

大数据技术在动物源食品质量安全管理体系中的应用

谭业平, 胡肄农, 陆昌华*, 郁达威

(江苏省农业科学院兽医研究所, 农业部兽用生物制品工程技术实验室, 国家兽用生物制品工程技术研究中心, 南京 210014)

摘要: 针对我国动物源食品管理现状以及动物标识与产品质量安全溯源体系存在的瓶颈, 本文提出深化拓展动物产品质量安全全程溯源体系建设的建议。借鉴国外在畜禽养殖业信息化、智能化与自动化方面的经验, 提出开展动物源食品产业链质量安全控制全程追溯即“物联网”关键技术研究, 一是对现代养猪场采用“电子标识+自动饲喂+自动称重”技术; 二是构建智能化动物产品质量安全管理创新体系; 三是进一步开展猪肉产品质量安全风险预警系统的规划。同时利用大数据技术处理和新的数据类型分析(远程疾病图像诊断和电子邮件), 为未来智能化远程诊断动物疾病提供支撑。

关键词: 动物源食品; 质量管理; 全程溯源; 疾病远程诊断

Application of big data technology in the quality and safety management innovation system of animal-derived food products

TAN Ye-Ping, HU Yi-Nong, LU Chang-Hua*, YU Da-Wei

(*Institute of Veterinary Medicine, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Veterinary Biologicals Engineering and Technology, Ministry of Agriculture, National Center for Engineering Research of Veterinary Bio-products, Nanjing 210014, China*)

ABSTRACT: On account of the management situation of animal-derived food products in our country, and the bottlenecks of animal identification and quality and safety traceability system of products, this article put forward to deepen and expand the construction of quality safety traceability system of animal-derived food. By referring to the foreign experience in livestock and poultry breeding industry informatization, intellectualization and automation, the key technique of internet of things of animal-derived food products for development of quality and safety traceability system was put forward as follows: application of “electronic identification, automatic feeding and automatic weighing” technical methods in the modern hogger; establishment of the intelligent animal product safety and quality management innovation system; development of quality safety risk early warning system of pork products.

基金项目: 农村领域国家科技计划项目(2015BAD12B04)、江苏省农业科技自主创新基金项目(CX(13)5031)、江苏省农业科学院基本科研业务专项项目(ZX(15)3003)

Fund: Supported by National Science and Technology Plan Projects in Rural Areas (2015BAD12B04), Innovation Fund of Jiangsu Province Agricultural Science and Technology (Cx(13)5031) and Basic Scientific Research Business Special Project of Jiangsu Province Academy of Agricultural Sciences (Zx(15)3003)

*通讯作者: 陆昌华, 研究员, 主要研究方向为动物卫生经济与动物卫生风险评估。E-mail: changhualu@163.com

*Corresponding author: LU Chang-Hua, Researcher, Institute of Veterinary Medicine, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Veterinary Biologicals Engineering and Technology, Ministry of Agriculture, National Center for Engineering Research of Veterinary Bio-products, Nanjing 210014, China. E-mail: changhualu@163.com

Meanwhile, big data technology and analysis of new data types (remote image diagnosis and electronic mail) could provide support for intelligent remote diagnosis of animal diseases in the future.

KEY WORDS: animal-derived food; quality management; entire traceability; remote diagnosis

1 引言

近年来在政策扶持、科技进步、企业主导及市场需求等因素的影响下,我国动物源食品的生产与发展取得了举世瞩目的成就,已成为国民经济的支柱产业^[1]。同时,我国动物源食品的生产发展也面临着严峻挑战,整体生产效率亟待提高,动物源食品的质量安全问题尤为突出。欧盟、美国和日本等发达国家(地区)先后发生了疯牛病、口蹄疫、二噁英和大肠埃希菌 O157: H7 等全球性恶性事件,这些事件的频繁发生极大地威胁了公共卫生安全^[2-5],

也给动物源食品市场带来负面影响,导致行业形象受损、产业竞争力下降、收益水平降低,从而影响畜牧业的正常发展^[6-11]。因此,如何借鉴国外在畜禽养殖业信息化、智能化与自动化方面的经验,应用传感器与 RFID(Radio Frequency Identification)电子标识^[12]建立基于动物及其产品标识技术的全程溯源管理^[13],构建智能化动物源食品安全管理体系,保证动物源食品安全,促进其相关的国际贸易,是当前亟待研究的战略问题^[14,15]。

2 动物源食品安全管理现状

2.1 动物源食品安全风险隐患较多

2.1.1 养殖生产过程中兽药及添加剂的不当使用

在动物养殖过程中,应用疫苗、兽药、饲料和添加剂等为预防动物疫病、降低动物死亡率、提高饲料利用率、促进生长与改善产品品质起到显著的作用,成为现代畜牧业不可缺少的物质基础。然而,由于人们大量使用兽药及其含药物和添加剂的饲料,尽管畜主达到了增产增收和防病治病的目的,但因兽药违禁使用或过度使用使兽药残留成为影响食品安全的重要原因之一^[16]。兽药残留是指畜禽等动物用药后蓄积或残留于畜禽机体或产品(如鸡蛋、奶品及肉品等)中的原型药物或其代谢产物,以及与兽药有关杂质的残留^[17,18]。兽药残留多因用药不当造成^[19]:养殖场(户)使用标有休药期的兽药及含药物和添加剂的饲料后,未遵守休药期就将畜禽出售、屠宰,是造成兽药残留的主要原因;其次,畜禽经投药或注射治疗后,未做明显标记或隔离处理,随出栏畜禽一起出售;另外,一些养殖户为减少经济损失,急于销售发病的畜禽,用药物掩饰临床症状,以逃避宰前检查。

以往对畜产品安全的认识,多停留在是否卫生、注水或疫病传染上,未把兽药残留作为影响畜产品安全的重要因素之一,国家虽然对兽药特别是药物饲料添加剂都规定

了休药期,但一些养殖场(户)很少按休药期执行^[18-20]。王云鹏等^[21]对国内5省、市养殖业抗生素的使用情况调查表明,饲养场滥用抗生素现象相当严重。使用抗生素的种类包括 β -内酰胺类的阿莫西林、氨基糖苷类的庆大霉素和新霉素、大环内酯类的红霉素以及林可胺类的克林霉素等。在第10届全军检验医学学术会议上,国家细菌耐药性监测中心副主任马越研究员曾指出,滥用抗生素的现象远比人们想象的要严重,全球每年消耗的抗生素总量中90%被用在食用动物身上,且其中90%都只是为了提高饲料转化率而作为饲料添加剂使用^[22]。2013年刘小红等^[23]对全国28个省市区241家生猪标准化示范场进行调研和分析,仅有61.2%的示范猪场对盐酸克伦特罗禁用情况比较清楚,然而对青霉素禁用情况却不甚了解。也就是说,全国绝大多数猪场未能执行青霉素的兽药休药期规定。

另外在产奶期^[24]、产蛋期也禁用药物^[25],但在日常养殖过程中常超出规定范围使用。对于疾病治疗也是随意超剂量、超范围用药或延长治疗疗程,最终引发兽药残留超标^[26-29]。

2.1.2 肉类产品质量不佳

在动物产品的加工、物流和销售各环节,存在污染与人为添加违禁品等风险,如加工过程的残留。目前部分动物性产品加工经营者在加工贮藏过程中,为使动物性食品鲜亮好看,非法过量使用一些碱粉、芒硝、漂白粉或色素、香精等,有的加工产品为延长产品货架期添加抗生素以达到灭菌的目的^[30];另外,产品出水、出油、氧化、口感差、保质期内涨袋腐败及有害物质迁移等现象也频繁出现。

2.1.3 乳品质量不佳

乳品中存在农药、抗生素残留、微生物超标、食品添加剂滥用、液态乳制品保质期短、乳饮料产品蛋白含量低或酸奶制品后酸化等问题,高品质产品所占市场份额较小^[31]。在乳制品生产过程中,还存在为迎合消费者的感官心理而添加增稠剂、增香剂,在标志上却不加以注明的现象^[32]。

2.1.4 蛋制品质量不佳

蛋制品中氧化铅等非法物质的添加导致诸如皮蛋铅含量过高,另外还存在包泥产品卫生差和咸鸭蛋加色素染色等问题^[32]。

2.2 中国可追溯体系试点研究简况

2.2.1 中国实行动物可追溯的原因

21世纪初德国首次发现中国冻虾仁中含0.2~5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 氯霉素而引发“氯霉素”事件。2001年欧盟考察中国兽药管理体制和兽药残留监控措施^[33],得出“目前中国无法保证

向欧盟出口动物产品不含药残与有害物质”的结论。在欧盟管理体系 No.178(2002)中, 要求从 2004 年起销售欧盟的食品均能跟踪与追溯, 否则不允许上市销售, 该法令实际已形成新的技术壁垒^[34], 造成中国猪肉不能出口欧盟和美国等国家, 仅对俄罗斯和新加坡等国有出口。究其原因, 应该是国内一些养殖场为了自身利益, 大量使用或滥用抗生素及饲料添加剂等来预防疾病, 达到减少损失和获取更多畜产品的目的^[35,36]。中国虽颁布多部兽药和饲料添加剂使用准则, 规定畜禽在育肥后期停用抗生素等, 严格禁止使用违禁药品, 但部分饲养场和养殖户未能遵守。与此同时, 老百姓要求吃上“放心肉”的呼声越来越高, 亟待采取有效措施加强动物产品的安全监管^[37,38]。

2.2.2 可追溯研究实施概况

2.2.2.1 动物产品质量安全可追溯管理领域

从 2002 年开始, 在国家科技部重要技术标准研究专项设立“工厂化农业技术标准研究”课题, 作者主持承担“肉用猪工厂化生产全程质量管理与畜产品可追溯计算机软件研究”子课题, 在国内率先开展生猪及其产品可追溯体系的探索性研究。2003 年国家科技部设立“863”研究课题“数字农业精细养殖平台技术与示范”, 作者主持承担“饲料和畜禽产品数字化安全监控体系研究”专题, 探索适合中国国情的溯源技术与架构方法, 进行家畜和畜产品可追溯系统研究^[39,40]。

2006 年起, 农业部在全国推行动物标识及疫病可追溯体系建设, 负责动物免疫、产地检疫、屠宰检疫环节及活体动物流通过程的监管, 由农业部兽医局和中国动物疫病控制中心负责管理和运行, 覆盖全国范围, 参与方主要为规模化养殖场和农村养殖户、兽医站和村防疫员等基层机构人员、动物卫生监督机构(负责产地检疫和流通监管)。2010 年, 商务部开展肉类蔬菜流通追溯体系建设, 中央财政在全国范围内, 支持有条件的城市建立肉类蔬菜流通追溯平台, 对动物屠宰、动物产品加工和流通等阶段的流通信息和责任主体进行追溯, 已有 5 批 58 个城市分别建立城市级肉类蔬菜流通追溯平台, 两大体系对猪肉生产供应环节分段监管, 经过近 10 年的建设和运行仅达到半程可追溯或局部可追溯, 尚未实现全程有效对接。

目前我国生猪产业链上企业小、多、乱, 整体发展仍处于管理粗放和质量安全水平低的阶段, 与全产业链溯源所要求的一体化生产和精细化管理水平相距甚远, 导致目前市场上尚无能监控全产业链、有效运行且信息真实的溯源系统, 市场迫切需要一技术先进、管理简便和投资较低的溯源技术平台。

2.2.2.2 可追溯体系研究成效

“十一五”期间, 作者曾主持承担国家 863 子课题“生猪及其产品可追溯系统关键技术研究”和国家科技支撑计划子课题“服务于畜禽及其产品的可追溯通用平台构件研究”。历经 2 个五年计划, 完成了: ①跟踪调研发达

国家可追溯体系建设的研究动态与发展趋势, 建立中国生猪及其产品可追溯体系技术标准架构; ②分析猪肉生产流程, 剖析各生产环节中可能产生危害的关键因素, 制订《猪肉工厂化生产全程卫生质量控制规范》, 并报批国家标准; ③收集整理养殖、饲料、疫病防治、环境和肉品加工等方面的法规和标准, 建立国内外标准法规数据库和猪肉产品残留预警系统; ④设计生猪追溯信息数据库, 建立生猪及其产品可追溯系统原型^[41]; ⑤研究筛选动物标识技术, 设计发明二维码塑料耳标、陶瓷耳标和猪个体标识控制方法; ⑥研制生猪生产过程信息采集系统, 包括无线网络设备、无线条码阅读器等; ⑦研制一体化追溯查询机, 在江苏、云南、广西、山东和天津等省市的多家企业进行产业化示范, 建立实用的猪肉质量安全追溯系统。

2.2.2.3 完成对中国动物及其产品标识与可追溯体系的评价

2010 年作者承担农业部兽医局动物疫情监测与防治项目“中国动物及其产品标识与可追溯体系的评价”任务, 2005~2010 期间对四川、重庆、北京、上海、广东、云南和黑龙江等省市进行动物标识推广应用情况的调研, 通过实地考察求证并与基层领导及人员交流探讨, 从耳标工艺改进、电子耳标试点、数据库建设、追溯体系完善、家禽宠物追溯方法以及未来规划等方面提出可操作性建议, 所撰写调研报告得到兽医局领导认可。另参与 2013 年农业部兽医局组织开展的《畜禽标识和养殖档案管理办法》(农业部令 67 号, 2006 年)修订调研工作。

2.3 动物产品质量安全全程溯源体系的瓶颈

2.3.1 养殖方式落后

10 年前我国小规模养殖量占总饲养量的 65% 以上^[42], 是养殖生产的直接主体。根据 2013 年农业部统计, 我国养猪的规模化程度已经达到了 50%, 这 50% 是年出栏猪在 50 头以上的养猪群体, 但年出栏在 50 头以下的散养户还占 50%^[43]。这部分群体最终应该向年出栏在 50 头以上的方向靠拢, 因为只有规模化才会有高效益。现在养猪的正常利润也就是 100~200 元/头, 按一个劳动力来计算, 与外出打工相比, 散养户养猪的效益还是比较低的, 比如一年养 20~30 头, 最后也就赚 3000~4000 元, 经济效益不明显, 如果饲养 5000 头以上, 就会达到万元以上的收入水平。

提倡规模化有几方面的原因: 一是我国养猪的技术水平在不断提高, 要求必须规模化; 二是土地资源压力比较大, 必须走规模化才能提高养猪商品率, 节约资源并降低养殖成本; 三是食品安全的需要, 安全的前提是养殖的标准化, 标准化的前提是规模化, 规模化养殖是动物养殖现代化的必然趋势。当然, 从我国的国情来说, 养猪业要达到这种理想化状况, 还有很长的路要走。

2.3.2 全程动物产品生产链条

全程动物产品生产链条由动物产品初级生产者(养殖户、养殖场和渔场等)、次级生产者(食品加工企业和餐饮

企业)和终端消费者3部分组成。

当前,我国畜牧产业正处于从传统的分散型养殖向规模化养殖发展的阶段,亟需采用现代化信息技术来提升管理水平。从长远来看,生猪规模化和标准化养殖是中国实现猪肉有效溯源的必由之路。由于猪场每次生猪出栏量不高、生猪和猪肉分级分割、摊位同时出售2种及以上企业品牌的猪肉等情况的普遍存在,成为阻碍我国猪肉可追溯体系溯源实现的潜在绊脚石,也影响到生猪屠宰加工企业参与可追溯体系的积极性;而导致上述问题的一个主要原因是生猪规模化和标准化养殖发展力度不够,制约了国家动物源食品溯源体系的全面实施。政府应在充分考虑生猪规模化养殖可能产生的环境问题前提下,尽可能鼓励生猪规模化、标准化养殖,这也是发达国家猪肉可追溯体系建设的经验。

2.3.3 分段管理模式

已建立农业部“动物标识及疫病可追溯体系”和商务部“肉类蔬菜流通追溯体系”。目前尚未实现饲养场—屠宰厂(或奶站等)—加工厂—销售—餐桌的“动物产品质量安全全程溯源体系”。

3 存在问题

3.1 法律法规与技术标准体系的缺陷

3.1.1 缺乏专门的动物源性食品安全法律

因动物源食品的特殊性和重要性,畜牧业发达国家都制定了针对性的法律或法规,如《屠宰法》实行畜禽“集中屠宰,就近屠宰”。我国尽管有生猪屠宰相关管理条例,各省市也有相应的畜禽屠宰管理条例,但均未上升到法律层次,当前乡镇生猪屠宰对检验检疫未能按屠宰法规执行,问题猪肉事件仍然时有发生,原因就是缺乏专门性的法律规定。

3.1.2 法律系统性与协调性不够

监督管理体系不完整,存在调整范围狭窄、监管盲区、执法主体与职责模糊与交叉、法律责任规定不严等问题。

3.1.3 标准执行不到位

食品添加剂使用不符合标准规定,成分含量不符合标准要求,卫生指标不合格,包装类标签不规范等标准执行不到位问题普遍存在。

3.2 安全监测与风险评估欠缺

3.2.1 缺乏安全监测体系

动物产品生产涉及多部门分段执法,这种管理格局既有重复监管,又有监管“盲点”,不利于责任落实。以“瘦肉精”为例,在监管层面责任未落实,农业部门认为“瘦肉精”没有监管依据,应由商务部门主要负责;农业部门的驻屠宰场官方兽医依法检疫合格后,开具的检疫合格证明无动物疫病,没有证明“是否含有瘦肉精”的法律职责和依据;而商务部门认为,“瘦肉精”应由农业部门主

管。监管链条上缺失“瘦肉精”这一环。“瘦肉精”事件,集中暴露了中国肉类食品生产流通环节中的重大监管漏洞和体制缺陷。

3.2.2 风险评估处于起步阶段

我国风险评估尚未搭建与国际接轨的食品安全风险评估平台。在动物产品的加工、物流和销售各环节,存在不合格卫生条件下的加工污染与人为添加违禁品等风险,为规避动物食品安全的风险,监督管理必须贯穿始终。为保证包括动物源性食品在内的食品质量安全,国际组织、各国尤其是发达国家政府开始构建现代食品质量安全体系,并不断完善相关的法规体系、监管体系、标准体系、检验检疫体系和认证体系等。

4 讨论与建议

4.1 深化拓展动物产品质量安全全程溯源体系建设

实现动物及动物产品标识与可追溯管理,是有效解决动物及其产品安全问题的重要措施^[44]。针对农业部推行的“动物标识及疫病可追溯体系”和商务部推行的“肉类蔬菜流通追溯体系”,从管理体制与技术方案的剖析,指出两个部委推行的可追溯体系均覆盖完整追溯过程的一部分,从严格意义上讲,仅达到半程可追溯或局部可追溯。其关键是两大溯源体系未实现有效对接与相互补充,难以有效监控动物源性食品质量安全风险。为此,针对该问题提出如下对策^[45]:

4.1.1 管理层面

“国家动物产品质量安全全程溯源体系”应纳入食品药品质量安全部门,具体执法管理。

4.1.2 技术层面

动物源性食品需符合国际标准并完全实现国产化的低成本动物电子标识,使全程溯源管理成为可能。其解决方案:

- (1)开展全程溯源体系的数据规范和接口研究;
- (2)数据采集、数据传输、数据存储和数据处理技术的升级研究;
- (3)除探索性进行生物溯源技术的研究外,当前可采用云计算基础架构与物联网平台相结合,在构建中国统一食品安全/溯源软件平台的同时,建立面向行业内各种不同类型企业的管理软件系统。

4.2 动物源食品产业链质量安全控制全程跟踪与追溯(“物联网”)关键技术

4.2.1 现代养猪场“电子标识+自动饲喂+自动称重”

利用智能感知、无线传感、智能控制等现代信息技术,进行现代养猪场“电子标识+自动饲喂+自动称重”,即利用电子标签RFID技术实现对动物群体进行个体识别与跟踪,以保障动物及其产品安全,并在动物行为动态监测与福利养殖中发挥重大作用。例如,通过RFID耳标识别与

自动称重, 可查询该种母猪的生产性能, 是高产、中产、低产还是空怀。因个体差别而提供不同的饲喂量, 既可满足个体需要, 又能降低生产成本。当种母猪离开食槽时, 将在屏幕上显示食槽中还剩有的饲料量。如果食槽中饲料剩的过多, 首先应考虑该种母猪是否发情, 其次考虑该种母猪是否生病。通过计算机动态管理, 对种母猪处于空怀、妊娠、分娩和待配状态了如指掌, 再也不需要采用传统费时、费事的纸质档案进行查询, 达到减少种母猪非生产时间的目的。

4.2.2 智能化畜产品安全质量管理创新体系的构建

为实现畜禽养殖信息化、智能化与自动化, 可应用物联网系统架构、生长环境感知技术、智能监控装备形成动物规模精细养殖服务管理体系(图 1)。在动物养殖的全过程, 建立基于动物及其产品标识技术的全程溯源管理。利用二维码和电子耳标唯一性的物理定位功能对动物进行标识, 实现传感技术、数据处理技术的集成化应用, 使用物联网技术实现对畜牧、畜禽舍内的环境实时监测与自动化调控, 实现饲喂、疫病、繁殖和粪便清理等环节的自动化、智能化和精准化监控^[46]; 同时优化现代养猪场的资源配置, 提高畜牧业的管理。另外, 可以将地理信息系统(geographic information system, GIS)、动物疫病风险分析与经济学评价相结合, 用于重大动物疫病的风险分析和现代养殖场生物安全隔离区的建立。

4.2.3 大数据技术在动物源食品全程信息化管理中的应用

通过信息记录、标识佩戴、身份识别、信息录入与传

输、数据分析和平台信息共享等, 可实现牲畜从出生、养殖、屠宰、运输到消费各个环节的一体化全程监控。即通过动物个体及产品标识技术, 将大型养殖场的屠宰加工、物流及销售各环节进行串联, 根据可追溯管理的要求, 建立动物疫病及产品安全溯源信息系统, 有利于养殖过程中对每头或每批牲畜的特征属性、健康状态、疫病防控和出栏检疫、牲畜在屠宰过程中的安全检测、脏器检疫、产品等级和分包装等全过程的海量信息进行实时采集。通过无线 4G 网络和互联宽带网络将数据上传到云端系统, 并通过系统应用软件以及数学模型对所有数据进行分析比对和挖掘整理。系统可对动物早期疫情预警, 还能对各阶段牲畜的存、出栏数以及市场需求进行正确评估; 同时涵盖了饲料管理、动物疫病防疫监控和肉制品质量管理, 这样不仅可达到对动物疫情的快速、准确溯源, 而且强化了动物源食品“从农场到餐桌”的全程管理, 从而实现畜牧业的科学化与制度化, 完成基于物联网和云计算技术建立安全溯源系统, 实现设施养殖动物安全溯源的技术目标。

5 展 望

5.1 进一步在畜禽养殖领域示范推广物联网应用技术

随着现代养殖业逐步向规模化、集约化的方向发展, 如今的物联网已发展成为对物体具有全面感知能力, 对信息具有可靠传递和智能处理能力的连接物体与物体的信息

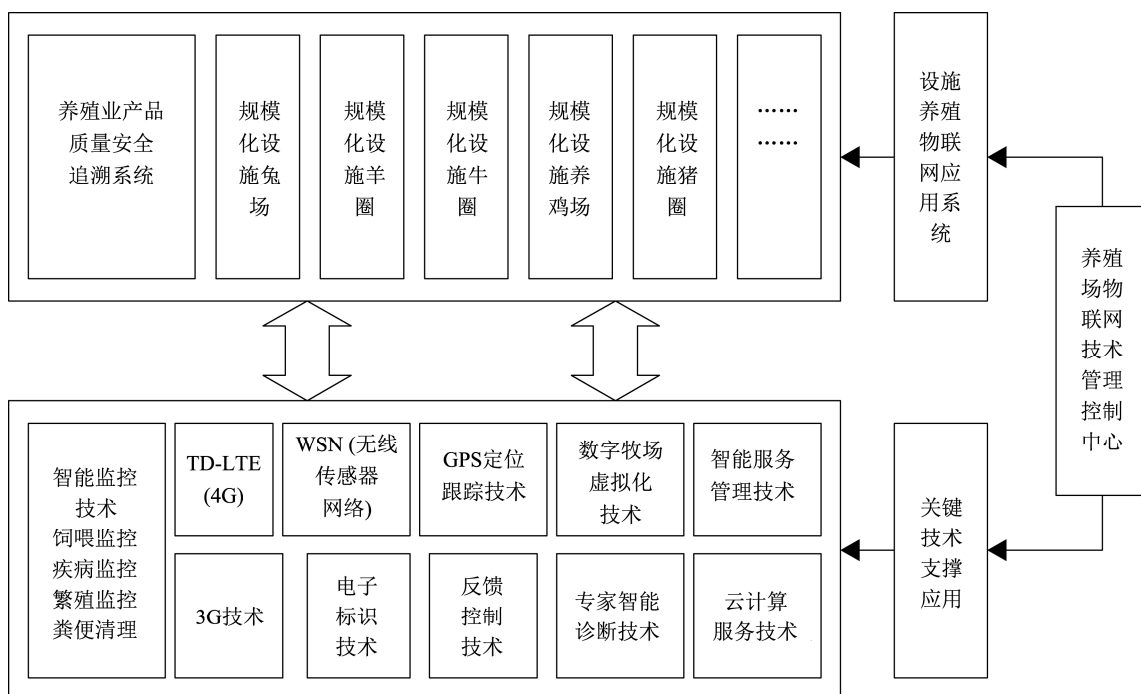


图 1 设施养殖业物联网应用模式的设计

Fig. 1 Application pattern design of the internet of things for facilities breeding

网络^[47,48]。在畜禽养殖领域,国外发达国家的养猪场和养牛场中设施化程度很高,如猪的自动饲喂、奶牛自动饲喂和自动挤奶,有效减少了劳动力对员工的技术依赖性^[49,50],国内一些企业也能效仿这种模式,这主要依赖于设施与装备技术及信息化技术。为此,如何利用大数据技术发挥以物联网为代表的信息技术在环境监控、精细投喂、疾病预防与诊断、养殖过程可跟踪与动物源食品质量可溯源等方面所存在的应用潜力正受到越来越多的关注。建议重点推广应用畜禽养殖环境监控报警、定量饲喂和粪便清理等环节个性化、智能化及精准化控制系统,实现环境远程监测与调控。

5.2 未来猪肉产品质量安全风险预警系统的规划

根据现代预警原则的定义,相对较为成熟的风险分析模型预警面对更加模糊和不确定的信息,除了动物流行

病学风险外需更多考虑社会和经济因素。在风险分析技术研究的基础上,如何定义和发展预警技术模型,是预警体系建设的核心。图 2 显示了未来猪肉产品质量安全风险预警系统的规划图。

5.3 进一步开发畜禽疾病远程诊断技术

针对当今 4G 手机拍照功能普及应用的现状,构思利用大数据技术处理和分析新的数据类型(远程疾病图像诊断和电子邮件)以及对未充分利用的数据源进行研发,将畜主或兽医所拍病畜的剖检照片图像与已收集的疫病剖检图像库进行比对,为未来智能化远程畜禽疾病图像诊断提供实用的支撑。这样系统可进一步运用人工智能理论和自适应思想,通过兽医专家端、养殖场诊断平台和服务器端实现网上诊断、网上治疗及网上学习的功能,让专家分析解决问题的能力得以继承和推广。用户可调用远程系统,

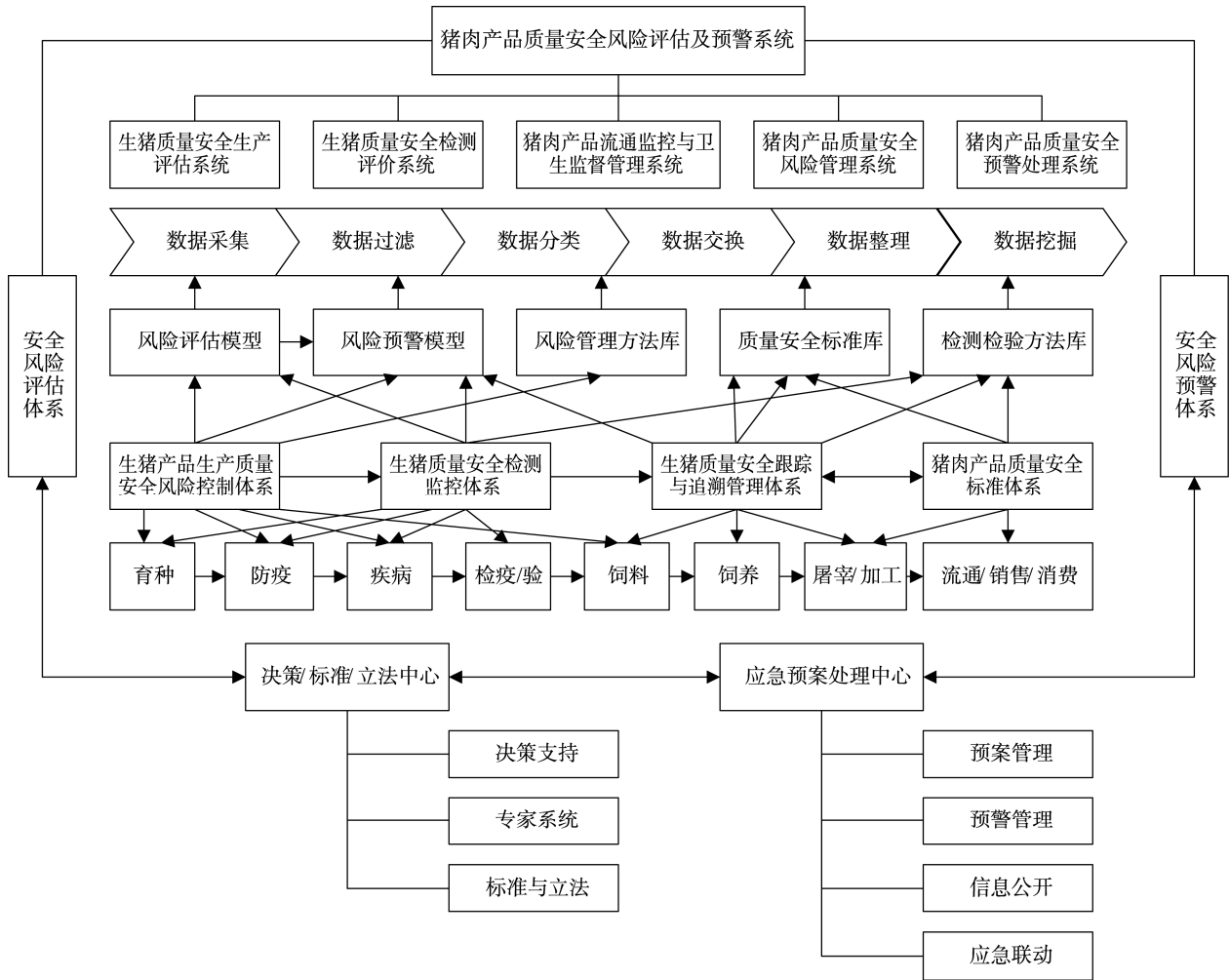


图 2 未来猪肉产品质量安全风险预警系统的规划图

Fig. 2 The planning drawing of risk alertness-forecasting system for quality safety of pork product

解决疾病诊断问题,克服我国中小型畜禽养殖场畜牧兽医人员不足、诊断水平和经验不够丰富的不足,提高畜禽疾病诊断符合率,减少疾病损失,提高养殖业总体生产水平,从而促进我国畜禽养殖业的持续发展。

参考文献

- [1] 陈家华,方晓明,朱坚,等. 畜禽及其产品质量和安全分析技术[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
Lu JH, Fang XM, Zhu J, et al. livestock and poultry and its products quality and safety analysis techniques [M]. Chemical Industry Press, 2007.
- [2] 徐晓新. 中国食品安全:问题、成因、对策[J]. 农业经济问题,2002,(10): 45-48.
Xu XX. China's food safety: problems, causes and countermeasures [J]. J Agric Econ, 2002, (10): 45-48.
- [3] Vitiello DJ, Thaler AM. Animal identification: links to food safety [J]. Revue Sci Et Tech, 2001, 20(2): 598-604.
- [4] Verbeke W. The emerging role of traceability and information in demand-oriented livestock production [J]. Outlook Agric, 2001, 30(4): 249-255.
- [5] 孟凡乔,周陶陶,丁晓雯,等. 食品安全性[M]. 北京:中国农业大学出版社,2005.
Meng FQ, Zhou TT, Ding XW, et al. Food safety [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2005.
- [6] 肖安东. 影响动物源性食品安全的因素、危害与对策[J]. 中国动物保健, 2009, 11(1): 80-82.
Xiao AD. Factors affecting the safety of food of animal origin, harm and countermeasures [J]. J Chin Anim Health, 2009, 11(1): 80-82.
- [7] 王敏. 我国食品安全问题的公共经济学思考[J]. 科技情报开发与经济, 2007, (3): 140-142.
Wang M. Public economics of China's food safety problems [J]. Science Technol Inform Dev Econ, 2007, (3): 140-142.
- [8] 玛丽恩·内斯特. 食品政治:影响我们健康的食品行为[M]. 北京:社会科学出版社,2014.
Marion nestle. Food Politics: How the food industry influences nutrition and health [M]. Beijing: Social Sciences Press, 2014.
- [9] 玛丽恩·内斯特. 食品安全:令人震惊的食品行业真相[M]. 北京:社会科学出版社,2014.
Marion nestle. Food safety: a shocking truth food industry [M]. Beijing: Social Sciences Press, 2014.
- [10] 骆生虎,王晓阳,邢刚. 畜产品质量安全问题及对策[J]. 中国动物检疫, 2005, 22(10): 16-17.
Luo SH, Wang XY, Xing G. The problems and countermeasures of animal products quality and safety [J]. J Chin Anim Health Inspect, 2005, 22(10): 16-17.
- [11] 周光宏,徐幸莲,汤晓艳. 我国畜产品质量安全管理现状及发展对策[J]. 农产品质量与安全,2010,(6): 5-8.
Zhou GH, Xu XL, Tang XY. Present situation of animal products quality safety management in our country and development countermeasures [J]. J Qual Saf Agric Prod, 2010, (6): 5-8.
- [12] 游战清,李苏剑,张益强,等. 无线射频识别技术(RFID)理论与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
You ZQ, Li SJ, Zhang YQ, et al. Radio frequency identification technology (RFID) theory and application [M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2004.
- [13] 陆昌华,王长江,胡肆农,等. 动物及动物产品标识技术可追溯管理[M]. 北京:中国农业科技出版社,2007.
Lu CH, Wang CJ, Hu YN, et al. Animals and animal products identification technology traceability management [M]. Beijing: China Agricultural Science And Technology Publishing House, 2007.
- [14] 蒋乃华,辛贤,尹坚. 中国畜产品供给需求与贸易行为研究[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
Jiang NH, Xin X, Yin J. Animal products supply demand in China and trade behavior research [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003.
- [15] 辛贤,尹坚,蒋乃华. 中国畜产品市场:区域供给、需求和贸易[M]. 北京:中国农业出版社,2004.
Xin X, Yin Jian, Jiang NH. Animal products market in China: regional supply, demand and trade [M]. Beijing: China agriculture press, 2004.
- [16] 张森富,赵婷. 现阶段我国食品安全问题的成因及其对策研究[J]. 长春理工大学学报(社会科学版),2010,23(1): 38-39.
Zhang SF, Zhao T. The cause of the food safety problems and countermeasures research in our country at present stage [J]. J Changchun Univ Sci Technol(Social Sci Ed), 2010, 23(1): 38-39.
- [17] 李芙蓉. 兽药残留产生的原因剖析及防控策略[J]. 中国动物检疫, 2011, 28(8): 33-34.
Li FQ. The causes analysis of veterinary drug residue and prevention and control strategies [J]. Chin J Anim Health Inspect, 2011, 28 (8): 33-34.
- [18] 徐聪,薛涛,杨耀兰,等. 动物性食品兽药残留的研究进展[J]. 云南畜牧兽医,2013,4: 36-38.
Xu C, Xue Tao, Yang YL, et al. The research progress of animal food and veterinary drug residue [J]. J Yunnan Anim Husb Vet, 2013, 4: 36-38.
- [19] 陈景来,李效波,刘先蕊,等. 畜产品药物残留的来源、危害与控制措施[J]. 河南畜牧兽医,2010,31(12): 24-25.
Chen JL, Li XB, Liu XR, et al. Animal by-products of the source of the drug residues, hazards and control measures [J]. J Henan Anim Husb Vet, 2010, 31(12): 24-25.
- [20] 聂芳红,徐晓彬,陈进军. 食品动物兽药残留的研究进展[J]. 中国农学通报,2006,22(9): 71-75.
Nie FH, Xu XB, Chen JJ. The research progress of veterinary drug residue in food animals [J]. China Agric Bull, 2006, 22(9): 71-75.
- [21] 王云鹏,马越. 养殖业抗生素的使用及潜在危害[J]. 中国抗生素杂志, 2008, 33(9): 519-521.
Wang YP, Ma Y. Aquaculture antibiotic use and potential hazards [J]. Chin J Antibiot, 2008, (9): 519-521.
- [22] 李振,王云建. 畜禽养殖中抗生素使用的现状、问题及对策[J]. 中国动物保健,2009,7: 55-57.
Li Z, Wang YJ. The use status and problems of antibiotics in the livestock breeding and countermeasures [J]. J China Anim Health, 2009, 7: 55-57.
- [23] 刘小红,王健,刘长春,等. 我国生猪标准化养殖模式和技术水平分析[J]. 中国农业科技导报,2013,15(6): 72-77.
Liu XH, Wang J, Liu CC, et al. The pig breeding standardization mode and technical level analysis in China [J]. China's Agric Sci Technol Rev, 2013, (6): 72-77.
- [24] 韩荣伟,王加启,郑楠,等. 牛奶质量安全主要风险因子分析. 兽药残留[J]. 中国畜牧兽医,2012,39(4): 1-10.

- Han RW, Wang JQ, Zheng N, et al. The main risk factor analysis of milk quality and safety . Veterinary drug residue [J]. J China Anim Husb Vet Med, 2012, 33(4): 1-10.
- [25] 崔景香, 周苗苗, 朱文君. 动物性食品安全现状与分析[J]. 家禽科学, 2014, 9: 6-8.
- Cui JX, Zhou MM, Zhu WJ. Analysis of Animal food safety situation [J]. J Poultry Sci, 2014, 9: 6-8.
- [26] 陈一资, 胡滨. 动物性食品中兽药残留的危害及其原因分析[J]. 食品与生物技术学报, 2009, 28(2): 162-166.
- Chen YZ, Hu B. The harm of veterinary drug residues in animal foods and cause analysis [J]. J Food Biotechnol, 2009, 28(2): 162-166.
- [27] 陆昌华, 胡肄农, 谭业平, 等. 我国畜产品兽药残留的公共经济学分析及对策[J]. 家畜生态学报, 2016, 37(6): 83-89.
- Lu CH, Hu YN, Tan YP, et al. Public economics analysis and countermeasures of our animal products drug residue [J]. J Anim Ecol, 2016, 5(6): 83-89.
- [28] 陆昌华, 吴孜恣, 胡肄农, 等. 疫病及兽药残留事件暴发的经济损失评估模型构建[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(1): 212-218.
- Lu CH, Wu ZM, Hu YN, et al. Economic loss assessment model of the disease and veterinary drug residue events outbreak [J]. J Jiangsu Agric, 2014, 30(1): 212-218.
- [29] 王小丽. 我国食品安全的问题的成因及对策[J]. 中国管理信息化, 2015, 18(3): 213-214.
- Wang XL. The cause of China's food safety problems and countermeasures [J]. J Chin Manag Inform, 2015, 19(3): 213-214.
- [30] 计娅丽. 浅谈畜产品质量安全存在的问题及对策[J]. 河南畜牧兽医, 2013, 34(1): 44-45.
- Xu YL. Introduction to the problems and countermeasures of animal products quality and safety [J]. J Henan Anim Husb Vet, 2013, 34(1): 44-45.
- [31] 齐丽. 携手并进共创我国乳酸菌产业的辉煌[J]. 食品工业科技, 2005, (7): 7-8.
- Qi L. Hand in hand create brilliant of lactic acid bacteria industry in China [J]. J Food Sci Technol, 2005, (7): 7-8.
- [32] 艾阳, 胡立新. 我国乳品质量安全问题与国家标准建设[J]. 农产品加工. 学刊, 2009, 160(1): 63-70.
- Ai Y, Hu LX. Dairy quality and safety problems and the national standard construction in China [J]. J Agric Prod Process, 2009, 160(1): 63-70.
- [33] 于维军, 朱其大, 颜景堂. 欧盟对我动物源性食品全面“封关”引发的思考[J]. 中国禽业导刊, 2002, 19(19): 8-11.
- Yu YJ, Zhu QT, Yan JT. Thinking of products of animal origin exporting blocked to the European union [J]. China Ind Trib, 2002, 19(19): 8-11.
- [34] 柯炳生. 中国农业经济与政策[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- Ke BS. China's agricultural economy and policy [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005.
- [35] 谭向勇. 加入 WTO 后, 我国畜牧业发展的对策与建议[J]. 中国禽业导刊, 2002, 19(2): 4-5.
- Tan XY. After joining the WTO, the countermeasures and suggestions on the development of animal husbandry in China [J]. China Ind Trib, 2002, 19(2): 4-5.
- [36] 边连全. 农药残留对饲料的污染及其对畜产品安全的危害[J]. 饲料工业, 2005, 26(9): 1-5.
- Bian LQ. The pesticide pollution to the feed and the harm to animal products safety [J]. J Feed Ind, 2005, 26 (9): 1-5.
- [37] 张雨梅. 动物源食品的安全性及药物残留监控[J]. 江苏农业科学, 2001, (6): 60-63.
- Zhang YM. Animal source food safety and the drug residues monitoring [J]. J Jiangsu Agric Sci, 2001, (6): 60-63.
- [38] 耿献辉, 周应恒. 食品安全与可追踪系统[J]. 世界农业, 2002, (6): 7-9.
- Geng XH, Zhou YH. Food safety and traceability system [J]. J World Agric, 2002, (6): 7-9.
- [39] 陆昌华, 王立方, 谢菊芳, 等. 工厂化猪肉安全生产溯源数字系统的设计[J]. 江苏农业学报, 2004, 20(4): 259-263.
- Lu CH, Wang LF, Xie JF, et al. A digital system desion of safety traceability of factory pork production [J]. J Jiangsu Agric, 2004, 20(4): 259-263.
- [40] 陆昌华, 王立方, 谢菊芳, 等. 工厂化猪肉安全生产溯源数字系统的实现[J]. 江苏农业学报, 2006, 22(1): 51-54.
- Lu CH, Wang LF, Xie JF, et al. A digital system realization of safety traceability of factory pork production [J]. J Jiangsu Agric, 2006, 22(1): 51-54.
- [41] 陆昌华, 王长江, 胡肄农, 等. 动物及动物产品标识技术可追溯管理[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2007.
- Lu CH, Wang CJ, Hu YN, et al. Animals and animal products identification technology traceability management [M]. Beijing: Chinese Agricultural Science And Technology Publishing House, 2007.
- [42] 闫振宇, 陶建平, 徐家鹏. 我国生猪规模化养殖发展现状和省际差异及发展对策[J]. 农业现代化研究, 2012, 33(1): 13-18.
- Yan ZY, Tao JP, Xu JP. Present development situation of mass breeding pigs in our country and the provincial differences and development countermeasures [J]. Agric Mod Res, 2012, (1): 13-18.
- [43] 张涌. 散户户路漫漫其修远[J]. 猪业健康导刊, 2013, (3): 34-38.
- Zhang Y. The road ahead for Cage-free households will be long [J]. J Pig Ind Health Trib, 2013, (3): 34-38.
- [44] 陆昌华, 胡肄农. 深化拓展“动物标识与动物产品质量安全全程溯源体系建设”的建议[J]. 猪业科学, 2012, (9): 44-49.
- Lu CH, Hu YN. Advice of animal identification and animal products quality safety traceability system construction [J]. J Pig Ind Sci, 2012, (9): 44-49.
- [45] 陆昌华, 胡肄农. 动物产品质量安全全程溯源体系建设与展望[C]. 2013 中国食品与农产品质量安全检测技术应用国际论坛论文集, 2013: 52-61.
- Lu CH, Hu YN. Prospect of animal products quality safety traceability system construction [C]. 2013 Chinese food and agricultural products quality and safety testing technology application in proceedings of the international BBS, 2013: 52-61.
- [46] 王文生, 陈明. 大数据与农业应用[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- Wang WS, Chen M. Big data and application [M]. Beijing: Science Press, 2015.
- [47] 于北瑜. 物联网在家畜养殖业中的应用[J]. 农业工程, 2014, 4(1): 34-36.
- Yu BY. Internet of things application in livestock breeding industry [J]. J Agric Eng, 2014, 4(1): 34-36.
- [48] 刘颖. 物联网在农业中的应用及前景展望[J]. 信息与电脑, 2016, 6: 26-27.

Liu Y. Prospect of internet of things application in agriculture and [J]. Inform Comp, 2016, 6: 26-27.

- [49] 李秀峰, 艾红波. 畜禽养殖物联网设计方案[J]. 农业网络信息, 2012, (8): 28-30.

Li XF, Ai HB. The design of the internet of things of livestock and poultry cultivation [J]. Agric Network Inform, 2012, (8): 28-30 .

- [50] 钟翔, 李刚, 张桂英, 等. 无线传感器网络技术及其在畜禽舍环境监控中的应用[J]. 中国家禽, 2012 , 34(22): 41-43.

Zhong X, Li G, Zhang GY, et al. Wireless sensor network (WSN) technology and its application in the corral environmental monitoring [J]. Chin Poul, 2012, (22): 41-43.

(责任编辑: 姚 菲)

作者简介



谭业平, 博士, 副研究员, 主要研究方向为动物卫生风险评估技术,
E-mail: yepingtan@163.com



陆昌华, 研究员, 主要研究方向为畜牧兽医信息技术、动物卫生经济学与动物卫生风险评估。
E-mail: changhualu@163.com