 1—油酸; C18: 2—亚油酸; C18: 3—亚油烯酸; SFA—饱和脂肪酸; UFA—总不饱和脂肪酸; PUFA—总多不饱和脂肪酸; MUFA—总单不饱和脂肪酸, 下表同; ②* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, 下同; ③表中数值表示为同体重时莱芜猪与新莱芜猪的最小二乘均数之差值

表2 同体重莱芜猪与新莱芜猪肌肉脂肪酸组成最小二乘均数的比较 %

| 项目 | 体重 / kg | | | | | | 平均 |
|----------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|---------|
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | |
| 总脂 | 0.41 | 2.23 | 3.21 | 2.45 | 4.3*3 | 3.7*7 | 2.75** |
| C14: 0 | 0.22 | 0.23 | -0.01 | 0.29 | 0.12 | -0.58 | 0.01 |
| C14: 1 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.02 |
| C15 烯二酸 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.01 | 0.03 |
| C16: 0 | 3.2*3 | 1.63 | -0.33 | 3.0*1 | -0.19 | 0.05 | 1.21** |
| C16: 1 | 0.01 | 0.57 | 0.39 | 0.55 | 1.20* | 0.26 | 0.48** |
| C18: 0 | -0.40 | -0.58 | -0.51 | 0.16 | -1.96* | -0.69 | -0.64** |
| C18: 1 | -2.41 | 1.31 | 3.24* | 3.04* | 1.80 | 1.76 | 0.47 |
| C18: 2 | -0.57 | -2.7*8 | -2.3*2 | -0.72 | -1.33 | -0.97 | -1.43** |
| C18: 3 | 0.05 | -0.11 | -0.07 | -0.22 | 0.28* | 0.21 | 0.03 |
| C20: 0 | -0.01 | -0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.06 | -0.04 | 0.01 |
| C20: 1 | -0.17* | -0.25** | -0.39* | -0.11 | -0.08 | -0.01 | -0.17** |
| SFA | 3.03* | 1.25 | -0.58 | 3.48** | -1.98 | -1.25 | 0.59 |
| UFA | -3.0*3 | -1.25 | 0.84 | -3.4*8 | 1.97 | 1.26 | -0.59 |
| PUFA | -0.68 | -3.7*14 | -2.7*8 | -1.06 | -1.14 | -0.77 | -1.57** |
| SFA+MUFA | 0.51 | 2.88** | 2.39* | 0.95 | 1.05 | 0.92 | 1.41** |

注: 表中数值表示为同体重时莱芜猪与新莱芜猪的最小二乘均数之差值

2. 3莱芜猪肌肉中脂肪酸组成与肉质特性的相关分析

脂、水分、失水率、大理石纹评分相关显著; 总脂与水分、大理石

相关分析表明(表3), 莱芜猪肌肉中的PUFA总量与总脂、水分、失水率、大理石纹评分早显著相关。UFA

表3 莱芜猪肌肉脂肪酸组分与肉质性状间的相关系数

| 项目 | TL | MT | CP | CS | WL | MS | TN |
|------|---------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|
| TL | — | -0.89** | -0.26 | 0.37 | -0.34 | 0.87** | -0.11 |
| SFA | -0.35 | 0.29 | 0.21 | 0.22 | -0.12 | -0.51 | 0.30 |
| UFA | 0.35 | -0.29 | -0.21 | -0.22 | 0.12 | 0.51 | -0.30 |
| PUFA | -0.83** | 0.68** | 0.33 | -0.37 | 0.43* | -0.79** | 0.32 |

注: TL, 总脂; MT, 水分 / ; CS, 肉色评分; WL, 失水率 / ; MS, 大理石纹评分; TN, 嫩度 / %k g

3 讨论和结论

3.1 肌肉中脂肪酸组成与其食用品质关系密切。多汁性、香味 C l o s e [6] 认为, 肌肉 UFA 含量高, 其嫩度及总体可接受程度的评分值就低, 而 SFA+MUFA 含量高, 其评分值则高。SFA 摄入量过高时易引起高脂血症, 并增加冠心病的可能性, 而提高 PUFA/SFA 的比值, 则可循环脂水平, 降低血浆胆固醇浓度 [2]。本研究结果表明, 随着体重的增大, 莱芜猪肌肉总脂含量和 UFA 中油酸/亚油酸比例显著增加, 而 PUFA/SFA 比值显著下降, 说明随着屠宰体重的增加, 肉品的风味逐渐改善, 而其保健性则有下降之趋势。另外, 随着体重的增加莱芜猪肌肉中 SFA+MUFA 总量、总脂的比例都高于新莱猪, 但后期差异不显著, 这有可能是由于品种间成熟期不同而形成的, 并由此可能带来品种间在某些肉质特性方面发育性变化的差异, 这对今后进一步开发利用纯种莱芜猪, 探索优质配套组合具有重要的意义。

3.2 Xu 等 [7] 对啮齿动物的研究发现: PUFA 可以通过增加 mRNA 的降解速率来抑制脂肪细胞决定和依赖因子 1 (ADD1) 的活性, 而 ADD1 是脂肪细胞分化和其他方面脂类代谢的一个重要转录因子, ADD1 活性降低会造成脂肪酸合成酶转录速率下降, 从而造成脂肪沉积量减少。本研究结果显示, 莱芜猪及新莱猪肌肉中油酸比例与肌肉脂肪沉积量都呈显著正相关 ($P < 0.01$), 表明油酸比例的增加有助于生长期脂肪

亚油酸的比例则与脂肪沉积量相反, PUFA 总量的变化呈显著负相关 ($P < 0.01$), 与 Xu 等 [7] 的结果一致。这表明, 猪肉内脂肪积累与肌肉组织中单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸的组成差异有关。另外, 本研究还发现莱芜猪肌肉中油酸的比例比新莱猪高, PUFA 总量、亚油酸的比例却显著低于新莱猪, 尤其在 50、kg 时相差极显著。以上相关结果及 60 天差值比较, 也许可作为莱芜猪肌肉脂肪含量显著高于新莱猪的内在本质。

参考文献:

- [1] 张克英, 陈代文, 胡祖禹, 等. 影响猪肉品质的主要因素 [J]. 四川农业大学学报, 2002, (3): 69-71
- [2] Nestel P J. Polyunsaturated fatty acid nutrition. *Am J Clin Nutr*, 1987, 45: 116-121
- [3] 曹勇庆, 孙宝民, 张万福, 等. 莱芜猪肌肉组织学特性与肉质特性的研究 [J]. 畜牧兽医学报, 1998, 29 (6): 486-492
- [4] Gerber A G. Relationship between adipose tissue weight and carcass characteristics of pig. *J Anim Sci*, 1990, 68: 112-117
- [5] 陈润生, 王林云, 经荣斌, 等. 猪生产学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 165-167
- [6] Rose W H. Nutritional manipulation of meat quality [X]. In: Proceedings of the 11th Annual Asia Pacific Conference [C]. 1997, 99-101
- [7] Xu J, Teran-Garcia M, Park J H, et al. Polyunsaturated fatty acid regulatory element binds to the peroxyl oxidizing transcription factor 1. *J Biol Chem*, 2001, 276: 1127-1132

Effects of Development of Intramuscular Fat on Meat Quality in Laiwu Pigs

YANG Hai-ling¹, ZENG Yong-qing^{1*}, WEI Shu-dong², WU Ying³, LIU Chan-juan¹

(1. College of Animal Science and Technology, Shandong Agricultural University, Shandong Tai'an 271018, China;

2. Laiwu Center of Popularization of Animal Science and Veterinary Technology, Shandong Laiwu 271100, China;

3. Institute of Animal Science and Veterinary, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Shandong Jinan 250100, China)

