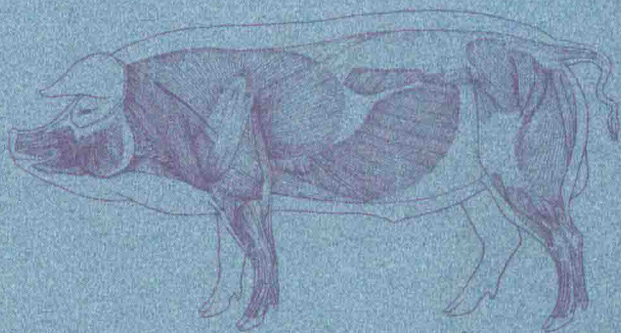


•扬州大学出版基金资助•

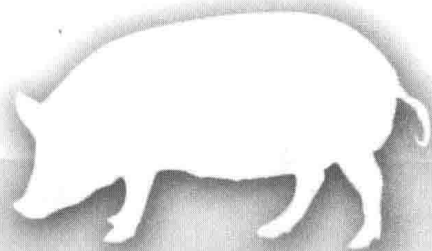
中国猪肌肉品质研究

经荣斌 编著



本书内容包括影响畜禽肉品质的动物肌肉生物学特性及其形成的机制，通过对畜禽骨骼肌发育与肉品质、脂肪组织发育与肉品质和动物饲养管理与肉品质关系的介绍，从遗传、生理、营养和饲养等角度系统阐述肉品质形成的研究成果。希望本书的出版对我国动物肌肉生物学与肉品质研究起到积极推动作用，促进我国优质畜禽肉产品的生产和实践。

 中国农业出版社



中国猪肌肉品质研究

ZHONGGUOZHU JIROU PINZHI YANJIU

经荣斌 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国猪肌肉品质研究 / 经荣斌编著. —北京: 中国农业出版社, 2015. 2

ISBN 978-7-109-20107-1

I. ①中… II. ①经… III. ①猪肉-肌肉-食用品质-研究-中国 IV. ①TS251.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 014640 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 刘博浩 程 燕

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.5

字数: 330 千字

定价: 80.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编 审 人 员

编著者 经荣斌（扬州大学）

审稿者 张伟力（安徽农业大学）

在国家有关部门的高度重视下，我国养猪业从 1978 年到 1998 年得到持续快速的发展。多年来我国养猪存栏量位居世界第一，1995 年全国人均占有猪肉量第一次突破世界人均水平，基本上满足了国民对猪肉数量的需要。随着我国社会经济的发展和人民经济收入的提高，人们对猪肉质量逐渐重视，这为我国广大畜牧科技工作者提出了新的研究课题。

国外从 20 世纪 60 年代开始对猪肉品质进行系统的科学研究。我国开展猪肉品质的研究约比西方发达国家迟 20 年以上。但从 20 世纪 80 年代以来，我国养猪学和肉品科学工作者积极开展了猪肉品质的研究，并取得了丰硕的研究成果。作者编著本书是为了较全面地反映我国这一时期猪肉品质的研究情况及其成果，以供养猪学专家、肉品科学工作者和养猪生产者参考。

编著者对书中某些研究成果通过分析提出建议，谨供原作者参考，目的在于抛砖引玉，进行学术交流和讨论。



经荣斌在实验室指导研究生测定肉质

由于编著者水平所限，因此本书定会存在不足之处，亦难免错误，恳请同行专家和广大读者批评指正。

本书在校阅过程中得到扬州大学动物科学与技术学院王宵燕博士的热心帮助，在此表示感谢。

编著者

2014. 12. 26

前言

第一章 概述	1
一、我国猪肌肉品质的主要研究工作	1
二、我国猪肌肉品质研究的学术会议和学习班	6
三、20 世纪至 21 世纪的猪肉质研究	7
参考文献	7
第二章 我国猪肌肉品质评定方法	8
一、20 世纪 80 年代拟订的《猪肉品质评定方法》	8
二、1986 年修订的《猪肉质评定操作规程》	10
三、2002 年修改补充的《猪肉质评定操作规程》	12
四、2004 年颁布的《猪肌肉品质测定技术规范》	14
参考文献	16
第三章 猪肌肉组织学结构的发育性变化及肌肉品质性状的遗传	17
一、肌肉的宏观结构	17
二、肌肉的超微结构	17
三、肌纤维生长发育和肌纤维类型发育性变化	18
四、肌纤维类型和肌肉品质的关系	28
五、肌纤维生长和肌纤维类型转化的营养调控	28
六、肌肉品质性状的遗传	29
参考文献	35
第四章 中国猪肌肉食用品质性状	38
一、地方品种猪肌肉食用品质性状	38
二、新培育品种（系）猪肌肉食用品质性状	49
参考文献	50
第五章 中国猪肌肉化学组成成分	51
一、地方品种猪肌肉化学组成成分	51



二、新培育品种(系)猪肌肉化学组成成分	70
参考文献	75
第六章 中国猪肌肉组织学结构性状	76
一、地方品种猪肌肉组织学结构性状	76
二、新培育品种(系)猪肌肉组织学结构性状	79
三、对中国地方品种猪肌肉品质性状研究的小结与讨论	83
参考文献	83
第七章 杂交对猪肌肉品质性状的影响	88
一、地方品种猪与国外品种猪杂交对猪肌肉食用品质的影响	88
二、地方品种猪与国外品种猪杂交对猪肌肉化学成分的影响	92
三、地方品种猪与国外品种猪杂交对猪肌肉组织结构的影响	97
四、新培育品种猪与国外品种猪杂交对猪肌肉品质的影响	100
参考文献	104
第八章 饲料和饲粮对猪肌肉品质的影响	106
一、饲粮方案对猪肌肉品质的影响	106
二、饲粮营养水平对猪肌肉品质的影响	110
三、饲粮中添加营养成分对猪肌肉品质的影响	116
四、饲粮纤维来源和纤维水平对猪肌肉品质的影响	119
五、饲料对猪肌肉品质的影响	120
参考文献	129
第九章 矿物质、维生素、添加剂和其他因素对猪肌肉品质的影响	132
一、矿物质对猪肌肉品质的影响	132
二、维生素对猪肌肉品质的影响	149
三、添加剂对猪肌肉品质的影响	157
四、其他因素对猪肌肉品质的影响	166
参考文献	170
第十章 影响猪肌肉品质性状的基因的研究	175
一、猪肌肉品质性状的主效基因研究	175
二、猪肌肉品质性状的候选基因研究	178
三、其他影响猪肌肉品质性状的基因研究	212
参考文献	218

第一章 概 述

猪的肌肉品质简称猪的肉质。对于肉质的认识和研究，是随着社会经济，养猪业生产水平和科学技术水平的不断发展而深化的。同时，在不同的社会历史时期，不同的国家和地区，以及不同的产业部门，对肉质的概念内容和要求也不尽相同；肉质的评定方法也在不断地发展。

猪是提供人类社会肉食营养的一种动物，在漫长的历史过程中，它仅仅是在肉食量的方面提供人类的营养，但是在现今社会，人们对猪肉食品的要求，逐渐注重其肌肉品质。但是对动物（包括猪）肌肉品质及肉制品进行系统的科学研究是从 20 世纪 60 年代才开始的。

从第二次世界大战以后，由于社会对瘦肉的需求，猪的选育方向转向选育胴体产瘦肉多的瘦肉型猪，同时养猪生产方式由传统粗放型的饲养改变为工业化生产方式，使猪群繁殖，仔猪、生长猪及育肥猪的饲育，饲料结构，饲喂方式、饲养环境和管理方式高度集约化，破坏了猪有机体的平衡和协调性，引起应激反应，产生劣质猪肉即呈现灰白色（pale）、渗水（exudative）、和软的（soft）PSE 猪肉。这种猪肉适口性差，不易贮存，不适合广大猪肉消费者的要求，亦给养猪业、肉类食品加工业和商品运输、销售业造成极大的经济损失。在 1976—1977 年，丹麦商品猪中，据 15 000 头猪的测定结果，异常肉质的比例约为 10%~15%，其中 PSE 肉和 DFD 肉约各占一半^[1]。

据 20 世纪 80 年代初报道，美国每年产生劣质肉的损失约占全部屠宰猪瘦肉量价值的 2.2%，仅由于肌肉系水力下降每年就损失 10 000 吨猪肉，由于产生 PSE 肉每年损失约 3.2 亿美元。在丹麦商品猪中产生的劣质肉量约占 10.15%。此外，与产生劣质肉密切相关的宰前运输及保存损失的肉猪数量也是相当大的。

鉴于养猪业和肉品工业中产生的劣质肉的情况，国外从 20 世纪 60 年代开始，对猪肌肉品质及肉制品进行系统的科学研究。

我国因进行瘦肉型猪的育种工作较晚，培育第一个瘦肉型猪新品种三江白猪是始于 1972 年，比西方发达国家迟了近 30 年，在进行三江白猪新品种培育时，我国的养猪学家已开始重视到猪肉的品质问题，并进行研究，相比国外，我国猪肉质的系统研究约比西方发达国家迟 20 年以上。

一、我国猪肌肉品质的主要研究工作

（一）20 世纪 60—70 年代的猪肌肉品质研究

当时我国社会经济和养猪业生产水平较低，对猪肉质的研究主要是学习和效仿原苏联的肉脂评定方法来测定我国地方品种猪的肉脂品质。测定的项目包括胴体肉、脂常规化学成分分析，肌肉熟肉率和品味，脂肪的出油率、融点，碘价、皂化价等。进行研究的单位



亦仅是少数几家高等农业院校和畜牧研究所，研究设备简陋，研究成果和进展也未见公开报道。

(二) 20 世纪 70 年代末至 80 年代中期猪肌肉品质研究的学术活动及研究工作

1. 1979—1983 年，由许振英、张照和龙天厚主持，东北农学院、江苏农学院、四川省农科院畜牧兽医研究所、江苏省农科院畜牧兽医研究所、浙江农业大学、浙江农科院畜牧兽医研究所、贵州农学院、湖南农学院、内蒙古农牧学院和广东省农科院畜牧兽医研究所等全国 10 个高等农业院校和畜牧兽医研究所参加的《全国主要地方猪种种质特性测定》课题协作组，将猪肌肉品质（肉质）性状列为猪种质特性的主要内容之一，并由陈润生和徐士清负责“肉质性状”专题研究，每个承担单位均编写了肉质性状的测定提纲，比较系统地对中国地方猪种的肉质性状研究（表 1-1）。

表 1-1 10 个地方品种猪肉质测定概况

地方品种	对照品种	主要测定性状	主要承担单位	主要研究人
民猪	哈白猪	肉色、pH、失水率、大理石纹、贮存损失、化学成分	东北农学院	陈润生
河套大耳猪	长白猪	肉色、pH、系水力、熟肉率、化学成分、肌纤维直径、脂肪皂化价、碘价	内蒙古农牧学院	张国汉
姜曲海猪	长白猪	肉色、pH、失水率、大理石纹、化学成分、肌纤维直径、肌束间距	江苏农学院	经荣斌
二花脸猪	长白猪	肉色、pH、失水率、大理石纹、熟肉率、化学成分、肌纤维直径、氨基酸含量	江苏畜牧兽医研究所	葛云山
金华猪	长白猪	肉色、pH、失水率、大理石纹、化学成分、肌纤维直径、密度、氨基酸和肌苷酸含量	浙江农业大学	王悦先
嘉兴黑猪	大约克夏猪	pH、失水率、熟肉率、化学成分、肌纤维直径、肌束间距、脂肪皂化价、碘价	浙江畜牧兽医研究所	徐士清
大花白猪	长白猪	pH、失水率、熟肉率、化学成分、氨基酸含量	广东省畜牧兽医研究所	刘淑贞
香猪	长白猪	肉色、pH、失水率、大理石纹、失水率、熟肉率、化学成分、肌纤维直径、肌束间距、氨基酸含量	贵州农学院	李德林
内江猪	长白猪	肉色、pH、大理石纹、熟肉率、贮存损失、化学成分、肌纤维直径、肌束间距	四川畜牧兽医研究所	邓庭惠
大围子猪	长白猪	肉色、pH、失水率、嫩度、熟肉率、肌纤维直径、氨基酸含量	湖南农学院	尹镇华

2. 1982 年，全国猪育种科研协作组成立了“肉质评定方法研究专题协作组”，由东北农学院和浙江农科院畜牧兽医研究所共同主持，全国高等农业院校，畜牧兽医研究所及



相关企业约 59 个单位，参加了该专题协作组的协作研究^[2]，使我国猪肉质性状研究更加广泛、深入地开展。

3. 1983 年，李炳坦主持国家攻关课题“全国商品瘦肉猪生产配套技术和繁育体系研究”，并将肉质性状测定列为专题研究，主要是对 8 个瘦肉型杂交猪肉质性状进行常规测定，其主要承担单位有中国农业科学院畜牧研究所、北京市、上海市、浙江省、湖北省农（林）科学院畜牧兽医研究所，华中农业大学、南京农业大学、东北农学院、江苏省农业厅、苏州市畜牧兽医站和黑龙江省红兴隆农场局科研所共 11 个单位^[3]（表 1-2）。

表 1-2 8 个瘦肉型杂交猪肉质测定结果

瘦肉型杂交猪	测定头数	测定的性状					主要承担单位
		肉色	pH ₁	失水率 (%)	系水力 (%)	肌肉含脂率 (%)	
杜洛克猪×浙江中白猪	44	3.07 分 (5 级)	5.95	11.95	83.85	4.40	浙江畜牧兽医研究所
杜洛克猪×湖北白猪	121	3.11 分 (6 级)	6.16	—	88.65	3.42	华中农业大学、湖北畜牧兽医研究所
杜洛克猪×三江白猪	16	3.00 分 (5 级)	6.38	—	90.05	4.73	黑龙江红兴隆科研所
杜洛克猪×上海白猪	53	3.20 分 (5 级)	5.80	20.70	72.03	2.23	上海市畜牧兽医研究所
杜洛克猪× (长白猪×北京黑猪)	97	3.10 分 (6 级)	6.05	30.40	69.60	3.12	北京畜牧兽医研究所
大约克夏猪× (长白猪×北京黑猪)	36	3.86 分 (6 级)	5.79	5.79	66.92	3.27	中国畜牧所
杜洛克猪× (长白猪×太湖猪)	60	3.17 分 (6 级)	6.02	—	71.18	2.78	江苏省中试组
杜洛克猪× (长白猪×嘉兴黑猪)	60	3.27 分 (6 级)	6.25	16.54	77.65	3	浙江畜牧兽医研究所

(三) 猪肉质性状研究的相关基础理论、测定方法及影响肉质因素的论文、译文

1. 基础理论方面的论文、译文 从 1981 年始，国内一些专家翻译或撰写论文，主要介绍国外有关对猪肉质性状研究的基础理论知识，载入《猪肉品质研究参考资料汇编》：(第一册)^[4] (第二册)^[5] (第三册)^[6]。

- (1) 猪肉品质研究的若干理论和实际问题 (1983)，陈润生。
- (2) 肌肉生物学基础 (1983)，王悦先。
- (3) 肌肉的形态结构 (1983)，秦鹏春。
- (4) 应激敏感猪生长和肌肉代谢的神经学控制 (1984)，兰玉辉译，陈润生校。



- (5) 猪的产肉力和肉质之间表现拮抗性的观察 (1984), 兰玉辉译, 陈润生校。
- (6) PSE 和 DFD 猪肉的糖酵解作用 (1988), 杨殿军译, 徐士清校。
- (7) PSE 和 DFD 猪肉的 ATP 含量及其分解 (1988), 杨殿军译, 徐士清校。
- (8) PSE 和 DFD 猪肉肌原纤维的形态学和生物化学性状变化 (1988), 杨殿军, 柴俊山译, 徐士清, 陈宏校。
- (9) 合成代谢制剂与肉质 (综述) (1988), 曹伟译, 陈润生校。
- (10) 猪血清酶和氟烷敏感性与肌肉品质关系的研究 (1990), 杨金增, 熊远著, 王辉。
- (11) 瘦肉型猪血液 6-PGD、pH_i 的生化多态性、氟烷敏感性与肉质的关系研究 (1990), 罗扬, 熊远著, 王辉。
- (12) 酶与肉质关系的研究简报 (1990), 曾士远。
- (13) 肌肉可溶性蛋白含量在评定猪瘦肉品种的应用 (1990), 林志宏译, 刘铁铮, 葛云山校。
- (14) 食肉呈味成分探索 (1988), 王悦先。
- (15) 食品风味化学和肉类风味 (1988), 周培根。
- (16) 肉食品香味化学基础 (1988), 刘家忠。
- (17) 肌肉的系水力 (综述) (1988), 曹伟。
- (18) 猪肉的系水力与肉色呈味肽研究的最适动向 (1990), 张新一译, 徐士清校。

2. 肌肉品质的影响因素的译文、论文

- (1) 猪胴体温度和 pH 的变化与 PSE 和 DFD 猪肉的关系 (1988), 柴俊山, 杨殿军译, 徐士清校。
- (2) 肉的嫩度 (1988), 周光宏。
- (3) 猪品种和肌肉代谢类型对肌肉糖酵解潜力和 pH 的影响 (1988), 刘学忠译, 陈润生校。
- (4) 组织学性状对肉的品质, 纹理、软硬和系水力等性状的影响 (1984), 杨殿军译, 徐俊校。
- (5) 环境因素对肉质及对运输和宰前囚禁过程中死亡的影响 (1984), 兰玉辉译, 陈润生校。
- (6) 氟烷灵敏度和最终 pH 对三种猪肉质的影响 (译文) (1990), 徐辉译, 徐士清校。
- (7) 大白猪、氟烷试验阳性及阴性皮特兰猪和汉普夏猪背最长肌的组成及酶的特性 (译文) (1990), 罗扬, 熊远著, 王辉。
- (8) 性别对肉质影响的研究 (1987), 廖均华, 魏述芳, 朱建军。
- (9) 猪胴体瘦肉率与脂类指标相关关系的研究 (1987), 刘月府, 陈效华, 夏祖灼等。

3. 肉质评定指标和测定方法的论文、译文

- (1) 国内外肌肉嫩度测定前处理方法的研究概述 (综述) (1990), 陈润生。
- (2) 猪肉嫩度 (剪切力值) 测定前处理方法的研究 (1990), 刘万峰等。
- (3) 氟烷测验方法研究 (1989), 罗扬等。
- (4) 用智能式测色仪测定肌肉的颜色 (1990), 周志宏等。



- (5) 肉的食用品质及其评定方法 (1987), 陈润生。
- (6) 常用肉质评定方法 (1987), 徐士清。
- (7) 与肉质有关的几种酶的生化测定方法 (1987), 王金法。
- (8) 肌肉化学成分分析方法 (1987), 马庆祯。
- (9) 猪肉质评定与改良方法 (译文) (1987), 边连全译。
- (10) 肌肉的系水力 (综述) (1988), 曹伟。
- (11) 常用肉质指标评定方法 (1987), 廖均华, 刘树橙, 魏述芳等。
- (12) 肌肉系水力测定方法的比较研究 (硕士论文摘要) (1988), 曹伟。
- (13) 食肉呈味成分探索 (1987), 王悦先。
- (14) 食肉中 CPK 活力测定方法进一步探讨 (1987), 曾士远等。
- (15) 猪肉某些水溶肉味前体物质含量的比较测定 (硕士论文摘要) (1988), 刘家忠。
- (16) 关于猪肉风味评定方法的初步研究 (1987), 徐士清, 陈忠伟, 项荣年等。
- (17) 氟烷测验方法研究 (1990), 罗扬, 熊远著, 倪德斌等。
- (18) 用氟烷麻醉试验检测猪应激综合征 (1987), 贵州畜牧兽医研究所养猪室。
- (19) 对 HP 和 HN 猪肉质及血清生化指标的初步研究 (1987), 贵州畜牧兽医研究所养猪室。
- (20) 嘉兴黑猪及其杂种猪氟烷测验方法 (1987), 徐士清, 翁经强, 陈忠伟等。

4. 肉质测定仪器的研制与应用的论文

- (1) 改装的白度仪测定猪肉颜色 (1987), 南京农业大学物理教研组。
- (2) 改制的肌肉系水力测定仪 (1987), 南京农业大学物理教研组。
- (3) JY-I 型肌肉嫩度光学测定仪的研制 (1990), 许益民。
- (4) 不同仪器测定猪肉系水力的比较研究 (1987), 李汝敏, 王林云。
- (5) 肌肉嫩度计的研制 (1987), 雷得天, 马小愚, 陈润生。
- (6) 肌肉电容测定仪的研制与应用 (1987), 贾建成, 张长利, 陈润生。
- (7) 用智能式测色仪测定肌肉颜色 (1990), 周光宏, 唐玄之, 林永乐。

5. 地方品种猪肉质研究论文

- (1) 内江猪肉质研究 (1987), 四川省畜牧兽医研究所。
- (2) 荣昌猪、内江猪、成华猪和雅南猪肉质的初步研究 (1987), 乔绍权, 苏晓萍, 罗安治等。
- (3) 香猪肌肉品质研究 (1987), 经荣斌, 霍金富, 顾志香。
- (4) 香猪肉质 pH 测定研究 (1987), 刘培琼, 马有思。
- (5) 八眉猪初生-80 千克期间肌肉和脂肪组织化学组成变化规律的研究 (1987), 杨公社, 路兴中, 刘孝惇。

(6) 香猪、二花脸猪和大白猪肌纤维超微结构的研究 (1990), 经荣斌, 俞荣林, 霍金富等。

- (7) 山东瘦肉猪猪肉品质研究报告 (1990), 孙玉民, 牛庆恕, 李铁坚等。

6. 引入品种猪及杂交猪肉质研究论文

- (1) 引入猪种肉质特性的研究 (1987), 兰玉辉, 张栗, 颜华等。



- (2) 丹麦长白猪肉质和胴体间关系初探 (1987), 徐英钰, 李雪梅, 王松钧等。
- (3) 杜洛克猪、汉普夏猪、长白猪及三江白猪肉质的研究 (1987), 周海深, 王平, 邹启宪等。
- (4) 杂种猪与荣昌、长白、大约克三纯种猪肉质研究 (1987), 廖均华, 刘树橙。
- (5) 丹长雅、杜雅、汉雅、大雅、长杜雅、汉杜雅和大杜雅肉质的初步研究 (1987), 乔绍权, 苏晓萍, 李芳群等。
- (6) 福州黑猪、肉用型猪及其杂种猪肉质特性研究 (1987), 吴提良, 李盛霖, 郑逢源等。
- (7) 二元或三元杂交猪的肉质与乐平花猪的比较 (1987), 尹光灿, 兰旅涛, 张华等。
- (8) 肉用型杂交猪的肉质测定 (1987), 孙桂芳, 雷致中, 刘培茂。
- (9) 长白×大约克杂种猪的肉质测定 (1987), 张伯恒, 林秉沂, 王庭新等。
- (10) 瘦肉型杂交猪肉质的研究 (1987), 庄五珠, 李冀钊, 富锦业。
- (11) 商品瘦肉猪肉质初步测定 (1987), 山东省农科院畜牧兽医研究所。
- (12) 唐河县瘦肉猪肉质测定比较 (1987), 河南农业大学, 唐河县。
- (13) 猪肉质研究二报 (1987), 孙宗炎, 欧国强。

二、我国猪肌肉品质研究的学术会议和学习班

1983年10月在北京农业大学举办了全国第一期猪肉品质研究学习班, 学习班由东北农学院陈润生、北京农业大学解春亭主持, 研究学习班的学员来自全国多所高等农业院校和畜牧兽医研究所, 如中国农业大学、西北农学院、华中农业大学、江苏农学院等。印发了《全国第一期猪肉品质研究学习班讲义》, 内容包括: 猪肉品质研究的若干基础理论, 如猪应激综合征 (PSS) 综述, PSE 肉综述, 肌肉生化基础知识, 肌肉组织学基础知识等; 肌肉化学分析方法, 肌肉的组织学与组织化学研究处理方法和常用肉质评定方法等。研究学习班采用边学习理论边进行现场实际操作的学习方法, 参加研究学习班的学员均反映收获颇丰。

1983年11月在浙江省农科院召开了“第一次全国猪肉质评定经验交流会议”, 全国22个省、市、自治区的高等农业院校, 科研院、所和生产单位的77名研究人员参加了会议。会议采用讲习班的形式, 由相关专家、教授讲授专题, 其中东北农学院陈润生、秦鹏春分别讲授《猪肉品质研究若干理论与实际问题》, 《肌肉的形态结构及其研究方法》, 浙江农业大学王悦先讲授《肌肉生物化学基础》, 浙江农科院马庆祯和徐士清分别讲授《肌肉化学成分分析方法》和《常用肉质评定方法》, 江苏农学院王金法讲授《与肉质有关的几种酶的生化测定方法》。学习班还进行现场实际操作示范, 通过学习讨论和交流, 对提高猪肉质研究的理论水平和规范测定方法起到了很大的推动作用。

1984年吉林农业大学召开了“肉质评定标准化”专题研讨会。

1985年在昆明召开了“猪肉色香味物质基础学术讨论会”。

1987年5月在南京农学院召开了“第二次全国猪肉质研究经验交流会议”。会议总结了第一次全国猪肉质经验交流会议以来全国猪肉质研究所取得的成绩与存在问题。此外, 会议上陈润生、王悦先、曾士远和周培根4位教授分别做了《关于建立和发展我国肉类科



学的建议》《食品呈味成分探索》《酶与食肉质量》和《肌肉风味化学》的学术报告，会后编印了《猪肉品质研究参考资料汇编（第二册）》。

1990年在华中农业大学召开了“氟烷测定肉质专题会议”，全国22个单位派代表参加会议，主要来自高等农业院校和畜牧研究所，还有少数来自养猪场。会议上除安排有关肉质专题的学术报告，熊远著还组织了氟烷测定的现场示范操作。会议还建议实现“氟烷测验的标准化”、“氟烷测验与酶测定相结合”、“氟烷测验与猪种选育相结合”等。

1991年1月在东北农学院召开了“猪肌肉嫩度测定方法研讨会”。

此外，有关部门和单位聘请了加拿大 D. W. Stanley、丹麦 P. Jensen、美国 R. G. Cassens 和西德 H. M. Blendl 等国家的肉类科学家来华讲学，对提高我国猪肉品质研究的基础理论和研究水平起到了积极的作用。

三、20 世纪至 21 世纪的猪肉质研究

20 世纪 90 年代至 21 世纪的前 13 年，这一阶段我国猪的肉质研究在这两个方面有了明显发展：其一是研究队伍显著扩大，这主要是有一大批硕士、博士研究生进行了此领域的研究，使得研究水平进一步提高。其二是猪肉质研究领域亦大大延伸，包括有：

- (1) 新培育的瘦肉型品种（系）猪的肌肉品质。
- (2) 猪肌肉肌纤维类型发育性变化。
- (3) 猪肌肉肌纤维超微结构。
- (4) 猪肌肉肌纤维类与肉质的关系。
- (5) 猪肌肉脂肪酸、氨基酸含量，糖原、葡萄糖和胶原蛋白含量。
- (6) 杂交对猪肌肉品质的影响。
- (7) 饲料和营养等因素对猪肌肉品质的影响。
- (8) 猪肉质性状候选基因的研究。
- (9) 猪肉质性状的遗传。
- (10) 猪肉风味前体物质的研究。

涉及以上各领域的具有较高科学水平的论文和研究报告，发表在全国专业学报和学术期刊以及国外相关杂志，对进一步推动我国猪肌肉品质研究起到了积极作用。

【参考文献】

- [1] Nielsen 著，兰玉辉译，陈润生校．环境因素对肉质及对运输和宰前囚禁过程中死亡的影响 [J]．猪肉品质研究参考资料（第一册）．1984，84-85.
- [2] 陈润生．猪肉品质研究三十年回眸 [J]．猪业科学．2007，(7)：90-94.
- [3] 国家瘦肉猪科技攻关课题协作组．国家科技攻关课题商品瘦肉猪生产配套技术和繁育体系的研究报告汇编（内部资料）．1985.
- [4] 陈润生，徐士清编．猪肉品质研究参考资料汇编（第一册）（内部资料）．1984.
- [5] 陈润生，编．猪肉品质研究参考资料汇编（第二册）（内部资料）．1988.
- [6] 徐士清，编．猪肉品质研究参考资料汇编（第三册）（内部资料）．1990.

第二章 我国猪肌肉品质评定方法

一、20 世纪 80 年代拟订的《猪肉品质评定方法》

在 20 世纪 80 年代之前,我国还未拟订出本国的猪肉品质评定方法。在 1980 年北戴河举行的《中国家畜、家禽品种志和图谱编辑座谈会》和 1981 年于哈尔滨市召开的《我国主要地方猪种种质测定学术讨论会》上,提出由东北农学院陈润生和浙江农科院徐士清拟订我国猪肌肉品质评定方法,供国内同行参考应用。下面简要介绍他们最初拟订的《猪肉品质评定方法》^[1]。

1. 肌肉的颜色(以下简称肉色)

定义:肌肉肉色是指人们视觉对肌肉切断面的色泽评判。它主要决定于氧合肌红蛋白含量,使肉色呈现由灰白色到暗红色的差异。

取样部位:第十肋骨处眼肌、最后肋骨处眼肌,股二头肌和臀中肌。

测定方法:肉色评定方法基本上可分两大类。

(1) 仪器测定法:利用光度计或色差计等专门仪器进行测定。如西德测定 G₆fo 值所使用的光度计有 10~100 刻度,以 50~80 刻度为优良。日本用色差计按 L* 值(亮度),a* 值(红色度)、b* 值(黄色度)和 b/a 值来评定。用专门仪器评定肉色可以得到客观的度量值,但国内尚未生产适用的仪器,因而应用不广泛。

(2) 目测评定法:利用标准肉色图(彩色印刷图或塑料制成的图片)进行肉眼评分。一般用 5 级分制:1 分-灰白色,2 分-微红色,3 分-正常鲜红色,4 分-微暗红色,5 分-暗红色。以 3 分为理想肉色,1 分为 PSE 肉色,5 分为 DFD 肉色。国外虽曾有专门测肉色的仪器,但仍然广泛应用目测评定方法。

2. 肌肉的系水力

定义:肌肉的系水力是指肌肉蛋白质保持其内含水分的能力。

取样时间和部位:宰后 1 h 取最后肋骨处眼肌中心部位。

测定方法:用锋利刀片切取 2 cm 厚肉样约 30 g,用感量 0.001 g 天平称重后置于 15 层固定型号滤纸上,然后将滤纸置于硬质光滑塑料板上。肉样上方亦覆盖 15 层滤纸和同样大小塑料板,再用 10 kg 重的铁块平压在肉样上方的塑料板,加压 5 min 后取出肉样称重,按下式计算肉样的失水率:

$$\text{失水率}(\%) = \frac{\text{加压前肉样重量} - \text{加压后肉样重量}}{\text{加压前肉样重量}} \times 100\%$$

肌肉失水率越高,说明肌肉系水力越差,失水率越低,则系水力越强。

3. 肌肉 pH 肌肉的 pH,正常猪宰后 45 min 肌肉 pH 大致在 6.1~6.4 或更高些,而应激敏感猪的肌肉 pH 大都在 5.1~5.5。国外以宰后 45 min 测定的 pH 为 pH₁,凡 pH₁



在 5.5 以下者可判定为 PSE 肉；以宰后 24 小时测定的 pH 为 pH₂₄（需要有冷冻条件）。

取样时间和部位：猪屠宰后 45 min 于最后肋骨处眼肌中心取肉样 30 g。

测定方法：

(1) 用酸度计测定：用国产 pH25 型酸度计或 pHS-29A 型酸度计（图 2-1）。30 g 肉样加 30 mL 蒸馏水置于组织捣碎机中捣碎，用过滤后的滤液测定 pH。此法简便可靠。

(2) 用 pH 试纸测定：于眼肌中心取 1 cm 厚的肉样于清洁干燥的培养皿中，0℃（冰箱中）条件下保存 45 分钟，此时肉样底部有水分渗出，用精确 pH 试纸（5.4~7.0 范围）贴于肉样底面 1 min，进行比色测定。此法精确度较差。

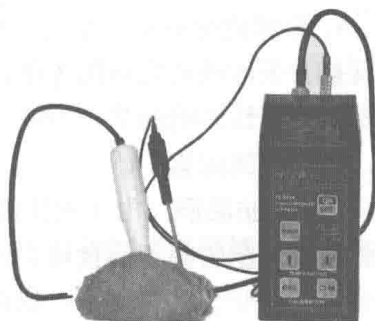


图 2-1 酸度计测肌肉 pH

4. 柔嫩度

定义：肌肉的柔嫩度是指咀嚼时牙齿对肌肉的感觉反应。

测定方法：

(1) 专门仪器测定：日本用特制的测定针直接插入肌肉测定。美国用一种特制的剪刀（Warner-Brazler shear）测定肌肉切割力。国内当时尚无专用仪器测定应用。

(2) 加压法：如同上述加压重量法测定系水力一样，即在加压前后用游标卡尺测量肉样厚度，按三点平均值计算加压前后平均厚度的差异。

5. 大理石纹

定义：大理石纹是指一块肌肉界限内的可见脂肪分布情况。

取样部位：一般是取第六肋或最后肋骨处的眼肌和臀中肌。

评定方法：用目测评分法按 5 级分制对照标准图样评定。1 分-痕量，2 分-微量，3 分-少量，4 分-适量，5 分-过量。目测评分法简便易行，现场适用。

6. 贮存损失

定义：是指肌肉在贮存过程中，尤其是宰后最初几天的重量损耗，是一个有实际经济价值的指标。

取样部位：取第 1~4 腰椎部背最长肌 200 g。

测定方法：将肉样置于 4℃ 条件下保存 4 昼夜。分别在保存第 24 和 96 h 称重，然后计算 1~24 h 和 24~96 h 内的重量损耗。

7. 熟肉率

定义：表示肌肉煮熟后重量损耗程度，它是度量烹调损失的一项指标

取样部位：取第 5~6 肋骨处硬肋肌肉 1 500 g。

测定方法：将肉样置于水浴锅中煮熟 1 h，煮熟时间应保持水温恒定，熟后取出吊挂于室内无风阴凉处 1 h 后称重，按煮熟前后肉样重量差异计算烹调损失和熟肉率，计算公式：

$$\text{烹调损失}(\%) = \frac{\text{煮前肉样重} - \text{煮后肉样重}}{\text{煮前肉样重}} \times 100\%$$

$$\text{熟肉率}(\%) = \frac{\text{煮后肉样重}}{\text{煮前肉样重}} \times 100\%$$



8. 品尝评定 品尝是对肌肉的多汁性、柔嫩度、滋味、适口性等多项指标的综合主观感觉评定,因受评定人员的个人嗜好与偏爱的影响很难做到客观评定,一般不作为经常性评定指标,有时用于不同品种猪的肉质对比。

9. 营养成分分析 肌肉中所含有的各种营养成分的数量虽然是评价肉质的主要指标,但只是有条件的研究机构才能做化学分析测定,不便现场应用。近年来,人们试图寻找对肉质有决定性影响的某一种或少数几种氨基酸、脂肪酸或特定酶成分,但迄今未获显著成果,仍在继续探索中。

10. 脂肪品质 由于现代肉用型猪的胴体脂肪量已经降到很低程度,另外,大量皮下脂肪和腹内脂肪都不作食用,因此一般不做为肉质评定的主要指标。但对以鲜肉用和加工用的猪肉,脂肪品质仍不可忽视。

对脂肪首先进行颜色和坚实性的感观评定。白色而坚实的脂肪是理想的脂肪。黄色脂肪含有大量不饱和脂肪酸而容易氧化腐败,保存性能差。柔软而表面渗油的脂肪因过度油腻而适口性差。必要时还分析测定脂肪的融点,碘值等指标。

在上述 10 项指标中,以肉色、系水力和 pH 为最重要。

二、1986 年修订的《猪肉品质评定操作规程》

1986 年,陈润生在我国以往应用的猪肉品质评定方法的基础上,又提出了《猪肉品质评定操作规程》^[2],对过去提出的肉质评定方法做了修改和补充。

(一) 肉色测定

1. 测定时间:补充了测定肉色的时间,新鲜肉样要求在屠宰后 1~2 h,冷却肉样要求宰后 24 h (在冰箱中 4℃左右存放过)。

2. 测定部位:删去第 10 肋骨处眼肌、股二头肌和臀中肌 3 处取肉样,而规定只取胸腰椎接合处背最长肌横断面(眼肌)。此部位与《猪肉品质评定方法》^[1]中的最后肋骨处是一致的,但以脊椎骨部位规定取眼肌肉样的部位,就更加准确和易于操作。

3. 测定方法和判定标准:补充了测定的光照条件,规定测定在白天室内正常光照条件下,不允许阳光直射测定部位,也不允许在黑暗处评定。对按 5 级分制标准评分图目测的 1 分为灰白色肉(异常肉色),2 分为轻度灰白色肉(倾向异常肉),5 分为暗黑色(异常肉色)。测定结果应注明测定的肉样是新鲜肉样或是冷却肉样以及测定时间(指屠宰后时间)。

(二) pH 测定

1. 测定时间和测定部位:补充了 pH₁ 和 pH₂₄ 的测定部位,背最长肌的 pH₁ 测定时间为宰杀后猪停止呼吸 45 min,头半棘肌 pH₂₄ 测定时间为宰杀后 24 h。

2. 测定方法:去除了用 pH 试纸测定和将肉样捣碎过滤取滤液测定的方法。补充规定为直接插测肉样的方法,即电极插入测定部位,或者于宰杀后退毛前于最后肋骨处距离背中线 6 cm 处开口取背最长肌肉样,肉样置于玻璃皿中,将电极直接插入肉样测量,所