

基于 HACCP 的禽肉冷链监控体系探析

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2021.04.006

王海燕 林贤福

黄胜男

福州职业技术学院

商学院

福建 福州 350108

摘要: 为主动实现禽肉食品的质量安全, 基于 HACCP 体系的要求, 对禽肉冷链从饲养、屠宰、加工、运输、储藏和消费过程进行了危害分析, 确定了禽肉冷链中的关键控制点与纠正措施。在此基础上, 提出构建一个包含硬件层、通讯层、数据层和服务层的禽肉冷链监控体系, 并对具体的建设要求进行说明。

关键词: HACCP; 禽肉; 冷链物流; 监控; 食品安全

中图分类号: F252.1

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2021)04-0038-06

引文格式: 王海燕, 林贤福, 黄胜男. 基于 HACCP 的禽肉冷链监控体系探析[J]. 包装学报, 2021, 13(4): 38-43.

1 研究背景

在我国, 禽肉产品深受消费者喜爱, 禽肉是仅次于猪肉的第二大肉类消费品。随着人们对食品安全关注的不断增加, 禽肉食品安全备受关注。为切实保障禽肉食品安全, 除了将冷链技术作为保证食品新鲜度和安全的重要技术外, 还应借助危害分析和关键控制点(hazard analysis critical control point, HACCP)技术。HACCP 是在对食品生产加工过程中科学地进行风险评估和危害分析的基础上, 通过采取预防措施, 以关键控制点控制潜在危害, 最大程度保证工业化食品安全。作为一种识别、评估和控制食品安全危害因素的质量控制体系, HACCP 运用了食品工艺学、微生物学、化学和物理学、质量控制和危险性评估等的原理和方法, 具有预防性、灵活性、专业性和有效性等特点, 逐渐成为国际食品贸易的通行证。

影响禽肉食品安全的主要因素包括饲料、药物残留、微生物、化学污染、食品添加剂超量或滥用等。国内外学者对此已做了诸多研究, 研究方向包

括屠宰、储藏、加工等过程中的检测和监控。如 S. C. Ingham 等^[1]通过实验证明, 温度和时间是影响禽肉致病菌生长的主要因素, 故做好冷链温度控制、合理选择风险控制点对于确保禽肉安全具有重要意义。蒋予箭等^[2]调查并检测了花鸡软罐头生产过程中的微生物变化情况, 分析了加工过程中的潜在危害, 并指出了关键的控制点, 提出了 HACCP 的实施细则。M. L. González-Miret 等^[3]通过实证研究, 指出了选择关键控制点在 HACCP 体系中的重要性, 并通过多元统计分析法阐明了洗涤和温度控制是禽肉加工中的关键控制点。严燕等^[4]探讨了 HACCP 在冷鲜禽肉屠宰和加工中的应用, 指出禽肉加工中的 4 个关键控制点, 分别是活禽验收、掏内脏、冷却及预冷。史卫军等^[5]指出, 应加强对动物源性食品中除害剂的防控, 从源头保障食品安全。陆辉山等^[6]提出了一个在大规模养殖环境下, 基于无线传感器网络(wireless sensor networks, WSN)的家禽体温获取与传输方案, 该方案通过设置报警阈值, 及时发现发病早期的家禽, 并得知其正确率高达 93.75%, 因而验证了该系统的有

收稿日期: 2021-02-26

基金项目: 福建省中青年教育科研基金资助项目(JZ180605)

作者简介: 王海燕(1979-), 女, 福建光泽人, 福州职业技术学院讲师, 主要从事物流管理和信息化方面的教学与研究,

E-mail: 594960406@qq.com

效性。随着信息技术的推广, 建立基于 HACCP 的追溯和预警机制, 通过确定禽肉食品安全目标和检测标准、设定预警值, 实现对禽肉食品的追溯, 可以有效降低食品安全事件的发生^[7-8]。

通过以上分析, 可知禽肉冷链食品安全应从源头抓起, 做好全程监控, 并及时采取相应措施, 以消除各环节中的安全隐患。因此, 本研究拟借助射频识别技术 (radio frequency identification, RFID)、无线传感器网络 (wireless sensor networks, WSN)、北斗等物联网技术和区块链技术, 建立一个基于 HACCP 的禽肉食品冷链监控体系, 以实现了对禽肉冷链的全程进行有效监督, 切实保障禽肉食品的质量与安全。

2 禽肉冷链关键控制点确定

随着 HACCP 体系的发展与完善, 我国出台了《中

华人民共和国食品安全法》《食品生产流通冷链产品召回与追溯管理规范》《食品冷链末端配送作业规范》等法规与行业标准, 对冷链的要求越来越明确。然而, 各省市对政策的解读并不一致, 同时, 部分自律性较差的企业并没有完全按照国家的法规执行, 因此, 必须更加有效地开展冷链监控, 以确保禽肉食品冷链安全。HACCP 禽肉食品冷链监控体系的实施主要包括危害分析和提出预防措施, 确定关键控制点, 建立关键限值 (critical limit, CL)。关键控制点用于监控纠偏措施、验证措施和记录保持程序。

2.1 禽肉冷链物流流程

禽肉冷链主要包括屠宰、加工、冷藏、运输和销售等环节。禽肉冷链产品主要以冷鲜肉和冷冻肉两种贮藏方式进行运输和销售。优良的监控体系必须建立在完备的禽肉冷链物流流程基础之上, 构建的禽肉冷链物流流程如图 1 所示。

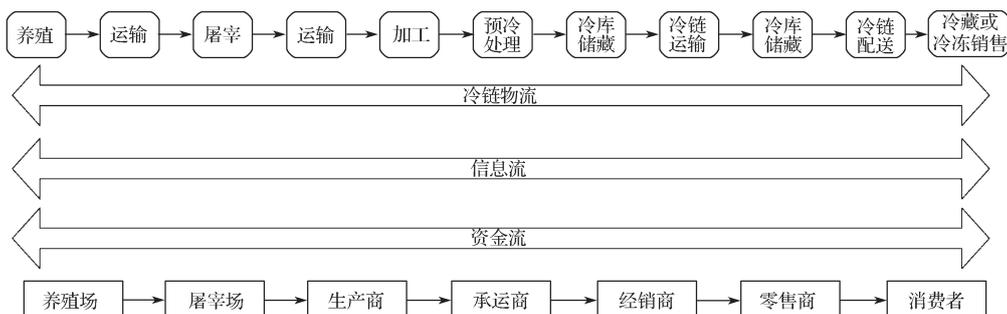


图 1 禽肉冷链物流流程及关键节点

Fig. 1 Logistics flow and key nodes of poultry meat cold chain

经检疫合格的禽类, 依据中国农业部制定的相关法规进行屠宰、去毛、掏膛后, 胴体在 2 h 内冷却至 4 ℃ 以下。从原料接收到产品出库的流程大致如下: 活禽验收→禽体清洗→宰杀→放血→热烫→打毛→去小毛、脚皮等→冲洗→去嗦囊→开膛→掏内脏→清洗→检查→冷却→包装。但是冷鲜肉的后期工艺并不相同。禽冷鲜肉的加工流程为鲜品出库→沥水→挑选→包装→称重→金属探测→冷藏预冷→出厂。禽肉冻品的加工流程为整禽分割→修剪挑选→单冻→称重包装→金属探测→装箱→入库→出厂。

2.2 禽肉食品安全的危害分析

禽肉食品安全的危害主要包括生物危害、物理危害、化学危害和过敏原危害。

2.2.1 生物危害

禽肉食品的生物危害包括病菌、真菌、病毒和寄

生虫, 其中最需要控制的是大肠杆菌和菌落总数^[9-11]。控制环境温度是抑制微生物、致病菌生长的重要手段。除温度外, 影响微生物生长的因素还包括环境因素、人员因素和管理因素。如在禽肉屠宰环节中, 若环境不卫生, 接触面未及时进行清洗、消毒或喷淋冲洗的水未达到标准等, 均可能造成微生物和病原菌的快速繁殖。企业应遵守农业部的相关法规, 按照《畜禽屠宰 HACCP 应用规范》中的要求进行作业。

2.2.2 物理危害

走访企业, 确定禽肉加工中常见物理危害是碎金属混入, 及碎玻璃、饲料、粪便等异物混入。企业应对工作人员进行专业化培训, 制定卫生标准操作流程 (sanitation standard operation procedure, SSOP), 并进行巡检, 以加强对物理危害的控制。如针对碎金属混入情况, 可以通过对可疑产品进行纵横方向 3

次检测加以解决，发现问题后及时封存产品。

2.2.3 化学危害

饲料的品质、兽药残留、重金属污染等都会对禽肉食品质量造成影响。故禽肉食品生产前需要对活禽进行严格检疫、抽检其抗生素等，从源头确保禽肉食品安全^[12]。在禽肉加工中，食品、食品添加剂、内包装材料等不得与有毒、有害、有异味的物品（包括化学品）一同运输、储存和销售。

2.2.4 过敏原危害

虽然食品过敏原只影响少部分人群，但它确实对

这部分消费者存在潜在危害，因此也应纳入 HACCP 体系中。要做好对易过敏群体的数据获取，尤其是最易敏个体的数据获取，这将直接决定阈值范围的最低限度^[13-14]。

2.3 关键控制点及纠正措施

通过对鲜（冻）禽肉流通过程中的危害进行分析，最终确定了活禽验收、宰杀放血、胴体加工、预冷、快冷、运输温度和销售温度 7 个关键控制点，具体的鲜（冻）禽肉冷链中的关键控制点与纠正措施见表 1。

表 1 鲜（冻）禽肉冷链中的控制参数与控制方案
Table 1 Control parameters and scheme in fresh (frozen) poultry cold chain

CCP	检测对象	关键限值	检测方法	纠正措施	验证措施	记录
CCP1 活禽验收	抗生素和兽药残留,各种病原菌、寄生虫	GB 2763、GB 31650 以及最新的法律法规和标准要求	抽检,检测食品中农药残留量、药物残留量	不合格的肉禽严禁作为原料	及时查验相关证件并登记	验收报告; 检验报告
CCP2 屠宰	病原污染物	按国家有关标准的规定	病原和微生物检测方法	制定严格的操作规范,及时消毒,持证上岗	及时消毒、规范作业,并检验	检验记录; 纠偏报告
CCP3 加工	金属异物	FeΦ 不大于 2.0 mm SUSΦ 不大于 3.5 mm No FeΦ 不大于 2.5 mm	金属探测器逐一检测	及时复检并记录; 金属探测器报警停机,对可疑产品横纵 3 次进行探测,确认有金属时将产品封存、废弃并查找原因	审核监控记录,进行首件、末件确认,正常生产中,每 1 h 校准金属探测器一次	金属探测监控记录; 纠偏报告
CCP3 预冷	细菌性病原体生长温度和时间	0~4℃, 2 h 内	随机抽检,测温、计时	定时观察,发现温度或时间偏离要求,立即将产品隔离存放	用探针温度计检测产品的中心温度是否达标	监测记录; 纠偏报告
CCP3 快冷	快冷温度和时间	-18℃, 48 h 内	随机抽检,测温、计时	定时观察,发现温度或时间偏离要求,立即将产品隔离存放	用探针温度计检测产品的中心温度是否达标	监测记录; 纠偏报告
CCP3 运输	运输温度、时间	冷鲜肉 0~4℃; 冷冻肉 -18~-15℃	采用温度记录仪记录温度	定时观察,发现温度或时间偏离要求,立即将产品隔离存放; 确保运输过程卫生	选择制冷效果好的运输设备、严格控制运输途中的温、湿度	监测记录; 纠偏报告
CCP4 销售	销售温度、产品保质期	冷鲜肉 0~4℃, 保质期为 6 d; 冷冻肉 -18℃, 保质期为 12 个月	测温、查证货架期	定时观察,发现温度或时间偏离要求,立即将产品隔离存放; 确保销售过程卫生	选择制冷效果好的冷柜和风机,控制好温度、湿度	监测记录; 纠偏报告

要确保禽肉冷链安全，应包括饲养场、屠宰加工厂，直至最终消费者，对企业信息、产品信息、温度信息等进行监管，稳定、连续、真实地采集冷链数据，有效地监管冷链流通过程，对存在的问题或安全隐患及时预警。

3 禽肉冷链监控系统的构建

为确保禽肉食品安全，需要保证禽肉供应链的各个环节始终处于规定的低温环境下，并减少不必要的损耗，因此禽肉冷链要满足 3T（温度、时间和耐藏性）要求。在实际运营中，由于制冷技术和设备不同，

冷藏车的保温效果差异较大，运输过程中的温度稳定性较差，容易造成食品品质下降，甚至变质，给企业和消费者造成损失^[15]。2019年6月颁布的《冷藏冷冻食品销售质量安全监督管理办法（征求意见稿）》中指出，从事冷链冷冻食品销售的商家，应具备相应的设施、设备，冷藏、冷冻车应当设有可正确显示内部温度的温度计，鼓励设置外显式温度计。2019年10月颁布的《中华人民共和国国务院令 第721号》中，要求非食品生产经营者从事对温度和湿度有特殊要求的食品贮存业务的，要向食品安全监督管理部门及时备案。可见，我国对冷链服务企业和设施设备的管

理非常明确。

根据 HACCP 体系, 禽肉冷链监控体系应具备数据采集的准确性、传输的及时性和数据资源的共享性。在鲜(冻)禽肉冷链中, 温度信息是核心数据, 其他数据是附属数据, 可以根据核心数据来判断禽肉的质量变化。因此, 拟构建的禽肉冷链监控体系中, 应包含硬件层、通讯层、数据层和服务层, 见图 2。

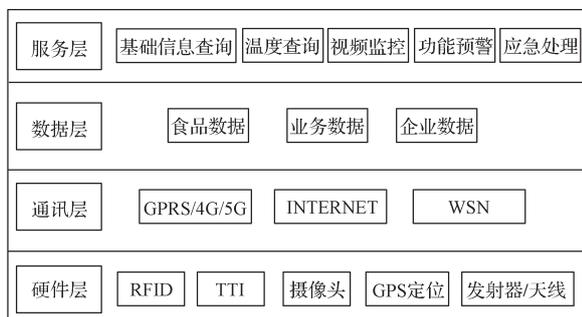


图 2 禽肉冷链监控体系架构图

Fig. 2 Architecture of poultry cold chain monitoring system

3.1 硬件层

禽肉冷链监控体系架构中, 硬件层是系统的底层, 也是关键层。为满足不同场景下的监测需求, 可以采用时间温度指示器 (time temperature indicators, TTI)、温湿度记录仪或温感探头采集温度。目前, 企业在运输环节通过绑定记录仪的 ID 和安装信息, 实现数据关联, 接入企业的冷库、冷柜与平台数据中心, 从而进行数据通信及下端传感器数据的采集。监测技术与现实环境间的差异, 使得采集的数据具有周期性和离散性, 并不能真正实现数据的平稳与连续, 仅少部分技术, 如 TTI 可以实现全程品质监测。在硬件层构建中, 应考虑到冷链监控数据采集和冷链段之间数据交换的连续性。

3.2 通讯层

王晓玲^[16]提出, 可以采取 RFID 标签实现对产品信息的追踪, 并通过 GPRS 进行实时监控。袁浩浩^[17]提出, 以 ZigBee 协议为基础的无线传感网络监控溯源系统, 可以较好地实现对物流状态的实时监控。Wifi、窄带物联网 (narrow band internet of things, NB-IoT) 也可以被应用于监测数据的传输。通讯层需要不断提升数据稳定性、及时性、数据质量和传输能效。如根据监控需求, 在确保温湿度变化不会影响产品质量的前提下, 设定合理的传输频率。

完整、连续的数据支持了冷链管理, 呈现冷链过程中温度、时间和其他信息, 能较好地实现禽肉食品的可追溯性, 为政府监管、采样取证和责任认定提供了有效信息, 创造了系统保障的条件。

3.3 数据层

在监控体系中, 主要包括食品数据、业务数据和企业数据。应建立标准的数据库, 且需要明确规定数据采集的范围。为确保监控采集的数据真实有效, 在企业信息和设备信息进行备案的基础上, 还应包括食品安全数据和食品的相关业务数据, 如出入库和在途信息等, 节点企业的台账有助于确定溯源点。通过建立功能需求模型, 实现对不同节点企业信息的作用分类, 赋予不同的功能。

数据共享是基于禽肉流通各个环节中数据的采集、传输的基础上, 通过全程对温湿度的有效监控, 各节点的企业禽肉食品信息应充分共享, 确保流通过程中的信息透明。因此, 采取多节点数据采集与传输方式, 以保障节点企业之间的信息对等, 防止数据被篡改。冷链监控体系中数据链接示意图见图 3。

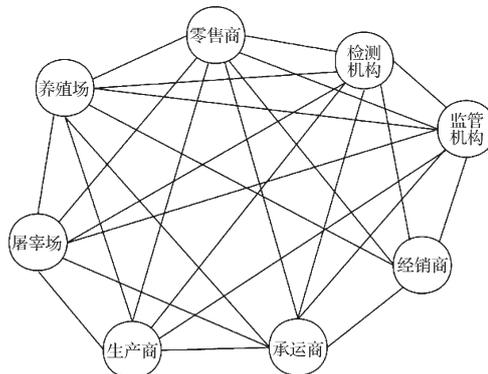


图 3 冷链监控体系中的数据链接示意图

Fig. 3 Schematic diagram of data link in cold chain monitoring system

3.4 服务层

服务层中应包括基础数据查询、温度数据查询、视频监控、功能预警和应急处理等功能。监控看板要能显示所有温度传感器采集的温度信息, 当温度超过设定标准时, 监控平台进行报警, 便于及时采取措施, 减少安全事件的发生或扩散。必须注意的是, 事先设定的限制或纠偏方法不一定能解决实际中的偏离问题, 为此, 企业要重视纠偏程序, 通过分析监控率、温度达标率、在线率等信息, 进一步提升冷链效率。冷链监测的主要技术及特点^[18]见表 2。

表 2 冷链监测主要技术与特点

Table 2 Main technologies and characteristics of cold chain monitoring

监测技术	技术特征	影响因素	应用场景	适用度
WSN/ 蓝牙 /WIFI/GPRS 等	可读性强, 与传感器配合, 实时性高, 具有位置信息	网络结构、距离、能耗	与传感器配合, 传输采集到的数据	差
多源 / 单源传感器	可读性强, 具有较好的耦合性和相关性、无连接性	精度、能耗	与通信技术配合, 满足感知、微环境检测、简单场景	较低
RFID/ 智能标签 / 条码技术	标签识别, 配合传感器	距离、能耗、供电模式	识别与传输, 过程跟踪	较高
TTI/ 微生物传感器	时间 - 温度、货架期可视, 易损, 可读性差	测量范围、精度、抗干扰性等	品质感知、智能包装、实时检测货架期、智能标签	适中
GPS/ 北斗	位置信息, 海拔、运行速度	精度	动态物流、远程物流	适中
手持设备 / 记录仪	人工采集、记录	准确性	温度记录, 品质抽检	较低

4 结语

本文基于 HACCP 体系, 对禽肉冷链物流流程的危害进行了分析, 并提出了禽肉冷链监控体系中的关键控制点、限值和纠正措施, 进而提出了禽肉冷链监控体系的构建方法, 采用 RFID、TTI、WSN 等技术, 实现了对禽肉冷链数据的采集、分析与发布, 该监控体系可覆盖禽肉冷链中的各个重要环节, 即包括屠宰、加工、运输、储藏和销售等环节, 可从源头确保禽肉产品质量。

禽肉冷链系统构建中, 应进行多源数据采集, 以实现数据的实时传输, 并做好异常数据的处理, 为监控系统有效运行提供保障。后续还应加强禽肉冷链食品安全法规实施的监控力度、冷链监控数据的使用效率、企业诚信与食品安全等问题的研究, 真正做到“全面管理、重点监控、防治结合”, 切实保障禽肉冷链食品安全。

参考文献:

[1] INGHAM S C, LOSINSKI J L A, BECKER K L, et al. Growth of Escherichia Coli O157: H7 and Salmonella Serovars on Raw Beef, Pork, Chicken, Bratwurst and Cured Corned Beef: Implications for HACCP Plan Critical Limits[J]. Food Safety, 2005, 24(2): 246-256.

[2] 蒋予箭, 陈荷风. 禽肉软罐头生产线的微生物调查与控制点分析 [J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(4): 45-49.

JIANG Yujian, CHEN Hefeng. Investigation of Microbial CCPs in the Plant Producing Line of Retort Pouch Poultry[J]. Food and Fermentation Industries, 2003, 29(4): 45-49.

[3] GONZÁLEZ-MIRET M L, ESCUDERO-GILETE M L, HEREDIA F J. The Establishment of Critical Control Points at the Washing and Air Chilling Stages in Poultry Meat Production Using Multivariate Statistics[J]. Food Control, 2006(17): 935-941.

[4] 严燕, 史卫军. 浅谈 HACCP 在出口冷鲜禽肉屠宰加工中的应用 [J]. 现代预防医学, 2010, 37(23): 4428-4430.

YAN Yan, SHI Weijun. Application of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) in Exported Chilled Poultry Food Processing[J]. Modern Preventive Medicine, 2010, 37(23): 4428-4430.

[5] 史卫军, 梁嘉, 朱崧琪, 等. 浅谈香港食物内除害剂残余规例对供港动物源性食品的影响及对策 [J]. 中国畜牧杂志, 2014, 50(18): 18-22.

SHI Weijun, LIANG Jia, ZHU Songqi, et al. Effect of Hongkong's Regulation on Pesticide Residues in Animal Derived Food to Hongkong and Relevant Countermeasures[J]. Chinese Journal of Animal Science, 2014, 50(18): 18-22.

[6] 陆辉山, 刘焯虹, 刘修林, 等. 基于 WSN 的家禽体温监控系统设计及应用 [J]. 中国家禽, 2018, 40(4): 76-79.

LU Huishan, LIU Yehong, LIU Xiulin, et al. Design and Application of Poultry Temperature Monitoring System Based on WSN[J]. China Poultry, 2018, 40(4): 76-79.

[7] 宋俊峰. 鸡蛋质量安全的追溯及预警机制研究: 以南通新康德禽业 HACCP 体系建设为例 [D]. 南京: 南京农业大学, 2009: 59-64.

SONG Junfeng. Study on the Quality and Safety of Eggs Traceability System and Warning Mechanism: An Example of HACCP System About Nantong Xinkande Poultry Industry Limited Company[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2009: 59-64.

- [8] ALLAIN V, SALINES M, LE BOUQUIN S, et al. Designing an Innovative Warning System to Support Risk-Based Meat Inspection in Poultry Slaughterhouses[J]. Food Control, 2018, 89: 177-186.
- [9] MARMION M, FERONE M T, WHYTE P, et al. The Changing Microbiome of Poultry Meat; from Farm to Fridge[J]. Food Microbiology, 2021, 99(5): 1-16. DOI: 10.1016/J.FM.2021.103823.
- [10] MICHELE C, VALENTINA F, MARCELLA G, et al. Environmental Sustainability Assessment of Poultry Productions Through Life Cycle Approaches: A Critical Review[J]. Trends in Food Science&Technology, 2021, 110(4): 201-212.
- [11] 闵红, 周志云, 李秋菲, 等. 禽肉屠宰过程中微生物污染状况调查研究[J]. 陕西农业科学, 2016, 62(7): 59-63.
- MIN Hong, ZHOU Zhiyun, LI Qiufei, et al. Investigation on Microbiological Contamination of Poultry Meat During Slaughter[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2016, 62(7): 59-63.
- [12] 秦东方. HACCP 体系下禽肉安全加工工艺研究[J]. 湖南城市学院学报(自然科学版), 2015, 24(4): 89-91.
- QIN Dongfang. The Research of HACCP Principle in the Poultry Process[J]. Journal of Hunan City University (Natural Science), 2015, 24(4): 89-91.
- [13] WESTERHOU J, BAUMERT J L, BLOM W M, et al. Deriving Individual Threshold Doses from Clinical Food Challenge Data for Population Risk Assessment of Food Allergens[J]. The Journal of Allergy and Clinical Immunology, 2019, 144(5): 1290-1309.
- [14] 袁涛, 王丹, 焦宏强, 等. 出口禽肉生产企业 HACCP 体系的创新应用进展[J]. 检验检疫学刊, 2015, 25(3): 71-73.
- YUAN Tao, WANG Dan, JIAO Hongqiang, et al. The Innovation and Implementation of HACCP System for Poultry Products Exporting Establishment[J]. Journal of Inspection and Quarantine, 2015, 25(3): 71-73.
- [15] 孙雷明, 吉炜寰. 冷链运输车远程智能检测与定位管理系统[J]. 物流技术, 2015(4): 247-249, 257.
- SUN Leiming, JI Weihuan. Study on Remote Smart Monitoring and Positioning System for Cold Chain Transportation Vehicles[J]. Logistics Technology, 2015(4): 247-249, 257.
- [16] 王晓玲, 马满增. 基于 GPRS 的冷链物流实时监控系统设计及实现[J]. 现代电子技术, 2017, 40(17): 109-112.
- WANG Xiaoling, MA Manzeng. Design and Implementation of GPRS-Based Real-Time Monitoring System for Cold Chain Logistics[J]. Modern Electronics Technique, 2017, 40(17): 109-112.
- [17] 袁浩浩, 蒋联源, 张联盟. 基于 WSN 的冷链物流监控溯源系统[J]. 物流技术, 2014, 33(6): 369-371, 378.
- YUAN Haohao, JIANG Lianyuan, ZHANG Lianmeng. Study on Cold Chain Logistics Monitoring and Tracing System Based on WSN[J]. Logistics Technology, 2014, 33(6): 369-371, 378.
- [18] 胡金有, 王靖杰, 朱志强, 等. 冷链物联网监测数据质量评估与优化研究进展分析[J]. 农业机械学报, 2019, 50(8): 1-14.
- HU Jinyou, WANG Jingjie, ZHU Zhiqiang, et al. Analysis of Data Quality Evaluation and Optimization in IoT in Cold Chain[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2019, 50(8): 1-14.

(责任编辑: 廖友媛)

Analysis of Cold Chain Monitoring System of Poultry Meat Based on HACCP

WANG Haiyan, LIN Xianfu, HUANG Shengnan

(Business College, Fuzhou Polytechnic College, Fuzhou 350108, China)

Abstract: In order to actively realize the quality and safety of poultry food, based on the requirements of HACCP system, the harm analysis of poultry cold chain was carried out from the aspects of feeding, slaughtering, processing, transportation, storage and consumption process, and the key control points and corrective measures in poultry cold chain were determined. On this basis, a cold chain monitoring system of poultry meat was proposed, including hardware layer, communication layer, data layer and service layer, with the specific construction requirements explained.

Keywords: HACCP; poultry meat; cold chain logistics; monitoring; food safety