

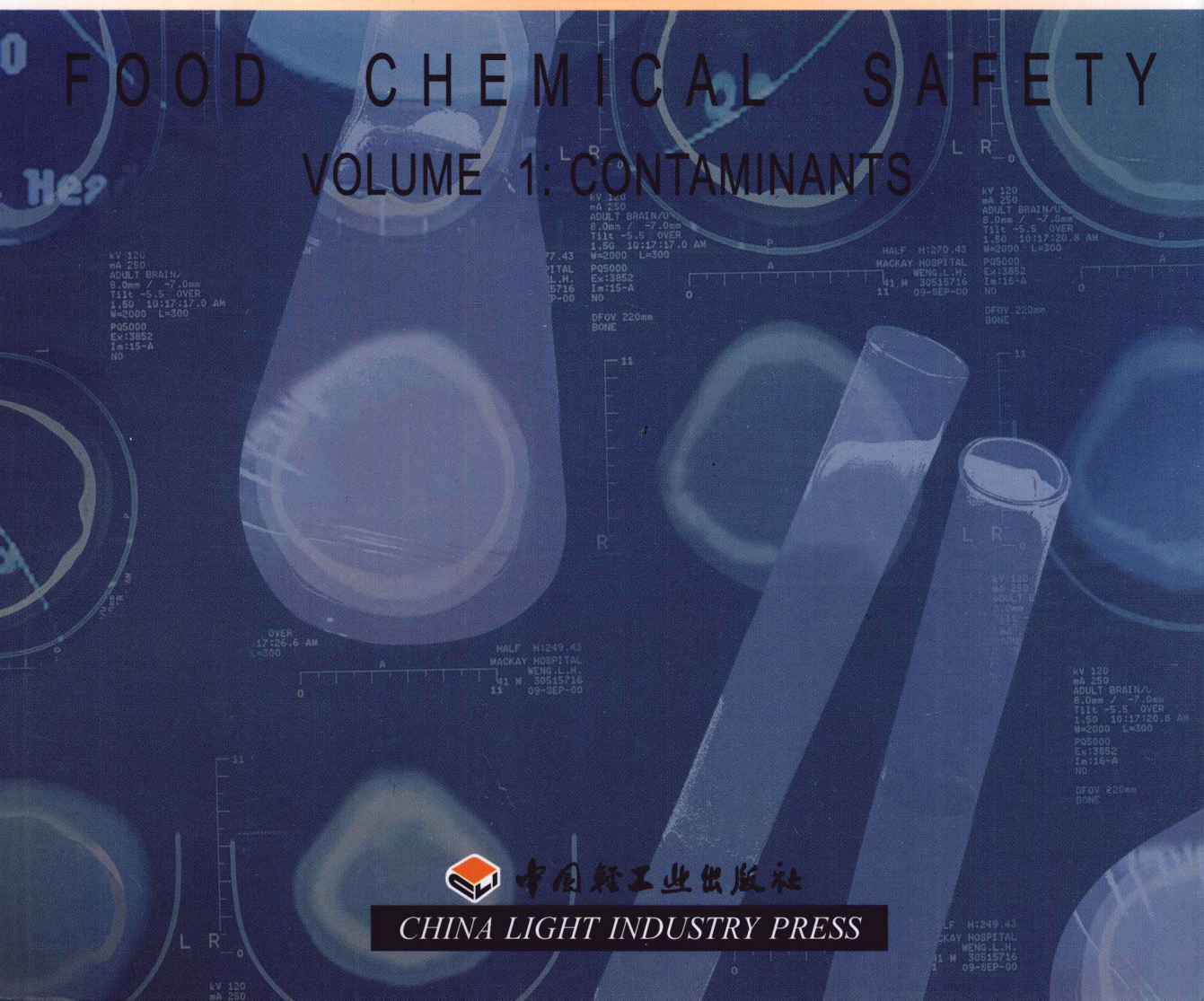
国外现代食品科技系列

食品化学安全

第一卷·污染物

[英] David H. Watson 著

吴永宁 苗虹 张磊 罗祎 赵云峰 译



中国轻工业出版社

CHINA LIGHT INDUSTRY PRESS

国外现代食品科技系列

食品化学安全

第一卷·污染物

[英] David H. Watson 著

吴永宁 苗虹 张磊 罗祎 赵云峰译

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品化学安全. 第1卷, 污染物/ (英) 沃森
(Watson, D. H.) 著; 吴永宁等译. —北京: 中国轻工
业出版社, 2010. 1

(国外现代食品科技系列)

书名原文: Food Chemical Safety. Volume 1: Contam-
inants

ISBN 978-7-5019-7357-6

I. ①食… II. ①沃…②吴… III. ①食品化学-食
品卫生②食品污染-污染物 IV. ①TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 189475 号

Original English language edition published by Woodhead Publishing Ltd.

Copyright © 2001 Woodhead Publishing Limited

All Rights Reserved Woodhead Publishing Ltd.

责任编辑: 李亦兵 责任终审: 张乃柬 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王培燕 责任校对: 李靖 责任监印: 马金路

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经销: 各地新华书店

版次: 2010年1月第1版第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 14.75

字数: 340千字

书号: ISBN 978-7-5019-7357-6

定价: 35.00元

著作权合同登记 图字: 01-2005-2826

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

50126K1X101ZYW

译者的话

食品安全特别是食品化学安全,日益成为人们关注的焦点。食品污染物有广义和狭义之分。在国际食品法典委员会(CAC)中,污染物的狭义定义为“一种非人为地添加于食品中的,但由于生产(包括田间农作、动物饲养和兽医治疗)、产品加工、准备、处理、包装、运输或储存等过程,或因环境污染而存在于食品中的物质”。在世界贸易组织(WTO)体系中,“污染物”还包括农药残留和兽药残留。化学污染物并无国界,可以随着水和空气在世界范围内传播。环境有机污染物和无机污染物,例如金属和金属化合物、硝酸盐和亚硝酸盐等,在所有食品中都可能存在,尽管有时含量低于现有分析方法的检测限。而且,食品及其原材料和配料的跨国贸易也在不断增长。在国际食品法典工作中,食品污染物法典委员会(CCCF)、农药残留法典委员会(CCPR)和食品中兽药残留法典委员会(CCRVDF)分别负责食品污染物与毒素、农药残留和兽药残留的法典标准工作;FAO/WHO 食品添加剂联合专家委员会(JECFA)负责食品添加剂、污染物与毒素和兽药残留的风险评估,FAO/WHO 农药残留专家联席会议(JMPR)负责农药残留的风险评估。我国颁布的《中华人民共和国食品安全法》强调立法宗旨是预防食品污染与控制食源性疾病,并将食品安全风险监测与评估列入第2章。本书分别从分析方法、重要污染物和法规三个部分进行介绍,包括风险分析框架、检测技术最新进展、重要无机和有机污染物、真菌毒素、食品包装材料、农药和兽药残留、国际食品法典委员会以及欧盟和美国食品安全法规等食品安全进展。本书出版于2001年,其数据均在此之前,尽管如此,对于化学污染物基本知识的介绍和相关进展还是现有相关书籍中的上佳之作。译者作为 JECFA 成员和卫生部食品卫生标准委员会污染物分委员会主任,参与食品污染物的风险评估和限量标准制定及其相关分析方法审查,感觉到如果有一本相关书籍进行知识普及将非常有益,为此将本书译成中文介绍于读者十分必要。中国轻工业出版社组织出版该书,译者应邀组织翻译。

本书可以作为高等院校食品科学、预防医学和动物医学等相关学科的本科生、研究生和教师的教学参考书,对于上述领域的科技人员和食品安全监督管理人员也极具参考价值。

本书分为14章,由中国疾病预防控制中心营养与食品安全所化学污染物监控室有关工作人员和研究生完成翻译工作,具体分工如下:罗祎(第1、2章)、苗虹(第3、6、10、12、13、14章)、张磊(第4、7、8、9、11章)和赵孔祥(第5章),再由苗虹、张磊和赵云峰校阅,吴永宁审校定稿。由于国际食品法典和欧盟的相关法规及组织架构已经发生变化,审校时以译者注予以说明;对于书中微小错误也以译者注方式予以修正。

限于译者水平,疏漏之处在所难免,敬请广大读者指正。

刘屹

2009年11月

目 录

1 概述	1
1.1 背景	1
1.2 农药	1
1.3 兽药	3
1.4 环境中稳定存在的化学物质	4
1.5 加工污染物	5
1.6 直接接触食品的材料和物品中的迁移物	6
1.7 天然毒素	6
1.8 控制措施	7
1.9 当今和未来发展趋势	8
1.10 致谢	8
参考文献	8

第一部分 分析方法

2 风险分析	13
2.1 引言	13
2.2 食品供应链中的危害识别	14
2.3 剂量-反应特征描述	15
2.4 暴露分析	17
2.5 风险评价	23
2.6 风险管理的方法	23
2.7 风险分析的未来发展趋势	26
2.8 其他信息和建议来源	27
参考文献	28
3 分析方法：质量控制和选择	29
3.1 引言	29
3.2 法规要求	29
3.3 食品标准局（FSA）的监测要求	31
3.4 实验室认证和质量控制	32
3.5 能力验证测试	35
3.6 分析方法	39
3.7 污染物标准化分析方法	43
3.8 分析方法的发展方向	45

参考文献	46
附录：食品化学监测工作中需要的分析质量保证承担人信息	47
4 分子印迹传感器在污染物分析中的应用	53
4.1 引言	53
4.2 基于分子印迹聚合物的分析技术原理	54
4.3 基于 MIP 传感器的研制和应用	56
4.4 污染物的分析实例	58
4.5 未来展望	62
4.6 其他的信息资料和建议来源	63
4.7 致谢	64
参考文献	64
5 生物检测在污染物分析中的应用	67
5.1 引言	67
5.2 二噁英和 DR - CALUX 生物检测	67
5.3 生物检测法在其他类型化合物中的应用	73
5.4 未来展望	75
5.5 致谢	75
参考文献	75
第二部分 特定污染物	
6 兽药残留	81
6.1 引言	81
6.2 英国兽药产品控制	82
6.3 兽药中常用的化学物质	86
6.4 兽药残留监测	95
6.5 兽药监测中使用的分析方法	96
6.6 英国兽药残留监测结果（1998）	99
6.7 食品中兽药残留对人体健康的潜在影响	102
6.8 英国食品中兽药残留相关的现实问题	103
6.9 总结	104
参考文献	104
7 食品中的无机污染物	106
7.1 引言	106
7.2 金属和类金属	107
7.3 硝酸盐与亚硝酸盐	116
参考文献	118

8 食品中的环境有机污染物	121
8.1 引言	121
8.2 芳香烃	122
8.3 多环芳烃	123
8.4 二噁英和多氯联苯	124
8.5 氯化烃	129
8.6 邻苯二甲酸酯	130
8.7 内分泌干扰物	131
参考文献	132
9 食品包装材料的化学迁移	137
9.1 引言	137
9.2 化学迁移及主要控制因素	138
9.3 食品包装中构成潜在风险的化学物质的来源和范围	142
9.4 健康问题研究	145
9.5 管理情况	146
9.6 迁移检测	148
9.7 实例研究	150
推荐读物	154
10 农药	155
10.1 引言	155
10.2 监测食品中的农药	160
10.3 高风险人群	162
10.4 英国的农药监控	163
10.5 英国农药监控计划的发现	164
10.6 人体暴露监测	167
10.7 我们是否该禁用农药?	169
参考文献	169
11 真菌毒素	171
11.1 引言	171
11.2 真菌毒素对健康的影响	173
11.3 分析方法	176
11.4 采用 HACCP 体系减少真菌毒素的存在	181
11.5 真菌毒素的预防和控制	182
11.6 总结及未来展望	184
参考文献	185

第三部分 法 规

12 食品中化学污染物的国际法规	189
12.1 引言.....	189
12.2 国际法规的本质——食品法典.....	190
12.3 制定决议和执行机制.....	192
12.4 食品中污染物和毒素的法典通用标准.....	194
12.5 未来趋势.....	196
12.6 更多信息和建议的来源.....	198
参考文献.....	198
13 欧盟食品化学污染物法规	200
13.1 引言.....	200
13.2 科学顾问委员会.....	200
13.3 农药残留.....	201
13.4 兽药残留.....	203
13.5 水产品中的汞和组胺.....	205
13.6 其他化学污染物.....	206
13.7 未来趋势.....	207
参考文献.....	207
14 美国污染物控制和管理：农药	211
14.1 引言.....	211
14.2 美国的农药控制.....	212
14.3 美国的强制农药监测.....	213
14.4 美国食品中农药残留的管理.....	215
14.5 改进食品中农药的管理.....	217
14.6 未来趋势.....	220
14.7 相关信息和建议.....	221
参考文献.....	221

1 概 述

D. Watson, 英国食品标准署, 伦敦

1.1 背 景

近年来, 关于食品中化学污染物的科学知识大量增加。就在几年之前我还写到: “食品中化学污染物的研究还是一门相对新兴的科学”(Watson, 1993), 从那时起这一学科领域便不断地发展, 而且在全世界已经成为食品安全法规审查中确定的内容。本书的第12~14章将展开介绍这方面的最新进展。第2~5章详细介绍稳步发展的化学污染物的检测、监控和管理的实用方法。中间章节(第6~11章)回顾和总结不同类型化学污染物的情况。

食品中能够发现的主要化学污染物具有以下共同特点:

- 它们都不是被有意加入食品中的;
- 污染可以在食品生产的某个或多个环节发生;
- 如果消费者摄入了足够量的污染物就会发病。

其中, 第一条是将食品中的其他化学物质, 如食品中的维生素和添加剂, 与化学污染物相区别。化学污染物的潜在污染来源广泛, 尤其与具有控制作用并被广泛使用的化学物质有关, 如农药与兽药。为了保护消费者和工人, 除非已知在某些环节上不会发生特定化学物质的污染, 否则就必须在食品生产的每一个环节给予认真对待。

我们了解食品中的大部分化学物质残留, 例如应用于食品生产过程中的农药和兽药。如果该产品含有作为指导性应用的化学物质, 那么生产这些化学物质的公司一般都要求向权威许可部门证明这些化学物质在食品中的残留水平是安全的。这一要求产生了大量的信息, 有一些目前已向公众公开。尽管我们已经对真菌产生的毒素(真菌毒素)进行了大量的研究, 但对于食品中天然存在的毒素还是知之甚少。

1.2 农 药

食品中可以检测到许多农药。有机氯农药, 例如 DDT, 作为食品中一项农药残留指标已经被监控了许多年。20 世纪 60 年代对环境中 DDT 以及相关化学物质的检测, 使人们开始关注其在环境中的持久存在可能会对生态系统造成的大范围长久破坏。事实上, 它们在环境中的存在与蛋壳变薄相关联, 这就进而降低了猛禽的繁殖成功率。这种关注促使人们对环境和食品样品中持久性有机氯农药残留进行监测。采用常规的分析方法对于这类化学物进行多组分残留检测为我们的监控提供了有力的支持。它也产生了一些本身不是农药但化学性质相关的化合物的监测数据, 特别是多氯联苯(PCBs, 见 1.4), 并且证明了邻苯二甲酸酯对环境的污染(见 1.6)。后者对食品的污染可能主要发生在实验室。PCBs 则已经被证明是环境中存在的一种极具持久特性的污染物。

环境中持久性有机氯农药如 DDT 作为杀虫剂已经在很大程度上被有机磷农药取代,这一变化也随之带来了自身的问题。考虑到有机磷农药给使用者可能带来的负面作用,已经使用对人体和环境的危害要小一些的新农药(如拟除虫菊酯类农药)来代替有机磷农药。拟除虫菊酯类农药的“绿色”形象源于古代对菊花(除虫菊)的广泛应用。但食品中天然存在的化学物质并不一定就比我们摄入的人造化学物质残留安全。

许多国家食品中农药残留都是通过法律来控制的。各国的法律在这一领域的差别很小,但是各国间对于法律的实施确实各有千秋。对于农药残留,以及食品中其他化学物质安全,进行全世界的食品法规协调有着广阔的前景,许多组织为了取得法律的一致性已经投入了很大的努力,如欧盟,南方共同市场(MERCOSUR Group, 阿根廷、巴西、巴拉圭、乌拉圭)和澳大利亚-新西兰食品局(Australia New Zealand Food Authority)。FAO/WHO 农药残留法典委员会(CCPR)和农药残留联席会议(JMPR)已经致力于全球可接受食品农药残留标准许多年,但仅在最近才开始被各国所采纳。对于食品中的所有农药,必须检查其在食品中的任何残留都在最大残留限量或其他标准之内,而这些限量或标准是基于该化合物广泛的毒理学试验基础上制定的。食品中农药最大残留限量由一些国际公认的机构来设定,特别是欧盟、美国 FDA 以及国际团体 CCPR 以及 JMPR。

许多实际方法可以控制食品中农药残留,包括以下几方面:

- 让消费者了解食品中各种残留信息,这样消费者就可以作出他们自己的选择。正确地告知消费者所购食品的有关信息是很重要的。除了作为他们的一种基本权利外,缺少食品安全的交流也会导致媒体上出现“恐慌故事”从而引起消费者的关注,并且给食品销售者带来经济损失。

- 控制农药的使用。既然农药的使用是污染的源头,那么这种方法在理论上是最有效的控制方式,但在实践中并不一定如此。如果种植业主对控制害虫的需求非常地迫切或者这种需求并不是很紧迫,但是使用者和消费者之间有着很多层次的间隔,这就很可能造成农药的实际使用量超过需求量,或农药的使用不规范(例如,农药的使用离收获或屠宰期太近)。

- 限制环境中农药对食品的污染。在农场、饲养场和食品加工厂附近使用农药会导致食品中的农药残留,认识到这一点是很重要的。很显然,如果农药残留的监测主要着眼于那些直接用于农作物或动物的农药,那么这种污染是很难被检测到的。那么,能够补救的办法就是扩大监控的范围并提醒(农药)使用者一定要非常小心避免食品在到达市场前的各个加工环节受到偶然性污染。

- 食品中农药的政策限制。全球标准的设置可能比较超前,但有效的监督很重要。这不但包括监督而且必须采取行动。

- 上述避免食品遭到偶然污染的建议,需要国家和食品生产过程所有环节的管理者共同参与。HACCP(第 11 章)在食品中农药残留的控制方面是一个重要预防措施。其他的预防措施包括对原材料和其他材料的检测,以及零售商给供应商提供的说明——要求他们必须并且只能以特定方式使用限定的农药。

- 禁止被污染食品的供应。这种相对严厉的措施能够并已经应用于极端事件的处理中。在英国,《食品和环境保护法 1985》中有处理这类事件的规定。

- 应用一个公开、客观的系统,来控制农药的使用、安全和可获取性。

只有以上的这些措施得到全面实施,才可能使消费者确信食品中的农药残留污染达到了安全水平。许多消费者现在受到媒体的影响,认为食品中所有的农药残留都是不安全的。这也推动了有机食品需求的增长。

1.3 兽 药

正如农药一样,兽药在减少疾病和痛苦方面起着重要作用,但是它们的使用造成食品中兽药残留也成为关注的问题。人们认识到兽药的使用也能导致在食品中残留要比农药晚一些。然而,食品中兽药残留的分析和监测方法现在已经在全世界的许多地区都建立起来了。

畜牧业养殖动物中使用的兽药的主要分类如下:

- 外用杀寄生虫,用于控制苍蝇、跳蚤和其他皮肤寄生虫。这类兽药属于一般的农药(1.2)目录下。
- 抗微生物制剂,用于治疗和控制由细菌和真菌引发的疾病。
- 驱虫剂,用于防治蠕虫和吸虫(寄生虫,包括肝吸虫)。
- 合成代谢制剂,用于促进生长。这一类物质包括激素和一些抗微生物物质。
- 镇静剂和 β -受体激动剂,用于减少动物在屠宰时受到伤害的风险。
- 球虫抑制药,用于治疗和控制动物胃肠道中的球虫。

抗微生物制剂有两种类型——抗生素和化学治疗制剂。第一类用来抑制微生物生长,第二类用来杀死微生物。抗生素残留通过测试肉、奶或肾脏样品来筛选,看它们是否抑制微生物生长。这一简单直接的方法得到了广泛的应用。如果样品中含有天然抑制剂,测试者就要考虑测试结果出现假阳性的可能性,以及测试不同抗生素时细菌敏感性的不同。应用化学方法来测定食品中抗生素残留应用得还不是非常普遍,主要是因为它们更加费时、费力,因此比微生物抑制试验更昂贵。然而,一些抗生素,如磺胺类药剂不能够使用细菌测试法进行检测。化学法对于化学治疗型抗微生物制剂的检测是非常重要的,例如氯霉素,用细菌抑制法检测就不是很有效。

抗微生物制剂在动物的注射部位(如果是注射的话),以及动物的肝脏和肾脏中的残留量水平是最高的。肝脏是机体将抗微生物药物转变成低毒物质的主要生物转化器官。事实上,机体对所有来自体外的物质都进行类似的转化。肾脏,作为机体两个主要的化学物质排泄器官之一(另一个是胃肠道),是动物屠宰后检测包括抗微生物制剂在内的兽药残留的一个很好的组织。肉中的兽药残留含量通常要比肾脏和肝脏中的低。

驱虫剂比抗生素的数量、种类要少得多。它们包括左旋咪唑和苯并咪唑,以及阿维菌素。苯并咪唑包括噻苯咪唑,它同时也作为植物的杀虫剂和食品防腐剂使用。化学方法被广泛用于这些物质在食品中残留的定量检测方法,成为国家监控计划的组成部分。它们是抗寄生虫制剂重要的亚类,许多人认为它们对于动物的良好管理很关键。

合成代谢制剂用于促进生长,它们包括激素和一些抗微生物制剂,后者用于抑制胃肠道中有害生物的生长。它们以很低的剂量添加到饲料中,并认为导致残留的可能性是很低的。激素类合成代谢制剂在欧盟已经禁止使用了。它们或是可以容易检测出来的合成物质,或是更难与动物产品中内源性激素进行区分的天然激素。用革命性的免疫学检测技术

检测合成激素残留，这被更多地用在运动员的兴奋剂检测中。

伴随着非法药物的出售和使用对消费者暴露于镇静剂和 β -受体激动剂残留可能性的检测在过去的20年内得到了加强。如果消费量很大，这些物质可能很快会对消费者产生直接的健康影响。现在已经采取有效措施保护消费者。持续的监测确保在食品中不发生这类物质的可检测污染（见，如VMD，1995）。

球虫抑制剂用于治疗和控制家禽和大型牲畜胃肠道中的球虫。建立球虫抑制剂残留检测的化学方法还需要做很多工作。

兽药残留在国内和国际的控制方式与农药残留有相似之处。FAO/WHO法典委员会于1986年举行了食品中兽药残留专门委员会第一次会议。它根据食品添加剂和污染物联合专家委员会基于毒理学的建议，提出设立最大残留限量。国家政府和以上提到的同样的国际组织（见1.2）已经用相似的方法来设定食品中兽药残留的标准，尤其是要评估控制条件下治疗动物时的动物组织药物残留数据，以及应用监控来评估消费者暴露于这些残留物质的数据。国家间的方法各有不同，就像农药残留一样，这种不同主要表现在法律的实施上。这就使得监测进口的动物产品与监测国内产品同等重要，尽管在超国家联盟如欧盟中，监测的重点是各国自己生产的产品而不是彼此的出口产品。

食品中兽药残留的来源要比农药残留有限得多。然而，动物废弃物含有的兽药残留污染环境，进而会污染到食品的可能性似乎没有引起足够的重视。至少在理论上，动物粪便中兽药残留和它们的代谢物能够导致土壤污染，进而随着施肥又污染农作物。

1.4 环境中稳定存在的化学物质

多氯联苯（PCBs；见1.2）和二噁英是这一类物质中研究最广泛的。PCBs曾经在工业中广泛应用，如变压器中的绝缘体。同时，它在自然界和人体脂肪中都是稳定存在的持久性污染物。理论上讲，它进入食品的途径包括：

- 通过动物源性食品将其从环境中带入到人体，尤其是那些具有高脂肪成分的食品（PCBs是亲脂性的）；
- 由于工业事故造成对食品和饲料的直接污染；
- 污染物从食品包装迁移到食品，就像其他化学物能够从食品包装迁移到食品中一样（见1.6）。

实际上目前很少有证据证明PCBs从包装迁移到食品（JFSSG，1999a），但有相当多的数据证明另两条途径能够造成食品中污染PCBs。事实上，通过追踪人体脂肪、乳汁和鱼中PCBs的历史残留数据可以描绘出其时间变化趋势。环境、食品和人体组织中的有机氯化物水平在以非常慢的速度逐渐下降。这与这些化合物稳定的化学性质是完全一致的。

对于PCBs同系物的每一种物质都已经做了大量的工作，以至于现在对这些物质的分析成为很常规的事情。这些物质的毒理学也被扩展，于是鉴定出了二噁英样PCBs（dioxin like PCBs），这大概是第一次将两大类主要食品污染物的毒理和其他性质拉得这么相近。

食品和环境中的二噁英在过去的20年中已经得到了广泛的研究（例见Steering Group

on Chemical Aspects of Food Surveillance, 1992a)。术语“二噁英”指的是多氯代二苯并-对-二噁英,在某些情况下也代表多氯代二苯并呋喃,这两种都是环境中普遍存在的污染物,在环境中很难降解。因为它们包含的物质种类多而且要求极低的检测水平,所以研究起来很困难。然而对多氯代二苯并-对-二噁英还是做了大量的监控工作,尤其是2,3,7,8-四氯代二苯并-对-二噁英(TCDD)。现在已经建立了一个毒性当量体系,这样就可以对这些化合物复杂的不断增长的毒性与监控结果进行比对。

目前的研究可以证实食品中的二噁英污染源要比最初我们声称的多得多,当时我们认为环境中的二噁英源头主要是焚化炉。事实上,目前我们知道二噁英的源头包括汽车尾气、家庭燃煤、生产使用有机化学物质和冶金加工业等。食品中的两类主要污染形式包括:空气沉积和淤泥传播,两种污染形式都会在农场发生。食品中的其他环境污染物包括许多的金属,以及由于工业生产中使用的大量有机化学物质和工业活动中的各种副产品。食品遭到金属污染可以有很多途径,包括环境和如罐装等其他来源。

食品中的金属的分析,如铅等,已开展了大量工作,所涉及元素实际上覆盖了元素周期表中很大部分。早期的金属研究工作确定的质量分析保证是食品中化学污染物监测的关键性工具,从而建立了毒理学标准用于确定监测的结果是否显示出对消费者健康构成危害。无论对食品添加剂还是食品污染物,这两种类型的方法现在都是最佳监测计划中的标准方法。

与食品中的金属物相比,食品中工业有机化学物残留的监测和其他研究工作都处于较早期的阶段。在大约50000种化学物质中,需要去识别出那些有可能污染食品并对消费者存在危险的物质。这决不是一项简单的工作。确定出这些化学物质需要考虑的因素顺序如下(Steering Group on Food Surveillance, 1988):

- 产量(例如,排除那些产量很小的化学物质);
- 使用模式;
- 释放到环境中的可能性;
- 在食物链中的稳定性;
- 经口摄入后的毒性。

1.5 加工污染物

预测食品在加工过程中会形成什么样的化学物质并可能会对消费者产生危害是很难的。但我们绝不能设想不存在这类物质,这里就有一些实例:

- 事实证明在酒精饮料、发酵食品和盐腌肉的加工过程中会形成一种名为N-亚硝胺的致癌物(Steering group on Chemical Aspects of Food Surveillance, 1992b);
- 致癌物多环芳烃会污染熏制食品(Bartle, 1991),尽管这些物质的主要膳食来源在英国已经很早就被发现了;
- 3-氯-1,2-丙二醇(3-MCPD)和氨基甲酸乙酯都是在食品加工过程中形成的不希望出现的两种污染物(JFSSG, 1999b; Food Standard Agency, 2000)。

每一种食品加工过程中形成的污染物都是在研究问题食品的时候偶然被发现,或是在研究环境化学污染物基础上发现的。因此还需要一个更加系统的方法来研究食品加工过程

的污染物。这并不是一项简单的工作，如果能实现的话，对这些污染物的研究将能够揭示怎样去研究食品加工过程中所产生的这类污染物，从而降低食品中污染物含量并保护消费者。

1.6 直接接触食品的材料和物品中的迁移物

邻苯二甲酸酯（见 1.2）和许多单体例如苯乙烯都用作生产塑料，早期的工作已经证实这类物质会从包装迁移入食品。过去的 30 年间在这方面做了大量的实际工作（Gilbert 1997），其中大多数是针对塑料的研究。在欧盟和美国已经对塑料制品采取了细致的控制措施。欧盟的控制措施在英国已经得到充分的实施（FCM Unit, 2000）。

来自其他包装材料的化学迁移现在还知之甚少。纸和木板已经受到监测，到目前为止已经有证据显示某些化学物质能够从中迁移到食品（例如，二异丙萘；JFSSG, 1999c），同时其他物质则不会发生迁移（如 PCBs；JFSSG, 1999a）。关于一些物质会迁移到食品而另一些化学物质则不会的原因，目前还不是十分清楚。这并不是因为食品与包装之间存在一个夹层，也不是因为化学迁移物的挥发性等物理特性不同。

现在已经进行了零星的其他类型食品包装材料如玻璃、木材、软木塞、涂层、黏合剂等化学迁移研究。现在，针对这些材料的一项联合的化学迁移物研究项目正在英国实施，这样就可以以一种连续的方式识别和处理存在的问题（食品接触材料和物品中的化学污染物工作组，1999）。

1.7 天然毒素

这里有三种类型：

- 微生物产生的毒素，这些微生物污染了食品或生产食品用的原料；
- 农作物产生的毒素（在某些情况下这种毒素至少能防止作物自身受昆虫侵害）；
- 食品动物摄入的毒素。

第一类包括由真菌和细菌产生的毒素。第二类包括了很大范围的可食用植物。第三类包括一小部分水产品毒素，大多数是由鞭毛虫藻类产生，它们通过食物链进入到我们的餐盘。这些藻类毒素和那些由细菌产生的毒素是不寻常的化学污染物质，因为它们会快速起作用。而大多数其他化学污染物，包括真菌毒素和农作物的天然毒素会经过一定的时间后发生作用。我们用去了更多的精力去研究这些能够使人急性中毒的物质而不是那些作用缓慢的植物或真菌，这也许并不奇怪。

实施良好农业操作规范以及通过认真处理食品在保护消费者避免食品中众多天然毒素中毒方面还是取得了一定的进展。例如，农作物轮作可以减少真菌毒素污染，同样保证储存的谷物和种子的干燥也可以发挥作用；而且在食品生产环节应用 HACCP 就更能避免细菌毒素的产生。保护消费者避免发生农作物中天然毒性物质中毒还需要更复杂的措施。植物育种可以降低毒素的水平，但也可能会提高它们的含量。因此，认真检测新的变异物种以及与其相关联的植物家族中的毒素，是应当采纳的一项重要措施。一些野生类型的植物食品，如马铃薯，含有很高的毒素（马铃薯中的茄碱），这些毒素经过一个多世纪的选

择育种已经降低了很多。消费者要求更“天然”的食品，从而与野生品种交叉耕作会导致食品中重新引入更高含量的毒性物质，这并不是不可能发生的。与此相类似，对付那些能够导致双壳类生物污染的“赤潮”藻类，其主要防线就是在近期采集的双壳类生物中检测其毒素含量。如果这种含量水平是不安全的，消费者就要被告知不要捕捞某些种类的甲壳类动物。对于水产品毒素全世界已经进行了大量的研究工作（Leftley and Hannah, 1998）。现在，应用这些以及其他有关天然毒素的信息来保护消费者是很重要的。

1.8 控制措施

正如上文所述，在许多情况中良好卫生操作规范对降低食品中化学污染大有帮助。总是采取复杂、昂贵的分析手段来降低食品化学污染物对消费者的暴露是没有必要的，尽管我们知道它们确实相当有用，并且在大多数情况下会给我们提供一条界线，超过这一边界就会出现一系列复杂的问题。

在这一章中，我们非常强调调查信息作为控制食品中化学污染物的信息源的使用。这已经帮助全球各国政府去处理这一问题。他们会发现监测不但会加强覆盖，而且会促使采取行动，关键是当问题出现的时候确保立即采取行动，主要选择方式如下（没有先后关系）：

- 控制人造污染物的供应和使用；
- 限制或减少污染源；
- 控制限量；
- 提出建议；
- 阻止被污染食品的供应。

正如 1.2 所述，所有这些措施都可用于农药。对天然污染物留下的可操作空间很有限，对其仅仅设定了很少几个限量，而各种建议反而使问题变得复杂。在建议和进一步的法定界限两个极端之间，大多数化学污染物至少可以通过采用上述 2~3 条选项得到控制。关键是要准确地确定问题是什么，然后采取最正确的措施。在许多情况下还需要做到竞争性因素（competing factors）间的平衡。例如，在降低熟肉制品中亚硝胺含量的同时，必须没有任何偏见地考虑到亚硝酸盐在抑制肉制品中肉毒梭菌污染上的保护作用，尽管亚硝酸盐是肉制品中亚硝胺的前体物质。

缓慢增长的食品中化学污染物国际限量清单，如果不是为食品生产者制定的，那么就为政府部门的控制工作提供了某些更多的灵活性。过去 10 年中，在委员会向 CAC 汇报和其他多边贸易协定中，国际程序得到相当大的发展，尤其是在南方共同市场（MERCOSUR Group，见 1.2）、EU 及澳大利亚 - 新西兰食品局中。这在很大程度上推动农药和兽药残留国际标准的认同性。食品中真菌毒素和金属限量的制定工作进展已经减缓。尽管欧盟和美国在塑料食品包装方面的研究比较领先，但食品包装中化学物迁移在全球的明确地控制工作必须认真开始着手进行。

食品法典委员会关于化学污染物的各委员会如下：

- 农药：农药残留法典委员会（CCPR）和农药残留联席会议（JMPR）；
- 兽药残留：食品中兽药残留法典委员会（CCRVDF）和食品添加剂和污染物联合

专家委员会 (JECFA);^①

● 其他化学污染物 (包括天然毒素): 食品添加剂和污染物法典委员会 (CCFAC)^② 和 JECFA。

这些法典委员会的秘书处以设在罗马的联合国粮农组织 (FAO) 为依托。JECFA 秘书处在日内瓦的 WHO 总部。

1.9 当今和未来发展趋势

食品中化学污染物的控制已经取得了一定的进展。如果目前在这一过程中存在关键点的话, 那就是其控制措施的国际间协调。1991 年英国代表团建议有必要建立污染物法典体系后, 食品添加剂和污染物法典委员会 (CCFAC) 正在积极建立食品污染物和毒素标准的通用法典 (见第 12 章)。这一标准加速了食品中污染物最高限量的使用, 也同时刺激了直接控制来源以降低污染物的一般性操作规范的工作。现在, 还需要在完成针对某些特殊污染物的意见书和标准上做更多的努力。目前, CCFAC 的注意力还集中在相对很少数量的污染物上, 值得一提的是几种研究的比较好的真菌毒素 (黄曲霉毒素、赭曲霉毒素、伏马菌素、玉米赤霉烯酮和展青霉素), PCBs, 二噁英和铅。事实上, 如果 CCFAC 在相应化合物的评估上不能取得进展的话, 这一个简短的清单也许会被证明实际上太长。在达成一致标准时的延迟会发出错误的信息, 使人们对于在不断增长的控制食品中化学污染物的争端过程中极富价值的法典标准的潜力发生疑问。

1.10 致 谢

向 Linda 致谢。

对食品标准局的同事和朋友以及曾给予帮助的其他人表示感谢。本章所表述的内容仅代表作者本人的观点。

参考文献

- BARTLE, K. D. (1991) Analysis and occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in food, in *Food contaminants: sources and surveillance*, publ. RSC, Cambridge, UK.
- FCM UNIT (2000) *Explanatory note on the legislation in Great Britain*, available from the Food Standards Agency, Room 216, P. O. Box 31037, London SW1P 3WG, Tel. No. +44 (0) 20 7238 6528, fax +44 (0) 20 7238 6124.
- FOOD STANDARDS AGENCY (2000) *Survey for ethyl carbamate in whisky*, Food Surveillance Information Sheet 2/00, available from the Food Standards Agency, Room 303b. P. O. Box 31037, London SW1P

① 译者注: 正确名称为 FAO/WHO 食品添加剂联合专家委员会 (FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives, JECFA)。

② 译者注: CCFAC 在 2007 年分为食品添加剂法典委员会 (CCFA) 和食品污染物法典委员会 (CCCF)。CCCF 负责这里提到的其他化学污染物 (包括天然毒素) 工作。

- 3WG, Tel. No. +44 (0) 20 7238 6245/6150, fax +44 (0) 20 7238 6330 or email: informationcentre@foodstandards.gsi.gov.uk.
- GILBERT J. (ed.) (1997) *Food packaging: ensuring the safety and quality of foods*, ed. J Gilbert, Food Additives and Contaminants 14, publ. Taylor and Francis, Basingstoke, Hants, UK.
- JFSSG (1999a) *Survey of retail paper and board food packaging materials for polychlorinated biphenyls (PCBs)*, Food Surveillance Information Sheet 174, available from the Food Standards Agency, Room 303b, P. O. Box 31037, London SW1P 3WG, Tel. No. +44 (0) 20 7238 6245/6150, fax +44 (0) 20 7238 6330 or email: informationcentre@foodstandards.gsi.gov.uk.
- JFSSG (1999b) *Survey of 3-monochloropropane-1, 2-diol in soya sauce and similar products*, Food Surveillance Information Sheet 187, available from the Food Standards Agency, Room 303b, P. O. Box 31037, London SW1P 3WG, Tel. No. +44 (0) 20 7238 6245/6150, fax +44 (0) 20 7238 6330 or email: informationcentre@foodstandards.gsi.gov.uk.
- JFSSG (1999c) *Diisopropylnaphthalenes in food packaging made from recycled paper and board*, Food Surveillance Information Sheet 169, available from the Food Standards Agency, Room 303b, P. O. Box 31037, London SW1P 3WG, Tel. No. +44 (0) 20 7238 6245/6150, fax +44 (0) 20 7238 6330 or email: informationcentre@foodstandards.gsi.gov.uk.
- LEFTLEY, J. W. and HANNAH, F. (1998) *Phycotoxins in seafood*, pp. 182-224 in *Natural toxicants in food*, CRC/Sheffield Academic Press, ed. D. H. Watson, ISBN 1-85075-862-X.
- STEERING GROUP ON CHEMICAL ASPECTS OF FOOD SURVEILLANCE (1992a) *Dioxins in food*, Food Surveillance Paper No. 31, publ. HMSO, London.
- STEERING GROUP ON CHEMICAL ASPECTS OF FOOD SURVEILLANCE (1992b) *Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds in food: second report*, Food Surveillance Paper No. 32, publ. HMSO, London.
- STEERING GROUP ON FOOD SURVEILLANCE (1988) *Food surveillance 1985 to 1988*, Food Surveillance Paper No. 24, publ. HMSO, London.
- VMD (THE VETERINARY MEDICINES DIRECTORATE) (1995) *Annual report on surveillance for veterinary residues in 1995*, publ. VMD, Weybridge, UK.
- WATSON, D. H. (1993) Preface to *Safety of chemicals in food: chemical contaminants*, Woodhead Publ., Cambridge, UK, ISBN 0-13-787862-1.
- WORKING PARTY ON CHEMICAL CONTAMINANTS FROM FOOD CONTACT MATERIALS AND ARTICLES (1999) *Review of current research projects*, available from the Food Standards Agency, Room 216, P. O. Box 31037, London SW1P 3WG, Tel. No. +44 (0) 20 7238 6528, fax +44 (0) 20 7238 6124.