

第一章 绪 论

食品是人类生存和发展最重要的物质基础。近年来,我国食品工业发展迅速,食品工业生产总产值和销售收入已经连续多年位居中国制造业首位。2002年食品工业总值首次突破1万亿元,2005年突破2万亿元;2010年全国食品工业规模以上企业达41286家,比2005年增长73.2%,实现工业总产值6.1万亿元。2015年,全国食品工业总产值为11.34万亿。一些主要产品,比如食用植物油、饮料、味精、啤酒的总产量位居世界前列。而且,产品结构调整取得了进展,各类食品在质量、品种、档次、功能以及包装等方面基本满足了不同消费层次的需求,新兴的方便食品、休闲食品、保健食品、冷冻食品等市场份额继续扩大。食品产业集中度不断提高,涌现出了一批具有较强经济实力和市场竞争优势的大中型骨干企业和企业集团。信息技术、生物技术、纳米技术、新工艺、新材料转化为新业态、新产品,食品工业技术装备水平有了不同程度的提高,乳品、啤酒、方便面等行业的装备技术水平已与世界先进水平同步。

食品工业快速发展的同时,也暴露出一些问题,尤其是近年来引人关注的食品安全问题,成为影响食品工业进一步发展的核心问题。食品安全是一个大的系统工程,涉及从农田到餐桌的整个过程,包括农畜产品的种植和养殖、食品的加工制造、食品的销售流通、餐饮行业、市场的监督管理等各个领域。其中,食品的加工制造是食品安全链条中的重要组成部分,学习、掌握和熟练运用食品加工中的质量安全控制技术,对保障食品的安全性具有重要意义。

一、食品安全的概念

《中华人民共和国食品安全法》对食品安全的定义为:“食品安全,指食品无毒、无害,符合应当有的营养要求,对人体健康不造成任何急性、亚急性或者慢性危害。”关于食品安全与食品卫生,早期曾将二者视为同一概念,但1996年世界卫生组织(WHO)在其发表的《加强国家级食品安全计划指南》中,明确把食品安全和食品卫生作为两个不同的概念加以区别。食品卫生被解释为:为确保食品安全性,在食物链的所有阶段必须采取的一切条件和措施。食品安全则被解释为: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。由此可见,食品安全是对最终产品而言,而食品卫生是对食品的生产过程而言。

二、国内外食品加工业的安全现状

1. 我国食品加工业存在的安全问题及管理措施

近20年来,我国的食品安全工作取得了较大的成绩,政府及各级领导机构对食品安全的重视程度逐渐提高。从生产、监管、科研等多方面展开的食品安全控制体系已初步建立和正在完善,食品的卫生合格率逐年上升。在《中华人民共和国食品卫生法(试行)》实施前的1982年,食品卫生监督总体合格率为61.5%;《中华人民共和国食品卫生法》正式实施前的1994年,食品卫生监督总体合格率为82.3%;2000年达到88.9%。《中华人民共和国食品安全法》实施后的2015年,食品药品监督管理总局共抽检食品17万批次,合格率达96.8%。



面向 21 世纪高等学校规划教材

尽管如此,我国食品安全形势依然严峻,食品安全仍处在问题多发期。2015 年抽检中还有约 3% 的不合格食品,落在哪一个消费者头上都是百分之百的伤害。从抽检结果来看,大型食品生产、经营企业的食品安全质量可以保障,而网购、小杂食店、小吃店等部分场所不合格率偏高。此外,水产品和饮料不合格率偏低,饮料铜绿假单胞菌不合格率较高,婴幼儿配方羊奶粉不合格率较高。同时,我国食品安全标准还有一些缺失,对违法行为的惩处力度还不足以对违法者形成震慑。

食品的安全问题还严重影响到我国食品的出口贸易。近年来,我国出口食品被进口国拒绝、扣留、退货、索赔和终止合同的事件时有发生。我国畜禽肉长期因兽药残留问题而造成出口欧盟受阻;2003 年又因为蜂产品中氯霉素超标、茶叶的农药残留问题、酱油中氯丙醇污染问题影响到向欧盟和其他国家出口,经济损失惨重。2006 年 5 月 29 日起,日本执行“肯定列表制度”,在该制度下,日本对所有农业化学品在所有食品中的残留均制定了严格的限量要求:日本认为对于有科学依据的物质制定限量要求,对无科学依据的物质则采用 0.01mg/kg 的一律标准。“肯定列表制度”的实施,使我国输日农产品和食品的农药残留和兽药残留标准进一步提高,很多食品如速冻蔬菜、烤鳗鱼、肉制品等因农残或兽残超标而被日方拒绝。

针对国内食品市场上滥用添加剂、掺假使假等违法活动屡禁不止的情况,2002 年起国家质检总局从合格率较低的米、面、油、酱油、醋等五类与百姓生活密切相关的食品开始实施食品质量安全市场准入制度,到 2003 年 8 月 1 日,凡没有 QS 认证标志、未取得食品生产许可证的产品进入市场将被查处。截至 2006 年,已对小麦、大米、挂面、食用植物油、酱油、食醋、味精、鸡精调味料、酱类、肉制品、乳制品、婴幼儿配方乳粉、饮料、方便面、饼干、罐头、冷冻饮品、速冻面食食品、膨化食品、糖果制品、果冻、茶叶、白酒、葡萄酒及果酒、啤、黄酒、酱腌菜、蜜饯、炒货食品、蛋制品、可可制品、焙炒咖啡、糖、水产加工品、淀粉及淀粉制品、糕点食品、豆制品、蜂产品等,实行食品质量安全市场准入制度,并颁布了相应的生产许可证审查细则。

对于出口食品企业,2003 年 6 月,我国政府出台了《出口食品生产企业卫生注册登记管理规定》,要求罐头、水产品、肉制品、速冻蔬菜、果蔬汁、含肉或水产品的速冻方便食品等六类食品,必须通过 HACCP(危害分析关键控制点)体系强制性认证。

食品加工的原料主要来自农产品,原料的质量是保障加工食品安全性的第一道屏障。针对国内农业领域滥用农药、兽药的情况,我国政府颁布了《农产品质量安全法》,并于 2006 年 11 月 1 日起施行。该法对来源于农业的初级产品(即在农业活动中获得的植物、动物、微生物及其产品)的生产、包装、监督、质量安全标准、法律责任等方面进行了规定,对规范农业生产,保障农产品质量安全起到了很好的推动作用。

为规范食品流通领域,加强食品流通的行业管理,规范食品经营行为,保障食品消费安全,商务部发布了《流通领域食品安全管理办法》(2007 年 5 月 1 日实施)。《流通领域食品安全管理办法》重在制度建设,从市场的管理机构、人员、管理制度以及现场制作食品、散装食品、生鲜食品销售等方面提出了具体要求,具体包括协议准入制度、经销商管理制度、索证索票制度、购销台账制度和不合格食品退市制度。通过这些制度的建立,达到食品在流通环节的可追溯,从而保障食品在流通中的安全。

为深入贯彻《中华人民共和国食品卫生法》,充分保障食品安全,卫生部于 2003 年 8 月发布《食品安全行动计划》,用于指导今后 5 年全国食品安全工作。《食品安全行动计划》的

创新点在于，确立了食品生产经营者是食品卫生第一责任人，将食品生产经营者加强自身食品卫生管理放在了保证食品安全的核心位置，并要求在食品企业全面实施食品卫生规范（GHP）或者良好生产规范（GMP），积极推行 HACCP 方法。

为适应新形势发展的需要，从制度上解决食品安全问题，我国从 2009 年 6 月 1 日起实施《中华人民共和国食品安全法》。与《中华人民共和国食品卫生法》不同，《中华人民共和国食品安全法》体现了预防为主、科学监督、严格责任、综合治理的食品安全工作指导思想，确立了食品安全风险监测和风险评估制度、食品安全标准制度、不安全食品召回制度、食品安全信息发布制度等新的内容。《中华人民共和国食品安全法》的颁布实施，极大地提升了我国的食品安全水平。针对食品安全领域出现的新问题、新情况，2015 年 10 月 1 日新修订的《中华人民共和国食品安全法》开始实施，进一步保障了我国的食品安全。

2. 国外食品加工业的安全现状及管理措施

自 20 世纪 90 年代以来，国际上食品安全恶性事件时有发生，如英国的疯牛病、比利时的二噁英事件、日本 O157 大肠杆菌事件、美国鸡肉制品的李斯特氏菌事件等。随着全球经济的一体化，食品安全已变得没有国界，世界上某一地区的食品安全问题很可能波及全球。

有鉴于此，WHO（世界卫生组织）、FAO（联合国粮农组织）以及世界各国近年来均加强了食品安全工作。美国、欧洲等发达国家不仅对食品原料、加工品有较为完善的标准与检测体系，而且对食品生产的环境，以及食品生产对环境的影响都有相应的标准、检测体系及有关法规。

世界主要发达国家在食品安全保障体系的建设方面主要有以下特点：①拥有系统完善的食品安全保障体系；②高度重视食品安全立法和标准化的建设和执行工作；③普遍采用先进的安全管理技术体系；④有严格的召回制度和惩处制度。

总的看来，虽然我国的食品安全工作取得了一定的成绩，但与发达国家相比，在食品安全的系统检测与评价背景资料，关键检测技术与设备，危险性评估技术和控制技术，新技术、新工艺、新资源加工食品的安全性评估，法规和标准建设等方面，都还存在一定差距。

三、影响加工食品安全性的因素

食品污染是指食品从原料的种（养）植、生长、收获（捕捞）到加工、贮存、运输、销售及食用的整个过程中，某些有毒、有害物质进入食品而使食品的营养价值、食用价值降低或对人体产生不同程度的危害。

食品受污染的途径主要有生物性污染，如致病菌、寄生虫、病毒等造成的食品污染；化学性污染，如农药残留、兽药残留、重金属等化学有害物质对食品的污染；物理性污染，如玻璃、金属碎片等物理杂质混入食品。上述食品污染物都属于食品不安全因素，都有可能危害消费者的身体健康和生命安全。在食品加工制造过程中，如果控制措施不当，就很有可能受到这些有毒、有害物质的污染，从而降低了最终产品的安全性。

在食品加工制造过程，有以下影响食品安全性的因素。

1. 食品加工原辅料的安全性

原料的安全性决定了最终产品的安全性。只有安全卫生的原料，才有可能生产出安全卫生的食品。原料中的危害因素主要包括以下方面。

（1）生物性危害 原料中可能存在致病菌，如沙门氏菌、大肠杆菌、李斯特氏菌、副溶血弧菌、金黄色葡萄球菌等；可能存在寄生虫，如旋毛虫、弓形虫、华枝睾吸虫等；可能存



在病毒，如甲型肝炎病毒等。这些污染物虽然能够在后续的加工过程中被剔除或杀灭，但如果它们在原料中的数量过多，则很难保证在加工过程中这些污染物能够被彻底清除。一旦成品中残留这些污染物，它们对人体的危害是极大的。因此，控制原料的生物性危害非常重要。

(2) 化学性危害 农药、兽药的广泛使用，环境污染的加剧，使得食品加工原料中可能存在农药、兽药、重金属等化学有害物质残留。粮食作物如果贮存条件不当，有可能被黄曲霉等真菌污染，生成黄曲霉毒素等真菌毒素。这些化学污染物在后续的加工过程中难以被消除，大部分会残存在成品中，造成化学毒素在消费者体内的慢性积累，或者带来急性伤害（如黄曲霉毒素中毒）。因此，要控制原料的来源，对原料的生产基地和供应商进行考察，选择无公害的农畜水产品，原料中的有害化学物质残留要符合国家的标准。

生产中所用的食品添加剂、调味料、包装材料等辅料，也可能污染重金属等有害物质。因此，对辅料的来源也要进行控制，选择合格的供应商，产品要有检验合格证明，并定期进行抽检。

2. 生产加工过程

在生产加工环节，对食品安全性造成影响的因素主要有以下方面。

(1) 加工方法和工艺条件 在食品加工过程中，有些工序能够减少污染物的危害，比如挑选、清洗、去皮、热烫等操作，可去除部分残留的农药，剔除腐烂的原料，杀灭部分致病菌等。杀菌工序能够杀灭大量的微生物，是食品加工中控制生物性危害的主要手段，杀菌方法和工艺条件的选择非常重要，既要确保杀死所有的致病菌，又要防止过度热处理对产品营养和质构的破坏。食品加工过程中，经常会使用某些化学添加剂，如防腐剂、合成色素、护色剂等，对它们的使用量和使用方法要严格控制，确保它们在成品中的残留量控制在国家许可的标准内。一些加工过程（如油炸、烘烤、烟熏），可能会产生新的有害物质，如丙烯酰胺、多环芳烃等，因此对这些加工过程要严格控制，将有害物质的产生减少到最低的水平。

原料、半成品中的微生物在加工过程中会继续生长繁殖，因此要合理设计工艺路线，尽量缩短加工工序之间的时间间隔，避免交叉污染，在杀菌前将微生物的数量控制在可接受的水平。杀菌后的加工环节，要避免微生物的二次污染。原料中的化学污染物（如农药残留），在加工过程中会逐渐减少，但要避免引入新的化学污染物（如清洗剂、消毒剂等）。产品中的物理性危害（如玻璃、金属、碎骨等）可通过挑选、目检、金属探测、X-光探测等手段予以消除，但也要避免在加工过程中引入这些危害。

(2) 加工环境的卫生条件 加工过程中，与食品接触的表面包括加工设备、案台、工器具、加工人员的工作服和手套、包装材料等，它们的清洁状况直接影响产品的微生物数量、有害化学物质的水平。生产用水的卫生质量是影响食品卫生的关键因素，水质要符合国家饮用水标准。加工环境的卫生状况越好，则微生物和有害化学品污染食品的机率越小，成品的安全性越高。

(3) 从业人员的健康和卫生 食品企业的生产人员是直接接触食品的人，其身体健康和卫生状况直接影响食品卫生质量。从业人员不能携带致病菌，并要养成的个人卫生习惯，进入加工车间前应更换工作服，按照卫生规定从事食品加工。

3. 成品的贮存和运输

成品贮存过程中，如果仓库卫生状况较差、温度较高、湿度较大、不同种类的产品混放，则会造成成品的二次污染，降低成品的安全性，缩短成品的保质期。运输工具的清洁状况和环境条件，也会对成品的安全性带来一定的影响，如污染致病菌、有害化学物等。因此，对

于成品的贮存运输环节,也不能掉以轻心,以确保食品的安全性。

四、食品加工中的质量安全控制体系

对食品企业来说,要确保加工食品的安全性,仅凭领导者的经验进行管理明显不适宜,必须依靠一些先进的质量安全控制体系,并建立相应的科学合理的质量安全管理制度。食品加工中的质量安全控制体系主要有:①食品良好操作规范(GMP);②卫生标准操作程序(SSOP);③危害分析与关键控制点(HACCP);④ISO 9000系列质量标准;⑤ISO 14000环境管理体系;⑥ISO 22000食品安全管理体系。

上述几种管理体系组成了一个食品企业从宏观到微观的管理方案,它们之间既有联系,又有区别。HACCP是一种预防性的食品安全保证体系,保护食品避免受到来自原辅材料、生产人员、生产工艺、生产环境、贮存运输及销售服务等各个环节方面的生物的、化学的、物理的危害,保障食品的安全性。HACCP必须建立在可靠的GMP和SSOP基础之上。SSOP是食品企业为达到GMP目标而制定的具体卫生处理措施。

HACCP可看作ISO 9000系列标准的一部分,两者的共同点是:基本操作步骤是相通的;均注重抓住关键点并以预防为主;均结构严谨,强调重点;实施的目的是为了增强消费者的信任度和满意度。不同点是:HACCP仅用于食品及相关行业,ISO 9000适用于各行各业,是通用的质量管理标准。

ISO 14000与ISO 9000相似,均为管理性标准,二者区别在于:ISO 9000侧重于企业产品质量及其管理体系,ISO 14000侧重于企业的活动、产品和服务对环境的影响;ISO 9000主要考虑顾客的需要,而ISO 14000则涉及更广泛的团体并考虑到社会 and 环境保护的需要。HACCP与ISO 14000的联系与区别基本与ISO 9000类似。

ISO 22000采用了ISO 9000标准体系结构,与HACCP相比,其适用范围更广,体现了对遵守食品法律法规的要求,强调了沟通、前提方案、操作性前提方案、“确认”和“验证”的重要性,增加了“应急准备和响应”规定,建立了可追溯系统和对不安全产品实施撤回机制。

五、学习提示

本书首先介绍了影响食品加工安全性的各种因素,然后阐述了食品加工中安全与质量控制的关键技术,包括GMP、SSOP、HACCP和ISO 22000。第四章至第十章,介绍了不同加工方式食品的安全与质量控制技术。第十一章至第十三章,以加工原料(肉制品、乳制品、水产品)为出发点,介绍了三类安全风险比较高的食品安全与质量控制技术。

学习本课程必须首先认真掌握食品加工中的各种危害因素,掌握GMP、SSOP和HACCP的基本原理以及它们在食品质量安全控制中的各自作用,然后根据各类加工食品的特殊性,把理论与实践相结合。当然还要明确,本书所讲各类食品的质量安全控制方案并不是唯一正确的,学生应根据企业的实际情况,结合所学知识,制定出切实可行的质量安全控制方案。

第二章 影响食品加工安全性的因素及预防措施

第一节 食品加工中的生物性危害

食品加工中的生物性危害包括致病性细菌、病毒、真菌及真菌毒素、寄生虫和害虫。其中微生物污染占整个食品污染比重很大，危害也很大。

食品微生物污染的来源有：食品原料本身的污染、食品加工过程中的污染以及食品贮存、运输、销售中的污染。

一、细菌性危害

1. 常见的细菌性危害

食品中细菌性危害包括腐败变质、食物中毒和食源性传染病。腐败变质是生产与经营中最常见的问题之一。细菌性食物中毒是食物中毒中比例最大的，常见的有：沙门氏菌食物中毒、副溶血弧菌食物中毒、变形杆菌食物中毒、金黄色葡萄球菌食物中毒、蜡样芽胞杆菌食物中毒、肉毒梭状芽孢杆菌食物中毒、耶尔森菌食物中毒、李斯特菌食物中毒等。通过摄入食品而进入人体的病原体，使人体罹患的感染性疾病或中毒性疾病，称为食源性疾病。

2. 常见的食品细菌

(1) 假单胞菌属 (*Pseudomonas*) 本属为革兰氏阴性无芽孢杆菌，需氧，嗜冷，pH 5.0 ~ 5.2 下发育，是典型的腐败细菌，在肉和鱼上易繁殖，多见冷冻食品。

(2) 微球菌属 (*Micrococcus*) 和葡萄球菌属 (*Staphylococcus*) 本菌属为革兰氏阳性细菌，嗜中温，营养要求较低。在肉制品、水产食品和蛋品上常见，主要引起食品的腐败变质。金黄色葡萄球菌能产生肠毒素，可引起食物中毒。

(3) 芽孢杆菌属 (*Bacillus*) 与芽孢梭菌属 (*Clostridium*) 分布较广泛，尤其多见于肉和鱼。前者需氧或兼性厌氧，后者厌氧，属中温菌者多，间或有嗜热菌。因能产生芽孢，对热的抵抗力特别强，是加热保藏食品（如罐藏食品）的主要腐败菌。

(4) 肠杆菌科 (*Enterobacteriaceae*) 为革兰氏阴性，需氧及兼性厌氧，包括志贺氏菌属、沙门氏菌属、耶尔森氏菌属等致病菌。

(5) 弧菌属 (*Vibrio*) 与黄杆菌属 (*Flavobacterium*) 均为革兰氏阴性兼性厌氧菌。主要来自海水或淡水，在低温和 5% 食盐中均可生长，故在鱼类等水产食品中多见。

(6) 嗜盐杆菌属 (*Halobacterium*) 与嗜盐球菌属 (*Halococcus*) 革兰氏阴性需氧菌，嗜盐，在 12% 食盐甚至更高浓度的食盐中仍能生长，多见于咸鱼类。

(7) 乳杆菌属 (*Lactobacillus*) 革兰氏阳性杆菌，厌氧或微需氧，在乳品中多见。

3. 几种典型细菌性风险的防控

细菌性风险中，致腐败变质的细菌可以在后续的加工热处理中降低或消除，这里主要介绍能引起食物中毒的细菌性风险及防控措施。

(1) 葡萄球菌

葡萄球菌的抵抗力较强，在干燥条件下可生存数月；对热的抵抗力较一般无芽孢的细菌强，加热至80℃经30min才能被杀死；可以耐受低水分活性(0.86)，所以能在高盐(10%~15%)或高糖浓度的食品中繁殖。食品污染葡萄球菌后，若在37℃左右存放且通风不良、氧分压降低时，则易于形成肠毒素。引起食物中毒的葡萄球菌以金黄色葡萄球菌最为多见。国内最常见的被污染食品的原辅料有：乳及乳制品、蛋及蛋制品、各类熟肉制品，含有乳制品的冷冻食品。

防控措施：防控带菌人群，对患有局部化脓性感染、上呼吸道感染者应暂时调换工作；防止患病乳畜对奶的污染：定期对乳畜进行健康检查，患乳房炎的病畜奶不能用。健康乳牛的奶在挤出后要及时过滤，并迅速冷却至10℃以下保存。畜、禽患局部化脓性感染时，其肉尸应按病畜、病禽处理。

控制葡萄球菌毒素形成的措施：食品贮存在低温、通风良好的条件下，放置时间最好不要超过6h，尤其是夏季、秋季。使用前彻底加热处理。

(2) 沙门氏菌

引起食物中毒的沙门氏菌属主要有：鼠伤寒沙门氏菌，猪霍乱沙门氏菌，肠炎沙门氏菌。沙门氏菌的最适生长繁殖温度为20~37℃，在100℃时立即死亡，75℃、5min，60℃、15min也可将其杀灭。沙门氏菌易感染肉、蛋、奶及其制品。

防控措施：加强对畜、禽的宰前检疫和宰后的兽医卫生检验；禁止采用病死的畜、禽肉类；加强原料肉在储藏、运输环节的卫生管理；避免生、熟食品原料之间的交叉污染；强化从业人员卫生知识培训和健康检查。食品原辅料应进行低温储藏，加工后的熟食品要尽快降温。

预防沙门氏菌食物中毒的关键措施是对食品进行彻底的加热灭菌，具体做法是：食用生食品前要煮熟煮透；重新加热剩余饭菜和存放时间达4h以上的熟肉或肉制品；洗净、消毒生食品原辅料。

(3) 大肠埃希氏菌

大肠埃希菌存在于人和动物的肠道中，通常不致病，当人体抵抗力减弱或食入大量活的致病性大肠埃希菌属污染的食品时，往往引起食物中毒。致病性大肠埃希氏菌对热的抵抗力较弱，60℃、15~20min能将其杀死。

防控措施：同沙门氏菌。

(4) 副溶血性弧菌

副溶血性弧菌是嗜盐菌，抵抗力较弱，55℃、10min，90℃、1min可杀灭，0~2℃经24~48h可死亡；对酸敏感，pH<6时不能生长。副溶血性弧菌的某些菌株在特定条件下可产生耐热的溶血毒素，能溶解人的血细胞。具有明显的地区性和季节性，高发于沿海地区和夏、秋季节。海鱼、虾、蟹、贝类等海产品带菌率很高，是引起此类食物中毒的主要食品。

防控措施：同沙门氏菌。特别需要指出的是：水产品的烹调要烧熟煮透，勿生食；对于宜生食的水产品(如海蜇)宜用40%盐水(饱和盐水)浸渍保藏，食用前用清水反复冲洗或洗净后用食醋拌渍。

(5) 蜡样芽孢杆菌

蜡样芽孢杆菌较耐热，在100℃、20min才能被杀死，而芽孢可耐受100℃、30min。蜡样芽孢杆菌可在多种食品中产生肠毒素，如剩米饭、米粉、甜酒酿、剩菜、甜点心及乳、肉类



食品；呕吐毒素常在米饭类食品中形成。蜡样芽孢杆菌食物中毒有明显的季节性，以夏、秋季尤其是 6 月至 10 月为多。

防控措施：严格执行食品生产通用卫生规范，降低本菌的污染率和污染量；在低温下（10℃以下）短时储存剩饭等熟食品，且在食用前彻底加热（一般应 100℃、20min）。

(6) 李斯特菌

单核细胞李斯特菌可引起食物中毒。该菌不耐热，58~59℃、10min 可杀死，耐碱不耐酸，在 pH 9.6 时仍可生长。该菌能耐受一般的食品防腐剂，并能在冷藏条件下生存繁殖。其引起食物中毒的食品以奶及其制品最多见。

防控措施：低温下贮藏的食品使用前彻底加热，其他同沙门氏菌。

(7) 肉毒梭菌

肉毒梭状芽孢杆菌产生肉毒毒素，对热的抵抗力不强，80℃、10~15min 即可死亡；但形成芽孢后抵抗力较强，需经高压蒸汽 121℃、30min 才能将其杀死。引起中毒的食品有：家庭制作的豆、谷类发酵制品（如臭豆腐、豆瓣酱、豆豉和面酱等），火腿、腊肠及其他肉制品；美国主要为家庭自制的水果及蔬菜罐头、水产品及肉、奶制品；日本因家庭制作鱼和鱼子制品引起中毒者最多。

防控措施：彻底清洗食品原料；罐头食品彻底灭菌；制成食品应避免再污染以及在较高温度或缺氧条件下贮存，以防肉毒毒素的产生。

(8) 产气荚膜梭菌

产气荚膜梭菌能产生外毒素。其食物中毒以夏秋季为多，主要污染肉、鱼、及植物蛋白质食品。

防控措施：加强对肉类食品的卫生管理，控制污染源；低温贮存熟肉制品并尽量缩短存放时间；使用前再次加热剩余食品。

(9) 小肠结肠炎耶尔森菌

小肠结肠炎耶尔森菌耐低温，0~5℃能生长繁殖，产生耐热肠毒素，是引起人类食物中毒和小肠结肠炎的重要病原菌，其产毒的温度范围为 4~35℃。多发生在春秋凉爽季节。易污染食品有牛奶、肉类、豆腐等。

防控措施：参考沙门氏菌；使用前加热冷藏的熟食品。

二、真菌性危害

霉菌是丝状体比较发达的小型真菌。有些霉菌能引起农作物的病害和食品霉变，并产生有毒的代谢产物——霉菌毒素。目前已知的霉菌毒素有 200 多种，主要有黄曲霉毒素、镰刀菌毒素（T-2 毒素、脱氧雪腐镰刀菌烯醇、玉米赤霉烯酮、伏马菌素等）、赭曲霉毒素、杂色曲霉素、展青霉素、3-硝基丙酸等。

1. 黄曲霉毒素

黄曲霉毒素（aflatoxins, AFT）是由黄曲霉和寄生曲霉产生的二次代谢产物。黄曲霉毒素为二呋喃香豆素的衍生物。已发现的黄曲霉毒素有 20 多种，其中以黄曲霉毒素 B₁ 的毒性和致癌性最强，在食品中的污染也最普遍。图 2-1 为主要的黄曲霉毒素 B₁ 的化学结构式。

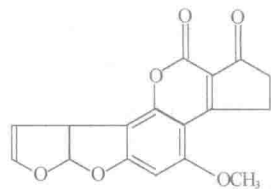


图 2-1 黄曲霉毒素 B₁ 的化学结构

研究表明，黄曲霉生长繁殖及其产生黄曲霉毒素所需

要的最低相对湿度为 80% 左右, 相当于小麦、玉米和高粱中的水分含量为 18.0% ~ 18.5%, 稻谷为 16.5%, 大米为 17.5%, 大豆为 17% ~ 18%, 花生及其他坚果为 9% ~ 10%。黄曲霉产生黄曲霉毒素所需的温度为 12 ~ 42℃, 最适宜的温度为 25 ~ 32℃。温度在 25 ~ 30℃ 时, 湿的花生、大米和棉籽中的黄曲霉在 48h 内即可产生黄曲霉毒素, 而小麦中的黄曲霉最短需要 4 ~ 5d 才能产生黄曲霉毒素。黄曲霉毒素引起人类急性中毒的主要症状为发热、呕吐、食欲不振和出现黄疸; 严重者出现腹水、下肢浮肿、肝大和脾大, 往往突然发生死亡。黄曲霉毒素能引起人类原发性肝癌。

2. 赭曲霉毒素

赭曲霉毒素 (ochratoxin) 是由曲霉属和青霉属的一些菌种产生的二次代谢产物。该毒素的结构特征是异香豆素联结 L-苯丙氨酸, 包括赭曲霉毒素 A、B 和 C (见图 2-2), 其中赭曲霉毒素 A 是植物性食品中的主要污染物, 是谷物、大豆、咖啡豆和可可豆的污染物。

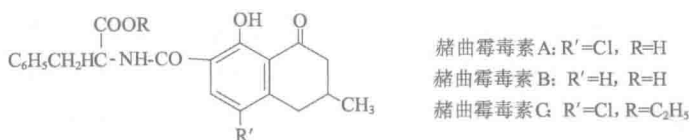


图 2-2 赭曲霉毒素的化学结构

水分活度和温度是影响赭曲霉毒素产生的主要因素。在 24℃ 时, 赭曲霉的最适水分活度为 0.99, 圆弧青霉和纯绿青霉的最适水分活度为 0.95 ~ 0.99。在水分活度最适宜的情况下, 赭曲霉产生赭曲霉毒素的最适温度为 12 ~ 37℃, 而圆弧青霉和纯绿青霉为 4 ~ 31℃。赭曲霉毒素对大鼠和猪等动物肾、肝具有毒性作用, 并可导致胎鼠死亡率及畸形率增加。

3. 单端孢霉烯族化合物

单端孢霉烯族化合物 (trichothecenes) 是一组生物活性和化学结构相似的有毒代谢产物, 根据相似的功能团可将其分为 A、B、C、D 四个型。A 型包括 T-2 毒素、二醋酸镰刀菌烯醇 (diacetoxyscirpenol, DAS), B 型以脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (deoxynivalenol, DON) 和雪腐镰刀菌烯醇 (nivalenol, NIV) 为代表, 这四种是天然污染谷物和饲料的单端孢霉烯族化合物。

大多数单端孢霉烯族化合物是由镰刀菌属的菌种产生的, 其中最重要的菌种是产生 DON 和 NIV 的禾谷镰刀菌。单端孢霉烯族化合物的主要毒性作用为细胞毒性、免疫抑制和致畸作用, 可能有弱致癌性。

4. 展青霉素

可产生展青霉素 (patulin) 的真菌有十几种, 它不仅大量污染粮食饲料, 而且对苹果及其制品的污染严重。啮齿动物的展青霉素急性中毒常伴有痉挛、肺出血、皮下组织水肿、无尿直至死亡。展青霉素具有致癌性。

5. 玉米赤霉烯酮

玉米赤霉烯酮 (zearalenone) 是由镰刀菌属的菌种产生的代谢产物。该毒素主要污染玉米, 也可污染大麦、小麦、大米和麦芽等谷物。镰刀菌在玉米上生长繁殖一般需要 22% ~ 25% 的湿度。在湿度 45%、温度 24 ~ 27℃ 下, 培养 7 天或 4 ~ 6 周时, 玉米赤霉烯酮的产量最高。玉米赤霉烯酮主要作用于生殖系统, 猪对该毒素最敏感。



6.3 - 硝基丙酸

3-硝基丙酸 (β -nitropropionic acid) 是曲霉属和青霉属等少数菌种产生的有毒代谢产物。3-硝基丙酸引起动物的急性中毒表现与变质甘蔗中毒患者急性期的症状类似,即以脑充血水肿为主。该中毒症的特点是发病急,潜伏期最短的仅十几分钟,长者可达 17h。

7. 真菌毒素的风险防控

最根本的措施是预防发霉:加强管理预霉变;减少粮粒损伤,防霉菌侵入;降低水分;粮食低温存放;除氧;加抗真菌剂;选用抗霉品种。

对已污染食品的处理措施是:挑选霉粒;碾压水洗;利用甲基胺、氢氧化钠降低污染 AFT 的含量;利用白陶土或活性炭吸附,可使 AFT 含量降低;利用紫外线照射破坏 AFT。在食品原辅料验收时,严格按照 GB 2761—2011《食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量》执行。

三、病毒性危害

病毒不能靠自身进行复制繁殖。污染到食品中的病毒不会生长繁殖,因此它们不需要营养、水和空气,在其所污染的食物上可以存留相当长的时间。病毒不会导致食品腐败变质,但食品上病毒可以通过感染人体细胞而引起疾病。

1. 肝炎病毒

我国食品的病毒污染以肝炎病毒最为严重,主要为甲型肝炎病毒和戊型肝炎病毒。

(1) 甲型肝炎病毒 可以通过食品传播。1987 年 12 月~1988 年 1 月,上海因食用含甲肝病毒的毛蚶(贝壳类水产),引起甲型肝炎的爆发流行,仅在 1 周多的时间,发病人数近 2 万人,这种大规模爆发流行、蔓延迅速的中毒事件在历史上也是少见的。究其原因是沿海或靠近湖泊居住的人们喜食毛蚶、圣子、蛤蜊等贝壳,尤其上海人讲究取其味,因此,食用毛蚶时,仅用开水烫一下,然后取贝肉,蘸调味料食用,这种吃法固然味道鲜美,但其中的甲肝病毒并没有杀死,结果引起食源性病毒病。

毛蚶等贝壳类水生生物,靠滤水进行呼吸并摄入有机质为生,一旦水源受到甲肝病人的排泄物或呕吐物的污染,甲肝病毒就会在毛蚶的消化道、肝脏中集聚和浓缩,所以食用这种不洁毛蚶就容易发生甲肝中毒。

(2) 戊型肝炎病毒 该病毒不稳定,容易被破坏。

2. 朊病毒

朊病毒是一种不含核酸的蛋白感染因子,它是正常蛋白错误折叠后形成的一种致病蛋白。朊病毒能引起哺乳动物中枢神经组织病变,导致人和动物的可转移性神经退化疾病,如牛海绵脑病(BSE,俗称疯牛病)、克雅氏病(CJD)等疾病。目前英国已知至少有 70 人死于新型克雅氏病,而医学界怀疑克雅氏病可能和食用 BSE 病牛制成的肉制品有关。

3. 禽流感病毒

禽流感(Bird Flu)是由甲型流感病毒的一种亚型(也称禽流感病毒)引起的一种急性传染病,也能感染人类,被国际兽疫局定为甲类传染病,又称真性鸡瘟或欧洲鸡瘟。人感染后的症状主要表现为高热、咳嗽、流涕、肌痛等,多数伴有严重的肺炎,严重者心、肾等多种脏器衰竭导致死亡,病死率很高,通常人感染禽流感死亡率约为 33%。此病可通过消化道、呼吸道、皮肤损伤和眼结膜等多种途径传播,区域间的人员和车辆往来是传播本病的重要途径。目前已从禽类鉴定出 15 个 HA 亚型(H1~H15),9 个 NA 亚型(N1~N9),其中 H5 和 H7 亚型对禽类具有高度的致病力,并可引起禽类重症流感的暴发流行。

4. 口蹄疫病毒

口蹄疫病毒是一种引起偶蹄动物接触性急性传染病的病原，多见于牛、羊、猪。口蹄疫病毒对外界环境的抵抗力较强，在 -50°C 可保存几年，对热、酸较敏感，直射日光、 70°C 加热15min、乳酸、次氯酸和福尔马林均可使其灭活。发现口蹄疫病畜时，立即销毁；对可能被感染的同群屠畜，其肉尸须经产酸处理或高温处理后出厂。

四、寄生虫危害

寄生虫在食品中或食品表面不能生长和繁殖，其繁殖时需要特定的宿主。只有当特殊生活史存在时才能使寄生虫传染到新宿主（消费者）。用于微生物的增菌技术在分析寄生虫时往往是无效的，并且许多寄生虫的感染量很低。寄生虫的潜伏期较长（一般7~10d），使它的流行病学研究更加困难。

1. 猪囊虫

猪囊虫，俗称“米猪肉”，是指带囊尾蚴的猪肉。肉眼观察，猪囊虫白色、绿豆粒大小，是一个半透明的水泡状囊状物，包囊的一端为乳白色不透明的头结，头结有吸盘和钩，而牛囊虫的头结有吸盘没有钩。

人如果食用了没有死亡的猪肉囊虫，由于肠液和胆汁的刺激，头结即可伸出包囊，以带钩的吸盘，牢固地吸附在人的肠壁上，从中吸取营养并发育成成虫，即绦虫，使人患绦虫病。由于囊虫的寄生，人会感到酸痛和僵硬；如侵入眼中，会影响视力，甚至失明；寄生在脑中，会出现神经症状，造成抽搐、癫痫、瘫痪等症状。

猪囊虫在 2°C 冷藏中可生存52d，从肌肉中摘出的虫体，加热到 $48\sim 49^{\circ}\text{C}$ ，即可被杀死。但误用“米猪肉”包饺子时，煮饺子的过程不一定能杀死全部虫体。当肉中食盐含量达到5.5%~7.5%时，虫体即可死亡。

2. 旋毛虫

旋毛虫是一种很小的线虫，肉眼不易看见。当人误食含旋毛线虫幼虫的食品后，幼虫则从囊内逸出进入十二指肠和空肠，并迅速发育为成虫，在此交配繁殖，每条成虫可产1500个以上幼虫。幼虫穿过肠壁，随血液循环到全身，主要寄生在横纹肌肉内，被寄生的肌肉发生变性。患者初期呈恶心、呕吐、腹痛和下痢等症状，随后体温升高。由于在肌肉内寄生，肌肉发炎，疼痛难忍。根据寄生的部位，出现声音嘶哑，呼吸和吞咽困难等。

虽然猪的肌肉旋毛虫对热和低温抵抗力不强，但包囊内的幼虫抵抗力很强，盐腌、烟熏都不能杀死肉块深部的虫体。盐腌肉块深部的包囊幼虫可保持活力1年以上，腐败的肉中幼虫能存活100d以上。因此，控制此病的关键在预防，不吃没有煮透的肉，做好防止粪便污染的卫生管理，加强旋毛虫的检验。

3. 华枝睾吸虫

中华分枝睾吸虫（*Clonorchis sinensis*）简称华枝睾吸虫，成虫寄生于肝的胆管内，可引起华枝睾吸虫病。

华枝睾吸虫感染主要流行于东亚和东南亚国家，原因是吃了生的或未煮熟的鱼肉。其临床症状为易疲乏、上腹不适、消化不良、腹痛、腹泻、肝区隐痛、头晕等，但许多感染者并无明显症状。常见的体征有肝肿大，严重感染者可造成肝硬变腹水，甚至死亡。

4. 蛔虫

蛔虫寄生于人体小肠内，也可寄生于猪、狗、猫等动物体内。蛔虫病是一种常见寄生虫



病，儿童高于成人。蛔虫卵对各种环境因素的抵抗力很强。防控措施为：养成良好的卫生习惯，充分热处理不洁食品，加强员工洗手监管，改善环境卫生，无害化处理粪便，以达到彻底杀死虫卵的目的。

5. 姜片虫

姜片虫寄生于人体和猪的小肠。对 5 岁以上儿童及青少年危害较大。姜片虫在菱、荸荠、藕等水生植物的外皮上形成囊蚴。囊蚴在潮湿的环境中可存活 1 年，但遇干燥则易死亡。防控措施为：充分热处理水生植物；无害化处理用作猪饲料的水生植物；无害化处理人和猪的粪便；消灭扁卷螺。

五、害虫危害

污染食品的害虫包括少数几种昆虫、啮齿类动物和鸟类，它们通常能携带并传播各种病原菌，食品工业因害虫每年损失数十亿美元。

(一) 昆虫

1. 蟑螂

蟑螂是全世界食品加工厂和食品服务设施内最为普遍的一类害虫，它能携带并传播各种病原菌。大多数蟑螂携带约 50 种不同的微生物（如沙门氏菌和志贺氏菌），并传播骨髓灰质炎和霍乱病原菌。蟑螂通过接触食品，特别是咬和咀嚼食物，传播令人讨厌的微生物。尽管蟑螂比较喜欢碳水化合物含量高的食物，但人类消费的任何东西以及人类排泄的废物、腐烂物、死昆虫（包括蟑螂本身）、鞋垫以及纸和木材都能成为蟑螂的食物。蟑螂在阴暗处及晚上人类活动干扰少的时候最活跃。

2. 其他昆虫

食品加工和服务业中最普遍的季节性昆虫是苍蝇，其中最常见的种类是家蝇和果蝇。

苍蝇之所以传播疾病主要是因为其以动物和人的排泄物为食物，并在足、口器、翅膀上和内脏中携带这些病原菌。当苍蝇爬经食物时，这些病原菌就传播到食物中或转移到苍蝇的粪便中。苍蝇只能摄取液体食物，因此，在其进食前，它们在固体食物中分泌唾液以便将食物溶解，而它们的唾液或呕吐物中含有大量能污染食品、设备、物品及器具的细菌。

苍蝇难以防治的主要原因是其只需很小的空隙就能侵入建筑物内。由于家蝇能在远离食品的腐烂物堆中繁殖后代，所以数量很难控制。控制苍蝇最有效的方法是防止其飞入加工、储藏、经营食品的区域，从而减少这些区域中苍蝇的数量。

果蝇的生活史和取食习惯类似于家蝇，只是其特别喜欢水果，在腐烂植物和水果较多的深夏和早秋季节果蝇繁殖最快。

其他危害食品加工和服务业的害虫还有许多，如蚂蚁、甲虫、蛾，后两种通常出没于干燥的储藏区内，根据织物和食品与包装材料中的蛀洞可以鉴别害虫的种类。在环境整洁通风状况良好冷而干燥的储藏区内，以及中转库内也常发现这类昆虫。蚂蚁常于墙壁特别是热源（如热水管道）附近筑巢，一旦怀疑有蚂蚁侵入可用吸满糖浆的海绵作诱饵，以确定杀虫剂的喷洒位置。由于蚂蚁、甲虫和蛾生长所需的食物量很少，所以保持良好的环境卫生、合理存放食物及其他物品是防治这些害虫的必要条件。

(二) 啮齿类动物

啮齿类动物（如老鼠）具有敏锐的听觉、触觉和嗅觉，能迅速辨别新鲜的或不熟悉的东西，保护自身不受环境变化的影响，因此很难防治。

老鼠能钻进硬币大小的洞，越过垂直的砖墙，并能跳踩 1m 高，1.2m 远，所有的老鼠都是游泳能手，能从厕所的浮水桶和下水道溜下来。

老鼠既危险又具破坏性。每年因啮齿类动物造成的经济损失高达 60 亿美元，其中包括它们所吃掉的和污染的食品以及它们损坏的财产，亦包括老鼠咬烂电线引起火灾所造成的损失。老鼠能直接或间接地传播各种疾病，如钩端螺旋体、鼠型斑疹伤寒、斑疹伤寒和沙门氏菌病。一粒老鼠屎中存在几百万种有害微生物。老鼠屎干裂或被压碎后的颗粒能被室内的空气流带入食品。

（三）鸟类

鸽子、麻雀和燕八哥也会给食品设施带来问题。鸟粪携带各种对人有害的微生物。这些微生物有螨、真菌病源、鸟疫病源、假结核病原、弓浆虫病源、沙门氏菌，以及能导致脑炎、鹦鹉热和其他疾病的微生物；而且鸟类还会将昆虫引入工厂，导致虫害。

第二节 食品加工中的化学性危害

一、食品中天然存在的化学危害

（一）植物食品中的天然毒素

1. 红细胞凝集素和皂素

红细胞凝集素又称外源凝集素，是一种糖蛋白，含 4% ~ 10% 碳水化合物，存在于大豆、四季豆、豌豆、小扁豆、蚕豆和花生等食物原料中。四季豆又称菜豆、扁豆、刀豆、芸豆和豆角等，因食用未煮熟四季豆而引起的食物中毒事件时有发生。四季豆本身含有两种毒素，分别为红细胞凝集素和皂素。它们对胃肠道有刺激性，可以使人体红细胞发生凝集和溶血。四季豆一般进食后 0.5 ~ 5h 便会发病，中毒症状主要有恶心、呕吐、腹痛，部分患者还会出现头晕、头痛、发热、出汗、畏寒和四肢麻木等症状。一般入院治疗 2 ~ 3d 便可痊愈，鲜见有死亡者。

预防四季豆中毒的措施是将四季豆煮熟煮透，使其毒素彻底破坏。同样地，预防蚕豆、大豆和豆浆等中毒的措施也是充分加热，使其煮熟。应特别注意的是，豆浆在加热到 80℃ 左右时，皂素受热膨胀，泡沫上浮，形成“假沸”现象，此时的皂素等有毒害成分并没有完全破坏。只有继续加热至 100℃，泡沫消失后再小火煮 10min，才能安全食用。也可以采取 93℃ 加热 30min，121℃ 加热 5 ~ 10min，或喷雾干燥有效消除其有害成分。

2. 氰苷

氰苷是由氰醇衍生物的羟基和 D - 葡萄糖缩合形成的糖苷，其结构中有氰基，水解后产生氢氰酸 (HCN)，后者对人体造成危害。常见的氰苷有苦杏仁苷、蜀黍氰苷和亚麻苦苷三种。苦杏仁苷主要存在于苦杏仁和苦桃仁等果仁中；蜀黍氰苷主要存在于高粱中；亚麻苦苷主要存在于木薯和亚麻仁中。氰苷中毒在我国近年来时有零散发生。生食木薯 50 ~ 150g 就可以引起中毒。氰苷的毒性主要是其分解产物氢氰酸通过与线粒体中细胞色素氧化酶结合，导致细胞的呼吸链中断。急性中毒症状主要为流涎、头痛、恶心、呕吐、心悸、心率紊乱、呼吸急促，严重者可导致呼吸麻痹和死亡。对苦杏仁而言，幼儿食入 6 粒、成人食入 10 粒就可能引起中毒。

预防木薯、苦杏仁中毒的措施：严格禁止生食木薯，食用前去掉木薯表皮，用清水浸泡



薯肉 (3~6d), 充分加热煮熟后弃汤再食用, 且每次不宜食用过多; 对杏仁、桃仁等果仁在食用前要反复用清水浸泡, 充分加热。

3. 生物碱

生物碱是一类含氮的有机化合物, 有类似碱的性质, 遇酸可生成盐。存在于食用植物中的生物碱主要有龙葵碱、秋水仙碱和咖啡碱等。

龙葵碱又称茄碱、龙葵毒素和马铃薯毒素, 是由葡萄糖残基和茄啶组成的一种弱碱性糖苷。它存在于马铃薯、番茄及茄子等茄科植物中。马铃薯中龙葵碱的含量随品种、部位和季节不同而不同。发芽马铃薯的幼芽和芽眼部分龙葵碱含量最高, 绿色马铃薯和出现黑斑的马铃薯块茎中含量也较高。当食入 0.2~0.4g 茄碱时即可发生中毒。龙葵碱主要通过抑制胆碱酯酶的活性引起机体中毒。它对胃肠道黏膜有较强的刺激性和腐蚀性, 对中枢神经有麻痹作用, 对红细胞有溶血作用。中毒的主要症状为胃痛、恶心、呕吐、呼吸困难、伴随全身虚弱和衰竭, 严重者可导致死亡。预防中毒的措施是将马铃薯低温避光保管; 不吃生芽过多、有黑绿色皮的马铃薯; 轻度发芽的马铃薯在烹调前应彻底挖去芽和芽眼, 并充分削去芽眼周围的表皮。

秋水仙碱存在于鲜黄花菜 (金针菜) 中, 它本身无毒, 但在人体内被氧化后迅速生成二秋水仙碱, 后者是一种剧毒物质。成年人如一次食入鲜黄花菜 50~100g (相当于 0.1~0.2mg 秋水仙碱) 即可引起中毒, 食入 20mg 秋水仙碱可致人死亡。黄花菜对人的胃肠道具有毒性, 对神经系统具有抑制作用。中毒症状为咽干、口渴、头疼、恶心、呕吐、腹痛和腹泻等, 严重者可出现血便、血尿或尿闭等现象。预防中毒的措施是将鲜黄花菜在开水中煮片刻, 再清水浸泡, 使水溶性的秋水仙碱大部除去后再加热处理; 也可以煮熟、煮透鲜黄花菜, 再烹调食用。

咖啡碱是一类嘌呤类生物碱, 广泛存在于咖啡豆、茶叶和可可豆等食物中。咖啡碱对人的神经中枢、心脏和运动中枢均有兴奋作用, 但过度摄入可导致神经紧张和心律不齐。咖啡碱对胎儿有致畸作用。因此, 孕妇最好不要食用含咖啡碱的食品。

4. 硫代葡萄糖苷

油菜、甘蓝、芥菜和萝卜等十字花科植物中的芥子硫苷是一种非常重要的硫代葡萄糖苷。硫代葡萄糖苷本身无毒, 但在芥子酶等酶的作用下重排和裂解, 会产生吲哚-3-甲醇、异硫氰酸酯、二甲基二硫醚和 5-乙炔基噻唑硫酮等。异硫氰酸酯和 5-乙炔基噻唑硫酮有毒, 能通过抑制甲状腺素合成和对碘的吸收而抑制机体的生长发育, 并且导致甲状腺肿大。

不同植物、同种植物的不同部位中, 硫代葡萄糖苷含量差别很大。榨油后的菜籽饼虽然是高蛋白饲料, 但含有硫代葡萄糖苷衍生物, 家畜大量食用会导致甲状腺肿大、代谢紊乱甚至死亡。

油菜、甘蓝、芥菜和萝卜是我国人民日常生活的重要蔬菜, 有关这类蔬菜引起人类食物中毒的报道极少, 而且十字花科蔬菜因含有硫代葡萄糖苷的各种有机硫衍生物而具有较强的抗癌能力, 因此作为食品来说是安全有益的。

5. 白果酚和白果酸

银杏又称白果, 具有很高的药用价值, 但其种皮、种仁等均含有毒成分, 主要是白果酚、白果酸和白果二酸等。这些毒素对皮肤黏膜有刺激作用, 对中枢神经有抑制作用, 大量食用能引起中毒。食用 10~50 粒银杏可引起中毒, 中毒症状有恶心、呕吐、腹痛、腹泻等, 也可出现烦躁不安、恐惧、惊厥、肢体强直、抽搐、四肢无力、瘫痪和呼吸困难等症状。当人的皮肤接触银杏种仁或肉质外种皮后, 还可引起皮炎、皮肤红肿等症状。预防中毒的措施是采

收白果时，避免与种皮接触；不吃生白果，熟吃也应控制数量，而且应去除果胚。

6. 棉酚

棉酚是棉籽仁中特有的一种有色物质，是萘的衍生物。它对心、肝、肾等器官以及神经系统、血管组织、生殖系统均有毒性。经碱炼的棉籽油对人是安全的，但冷榨棉籽油和毛棉籽油的棉酚含量可高达1%~1.3%，食用后会引起中毒。棉酚中毒症状为头痛、眩晕、恶心、呕吐和腹痛等，严重者可出现抽搐、昏迷甚至死亡。慢性中毒可导致不育等症状。

(二) 动物食品中的天然毒素

1. 河豚毒素

河豚鱼又称鲀，是一种味道极鲜美但含剧毒的鱼类。河豚鱼中的有毒成分是河豚毒素，其毒性比氰化钾高1000倍，因此河豚中毒是最严重的动物性食品中毒。

河豚毒素在河豚体内的含量随着品种、性别、部位、季节和生长水域不同而不同。卵和卵巢的毒性最大，其次为肝脏，再次为脾、血液、腮、脑和皮肤，肌肉一般毒性较小或无毒。在淡水中孵化成长的河豚幼鱼在当年未出海前一般无毒，在海水中孵化的则有毒。皮肉在秋冬季毒性较强。河豚毒素是一种神经毒素，能阻断神经传导，使神经麻痹，病死率高达40%~60%。

河豚毒素性质比较稳定，盐腌、日晒均不被破坏。在100℃下加热24h，120℃下加热60min才能被完全破坏。因此，一般家庭烹调难以去除毒性，所以严禁擅自经营、加工和销售河豚鱼。

2. 动物腺体和内脏中的毒素

(1) 甲状腺素 甲状腺所分泌的激素叫甲状腺素，是一种含碘较高的L-氨基酸，对维持机体正常的新陈代谢具有重要作用。但当人误食动物甲状腺时，过量的甲状腺素会导致人体正常的内分泌活动发生紊乱，从而造成一系列中毒症状，主要表现为头疼、恶心、呕吐、胸闷、便秘或腹泻和心悸等，严重者出现高烧和脱水等症状。

甲状腺素性质非常稳定，只有在600℃以上的高温才能被破坏，普通烹调方法不能去除其毒性。猪甲状腺位于气管和喉头连接处的下方，是一个椭圆形肉状物，俗称“栗子肉”。为防止甲状腺素中毒，烹调前应注意摘除甲状腺。

(2) 肾上腺分泌的激素 肾上腺也是动物的内分泌腺，位于两侧肾脏上端，所以叫肾上腺，俗称“小腰子”。肾上腺皮质能分泌肾上腺素、去甲肾上腺素和肾上腺皮质激素等20多种重要的脂溶性激素，这些激素具有重要的生理作用。人误食动物的肾上腺后，会因体内的肾上腺素浓度过高而引起中毒。主要症状为：心窝处有痛感、恶心、呕吐、腹泻、血压急剧上升、头晕、手足麻木、心悸、面色苍白、瞳孔散大和寒颤等，所以应在销售或烹调前预先摘除肾上腺。

(3) 变性淋巴腺 淋巴腺是动物的免疫器官之一，分布于全身各部，为灰白色如豆粒至蚕豆大小的结节，又称“花子肉”。当病原微生物等异物侵入机体后，淋巴结首先产生炎症反应，以消除其有害作用。淋巴结的病理变化可能包括充血、出血、肿胀、化脓和坏死等，同时病变淋巴结还含有大量病原微生物和致癌毒素等。食用这种淋巴结对人体有害无益。

禽类的臀尖是淋巴结集中的地方，也是病菌、病毒和致癌物质的大本营。所以，为了食用安全，无论淋巴结有无病变，消费者应将其除去为宜。

(4) 动物肝脏中的毒素 肝脏是富含营养的美味食品，但许多因素对肝脏的食用安全构成了潜在的威胁。首先，肝脏是动物最大的解毒器官，动物体内的各种毒素要经过肝脏处理，



当毒素超出肝脏解毒能力时就会残留在肝脏中。其次，进入动物肝脏中的细菌和寄生虫（如肝吸虫）等可以在肝脏中生长繁殖。最后，有些肝脏为患肝炎、肝硬化和肝癌等疾病的病变肝脏。

除上述不安全因素之外，动物肝脏中的毒素还有胆酸、牛磺胆酸和脱氧胆酸。它们是中枢神经系统的抑制剂，其中牛磺胆酸毒性最强、脱氧胆酸次之。由此类毒素引起中毒的主要是狗、狼、豹和熊等动物的肝脏。猪肝中此类毒素的含量较少，一般不会产生明显的中毒作用。

维生素 A 对维持人体健康具有重要意义，摄入不足时会引起夜盲症等疾病。各种动物的肝脏中维生素 A 的含量较高，食用少量的肝脏对补充维生素 A 有益，但当人摄入维生素 A 量超过 $2 \times 10^6 \sim 5 \times 10^6$ IU 时，就可以引起中毒，对人们的视力和肝脏等造成损害。鲨鱼、鳕鱼和比目鱼肝脏中维生素 A 的含量分别为 10450IU/g、10000IU/g 和 100000IU/g，成人一次摄入 20g 比目鱼肝就可引起急性中毒。中毒症状为前额和眼睛疼痛、眩晕、困倦、恶心、呕吐、皮肤发红，出现红斑和脱皮等。

为了食用安全，建议食用健康的新鲜肝脏；食用前充分清洗、煮熟煮透；一次摄入不能过多。

(5) 胆囊毒素 胆囊中富含胆汁酸、脱氧胆酸和鹅胆酸等毒素，所以发生中毒的事件也屡见不鲜。胆囊毒素可严重损伤人体的肝、肾等组织器官，在短期内导致肝、肾功能衰竭；也能损伤脑细胞和心肌，造成神经系统和心血管系统病变。如果在摘除胆囊时不小心弄破胆囊，应用清水充分洗涤、浸泡以便去除残留的胆囊毒素。

3. 贝类毒素

贻贝、蛤贝、螺类、牡蛎等可引起贝类中毒，中毒特点为神经麻痹。我国导致中毒的常见贝类有蚶子、花蛤、香螺、织纹螺等。防控贝类中毒的措施是：监测、预报海藻生长情况，当发现海藻密度大于 20000 细胞/mL 时，即发出可能造成贝类中毒的报告，甚至禁止该海域贝类的捕捞和销售。对作为商品供应的贝肉，规定贝类毒素限量：美国 FDA 规定，新鲜、冷冻和生产罐头食品的贝类中，石房蛤毒素最高允许限量不超过 $80 \mu\text{g}/100\text{g}$ 。使用前清洗漂养，去除内脏，采取水煮捞肉弃汤等方法，使摄入的毒素降至最低程度。

(三) 毒蘑菇中的天然毒素

我国已知食用蘑菇约有 700 多种，毒蘑菇约为 190 多种，食用蘑菇和有毒蘑菇在外观上很难分辨，因此，因误食毒蘑菇而引起的中毒事件频频发生。蘑菇毒素从化学结构上可分为生物碱类、肽类（毒环肽）及其他化合物（如有机酸等），根据中毒时出现的临床症状可分为胃肠毒素、神经毒素、血液毒素、原浆毒素和其他毒素五类。

鉴于毒蘑种类繁多，难以识别，所以在采集野蘑菇时，要在专业人员或有识别能力的人员指导下进行，以便剔除毒蕈。对一般人来说，最有效的措施是绝对不采摘不认识的野蘑菇，也不食用没有吃过的蘑菇。

二、环境污染导致的化学危害

(一) 有毒金属污染

地壳及岩石中含有 80 余种金属元素，人体可以通过饮水、食物及生产、生活活动等接触和摄入金属元素。其中汞、镉、铅、砷等金属元素对人体有明确的毒害作用，故称为有毒金属。多数有毒金属在机体内蓄积，且半衰期长，长期少量摄入可以产生慢性毒性反应，可能

有致畸、致突变、致癌的潜在危害。

有毒金属的毒性大小与其存在的形式有关。例如，易溶于水的氯化镉、硝酸镉，比难溶于水的硫化镉、碳酸镉、氢氧化镉的毒性强。有机汞化合物比无机汞化合物更容易吸收，如氯化汞的吸收率只有2%，醋酸汞为50%，苯基汞为50%~80%，甲基汞为90%~100%，所以有机汞的毒性大于无机汞，而甲基汞的毒性最强。

1. 汞对食品的污染

汞分为无机汞和有机汞，有机汞曾用作杀菌剂，用以拌种或田间喷洒，目前已禁止使用。所有植物含有微量汞，未被污染的天然水域中含有微量的汞，故鱼体内也富集有一定量的汞。

在汞的生产和资源利用过程中，均可因废气、废水、废渣的排放造成环境污染而污染食品。人体对汞及其化合物的吸收，可经消化道、呼吸道、皮肤三种途径。金属汞和离子型无机汞在肠道的吸收率很低，约为5%~7%。有机汞的吸收率高达95%以上，主要是以汞蒸气经呼吸道进入体内。通过食物进入人体的甲基汞可以直接进入血液，与红细胞血红蛋白的巯基结合，随血流分布于各组织器官，并可以透过血脑屏障侵入脑组织，严重损害小脑和大脑两半球，致使中毒患者视觉、听觉出现严重障碍。严重者出现精神错乱、痉挛甚至死亡。

2. 砷对食品的污染

砷分为无机砷和有机砷。无机砷多数为3价砷和5价砷化合物，有机砷主要为五价砷。砷广泛存在于土壤、水、空气和食物中，几乎所有生物体内均含有砷。绝大多数食品砷含量在1mg/kg以下，但海产品含砷量较高，海鱼可达5mg/kg，贝类可达数十毫克每千克。

由于无机砷农药的毒性较大，已禁止生产，但有机砷农药仍在使用。在食品加工过程中，使用的无机酸、葡萄糖、食用色素等化学物，质地不纯时含砷量较高，并可混入食品。如生产酱油时用盐酸水解豆饼，如果使用含砷量较高的工业盐酸，制成的酱油砷含量也较高。食用色素、食用柠檬酸在生产过程中使用含砷量高的酸或碱，也会造成食品的砷污染。

元素砷基本无毒。砷的化合物具有不同的毒性，毒性大小顺序为 $\text{AsH}_3 > \text{As}^{3+} > \text{As}^{5+} > \text{R}-\text{As}_2\text{X} > \text{As}^0$ 。毒性大小还取决于砷在体内蓄积的程度及机体的状况。急性砷中毒主要表现为胃肠炎症状。长期摄入少量的砷化物可导致慢性砷中毒，症状为进行性衰弱、食欲不振、恶心、呕吐等，同时出现皮肤色素沉着、角质增生、末梢神经炎等特有体征。患者出现末梢多发性神经炎，四肢感觉异常、麻木、疼痛、行走困难，直至肌肉萎缩。

3. 镉对食品的污染

镉广泛存在于自然界，但含量很低。一般食品中均可以检出镉。冶炼、化工、电器、陶瓷、印刷等排放的工业三废是镉环境污染的主要来源。镉是合金、釉、颜料和镀层的组成成分，这些物质制成的容器、包装材料可以释放出镉，特别是接触酸性食品时。

金属镉一般无毒，而其化合物有毒。急性镉中毒出现流涎、恶心、呕吐等消化道症状。慢性镉中毒可使钙代谢失调，引起肾结石所致的肾绞痛，骨软化症或骨质疏松所致的骨骼症状。镉有致突变和致畸作用，对DNA的合成有强抑制作用，并可诱发肿瘤。

4. 铅对食品的污染

铅是一种不降解的环境污染物，在环境中可以长期蓄积，通过食物链、水及空气进入人体。自然环境中铅的本底值较低，而开采铅矿、冶炼、铅粉、蓄电池、玻璃生产及含铅化合物（如颜料、杀虫剂等）的使用，以及含铅物质的燃烧，均可造成环境的铅污染。

植物性食品铅含量受土壤、肥料、农药及灌溉水中铅含量的影响，动物性食品受饲料、