



赵彦光, 研究员, 硕士研究生导师, 上海实验动物研究中心大动物平台负责人, 上海无菌(悉生)猪联合研究与转化医学实验室主任, 云南省院士专家工作站建站专家。主要从事小型猪资源保护利用和医学模型创制研究。现任中国畜牧兽医学会动物营养学分会理事、中国生物工程学会动物生物专业技术委员会会员、《实验动物与比较医学》杂志编委等, 兼任云南省科技特派员、云南省迪庆州高原特色农业科技研发创新团队带头人。现主持省部级科研项目3项。曾参与培育国家级猪新品种1个, 在种猪资源评价利用和标准化养殖推广示范方面具有突出贡献。获全国农牧渔业丰收成果奖、省级科技进步奖、省级农业技术推广奖等多项; 授权国家发明专利4项、实用新型专利14项; 主持制定地方标准4个; 编辑出版专著5部; 以第一作者和通信作者身份在国家级学术刊物发表论文48篇; 联合培养硕士研究生9名。

实验小型猪生产和使用现状调研报告

张淑珍, 赵彦光

(上海实验动物研究中心, 上海 201023)

[摘要] **目的** 了解当前实验小型猪产业现状, 促进实验小型猪产业良好发展。**方法** 应用“问卷星”设计调研内容, 通过定向推送和自愿填写的方式进行调研, 对回收的有效问卷, 采用EXCEL2010软件进行分类汇总和统计分析。**结果** 共有35个主体参与调研, 其中生产主体12家, 使用主体23家。35个主体中共有1 623名从业人员, 大专以下学历927人(57.12%), 本科及以上学历696人(42.88%), 动物科学和动物医学专业最多, 生产主体从业人员的薪资水平高于使用主体, 但使用主体近5年的科研产出(发表论文和获得专利)率高于生产主体。12个生产主体当前的小型猪存栏总量5 353头, 其中巴马猪数量3 471头(64.84%), 普通级5 243头(97.95%), 猪瘟和口蹄疫的疫苗免疫率100%, 其中7个主体的动物病死率 $\leq 3.0\%$; 普通级小型猪平均盈利954元/头, SPF级小型猪平均盈利10 037元/头。**结论** 建议加强市场监管, 扩展专业技术人才引进渠道, 加快质量检测新技术研究, 推动小型猪科研成果快速转化, 并建立公共服务平台, 加强供需双方信息沟通等。希望与广大同仁一起努力, 共同推进实验小型猪产业向标准化、规范化健康稳定发展。

[关键词] 实验小型猪; 生产使用; 调研报告

[中图分类号] Q95-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2023)05-0559-07



Investigation Report on the Production and Utilization Status of Experimental Mini-pigs

ZHANG Shuzhen, ZHAO Yanguang

(Shanghai Laboratory Animal Research Center, Shanghai 201023, China)

Correspondence to: ZHAO Yanguang (ORCID: 0000-0001-7596-0493), E-mail: zhaoyanguang@slarc.org.cn

[ABSTRACT] **Objective** To understand the current situation of the experimental miniature pig industry and promote its good development. **Methods** Using Questionnaire Star to design the survey content, the survey was conducted by targeted push and voluntary filling. The valid questionnaires collected were classified and summarized by EXCEL2010 software. **Results** A total of 35 entities participated in the survey, including 12 production entities and 23 user entities. There were 1 623 employees in the 35 entities,

[基金项目] 上海实验动物研究中心科技创新计划新星项目“LDLR基因敲除对藏香猪胆固醇水平的影响”(2023NS03); 云南省科技人才与平台计划“云南省赵彦光专家工作站”(202305AF150179)

[第一作者] 张淑珍(1989—), 女, 硕士, 畜牧师, 从事小型猪资源保护利用和医学模型创制研究。E-mail: zhangshuzhen@slarc.org.cn

[通信作者] 赵彦光(1973—), 男, 研究员, 从事小型猪资源保护利用和医学模型创制研究。E-mail: zhaoyanguang@slarc.org.cn。ORCID: 0000-0001-7596-0493

927 (57.11%) with college degree or below, and 696 (42.89%) with bachelor degree or above. The largest number of employees have majors in animal science and animal medicine. The salary level of employees in the production entity is higher than that of the user entity, but the research output (published papers and patents) rate of the user entity in the past 5 years is higher than that of the production entity. The current inventory of miniature pigs in 12 production entities was 5 353, of which 3 471 (64.84%) were Bama pigs and 5 243 (97.95%) were ordinary grade pigs. The vaccination rate of swine fever and foot-and-mouth disease was 100%, and the animal mortality rate of seven entities was $\leq 3.0\%$. The profit of ordinary grade miniature pigs was 954 yuan/head, and that of SPF grade miniature pigs was 10 037 yuan/head. **Conclusion** It is suggested to strengthen market supervision, expand the channels for introducing professional and technical talents, accelerate the research of new quality testing technologies, promote the rapid transformation of miniature pig scientific research achievements, and establish a public service platform to strengthen information communication between supply and demand sides. We hope to work together with our colleagues to jointly promote the normalized, standardized, healthy and stable development of the experimental miniature pig industry.

[Key words] Experimental miniature pig; Production and utilization; Investigation report

实验小型猪相较于大鼠、小鼠等啮齿类动物,在生理生化、解剖学、遗传学、免疫学、基因组、营养代谢、药物代谢和疾病发展等方面与人类更为相似^[1-2]。相较于啮齿类动物研究转化率低和灵长类动物研究成本高而言,实验小型猪具有得天独厚的优势。据报道,小型猪的免疫系统与人类相似程度超过80%^[3],基因组与人类相似度高达90%以上,在肥胖、糖尿病、帕金森及阿尔茨海默病等疾病的基因水平上有相关的遗传变异^[4]。基于目前基因修饰技术的不断提高,转基因猪的成功培育成为临床前模型动物的又一选择^[5]。因此,实验小型猪是实验动物应用研究领域的又一个热点。目前国内实验小型猪主要品种为五指山小型猪、巴马小型猪、贵州小型猪、滇南小耳猪、西藏小型猪、版纳微型猪和合作猪等^[6]。模型应用主要集中在心血管、内分泌、消化代谢、肿瘤、口腔及异种器官移植等方面,已建立了心肌梗死、心肌缺血、糖尿病、高血压及免疫缺陷等实验小型猪模型^[7]。其中,SPF小型猪在生命科学、农业科学、畜牧兽医科学和生物医药科学领域广泛应用,如免疫机制研究、疫苗研制、疾病诊断及器官移植等^[8-11]。在生命科学、生物医药快速发展的大背景下,许多实验动物相关机构已开展了实验小型猪的生产与应用研究工作。然而,实验小型猪生产供应真实情况到底如何,目前还没有相关报道。为了解当前实验小型猪的生产供应及使用现状,经中国实验动物学会小型猪专业委员会委托,上海市实验动物资源共享服务平台与上海实验动物研究中心金山大动物平台组织,对全国的实验小型猪生

产及使用主体进行相应调查。

1 调研方法

利用“问卷星”网络调研平台,编制出《实验小型猪生产调研》《实验小型猪使用需求调研》2种调研问卷表。调研内容包括主体属性、从业人员、饲养管理、销售和动物福利共5个部分。定向发送到获得实验动物生产和/或使用许可证的主体,相关人员自愿据实填写表格信息。对回收的有效问卷,采用EXCEL2010软件进行分类汇总,统计分析后撰写调研报告。

2 调研结果

2.1 生产和使用主体

本次调研共收到答卷35份,包括12家实验小型猪生产主体,23家使用主体。按主体属性划分,生产主体以企业为主,10家(83.33%),其次为科研院所,2家(16.67%);本次调研中没有高校和医疗机构生产实验小型猪。而实验小型猪使用主体涉及企业8家(34.78%)、高校6家(26.09%)、科研院所6家(26.09%)和医疗机构3家(13.04%)。

2.2 从业人员

2.2.1 学历

生产主体从业人员共1 205人,大专及以上学历651人(54.02%),本科学历289人(23.98%),硕士学历133人(11.04%),博士学历132人(10.96%)。而使用主体从业人员共418人,大专及以上学历276人(66.03%),本科学历50人(11.96%),硕士学历75人

(17.94%), 博士学历 17 人 (4.07%)。结果提示, 当前实验小型猪生产和使用主体中从业人员以大专及以上学历为主, 本科及以上学历为辅。

2.2.2 薪资

生产主体的大专及以上学历从业人员平均薪资 8 000 元/月, 本科学历平均薪资 11 000 元/月, 硕士学历平均薪资 16 000 元/月, 博士学历平均薪资 30 000 元/月。使用主体的大专及以上学历从业人员平均薪资 6 000 元/月, 本科学历平均薪资 8 200 元/月, 硕士学历平均薪资 12 000 元/月, 博士学历平均薪资 26 000 元/月。对比可以看出, 生产主体的各学历从业人员薪资水平普遍高于使用主体, 生产主体更多是企业, 薪资体系容易市场化, 但使用单位多是科研院所等事业单位, 薪酬相对偏低。

2.2.3 专业背景

生产主体的从业人员中, 实验动物学专业背景的占比 25.72%, 动物科学和动物医学专业的占比 34.29%, 医学专业的占比 8.57%, 药学和生物专业的各占比 5.71%, 其他专业占比 20%。使用主体从业人员中, 实验动物学专业背景的占比 13.49%, 动物科学和动物医学专业的占比 25.84%, 医学专业的占比 19.10%, 药学专业的占比 15.73%, 生物专业的占比 22.47%, 其他专业占比 3.37%。我国实验动物从业人员教育起步较晚, 目前只有少数高校开设实验动物学本科专业, 个别院校开展实验动物与比较医学研究生教育^[12]。这一情况在此次调研结果中也有所体现, 小型猪生产和使用过程中从业人员专业背景占比最高的均是动物科学和动物医学专业。

2.2.4 科研产出

35 家生产和使用主体近 5 年共发表 SCI 收录的英文研究论文 119 篇 (分别为 11 篇和 108 篇), 核心期刊发表的中文研究论文 109 篇 (分别为 11 篇和 98 篇), 授权国家专利 102 项 (分别为 22 项和 80 项), 获得省部级及以上奖项 3 项 (均为使用主体)。由于生产和使用目的不同, 生产主体是以提供合格小型猪产品获取经济效益为主, 使用主体主要是应用实验小型猪这一资源获得生物医药研发成果, 因此使用主体产生科研成果的概率较高。

2.3 饲养管理

2.3.1 小型猪品种

本次调研主体中, 目前实验小型猪共存栏 5 353 头, 均为封闭群; 其中, 育龄母猪 791 头。按品种统计, 巴马猪存栏数量最多, 3471 头 (64.84%); 其次

是藏香猪, 1286 头 (24.02%); 陆川猪位列第 3, 497 头 (9.28%); 五指山猪饲养量最少, 99 头 (1.86%)。而按微生物等级统计, 普通级小型猪存栏 5 243 头 (97.95%); 清洁级小型猪存栏 50 头 (0.93%); SPF 级小型猪存栏 60 头 (1.12%)。这说明, 当前中国的实验小型猪生产和使用过程中, 还是以普通级的巴马猪为主, 其次分别是藏香猪和五指山猪, 清洁级和 SPF 级小型猪的数量较少。

2.3.2 饲养设施

生产主体的饲养面积共 11 786.2 m², 其中普通级实验小型猪饲养面积为 11 106.2 m², 占总饲养面积的 94.23%; 清洁级实验小型猪饲养面积 200 m², 占比 1.7%; SPF 级实验小型猪饲养面积 480 m², 占比 4.07%。通过饲养面积除以饲养动物数量, 可估算出单头动物平均所占面积, 其中普通级的平均所占面积为 2.12 m²/头, 清洁级为 4 m²/头, SPF 级为 8 m²/头。

2.3.3 动物疫病防控

所有参与调研的主体都具有非常高的动物疫病防控意识, 基本做到了“防患于未然”; 其中, 猪瘟和口蹄疫的疫苗免疫率达到 100%, 猪细小病毒病、猪流行性腹泻、猪伪狂犬病和猪传染性胃肠炎等的疫苗免疫率均为 75.00%, 蓝耳病 (即猪繁殖与呼吸综合征) 和圆环病毒病的疫苗免疫率均为 58.33%, 其他疫苗免疫率为 28.57%。

2.3.4 动物病死率

58.33% 的生产主体中, 小型猪病死率 ≤ 3.0%; 25.00% 的生产主体中, 小型猪病死率 3.1% ~ 5.0%, 16.67% 的生产主体中, 小型猪病死率 5.1% ~ 8.0%。而针对病死猪的处理, 所有主体均交由第三方进行无害化处理, 处理成本约 200 元/头。由此可见, 在疫苗免疫和生物安全意识提高的前提下, 还有 16.67% 的生产主体中实验小型猪的病死率超过 5.0%。因此, 建议这些生产主体进一步提高管理水平, 加强生物安全防护措施, 从而进一步降低实验小型猪的病死率。

2.3.5 质量检测

质量检测是安全生产的前提和保证, 也是动物质量控制的关键和证明。通过调研发现, 所有生产主体均进行病毒、细菌、寄生虫、环境设施以及遗传质量相关的检测工作, 但检测项目及选用技术方法有一定差别。不同生物等级小型猪的检测指标详见表 1。在遗传质量检测方面, 单核苷酸多态性 (single nucleotide polymorphism, SNP) 检测、微卫星检测和全基因组检测的占比分别为 62.50%、18.75% 和 18.75%。调研结果

显示, 实验小型猪目前还是以SNP检测为主, 微卫星和全基因组检测为辅, 基因芯片等新型检测技术还没有得到应用。因此, 建议生产主体以及检测技术研究主体应加强基因芯片、组学等新技术的研究与推广。

表1 实验小型猪不同微生物等级的检测项目
Table1 Different biological level detection items in experimental miniature pig

检测项目 Surveillance project	微生物等级 Microbial level		
	普通级 Conventional	清洁级 Clean	无特定病原体级 Specific pathogen free
细菌 Germs	沙门氏菌、布鲁氏杆菌、猪链球菌2型、胸膜肺炎放线杆菌		清洁级检测项目基础上, +副猪嗜血杆菌、支原体
寄生虫 Parasites	旋毛虫、弓形虫、螺旋体、猪囊尾蚴、蜱螨、蠕虫		
病毒 Viruses	猪瘟病毒、猪繁殖与呼吸综合征病毒、猪圆环病毒、非洲猪瘟病毒、猪伪狂犬病病毒、口蹄疫病毒、猪细小病毒、猪流行性腹泻病毒		
环境设施 Environment and facilities	温度、湿度、空气氨氮浓度、噪音、水质COD	普通级检测项目基础上, +微生物、尘降菌、压差、空调密闭性	

2.4 销售及经济效益

绝大部分生产主体都有3月龄以上的实验小型猪供应, 而57.14%的生产主体有专业建模团队, 可进行小型猪疾病模型构建。其中, 42.68%的生产主体有成熟的1型/2型糖尿病, 桥粒斑菲素蛋白2 (plakophilin 2, PKP2) 功能缺失, 载脂蛋白E (apolipoprotein E, ApoE) 和低密度脂蛋白受体 (low density lipoprotein receptor, LDLR) 双基因缺陷, 以及脱唾液酸糖蛋白受体 (asialoglycoprotein receptor, ASGR) 功能缺失等疾病模型供应。

2.4.1 销售价格

当前, 普通级非疾病模型小型猪的销售价格在3 000~5 000元/头, 清洁级非疾病模型小型猪为10 000元/头, SPF级非疾病模型小型猪为20 000元/头; 而疾病模型小型猪的售价在15 000~30 000元/头, 价格不等。

2.4.2 采购预算

50%的使用主体对非疾病模型小型猪的采购价格预算控制在1 000~2 000元/头, 25%的使用主体预算价格为2 000~3 000元/头, 另外25%的价格预算在3 000~4 000元/头。

2.4.3 经济效益

通过估算当前生产主体的头均生产成本和销售价格后发现, 目前实验小型猪生产基本处于赢利状态。其中, 普通级小型猪盈利约954元/头, 清洁级小型猪盈利约5 104元/头, SPF级小型猪盈利约10 037元/头, 具体如表2所示。需要指出: 生产和供应主体对实验小型猪的预期价格还有一定差距, 建议生产主体通过

多种渠道沟通和宣传, 让使用者了解小型猪的科学价值和生产成本, 以期今后形成良好的供需关系。

2.5 动物福利

实验动物福利是指人类保障实验动物健康和快乐生存权利的理念及其提供的相应外部条件的总和^[13]。实验动物作为“替难者”, 为人类的医学生命科学发展做出了重要贡献。随着全球范围内实验动物的需求量和使用量持续增加, 实验动物的福利伦理矛盾和争议更加凸显^[14], 实验动物需要被关怀、被尊重。因此, 各个国家和地区积极采取一些措施, 如制定实验动物法律法规、组建实验动物学会、成立实验动物福利伦理委员会、动物管理和使用委员会等, 以改善实验动物福利, 提高实验动物质量。此次调研中, 各主体均设置了动物福利伦理委员会, 并根据福利伦理规定, 在实验过程中采取了一些必要措施, 例如手术麻醉、术后人文关怀等。因实验或手术操作选用麻醉剂的不同, 如需长时间操作的手术可先采用氯胺酮、阿托品、安定等诱导麻醉后, 再深入麻醉或吸入异氟烷等维持麻醉, 操作过程中配合使用镇静剂、止痛药、肌肉松弛剂等, 以减少实验动物痛苦^[15-16]。实验结束后, 大部分主体选择对实验小型猪进行过量麻醉安乐死, 如静脉注射戊巴比妥钠、氯化钾等, 少部分主体选择诱导麻醉后电击或静脉放血的方式安乐死实验小型猪^[17]。

3 发展建议

虽然参与本次调研的主体数量不多, 涉及范围有限, 但在一定程度上还是反映出当前实验小型猪产业

表2 实验小型猪生产企业的成本及盈利估算表

Table 2 Estimates of production costs and profits for experimental miniature pig production enterprises

		(元/头)		
项目 Subject		普通级 Conventional	清洁级 Clean	无特定病原体级 Specific pathogen free
生产成本 Production costs	种猪折旧	200	500	800
	饲养人工	336	536	836
	设施折旧	1 000	1 500	2 000
	设施运行	0	500	4 167
	饲料费	570	570	570
	免疫费	40	40	40
	质量检测	200	250	350
	粪污处理	200	200	200
	管理运营	500	800	1 000
	合计	3 046	4 896	9 963
销售价格 Sale price		4 000	10 000	20 000
经济效益 Economic profits		+954	+5 104	+10 037

发展存在的问题。通过分析，笔者提出一些建议，供同行参考。

3.1 加强市场监测频度，促使实验小型猪产业健康规范发展

通过调研了解到，目前还有部分无资质生产的小型猪流通于实验动物市场，由于其价格优势，不但对持证小型猪生产企业造成一些冲击，而且给使用主体和实验小型猪产业带来安全隐患。建议实验动物管理部门加强市场监测频度，严厉打击无资质生产、使用实验小型猪的行为，从而推进实验小型猪产业健康、规范发展。同时，建议加强制度化建设，研究制订出规范、科学、切实、可行的管理制度，并推进落实，为实验小型猪高质量稳定生产提供管理依据和保障。

3.2 加强人才培养和引进，完善实验动物从业人员继续教育体系

目前实验小型猪行业从业人员水平参差不齐，以大专及以下学历人员为主，本科及硕士学历人数居中，博士学历人数较少，大量缺乏实验动物与比较医学背景专业人才，实验动物技术人员继续教育普及程度远远不够。这与庞文彪等^[18]的调研结果一致。建议相关教育机构提高对实验动物与比较医学专业的重视程度，加强实验动物相关专业技术人才培养，完善实验动物从业人员继续教育体系，提供更多实验动物学专业背景人才。而且生产主体应加强小型猪相关生物学特性和品种稳定性研究，为生物医药研究的动物替代实验评价研究提供支撑。同时，建议提高相应从业人员的薪资待遇，引进更多实验动物专业背景和高学历人才。

3.3 建设公共服务平台，协调供需矛盾

由于小型猪供需双方信息不通，而造成生产与需求不对等，造成资源浪费。建议各地成立实验小型猪公共服务平台，以便于供需双方的技术交流和信息沟通，统筹调节供需矛盾。

3.4 加强研究，打通实验小型猪使用渠道

由于使用主体可能只在某一时间段需要少量小型猪，短期不一定能租赁到合适场地，长期自营又增加成本，因此很多主体对大动物的使用研究望而却步。建议生产主体不仅可以提供满足需求的动物，还可以考虑研发并提供符合使用要求的移动场地。

4 总结与展望

实验小型猪行业起步较晚，主体数量少，且以企业为主，发展经营情况参差不齐，目前还存在诸多问题。基本现状包括：从业人员学历较低，待遇不高，科研成果产出不理想；小型猪还是以传统的巴马猪和藏香猪等为主，缺少新的品种或品系；饲养设施以普通级为主，清洁级、SPF级等高质量小型猪由于设施投入及运行成本大、使用门槛高，数量很少；动物疫病风险依旧较大，但整体防控现状比较稳定；实验小型猪的质量检测工作推进正常，质量水平稳定提升；生产主体处于盈利状态，经济效益与设施投入、小型猪微生物等级成正比。针对现状，笔者建议：今后应积极寻找新的技术或办法降低生产成本，构建创新体系，培育创新人才和团队，安全有序供应实验小型猪；通过多种渠道进行宣传和沟通，让使用者了解小型猪

的科学价值;提升动物实验技术服务能力,积极应对生命医药领域新挑战,满足科学发展需求,为生物医药产业发展提供支撑。

补充说明:

本次调研问卷发布是在国家标准 GB 14922—2022《实验动物 微生物、寄生虫学等级及监测》实施之前。虽然 GB 14922—2022 中取消了清洁级动物的术语、定义和分类,但该标准规定的适用范围和内容中均未对小型猪做出相关要求。因此本文内容中仍保留有关清洁级小型猪的调研数据,以供同行完整参考。

致谢:此次调研活动得到了中国实验动物学会小型猪专业委员会和上海市实验动物资源共享服务平台的支持,在此表示感谢。

[作者贡献 Author Contribution]

张淑珍负责调研提纲拟定,调研问卷设计、数据收集及汇总,文章撰写;

赵彦光负责调研方案的设计和修订,调研工作的组织和实施,以及文章审改。

[利益声明 Declaration of Interest]

所有作者声明无利益冲突、无署名纠纷。

[参考文献 References]

- [1] HELKE K L, MEYERHOLZ D K, BECK A P, et al. Research relevant background lesions and conditions: ferrets, dogs, swine, sheep, and goats[J]. ILAR J, 2021, 62(1-2):133-168. DOI: 10.1093/ilar/ilab005.
- [2] DONANDT T, HINTZE S, KRAUSE S, et al. Isolation and characterization of primary DMD pig muscle cells as an *in vitro* model for preclinical research on Duchenne muscular dystrophy[J]. Life (Basel), 2022, 12(10): 1668. DOI: 10.3390/life12101668.
- [3] 王玉娥, 张贺, 陈洪岩. 实验用猪感染模型研究概况[J]. 实验动物与比较医学, 2019, 39(4):253-259. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2019.04.001.
WANG Y E, ZHANG H, CHEN H Y. Research progress on infection model in experimental pigs[J]. Lab Anim Comp Med, 2019, 39(4): 253-259. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2019.04.001.
- [4] GROENEN M A M, ARCHIBALD A L, UENISHI H, et al. Analyses of pig genomes provide insight into porcine demography and evolution[J]. Nature, 2012, 491(7424): 393-398. DOI: 10.1038/nature11622.
- [5] LIND N M, MOUSTGAARD A, JELSING J, et al. The use of pigs in neuroscience: modeling brain disorders[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2007, 31(5): 728-751. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2007.02.003.
- [6] 王桂花, 尹晓敏, 孙霞, 等. 国内外小型猪资源概况[J]. 中国比较医学杂志, 2009, 19(2): 71-73. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2009.02.018.
- WANG G H, YIN X M, SUN X, et al. General situation of miniature pig resources at home and abroad[J]. Chin J Comp Med, 2009, 19(2): 71-73. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2009.02.018.
- [7] 陈雨荣, 安星兰, 张胜, 等. 中国小型猪在生物医药领域的研究进展[J]. 中国实验动物学报, 2021, 29(5):695-706. DOI: 10.3969/j.issn.1005-4847.2021.05.019.
CHEN Y R, AN X L, ZHANG S, et al. Progress in the use of Chinese miniature pigs in biomedical research[J]. Acta Lab Anim Sci Sin, 2021, 29(5): 695-706. DOI: 10.3969/j.issn.1005-4847.2021.05.019.
- [8] 孔琪, 李继平, 赵永坤. 实验动物资源是生物医药产业创新的重要支撑条件[J]. 科技导报, 2016, 34(11):12-13. DOI: 10.3969/j.issn.2096-5095.2023.01.004.
KONG Q, LI J P, ZHAO Y K. Experimental animal resources are an important supporting condition for the innovation of biomedical industry[J]. Sci Technol Rev, 2016, 34(11): 12-13. DOI: 10.3969/j.issn.2096-5095.2023.01.004.
- [9] 熊仁平, 周元国, 龙小林. 21 世纪的实验动物及其应用[J]. 动物科学与动物医学, 2002, 19(2): M001-M004. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5358.2002.02.032.
XIONG R P, ZHOU Y G, LONG X L. Laboratory animal and its application in the 21st century[J]. Anim Sci Vet Med, 2002, 19(2):M001-M004. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5358.2002.02.032.
- [10] 苏玮玮, 许建军. 实验动物在生物医学研究中的应用现状分析[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2015, 31(11):48. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2011.10.11.033.
SU W W, XU J J. Analysis on the application of experimental animals in biomedical research[J]. Chin Abstr Anim Husb Vet Med, 2015, 31(11): 48. DOI: 10.3969/j.issn.1671.7856.2011.10.11.033.
- [11] 高彩霞, 辛畅, 陈洪岩. 畜禽疫病防控用 SPF 猪的开发[J]. 实验动物与比较医学, 2018, 38(4):245-249. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2018.04.001.
GAO C X, XIN C, CHEN H Y. Development of specific pathogen-free (SPF) pigs for prevention and control of livestock and poultry disease[J]. Lab Anim Comp Med, 2018, 38(4):245-249. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2018.04.001.
- [12] 邸冉, 刘佩琳, 杨海龙, 等. 实验动物从业人员培养体系调查分析[J]. 中国比较医学杂志, 2022, 32(4):116-119. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2022.04.016.
DI R, LIU P L, YANG H L, et al. Investigation and analysis on the training system of laboratory animal employees[J]. Chin J Comp Med, 2022, 32(4):116-119. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2022.04.016.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 实验动物福利伦理审查指南: GB/T 35892—2018 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China; Standardization Administration of the People's Republic of China. Guidelines for ethical review of laboratory animal welfare: GB/T 35892-2018[S]. Beijing: Standards Press of

- China, 2018.
- [14] 王贵平, 周正宇. 关于我国实验动物福利伦理的思考及建议[J]. 中国实验动物学报, 2023, 31(5): 683-689. DOI: 10.3969/j.issn.1005-4847.2023.05.016.
- WANG G P, ZHOU Z Y. Thoughts and suggestions on welfare ethics of experimental animals in China[J]. Acta Lab Anim Sci Sin, 2023, 31(5): 683-689. DOI: 10.3969/j.issn.1005-4847.2023.05.016.
- [15] 范宏刚, 胡魁, 卢德章, 等. 小型猪麻醉研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(11): 178-179. DOI: 10.3321/j.issn: 0366-6964.2009.04.022.
- FAN H G, HU K, LU D Z, et al. Research progress of anesthesia in miniature pigs[J]. Chin Anim Husb Vet Med, 2009, 36(11): 178-179. DOI: 10.3321/j.issn: 0366-6964.2009.04.022.
- [16] 李丹, 郭玉莹, 邓昊, 等. 实验动物麻醉剂使用的福利伦理问题研究进展[J]. 中国比较医学杂志, 2017, 27(9): 87-91. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2017.09.017.
- LI D, GUO Y Y, DENG H, et al. Research progress on ethical issues of anesthetics application in laboratory animals[J]. Chin J Comp Med, 2017, 27(9): 87-91. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2017.09.017.
- [17] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 实验动物安乐死指南: GB/T 39760—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- State Administration for Market Regulation, Standardization Administration of the People's Republic of China. Guidelines for euthanasia of laboratory animals: GB/T 39760-2021[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.
- [18] 庞文彪, 刘田福, 宋国华. 山西省实验动物科技机构从业人员现状初步调查与工作改进对策[J]. 实验动物与比较医学, 2012, 32(5):455-456. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2012.05.019.
- PANG W B, LIU T F, SONG G H. Preliminary investigation on the present situation of employees in experimental animal science and technology institutions in Shanxi Province and the countermeasures for improving their work[J]. Lab Anim Comp Med, 2012, 32(5):455-456. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2012.05.019.

(收稿日期:2023-06-12 修回日期:2023-08-15)

(本文编辑:张俊彦,富群华,丁宇菁,崔占鼎,洪怡)

[引用本文]

张淑珍, 赵彦光. 实验小型猪生产和使用现状调研报告[J]. 实验动物与比较医学, 2023, 43(5): 559-565. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.075.

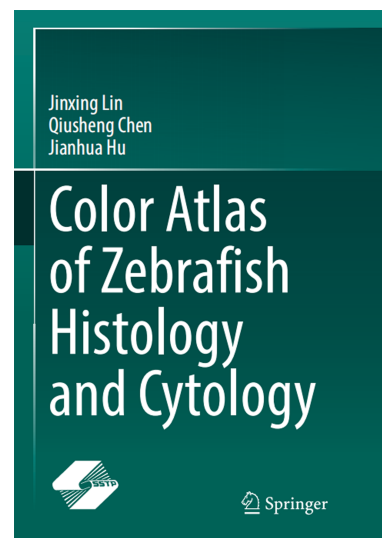
ZHANG S Z, ZHAO Y G. Investigation report on the production and utilization status of experimental mini-pigs[J]. Lab Anim Comp Med, 2023, 43(5): 559-565. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.075.

书讯: 斑马鱼英文专著 *Color Atlas of Zebrafish Histology and Cytology* 出版

2022年10月, 林金杏、陈秋生、胡建华撰写的英文专著 *Color Atlas of Zebrafish Histology and Cytology* 由 Springer Singapore 出版 (<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-9852-1>)。本书共分15章, 包含700余幅原创性图片, 总页码304页, 首先展示斑马鱼全鱼横切和纵切的组织学全貌, 然后详细系统地解读斑马鱼体内消化、呼吸、泌尿、生殖、免疫、内分泌、心血管、神经、感觉、表皮、肌肉和骨骼等组织器官的微细结构, 并对斑马鱼主要器官进行3D重构, 以直观展现其立体形态。

本书是当今国内外较为系统、全面地介绍斑马鱼组织学和细胞学的学术专著, 内容系统完整, 多方位反映了斑马鱼体内细胞和组织的主要特征和重要功能, 显示重要大分子物质的分布规律, 分析不同成分之间的形态关系。所有图片均来源于作者实验室积累的科研彩色图, 既有大体解剖结构、显微结构、超微结构, 还有大量免疫组化和特殊染色图、3D重构和概念模式图等, 可为解剖学、生物学、动物医学、动物科学、水产学、发育生物学、医学和实验动物学专业的研究生和科研人员参考。

与之前国内出版的专著《斑马鱼组织细胞学彩色图谱》相比, 本书内容更详细, 分析更深入, 重点增加了课题组近几年在细胞形态学方面的最新研究成果(100余幅原图), 涉及肠道内分泌、Rodlet细胞、心脏超微结构等微细结构的发现和解读, 对于斑马鱼作为新型实验动物在生命科学领域的科学研究和应用具有重要的形态学参考意义和科学价值。



(本刊青年编委林金杏博士供稿)