

食 | 品 | 安 | 全 | 丛 | 书

SHIPIN ANQUAN CONGSHU

详细讲解食品中各种化学污染物，特别是包装物中有害迁移物的来源、含量、危害，以及将其消除或减至最低限量的方法；并重点介绍上述污染物的分析和控制方法，以及食品安全风险评估和食品污染物的最新生物鉴定技术。

食品安全 与 化学污染防治

孙秀兰 姚卫蓉 主编



化学工业出版社

食 品 安 全 丛 书

食 品 安 全 与 化 学 污 染 防 治

孙秀兰 姚卫蓉 主编



化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

本书详细介绍了食品中的农药残留、兽药残留、环境有机和无机污染物、包装物中有害迁移物等的来源,及其在食品中的含量,对人体可能造成的危害,消除或将其减至最低限量的方法。同时从食品安全风险评估、食品中污染物含量的精准分析以及食品中污染物的监督管理等层面,详细介绍了食品中污染物的防治方法、步骤和预期结果。同时本书还介绍了新技术在食品污染物分析中的应用。

本书结构严谨,信息资料新颖,既有理论知识的介绍,又有编者实际工作经验的总结。本书既是一本有关食品污染物分析控制的入门读物,又可供从事食品生产、开发的企事业单位从事食品生产、质量控制的科技与管理人员使用,也可供食品科学专业的大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品安全与化学污染防治/孙秀兰,姚卫蓉主编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 1

(食品安全丛书)

ISBN 978-7-122-04238-5

I. 食… II. ①孙…②姚… III. ①食品卫生-研究②化学污染-污染防治-研究 IV. R155.5 X502

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第186293号

责任编辑:孟嘉 周旭

文字编辑:刘志茹

责任校对:李林

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市前程装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张15¼ 字数298千字 2009年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:45.00元

版权所有 违者必究

《食品安全丛书》编委会

编委会主任 金征宇

编委会副主任 朱 明

编委会委员 (以姓氏汉语拼音为序)

金征宇 邵继勇 谭龙飞

王林祥 徐静娟 姚卫蓉

曾昭成 朱 明

本册编写人员

主 编 孙秀兰 姚卫蓉

副主编 张银志 杨保伟 骆 琳

编写人员 (以姓氏汉语拼音为序)

丁青芝 高海燕 刘本国

师俊玲 吴琼英 曾 洁

序

随着现代生活水平的提高，人们对食品的要求也从数量型转向质量型，人们不仅要求食品营养丰富，更需要食品安全和卫生。人们首先考虑的是食品的安全和营养价值，其次是食品的色香味形等感官指标，安全性已成为消费者选择食品的首要因素。

所谓食品的安全性是指食品在消费时没有受到任何有害的化学污染、物理污染或微生物污染，也没有受到放射性污染或转基因污染。目前，食品安全已成为世界范围内广泛关注的问题，无论是在发达国家，还是在发展中国家，食品安全都表现得同样突出和严峻。近年来，我国也屡屡发生食品污染和食物中毒事件。由于环境污染对农产品的影响、食品添加剂的不合理使用、转基因食品的出现，以及食源性疾病的蔓延，食品安全问题从来没有像现在这样严重。食品安全问题已经远远超出了食物本身，而成为一个关系到社会、经济和政治的国际问题。

我国自 20 世纪 90 年代以来，相继颁布了《中华人民共和国食品卫生法》等有关保障食品卫生质量的法律法规，有关部门也发布了一系列相关的规定和管理办法。这些法规、条例和办法的实施对我国食品安全起到了一定的保障作用。但是，我国的食品安全水平与发达国家相比还存在不少差距：如法律法规和标准体系不健全，关键检测技术与设备落后，危险性评估控制技术未广泛采用，新产品安全性评估欠缺等。

由于目前市场上缺乏现代食品安全相关关键技术方面较为系统和全面的系列图书，在化学工业出版社的鼓励和支持下，江南大学（原无锡轻工业大学）、华南理工大学、中国人民解放军 101 医院等一批从事食品安全与营养卫生工作的中青年科研人员，编写了这套《食品安全丛书》。本丛书立足于国内食品安全现状和基础，借鉴了国际食品工业安全控制方面的最新成果和经验，针对食品安全问题发生和控制的环节，以及不同读者人群的需求，力求简单明了地介绍了现代食品安全所涉及各个方面。

本丛书主要包括以下几个分册的内容：①《食品安全与化学污染防治》，主要介绍食品中农药和兽药残留的监督与控制，食品工业中化学添加剂的安全管理，环境污染对食品安全的影响与防治等；②《食品安全与生物污染防治》，主要介绍微生物对食品安全的影响，食源性疾病的防治，转基因食品的安全性等；③《食品安全与质量控制》，目前我国对食品安全的管理仍然把重点放在对终产品的监督上，这是一种事后的管理行为，而国际通行的做法是对整个生产过程实

施安全管理，并将重点前移，因此主要介绍“从农田到餐桌”全过程食品安全管理的方法和措施；④《食品安全与膳食模式》，由于食品安全不仅是食品生产者和管理者的责任，广大消费者也直接参与其中，因此主要介绍食品营养与健康，食品安全与膳食结构模式等；⑤《食品安全与国际贸易》，食品安全不仅影响本国的经济贸易，而且对世界经济贸易产生影响，因此主要介绍国际食品安全的法规政策，以及如何建立中国的食品安全体系等。

考虑到本丛书的学科跨度大，涉及领域广，加之读者的专业各有不同，本书尽量用通俗易懂的语言对目前食品安全的各种关键技术进行全面的介绍。

我们希望，本丛书对食品企业管理人员、科研人员以及营销人员，相关专业的高等院校师生乃至普通消费者都有一定的参考价值。

由于现代食品安全的研究发展很快，作者在编写过程中参考和引用了大量国内外资料，因篇幅所限，只能列出主要的参考文献，在此特向所有被引用文献的作者和相关研究者致以敬意。由于编著者学识有限，加上时间仓促，书中难免有误，敬请广大读者指正和赐教。

金征宇

(江南大学副校长，教授)

前 言

食品是人类赖以生存的物质基础，食品安全问题关系到人类的身体健康和生命安全，也关系到社会的稳定。近年来，我国政府已经在食品安全方面做了大量的工作，食品安全状况也有了明显的提高。但必须看到，由于剧毒农药的大量使用，畜产品中抗生素的滥用，添加剂的误用、滥用，一些违禁化学物质在食品中的添加，各种工业、环境污染物的存在，有害元素的污染、真菌毒素和包装材料有害迁移物的存在，使得食品安全总体水平仍然不容乐观。

随着科学发展与社会的进步，现在已有越来越多的化合物进入人类的生产和生活环境，使得众多新型化学污染问题不断涌现，由化学污染引起的食品安全问题日益严峻，化学性污染正成为危害食品安全与人类健康的一大“杀手”。而与细菌等所引起的生物性污染相比，由化学污染带来的食品安全隐患仍未受到足够重视。因此，科学地认识和分析食品化学污染问题，避免或减少在食品加工之前、加工过程中或者加工之后无意混入的有毒、有害物质，对保障消费者的身体健康十分重要。

本书由上篇典型污染物及其危害控制和下篇食品化学污染物的分析与风险评估两部分组成。在上篇中，以食品“从农田到餐桌”整个食物链中污染物的来源进行分类，包括食品中兽药残留、食品中无机污染物、食品中环境有机污染物、食品中农药残留、真菌毒素和包装材料化学迁移物等典型污染物，针对污染物的类型、产生、危害和控制途径进行重点阐述，尤其是针对目前研究的热点问题包括食品加工过程中化学污染物去除措施也进行了概述。在下篇中重点针对化学污染物的分析及控制方法进行了概述，尤其是综述了目前发展的新型分析、控制和确证方法。本书力求综合目前有关食品化学污染方面的全面的研究资料，在强调先进性的同时，突出其系统性和科学性，对丰富我国食品安全的理论和实践有一定的参考作用。

本书由江南大学、西北农林科技大学、江苏大学、河南科技学院、江苏科技大学五所高等院校联合编写。本书的编委均具有多年从事食品安全理论与实践方面的研究经历，江南大学孙秀兰和姚卫蓉担任主编，江南大学张银志、江苏大学骆琳和西北农林科技大学杨保伟担任副主编，参加编写的人员还有师俊玲、丁青芝、吴琼英、高海燕、刘本国、曾洁、潘红阳、柳春光、石春红、姜在祥、杨婷婷、肖理文、许丹等参与了部分文字校对工作。

本书的出版将有利于食品安全领域乃至食品加工领域的从业者了解食品化学

污染的研究进展与最新问题，既可以作为研究人员、高等院校师生、大专院校、食品安全监管部门工作人员的培训教材和参考书，又可以作为食品研究机构以及图书情报部门的工具书。

在本书的出版过程中，化学工业出版社的编辑做了大量而细致的工作，在此表示衷心的感谢。

正值本书即将完稿之际，国内发生了婴幼儿奶粉违法添加高浓度三聚氰胺，导致婴幼儿患肾结石症事件。该事件再次提醒我们，食品化学污染及防治的研究不得有一丝松懈。

由于本书涉及的领域较广，同时作为关注热点，发展速度很快。虽然作者希望尽可能将相关内容囊括在内，但是限于作者的能力和水平，书中难免存在不完善和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2008年12月

目 录

第一章 绪论	1
一、天然毒素	1
二、持久性环境污染物	2
三、加工中产生的污染物	4
四、农药残留	5
五、兽药残留	7
六、包装迁移物	8
七、控制措施	9

上篇 典型污染物及其危害控制

第二章 真菌毒素	12
第一节 概述	12
一、真菌毒素分类	12
二、真菌毒素的危害	16
第二节 真菌毒素对机体的影响	18
一、对动物的影响	18
二、对人类的影响	19
三、真菌毒素的风险评估	21
第三节 真菌毒素的控制及分析方法	21
一、收获收割前的控制	21
二、收割后的控制	22
三、化学方法控制真菌毒素	22
四、从污染的原料中消除真菌毒素	23
五、分析方式	23
第四节 HACCP 体系在减少真菌毒素方面的应用	26
第五节 农产品原料中真菌毒素的控制	27
第六节 展望	28
第三章 食品中的环境有机污染物	30
第一节 研究对象的选择	30
第二节 多环芳烃	31

一、食品中多环芳烃的污染来源	32
二、多环芳烃的毒性	33
三、多环芳烃对人类的影响	34
四、多环芳烃的分析检测	34
第三节 二噁英和多氯联苯	37
一、二噁英和多氯联苯的污染来源	37
二、PCDDs 和 PCDFs 的毒性当量	39
三、PCDDs 和 PCDFs 的生物毒性	40
四、消费者对 PCDDs 和 PCDFs 的摄入现状	42
五、PCDDs 和 PCDFs 的检测方法	44
第四节 含氯烃类	45
一、含氯芳香族化合物	45
二、含氯脂肪族化合物	46
第五节 邻苯二甲酸酯类	47
第六节 内分泌干扰物	48
一、雌激素的种类与活性	48
二、人工合成的雌激素类似物	48
三、植物雌激素	49
四、食品中的雌激素	51
五、雌激素的饮食摄入量	52
六、外源性雌激素对人体健康的影响	53
七、外来雌激素的测定	55
八、外来雌激素的控制现状	55
第四章 食品中的无机污染物	57
第一节 概述	57
一、无机污染物的定义	57
二、食品中无机污染物的种类	57
三、食品中无机污染物的来源	57
四、食品中无机污染物对人体健康的影响	58
五、预防食品无机污染的措施	59
六、食品无机污染物膳食摄入量的研究方法	59
第二节 金属和非金属污染物	62
一、铅	62
二、镉	63
三、砷	65
四、汞	66

五、锡	68
六、铝	69
七、铜	69
八、其他元素	70
第三节 硝酸盐和亚硝酸盐	71
一、食物中的硝酸盐	72
二、亚硝酸盐在食品中的现状	72
第五章 农药残留	74
第一节 农药残留与食品安全	75
一、农药的种类	75
二、食品中农药残留的来源	76
三、农药残留的危害	77
第二节 几种常用农药的污染	79
一、不同化学成分农药残留物对人体的危害	79
二、某些特殊农药的残留物对人体的危害	82
第三节 农药残留的监督监测管理	85
一、农药残留监测的目的和程序	85
二、我国的农药监测现状	85
第四节 食品中农药残留的控制	86
一、目前我国食品中农药残留的现状及其形成原因	87
二、食品中农药残留量的控制措施	89
第六章 兽药残留	94
第一节 常用兽药及其对健康的危害	95
一、食品中兽药残留的来源	95
二、食品中的兽药残留对人类健康的潜在危害	96
三、生长促进剂的残留及其毒性	98
四、激素类物质的残留及其毒性	104
五、驱虫剂和抗球虫剂	106
第二节 兽药残留的控制	107
一、控制指标	107
二、国际兽药残留的控制机构	110
三、食品中兽药残留的监控措施	112
第三节 兽药残留的检测过程及实例分析	113
一、分析对象的选择	113
二、样品预处理	114
三、检测分析步骤	114

四、兽药残留的检测实例	115
第四节 目前食品中兽药残留的一些问题	116
一、抗生素残留	117
二、代谢激素的残留和 β -兴奋剂	117
三、进口动物性食品中的兽药残留问题	117
四、我国近年兽药残留情况	118
第五节 我国兽药残留监管现状	119
第七章 食品包装材料中的化学迁移	122
第一节 概述	122
一、包装材料中的化学迁移	122
二、了解和控制食品中的化学迁移的重要性	123
三、食品包装化学迁移物的研究现状	124
第二节 化学迁移及其控制因素	128
一、化学迁移的物理化学基础	128
二、包装材料的组成	129
第三节 包装材料中化学迁移物的来源	132
一、加工基本的包装材料所用到的物质	133
二、包装材料加工过程中的生成物及可能引入的杂质	134
三、用于加工包装材料的油墨和黏合剂	134
四、回收材料中的污染物	135
五、回收纤维	136
第四节 化学迁移的风险评估	136
一、迁移的化学物质的生物特性	137
二、消费者摄入量的研究	137
第五节 与食品中化学迁移相关的法规	137
一、早期立法	137
二、基本原则	138
三、美国 FDA 相关法规	139
四、欧盟对食品中化学迁移的法规	139
五、我国相关法规	140
第六节 迁移检测	141
一、迁移检测及分析方法	141
二、迁移检测数据的应用	149
三、对迁移检测数据的要求	149

下篇 食品化学污染物的分析与风险评估

第八章 食品中化学污染物的风险性分析	153
第一节 食品风险性评估	153

一、食品风险性评估的定义	154
二、食品风险性评估的内容	154
三、评估体系和监测体系	156
第二节 食品风险性管理	159
一、风险性管理的目标	159
二、风险管理措施	159
三、风险管理的原则	160
四、风险管理内容	161
第三节 食品风险性交流	162
一、风险交流的目的	162
二、风险交流的元素	162
三、风险交流的原则	163
四、风险交流的作用和责任	163
五、有效风险交流的策略	165
第四节 风险评估过程中的不确定性和变异性	166
一、数据本身的不确定性和变异性	166
二、模型的不确定性和输入(参数)的不确定性	167
三、危害识别中的不确定性和变异性	167
四、危害描述中的不确定性和变异性	168
五、暴露评估中的不确定性和变异性	169
六、风险描述中的不确定性和变异性	169
第五节 食品安全预警机制的建立	170
一、食品安全预警机制的概念和内容	170
二、我国食品安全预警机制的现状	171
三、全国各地食品安全预警机制建立情况	172
第六节 食品安全信用体系	173
一、食品安全信用体系建设的指导思想、基本原则和主要目标	173
二、食品安全信用体系建设的主要内容	175
第九章 食品污染物的新型分析方法	177
第一节 酶联免疫分析技术	177
一、酶联免疫吸附剂测定技术的原理	178
二、酶联免疫技术的发展及其在食品污染物检测中的应用	180
第二节 色谱分析技术	186
一、色谱分析方法概述	186
二、气相色谱法	187
三、高效液相色谱法	190

四、质谱技术	195
五、气相色谱-质谱联用	196
六、液相色谱-质谱联用	200
第三节 生物芯片检测技术	206
一、生物芯片简介	206
二、生物芯片在食品安全检测中的应用	208
三、生物芯片技术的发展前景	210
第四节 生物传感器检测技术	210
一、生物传感器简介	211
二、生物传感器的组成、工作原理及分类	211
三、生物传感器在食品污染物检测中的应用	213
第十章 食品污染物分析中的生物鉴定	218
第一节 二噁英及 DR-CALUX 生物鉴定	219
一、分析方法的研究进展	219
二、牛奶中脂肪的检验	220
三、二噁英的检测	221
四、用 CALUX 鉴定法分析其他类样品	223
五、CALUX 检测法的特异性	223
六、展望	224
第二节 其他类化合物的生物鉴定	225
一、环境雌激素鉴定	225
二、乙酰胆碱酯酶抑制剂鉴定	226
三、贝类毒素的鉴定	227
四、展望	228
参考文献	229

在农业生产过程中，多种化学合成制剂的使用，大量工业废水（未处理或未达标的）的任意排放，诸如此类因素最终导致食品中出现化学污染物。这些化学污染物包括重金属、真菌毒素、农药残留、兽药残留和环境中的微量农药原体、有毒代谢物、降解物和杂质等，它们都会对人类健康产生威胁。随着近年来诸多食品安全事件的发生，这些化学污染物引起了人们越来越多的关注。越来越多的研究机构开展了这些方面的研究，国内很多高校也陆续开设了食品安全专业，培养这方面的专门人才。食品中的化学污染物具有以下主要特点：①不是有意被加入食品中的；②在食品生产中，污染可以在其中一个或多个生产阶段产生；③消费者如果食用一定量的这些物质，可能会致病。其中第一点就把食品中的化学污染物与其他化学物质区分开来，如食品中的维生素与添加剂，因此本书不涉及食品添加剂和营养补充剂。本书所述的污染物，依次为天然毒素、环境污染物、农药残留、兽药残留以及包装污染物等。化学污染可能在食品链的各个阶段产生，为了确保消费者和食品生产者的利益，在食品生产及消费的各个阶段都必须对化学污染物加以注意。

一、天然毒素

天然存在的有毒物质有三种类型：①微生物毒素；②植物毒素；③动物体内的毒素。第一种类型包括由霉菌和细菌产生的毒素，如黄曲霉毒素等。第二种类型包括大量的食源性植物，如豆类中的植物血球凝集素，竹笋、苹果、杏、梨、樱桃、桃、梅子等水果的种子及果核中的生氰葡萄糖苷，鲜金针菇中的秋水仙碱，青色、发芽、腐烂的马铃薯中的茄碱等。第三种类型则主要是水生动物摄食藻类后在体内积累的毒素，如蓝藻毒素、腰鞭毛虫藻类毒素等。另外，一些动物本身也会产生毒素，如河豚毒素等。由藻类和细菌产生的毒素并不常见，一般会产急性毒性效应。其他化学污染物，如霉菌和农作物中固有的毒素，需要一段

时间才会产生疾病，即慢性毒性。一般来说，对急性毒素的研究要多于对慢性毒素的研究。各种国际组织越来越重视天然毒素，特别是真菌毒素。1994年食品真菌毒素 WHO 联合中心 (the WHO Collaborating Center for Mycotoxins in food, WHO-CCMF) 成立后进行了大量这方面的研究。已知的真菌毒素按照化学结构来算的话至少有 300 种之多，常见的有 7 类。

预防真菌毒素的形成，仍然是目前主要的问题。预防食品和动物饲料中真菌毒素的最好方法是减少农业商品中霉菌的生长。理论上，通过应用良好农业操作规范和细心处理食物，控制生产和储藏条件，可以避免食品和饲料中的真菌毒素。控制真菌毒素的产生可以分成以下几个阶段：开发抗霉菌物种、降低有毒菌量、阻止霉菌生长、降解毒素。

藻类毒素是由一种微小的单细胞藻类产生的毒性成分，它们通过水生环境的食物链进入鱼制品中。藻类毒素可能会产生不同的毒效，例如麻痹、腹泻、失忆、神经中毒等。对于该类毒素的预防，目前主要是加强对藻类泛滥的监测。对受藻类毒素污染的甲壳类产品进行一些去毒处理，例如，将甲壳类动物迁移到没有毒性有机物的海域中，或者进行特殊的烹调。这些方法可以减少毒素的水平，但是不能从根本上排除中毒的危险。

农作物产生的毒素是植物中天然含有的成分，它们不仅有毒性，而且有可能对各种营养成分的利用产生消极影响。植物毒素按成分可分为非蛋白质氨基酸、肽素、蛋白质、生物碱及苷类。这些毒素很多可以通过加热来消除，但如果控制不当也会引起急性中毒事件的发生。近年来豆类食品尤其是豆浆的中毒事件屡屡发生，往往是加工操作不当导致的。如果在食品生产中应用 HACCP 体系，就可以有效降低毒素出现的概率。目前，需要更多的尖端方法来保护消费者免受作物固有毒素的危害。植物培育可以导致高含量的毒素，同样也会导致低含量毒素的产生，如双低油菜就是通过育种降低了硫苷和芥酸等毒素的含量。对与植物有关的各种新型毒素进行严格的监控，是预防植物毒素危害的一项主要措施，同时也要防止在育种过程中引入新的毒素。

二、持久性环境污染物

多氯联苯和二噁英是持久性环境污染物的典型代表，有关它们的研究已有很多。多氯联苯在工业生产中广泛应用，例如在变压器中作绝缘体。在普通环境中人体脂肪中，它们是非常持久的污染物。理论上，它们进入食品的途径有：①食源性动物从环境中吸收，尤其是含有较高脂肪的动物；②由于工业事故而导致食品或动物性饲料的直接污染；③使用不适当的包装材料导致的化学迁移可能导致多氯联苯污染，不过这种情况很少发生。事实上，一直有迹象证明人类脂肪、母乳和鱼类中存在多氯联苯残留物。对多氯联苯同系物已经进行了相当多的

研究工作，这些物质的分析方法已经非常成熟，人们也广泛地评价了这些物质的毒理学，并第一次辨别出类二噁英的多氯联苯。

多年来人们一直在研究食物和环境中的二噁英 (Dioxin)。二噁英是指一组由多氯、极性芳香烃化合物组成具有相似结构和理化性质的物质。它包括 75 种联苯二噁英 (PDCCs) 和 135 种多氯二苯并呋喃 (PCDFs)。其中研究最多且毒性最强的是 2,3,7,8-氯代结构的 17 种异构体，2,3,7,8-四氯代二苯并二噁英 (TCDD) 为其代表物。二噁英原在自然界存量极少，含氯有机化学品（主要是塑料和农药）的生产、纸浆漂白等过程可产生二噁英。而空气中二噁英污染的最大来源则是垃圾焚烧和汽车尾气。二噁英在环境中有着很强的抵抗分解的能力。原先一直认为环境中的二噁英主要来源于焚化炉，而现在发现二噁英的主要来源不仅仅如此简单，它的来源非常广泛，如汽车尾气、家庭燃煤、生产和应用有机化学物质以及冶金过程等。最终污染食品的两个主要二噁英来源为：大气沉淀和污染的传播。农田中同时存在这两种途径。1999 年 2 月，比利时饲养场肉鸡出现病态反应，经调查显示，肉鸡体内含有超量的剧毒物质二噁英，原因是饲料受到二噁英污染所致。其污染源是荷兰饲料原料中混掺了含二噁英的油脂，其供应范围除比利时的 400 多家养鸡场外，还包括荷兰、德国及法国等处的猪、牛饲养场。为此，比利时停止销售家禽和鸡蛋，关闭所有的屠宰场，禁运禽、牛和猪肉。随后，欧盟和其他国家也相继采取措施。随后又在可口可乐中发现了二噁英污染。

食物中的其他环境污染物包括某些重金属和一些用于工厂的有机化学物质及其副产品。食物中的重金属一般以天然浓度广泛存在于自然界中，但由于人类对重金属的开采、冶炼、加工及商业制造活动日益增多，造成不少重金属，如铅、汞、镉、钴等进入大气、水、土壤中，引起严重的环境污染。以各种化学状态或化学形态存在的重金属，在进入环境或生态系统后就会存留、积累和迁移，造成危害。如随废水排出的重金属，即使浓度很低，但也可在藻类和底泥中积累，被鱼和贝的体表吸附，产生食物链浓缩，从而造成公害。如日本的水俣病，就是因为烧碱制造工业排放的废水中含有汞，在经生物作用变成有机汞后造成的；又如痛风病，是由炼锌工业和镉电镀工业所排放的镉所致。汽车尾气排放的铅经大气扩散等过程进入环境中，造成目前地表铅的浓度显著提高，致使近代人体内铅的吸收量比原始人增加了约 100 倍，损害了人体健康。早期的重金属污染物研究工作表明，在监督食物中化学污染物时，采用品质分析保证体系是很重要的保障措施。前期工作也促进了毒理学标准的发展，可以通过对相关指标的检测来判断食物是否会危害消费者健康。

食物中的工业有机化学残留物的研究也开展得较早。据统计，大约有 50000 种工业化学物，很难搞清楚其中哪些物质可能污染食物，并对消费者产生危害。这时需要综合考虑的一系列因素，包括：①生产量；②使用方式；③可能释放到