



大米质量安全 关键控制技术

张东杰 王 颖 翟爱华 著



科学出版社

TS212.7

20121

大米质量安全关键控制技术

张东杰 王 颖 翟爱华 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以大米食品安全危害、食品安全关键技术的基本知识及食品安全关键技术在大米生产全程中的应用为主线,重点介绍了大米食品安全危害来源,食品安全控制技术原理及大米安全控制关键技术的现状,大米加工工艺改进及质量安全关键点控制技术,大米包装储运品质变化、质变规律及风险评估与预警等质量安全控制技术,大米储藏、包装技术的应用方法以及大米产品追溯系统与召回系统软件的开发等内容。

本书可供从事与大米加工有关行业的管理者和生产者,大米生产质量控制、大米质量检验、大米包装运输、安全卫生监督人员使用;亦可作为大专院校师生、科研院所从事大米加工与质量安全工作人员的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大米质量安全关键控制技术/张东杰,王颖,翟爱华著. —北京:科学出版社,2011

ISBN 978-7-03-032063-6

I. ①大… II. ①张… ②王… ③翟… III. ①大米加工-质量控制
IV. ①TS212.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 165081 号

责任编辑:张会格 贺窑青/责任校对:张小霞

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏 杰 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 8 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011 年 8 月第一次印刷 印张: 17 3/4

印数: 1—1 500 字数: 348 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

食品安全越来越受到世界各国政府的关注，联合国粮农组织（FAO）多次讨论食品安全议题，并在其下一个十五年规划中将食品安全列为工作重点。大米作为世界人口的主食，其质量安全问题日益受到全球关注。近年来不断发生的“陈化粮”事件、日本“毒大米”事件、“镉大米”事件等再次为大米的质量安全问题敲响了警钟。世界各国在大米质量安全管理方面都采取了各种控制措施，我国对大米质量安全问题也做出了多种探索与实践。但是，由于农业集约化水平的提高，化肥、农药等农用化学药品的无限制滥用，农业污染日趋严重，生态环境日趋退化，大米质量安全问题也日趋艰巨与复杂。我国大米质量安全问题涉及多方面的主客观因素，如大米质量安全评价体系不合理、与大米质量安全体系及其安全性评价措施等相关的基础设施缺乏等。

在分析大米质量安全的各种因素过程中，大米的包装储运品质变化研究是解决大米质量安全的主要瓶颈问题，尤其是大米在包装储运过程中各个环节可能存在的化学性、生物性和物理性污染，及质量安全追溯等问题，均是制约大米安全的瓶颈问题，能引起大米品质的变化，严重威胁人类健康，因此加强各个环节的监管对大米质量安全控制有着非常重要的意义。

欲从根本上真正解决大米安全问题，首先必须找出对大米安全产生威胁的根源因素，并对大米安全体系进行综合衡量与评价。对未来大米安全问题进行提前追踪并及时预报与追溯，建立良好的大米安全预警系统和追溯系统，为大米安全管理部门提供有效的信息支撑；对大米安全进行预警研究，就是寻找可能影响大米安全的若干指标因素，建立相关预警指标体系，并根据不同警情指标对大米质量安全的影响，提前发出警报，有利于相关部门迅速采取有效的对策，防范大米存在的不安全因素。因此，采用一套有效合理的预警方法，对大米质量安全的预警研究有着非常重要的意义。

我国在“十五”期间已启动国家重大科技专项“食品安全关键技术应用的综合示范”项目，该专项行动主要研究重点为我国食品生产、加工和流通过程中影响食品安全的关键控制技术、食品安全检测技术与相关设备、多部门的有机配合和共享的监测网络体系。针对当前影响我国食品安全的最关键监控与评价技术，瞄准和跟踪世界先进技术水平，在前期重大攻关项目“食品安全关键技术研究”的基础上加大投入，开展专项行动。为贯彻《国家中长期科学和技术发展规划纲要》精神，全面提升我国食品质量安全控制技术创新能力及科技水平，科学技术

部决定启动“十一五”国家科技支撑计划“食品安全关键技术”重点项目课题“粮油安全生产的综合示范”。该项目旨在通过食品质量安全控制关键技术的研究与示范，建立一批能够带动安全水平全面提高的示范基地和产学研紧密结合的食品安全科技创新平台，为全面提高我国食品质量安全的过程监测水平与控制能力和我国食品的国际竞争力提供技术支撑。

本书就是以“十五”国家重大科技专项“食品安全关键技术应用的综合示范”项目、“十一五”国家科技支撑计划“食品安全关键技术”重点项目课题“粮油安全生产的综合示范”为依托，以现代化大米厂为基础，重点分析大米在加工、包装、储藏过程中的关键控制点及关键的技术，大米加工、包装、储藏期间影响大米品质的关键过程，以及针对大米食品安全的预警和追溯系统进行实地研究与推广示范为主要研究内容，总结了系列课题的科研成果。本书突出了系统性、科学性、先进性和实用性的特点，在参考前人工作的基础上，重点反映了编者在大米加工及其食品安全工作和科学研究与应用方面的现状和未来研究趋势。

著 者

2011年6月于大庆

目 录

前言

第一章 食品安全基本理论概述	1
第一节 食品安全危害来源	1
一、食品安全的概念	1
二、食品安全危害的来源	1
第二节 风险评价技术	11
一、风险评价技术的起源和原理	11
二、风险分析技术的应用	15
第三节 食品安全预警及快速反应机制技术	19
一、食品安全预警及快速反应机制技术的起源和原理	19
二、食品安全预警及快速反应机制技术的应用	27
第四节 食品安全控制管理与认证技术	28
一、HACCP 管理体系的概念及发展状况	28
二、食品安全控制管理与认证技术的应用	31
第五节 食品追溯与召回技术	35
一、食品追溯与召回技术的起源和原理	35
二、食品追溯与召回技术的应用	46
第六节 稻米的污染主要来源	50
一、国内、国外稻米安全状况分析	50
二、污染源分析	52
三、重金属的污染危害	54
四、农药使用的污染危害	55
五、储藏过程的污染危害	57
六、运输过程的污染危害	60
七、包装过程的污染危害	60
八、害虫的污染危害	62
参考文献	63
第二章 稻米加工工艺改进及质量安全控制	66
第一节 概述	66
一、世界稻米加工业发展现状	66
二、我国稻米加工业发展现状	66
三、我国稻米加工业与世界发达国家的差距	67

四、我国稻米加工业的发展趋势	68
五、HACCP 管理体系在大米企业中的应用	69
第二节 大米生产工艺安全技术的研究与应用	71
一、引言	71
二、大米生产工艺安全技术的研究	72
三、大米生产安全工艺质量关键点分析	80
四、工艺改进设计与分析	85
五、改造后安全生产工艺及要求	89
六、米厂工艺改造前后质量比较	94
七、新工艺实施后产品质量分析	95
八、大米加工安全工艺技术示范效果	96
第三节 大米生产质量安全控制体系的建立与示范	100
一、国内外大米生产中质量安全体系的建立与实施现状	100
二、米业安全体系的建立和示范	101
三、安全管理体系运行结果分析	130
参考文献	131
第三章 大米包装储运品质变化及质量安全控制	133
第一节 概述	133
一、包装储运过程中大米品质的变化	134
二、包装储运过程中的质量安全控制	135
第二节 大米包装储运过程中产品质变规律的研究	136
一、大米在流通中质变规律的研究及危害的确定	136
二、大米重金属的风险评估	152
三、基于风险评估的大米质量安全控制体系的建立	175
第三节 大米包装、储运过程中安全预警体系的建立与应用	181
一、食品安全预警系统的意义	181
二、食品安全预警体系的建立与完善	182
三、进出口食品安全监测与预警系统的研究	182
四、大米质量安全风险因素分析	182
五、大米的质量安全预警指标及阈值的界定	191
六、大米的质量安全预警模型	194
参考文献	211
第四章 大米包装技术应用研究	213
第一节 概述	213
一、大米品质的评价	213
二、影响大米品质的因素	216
三、大米储藏保鲜技术及包装技术	218

第二节 大米储藏保鲜关键技术研究与应用	220
一、引言	220
二、大米储藏保鲜实验材料和方法	222
三、大米储藏保鲜实验结果	224
四、大米储藏保鲜效果	230
参考文献	231
第五章 大米产品追溯系统和召回系统软件的开发	232
第一节 概述	232
一、食品追溯体系应用的意义	232
二、大米在销售过程中的问题	234
第二节 大米产品追溯系统软件的开发	235
一、大米产品追溯系统概述	235
二、大米产品追溯系统数据管理	236
三、检测追溯流程	241
四、大米产品追溯系统工艺流程及信息浏览	244
五、公告留言	246
六、开发环境及关键技术	247
第三节 大米产品召回系统软件系统的开发	253
一、开发本系统的目的和意义	253
二、召回系统应用背景	254
三、召回系统软件系统开发环境与开发工具	254
四、大米销售管理系统的系统设计的可行性研究	255
五、大米销售管理系统需求分析	256
六、系统功能模块设计	257
七、系统功能描述	257
八、数据库设计	258
九、大米销售管理系统应用程序设计及测试	261
参考文献	272
附录	273
一、大米生产企业调查问卷	273
二、运输部分	273
三、成品销售部分	274
四、消费状况调查问卷	274
后记	276

第一章 食品安全基本理论概述

第一节 食品安全危害来源

一、食品安全的概念

食品安全的概念最早是在 1974 年 11 月由联合国粮食与农业组织 (Food and Agriculture Organization, FAO) 在罗马召开的世界粮食大会上提出的。1972~1974 年发生了世界性粮食危机, 特别是最贫穷的非洲国家遭受了严重的粮食短缺的危害, 为此联合国召开了世界粮食大会并通过了《消灭饥饿和营养不良世界宣言》, FAO 同时提出了《世界粮食安全与国际约定》。该约定认为食品安全是一种人类的基本生存权利, 即“保证任何人在任何地方都能得到为了生存与健康所需要的足够食品”。

20 世纪 80 年代中期以来, 世界性粮食短缺现象基本解决, 一些发展中国家的粮食供给不足主要源自外汇的短缺和购买力的不足。由此, 1983 年 4 月 FAO 食品安全委员会通过了总干事爱德华提出的食品安全的新概念, 即“食品安全的最终目标是确保所有的人在什么时候既能买到又能买得起所需要的任何食品”。同时, 食品安全必须满足以下三项要求: ①确保生产足够多的食品; ②确保所有需要食品的人都能获得食品, 尽量满足人们多样化的需求; ③确保增加人们收入, 提高基本食品购买力。

世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 在 1996 年发表的《加强国家级食品安全计划指南》中将食品安全定义为: “对食品按其原定用途进行制作和 (或) 食用时不会使消费者受害的一种保证”, 并将其与食品卫生和食品安全危害的概念加以区别。食品卫生为: “为确保食品安全性和适合性在食物链的所有阶段必须采取的一切条件和措施”; 食品安全危害为: “食品中所含有的对健康有潜在不良影响的生物、化学或物理的因素或食品存在状况”。

二、食品安全危害的来源

食品经过生产、包装、储藏和运输等过程最终被人体摄入, 中间任何一个环节都有可能存在食品安全危害因素及其隐患, 如人为加入非食品原料或非食品添加剂 (苏丹红、柠檬黄、三聚氰胺等), 非食品原料工业酒精配兑白酒; 不按照食品的要求生产加工、储存、食用食品, 如生产酱菜时加入过量的防腐剂, 吃过的剩菜不按要求存放后食用, 加工过程细菌感染等; 食品源危害, 如含重金属、

农药残留、兽药残留，毒蘑菇等；人源的危害，不洗手、带有传染病、不注意卫生等。

（一）食品安全危害的类型

食品本身含有毒、有害物质，如河豚含有剧毒河豚毒素、鲭科鱼分解产生组胺等；最重要的是食品在生产、运输、储存、销售过程中可能受到的外界有毒有害物质的污染，造成食品安全危害，这也是最难监管的食品的危害类型。目前，食品的危害按其性质可分为生物性危害、化学性危害和物理性危害三种，最主要的危害是化学性危害，其次是生物性危害和物理性危害。此外，国际上对过敏源性的食品危害也相当重视^[1]。

（二）食品的生物性危害来源

食品中的生物性危害主要是指生物（尤其是微生物）本身及其代谢过程、代谢产物（如毒素）对食品原料、加工过程和产品的污染，这种污染会对食品消费者的健康造成损害。食品的生物性危害可能造成疾病的大范围或大跨度的暴发，对人畜危害都很大。生物性危害对食品污染或败坏的方式种类繁多、性质各异，污染的程度和途径也多种多样、各不相同。污染食品的生物因种类和数量的不同，对人体造成的直接或间接危害差别也很大，大致包括急性中毒、慢性中毒、致突变作用、致畸作用、致癌作用五大类。

根据污染食品的微生物类型可将食品的生物危害分为细菌性危害、霉菌性危害、病毒性危害和寄生虫病性危害。微生物广泛存在于自然界中（如土壤、水、空气及人、畜粪便中等），在食品生产、加工、储藏、运输及销售过程中，微生物会通过多种途径污染食品，造成食品安全危害，包括原料污染，各种植物性和动物性食品原料在种植或养殖、采集、储藏过程中的生物污染；生产、储藏、运输、销售过程中的污染，不卫生的操作和管理使食品被环境、设备、器具和包装等材料中的微生物污染；从业人员的污染，主要是从业人员不良的卫生习惯和不严格执行卫生操作过程引发的污染。

1. 细菌性危害

细菌性危害是指细菌及其毒素产生的生物学危害。细菌污染食品后，如果环境条件适宜，可分解食物中的营养物质，如蛋白质、糖、脂肪、维生素、无机盐等，进行自身繁殖，从而导致食品营养价值和品质下降，严重时造成食品腐败变质，呈现一定程度的使人难以接受的感官性状，如刺激性气味、异常颜色、组织腐烂、产生黏液等。此外，有些细菌污染食品后会产生毒素，如肉毒毒素、金黄色葡萄球菌肠毒素等，如果不慎食用，会造成人体中毒，严重危害人体健康，甚

至危及生命^[2]。

食品中细菌污染的来源有以下几种。

1) 原料污染

细菌广泛存在于自然界中,食品原料的污染与其周围环境的卫生条件关系密切。因此,食品原料在采集、加工前的控制非常关键。动、植物食品污染的常见细菌主要有假单胞菌、醋酸杆菌、无色杆菌、黄色杆菌、埃希氏菌、沙门氏菌、变形杆菌、梭状芽孢杆菌、葡萄球菌等。

2) 生产、储藏、运输、销售过程中的污染

生产、储藏、运输、销售过程易受细菌污染。由于不良的卫生操作和管理,而使食品被环境、设备、器具中的一些细菌所污染。

3) 烹调加工过程中的污染

在食品加工过程中,未能严格贯彻烧熟煮透、生熟分开、机械洗刷等卫生要求,再加上不卫生的管理方法,使食品中已存在或污染的细菌大量繁殖生长,导致食品质量下降。

4) 从业人员的污染

食品从业人员未认真执行卫生操作规程,不遵守食品卫生制度,通过手、上呼吸道等对食品造成污染。

2. 霉菌性危害

霉菌污染可使食品的使用价值降低,甚至不能食用,每年全世界平均至少有2%的粮食因发生霉变而不能食用。霉菌污染常见的有黄曲霉毒素污染等,污染的食品主要为霉变的米、麦、花生、玉米等。霉菌产生的有毒代谢产物——霉菌毒素可引起人畜中毒,危害极大。霉菌及其产生的毒素对食品的污染多见于南方多雨地区,目前已知的霉菌毒素约有200余种,不同的霉菌其产毒能力不同,毒素的毒性也不同。与食品关系较为密切的霉菌毒素有黄曲霉毒素、赭曲毒素、杂色曲霉素、岛青霉素、黄天精、桔青霉素、层青霉素、单端孢毒素类、丁烯酸内酯等。

1940年在日本发现的黄变米引起了人们的重视,并从黄变米中分离出了产毒的黄绿青霉、岛青霉和桔青霉,并从菌的培养物中分离出黄绿青霉素、黄天精岛青霉毒素和桔青霉素。

2002年,我国广东、广西等地查出“毒大米”数百吨,根据“毒大米”样本检验结果,黄曲霉毒素的含量严重超标。过量食用被黄曲霉毒素污染的食品,严重者可在2~3周出现肺水肿、昏迷等症状。

霉菌和霉菌毒素污染食品后,引起的危害主要有两个方面,即霉菌引起的食品变质和霉菌产生的毒素引起人类的中毒。霉菌毒素引起的中毒大多通过被霉菌

污染的粮食、油料作物及发酵食品等引起,而且霉菌中毒往往表现为明显的地方性和季节性。霉菌污染食品常在食品收获前后,在储藏、运输期间或加工过程中产生。例如,谷物不能及时干燥、储藏期间水分过高,有利于霉菌的生长;昆虫和鼠类的危害会促进霉菌的生长;动物饲料被霉菌污染,导致动物性食品的霉菌污染。总之,食品从生产到人们食用过程中的各个环节(生产、储藏、运输等)的卫生不达标是导致食品被霉菌污染的主要原因。

3. 病毒性危害

食品病毒性污染分 RNA 病毒和 DNA 病毒。RNA 病毒有细小核糖核酸病毒科、披盖病毒科、弹状病毒科、正黏病毒科。DNA 病毒有疱疹病毒科、虹色病毒科。病毒的危害体现在造成人畜共患病。

江河湖海等水体常被人类病毒所污染,主要是肠道病毒(如甲型肝炎病毒、轮状病毒等),有百余种。在污水中病毒滴度可达 $320 \sim 176\,000 \text{ PFU/L}$ 。在污染的自来水或海水中病毒能存活 6 个月以上,可见水体一旦被病毒污染,必然会使水生动物和农作物受到污染。1988 年初,上海市区居民因食用受甲型肝炎病毒污染的毛蚶而发生甲型肝炎暴发流行,发病人数超过 30 万,曾引起国内外很大震动。1991 年在印度 Kanpur 地区因水源被粪便污染,曾引起戊型肝炎大流行。在美国、意大利和澳大利亚也曾有因食用牡蛎和贻贝而导致甲型肝炎暴发。

一般来说,病毒在食品中不能繁殖,但食品却是病毒存留的良好生态环境,使病毒能有更多机会通过不同方式污染食品,如水产品、禽、乳、肉类及蔬菜水果等,在其加工前已被病毒污染,称为原发性病毒污染。在食品的收获、储藏、加工、运输和销售过程中被病毒污染,污染源可能是污水、携带病毒的食品从业人员和生物媒介传递造成的,称为继性病毒污染。病毒污染的主要来源为:

- (1) 原料动植物生长环境污染;
- (2) 原料动物感染;
- (3) 食品加工人员带病毒及不良卫生习惯;
- (4) 加工过程中生熟不分造成的污染;
- (5) 加工用水污染。

4. 寄生虫病性危害

污染食物的常见食源性寄生虫可分为 6 大类 30 多种。例如,植物源性寄生虫,如姜片吸虫;肉源性寄生虫,如旋毛虫、绦囊虫、弓形虫;螺源性寄生虫,如广州管圆线虫;淡水甲壳动物源性寄生虫,如肺吸虫;鱼源性寄生虫,如肝吸虫。

深圳市罗湖区调查发现,在新鲜蔬菜中寄生虫的总阳性率为 60.63%,寄生

虫污染蔬果的客观情况不容忽视, 如果其不完全被清洗干净, 则作为可生食蔬果直接食入, 通过消化道进入人体从而使人体致病。在所抽样品中, 清洗后的蔬果也有检出寄生虫的, 表明生食清洗后的蔬果仍有感染寄生虫的危险性。在几种常见的可作为生食食品的蔬菜中, 香菜、红萝卜、芹菜、葱、生菜、大白菜的寄生虫阳性率均较高。

寄生虫危害主要是由于不卫生的饮食习惯造成的。例如, 生吃淡水鱼、生鱼片, 用刚捉到的小鱼做下酒菜, 易患肝吸虫病; 热衷于吃带血丝的猪肉和牛肉, 易引发猪带绦虫、牛带绦虫病; 吃醉蟹或未做熟的淡水蟹, 易患肺吸虫病等。这些现象要求我们注意日常的卫生习惯, 以减少进而避免寄生虫病性危害。

(三) 食品的化学性危害来源

食品的化学性危害是指有毒的化学物质污染食物而引起的危害, 包括常见的食物中毒等。食品的生物性危害可能造成疾病的广泛暴发, 因而人们对生物性危害极为重视。但除生物性危害外, 化学危害也会造成食源性疾病。

2007 年, 潘根兴和他的研究团队在全国 6 个地区(华东、东北、华中、西南、华南和华北) 县级以上市场随机采购大米样品 100 多份进行检测, 结果表明, 抽查样品的 10% 存在镉超标, 对人体造成严重危害。1999 年 1 月, 广东省 46 名学生的食物中毒; 同年 6 月, 某省一家医院接收了 34 个中毒患者, 中毒原因都是食用了带有甲胺磷农药残留的蔬菜。

1. 食品化学性危害的分类

食品中有两种形式的化学性危害: 自然产生的化学物质和添加的化学物质。当这些化学物质的剂量超过一定范围, 即可导致化学中毒现象。在危害分析和关键控制点(hazard analysis and critical control point, HACCP) 体系研究早期, 许多 HACCP 体系因忽略化学危害而受到指责^[3]。

1) 自然产生的化学物质

自然产生的化学物质包括各种植物、动物和微生物所产生的各种化学物质。虽然许多自然产生的毒素来自于微生物, 但传统上仍将其归类于化学性危害。目前已知可导致实验动物致癌的霉菌毒素主要有黄曲霉毒素、黄米毒素、杂色曲霉毒素、岛青霉毒素、展青霉素和环氯素等。其中污染及危害程度最大的是黄曲霉毒素。

2) 添加的化学物质

第二类可能产生危害的是在农作物生长、收获、加工、储藏和流通阶段添加的化学制品。一般认为, 只要在适当的条件下使用, 这些化学制品是无害的。只有出现使用错误或超过允许使用量时才会引发直接或间接危害。

化学制品主要包括以下几类。

(1) 农用化学制品, 如除虫剂、除草剂、杀菌剂、化肥和生长促进剂。各国环保部门都规定了容许使用的杀虫剂和除草剂剂量, 特别说明了每种容许使用的化学试剂及其最大允许残留量。

(2) 一些禁止使用的化学物质。因为这些物质对民众健康有潜在威胁或还没有足够的科学数据证明其用在人类食品中的安全性, 所以禁止在食品中直接或间接使用它们。

(3) 不容许食品中含有或超过最大容许限量的有毒元素(如铅、砷、汞等)和其他有毒化合物。在有些情况下, 这些成分是自然存在的, 而不是人为添加造成的。

(4) 为了延长食品的保质期、防止腐败变质; 改善食品的感官性质, 提高风味, 赋予食品颜色; 有利于食品加工操作; 保持及提高食品的营养价值及其他特殊需要而加入食品中引发危害的化学制品。

必须注意食品加工厂中直接或间接使用的化学试剂, 包括润滑剂、清洁剂、消毒剂、油漆和涂料。这些化学试剂有可能从包装材料中迁移, 或由于食品加工中使用的微生物和酶的作用而进入食品, 对人健康造成危害。

2. 食品化学性危害来源

各种有毒化学物质进入食品并使其具有毒性, 主要是由于食品在生产、加工、储存和运输等过程中受到化学物质的严重污染。化学物质污染食品的方式和途径比较复杂, 但在我国多是人为造成的。例如, 甲醛用于冷冻鱼保鲜; 着色剂对回收馒头进行染色; 二氧化硫用于白银耳漂白; 过氧化苯甲酰对面粉增白; 人工染色剂用于干辣椒和枸杞子的染色; 工业酒精用于饮用白酒的勾兑等。

食品化学性危害的主要来源有金属污染, 食品包装材料、容器和设备, 天然毒素, 农药残留, 兽药残留, 食品中的放射性污染和滥用食品添加剂等。

1) 食品中的重金属污染

自然资源的大量开发使用, 使隐藏在地壳中的元素大量进入生活环境。据估计, 全世界每年进入人类环境的汞约 1 万 t、铅 400 万 t, 其中从汽油中释放出的四乙基铅有 80 万 t、镉 2 万 t。大量有机化合物(N、富营养成分)也随化学工业进入人类环境, 造成水源、大气、土壤和食物等广泛性污染。

饮水和摄食是人体重金属的主要来源, 根据美国科学家的监测和研究, 发现海洋鱼类、食用贝类中含有大量的甲基汞, 长期食用被汞污染的水产品是一般人群甲基汞富集的主要原因。据美国环境保护局(U. S. Environmental Protection Agency, EPA)的报告, 2000 年美国近 500 万名妇女体内的汞含量高于安全标准, 每年可能有高达 30 万名新生儿因为汞的侵害使其智力和神经系统受到

一定的影响。专家建议,儿童、孕妇应尽量少食用深海鱼类和贝类。日本尽管不认为海产品中的汞含量足以对成人产生危害,但厚生劳动省依然提示孕妇减少摄入海产品以保护胎儿大脑的发育。

中国国家环保总局公布,全国每年因重金属污染的粮食达 1200 万 t,造成的直接经济损失超过 200 亿元。目前我国内地遭受镉、砷、铬、铅等重金属污染的耕地面积近 2000 万 km²,约占耕地总面积的 1/5,其中多数集中在经济较发达地区。一项监测研究显示,在我国 15 个城市中,10.45% 的儿童血铅水平大于或等于卫生部确定的高铅血症的标准 100 μg/L。可以认为重金属污染问题已对中国的生态环境、食品安全、百姓健康和农业可持续发展构成了现实威胁^[4]。

重金属沿着食物链富集,在粮食作物中残留并最终导致人体中毒的严重事故时有发生。在中国乃至世界范围内,由环境重金属污染引发的疾病相当普遍。例如,20 世纪 50 年代中期在日本曾因食用受重金属汞污染的鱼而出现震惊世界的“水俣病”,即 1956~1960 年,日本水俣湾地区妇女生下的婴儿多数患先天性麻痹痴呆症;2000 年我国东北松花江流域地区也因鱼体重金属汞含量高,导致当地居民体内含汞量高,出现了幼儿痴呆症。

食品的重金属污染对人体危害重大,它的来源主要有以下几个方面。

(1) 工业三废的排放造成大气、水源和土壤的污染,通过食物链的富集造成食品污染。

(2) 食品容器和包装材料与食品发生反应。

(3) 农药的过量使用造成农作物的污染进而污染食品。

(4) 含重金属的食品添加剂、加工助剂的过量使用或滥用。

(5) 在日常生活中接触重金属后,由于不良卫生习惯而与食品直接接触。

2) 食品包装材料、容器与设备的污染

我国传统使用的食品包装材料和容器,据多年使用的实践证明,大部分对人体的安全性很高。但随着化学工业和食品工业的发展,新的包装材料也越来越多,尤其是合成塑料等,在与食品接触中,某些材料的有害成分可能移入食品中,对食品造成污染,危害人体健康。

许多食品安全问题是由于使用了不合格的包装原料而引发的。一些用量较少的原材料也会给食品带来质量安全问题,直接接触食品的包装材料、容器也是一些不安全因素的来源。例如,1997 年江西省发生食用猪油中毒造成几百人死亡的严重事件,事故原因是由于使用剧毒化工用容器盛装猪油造成的。类似情况还有用有毒化工用袋装稻米、面粉,用废弃塑料等有机物生产聚碳酸酯(polycarbonate, PC) 饮用水罐。

食品包装材料、容器与设备对食品的污染来源包括以下几个方面。

(1) 食品包装材料、容器与设备本身有毒残留物的迁移。

- (2) 食品包装材料、容器与设备回收或处理不当再次利用时有毒物质污染食品。
- (3) 食品生产中操作人员的违规操作。
- (4) 生产食品包装材料、容器和设备的原材料本身已经被污染。
- (5) 滥用及过量使用。
- (6) 生产食品包装材料、容器时加工助剂的使用。

3) 食品中的天然化学物质危害

天然化学物质危害指天然存在于动物、植物和微生物中的化学物质。常见的有毒蘑菇；发芽马铃薯中的龙葵素；某些坚果中的对易感染人群引发的过敏源；植物上的某些霉菌毒素（黄曲霉毒素、甘薯黑斑病毒毒素）等；有毒藻类（如双鞭藻）；有毒鱼类毒素，如河豚毒素、鲑鱼毒素；有毒贝类毒素，如神经性贝毒素、健忘性贝毒素等；金枪鱼在腐败过程中产生的组胺和相关化学物质；甲状腺、肾上腺、病变淋巴结；四季豆中的皂素和植物血凝素；棉花籽油中的棉酚；一些含氰植物，如苦杏仁。

食品中的天然毒素都来自食品本身，其对人类的危害多是由于误食造成的，因此需要加强宣传，使消费者掌握对有毒动、植物辨别、存放、烹调、食用的科学方法；原料来源严格把关，不合格的原料严禁用于加工；严格执行良好操作规范以防止食品中的天然毒素对人体造成不必要的危害。

4) 食品中的农药残留

农药残留是指使用农药后残存于生物体、食品和环境中的微量农药原体、有毒代谢物、降解物和杂质的总称。农药残留对人产生的危害包括致畸、致突变、致癌和对生殖及下一代的影响。

农药残留按农药的用途可分为杀虫剂、杀菌剂、除草剂、植物生长调节素和粮食熏蒸剂等。按化学成分可分为有机氯、有机磷、有机氟、有机氧、有机硫、有机砷、有机汞和氨基甲酸等。按来源可分为有机合成农药、生物源农药和矿物源农药。

食品中农药残留的来源有以下几种。

(1) 施药后直接污染。在农业生产中，农药直接喷洒于农作物的茎、叶、花和果实等表面，造成农产品污染。部分农药被农作物吸收进入植株内部，经过生理作用运转到农作物的根、茎、叶和果实，经代谢后残留于农作物中，尤其以皮、壳和根茎部农药的残留最高。在农产品储藏过程中，为了防止其霉变、腐烂和发芽，施用农药而造成农产品的直接污染。例如，在储藏过程中粮食施用熏蒸剂、柑橘和香蕉施用杀菌剂、马铃薯和大蒜施用抑芽剂等均可导致这些食品中有农药残留。

(2) 从环境中吸收。农田、草场和森林施农药后，有40%~60%的农药降落至土壤；5%~30%的农药剂扩散于大气中，逐渐积累后通过多种途径进入生

物体内,致使农产品、水产品和畜产品出现农药残留问题。

(3) 通过食物链污染。农药污染环境,经食物链传递可发生生物浓集、生物积累和生物放大致使农药的轻微污染而造成食品中农药的高浓度残留。

(4) 加工和储运过程中的污染。食品在加工、储藏和运输中,使用被农药污染的容器、运输工具,或与农药混放、混装均可造成农药污染。

(5) 意外污染。拌过农药的种子常含有大量农药,不能食用。

(6) 非农用杀虫剂污染。各种驱虫剂、灭蚊剂和杀蟑螂剂逐渐进入食品厂、医院、家庭等,使人类食品受农药污染的机会增多、范围不断扩大。此外,高尔夫球场和城市绿化地带也经常大量使用农药,经雨水冲刷和农药挥发均可污染环境,进而污染人类的食物和水。

5) 食品中的兽药残留

兽药残留是兽药在动物源食品中的残留的简称,是指动物在使用药物预防或治疗疾病后,药物的原形或其代谢产物蓄积在动物的组织或可食性产品(如蛋、奶)中。这些药物以游离的形式或以结合的形式残留于组织中,与组织蛋白结合的药物可能存留时间更长。造成我国动物性食品兽药残留超标的主要原因是非法使用违禁药物、滥用抗菌药物和药物添加剂,不遵守休药期的规定。兽药残留不仅给人民健康带来极大的危害,而且严重影响我国动物源食品的出口,造成巨大的经济损失。目前兽药残留主要有抗生素类、磺胺类、呋喃菌类、抗球虫药、激素药、驱虫药类。影响兽药在动物体内分布与残留的因素有用药时动物的饲喂状态、给药、兽药种类及给药次数和休药期。

食品中兽药残留的来源有以下几个方面。

(1) 对兽药使用不科学、不规范,导致药物残留的发生。

为预防畜禽疾病,在未确定病因的情况下,滥用青霉素类、磺胺类和喹诺酮类等抗菌药;随意加大用药剂量;改变给药途径;不遵守休药期等。

(2) 人为添加。有的企业受经济利益驱动,人为向饲料中添加畜禽违禁药物,包括抗生素类、化学药品类、镇静催眠类等药物。有的厂家为了增加某些食品(如蛋黄、皮肤等)的色泽,使用促进色素沉淀的阿散酸、洛克沙砷等砷制剂;有的企业为了增强褐色蛋壳的色泽,使用土霉素药渣,这些因素也是造成兽药残留的一大原因。

(3) 为了缓解畜禽应激反应,对动物使用金霉素或土霉素等药物引起药物残留。

(4) 环境污染导致药物残留。

(5) 饲养者对控制兽药残留的认识不足。

(6) 有关部门对兽药残留的监管力度不够,缺乏兽药残留检验机构和必要的检测设备,兽药残留检测标准不够完善^[5]。