

# 第一章 导论

“民以食为天”，饮食是人类社会生存发展的第一需要。“病从口入”，饮食不卫生，不安全，又是百病之源。食品的安全性，是一个听起来生疏却与人们日常生活关系密切的概念。人们上街购买鱼、肉、禽、蛋等鲜活产品，总要查看一下是否有腐坏、异味或病菌污染。在食品店的柜台上，印有“不含添加剂”、“纯天然”、“绿色食品”等标志的商品，格外吸引购物者的注意。在菜市场，细心的采购者会留心蔬菜的产地，是否有用污水浇灌或被滥用过农药的危险。这些都反映了人们已经把食品的安全性作为购买食品的重要原则和取舍标准。人们还记得，由于贝类生活的河网水域被随意倾倒的人粪尿污染，1987年在喜食蚶子的上海居民中引发了甲型肝炎流行。据卫生部门报道，我国80%的传染病为肠道传染病，一些有关伤寒、痢疾、霍乱等地方性爆发流行事例，大多与食品、饮水污染以及食用带菌的河、海产品有关。我国食物中毒每年报告例数为2~4万，但专家估计这个数字不到实际发生数的1/10。由于农药、兽药污染造成的急性食物中毒事件近年有所上升。城乡食品市场上，出售掺杂掺假、过期变质、有毒有害食品坑害消费者的事例，屡禁不止，已成公害。以上种种足以说明，随着我国城乡经济的发展与人民生活水平的提高，食品的数量与种类日益丰富，如何提高食品的质量与安全性的问题日益突出。城乡广大消费者在初步解决了温饱之后，要求吃得更好，吃得安全放心，这是社会发展进步的大势所趋。认识食品安全性问题的诸多方面，理顺影响食品安全性链条上的各种关系，建立保证食品安全性的有效监控管理体系，是包括生产者、消费者、经营者、管理者在内的全社会的重要课题。

## 第一节 食品安全性的历史观

人类对食品安全性的认识，有一个历史发展过程。在人类文明早期，不同地区和民族都以长期生活经验为基础，在不同程度上形成了一些有关饮食卫生和安全的禁忌禁规。在中国，2500年前的孔子就曾对他的学生讲授过著名的“五不食”原则：“食饘而葜，鱼馐而肉败，不食。色恶，不食。臭恶，不食。失饪，不食。不时，不食。”（《论语·乡党第十》）这是文献中有关饮食安全的最早记述与警句。在西方文化中，产生于公元前1世纪的《圣经》也有许多关于饮食安全与禁规的内容。其中著名的摩西饮食规则，规定凡非来自反刍偶蹄类动物的肉不得食用，据认为是出于食品安全性的考虑，至今仍为正宗犹太人和穆斯林所遵循的传统习俗。《旧约全书·利未记》明确禁止食用猪肉、任何腐食动物的肉或死畜肉。古代人类对食品安全性的认识，大多与食品腐坏、疫病传播等问

题有关，各民族都有许多建立在广泛生存经验基础上的饮食禁忌、警句、禁规，作为生存守则流传保持至今。

生产的发展促进了社会的产业分工，商品交换，阶级分化，以及利欲与道德的对立，食品的安全保障问题出现了新的因素和变化。食品交易中出现了制伪、掺假、掺毒、欺诈现象，在古罗马帝国时代已蔓延为社会公害。当时制定的罗马民法曾对防止食品的假冒、污染等安全性问题作过广泛的规定，违法者可判处流放或劳役。中世纪的英国为解决石膏掺入面粉、出售变质肉类等事件，1266年颁布了面包法，禁止出售任何有害人体健康的食品。但制伪掺假食品屡禁不绝，有人记载18世纪中叶英国杜松子酒中查出掺假物有：浓硫酸、杏仁油、松节油、石灰水、玫瑰香水、明矾、酒石酸盐等等。直到1860年，英国国会通过了新的食品法，再次对食品安全性加强控制。由于食品检验缺乏灵敏有效的手段，制伪掺假掺毒技术层出不穷，食品安全的法律法规滞后，使食品安全性问题长期存在于从古罗马中世纪直到近代的欧洲食品市场。在美国，19世纪中后期资本主义市场经济的发展在缺乏有效法制的情况下，食品安全性与卫生问题也恶性发展。据说牛奶掺水、咖啡掺碳对当时的纽约老百姓是常见的事。更有在牛奶中加甲醛、肉类用硫酸、黄油用硼砂做防腐处理的事例。一些肮脏不堪的食品加工厂如何把腐烂变质的肉变成味美香肠，把三级品变成一级品的故事，被写成报告文学，使社会震动。当时美国农业部的官员在报刊上惊呼：由于商人的肆无忌惮和消费者的无知，使购买那些有害健康食品的城市百姓经常处于危险之中。1906年美国国会通过了第一部对食品安全、诚实经营和食品标签进行管理的国家立法——食品与药物法。同年还通过了肉类检验法。这些法律对美国州与州之间的食品贸易，加强了安全性管理。以上资本主义前期市场经济发展中开始出现的食品安全性种种现象和问题，至今在世界处于不同社会经济发展水平的国家和地区，仍在继续威胁着人们的健康和安全。不过，在现代农业和现代食品加工业建立起来以前，食品数量还相对不够丰足条件下，食品的质量与安全性问题一般处在次要地位，难于受到社会的足够重视。

进入20世纪以后，食品工业应用各类添加剂日新月异，农药兽药在农牧业生产中的重要性日益上升，工矿、交通、城镇“三废”对环境及食品的污染不断加重，农产品和加工食品中含有害有毒化学物质问题越来越突出。另一方面，化学检测手段及其精度不断提高，农产品及其加工产品在地区之间流通规模日增，国际食品贸易数量越来越大。这一切对食品安全性问题提出了新的要求，以适应生活水平提高、市场发展和社会进步的新形势。问题的焦点与热点，逐渐从食品不卫生、传播流行病、掺杂制伪等为主，转向某些化学品对食品的污染及对消费者健康的潜在威胁方面来。本世纪对食品安全性影响最为突出的事件，当推有机合成农药的发明、大量生产和使用。曾被广泛应用的高效杀虫剂滴滴涕，其发现、工业合成及普遍使用，始于30年代末40年代初，至60年代已达鼎盛时期，世界年产总量可达10万t。滴滴涕对于消灭传播疟疾、斑疹伤寒等严重传染性疾病的媒介昆虫（蚊、虱）以及防治多种顽固性农业害虫方面，都显示了极好的效果，成为当时人类防病、治虫的强有力武器。其发明者瑞士科学家Paul Müller因此巨大贡献而获1948年诺贝尔奖。滴滴涕的成功刺激了农药研究与生产的加速发展，加以现代农业技术对农药的大量需求，包括六六六在内的一大批有机氯农药此后陆续推出，在50到60

年代获得广泛应用。然而时隔不久，滴滴涕及其他一系列有机氯农药被发现难于生物降解而在食物链和环境中的积累起来，在人类的食物和人体中长期残留，危及整个生态系统和人类的健康。进入 70 和 80 年代后，有机氯农药在世界多数国家先后被停止生产和使用，代之以有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类等残留期较短、用量较小也易于降解的多种新农药类型。但农业生产中滥用农药在毒化了环境与生态系统的同时，导致了害虫抗药性的出现与增强，这又迫使人们提高农药用量，变换使用多种农药来生产农产品。出现了虫、药、食品、人之间的恶性循环。尽管农药及其他农业化学品的应用对近半个世纪以来世界农牧业生产的发展贡献巨大，农药种类和使用方法不断更新改进，用药水平和残留水平也在下降，但农产品和加工食品中种类繁多的农药残留，至今仍然是最普遍、最受关注的食品安全性课题。

本世纪对食品安全性新问题的社会反应和政府对策，最早见于发达国家。如美国在 1906 年食品与药物法的基础上，于 1938 年由国会通过了新的联邦食品、药物和化妆品法，1947 年通过了联邦杀虫剂、杀菌剂、杀鼠剂法，两法以后又陆续作过多次修正，至今仍为美国保障食品安全的主要联邦法律。其中，关于食品、药物和化妆品法规定：凡农药残留量超过规定限量的农产品禁止上市出售；食品工业使用任何新的添加剂前必须提交其安全性检验结果，原来已使用的添加剂必须获准列入“公认安全”（GRAS）名单才能继续使用；凡被发现可使人或动物致癌的物质，不得认为是安全的添加剂而以任何数量使用。联邦杀虫剂、杀菌剂、杀鼠剂法规定，任何农药在为一定目的使用时不得“对环境引起不适当的有害作用”；每一种农药及其每一种用途（如用于某种作物）都必须申请登记，获准后才能合法出售及应用；凡登记用于食用作物的农药应由国家环境保护局（EPA）据申请厂商提交的资料批准其各自用途的食品残留限量，即在未加工的农产品及加工食品中允许的最高农药残留限量。世界卫生组织和粮农组织自 60 年代组织制定了《食品法典》，并数次修订，规定了各种食物添加剂、农药及某些污染物在食品中允许的残留限量，供各国参考并借以协调国际食品贸易中出现的食品安全性标准问题。至此，尽管还存在大量的有关添加剂、农药等化学品的认证与再认证工作，以及食品中残留物限量的科学制定工作有待解决，控制这些化学品合理使用以保障丰足而安全的食品生产与供应，其策略与途径已初步形成，食品安全性管理开始走上有序轨道。

在我国，近代食品安全性的研究与管理起步较晚，但近半个世纪以来食品卫生与安全状况也有了很大的改善。一些食源性传染病得到了有效的控制，农产品和加工食品中的有害化学残留也开始纳入法制管理的轨道。我国于 1982 年制定了《中华人民共和国食品卫生法》（试行）经过 13 年的试行阶段于 1995 年由全国人大常委会通过，成为具有法律效力的食品卫生法规。在工农业生产和市场经济加速发展、人民生活水平提高和对外开放条件下，食品安全状况面临着更高水平的挑战。国家相继制定和强化了以《食品卫生法》为主体的有关食品安全性的一系列法律法规，初步形成了以卫生管理部门、工商管理部门和技术监督部门为主体的管理体制。但是，我国在即将进入 21 世纪和面向全球经济一体化的时代，食品的安全性问题形势依然严峻，还要从认识、管理、法规、体制，以及研究、监测等方面作更多的工作，才能适应客观形势发展的需要。

20 世纪末叶，特别是进入世纪之交的 90 年代以来，人类社会发展的多个方面通过人

类食物链对食品安全性的影响，进一步显露出来。而人类对全球生态环境变化及其与自身生存发展关系的认识深化，则激发了人们的生态环境意识。这就使食品安全性再次作为人类面临的重大生活或生存问题，从多个侧面被提上社会的议程。这一期间，新的致病微生物引起食物中毒，畜牧业中滥用兽药、抗生素、激素类物质的副作用，食品的核素污染，以及最近发生的英国疯牛病事件等等，都是有代表性的。首先，近年来食源性疾病的爆发性流行仍在世界不同国家不断发生，但病的种类有所变化。其中，肉蛋奶类动物制成品或半制成品带菌致病事件有上升趋势，主要是经动物及其制品传染给人的“人兽共患病”。最为常见的沙门氏菌病是经由灭菌不充分的鸡蛋、牛奶及其制品如冰淇淋、奶酪等传播的。现代低温、冷冻条件则有利于一些嗜冷性致病菌发育繁殖，如利斯特氏菌、耶尔森氏菌等对妇幼群体危害更严重的疾病，呈增多势头。大规模的生产、加工、制作、销售在卫生管理不善的条件下则增加了许多交叉感染的机会。最近，一种被称作肠道出血性大肠杆菌 O-157: H7 (EHEC) 感染的新的食源性疾病，在欧、美、日本、香港等地先后导致多起群体染病的爆发性病案，引起广泛的震动。新的食源性疾病的出现与发展，是在食品生产、加工、保存以及品种、消费方式发生变化条件下食品安全性新态势的反映。其次，在由癌症及其他与饮食营养有关的慢性病上升、化学药物对人类特别是妇幼群体危害日益明显、以及动物性食品在饮食结构中重要性增大的条件下，兽药使用不当、饲料中过量添加抗生素及生长促进素对食品安全性的影响，逐渐突出起来。一些研究趋向于认为，最近动物性食品中的某些致病菌如沙门氏菌和大肠杆菌 O-157 可能是在滥用抗生素条件下抗性提高了的新的致病菌系。现在把抗生素作为饲料添加剂虽有显著的增产防病作用，但除了抗生素本身在使用不当时可产生有害副作用外，也导致了这些抗生素对人的医用效果逐渐丧失。尽管世界卫生组织呼吁减少用于农业的抗生素种类和数量，但由于兽药产品对现代畜牧业的重要支撑作用及其给畜牧业和医药工业带来的丰厚经济效益，要把兽医药用纳入有节制的合理使用轨道远非易事。由于人工合成激素（如乙烯雌酚等）被发现对人有严重的副作用（包括后代致癌），欧洲除已建立较严格的有关各种兽药的使用限制外，还禁止用激素处理的肉类进口。另外，自英国科学家发现疯牛病可使人感染导致致命疾病后，欧洲特别是英国的养牛业和牛肉市场陷入严重的危机。此病据信是由于患该病牛羊的屠宰下脚料内脏又被再加工用于牛饲料而使病源进入人类食物链的。最后需要提及的，是在人类进入核时代以后食品安全性中的核安全问题。近年来世界范围的核试验、核事故已构成对食品安全性的新威胁。1986年发生于前苏联境内切尔诺贝利的核事故，是人类迄今已知的最严重核事故，使几乎整个欧洲都受到核沉降的影响，牛羊等草食动物首当其冲。欧洲许多国家当时生产的牛奶、肉类、肝脏中都发现有超量的 I-131、Cs-137、Ag-110 等放射性核素而被大量弃置。日本在牛奶中测出有超出常量 4~5 倍的 I-131。远在南美的巴西也因从德国进口的奶制食品发现 Cs-137 含量超标 10 倍，不得不将 70t 进口品弃置处理。在这种情况下，已经多年研究被认定较为安全的食品辐照技术，受核辐射对人体危害的深远心理影响，在商业上的应用长期受阻，有待研究的问题和立法方面也都进展缓慢。

历史表明，食品安全性的问题发展到今天，已远远越出传统的食品卫生或食品污染的范围，而成为人类赖以生存和健康发展的整个食物链的管理与保护问题。如何遵循自

自然界和人类社会发展的客观规律，把食品的生产、经营、消费建立在可持续的科学技术基础上，组织和管理好一个安全、健康的人类食物链，这不仅需要有远见的科学研究、政策支持、法律法规建设，而且必须有消费者的主动参与和顺应市场规律的经营策略。食品安全性问题的社会性质，需要科学家、企业家、管理者和消费者的共同努力，也要从行政、法制、教育、传媒等不同角度，提高消费者和生产者的素质，排除自然、社会、技术因素中的有害负面影响，并着眼于未来世界性食品贸易前景，整治整个食物链上的各个环节，使提供给社会的食品越来越安全。

## 第二节 食品安全性的现代内涵

### 一、什么是食品安全性

食品安全问题对消费者的切身利益关系，决定了消费者日趋自觉地将作为指导饮食消费方式的原则以及选取、采购食品的首要取舍标准。食品安全性作为食品质量的最重要组成部分，以及忽视食品安全性对人民生活和社会安定带来的严重后果，对食品的生产者、经营者、社会管理部门及政府决策部门，提出了日益紧迫的课题：如何从当前和长远的角度把确保食品安全问题落到实处。解决好这个问题，首先需要对食品安全性有一个充分的、科学的理解。

关于食品的安全性或安全食品，至今尚缺乏一个明确的、统一的定义。世界卫生组织 1984 年在题为《食品安全在卫生和发展中的作用》的文件中，曾把“食品安全”与“食品卫生”作为同义语，定义为：“生产、加工、储存、分配和制作食品过程中确保食品安全可靠，有益于健康并且适合人消费的种种必要条件和措施”。1996 年世界卫生组织在其发表的《加强国家级食品安全性计划指南》中则把食品安全性与食品卫生作为两个概念不同的用语加以区别。其中食品安全性被解释为“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担保”，食品卫生则指“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”。可见，老的定义显然已不符合概念的发展，新的定义仍有待进一步的阐述。综合现有的认识与理解，笔者认为，对什么是食品安全性的简单回答应该是：食品中不应含有可能损害或威胁人体健康的有毒、有害物质或因素，从而导致消费者急性或慢性毒害或感染疾病，或产生危及消费者及其后代健康的隐患。不过，在这一表述中可能包含着不同的理解或解释。如哪些物质或成分应划作有毒、有害类？许多物质或成分的毒性是与剂量多少有关的，所谓“不应”或“不能”含有某种有毒有害物质，是指不得检出或检出剂量不得超过某个阈值之外？现代超微量分析方法发展很快，许多化学成分的检出精度不断提高，不少曾被认为是“无污染”食品或“清洁”食品远非那么纯净，而许多被宣布为有毒有害的化学物质实际上在环境中和食品中都被发现以极微数量广泛存在，这个安全性怎么界定？从对人体健康的影响来看，除明显致病的以外，所谓慢性毒害、慢性病、健康隐患、对后代的后效等，也都需要更明确的解释。

有鉴于此，美国学者 Jones 曾建议区分绝对安全性与相对安全性两种不同的概念。绝对安全性被认为是指确保不可能因食用某种食品而危及健康或造成伤害的一种承诺，也就是食品应绝对没有风险。不过，由于在客观上人类的任何一种饮食消费甚至其他行为总是存在某些风险，绝对安全性或零风险是很难达到的，尽管这是当代环境威胁加剧条件下普通消费者追求的目标。所谓相对安全性，被定义为一种食物或成分在合理食用方式和正常食量的情况下不会导致对健康损害的实际确定性。任何食物成分，尽管是对人体有益的成分或其毒性极低，若食用数量过多或食用条件不当，都可能引起毒害或损害健康。食盐摄入过量会中毒，过度饮酒伤身体。饮食的风险不仅来自生产过程中人为施用的农药、兽药、添加剂等，还大量来自食品本身含有的天然毒素。过度偏食可能使食品中某些化学成分在人体超量积累达到有害程度。另一方面，某些食品的安全性又因人而异，如鱼、蟹类水产品经合理的加工制作及适量食用，对多数人是安全的，但对少数有鱼类过敏症的人可能带来危险。食物中某些微量有害成分的影响，也往往在对该成分敏感的人群中表现出来。以上说明，一种食品是否安全，取决于其制作、食用方式是否合理，食用数量是否适当，还取决于食用者自身的一些内在条件。

食品绝对安全性与相对安全性的区分，在很大程度上也反映了一方面是消费者、另一方面是管理者、生产者和科技界主流派对什么是安全食品在认识角度上的差异。前者要求对他们提供没有风险的食品，而把近年频繁发生的安全性事件归因于技术和管理的不足。后者从食品构成及食品科技的现实出发，认为安全食品并不是完全没有风险的食品，而是在提供最丰富营养和最佳品质的同时，力求把可能存在的任何风险降至最低限度。可以认为，这样两种不同的概念既是对立的，又是互补的，是人类对食品安全性认识发展与逐渐深化的表现，从需要与可能、现实与长远的不同侧面，概括了食品安全性的较完整的含义。

## 二、化学物质的毒性概念与饮食风险概念

对食品安全性的充分理解，与毒性概念及其相应的风险概念分不开。毒性是指物质在任何条件下对有机体产生任何种类（慢性或急性）损害或伤害的一种能力，这也包括损害正在发育的胎儿（致畸胎）、改变遗传密码（致突变）或引发癌症（致癌）的能力等。但是，传统的看法认为，评价一种食物或成分是否安全，并不是根据其内在的固有毒性，而是看其是否会造成实际危害。化学家经常引用的一句名言是：只有剂量才能决定一种成分是否有毒。今天分析技术的发展已可以使检出水平达到  $\text{mg/kg}$ （百万分之一）、 $\mu\text{g/kg}$ （十亿分之一），甚至  $\text{ng/kg}$ （万亿分之一）的精度。一种成分含量水平不同，其毒性意义可能极不相同。如有些痕量元素在一定的低含量时是必须的养分元素，过多出现毒害作用，过少也会有害健康（表 1-1）。

事实上，随着分析技术的进步，已发现在越来越多的食品中特别是天然食品中含有多种微量的有毒成分，但不造成危害，这可以说明在一定的剂量范围内产生的风险很小，即含量水平对毒性有重要意义。不过，关于某些致癌物质的致癌作用是否也如别的毒物一样存在一个“无效应水平”即在剂量-反应曲线中有一个出现毒性的阈限值，至今仍是

表 1-1 某些痕量元素日摄入量的亏缺水平、安全水平和有毒水平

元素	亏缺水平	对人体安全及适当水平	有毒水平	致死水平
砷 (As)	<15~25ng	未确定	...	0.76~1.95mg/kg
氟 (F)	<2mg	2~10mg	10~20mg	>20mg
硒 (Se)	<50μg	50~200μg	200~1000mg	>1mg

Jones, 1992

一个有争论的问题。这就是为什么致癌物质的“安全水平”迄今未能建立起来的原因。近年应用较多的癌症多阶段模型倾向于认为：癌症是由于生长调节基因的改变引起的。由损害 DNA 的有害化学成分引起基因改变，是癌症初始阶段的基本特点，并会在以后阶段反复发生。恶性肿瘤细胞的产生需要有多次反复性的突变的诱发，故与年龄的关系密切。一般认为，致癌化学物质剂量与生物反应之间的关系，在低剂量下呈线性，加大剂量可能使反应曲线变陡。对致癌物而言，并不存在某种阈限剂量值。致癌毒物的高剂量、短时期暴露固然有害，低剂量、长时期的暴露也会产生累加性的基因损害，造成恶果。显然，癌症发展过程的研究对传统毒性概念在食品安全性上的应用提出了挑战。应该说，有毒化学物质对生物体造成的损害，其性质和程度取决于毒物本身的性质和生物体暴露的程度（浓度和时间）两个方面。通常这种毒害作用是累进式的：暴露越强，损害越重。对不同的生物群体和亚群体，又各有不同。

风险概念是一个应用较广的概念。风险可简单地理解为人所不欲事件发生的概率或机会多少。做任何事情都有风险问题，不过风险有大小，饮食当然也不例外。风险有一些是可以度量的，如保险公司所经营的项目，而有一些只能根据风险评价结果给以估算，例如某种食品成分的风险。这两种风险通常都是针对整个人群而言，并非指个人风险，后者通常比群体风险要低或高一些。就食品而言，个人风险将视危害成分暴露量、个人敏感性及饮食方式等而定。用风险概念来分析食品安全性问题，就不难理解，现实生活中并不存在无风险或零风险的事，问题在于消费者能接受什么样的风险。对可能的风险和获益作综合的平衡，权衡得失利害，才能做出合理的取舍和符合实际的决策。例如，在外就餐可能有食品污染、餐具不洁、染病机会多等危险，但有省时、便捷、美味的好处，相对而言，其风险在多数情况下是可以接受的。食品生产、加工、储存、销售过程中使用的农药、兽药、添加剂及其他化学品，可能为消费者带来一定的风险，但不用这些化学品又会增大别的风险，如病虫害滋生可使食品中某些致病的微生物、生物毒素、寄生虫增多，食品的质量和数量严重下降，食品的营养和品位不佳，食品价格上涨。作为消费者，只能根据条件选择接受哪一种风险。显然，对风险与获益两个方面的充分、全面的认识与理解，是确保食品安全性合理对策的前提。其中，对食品中可能含有的危害成分的风险评价及其相应的风险控制，则是一项基础性的工作，需要严格的方法、技术、工作程序和机构上的支持与保证。

### 三、食品安全性的现代问题

人类社会的发展和科学技术的进步，正在使人类的食物生产与消费活动经历巨大的变化。与人类历史上任何时期相比，一方面是现代饮食水平与健康水平普遍提高，反映了食品的安全性状况有较大的甚至是质的改善，另一方面则是人类食物链环节增多和食物结构复杂化，这又增添了新的饮食风险和不确定因素。社会的发展提出了在达到温饱以后如何解决吃得好、吃得安全的要求。食品安全性问题正是在这种背景下被提出，而且涉及的内容与方面也越来越广，并因国家、地区和人群的不同而有不同的侧重。以下是英国 C. E. Fisher (1993) 对当代发达和较发达社会或国家提出的一张饮食风险清单可以代表一般：

- (1) 营养过剩或营养失衡；
- (2) 酗酒；
- (3) 微生物污染；
- (4) 自然产生的食品毒素；
- (5) 环境污染物（包括核污染）；
- (6) 农药及其他农用化学品残留物；
- (7) 兽用药物残留；
- (8) 包装材料污染；
- (9) 食品添加剂和饲料添加剂；
- (10) 新开发食品及新工艺产品（如生物技术食品、辐照处理食品等）；
- (11) 其他化学物质引起的饮食风险（如工业事故污染食品）。

此外，假冒伪劣食品（劣质、掺杂毒物异物等）在食品安全性问题中也占有重要地位。

以上可归纳为现代食品安全性的六大类问题，即：营养失控、微生物致病、自然毒素、环境污染物、人为加入食物链的有害化学物质、其他不确定的饮食风险。其中，营养失控或营养素不平衡就其涉及人群之多和范围之普遍而言，在当代食品安全性问题中已居于较发达社会之首位。在食品相对丰裕的条件下，因饮食结构失调使高血压、冠心病、肥胖症、糖尿病、癌症等慢性病显著增多。这说明食品供应充足不等于食品安全性改善。高能量、高脂肪、高蛋白、高糖、高盐和低膳食纤维，以及忽视某些矿物质和必要维生素摄入，都可能给人的健康带来慢性损害。而有些矿物质和维生素用量过多（例如硒、维生素 A 等）也可能引起严重后果。微生物因素导致食品腐败变质、微生物毒素及传染病流行，是多年危害人类的顽症。人类历史上一些猖獗一时的瘟疫，在医药卫生及生活条件改善的情况下，已受到一定程度的控制。但现实证明人类在与病原微生物较量中的每一次胜利，都远非一劳永逸。原因是社会经济及文化发展的不平衡、食品生产与消费方式的改变、以及病原微生物适应性及抗性在与人类的共同进化中不断提高。如果说前述营养不平衡问题在很大程度上是由个人行为决定的，那么，微生物污染致病则始终是行政和社会控制的首要重点。

自然产生的食品毒素是指食品本身成分中含有的天然有毒有害物质，如一些动植物中含有生物碱、氢氰糖苷等，其中有一些是致癌物或可转变为致癌物。在人为特定条件下食品中产生的某些有毒物质，也多被归入这一类。如粮食、油料等在从收获到储存过程中产生的黄曲霉毒素，食品烹饪过程中高温产生的多环芳烃类，都是毒性极强的致癌物。天然的食品毒素，实际上广泛存在于动植物体内，所谓“纯天然”食品不一定是安全的。

环境污染物在食品成分中的存在，有其自然背景和人类活动影响两方面的原因。其中，无机环境污染物在一定程度上受食品产地的地质地理条件所左右，但是更为普遍的污染源则主要是工业、采矿、能源、交通、城市排污及农业生产等带来的，通过环境及食物链而危及人类饮食健康。无机污染物中的汞、镉、铅等重金属及一些放射性物质，有机污染物中的苯、邻苯二甲酸酯、磷酸烷基酯、多氯联苯等工业化合物及多氯一噁英、多氯氧茚、多核芳烃等工业副产物，都具有在环境和食物链中富集、难分解、毒性强等特点，对食品安全性威胁极大。在人类环境持续恶化的情况下，食品成分中的环境污染物可能有增无减，必须采取更有效的对策加强治理。

人为加入食物链的化学物质，包括农牧业生产及食品加工过程中为保障生产、提高质量及安全性所使用的多种化合物，既有人工合成的，也有自然生成的，其应用数量、残留量及稳定性均极不相同。农药、兽药、饲料添加剂及食品添加剂等，近年成为当今食品安全性方面的关心焦点，原因有多方面。其中，科技发展加深了对某些化学残留物性质及规律性的认识，以及消费者风险意识、对食品质量及安全性要求的提高，是决定性的因素。我国在工农业生产迅速发展过程中这类化学物质引起的食品安全性问题，呈潜性上升趋势。从世界范围看，科技界、企业界和管理部门为降低这类物质所致的食品风险，投入了巨大的人力物力与财力。美国近年提出要对现行各种农药残留限量作重新审定，改变以“良好生产措施”为确定限量标准依据的做法，代之以对人体健康影响为依据的方法，以提高安全性保险系数，并要求对儿童和婴儿这一敏感群体在制定残留限量方面给以特别的保护。此外，为加强致癌化合物的控制，一批农药可能被禁用。这一切都反映了在科技与社会进步过程中对这一大类化学物质加强管理、减少饮食风险的总趋势。

由于科技进步、管理水平及社会发展的不平衡性，食品安全性的问题内涵及轻重缓急在不同国家不同地区不完全相同，公众对食品安全性的认同意识也有不同程度的差距。但是从民族健康与繁荣、社会进步与持续发展的角度来看，充分、全面地理解食品安全性问题的意义与趋势，则是一个普遍的、至关重要的课题。

### 第三节 食品安全性的监控

#### 一、食品安全性控制与人类食物链

人类食物生产规模的扩大，加工、消费方式的日新月异，储藏、运输等环节的增多，

以及食品种类、来源的多样化，使原始人类赖以生存的自然食物链，逐渐演化为今天由自然链和人工链组成的复杂食物链网。这当然一方面满足了人口增长、消费水平提高的要求，另一方面，也使人类饮食风险增多，确保食品的安全性成为现代人类日益重要的社会问题。食品安全性的隐患，可能产生于人类食物链的不同环节。首先，人类农牧业生产的生态环境，包括水、土、大气的质量是否良好，生物学环境是否健康无害，都会影响到食品的质量和安全性。农业措施不当引起生态环境退化或生态循环失调，可能使产量、品质下降，加剧农作物及养殖动物的病虫害，进而危及人类的食品安全。其次，在整个生产、流通和消费过程中，都存在着因管理不善使病原菌、寄生虫滋生及有毒有害化学物质进入人类食物链的机会。现代人类食物链通常可分为自然链和加工链两部分，如图 1-1。从自然链部分来看，种植业生产中有机肥的搜集、堆制、施用如忽视严格的卫生管理，可能将多种侵害人类的病原菌、寄生虫引入农田环境、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其他有害物质通过施肥、灌水或随意倾倒等途径带入农田，可使许多合成的、难于生物代谢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。由于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、有害化学杂质等大量进入动物产品，为消费者带来致病风险。而滥用兽药、抗生素、生长刺激素等化学制剂或生物制品，可因畜产品中微量

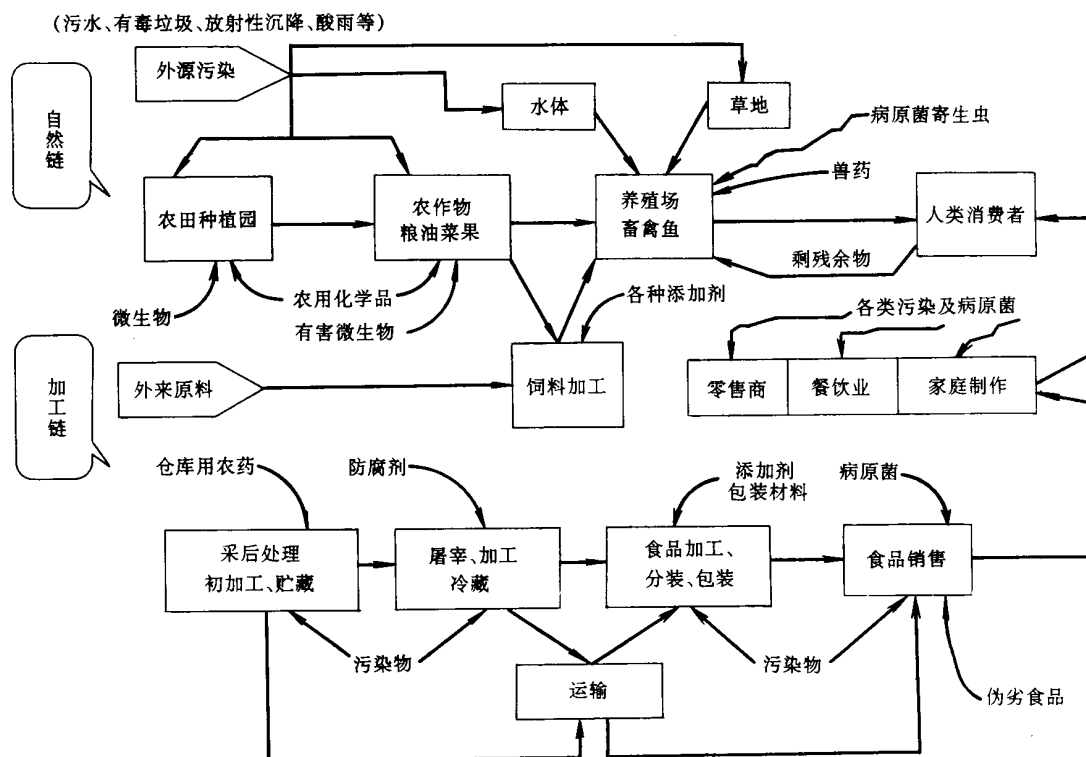


图 1-1 人类食物链示意图

残留在消费者体内长期超量积累，产生不良副作用，尤其对儿童可能造成严重后果。从人类食物链的加工链部分来看，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坏食品，在其储藏、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，这是经营者和管理者始终要认真对待的问题，不能有丝毫疏忽。食品加工、包装中滥用人工添加剂、防腐剂、包装材料等，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、过量使用调味品、高温煎炸烧烤等，仍会使一些新老危害因子一再出现，形成新的饮食风险。由以上可见，食品安全性中的危害因子，可能产生于人类食物链的不同环节上，其中某些有害物质或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毒物之害。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，掌握其发生发展的规律，是有效控制食品安全性问题的基础。

## 二、建立和完善确保食品安全性的社会管理体系

食品安全性已成为当今影响广泛而深远的社会性问题。加强对食品安全性的管理控制，既是社会进步的需要，也是民族健康的保证。历史的经验和国内外的形势都说明，确保食品的安全性必须建立起完善的社会管理体系，这应包括以下几个方面：

### （一）就食品安全性进行完整的立法

确保食品生产和供应中的安全性是食品生产者、供应者、管理部门的共同责任，应通过完善的国家立法及地方或部门法规明确规定各自的职责。消费者有权获得安全无害的食品，拒绝不安全食品。严禁生产、供应、销售含有危害因子、在正常食用条件下可能引起健康损害的食品。严禁食品生产、加工、保藏过程中违反规定，滥用、超量使用农药、兽药、添加剂及其他有毒有害化学品。一切农用化学品及其他用于食品加工、保藏、制作的化学品在推向市场前必须提供其对食品安全无害的科学依据，获准应用许可。管理部门应制定每种化学品用于不同农作物或家畜家禽的安全使用量、使用规程及残留标准。对滥用化学品引起消费者健康损害的，应予追究。不言而喻，任何立法必须有执法的有效配合才有意义。

### （二）对食品生产和供应系统所用的各类化学品，建立严格的药物管理机制

随着农业和食品行业的发展，农药、兽药、食品添加剂和饲料添加剂的种类、用量及使用范围急速增长，国外被禁用或被淘汰的各类药物也不断涌入我国市场。在缺乏有效管理的条件下，这种形势会愈演愈烈，加强药物管理是一项根本对策。加强药物管理的核心问题是建立适合我国情况的化学品风险评估和风险管理制。风险评估一般包括危害物确认（确定某特定化合物是否与某种特定健康问题有因果关系）、剂量-反应评估（确定某化学品暴露量或摄入量大小与出现健康问题概率的关系）、暴露量评估（确定采取调整措施之前或之后特定化学品通过饮食对消费者暴露或被摄入的程度）、风险评定（明确该种化合物所致风险的性质、大小等级及其相应的不确定性等）几个不同的步骤。做好这些工作显然必须取得在我国具体条件下的相应数据。通过风险评估，应针对食品

中存在的可引起危害的特定化学成分查明其问题性质，以及确定出一个对消费者健康无风险或有极微风险的暴露水平或残留量水平，作为进一步管理对策的依据。建立在风险评估基础上的风险管理，其最终目的就是要确保消费者对特定化学品的食入量（暴露量）低于某种允许水平，从而将可能引起的风险降至最低。风险管理还要求进行定期的食品安全性检验，收集有关化学品暴露量的资料，及时向消费者传达有关饮食的风险信息等。

### （三）对食源性疾病风险实行环境全过程控制

食物携带病原菌致病，特别是肉蛋奶类及其制品受微生物侵害引起致病，至今困扰着生活于现代文明中的消费者，而且风险呈上升趋势。从更广泛的环境角度考察，这一公共卫生问题可看做是一个环境问题。因为食品中许多重要的致病菌如肉毒梭菌、弯曲杆菌、利斯特氏菌、沙门氏菌等普遍存在于自然界，如农场、牧场、水体、饲料、家畜、野生动物、人体、厩肥及其他腐生环境中，并可在适当条件下在人工环境中滋生、爆发、蔓延。控制这类病害对食品和人体的侵染，不可能只采取消灭某一处病原的方法，而必须考虑在整个环境循环或食物链的各个环节上，控制、减少病原菌的数量和侵染机会。这也就是要对从农场、牧场到餐桌的整个食物环境进行全过程控制。环境全过程控制是通常称之为危害分析和关键控制点（HACCP）系统的核心，即通过对生产过程的控制来达到食品质量和安全性的控制。为此要对生产全过程进行监测，并要确定这一过程中的主要问题，即找出对最终产品的安全性有影响的关键环节，改善操作管理，加强预防性措施，确保生产出的食品安全可靠。

### （四）采用绿色的或可持续的生产技术，生产对人与环境无害的安全食品

现代食品安全性问题的出现，在很多情况下固然与生产条件不佳、生产过程不规范、管理不善等有关，但更根本的问题则是受短期、局部的目标和利益驱使，采取了某些违背生态规律、破坏自然资源的生产技术，造成恶果。如为片面追求生产效益而滥用化肥农药，生产出的瓜、菜、水果淡而无味，营养成分含量低，硝酸盐等有害成分上升，并因作物易感染病虫害而使用农药越来越多，最终结果是产品的质量和安全性降低。过度依赖化学品支持的农业与畜牧业，在农业生态环境恶化、生产成本上升、消费者安全意识提高的情况下，面临着改变经营策略和生产技术的挑战。这正是现代可持续的农业技术或绿色生产技术成为当今技术进步重要趋势的原因。我国绿色食品生产的出现和发展，可望为改善我国食品的安全性作出贡献。

### （五）建立健全市场食品安全性的检验制度，加强执法，保障人民健康

在市售食品多渠道来源以及食品中可能的危害因子因时间地点而多变的条件下，仅通过生产、加工等过程的监测与管理还不能保障食品的安全可靠。加强食品市场管理，建立食品市场检验制度，是政府管理部门可能和必须进行的另一项保护消费者的重要措施。这对于加强瓜果蔬菜的农药污染控制、畜产品中寄生虫危害及超量兽药残留的控制，以及对于各种伪劣掺假加工食品的控制，都有重要意义。加强这方面工作的法制法规建设和执法力度，以及相应的食品标准制定，已成当务之急。随着国际食品贸易种类数量的日益增多，相应的进出口食品检验问题也突出起来。我国近年除进口食品质量问题屡有发生外，也多次出现出口食品的质量与安全性问题，对如茶叶、蜂蜜、肉类、蔬菜及其

他传统农畜土特产品的出口有相当的影响，亟待改变面貌。

### 三、消费者的自我保护

在食品安全性问题上，消费者自我保护的重要性基于以下几个原因：其一，食品的安全性只是解决人类食物问题的一个方面，尽管它是社会进步的重要标志，但并非在任何时间、地点、条件下都会受到足够的重视和保障，致使某些食品风险问题将长期存在其二，食品安全性状况在很大程度上决定于市场对更安全食品的需求和对不安全食品的排斥即市场的导向，这与消费者作出的选择有重大关系。其三，不安全食品对消费者造成的损害，最终是通过消费过程发生的。消费者的安全性意识和自我保护能力，对消费过程中的食品安全性控制起着关键的作用。在对消费者的众多建议中，有几点值得加以特别的讨论：

#### （一）充分认识和把握食品风险的各种来源

食品中最常见的危害因子包括物理的、化学的和生物性的几大类。其中，以生物性危害发生最为普遍、历史最长。由于环境条件复杂多变以及人和有害生物之间的共同进化关系，对生物性危害的任何解决办法都难以一劳永逸，而只能持之以恒地严加防范。化学性危害迄今是风险日益增大的一类，其中，某些现代技术条件下生产的农畜产品及加工食品，其有害化学残留引起饮食风险最为常见，是需要消费者充分重视的善于选购安全性好的食品，食用前适当处理、加工、制作，可能把这类风险降至最低限度

#### （二）膳食结构和饮食方式要讲科学

食物多样化和荤素搭配，有利于兼顾营养和饮食安全的双重目的。我国传统饮食习惯主张少食生冷，这在一定条件下有利于保障饮食的安全。过度追求某些西方的或现代商业化的饮食方式，从安全性来看未必是可取的。至于喜爱偏食，重口味与排场，导致一些有害化学物质多次、反复、过量摄入，已证明是极其有害健康的。

#### （三）购物的安全性意识

购买食品，美味、价格、质量与安全性应给予同等的重视。在管理、信誉良好的购物场所，当然可以买到让人较为放心的食品。保证安全性要付出一定的代价，购买质差、便宜的食品要权衡得失。善于利用社会提供的食品安全性服务来指导购物，会使饮食风险大大减小，如留心查看食品标签和保质期、识别肉类检验标志、注意有关部门的认证评价等。

#### （四）家庭制作中的食品安全性

现代家庭厨房设施条件一般方便于制作和储存美味安全食品，但这不是绝对的。煎炸烧烤的便利可能增加多环芳烃类物质（PAH）的产生和进入饮食的机率。冰箱污染和长期存放可能为低温致病微生物危害食品安全性创造机会。食品保藏条件的改善可能增加吃残剩和过期食物的比重而有害健康。滥用调味品、化学清洁剂等可能引起新的化学危害因子进入食品。重视厨房、餐厅卫生，重视购入食品的清洗、消毒、及时食用，重视家庭不同成员对食品中危害因子敏感性及其抵抗力的差异，对于保障家庭饮食安全至关重要。

## 主要参考文献

1. 格来翰 . 食品安全性 . 中文版 . 黄伟坤译 . 轻工业出版社 , 1987
2. 汪诚天 . 食品卫生管理 . 中国展望出版社 , 1987
3. 王仁泽 . 食品卫生与安全学 . 供学出版社 , 1991
4. 世界卫生组织 . 食品安全在卫生和发展中的作用 . 中文版 . 人民卫生出版社 , 1986
5. Birch G.G. and Campbell-Platt G. (eds), Food safety-The challenge ahead. Intercept Ltd. Andover, 1993
6. Finley J. W. et al. , Food safety assessment. American Chemical Society, Washington D. C. , 1992
7. Jones J. M. , Food safety. Eagan Press, St. Paul, 1992
8. NRC (National Research Council), Regulating pesticides in food: The Delaney paradox. National Academy Press, Washington, D. C. , 1987
9. Tweedy B. G. et al. (eds), Pesticide residues and food safety: A harvest of viewpoints. ACS, Washington, D. C. , 1991
10. Watson D. H. (ed), Safety of chemicals in food chemical contaminants. Ellis Horwood, New York, 1993
11. Winter C. K. et al. (eds), Chemicals in the human food chain. VNR, New York, 1990

## 第二章 环境污染对食品安全性的影响

近几年来，随着人类科学技术和物质文明的进步和发展，给社会和经济生活带来了昌盛，却也带来了愈来愈严重影响甚至危害愈来愈广泛的环境问题。环境污染以及一系列诸如气候变化、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，已引起关注和研讨，与人类健康直接相关的由环境污染而招致的食品安全性问题，也已引起了研究领域的高度关心和重视。

### 第一节 环境污染与食品安全

#### 一、环境与人类生存的密切关系

一般认为，环境是指环绕着人群的空间及其中可以直接、间接影响人类生活和发展的各种自然因素的总体。环境是一个非常复杂的体系，通常所说的环境，一般是以人或人类作为主体，其他生物和非生命物质被认为是环境要素，即人类的生存环境。

人与环境的关系密切，如人体通过新陈代谢不断地和周围环境进行物质和能量交换，吸收氧，呼出二氧化碳，摄取水和食物来维持人体的发育、成长和遗传等。正是因为人与环境之间的密切关系，使得人体的物质组成与环境的物质组成具有很高的统一性，也就是说，人类（包括其他生物）不仅是环境发展到一定阶段的产物，而且它们的物质组成和环境的物质组成保持着平衡关系。由于人体在与环境进行物质和能量交换时，人体所需的物质和能量，大部分是通过人和环境之间的复杂的食物链（网）而获得的，因此，在一定程度上，这种平衡关系又主要靠食物来维持。

人类所需的一切能量都来自于太阳，来自于植物光合作用直接或间接提供的食物。据估计，原始土地上光合作用产生的绿色植物及其供养的动物只能为一千万人提供食物。然而，人类对环境的改造和利用，却取得了巨大的成就。对自然灾害的控制，土壤的改良，野生动植物的驯化，优良品种的配植，化肥和农药的施用以及现代农业机械化的实现等等，使得我们的地球为几十亿人提供了食物；加之各种资源能源的开发利用，各种制造加工业的发展等，创造了人类各种具有物质、精神文明的环境。但人类对环境的改造和利用并不是无度的，人类对环境的不适当或过度的开发和利用，也产生了环境污染问题。环境污染使得环境中的物质组成改变，通过食物链（网）或其他途径，造成人体与环境物质组成所具有的平衡关系破坏，产生了人体对生存的不适应，甚至产生对人体健康的

危害，出现了由环境污染而引起的食品安全性问题。

## 二、环境污染与食品安全

环境污染是指人类活动所引起的环境质量下降而对人类及其他生物的正常生存和发展产生不良影响的现象。当物理、化学和生物因素进入大气、水体、土壤环境，其数量、浓度和持续时间超过了环境的自净能力，以致破坏了生态平衡，影响了人体健康，这就造成了环境污染。环境污染的产生是有关量变到质变的过程。目前环境污染产生的原因主要是资源的浪费和不合理使用。使有用的资源变为废物进入环境而造成。

在食品的生产、加工、贮存、分配和制作食品的过程中，有可能存在食品污染的因素，因而引起食品的安全性问题，但由环境污染造成的食品安全性问题，主要针对动植物的生产过程。通常天然的动植物食品原材料很少含有有害物质，但在这些动物、植物的生长过程中，由于呼吸、吸收（或摄食）、饮水而使环境污染物质进入或积累在动、植物中，而影响食品的安全性。

影响食品安全性的因素很多，就环境而言，环境污染是其影响因素之一，但也并不只是污染的环境对食品安全性有影响，未受污染的环境（原生环境）也存在食品安全性问题。

### （一）原生环境与食品安全

原生环境是指天然形成，并未受人为活动影响或影响较小的环境。一般来说，这种环境存在着许多有利于人体健康的因素，由于此种环境中正常化学组成的空气、水体和土壤，以及太阳辐射、微小气候和自然的生态系统，人类可获得清洁的空气、水和食品。然而产生于这种环境中的食品也并不都是安全的。

有些原生环境也会对人体健康产生不利影响，例如：由于地球结构上的原因，造成地球化学元素分布的不均匀性，使某一地区的水或土壤中某些元素过多或过少，当地居民通过水、食物等途径摄入这些元素过多或过少，而引起某些特异性疾病，成为生物地球化学疾病，这类疾病的特点具有明显的地方性，故又称地方病。

最典型的元素过少而引起的地方病为碘缺乏病。它在世界各国（除冰岛外）都有不同程度的流行，我国的流行范围也较广。在远离海洋和有高山阻隔的石灰石、白垩土、砂土、灰化土及泥炭土为主要土壤成分的地带，由于土壤含碘少或易流失，常常为缺碘土壤，土壤缺碘会导致水和食物中含碘少，使人体摄碘量不足；同时不合理的膳食（营养缺乏）也会影响人对碘的吸收，而形成人体碘缺乏，由此而引起的最常见的疾病为甲状腺肿和克汀病（主要表现为生长发育落后、痴呆和聋哑）。克山病和大骨节病广泛流行的地区，常常是缺硒地区；硒与癌的关系非常引人注目，对硒的抗癌作用已有不少报道。

地球结构原因的元素过多而导致的地方病，主要为元素的慢性中毒，如地方性氟病，慢性砷中毒，慢性硒中毒等，它们同环境污染而引起环境元素过多的情形一样，尽管元素的产生方式或来源不同，但主要经食物和水进入人体，造成对人体的危害。

### （二）次生环境与食品安全

次生环境是指在人类活动影响下，其中的物质交换、迁移和转化，能量、信息的传

递都发生了重大变化的环境。这种变化对人类产生了有利的影响，然而随着人类的生活活动对自然环境施加的影响增大，使人类开发利用自然资源的能力和范围不断扩大，环境受“三废”（废气、废水、废渣）的污染日渐明显。

矿藏的开采，金属的冶炼、加工，合成材料生产的多样化，能源的大量消耗，大规模的工农业生产，农药、化肥和其他化学品的生产和使用，在为人类带来大量财富的同时，大量生产性有害物质和生活废弃物进入环境，污染大气、水体和土壤。在这种环境中种植和加工的各种食品，不同程度受到污染，从而导致食物的多种不安全因素的形成。

次生环境对食品安全性影响因素，按环境因素的性质可分为物理性、化学性和生物性三类。物理因素主要是指人类在生产活动中排放的放射性废弃物，如核爆炸、核泄漏及辐射等，是食品受到放射性污染的主要原因。化学因素成分复杂、种类繁多，仅美国登记的化学物质已达到 700 万种。环境中的化学物质可通过水、食物进入人体，其中许多化学物质对人体健康具有明显损害，有些环境污染物不仅具有急性、慢性作用，而且还具有致突变、致癌、致畸等远期效应，危及当代及后代健康；生物因素主要包括环境中的细菌、真菌、病毒、寄生虫等。

可见，环境污染是环境对食品安全性影响的主要原因，而次生环境恶化引起的对食品安全性的影响是研究环境与食品安全性重点解决的问题。

## 第二节 大气污染对食品安全性的影响

大气污染是指人类活动向大气排放的污染物或由它转化成的二次污染物在大气中的浓度达到有害程度的现象。人类自从用煤作燃料以后，大气污染的现象就存在了。大气污染物的种类很多，其理化性质非常复杂，毒性也各不相同，主要来源为矿物燃料（如煤和石油等）燃烧和工业生产。大气污染物对农作物的危害种类也很多，如  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、氧化剂、氟化物、汽车尾气、粉尘等。长期暴露在污染空气中的动植物，由于其体内外污染物增多，可造成其生长发育不良或受阻，甚至发病或死亡。人类食物来自动植物，因而影响食品的安全性。

### 一、氟化物

氟化物污染以大气污染最为严重。许多工厂排出的氟化物主要为  $\text{SiF}_4$  和  $\text{HF}$  它们易溶于水，具剧毒性。大气中氟化物对食品的污染主要分为二类：

#### （一）生活燃煤污染型

这种类型的污染表现为对食品的直接污染。在一些高寒山区，气候寒冷潮湿，烤火期长，粮食含水量高，需煤火烘烤，故居民终年煤火不息。这些地区煤储量丰富，而煤质低劣，高氟、高硫，氟含量在几百至几千  $\text{mg/kg}$ 。加之当地落后的燃煤方式，使用简陋的燃烧炉灶，甚至直接在室内燃烧，空气含氟高达  $0.039\sim 0.5\text{mg/m}^3$ 。在室内贮存、烧制的粮菜被严重污染，烧烤的玉米含氟量达  $26.3\sim 84.2\text{mg/kg}$ ，辣椒含氟高达  $310.5\sim$