

研究报告

食品毒理学数据库构建研究

张倩男,李永宁,梁春来,方瑾,孙拿拿,耿雪,张晓鹏,贾旭东

(国家卫生健康委员会食品安全风险评估重点实验室,国家食品安全风险评估中心,北京 100021)

摘要:目的 建立食品毒理学数据库(FoodTox)。方法 建立食品毒理学数据库网站,确定数据库优先入库名单,通过文献检索的方式收集相关物质的毒理学资料,利用系统文献综述(SLR)方法整理入库物质的毒理学数据。结果 食品毒理学数据库已收录1 600余种物质,相关数据包括代谢、急性毒性、遗传毒性、生殖发育毒性、亚慢性毒性、慢性毒性和致癌、人群资料、健康指导值等毒理学资料和国内外管理法规、相关食物和症状等,已经向相关领域工作者开放使用。结论 本数据库的建立将为食品毒理学工作者提供第一手的参考资料,为相关优先物质的毒理学安全性评价提供依据,为应急风险评估提供技术支持。

关键词:食品安全;毒理学;化学物;数据库;风险评估;健康指导值

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2022)05-0889-07

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.05.005

Construction of the Food Toxicology Database

ZHANG Qiannan, LI Yongning, LIANG Chunlai, FANG Jin, SUN Nana, GENG Xue,
ZHANG Xiaopeng, JIA Xudong(NHC Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment, China National Center for Food Safety Risk
Assessment, Beijing 100021, China)

Abstract: Objective To establish the Food Toxicology Database (FoodTox). **Methods** A food toxicology database website was established. The priority list of the database was determined. The toxicological data of related substances through literature search was collected, and the systematic literature review (SLR) method was used to sort out the toxicological data of the substances in the library. **Results** The food toxicology database has collected more than 1 600 substances with related data including toxicology-related information such as metabolism, acute toxicity, genotoxicity, reproductive and developmental toxicity, subchronic toxicity, chronic toxicity and carcinogenicity, population data, health guidance values and regulations of domestic and foreign management, related foods and symptoms *etc.*, which has been open to researchers in related fields. **Conclusion** This database will provide the related professionals with the first-hand data, rapid technical support for emergency risk assessment and reference for priority substance evaluation.

Key words: Food safety; toxicology; chemicals; database; risk assessment; health-based guidance values

民以食为天、食以安为先。食品安全是人民群众最为关心的问题之一,关乎人民的身体健康和生命安全,关乎国家的经济发展与社会和谐。然而国内外因食品和饲料中添加剂的滥用、农药残留、重金属污染甚至有毒有害物质的非法添加等引发的

食品安全事件层出不穷。我国2008年发生了三聚氰胺奶粉污染事件后,根据国务院部署,原卫生部、工业和信息化部、公安部、原监察部、原农业部、商务部、原工商总局、原质检总局和原食品药品监督管理局等9部门联合在全国展开“打击违法添加非食用物质和滥用食品添加剂专项整治”工作^[1],自此将我国食品安全监管工作和群众的食品安全意识提高到了前所未有的高度。

针对食品中可能出现的各种化学物质的安全性问题,本课题组先后于2006年建立“我国常用的食品添加剂毒理学数据库”,2009年建立“有毒有害物质毒性数据库”,2018年又增加药食同源以及中药成分的毒理学数据进入数据库,至此建立完成“国家

收稿日期:2022-08-11

基金项目:国家食品安全风险评估中心高层次人才队伍建设项目;
国家重点研发计划(2018YFC1602104;2018YFC1602103;
2018YFC1603102)

作者简介:张倩男 女 助理研究员 研究方向为营养与食品卫生
E-mail:zhangqiannan@cfsa.net.cn

通信作者:张晓鹏 女 研究员 研究方向为营养与食品卫生
E-mail:zhangxiaopeng@cfsa.net.cn

食品毒理学数据库系统”(以下称“食品毒理学数据库”),本文主要报告该数据库的主要研究情况。

1 材料与方法

1.1 参加人员与工作机制

由国家食品安全风险评估中心(China National Center for Food Safety Risk Assessment, CFSA)负责,广东省、天津市、河北省、江西省、陕西省、北京市、安徽省、黑龙江省、辽宁省、云南省、福建省疾病预防控制中心共同参与。参与人员分工合作,一部分人员负责检索、翻译、整理物质信息并录入库内,另一部分人员负责审核并将物质发布至数据库的公开平台。定期召开工作会议、专家咨询和用户征询以扩大平台利用度。

1.2 数据库平台构建

数据库的全称为食品毒理学数据库(Food Toxicology Database, FoodTox),平台前端采用HTML+JSP+JS+CSS+Jquery技术,后端语言选用Java,在Java Servlet框架基础上进行开发,数据库采用Oracle 11g。编译器采用JVM,数据库管理工具

Navicat,线上运行环境为Windows+Jdk1.6+tomcat6,硬件环境为Windows物理机。处理器:Xeon(R) E5-2620,内存:64 GB DDR3,硬盘:1 T HDD。

1.3 入库物质

入库原则是食物中自然存在的,或在食品生产、加工、储存、运输及消费过程中可能污染的,或人为添加及新出现的,可能进入食物链的各种化合物。优先考虑国内外重大食品污染、食物中毒事件中涉及的和各食品安全监测部门监测到的风险物质。

1.4 数据来源

通过文献检索方式查阅联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)、世界卫生组织(World Health Organization, WHO)等国际组织、美国食品药品监督管理局等国内外食品安全相关机构及各国食品安全专业网站(表1)中代谢、急性毒性、遗传毒性、生殖发育毒性、亚慢性毒性、慢性毒性和致癌、人群资料、健康指导值等毒理学相关材料 and 国内外管理法规,利用系统文献综述方法将其进行整理、翻译、归纳为数据库的规范格式。

表1 数据库文献检索网站列表

Table 1 List of database literature search websites

中文名称	网址
FAO/WHO 食品添加剂联合专家委员会 (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)	https://incem.org/pages/jecfa.html
FAO/WHO 农药残留联席会议 (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues, JMPR)	https://incem.org/pages/jmpr.html
国际食品法典委员会	https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/
欧洲食品安全局	https://www.efsa.europa.eu/en
欧盟农药数据库	https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en
欧盟食品添加剂数据库	https://ec.europa.eu/food/safety/food-improvement-agents/additives_en
欧盟饲料添加剂专题	https://ec.europa.eu/food/safety/animal-feed/feed-additives_en
欧盟兽药残留专题	https://ec.europa.eu/food/safety/chemical-safety/residues-veterinary-medical-products_en
欧盟法规	https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=en
FAO 食品中的化学物、金属和农药	https://www.fda.gov/food/chemicals-metals-pesticides-food
FAO 食品配料和包装	https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging
美国环境保护署	https://www.epa.gov/
美国环境保护署农药专题	https://www.epa.gov/pesticides
美国国家毒理学计划	https://ntp.niehs.nih.gov/
美国联邦法规	https://www.ecfr.gov/search
日本食品化学研究基金会食品添加剂专题	https://www.ffcr.or.jp/tenka/index.html
日本食品化学研究基金会农药残留专题	https://www.ffcr.or.jp/zanryu/index.html
日本食品化学研究基金会包装食品专题	https://www.ffcr.or.jp/en/kigu/index.html
澳大利亚新西兰食品标准局	https://www.foodstandards.gov.au

2 结果

2.1 数据库网站

建立毒理学数据库系统网站并定期更新系统软件,目前为“国家食品毒理学数据库系统 V 2.0”,网址 <https://dl.cfsa.net.cn/>,如图 1。

2.1.1 数据库网站的系统构架

数据库网站分首页和后工作台两部分。登陆网站后进入网站首页,如图 2A 所示,网站首页显示所有物质的分类、数量及最新动态,还包含:“中药成分库”、“检索平台”、“相关法规/标准”、“留言

板”、“关于数据库”、“关于我们”几个模块。点击“进入后台”即可到达后工作台,为工作人员操作首页,如图 2B 所示,包含:“检索平台”、“中药成分库”、“有毒有害物质”、“我的工作台”、“管理员审核”、“文章管理”、“原始资料库”、“网站首页”、“最新动态”及“物质总数量与种类”几个模块。



图 1 数据库网站登录网页

Figure 1 Login web page of database website



注:A:网站首页界面;B:网站后台工作页面

图 2 数据库网站内操作界面

Figure 2 Operating interface within the database website

2.1.2 数据库的检索

在网站首页,主要用到的板块为检索平台,在此模块中可通过基本检索、全文检索、文件检索、高级检索 4 种方式检索相关物质。如输入需要查询

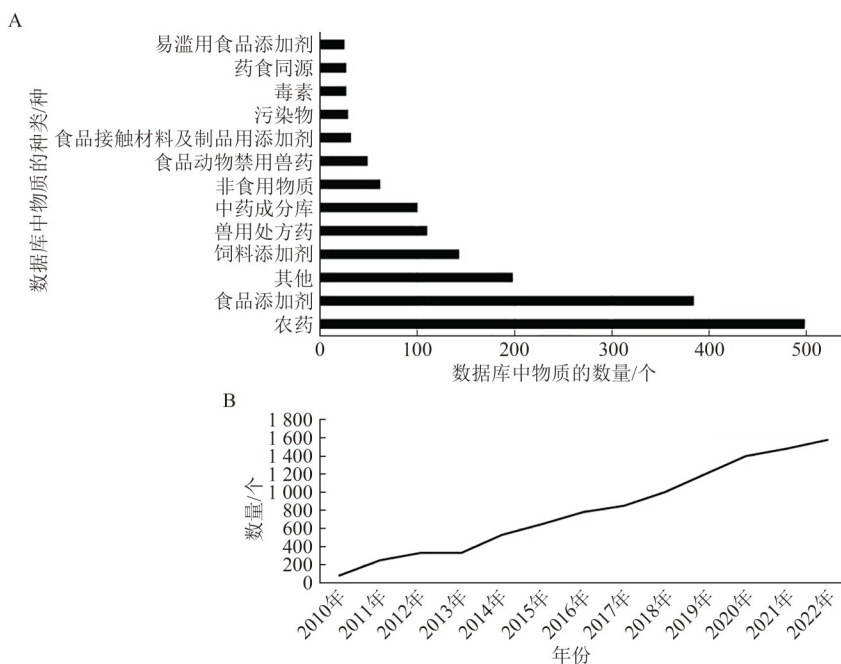
的物质名称,或输入关键词进行检索;也可通过“高级搜索”利用关键词进行物质检索。根据化学物可检索出可能污染的食品种类,也可根据主要症状与潜在相关食物检索对应的毒性物质。

2.1.3 数据库的上传

在数据库后台,团队成员可在“我的工作台”模块,通过点击“新建物质”新增或更新库内的物质及相关信息,包括基本信息录入、摘要、毒理学资料、日容许摄入量(Acceptable daily intake, ADI)/日耐受摄入量(Daily tolerable intake, TDI)、污染或中毒案例、主要临床症状或中毒表现、可能污染的食品、国内外管理法规或措施、参考文献、文件管理模板文件,按照所提供的格式即可录入物质信息。录入完成后,工作人员可进行编辑、查看、发布、删除等操作,发布的物质通过审核后即可在网站首页查询到相关信息。

2.2 数据库的物质分类

食品毒理学数据库目前收录近 1 600 个物质的相关资料,详细分类和数量如图 3A 所示,平均每年增加大约 120 个物质(图 3B)。目前,物质种类已包含 13 种,其中食品添加剂、毒素、食品污染物类别中物质名单分别来自 GB 2760—2014《食品添加剂使用标准》^[2]、GB 2761—2017《食品中真菌毒素限量》^[3]、GB 2762—2017《食品中污染物限量》^[4];农药类别物质名单来自 GB 2763—2021《食品中农药最大残留限量》^[5]和《进出口农药管理名录-2015》^[6];其他类别物质分别来自《食品中可能违法



注:A:数据库中物质分类及数量分布图;B:数据库中物质每年增加数量累积图

图 3 数据库中物质数量的变化分布

Figure 3 Distribution of changes in material quantity in the database

添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂品种名单》(共六批)^[7-8]、GB 31650—2019《食品中兽药最大残留限量》^[9]、《动物性食品中兽药最高残留限量》^[10]、《食品动物禁用的兽药及其它化合物清单》^[10]、《禁止在饲料和动物饮水中使用的物质》^[11]、《饲料添加剂品种目录-2013》^[12]、《饲料药物添加剂使用规范》^[13]、《兽用处方药品种目录(共三批)》^[14-16]等相关标准或文件,并根据卫生健康委员会、农业农村部等相关部门每年发布的名单增减公告进行核对与调整。

2.3 数据库的数据形式及举例

2.3.1 数据形式

2.3.1.1 基本信息

物质的中英文名和分类情况、理化性质及主要用途等信息。

2.3.1.2 毒物动力学

描述物质的生物转化过程,即吸收、分布、代谢和排泄情况。

2.3.1.3 毒理学资料

描述物质的急性毒性、遗传毒性、亚急性/亚慢性毒性、生殖发育毒性、慢性毒性和致癌性、特殊毒性及人群资料,尽可能收集物质的半数致死剂量(Median lethal dose, LD₅₀),未观察到有害作用剂量(No-observed-adverse-effect-level, NOAEL)及基准剂量(Benchmark dose, BMD)的数值并形成毒性资料小结^[17-18]。

2.3.1.4 健康指导值

作为食品中化学物质危害特征描述的主要量化指标,其主要用途是通过与膳食暴露量比较进行风险特征描述,主要包括 ADI、耐受摄入量(Tolerable intake, TI)及急性参考剂量(Acute reference dose, ARfD)^[18]。

2.3.1.5 国内外管理法规

列出食品法典、美国联邦法规、欧盟法规及中国等官方的相关限量要求。

2.3.1.6 食品字典

提供物质可能污染的食品,共包含 20 大类 1 600 余种食品类别。

2.3.1.7 症状字典

提供物质可能引起的主要临床症状或中毒表现,包含 18 大类 15 000 余种疾病类别。

2.3.2 以脱氢乙酸钠为例

脱氢乙酸钠是我国 GB 2760—2014 中可用于腌渍蔬菜、淀粉制品等 12 类食品的食品添加剂^[5]。近几年来发生多起脱氢乙酸钠超范围用于牛奶和辣条引起的中毒事件。2017 年 CFSA 启动了脱氢乙酸钠系统的毒理学安全性评价研究。同时,食品毒理学数据库核对并更新了库中关于脱氢乙酸钠的毒理学资料,在我国研究结果公布之前,数据库采用了 1985 年美国毒理学院发表于国际毒理学杂志上的《脱氢乙酸钠和脱氢乙酸安全性评估最终报告》^[19](表 2、表 3),并将在我国的评价结果公布后更新数据库。

表 2 食品毒理学数据库主要内容(以脱氢乙酸钠为例)

Table 2 Main data of Na-DHA in FoodTox

中文名称	英文名称	分类	CAS No.	分子式	健康指导值	毒理学资料
脱氢乙酸钠	Sodium dehydroacetate	食品添加剂	520-45-6	C ₈ H ₇ NaO ₄ ·H ₂ O	无	见表 3

表 3 食品毒理学数据库中脱氢乙酸钠毒理学资料

Table 3 Toxicological data of Na-DHA in FoodTox

毒性类别	内容
代谢	对人、猴、狗和大鼠经口给药的研究表明,脱氢乙酸和脱氢乙酸钠能快速吸收,可与血清白蛋白结合。分布于全身各个器官,主要通过尿液、呼吸、粪便排出,可透过胎盘屏障暴露于子代,也可通过乳汁排泄,3-4 天血浆中痕量检出。可代谢为三种代谢产物:三乙酸内酯(TAL),一种羟基脱氢乙酸,以及一种 TAL 3-羧酸的盐的化合物,这些代谢产物的消除速度较慢
急性毒性	急性毒性 LD ₅₀ 大于 500 mg/kg·BW,按急性毒性分级属低度级
遗传毒性	大鼠骨髓细胞染色体畸变试验,姊妹染色体畸变试验,细菌回复突变试验、体外染色体畸变试验,未见致突变作用
亚急性/亚慢性毒性	大鼠、狗、猴子的长期研究结果显示出的各种毒性效应,主要是由于缺乏食欲和体质量减低所造成的。某些试验已经发现通过灌胃饲养可以减低这些影响作用
生殖发育毒性	小鼠致畸试验结果未见致畸作用
慢性毒性和致癌性	大鼠通过饮水给脱氢乙酸 64 周时间,没有发现罹患肿瘤的证据
人群资料	暂无数据

2.3.3 以稀土元素为例

2017 年以前稀土元素在我国食品安全相关法规中按照污染物进行监管,GB 2762—2005^[20]中规定了包含茶叶、粮食等 7 类植物性食品中稀土的限

量指标。作为全球唯一设定茶叶稀土限量指标的国家,我国茶叶出口贸易自缚手脚^[21],茶叶稀土超标事件频频发生,却因国内外缺乏毒理学数据无法确定超标对人体带来的危害。2013 年原卫生计生

委将中国居民膳食稀土元素暴露风险评估列为优先项目,由 CFSA 牵头对镧、铈、钇三种稀土元素(以硝酸盐溶液形式)开展了大鼠经口急性毒性试验、遗传毒性试验(包括 Ames 试验、哺乳动物红细胞微核试验和体内哺乳类细胞染色体畸变试验)和大鼠 90 d 重复经口灌胃试验等毒理学研究。确定 3 种稀

土元素镧、铈、钇的临时每天允许摄入量(Temporary acceptable daily intake, tADI)建议值分别为 51.5、645.0 和 145.5 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{BW}$,结合我国人群暴露水平,GB 2762—2017^[4]取消了对稀土的限量要求。食品毒理学数据库对稀土元素的毒理学资料进行了同步更新(表 4、表 5)。

表 4 食品毒理学数据库主要内容(以稀土镧为例)

Table 4 Main data of lanthanum in FoodTox

中文名称	英文名称	分类	CAS No.	分子式	健康指导值	毒理学资料
稀土元素镧	lanthanum	污染物	7439-91-0	无	镧元素暂定 ADI(TADI)为 51.3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$	见表 5

表 5 食品毒理学数据库中稀土镧毒理学资料简介

Table 5 Toxicological data of lanthanum in FoodTox

毒性类别	内容
代谢	暂无数据
急性毒性	LD ₅₀ 值在 500~5 000 mg/kg·BW,按急性毒性分级属低度级。
遗传毒性	小鼠骨髓微核试验、姊妹染色体畸变试验、细菌回复突变试验,未见致突变作用。
亚急性/亚慢性毒性	大鼠灌胃硝酸盐镧连续经口暴露 90 d 对 SD 大鼠的 NOAEL 为 24.0 mg/kg·BW,观察到有害作用的最低剂量为 144.0 mg/kg·BW。

2.4 数据库的其他产出

团队于 2015 年和 2021 年获得计算机软件著作权登记,如图 4 所示。2012 年及 2014 年撰写出版《食品中可能的非法添加物危害识别手册》《易滥用食品添加剂危害识别》两本专著^[22-23],并以数据库的信息为基础撰写了科普文章^[24]。



图 4 数据库软件著作权

Figure 4 Database software copyright

3 讨论

美国和欧盟开展毒理学评价工作较早,长期以来积累了大量毒理学数据,并建立了相关数据库^[25]。JUDSON^[26]和 MADDAH 等^[27]分别汇总了国际上具有影响力的毒理学相关信息数据库,其主要由欧洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)和美国环境保护署(Environmental Protection Agency, EPA)、美国国家医学图书馆(National Library of Medicine, NLM)等机构开发建立,用于提供包括农药、食品添加剂在内的化学物质的理化、毒理及人群暴露等信息。例如 EFSA 建立的开放食品毒理学数据库(OpenFoodTox database)^[28-29]、EPA 建立的生态

毒理数据库(Ecotoxicology database, ECOTOX)^[30]以及 NLM 建立的毒理学数据网络(Toxicology data Network, TOXNET)^[31]等。其中 EFSA 的 OpenFoodTox database 与我国食品毒理学数据库具有类似的内容和功能,它收集农药、污染物、食物成分、饲料和食品添加剂等的毒理学资料和健康指导值资料。该数据库 2017 年正式上线,目前库中有超过 5 000 个物质的资料^[29],收录了 2002 年 EFSA 建立以来所有 2 000 余份评估报告中危害识别和危害特征描述部分的内容,不仅包括化学品对人类、动物,也包括对生态的健康影响。与 OpenFoodTox database 不同,我国食品毒理学数据库初期以 JECFA、JMPR、EFSA 等国际组织的评价资料作为主要数据来源,保证数据的可靠性和实效性,为应急风险评估提供快速技术支持,为优先物质评价提供参考。随着我国食品安全风险评估工作的开展,对重点监测化合物进行本底暴露的调查,对我国特有化合物(如稀土元素)开展毒理学研究,食品毒理学数据库也逐渐加入我国食品安全风险评估报告的毒理学相关资料。另外与 OpenFoodTox database 等数据库相比,食品毒理学数据库还具有食品字典和症状字典,用于定位化学物暴露风险高的食品和可能引发的症状,为食品安全事件的食物溯源和中毒诊断提供参考。

随着农业和食品工业的发展,新的农药、包装材料、添加剂等的使用越来越多,伴随进入环境中的各种污染物也越来越多,我国对进入食物链的各种化合物的使用有严格的规定,需要对其进行充分的毒理学评价,甚至在出现新的安全问题时需要对化学物进行再评价,以制定或修订相应的食品安全国家

标准,确保食品中化学物的残留、迁移、添加和污染在限量范围内对人体无害,这也是建立本数据库的主要目的之一。目前食品毒理学数据库已整合入CFSA“全面健康保障信息化工程食品安全风险评估业务应用平台”,内部人员通过OA系统登录,外部人员采用注册账号的方式,通过FoodTox@cfsa.net.cn邮箱可向工作人员申请账号和使用权限。食品毒理学数据库下一步将继续关注国内外食品安全舆情信息,增加物质数量和种类,核实、更新、补充所引用的数据,优化数据库结构,提升用户体验,并开发新的契合点及合作机制,加强与其他数据库(如中国中医科学院中药研究所预测模型系统)之间的沟通合作。

参考文献

- [1] 食品安全综合协调与卫生监督局. 中华人民共和国卫生部公告(2008年第28号)[EB/OL]. (2008-12-15) [2022-06-03]. <http://www.nhc.gov.cn/sps/s7891/200812/08b5cf0f4546460690ec66061c93ccf9.shtml>.
Food Safety Comprehensive Coordination and Sanitation Supervision Bureau. Announcement of the Ministry of Health of the People's Republic of China (2008 No. 28) [EB/OL]. (2008-12-15) [2022-06-03]. <http://www.nhc.gov.cn/sps/s7891/200812/08b5cf0f4546460690ec66061c93ccf9.shtml>.
- [2] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准: GB 2760—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National food safety standard-Limits of mycotoxins in food: GB 2760—2014 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.
- [3] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量: GB 2761—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. National food safety standard-Limits of mycotoxins in food: GB 2761—2017 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [4] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中污染物限量: GB 2762—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. National food safety standard-Limits of contaminants in food: GB 2762—2017[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [5] 国家卫生健康委员会, 农业农村部, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量: GB 2763—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
National Health Commission of the People's Republic of China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, State Administration for Market Regulation. National food safety standard—Maximum residue limits for pesticides in food: GB 2763—2021[S]. Beijing: Standards Press of China, 2021.
- [6] 农业农村部. 中华人民共和国农业农村部第2203号[EB/OL]. (2014-12-31) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/ZZYGLS/201501/t20150123_4348801.htm.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China No. 2203 [EB/OL]. (2014-12-31) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/ZZYGLS/201501/t20150123_4348801.htm.
- [7] 食品安全综合协调与卫生监督局. 食品中可能违法添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂名单(第1—5批汇总)[EB/OL]. (2011-04-22) [2022-06-03]. <http://www.nhc.gov.cn/cms-search/xxgk/getManuscriptXxgk.htm?id=51441>.
Food Safety Comprehensive Coordination and Sanitation Supervision Bureau. List of non-edible substances and easily abused food additives that may be illegally added to food (summary of batches 1-5) [EB/OL]. (2011-04-22) [2022-06-03]. <http://www.nhc.gov.cn/cms-search/xxgk/getManuscriptXxgk.htm?id=51441>.
- [8] 食品安全标准与监测评估司. 关于公布食品中可能违法添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂名单(第六批)的公告(卫生部公告2011年第16号)[EB/OL]. (2011-06-01) [2022-06-03]. <http://www.nhc.gov.cn/cms-search/xxgk/getManuscriptXxgk.htm?id=3d82efba36ad4adea736a7a59c26f865>.
Department of Food Safety Standards and Monitoring and Evaluation. Announcement on the announcement of the list of non-edible substances and easily abused food additives that may be illegally added to food (the sixth batch) (Ministry of Health Announcement 2011 No. 16) [EB/OL]. (2011-06-01) [2022-06-03]. <http://www.nhc.gov.cn/cms-search/xxgk/getManuscriptXxgk.htm?id=3d82efba36ad4adea736a7a59c26f865>.
- [9] 中华人民共和国农业农村部, 国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量: GB 31650—2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, National Health Commission of the People's Republic of China, State Administration for Market Regulation. National food safety standard-Maximum residue limits for veterinary drugs in foods: GB 31650—2019[S]. Beijing: Standards Press of China, 2019.
- [10] 农业农村部. 中华人民共和国农业农村部公告第250号[EB/OL]. (2020-01-06) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/xmsyj/202001/t20200106_6334375.htm.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Announcement No. 250 of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China [EB/OL]. (2020-01-06) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/xmsyj/202001/t20200106_6334375.htm.
- [11] 农业农村部. 中华人民共和国农业部公告第1519号[EB/OL]. (2011-01-13) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/XMYS/201101/t20110113_1806088.htm.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Announcement No. 1519 of the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China [EB/OL]. (2011-01-13) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/XMYS/201101/t20110113_1806088.htm.
- [12] 中华人民共和国农业农村部. 中华人民共和国农业部公告第2045号[EB/OL]. (2017-12-04) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/nygb/2014/dyq/201712/t20171219_6104350.htm.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic

- of China. Announcement No. 2045 of the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China [EB/OL]. (2017-12-04) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/nygb/2014/dyq/201712/t20171219_6104350.htm.
- [13] 农业农村部. 中华人民共和国农业农村部公告 第 194 号[EB/OL]. (2019-07-10) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/xmsyj/201907/t20190710_6320678.htm. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Announcement No. 194 of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China [EB/OL]. (2019-07-10) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/xmsyj/201907/t20190710_6320678.htm.
- [14] 农业农村部. 中华人民共和国农业部公告第 1997 号[EB/OL]. (2013-09-30) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/SYJ/201310/t20131010_3625542.htm. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Announcement No. 1997 of the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China [EB/OL]. (2013-09-30) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/SYJ/201310/t20131010_3625542.htm.
- [15] 农业农村部. 中华人民共和国农业部公告第 2471 号[EB/OL]. (2017-11-25) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/nygb/2016/shierqi/201711/t20171125_5919549.htm. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Announcement No. 2471 of the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China [EB/OL]. (2017-11-25) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/nygb/2016/shierqi/201711/t20171125_5919549.htm.
- [16] 农业农村部. 中华人民共和国农业农村部公告第 245 号[EB/OL]. (2019-12-19) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/nygb/2020/202002/202004/t20200414_6341552.htm. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Announcement No. 2471 of the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China [EB/OL]. (2017-11-25) [2022-06-03]. http://www.moa.gov.cn/nygb/2020/202002/202004/t20200414_6341552.htm.
- [17] 贾旭东. 健康指导值在食品安全风险评估中的应用[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(1): 22-25.
JIA X D. Derivation of health-based guidance values in food safety risk assessment[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2011, 23(1): 22-25.
- [18] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 健康指导值: GB 15193.18—2015[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
ational Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National food safety standard-Health guidance values: GB 15193.18—2015 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.
- [19] Sants Elizabeth Meerman. 4 Final Report on the safety assessment of sodium dehyd roacstate and dehydroacetic acid[J]. International Journal of Toxicology, 1985, 4(3): 123-159.
- [20] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品中污染物限量: GB 2762—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
Ministry of Health of the People's Republic of China. National food safety standard-Limits of contaminants in food: GB 2762—2012[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.
- [21] 刘洋. 茶叶检验标准中的怪胎: 稀土[J]. 现代食品, 2016(20): 37-38.
LIU Y. The geek in the tea inspection standard—Rare earth[J]. Modern Food, 2016(20): 37-38.
- [22] 李宁, 贾旭东. 食品中可能的非法添加物危害识别手册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012.
LI N, JIA X D. Shipinzhong keneng de feifa tianjiawu weihai shibie shouce[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2012.
- [23] 贾旭东, 张晓鹏, 王恒娟, 等. 易滥用食品添加剂危害识别[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.
JIA X D, ZHANG X P, WANG H J, et al. YI lanyong shipin tianjiawu weihai shibie[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2014.
- [24] 健康中国. 春节假期, 怎么吃才安全放心? 专家提示来了! [N/OL]. (2021-02-01)[2021-06-03 日]. <https://baijiahao.baidu.com/s? id=1690471297708132574&wfr=spider&for=pc>.
Health China. During the Spring Festival holiday, how to eat safely? Here comes the expert tip! [N/OL]. (2021-02-01) [2022-09-30]. <https://baijiahao.baidu.com/s? id=1690471297708132574&wfr=spider&for=pc>.
- [25] 霍本兴, 徐丽娟. 美国毒理学信息规划概况[J]. 卫生研究, 1994, 23(S2): 49-52.
HUO B X, XU L J. General situation of US toxicology information program[J]. Journal of Hygiene Research, 1994, 23(S2): 49-52.
- [26] JUDSON R. Public databases supporting computational toxicology [J]. Journal of Toxicology and Environmental Health Part B, Critical Reviews, 2010, 13(2-4): 218-231.
- [27] MADDAH F, SOERIA-ATMADJA D, MALM P, et al. Interrogating health-related public databases from a food toxicology perspective: Computational analysis of scoring data [J]. Food and Chemical Toxicology, 2011, 49(11): 2830-2840.
- [28] REILLY L, SERAFIMOVA R, PARTOSCH F, et al. Testing the thresholds of toxicological concern values using a new database for food-related substances[J]. Toxicology Letters, 2019, 314: 117-123.
- [29] DORNE J L C M, RICHARDSON J, LIVANIOU A, et al. EFSA's OpenFoodTox: An open source toxicological database on chemicals in food and feed and its future developments [J]. Environment International, 2021, 146: 106293.
- [30] 吴爱明, 赵晓丽, 冯宇, 等. 美国生态毒理数据库(ECOTOX)对中国数据库构建的启示[J]. 环境科学研究, 2017, 30(4): 636-644.
WU A M, ZHAO X L, FENG Y, et al. The enlightenment of the ecotoxicology knowledgebase (ECOTOX) for its establishment in China [J]. Research of Environmental Sciences, 2017, 30(4): 636-644.
- [31] 董书衡, 张心悦, 魏兰馨, 等. 国内外农药相关数据库建设现状分析[J]. 环境与职业医学, 2020, 37(12): 1211-1218.
DONG S H, ZHANG X Y, WEI L X, et al. Status analysis on construction of domestic and foreign pesticide-related databases [J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2020, 37(12): 1211-1218.