

全国高等学校食品质量与安全专业适用教材

# 食品环境学

主 编 张建新 沈明浩

图书在版编目(CIP)数据

食品环境学/张建新,沈明浩主编. —北京:中国轻  
工业出版社,2006.9

全国高等学校食品质量与安全专业适用教材

ISBN 7-5019-5573-5

I. 食... II. ①张...②沈... III. 食品工业—环境  
科学—高等学校—教材 IV. TS201.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第097340号

责任编辑:马妍

策划编辑:李亦兵 责任终审:劳国强 封面设计:王佳茸

版式设计:马金路 责任校对:李靖 责任监印:胡兵 张可

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:印刷厂

经销:各地新华书店

版次:2006年9月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:19

字数:433千字

书号:ISBN 7-5019-5573-5/TS·3233 定价:35.00元

读者服务部邮购热线电话:010—65241695 85111729 传真:85111730

发行电话:010—85119817 65128898 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读者服务部联系调换

60275J4X101ZBW

# 食品质量与安全专业教材编写委员会

主任	西北农林科技大学	杨公明教授
副主任	湖南农业大学	夏延斌教授
	哈尔滨商业大学	马兴胜教授
	江苏大学	董英教授
	东北农业大学	刘宁教授
	河北科技大学	陈辉教授
	杭州商学院	邓少平教授
委员	北京农学院	艾启俊教授
	西南农业大学	陈宗道教授
	南京农业大学	董明盛教授
	云南农业大学	葛长荣教授
	中国农业大学	何计国副教授
	南京经济学院	鞠兴荣教授
	莱阳农学院	姜连芳教授
	华南理工大学	李汴生教授
	大连轻工业学院	农绍庄教授
	上海水产大学	宁喜斌副教授
	江南大学	钱和教授
	天津科技大学	阮美娟副教授
	吉林大学	孙永海教授
	吉林农业大学	沈明浩副教授
	浙江大学	沈建福副教授
	陕西科技大学	宋宏新教授
	中国海洋大学	汪东风教授
	郑州轻工业学院	王岁楼教授
	山西农业大学	王如福教授
	北京联合大学应用文理学院	张波教授
	河北农业大学	张伟副教授
	海南大学	易美华教授
	广西大学	文良娟副教授
	江苏大学	赵杰文教授
	中国海洋大学	林洪教授
秘书长	西北农林科技大学	樊明涛教授

# 《食品环境学》教材编写委员会

主 编 西北农林科技大学食品科学与工程学院 张建新  
吉林农业大学食品工程学院 沈明浩

副 主 编 河北科技大学生物科学与工程学院 高文惠  
西北农林科技大学食品科学与工程学院 席美丽  
内蒙古农业大学生态环境学院 刘瑞香  
郑州轻工业学院食品与生物工程学院 申瑞玲

参编人员 西北农林科技大学资源环境学院 毛 晖  
吉林农业大学食品工程学院 任大勇  
内蒙古农业大学生态环境学院 崔向新  
中国药科大学药学院 王岁楼

# 前 言

环境科学已经成为 21 世纪科学研究关注的热点。人口、资源、环境和发展依然是当今社会面临的四大重点问题。由于信息、新能源、新材料和生物科学技术的迅速发展,已经或正在改变着人类生存繁衍的环境,也给环境科学带来诸多新课题和新任务。在人类食物链安全性面临着严峻挑战的形势下,在环境科学、农业环境科学不断发展的基础上,产生了一门新学科——食品环境学。国内外复杂的食品质量与安全问题和人类物质生活水平的提高,使得全球考虑食品质量与安全控制问题的范围涉及了环境科学和农业环境科学的基本内容,没有环境的安全就谈不上食品的安全。无公害食品、绿色食品、有机食品实施的“从农田到餐桌”的全程质量控制管理,就是从食品所处的环境状况出发来解决食品安全问题的重要技术措施。

食品质量与安全专业作为一个新专业,教材建设是一项重中之重的工作。为解决教材急需,由中国轻工业出版社和西北农林科技大学共同发起组织全国 38 所院校的食品学院(系)的专家教授编写了第一套食品质量与安全专业适用教材,《食品环境学》就是其中之一。2006 年 4 月 9 日~11 日在陕西杨凌召开了《食品环境学》教材编写工作会议,会议对编写大纲进行了深入的讨论,最终形成结构合理、逻辑性和趣味性兼具的《食品环境学》教学体系。

《食品环境学》共八章。第一章绪论,主要介绍国内外食品环境概况和食品环境学的研究对象、方法和主要任务;第二章主要介绍环境科学基础知识和生态系统;第三章主要介绍环境与食品原料的关系;第四章主要介绍环境污染与食品安全的关系;第五章主要介绍食品加工环境与食品安全的关系以及食品加工环境的监测;第六章主要介绍食品工业环境保护以及废弃物的综合利用途径;第七章主要介绍我国食品生产环境标准以及认证管理,重点介绍 ISO 14000 环境质量管理体系;第八章主要介绍食品环境质量评价体系及其评价方法、风险分析等。第一章由张建新编写,第二章由毛晖编写,第三章由席美丽编写,第四章由沈明浩编写,第五章由申瑞玲、王岁楼编写,第六章由任大勇编写,第七章由高文惠编写,第八章由刘瑞香、崔向新编写。全书由张建新统稿并审校。

由于食品环境学是一门新兴学科,涉及到环境科学、社会科学和食品科学与工程相互交叉和渗透,是一个复杂的学科体系。本教材在我国属首次编写,可参考的文献和资料数量有限,教学大纲还有待于今后教学实践过程中不断完善,在书中难免有论述不妥的地方,恳请同行和读者批评指正。

本教材在编写过程中依据环境科学和农业环境科学的基本原理与方法,以食物链的组成和结构以及食品安全性为出发点,紧密结合食品原料生产和食品加工环境的特点,注

重继承、发展及理论与实践相结合,具有明显的系统性、实用性和逻辑性。同时,编者还参考了国内外有关专家学者关于环境科学方面的论著,对本教材的形成有重要启发,开拓了编写思路,对此表示衷心的感谢。本教材的出版得到了中国轻工业出版社、西北农林科技大学教务处、西北农林科技大学食品科学与工程学院等单位的领导和同行们的大力支持和帮助,在此表示深深的谢意。

本教材适用于食品质量与安全专业,也可以作为食品科学与工程专业的本科生、研究生和食品质量与安全管理部门技术人员以及食品加工企业等相关人员的参考书。

编 者

2006年6月8日于陕西杨凌

# 第一章 绪 论

自从人类诞生以来,自然环境为人类提供了丰富多彩的物质基础和活动舞台。随着科学技术和现代工业的不断发展,人与自然环境的关系又一次发生了巨大的变化,人类利用自然环境的足迹遍布全球,甚至到遥远的太空,人类已经成为主宰全球生态系统的一支重要力量。但是,人类在开发、利用、改造自然环境的同时,也给自然环境带来了一定的负面影响,以至于导致“公害”的发生。20世纪以来,人类就面临着“公害”的威胁,教训深刻,损失惨重。进入21世纪后,环境污染对食品安全的影响更加严峻,据世界卫生组织(WHO)统计,全球每年有多达几十亿的食源性疾病案例发生,2000年因食品和饮用水污染引起的腹泻就造成210万人死亡,其中绝大多数是儿童。即使在发达国家,有30%的人口每年至少发生一次食源性疾病。在美国每年有高达7600万例食源性疾病发生,导致32.5万人入院治疗,5000人死亡,而直接的化学污染物引起的食物中毒超过食物中毒总数的6%。可见,研究环境因素对人类的危害程度及其防控技术,建立以食品环境学为核心学科的食品安全控制技术是今后解决食品安全问题的主要措施。

## 第一节 食品与环境

### 一、人类与环境

环境是一个非常庞大复杂的体系,通常所说的环境是指与某一中心事物有关的周围环境,一般来讲环境科学是以人或人类为中心事物,其他生物和非生命物质被认为是环境要素,即人类生存环境。人类生存所需的能量均来自于生存环境,其源泉则是太阳能,太阳将能量给予地球,通过环境要素中植物的光合作用直接或间接地将这种能量转变成食物,给人类的生存和繁衍提供基本条件。在不同的场合,环境的含义会有一些差异。通常把大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动植物、名胜古迹、风景旅游区、自然保护区、生活居住区、城市和乡村等称为环境。

据估计,原始土地上产生光合作用的绿色植物及其供养的动物只能为1000万人提供食物。随着人类对环境的利用和改造、对自然灾害的控制、土壤的改良、野生动植物的驯化、优良品种的培植、化肥和农药的施用以及现代农业机械化的实现,地球为几十亿人提供了食物。由此可见,人类是通过生产和消费活动从自然界获取生存资源的,然后将经过改造和使用的自然物和各种废弃物返还给自然界,从而参与了自然界的物质循环和能量流动过程。人类不断地改变着地球环境,而且,社会生产力水平越高,人类对环境的作用

就越大。然而,人类在改造环境的过程中,地球环境则仍以固有的规律运动着,不断地反作用于人类,因此就产生了环境问题。所以说,人类对环境的利用和改造不是无限度的,人类征服自然界的能力越强,环境的反作用便越大,结果是环境问题越明显且危害越大。

事实上,环境问题在古代就有了。西亚的美索不达米亚、中国的黄河流域,都是人类文明的发祥地。由于人们大规模地毁林垦荒,又不注意培育林木,造成严重的水土流失,以致良田美地逐渐沦为贫瘠土壤。近代由于科技的迅速发展使得环境问题的恶化更加严重,一系列诸如气温上升、生物多样性减少、资源耗竭、臭氧层破坏、酸雨等全球性环境问题,就是人类不考虑环境承受力而大肆开发所造成的后果,这些问题继而引起了与人类健康直接相关的食品安全性问题。人类科学技术进步和物质文明的发展,确实给社会和经济生活带来了昌盛,但是也带来了越来越严重甚至危害越来越广泛的环境问题,如果不及时采取措施人类将面临灭绝的危险命运。

人类社会的发展使环境中的物质得到了充分的利用,但同时,也使环境遭到破坏。人类利用科技手段不断改造环境,以提高人类的生存质量,但不加控制的开发和不考虑后果的利用将会产生更大的负面效应,土地沙化造成水土流失,可耕地和森林覆盖率急剧减少,对人类健康有害的污染物质随处可见,这些对人类安全造成极大的危害。空气、水、食物等人类生存必需条件都被人类自己制造出的有害物质包围着,所以保护环境和保证食品安全已经是我们不可推脱的责任,是人类延续的必要条件。

随着社会生产力的迅速发展,人口的急剧增长,人类社会活动的规模不断扩大,向自然索取的能力和对自然环境干预的能力也越来越大,资源消耗和废弃物排放大量增加,加上人们认识上的局限性,致使环境问题越来越严重,污染事件频频发生,对人类生命和财产安全以及社会经济秩序的秩序构成了严重威胁。从下文的世界著名公害事件中,我们可以对环境污染的危害和发展略见一斑,这些震惊世界的公害事件,充分说明了环境问题的严重性和危害性。令人担忧的是,全世界环境污染范围越来越大,危害越来越严重。

食品环境目前还没有一个权威的概念,但有关研究早已涉及到这一领域,如化学肥料对小麦品质的影响,废弃物在农业生产中的应用。我们可以从食品原料的生产环境和食品加工、包装、运输与流通环境两个方面去理解食品环境。原料的生产环境是指原料的产地环境条件(土壤、大气、水质)和设施农业条件(日光温室、设施养殖)以及农业生产资料投入品(化肥、农药、农膜)等对农产品有显著影响的环境因素的总和。食品加工环境是指食品加工和流通过程中环境因素的总和。食品加工环境因素包括加工场地的环境卫生与布局、人员卫生状况与管理、生产用水、加工设备环境等。食品环境囊括了自然环境和社会环境两个方面的内容。

目前世界上的人口已经突破了 50 亿,并且正在以每年 1.7% ~ 1.8% 的增长率提高。预计到 2030 年我国人口将达到 16 亿,人均耕地将由现在的  $0.11\text{hm}^2$  下降到  $0.067\text{hm}^2$ ,巨大的人口压力和人们对食品日益增长的需求,必然要对环境资源进行深度开发,如何使

人类社会继续发展而对环境的破坏降低到最小已成为今天环境科学研究的一大课题,也是摆在全人类面前的一大难题,保护环境也就成为更加紧迫的任务。

为了促进世界环境保护运动的发展,联合国人类环境会议把每年的6月5日确定为世界环境日。从1974年起,联合国环境规划署在每年的6月5日都要进行各种各样的盛大纪念活动,并且每年纪念活动都有一个主题,例如,水——生命的重要源泉(1976年);保护地下水和人类食物链,防止有毒化学物污染(1981年);管理处理有害废弃物、防止酸雨破坏和提高能源利用率(1983年)等都与食品环境有关。

## 二、食品安全与环境污染

食品安全有两个方面的含义,一是一个国家和社会的食物保障(food security),即食物安全;二是食品有毒有害物质对人体健康的公共卫生问题(food safety),即食品安全。在我国常用的名词“食品卫生(food hygiene)”与食品安全几乎为同义词。在食品环境学中所涉及的食物安全通常是指 food safety。

食品安全与环境污染已经成为影响广泛而深远的全球性和社会性热点问题。一方面,随着科技和物质文明的进步和发展,使人类的食物结构和食品需求发生了巨大的变化;另一方面,环境污染对食物链的影响和破坏,严重威胁着人类的健康和生命安全。食品安全性已经成为消费者选择食品的首要标准。在世界范围内不断出现的食品安全事件如:英国的“疯牛病”事件,比利时的“二噁英”事件,日本的 O157 事件以及亚洲的“禽流感”事件和欧洲的“口蹄疫”事件等,国内发生的毒米、毒油、瘦肉精、苏丹红、“大头娃娃奶粉”等事件,另据 WHO 估计,全球 5 岁以下儿童约有 15 亿人次发生食源性致病菌疾病,120 多万人死亡。全球食品安全形势不容乐观。

目前,食品的质量与安全状况是我国食品国际贸易的“瓶颈”。十一届三中全会以来,我国农业经济已进入一个新的发展阶段,人民生活实现从温饱步入小康的新阶段,人们对“安全、放心”食品需求越来越高。食品工业出现了建国以来前所未有的高速发展,总产值突破了 10000 亿大关,食品资源丰富、应有尽有。食品质量安全问题与日俱增,食物中毒和伤亡事件时有发生。2001 年吉林省十几所学校近 1100 名学生因食用劣质豆奶导致 60% 学生中毒;2001 年 2 月,新疆建设兵团一学校食堂因农药污染食物发生 119 人中毒;2001 年 11 月北京 14 人因食用含有“瘦肉精”的猪肝而中毒;2003 年 3 月 22 日,西安市临潼区发生特大食物中毒事件,44 人因饮用了一农户家自产的散装鲜牛奶中毒;2004 年初我国广西、湖南、新疆等地出现禽流感,引起社会各界的普遍关注。

民以食为天,食以安为先。“今天我们应该吃什么?”这个简单而复杂的问题引起了政府和人民群众的高度关注,这是食品安全问题对人类生存的巨大挑战,强化食品环境管理势在必行。严重的环境问题,环境污染因素正成为威胁食品安全的主要原因之一,这在人们的思想上引起了较大危机。环境污染的加剧使全球气候变暖、生物多样性减少、水土

流失和臭氧层的破坏,以及农业生产过程中,农药、化肥、农用塑料薄膜等过量使用而导致的“白色污染”问题和农产品食品质量与安全问题,已经引起了世界各国政府的高度重视和消费者的极大关注。

1993年英国科学家 C. E Fisher 研究发现现代食品安全问题主要包括 6 大因素,如图 1-1 所示,由图 1-1 可以看出:有 4 大食品安全问题因素与环境直接或间接相关,其中环境污染物和人为加入食物链的有害物质(包括农药、过量化肥和激素以及食品添加剂)为两个主要因素,与环境直接相关,环境中的微生物致病和自然毒素与食品安全间接相关。

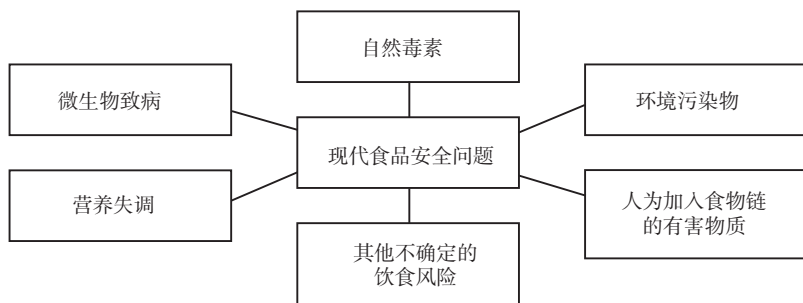


图 1-1 现代食品安全问题因素与环境的关系

食品作为环境中的物质、能量交换的产品,其原料生产、加工、流通以及消费等是在一个完全开放的系统中进行的,从某种意义上来说,环境对食品安全有着直接的影响,也就是说食品安全性与环境的安全性密不可分。

在食品的生命周期链中,每个环节都可能产生环境因素而导致食品不安全。但食品安全是一个相对的概念,我国古训有“病从口入”的说法,但食品中有害有毒物质能否对人体产生危害,其对人体的危害程度,取决于有毒有害物质的种类和数量。而环境因素对食品安全的影响也是一个相对的概念,在食品生命周期链中,环境因素作用于食品安全的程度在不同链节或形态上存在着本质区别或差异,也就是说同一种环境因素在食品原料生产环节和食品加工环境对食品安全的影响是不尽相同的。

目前,对环境因素如何影响食品安全问题的研究,多集中在技术层面上的某种环境污染物对食品安全的影响,主要表现在农药残留量、化肥残留量、污水灌溉、饲料污染、重金属污染、微生物污染等通过食物链进入食品从而导致的食品污染影响人体健康的方面,虽然这些研究是十分必要的,也确实能够在一定范围内解决问题,但难以从事物的本质上帮助我们解决实质性的问题。这就需要一个把环境对食品安全的影响作为一个独立的范畴加以研究的学科——食品环境学。

食品环境学就是在这种背景下,从环境科学和农业环境科学的基础上分化发展而诞生的,它是食品科学、环境科学和社会科学相互交叉的一门新兴学科。食品环境学揭示食品与环境之间的相互影响、相互依存关系和内在规律。当前,环境与发展是世界各国普遍

关注的重大问题,食品环境学在食品质量与安全研究中具有重要的地位,是有效确保食品质量与安全的关键学科之一。

### 三、食品与环境之间的关系

食品与环境的关系也是一个极其复杂的系统。在探讨两者之间的关系时,应分别对食品资源环境、食品原料生产环境和食品加工环境三个部分来研究它们的相互关系,这样有助于把握食品与环境之间的内在联系。

#### 1. 食品资源环境

食品资源环境主要指的是大气环境、水体环境和土壤环境以及放射性环境等自然环境条件。食品资源所处自然环境状况直接与食品质量安全相关。人们在开发食品新资源的同时,应该考虑并研究这种资源的开发对我们的生存环境有什么影响,会对我们子孙后代有何影响。

社会经济的历史与实践充分证明,环境问题一直伴随着人类活动而存在,并随着人类活动的发展而发展,人体通过新陈代谢不断地与周围环境进行着物质和能量的交换,如吸收氧气,呼出二氧化碳,摄取水和食物来维持人体的生长发育所需要的养料,这是人体物质组成与环境物质组成具有一致性的根本所在。人体与环境的物质和能量交换过程主要依赖于人与资源环境之间的复杂的食物链来实现。因此,在很大程度上,这种食物链的平衡关系主要靠食品资源环境来维持。谚语“一方水土,养一方人”、“靠山吃山”就充分说明人对食品资源环境的依赖性,或者说食品资源环境决定人的生存方式。

#### 2. 食品原料生产环境

食品原料生产环境是指食品生产要素投入的资源环境,如土地质量、灌溉用水、大气排放污染物的数量等。食品原料生产与环境之间的关系,既相互依存,又相互影响,是一个对立统一关系。也就是说原料生产环境对食品质量安全的影响具有两重性,环境对食品原料生产既有有利的一面,也有不利的一面。

首先,有利的一面,如国酒茅台,只有在贵州茅台酒厂的水和自然条件下才能生产出来,换一个环境就不能生产出同样的美酒。用榆林有名的“桃花水”生产出来的豆腐,香味和质地堪称陕北一绝,有个传统的说法,榆林的豆腐可以用绳子绑起来称都不会出现落地的情况,这可能有些夸大,但榆林的豆腐品质确实好。还有,如新疆的库尔勒香梨、陕西渭南的苹果、延安的小米、陕南的紫阳富硒茶、吉林长白山的人参、安徽的砀山梨等都与其生长环境休戚相关。

其次,不利的一面,如在陕西省咸阳市长武县东北部,由于饮水质量差,那里的人大多数出现大骨节病和克山病(因缺硒),个子仅有1.4m左右。世界上许多国家都不同程度地出现碘元素过少而引起的地方病,这种病称为碘缺乏病,我国流行范围也较广。这些所谓地方病的出现均与当地环境条件有直接关系。

在一定的生态环境条件下,生长的植物对这一生态环境条件具有极大的依赖性。如陕西关中是国家优质小麦生产基地,在这里培育成功的小麦品种,只可以在黄淮流域推广。如小偃6号小麦种植在黄淮流域地区其蛋白质含量为16%左右,品质优良,而同样的品种种植在云贵高原,其蛋白质含量会下降3%左右,环境对小麦品质具有明显的影响。我国南方有一种水果叫稠梨,其果实中含有一种芳香性物质,具有显著的驱蚊作用,但是当其移植到北方这种芳香性物质就会失去。甚至在同一个环境条件下,不同植物之间也存在着相生相克作用或化感作用,如蒿(*Artemisia*)、桉(*Eucalyptus*)、鼠尾草(*Salvia*)在其生长环境周围会出现裸地,主要是由于它们向周围环境释放单萜和倍半萜类物质的结果;西瓜连茬种植也会出现对后茬生长的致命性影响,这与西瓜根系分泌物有直接关系。

近几年来,人们崇尚“纯天然”、“绿色”、“无公害”、“有机”食品的环境概念达到了极高的境界,实际上真正的“纯天然”、“绿色”、“无公害”、“有机”食品一定要通过认证给予确认。这是由于土壤环境背景值如有毒有害物质的含量,会在植物体内富集,所产生的有毒有害物质直接影响农产品的质量与安全。实际上天然的食品毒素广泛分布于动植物体内,因此,我们所说天然的并不一定都是安全的。

### 3. 食品加工环境

我们得到了一个安全的加工原料,如何确保原料在加工过程中,既保持原有的营养价值,又不被加工环境所污染,这是对食品加工环境和管理的最基本要求。对加工环境的影响因素主要有:

①加工用水是食品加工的一个关键因素,如在各种饮料、酒类的生产中其作用最为显著。同时加工污水的处理应达到国家环境保护标准的要求。

②加工厂的建设布局应按照食品卫生规范进行,消毒处理、人员健康应满足规范要求,否则就会对产品带来危害。

③加工工艺选择应满足生产产品的安全需要,加工环境应有防鼠、防虫、防蚊蝇的设施,关键部位应设有消毒设备,并对消毒设备进行定期的消毒效果检查,确保正常运行。

④大气环境也是影响加工产品安全的一个重要因素,进入特殊车间的空气也应有一定的处理措施。

⑤包装、运输和贮存环境对产品的影响也是十分显著的。虽然在加工过程前期进行消毒等方面有效的控制,若后期不能有效地控制包装和运输的环境,对产品安全的影响比前期更严重,这是因为这些食品即将进入销售环节,不久就会进入消费者手中,一旦出现问题就很难控制。

我国食品市场准入制度对食品加工环境有明确的规定,有关质量标准规定非常详细,特别强调了产品质量检测手段的必要性,这些都是从食品加工环境等方面,确保食品安全的重要手段。

通过上述内容,我们了解到环境对农产品生产以及食品质量与安全有着重要的影响。为了进一步阐述食品与环境的关系,从食物链系统来分析会更加准确地把握其实质,现代人类食物链通常可以分为自然链和加工链两个部分,如图 1-2 所示。

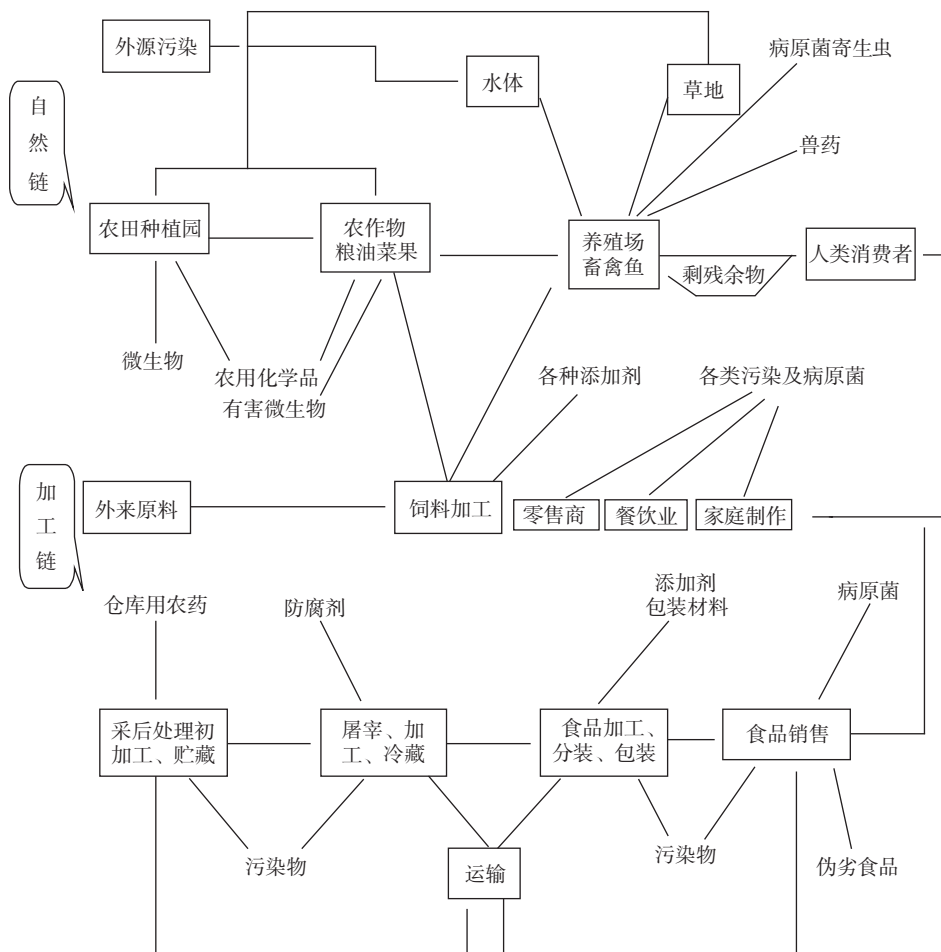


图 1-2 人类食物链示意图

从图 1-2 自然链部分来看,如果在种植业生产有机肥的收集、堆制施用等过程中没有严格的卫生管理,会使多种侵害人类的病原菌、寄生虫有机会进入农田环境、养殖场和养殖水体,进而进入人类食物链。滥用化学合成农药或将其他有害物质通过施肥、灌溉或随意倾倒等途径带入农田,可使许多合成的、难于生物降解的有毒化学成分在食物链中富集起来,构成人类食物中重要的危害因子。如果忽视动物保健及对有害成分混入饲料的控制,可能导致真菌毒素、人畜共患病原菌、有害化学物质等大量进入动物产品,给消费者带来致病风险。滥用兽药、抗生素、生长激素等化学制剂或生物制品,会

使畜产品中微量残留在消费者体内长期积累超量,产生不良作用,尤其可能对儿童造成严重后果。

从图1-2加工链部分来看,现代市场经济条件下,蔬菜、水果、肉、蛋、奶、鱼等应时鲜活产品及其他易腐食品,在其贮藏、加工、运输、销售的多个环节中如何确保不受危害因子侵袭而影响其安全性,是经营者和管理者始终要认真对待的问题。食品加工、包装中滥用人工添加剂、包装材料以及恶劣的加工环境,也是现代食品生产中新的不安全因素。在食品送达消费者餐桌的最后加工制作完成之前,清洗不充分、病原菌污染、过量使用添加剂、高温煎炸烧烤等,也会使一些新老危害因子一再出现,形成新的饮食风险。由上可见,影响食品质量安全的危害因子,可能产生于人类食物链的不同环节上,其中某些有害物质成分特别是人工合成的化学品,可因生物富集作用而使处在食物链顶端的人类受到高浓度有毒有害物质的危害。认识处在人类食物链不同环节的可能危害因子及其可能引发的饮食风险,掌握其发生、发展、迁移与转化的规律,是有效控制食品安全性问题的基础。

## 第二节 食品环境学的研究内容、对象及方法

### 一、食品环境学的研究任务

食品环境学的基本任务是利用环境科学、农业环境科学的理论与技术成果来揭示“食品—环境—人类”系统的本质联系,研究该系统结构要素之间的相互关系,掌握它的发展规律,调控食品与环境之间物质能量交换过程,合理利用环境资源,生产出安全优质的食品,造福于人类,促进食品加工业可持续发展。因此,食品环境学首先是研究环境条件对食品质量安全的直接或间接影响并探讨预测最佳食品质量安全对环境因素的要求;其次是研究在食品加工过程人类对环境和食品质量安全的影响,提出人类在食品生产加工过程中必须遵循的活动准则,确保食品工业可持续发展。

就目前食品安全与环境这一热点问题而言,食品环境学的主要任务有三项:

(1) 了解环境变化对食品质量安全的动态影响及其变化趋势,揭示“食品—环境—人类”三者之间的固有的内在规律,并探讨它们之间的相互发展关系,避免环境条件变化对食品质量安全的不良影响,使人类能够生产出安全、优质、美味的食品,满足人类生存与发展的需要。

(2) 研究食品加工与人类活动的关系,系统协调社会经济发展对食品供给的要求,保持人类、社会经济和环境的协调发展,为人类正常、健康的生活和社会活动服务。

(3) 研究不同来源的食品污染物对人体健康的危害及其作用机理,并提出食品污染物防治的技术与途径,为国家实行食品环境区域综合治理与环境管理提供依据。

## 二、食品环境学的内容和特点

### (一) 食品环境学的内容

食品环境学是一门新学科,研究内容涉及范围广泛,综合目前环境科学与农业环境科学的研究现状,食品环境学是研究不同食品环境质量变化规律的科学,它重点研究食品安全性与环境质量之间变化的起因、过程和转化、后果,并提出解决问题的技术措施和方法途径。这是食品环境学研究的核心内容之一。

食品环境学的研究内容主要有以下几个方面:

(1) 食品环境质量的基础理论 控制改善食品环境的原理、方法与技术;食品环境质量综合评价体系与危险性分析;不同类型污染物在环境和食品加工过程中迁移、转化、消长规律;生态、环境与食品内在关系与相互作用;环境自净化能力的研究与利用;不同类型食品对加工环境的要求等。

(2) 食品环境污染控制与防治 食品环境质量综合治理措施;不同食品污染物的净化处理技术;合理开发利用和食品资源保护;区域食品生产环境保护与整治技术等。

(3) 食品环境监测与分析技术 水质分析技术;工业“三废”监测技术;食品加工厂环境监测技术;有毒有害污染物如农药残留量、重金属元素等检测技术。

(4) 食品污染与人体健康的关系 农药污染、重金属元素污染、肥料过量污染、环境富集元素的污染、工业废物污染等的生物效应以及对人体危害的程度与防治措施。

(5) 食品加工废弃物的处理与再利用 不同食品加工厂废物的处理和再利用问题,如果渣、醋糟、酒糟等的处理和再利用。

### (二) 食品环境学的特点

#### 1. 综合性

食品环境学是研究食品安全与环境关系的科学,是食品科学、环境科学与社会科学交叉形成的一门新学科,通过对食品安全与环境之间关系的探讨,揭示食品与环境之间相互影响相互依存的规律。它是一门综合性很强的学科,要解决的问题均具有综合性的特点。特别在进行具体课题的研究时,必然体现出跨学科、多学科交叉和渗透的特性,需要应用其他科学的理论和方法,但又不同于其他学科。

#### 2. 整体性

联合国人类环境会议秘书长组织 58 个国家的 152 位科学家编写的《只有一个地球》一书,把环境问题作为一个整体研究的例证,因为,人类只拥有一个地球。整个地球的前途命运与人类息息相关。该书从社会、经济和政治的角度探讨了人类环境问题。不仅从最明显的环境污染问题,而且还把人口增加问题、资源的浪费、工业技术的影响、发展的不平衡以及世界、区域范围的城市化困难等作为整体,来探讨研究环境问题。我国从 20 世纪 90 年代起,国家环境保护总局开始进行生态省、生态市、生态县建设,提出了一整套的

技术体系和具体指标,把环境问题与社会经济、人类文明、资源利用、环境保护等有机结合起来,促进了环境问题的有效解决。这是其他科学所不能代替的,大到整个宇宙,小到一个国家、地区或者一个工厂,都要从一个整体性角度来考虑和研究环境问题。食品环境学研究整个食品原料生产和加工过程的问题,而其他科学研究一般仅仅研究某一具体问题的某一方面,如食品工艺仅考虑工艺改进问题,对环境的影响则考虑的相对比较少。整体性是食品环境科学不同于其他科学的一个显著特点。

### 3. 实践性

食品环境学是人类进行食品生产和加工过程中对环境质量要求和食品加工对环境的相互影响而逐渐发展起来的,食品加工一刻也离不开环境,食品质量的优劣与环境的关系十分密切。离开了实践,食品环境学将会成为无本之木、无源之水。因此,实践性是食品环境学一个显著特点。就我国环境科学而言,其研究领域和内容,没有一个离开实际问题,都是从人类生活的需要出发而产生。如我国水土流失、湖泊富营养化、大江大河的污染治理问题,城市生态问题,大气环境质量问题,环境污染与人类疾病的问题,自然资源的合理利用和保护问题,无公害食品产地环境问题等都是环境科学研究的重要领域。

### 4. 理论性

食品环境学的理论基础属于环境科学的范畴,其三大任务是非常明确的,主要揭示事物的发展规律和机理问题。其理论的发展会促进食品环境问题的有效解决,并更好地指导实践工作。

## 三、食品环境学的研究对象与研究方法

### (一) 研究对象

我国国家自然科学基金指南指出,环境科学的研究对象是人类环境的质量结构与演变。环境科学的研究对象范围非常大,而食品环境学的研究对象与环境科学、农业环境科学的研究对象有着相似之处,但在研究范围和主要问题方面又存在着一定的差异。综合来看食品环境学的研究对象主要包括食品环境与人类之间的关系,环境变化对食品安全的影响等。同时,食品环境学还研究人类社会经济发展对食品环境的影响。

### (二) 研究方法

#### 1. 生态学方法

联合国科教文组织(UNESCO)在确定1973—1978年事业发展规划时,在《人与生物圈》中提出了用生态学的方法来研究人与环境之间的相互作用,特别是预测人类活动对环境的影响和变化了的环境对人类自身的影响。生态学方法中比较常用的是生态模拟。在实际研究工作中获得有关生态数据和资料,通过建立生态模型对实际问题进行概括和总结,以揭示问题的本质,指明研究方向,再进行实际模拟实验和预测。生态学研究已经

建立了许多符合实际情况的生态模式,近几年来农业生态模式研究就已提出了 300 多种,有的取得了显著的经济效益和社会效益,为生态学的发展提供强有力的支撑。利用生态学方法研究食品环境学问题是一个非常有效的方法,在无公害农产品和有机食品以及绿色食品的开发中都采用了生态学方法,该方法避免了污染物对农产品、食品的危害,提高了食物链的安全性。据初步统计,经过 5 年生态县建设工程,我国 100 多个生态农业试点县的生态环境得到了较大改善,土壤沙化和水土流失明显减少,其中土壤沙化治理面积达到 30.5 万  $\text{hm}^2$ ,治理率为 60.5%,水土流失治理率达到 73.4%,林草覆盖率平均提高 3.7 个百分点。

## 2. 系统分析法

系统论是在 20 世纪发展起来的,是现代科学普遍运用的方法。它可以在对一个系统的信息并未彻底掌握的情况下研究这个系统,并预测该系统在某些参数变化时可能发生的变化,从而为系统设计、系统决策、系统实施提供依据。

所谓系统,是任何现象中,不论是结构还是功能,都存在着至少有几个以上的组分,它们彼此间形成网络结构,相互作用、相互联系、相互制约,并具有规律性的变化。一个系统中某一组分的变化,必然会引起其他组分以至最终导致整个系统的相应变化。

系统可分为亚系统,亚系统又可分为亚-亚系统,也可分为组分、单元、环节、要素及因子等。研究系统的目的,主要在于通过分析系统的结构与功能以及两者相互适应的关系,寻求发挥最佳功能的适宜结构,达到管理、修建、改进和根据人类的利益创建新的系统。

生态系统的系统分析具有整体性、结构性、联系性及预测性等特点。整体性主要指以时空结合的概念,对贯穿整个生态系统的物质循环、能量交换以及信息传递等进行分析。因为整个系统的作用和功能不是系统内个别亚系统的简单相加,而是同系统网络内各组分因时间的变化而有的主要和次要的变化,因此需要掌握系统中网络的中心作用。所谓结构性主要指层次的结构,完整的系统是有组织的等级系统,它的各个亚系统都是相互联系着的。联系性是指各个组分具有相互联系、相互影响、相互作用和相互制约的关系,虽然各组分有着个别的特性和效益,具有独特的行为,同时它们对整个系统具有依赖性,受到整体的制约。系统由于反馈等作用机制,表现出程度不同的调节能力。又因系统是动态的,功能的输入和输出以及亚系统间的物质、能量流动是在各种条件下出现的,因此不仅要进行静态分析,更要进行动态分析。预测性是系统分析的目的,通过系统分析,不仅要预测近期的、直接的后果,而且还要预测远期的、间接的后果。生态系统的系统分析,实质上是对所研究的生态系统对象拟定模型的过程。

系统论是用数学的概念和方法,概括事物结构的整体,舍弃其特定的性质和用途,深入研究其结构和因果关系上的共性,得到具有普遍意义的结果。系统论的核心问题是可预测性、可观察性、可控制性以及稳定性和最佳方案设计等。采用系统分析方法来研究食