DOI:10.12441/spyswjs.20221108002 [文章编号] 1673-1689(2024)09-0099-08

基于C/S架构和MySQL数据库的肉类加工信息管理系统的设计与构建

张朵朵[1] 张雪茹[1] 王永杰[2] 裴豪康[2] 刘永峰[1*]

(1. 陕西师范大学食品工程与营养科学学院,陕西 西安 710119;2. 陕西师范大学计算机科学学院,陕西 西安 710119)

摘要:为了向用户提供肉类加工品质等数据信息,促进肉类加工产业更好地发展,作者基于客户机/服务器(Client/Server,C/S)架构和MySQL数据库,以C#语言作为主要系统开发语言,采用前、后端分离技术,使用Ubuntu Linux平台进行微服务架构部署,设计并建立肉类加工信息管理系统,实现各类肉类加工数据信息的存储和可视化。该信息管理系统功能模块设置为系统管理、数据上传添加、快速查询以及专题分析,可实现肉类加工时各种品质指标的快速、准确和扩展搜索,并获取多种肉类在8种加工方式下与对照组品质差异情况。该信息管理系统操作简单、普适性强,有利于加工肉类的科学研究、营养安全质量控制及品质提升,为用户安全加工肉类提供了数据保障。

关键词:肉类;加工信息;管理系统;数据库;Client/Server架构

Design and Construction of Meat Processing Information Management System Based on C/S Architecture and MySQL Database

ZHANG Duoduo[1] *ZHANG Xueru*[1] *WANG Yongjie*[2] *PEI Haokang*[2] *LIU Yongfeng*[1*]

(1. College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China; 2. School of Computer Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

Abstract: In order to provide users with data information (such as meat processing quality) and promote the better development of meat processing industry, based on Client/Server (C/S) architecture and MySQL database, the author used C# language as the main system language, adopted the separation technology of front and back end, and used Ubuntu Linux platform for microservice architecture deployment. The meat processing information management system was designed and established to realize the storage and visualization of all kinds of data information in meat processing. The function module of this information management system was set as the system management, data upload and addition, quick query and thematic analysis, which can realize the rapid, accurate and extended search of various quality indexes of meat processing, to obtain the quality difference between a meat sample and the control group under 8 processing methods. This information management system is simple to operate, has strong universality, and is conducive to the scientific research of processed meat, as well as nutrition safety and quality control. It provides users with data assurance for the safe processing of meat.

Keywords: meat; process information; management system; database; Client/Server architecture

基金项目:陕西省重点研发计划项目(2024GH-ZDXM-08,2024NC-YBXM-164);榆林市科技计划项目(2023-CXY-179)。

通信作者:刘永峰(1981—),男,博士,教授,博士研究生导师,主要从事畜产品营养与科学研究。E-mail: yongfeng200@126.com

收稿日期:2022-11-08 **修回日期:**2022-11-25

肉中富含蛋白质、脂肪酸、矿物质及脂溶性维生素等营养物质，是人体日常获取营养物质的主要来源之一，《中国居民膳食指南（2022）》推荐的动物性食物的每日摄入量为120~200 g[1-2]。中国是肉类生产和消费大国，肉类总产量约占世界总产量的三分之一，其中猪肉和禽肉是中国生产的主要种类，牛肉和羊肉的产量也在稳步增长[3]。2021年，中国猪肉产量达5 296万t，牛肉产量达698万t，羊肉产量达514万t，家禽产量达2 380万t[4]。随着消费习惯的改变和对食品安全问题的重视，消费者在追求肉品口感和风味的同时，更加注重在加工过程中营养物质的保留及有害物质的抑制。

热加工是保证肉类风味和安全性的重要手段[5]。经过热处理后，肉类中的致病微生物被杀死，减少了它们对人体的危害，延长了货架期，提高了营养物质的消化率和生物利用度[6]。热加工的不利影响是营养物质的损失和有害物质的形成[6-9]。中式传统处理肉类的方法有腌制、蒸、煮、炖、煎、炸、烤和干燥等[10-11]，Yin等[12]分析了3种中式加工方法（真空低温法、沸水法和焙烤法）对牛肉蛋白质消化率的影响，发现真空低温法能够显著提高牛肉蛋白质消化率。Jiao等[13]评价了中式热加工方法对横山山羊肉品质的影响，发现热加工后的山羊肉红度降低，纹理特性增强，蛋白质、脂肪和矿物质含量增加。Ge等[14]比较和评价了7种中式加工方法（蒸、煮、焖、煎、炸、烤和干燥）对4种肉类（牛肉、猪肉、鸡肉、鸭肉）营养和安全性能的影响，结果表明当消费者追求营养和安全性时，建议对这4种肉类的加工采用蒸制和煮制。因此，加工方法和加工条件（如时间和温度）对肉品的营养、感官和安全性至关重要[11]。

目前肉类系统多集中于溯源系统的开发，鲜有对肉类加工信息管理系统的开发，肉类加工信息数据无论是在家庭日常烹饪中还是肉类企业生产中都具有重要意义，消费者和企业生产者可根据食用需求确定某种肉最适合的加工方式。然而，目前现有的肉类信息系统无法满足消费者和企业生产者的需求，亟需对不同的肉类在各种加工方式下的感官品质、营养品质和安全品质的数据进行系统的整合，建立专门的信息管理系统进行存储、管理和分析。

选取合适的架构和数据库对肉类加工信息管理系统的开发至关重要。客户机/服务器模式（Client/Server，C/S）是常见软件开发的架构之一，目前C/S架构已经从两层结构发展到三层结构，主要由客户应用程序、服务器管理程序和中间件3个部件组成。C/S的三层结构具有良好的开放性，能够减少整个系统的成本，维护升级十分方便，且系统管理简单，可以进行严密的安全管理[15]。MySQL是目前十分流行的一款关系数据库管理系统，它是用C#语言和C++语言编写，可在多种操作系统环境中运行[16]，具有体积小、运行速度快、开发成本低的特点[17]。

综上，作者基于C/S架构及MySQL数据库设计并建立了肉类加工信息管理系统，该系统包含了牛、羊、猪、鸡、鸭共5种肉类分别在8种加工方式（腌制、蒸制、煮制、炖制、干制、煎制、炸制、烤制）下的食用品质、营养品质以及有害物质含量的数据，具有增加、删除、修改、查询等功能，为多种肉类在不同加工方式下的品质数据提供数据源管理，使其在生产加工、品质监管中成为一个辅助管理工具，为肉类加工信息管理系统数据库的建立奠定基础。

1 肉类加工信息管理系统的设计开发

1.1 系统结构设计

本信息管理系统的逻辑框架结构分为用户界面层、系统功能层以及数据存储层。用户界面层为用户、管理员提供了访问信息系统的窗口，包括用户登录、食用品质、营养品质、有害物质、数据分析等窗口，在相应窗口下通过程序指令操作即可使用各种功能应用。管理员不仅可进行上述操作，而且对用户权限的升级以及数据的管理与维护有特殊权限。系统功能层是将多种肉类的不同加工方式和肉品品质数据进行分类整理、录入管理系统并分析，以实现肉类不同加工方式各指标间的差异对比，满足用户对肉类加工营养安全数据的需求。数据存储层是通过MySQL关系型数据库存储多种肉类不同加工方式下的各类检测数据，可通过建立索引机制实现相关数据的快速查询和调取。

1.2 系统主要功能模块设计

肉类加工信息管理系统是为科研机构、质量监管部门、生产者和消费者等用户服务的。由于面向众多的互联网使用者，系统的安全性、数据的

采集和管理、信息管理系统的改进和更新是信息管理系统的重要组成部分。在现有关于肉类的数据库中，仍然缺乏大量肉类加工品质检测数据的整合分享、数据分析和可视化应用。因此，用户无法清楚地看出和判断多种肉类在不同加工方式下的优势和不足。基于以上问题和肉类加工信息管理系统的总体需求，系统被分为了4个功能模块，分别是系统管理模块、数据添加模块、信息查询模块、专题分析模块。

系统管理模块包括用户管理、数据管理和功能模块管理。用户凭借用户名和密码登录管理系统，通过用户管理可设置不同角色，分配信息系统使用的管理权限，使用户在规定的权限范围内对数据实现浏览查询、增加、删除和修改等操作。数据管理是具有该部分管理权限的用户可以对所有肉类在不同加工方式下的检测结果、统计分析和图表分析进行相应操作。功能模块管理是具有相应管理权限的用户对不同模块的管理，负责信息管理系统功能模块的完善和优化。数据添加模块是具有相应管理权限的用户针对肉类加工后的食用品质、营养品质和有害物质三个数据模块，添加上传其肉类加工后的检测数据信息、数据图表等相关内容，该功能模块实现了信息管理系统数据的扩充性、数据的完整性以及结果的多样性。肉类在8种加工方式下品质指标主要分为3大类：食用品质、营养品质和有害物质，其中食用品质包括肉的剪切力（g）、硬度（g）、咀嚼性（g）、弹性、内聚性、回复性和色泽等；营养品质包括水分质量分数（%）、蛋白质质量分数（%）、脂肪质量分数（%）、灰分质量分数（%）、氨基酸质量分数（%）以及Fe、Zn、Mg、Ca等矿物质元素质量分数（mg/kg）；有害物质主要有反式脂肪酸质量分数（%）、多环芳烃质量分数（mg/kg）和亚硝酸盐质量分数（mg/kg）。肉类品质种类的多样性以及检测指标的复杂性决定了用户通过设置产品搜索条件以实现快速、精确查询的需求。专题分析模块可通过输入某种肉类和某种加工方式，检索得到其与对照组品质指标对比的雷达图，用户可以清楚地看到其与对照组之间的区别，帮助用户选择适合的加工方式。

1.3 系统测试

系统测试可以发现信息管理系统中存在的问题，检测系统的设计和功能是否能够满足不同用户的需求，方便对系统中存在的错误和不足进行纠正和改进。本管理系统测试通过本地架设网站的方式，分别在Windows 8和Windows 10平台上使用不同版本和类型的浏览器在内部网络上对上传到空间的初步完成内容进行实际联机测试。测试的内容包括系统的兼容性、功能性、性能、可靠性和安全性等。

兼容性测试主要是评判肉类加工安全信息管理系统在特定的硬件平台上、不同的应用软件之间、不同的操作系统平台上和不同的网络等环境中是否能够稳定运行，确保管理系统按照用户期望的方式运行。功能性测试是对肉类加工信息管理系统的4个功能模块分别进行测试，验证该管理系统的准确性、有效性和实用性。性能测试主要是对系统操作界面的字体大小、颜色匹配以及板块布局进行测试，测试用户浏览系统时的舒适性、简洁性以及便利性。可靠性测试是对系统数据的完整性、一致性的测试，验证系统文件上传下载后，相应数据是否有修改。安全性测试主要针对程序的危险预防和危险处理，以验证其是否有效，防止系统的数据信息被泄露或恶意篡改。

2 肉类加工信息管理系统的运行与应用

2.1 管理系统的主界面

通过在浏览器中输入登录网址进入登录页面，输入用户的账号和密码后登入本系统，登录后系统的主界面见图1。系统工作主界面主要包括菜单栏和工作区等。菜单栏为系统的大多数功能提供入口，点击之后即可显示出菜单项。工作区显示的是用户的操作窗口，用户通过点击菜单栏的不同功能可以切换至不同的工作窗口。

2.2 管理系统的主要功能

2.2.1 系统注册与登录

用户注册登录界面见图2，通过注册页面，用户可设置用户名、密码，完成提交，即可注册为该管理系统的普通用户。注册成为该系统的用户后，通过登录界面输入注册信息即可登录系统，开始管理系统的使用，普通用户对于信息数据只有查阅和导出等基本操作，对有需求成为系统管理员的用户，需要向现有管理员申请，经同意后才可升级为管理员。系统管理员对系统操作具有最高权限，除可以进行数据的查找、使用等基本操作外，还可以升级

用户等级、维护用户信息，对数据进行增添、删除、修改，维护数据的准确性和安全性。



图 1　肉类加工信息管理系统主界面

Fig. 1　Main interface of meat processing information management system



图 2　肉类加工信息管理系统的用户注册登录界面

Fig. 2　User registration login interface of meat processing information management system

2.2.2　数据查看与编辑

拥有管理员权限的用户登录进入主界面，左侧为功能菜单项，右侧则为相应功能的样品数据信息或分析结果展示区域，见图 3。在功能菜单项中分别包含了食用品质、营养品质和有害物质的类别。在每个类别中又包括具体的肉类数据信息，管理员用户可对肉类加工品质数据进行修改或删除，通过点击新增数据，可在某一品质指标下添加系统中缺少的肉类信息。点击数据图可查看多种肉类在 8 种加工方式下品质指标的柱状图，并且当光标放置在某一柱状图上时可显示出相应的数据，见图 4。肉类加工信息管理系统的数据来自实验室前期的试验数据，具有真实性和可靠性。在信息管理系统的开发中，通常要求全面系统地对数据进行收集、整理和综合分析，并且不断优化，这就需要大量数据的积累。我国关于肉类加工信息的平台比较少，食品信息平台间的关联度低，使得数据的收集具有一定的局限性，增加了数据采集的难度。Marconi 等[18]在食品成分数据库的概述中也提出，目前需要解决的主要问题之一是通过减少缺失数据来定期更新食品成分数据库，从而改进计算方法。因此，为确保肉类加工信息的全面性、真实性和有效性，及时补充和更新产品数据是目前以及未来需要加强和完善的方面。

肉类具有丰富的营养价值，为了更好地对加工肉类的品质进行数据分析，作者检测了加工肉类的食用品质、营养品质和有害物质共 3 类指标。食用品质包括质构和色泽。质构是肉类生产加工时的一项重要指标，通过模拟人体的牙齿运动，对

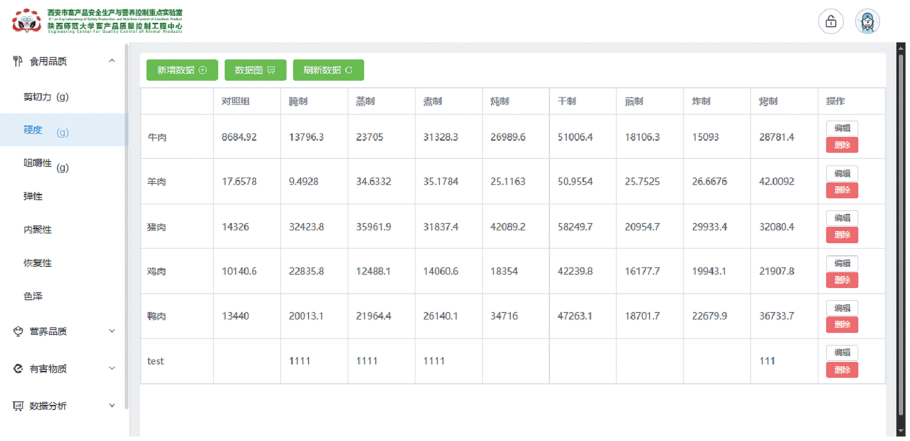


图3 肉类加工信息管理系统的样本分类指标查询列表

Fig. 3 Meat processing information management system sample classification index query list

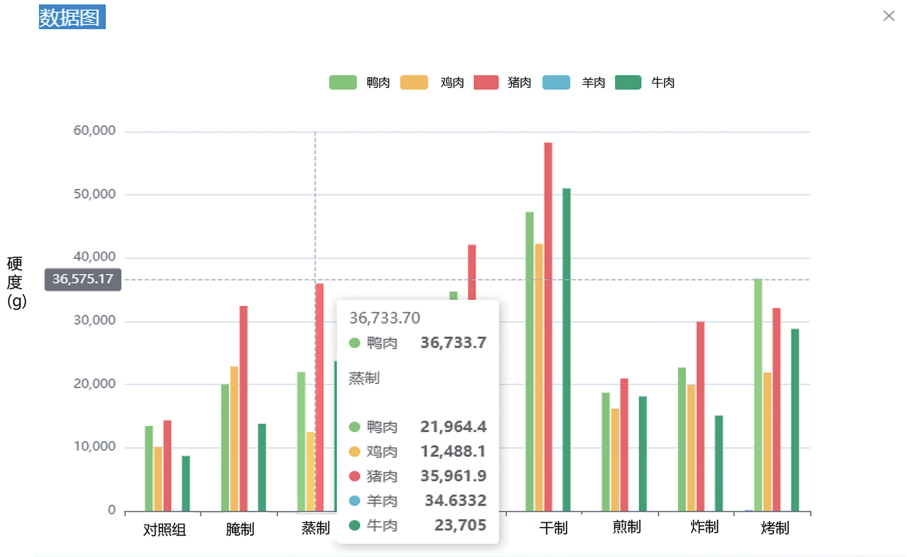


图4 肉类加工信息管理系统的数据图

Fig. 4 Bar diagram of meat processing information management system

样品进行2次压缩，最终得出质构特性参数[19]。肉品的色泽是颜色和光泽的总称。色泽是消费者对肉的第一直观印象，直接影响了消费者的购买欲，是肉品品质的重要指标之一。肉品中水分、蛋白质和脂肪总共占肉品质量的95%以上[20]，水分质量分数是肉品加工中的重要参数之一。脂肪酸的组成和质量分数是决定肉质风味与评价营养价值的重要指标[21]。肉中的脂肪酸主要有3大类：饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸。饱和脂肪酸在人体中具有潜在的生理功能，但一般认为摄入过多的饱和脂肪酸会使血液中胆固醇含量升高[22]。日常膳食中摄入单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸较高的人群患冠心病概率较低[23-24]，且其中棕榈油酸被证实具有改善肥胖症、糖尿病等症状和抗炎等多种生理功能[25]。氨基酸是构成蛋白质的基本单位，蛋白质的营养价值主要取决于氨基酸的种类和含量[26]。根据联合国粮农组织和世界卫生组织提出的理想氨基酸模式标准，质量较好的蛋白质中必需氨基酸和非必需氨基酸的比值应在0.6以上。有害物质主要有反式脂肪酸、多环芳烃和亚硝酸盐。反式脂肪酸能增加人体中低密度脂蛋白并降低高密度脂蛋白，引发内皮功能改变和系统炎症等，大量反式脂肪酸还会降低细胞膜的通透性和对胆固醇的利用率[27-28]。多环芳烃种类较多，含4个及以下苯环的多环芳烃称为轻多环芳烃；含4个以上苯环的多环

芳烃称为重多环芳烃，重多环芳烃性质更稳定、毒性更强，其中苯并芘为毒性较大的重多环芳烃[29-30]。亚硝酸盐能引起高铁血红蛋白症，导致组织缺氧、血压降低和血管扩张，并能和胃内胺类物质形成亚硝胺，对胃黏膜有较强的致癌作用[31]。

2.2.3 数据检索

如图5所示，用户可通过数据分析模块下的多指标分析进行检索。在检索框中输入肉类名称和加工方式，即可得到此种肉类和对照组在特定加工方式下其食用品质、营养品质和有害物质的雷达图，见图6。用户可通过雷达图清楚地看到某种肉在所选加工方式下优于或差于对照组的指标，为用户选择合适的加工方式提供帮助。数据分析是为了提取有用信息，从而对数据加以详细研究和概括总结，在信息管理系统中具有重要地位。目前已有的食品安全信息管理系统主要涉及流程化监管[32]以及对数据的保存和管理[33]，但这些数据缺乏综合的整理，关于产品数据的分析深度不足。例如，食品药品监管数据中心抽查结果查询系统仅对不合格指标进行公示，较少的数据量不但代表性不足而且整合分析程度低[34]。在现有信息管理系统数据分析不足的基础上，肉类加工信息管理系统则以多种肉类在8种加工方式下的营养安全检测指标数据为基础，按照食用品质、营养品质和有害物质含量进行数据整合和分析，实现了对数据的多方面分析，包括某种肉类在某种加工方式下与对照组3类指标的差异分析，使用户能够随时共享数据。同时可结合消费者对产品的需求，预测和把握市场动态和新趋势。对食品监管部门来说，利用该系统也可以分析市场上有关肉类品质安全的情况，且能够根据数据反映的产品市场趋势采取监管措施，促进肉制品品质监控工作提质增效。

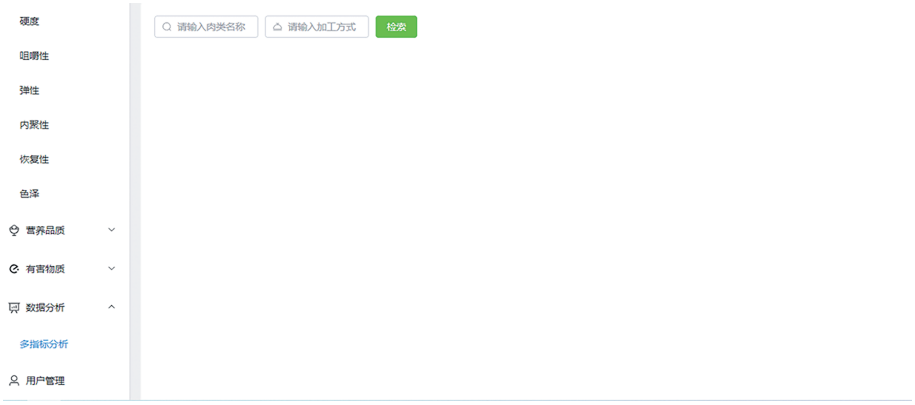


图5 肉类加工信息管理系统的数据分析检索

Fig. 5 Data analysis and retrieval of meat processing information management system



图6 肉类加工信息管理系统的数据分析雷达图

Fig. 6 Data analysis radar chart of meat processing information management system

2.2.4 功能模块管理

模块管理功能仅可由系统管理员操作。由于在以后应用过程中必然存在大量数据的积累分析，挖掘和探索新的数据关系，或者提供个性化功

能服务，因此，可以根据实际需要继续对系统进行模块开发和优化调整，从而增加信息管理系统功能的全面性、应用灵活性以及使用便捷性。

3 结论

基于C/S架构和MySQL数据库，以C#语言作为主要系统开发语言，采用前后端分离技术，使用Ubuntu Linux平台进行微服务架构部署，成功建立了肉类加工信息管理系统，实现肉类加工品质各类数据的存储和可视化分析。该管理系统可以实现快速搜索和查看多种肉类在8种加工方式下食用品质、营养品质和有害物质的检测数据，以及与对照组之间的差异。该管理系统的推广应用能够为科研机构、质量监管部门、生产者和消费者等提供肉类加工信息，对于肉类加工产业的高质量发展具有重要意义。

参考文献

[1] SMET S，VOSSEN E. Meat：the balance between nutrition and health. A review[J]. Meat Science，2016，120：145-156.

[2] LOFGREN P A. Meat，poultry，and meat products：nutritional value［M］. Amsterdam：Elsevier，2013：160-167.

[3] ZHANG W W，MAHESWARAPPA N B，JO C，et al. Technological demands of meat processing：an Asian perspective[J]. Meat Science，2017，132：35-44.

[4] 中国国家统计局. 中国统计年鉴2014[M]. 北京：中国统计出版社，2019.

[5] TORNBERG E. Effects of heat on meat proteins：implications on structure and quality of meat products[J]. Meat Science，2005，70(3)：493-508.

[6] BRONCANO J M，PETRÓN M J，PARRA V，et al. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products（COPs）in *Latissimus dorsi* muscle of Iberian pigs[J]. Meat Science，2009，83(3)：431-437.

[7] BRUGIAPAGLIA A，DESTEFANIS G. Influence of the housing system on meat quality of double muscled Piemontese young bulls[J]. Livestock Science，2012，145(13)：73-78.

[8] CLAUSEN I，OVESEN L. Changes in fat content of pork and beef after pan-frying under different conditions[J]. Journal of Food Composition and Analysis，2005，18(23)：201-211.

[9] KOSULWAT S，GREENFIELD H，BUCKLE K A. True retention of nutrients on cooking of Australian retail lamb cuts of differing carcass classification characteristics[J]. Meat Science，2003，65(4)：1407-1412.

[10] KONG F B，TANG J M，RASCO B，et al. Quality changes of salmon（*Oncorhynchus gorbuscha*）muscle during thermal processing[J]. Journal of Food Science，2007，72(2)：103-111.

[11] SULEMAN R，WANG Z Y，AADIL R M，et al. Effect of cooking on the nutritive quality，sensory properties and safety of lamb meat：current challenges and future prospects[J]. Meat Science，2020，167：108172.

[12] YIN Y T，ZHOU L，PEREIRA J，et al. Insights into digestibility and peptide profiling of beef muscle proteins with different cooking methods［J］. Journal of Agricultural and Food Chemistry，2020，68(48)：14243-14251.

[13] JIAO Y，LIU Y F，QUEK S Y. Systematic evaluation of nutritional and safety characteristics of Hengshan goat leg meat affected by multiple thermal processing methods[J]. Journal of Food Science，2020，85(4)：1344-1352.

[14] GE X Y，ZHANG L，ZHANG H Z，et al. The effects of various Chinese processing methods on the nutritional and safety properties of four kinds of meats[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies，2021，70：102674.

[15] 徐晓霞，贝雨馨. B/S模式与C/S模式之比较[J]. 延边大学学报(自然科学版)，2002，28(2)：126-129.
XU X X，BEI Y X. Compare B/S mode with C/S mode[J]. Journal of Yanbian University（Natural Science），2002，28(2)：126-129.（in Chinese）

[16] 孙欣. 吉林省食品药品监督管理局公文管理系统的设计与实现[D]. 长春：吉林大学，2016.

[17] ZHU X J，JIN X N，JIA D D，et al. Application of data mining in an intelligent early warning system for rock bursts[J]. Processes，2019，7(2)：55.

[18] MARCONI S，DURAZZO A，CAMILLI E，et al. Food composition databases：considerations about complex food matrices[J]. Foods，2018，7(1)：2-7.

[19] 张兰，高天丽，刘永峰，等. 3种传统中式高温烹饪工艺对牛肉食用品质的影响[J]. 食品与发酵工业，2016，42(11)：126-132.
ZHANG L，GAO T L，LIU Y F，et al. Effects of three Chinese traditional high temperature cooking on the eating quality of beef[J]. Food and Fermentation Industries，2016，42(11)：126-132.（in Chinese）

[20] 张兰，高天丽，刘永峰，等. 传统中式烤、炸、煎工艺对牛肉营养品质的影响[J]. 食品与生物技术学报，2019，38(5)：132-139.

ZHANG L，GAO T L，LIU Y F，et al. Effect of Chinese traditional cooking of broiling，frying，and pan-frying on nutritional quality of beef［J］. Journal of Food Science and Biotechnology，2019，38（5）：132-139.（in Chinese）

［21］黄业传，李洪军，秦刚，等. 不同加工方式与时间对猪肉脂肪含量和脂肪酸组成的影响［J］. 食品工业科技，2012，33（1）：159-163，174.
HUANG Y C，LI H J，QIN G，et al. Effect of processing methods and time on intramuscular lipid content and fatty acid composition of pork［J］. Science and Technology of Food Industry，2012，33（1）：159-163，174.（in Chinese）

［22］KEYS A，ANDERSON J T，GRANDE F. Serum cholesterol response to changes in the diet：IV. particular saturated fatty acids in the diet［J］. Metabolism，1965，14（7）：776-787.

［23］王炜，张伟敏. 单不饱和脂肪酸的功能特性［J］. 中国食物与营养，2005，11（4）：44-46.
WANG W，ZHANG W M. The function and characters of monounsaturated fatty acids（MUFA）［J］. Food and Nutrition in China，2005，11（4）：44-46.（in Chinese）

［24］黄凤洪，黄庆德，刘昌盛. 脂肪酸的营养与平衡［J］. 食品科学，2004，25（z1）：262-265.
HUANG F H，HUANG Q D，LIU C S. Nutrition and balance of fatty acids［J］. Food Science，2004，25（z1）：262-265.（in Chinese）

［25］刘平. 棕榈油酸功能的研究进展［J］. 粮食与油脂，2020，33（3）：4-6.
LIU P. Research progress on the functional of palmitoleic acid［J］. Cereals & Oils，2020，33（3）：4-6.（in Chinese）

［26］WU G Y. Intestinal mucosal amino acid catabolism［J］. The Journal of Nutrition，1998，128（8）：1249-1252.

［27］WILLETT W C. *Trans* fatty acids and cardiovascular disease-epidemiological data［J］. Atherosclerosis Supplements，2006，7（2）：5-8.

［28］DASHTI N，FENG Q，FREEMAN M R，et al. *Trans* polyunsaturated fatty acids have more adverse effects than saturated fatty acids on the concentration and composition of lipoproteins secreted by human hepatoma HepG2 cells［J］. The Journal of Nutrition，2002，132（9）：2651-2659.

［29］NAVARRO P，CORTAZAR E，BARTOLOMÉ L，et al. Comparison of solid phase extraction，saponification and gel permeation chromatography for the clean-up of microwave-assisted biological extracts in the analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons［J］. Journal of Chromatography A，2006，1128（1/2）：10-16.

［30］WENZL T，SIMON R，ANKLAM E，et al. Analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons（PAHs）in food and the environment needed for new food legislation in the European Union［J］. TrAC Trends in Analytical Chemistry，2006，25（7）：716-725.

［31］陈剑杰. 分光光度法测定火腿中亚硝酸盐的含量［J］. 畜牧与饲料科学，2010，31（1）：64，69.
CHEN J J. Determination of nitrite in sausages by spectrophotometry［J］. Animal Husbandry and Feed Science，2010，31（1）：64，69.（in Chinese）

［32］陈婷，刘清珺，张旭，等. 食品安全检测实验室信息管理系统的应用架构［J］. 食品科学，2016，37（3）：258-265.
CHEN T，LIU Q J，ZHANG X，et al. Application architecture of food safety testing laboratory information management system［J］. Food Science，2016，37（3）：258-265.（in Chinese）

［33］何敏，沈敏，周家驹. 中药数据库的设计与建立［J］. 计算机与应用化学，1999，16（5）：363.
HE M，SHEN M，ZHOU J J. Design and development of Chinese drug database［J］. Computers and Applied Chemistry，1999，16（5）：363.（in Chinese）

［34］潘晓晓，王冀宁，陈庭强，等. 基于大数据挖掘的食品安全管理研究［J］. 中国调味品，2018，43（9）：184-188.
PAN X X，WANG J N，CHEN T Q，et al. Research on food safety management based on big data mining［J］. China Condiment，2018，43（9）：184-188.（in Chinese）

（责任编辑：闫林红）