

“十二五”  
国家重点图书

# 食品加工 安全控制

金征宇 彭池方 主编

SAFETY  
CONTROL  
IN  
FOOD  
PROCESSING



化学工业出版社

“十二五”国家重点图书

# 食品加工安全控制

金征宇 彭池方 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

食品生产加工过程中的安全控制是食品质量与安全专业学生必须掌握的基本知识。食品加工种类较为广泛,在本教材有限的篇幅中,无法细述各类食品,因而,编者重点选取了肉制品、乳制品、蛋制品、水产品、果蔬、饮料、粮食、速冻食品等八大类日常消费食品,介绍了各自的生产工艺及生产过程中可能产生的安全隐患,并论述了 GMP、HACCP 等质量安全生产规范体系在各类食品生产加工过程中的具体应用,以及生产过程中主要的技术控制措施。

本书将安全性分析具体到每一类食品中,论述不同食品在生产加工中所出现的特有的安全问题,因此对食品生产实践具有一定的指导价值。本书可作为食品质量与安全及相关专业本科生的教材,同时也可作为食品生产加工人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品加工安全控制/金征宇,彭池方主编. —北京:化学工业出版社,2014.1

“十二五”国家重点图书

ISBN 978-7-122-18977-6

I. ①食… II. ①金…②彭… III. ①食品加工-质量控制-高等学校-教材 IV. ①TS207.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 269161 号

责任编辑:赵玉清

文字编辑:周 侗

责任校对:顾淑云

装帧设计:尹琳琳

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21 $\frac{3}{4}$  字数 541 千字 2014 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:49.00 元

版权所有 违者必究

# 《食品加工安全控制》编写人员名单

主 编 金征宇 彭池方

其他参编人员 钱 和 邰延军 杨严峻 姜启兴

廖红梅 陈 洁 朱科学 徐学明

田耀旗

## 主编简历

金征宇，男，1960年5月出生，教授，博士生导师，江南大学副校长，食品科学技术国家重点实验室主任，中国粮油学会副理事长。分别于1982年1月、1988年7月、1992年7月获工学学士、硕士、博士学位。先后在英国糖业技术研究中心、荷兰瓦格宁根大学 Wageningen University、美国堪萨斯州立大学 Kansas State University 等从事博士后以及访问教授研究工作。长期从事食品科学与工程领域的教学和研究工作，在功能性碳水化合物、食品加工高新技术等领域成果显著。先后主持和承担包括国家自然科学基金重点项目及国家科技支撑计划重大项目等在内的国家级和省部级项目25项。为江南大学食品科学与工程国家一级重点学科带头人，国务院特殊津贴获得者，全国优秀教师，全国优秀科技工作者。已在国内外学术刊物发表论文300多篇，其中被SCI收录128篇。主编出版教材和科技专著10部，包括《中国食品科技发展报告》、《食品科学》、《碳水化合物化学》等。所主持的项目获得国家科技进步二等奖三项（2007，2009，2011）、国家优秀教学成果二等奖两项（2001，2005）。所指导的博士生2010年获全国百篇优秀博士学位论文奖。是英国 Food Chemistry、《食品科学》、《中国粮油学报》等七种学术刊物的编委，《食品与生物技术学报》的主编。现任国务院学位委员会食品学科评议组召集人，教育部食品类专业教学指导委员会主任委员。

# 前 言

食品安全始终是食品消费者关注的重点，也应当是食品加工者关注的重点。与传统小作坊式的食品加工相比，现代食品加工具有生产规模化、加工过程连续化、市场流通速度快和范围广等特点。这些特点决定了现代食品加工安全的潜在安全威胁远高于传统小作坊式的食品加工安全。也就是说，食品加工安全控制的一个小疏忽，有可能产生大规模的食品安全问题。因此，食品加工安全控制对于食品企业的生产与发展具有决定性作用。为了我国食品行业的健康发展，近年来，我国很多高校设立了“食品质量与安全专业”。化学工业出版社为了配合教育事业的发展，为该专业组织了一套新教材，《食品加工安全控制》一书就是其中之一。

本书按照现代食品企业质量与安全管理的的基本要求，从宏观到微观，讨论了食品加工质量与安全相关的控制体系，然后选取了肉制品、乳制品、蛋制品、水产品、果蔬、饮料、粮食、速冻食品等八大类大宗食品，分别从 GMP、HACCP、SSOP 等质量、安全生产管理体系在生产加工过程中的应用进行了论述。本书将食品工艺学与食品安全学有机结合起来，并着重分析讨论食品在制造过程当中可能引入的不安全因素，以及如何来控制这些潜在危害。

本书的编撰人员都是长期从事食品生产与质量安全控制的中青年学术骨干，他们在各自的领域对于食品的质量安全控制都有较为丰富的经验。具体撰写分工为：绪论由金征宇编写，第 1 章由钱和编写，第 2 章由郇延军编写，第 3 章由彭池方和田耀旗编写，第 4 章由杨严峻编写，第 5 章由姜启兴编写，第 6 章由廖红梅编写，第 7 章由陈洁编写，第 8 章由朱科学和金征宇编写，第 9 章由徐学明和金征宇编写。全书由金征宇统稿。

本书是关于食品安全生产的教材，在理论分析的基础上，也非常重视实践中的可操作性。本书参编人员力求反映食品安全生产与控制中的重点问题，但限于目前学术、技术资源以及编者水平和能力局限，书中疏漏和不妥之处在所难免，恳请同行专家和读者批评指正。

金征宇  
2013 年 9 月

# 目 录

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 绪 论 .....                                    | 1  |
| 0.1 加工食品安全性的基本特点 .....                       | 1  |
| 0.2 食品加工中的安全问题 .....                         | 2  |
| 0.2.1 食品原料与食品安全 .....                        | 2  |
| 0.2.2 食品加工技术与食品安全 .....                      | 4  |
| 0.2.3 食品加工中的有害副产物 .....                      | 5  |
| 0.2.4 食品包装与食品安全 .....                        | 7  |
| 0.3 食品安全管理与食品安全科技 .....                      | 7  |
| 0.3.1 国际食品安全组织与行动 .....                      | 7  |
| 0.3.2 食品质量安全标准及管理体系 .....                    | 8  |
| 0.3.3 食品安全科技发展概况 .....                       | 9  |
| 第 1 章 食品加工相关的质量安全控制体系 .....                  | 11 |
| 1.1 基于 HACCP 的食品安全管理体系 .....                 | 11 |
| 1.1.1 HACCP 原理简介 .....                       | 11 |
| 1.1.2 实施 HACCP 的前提条件和步骤 .....                | 13 |
| 1.2 ISO 22000 : 2005 标准 .....                | 29 |
| 1.2.1 标准的主要目标 .....                          | 29 |
| 1.2.2 标准的适用范围 .....                          | 29 |
| 1.2.3 实施标准的益处 .....                          | 29 |
| 1.2.4 标准简介 .....                             | 30 |
| 1.2.5 ISO 22000 : 2005 标准与 HACCP 系统的关系 ..... | 31 |
| 1.3 基于 ISO 9001 的食品质量管理体系 .....              | 32 |
| 1.3.1 ISO 9000 标准体系 .....                    | 32 |
| 1.3.2 ISO 9001 标准体系 .....                    | 35 |
| 1.4 食品质量安全管理体的标准化及整合 .....                   | 39 |
| 1.4.1 标准的定义 .....                            | 39 |
| 1.4.2 发达国家食品安全标准体系的特点 .....                  | 39 |
| 1.4.3 理想的食品安全标准体系 .....                      | 40 |
| 1.4.4 发达国家食品安全标准体系的启示 .....                  | 40 |
| 1.4.5 标准理想化的过程 .....                         | 41 |
| 1.4.6 完善我国食品安全标准体系的建议 .....                  | 41 |
| 1.4.7 食品质量安全管理体的整合调整阶段的关键点及实施 .....          | 42 |
| 参考文献 .....                                   | 43 |
| 第 2 章 肉制品加工的安全控制 .....                       | 44 |
| 2.1 肉品加工中的危害分析 .....                         | 44 |
| 2.1.1 生物危害 .....                             | 44 |

|            |                           |           |
|------------|---------------------------|-----------|
| 2.1.2      | 化学危害 .....                | 47        |
| 2.1.3      | 物理危害 .....                | 49        |
| 2.2        | 屠宰场的安全控制及要求 .....         | 49        |
| 2.2.1      | 选址与布局 .....               | 49        |
| 2.2.2      | 屠宰场卫生要求 .....             | 50        |
| 2.2.3      | 宰前检验 .....                | 52        |
| 2.3        | 肉制品安全生产控制 .....           | 52        |
| 2.3.1      | 冷鲜肉安全生产控制 .....           | 52        |
| 2.3.2      | 发酵肉制品安全生产控制 .....         | 57        |
| 2.3.3      | 熏烤肉制品安全生产控制 .....         | 62        |
| 2.3.4      | 酱卤、油炸肉制品安全生产控制 .....      | 64        |
| 2.3.5      | 腌腊肉制品安全生产控制 .....         | 67        |
| 2.3.6      | 肉干制品安全生产控制 .....          | 69        |
| 2.4        | 降低生肉微生物数量技术 .....         | 72        |
| 2.4.1      | 栅栏技术 .....                | 72        |
| 2.4.2      | HACCP 系统 .....            | 74        |
| 2.4.3      | 微生物预报技术 .....             | 76        |
|            | 参考文献 .....                | 77        |
| <b>第3章</b> | <b>乳制品加工的安全控制 .....</b>   | <b>78</b> |
| 3.1        | 原料乳的安全控制 .....            | 78        |
| 3.1.1      | 原料乳的质量安全控制体系 .....        | 78        |
| 3.1.2      | 畜牧场产地环境要求 .....           | 78        |
| 3.1.3      | 原料乳生产原材料供应质量保障体系 .....    | 81        |
| 3.1.4      | 原料乳检验及预处理过程 .....         | 81        |
| 3.1.5      | 原料乳安全生产 HACCP 体系的建立 ..... | 83        |
| 3.2        | 巴氏杀菌乳与灭菌乳安全生产 .....       | 87        |
| 3.2.1      | 巴氏杀菌乳的质量安全标准 .....        | 87        |
| 3.2.2      | 巴氏杀菌乳的品质控制 .....          | 88        |
| 3.2.3      | 灭菌乳的质量标准 .....            | 89        |
| 3.2.4      | 工艺控制 .....                | 90        |
| 3.2.5      | 常见的质量安全问题及控制措施 .....      | 90        |
| 3.3        | 发酵乳安全生产控制 .....           | 90        |
| 3.3.1      | 发酵剂的质量要求及鉴定 .....         | 91        |
| 3.3.2      | 酸乳的生产工艺 .....             | 92        |
| 3.3.3      | 酸乳的质量问题及控制措施 .....        | 92        |
| 3.3.4      | 酸乳的质量安全标准 .....           | 93        |
| 3.4        | 炼乳的安全生产控制 .....           | 94        |
| 3.4.1      | 淡炼乳质量安全指标及控制 .....        | 94        |
| 3.4.2      | 加糖炼乳质量安全指标及控制 .....       | 95        |
| 3.5        | 乳粉的安全生产控制 .....           | 97        |
| 3.5.1      | 乳粉质量安全标准 .....            | 97        |

|            |                   |            |
|------------|-------------------|------------|
| 3.5.2      | 工艺及质量控制           | 97         |
| 3.5.3      | 乳粉的质量安全问题及控制      | 99         |
| 3.6        | 奶油的安全生产控制         | 100        |
| 3.6.1      | 奶油的质量指标           | 100        |
| 3.6.2      | 奶油的生产工艺           | 101        |
| 3.6.3      | 奶油的质量安全问题及控制措施    | 103        |
| 3.7        | 干酪的安全生产控制         | 105        |
| 3.7.1      | 原材料的质量要求          | 105        |
| 3.7.2      | 干酪主要工艺及质量安全控制     | 107        |
| 3.7.3      | 干酪的质量安全问题及控制      | 109        |
| 3.8        | 冰淇淋安全生产控制         | 110        |
| 3.8.1      | 冰淇淋工艺流程           | 110        |
| 3.8.2      | 冰淇淋的质量缺陷及控制措施     | 111        |
|            | 参考文献              | 112        |
| <b>第4章</b> | <b>蛋制品加工的安全控制</b> | <b>113</b> |
| 4.1        | 蛋制品加工过程的危害性分析     | 113        |
| 4.1.1      | 引起蛋制品食源性危害的因素分析   | 113        |
| 4.1.2      | 蛋制品加工过程的卫生规范      | 117        |
| 4.2        | 蛋制品加工过程的安全控制      | 118        |
| 4.2.1      | 鲜壳蛋加工生产控制要点       | 118        |
| 4.2.2      | 再制蛋类加工生产控制要点      | 122        |
| 4.2.3      | 干蛋类安全生产控制要点       | 130        |
| 4.2.4      | 冰蛋类安全生产控制要点       | 143        |
| 4.2.5      | 液体蛋类安全生产控制要点      | 147        |
| 4.3        | 降低蛋与蛋制品表面微生物数量的方法 | 153        |
| 4.3.1      | 传统蛋壳杀菌方法          | 153        |
| 4.3.2      | 新型非热力消除污染的技术      | 156        |
|            | 参考文献              | 157        |
| <b>第5章</b> | <b>水产品加工的安全控制</b> | <b>159</b> |
| 5.1        | 水产品加工中的危害分析       | 159        |
| 5.1.1      | 生物性危害             | 159        |
| 5.1.2      | 化学性危害             | 160        |
| 5.1.3      | 物理性危害             | 162        |
| 5.2        | 水产品加工企业的卫生安全控制    | 163        |
| 5.2.1      | 生产环境的安全控制         | 163        |
| 5.2.2      | 生产人员的安全控制         | 166        |
| 5.2.3      | 原辅料与成品的贮存和运输控制    | 166        |
| 5.2.4      | 设备与工器具            | 167        |
| 5.2.5      | 质量管理与检验           | 167        |
| 5.3        | 水产品安全加工与控制        | 167        |
| 5.3.1      | 水产冷冻制品安全加工控制      | 167        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 5.3.2 鱼糜及其制品安全加工控制 .....       | 173        |
| 5.3.3 水产干制品安全加工控制 .....        | 177        |
| 5.3.4 水产罐头制品安全加工控制 .....       | 181        |
| 5.3.5 水产腌制品安全加工控制 .....        | 184        |
| 5.3.6 水产烟熏制品安全加工控制 .....       | 187        |
| 参考文献 .....                     | 191        |
| <b>第6章 果蔬加工过程的安全控制 .....</b>   | <b>193</b> |
| 6.1 果蔬加工中危害分析 .....            | 193        |
| 6.1.1 果蔬制品中的物理危害 .....         | 193        |
| 6.1.2 果蔬制品中的化学危害 .....         | 193        |
| 6.1.3 果蔬制品中的生物危害 .....         | 196        |
| 6.1.4 转基因食品危害分析 .....          | 199        |
| 6.2 果蔬原辅料保藏过程中危害分析及安全控制 .....  | 200        |
| 6.2.1 果蔬加工对原料的基本质量要求 .....     | 200        |
| 6.2.2 果蔬原料保藏过程中危害分析及安全控制 ..... | 205        |
| 6.2.3 果蔬加工对水质的要求及处理 .....      | 209        |
| 6.2.4 果蔬加工对其他辅料的质量要求 .....     | 210        |
| 6.3 果蔬汁制品加工及安全控制 .....         | 212        |
| 6.3.1 果蔬汁制品的分类 .....           | 212        |
| 6.3.2 果蔬汁制品的加工 .....           | 213        |
| 6.3.3 质量安全控制点及预防措施 .....       | 216        |
| 6.4 果蔬糖制品加工及安全控制 .....         | 223        |
| 6.4.1 糖制品的分类 .....             | 224        |
| 6.4.2 糖制机理 .....               | 224        |
| 6.4.3 果脯蜜饯类加工工艺及操作要点 .....     | 226        |
| 6.4.4 果酱类加工工艺及操作要点 .....       | 229        |
| 6.4.5 质量安全控制点及预防措施 .....       | 231        |
| 6.5 果蔬罐制品加工及安全控制 .....         | 234        |
| 6.5.1 罐头食品的分类 .....            | 234        |
| 6.5.2 罐头加工工艺流程及操作要点 .....      | 235        |
| 6.5.3 质量安全控制点及预防措施 .....       | 239        |
| 参考文献 .....                     | 243        |
| <b>第7章 饮料生产的安全控制 .....</b>     | <b>244</b> |
| 7.1 饮料原辅料的安全处理 .....           | 244        |
| 7.1.1 饮料工业用水及其安全处理 .....       | 244        |
| 7.1.2 常见辅料及添加剂的安全使用 .....      | 255        |
| 7.2 饮料加工工厂良好生产规范 .....         | 258        |
| 7.2.1 环境卫生规范 .....             | 258        |
| 7.2.2 员工的卫生及工作规范 .....         | 260        |
| 7.2.3 厂房、设施、设备等硬件卫生规范 .....    | 261        |
| 7.3 饮料加工过程中的安全控制 .....         | 262        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 7.3.1 碳酸饮料安全生产控制 .....        | 262        |
| 7.3.2 瓶(桶)装饮用水安全生产控制 .....    | 268        |
| 7.3.3 含乳饮料及植物蛋白饮料安全生产控制 ..... | 271        |
| 7.3.4 茶饮料安全生产控制 .....         | 276        |
| 7.3.5 固体饮料安全生产控制 .....        | 277        |
| 参考文献 .....                    | 280        |
| <b>第8章 粮食及其制品加工安全控制 .....</b> | <b>281</b> |
| 8.1 粮食及其制品的安全性问题 .....        | 281        |
| 8.1.1 粮食原料贮运的安全性问题 .....      | 281        |
| 8.1.2 微生物与粮食贮运安全 .....        | 287        |
| 8.1.3 粮食及其制品的危害性分析 .....      | 293        |
| 8.2 粮食及其制品的安全生产与质量控制 .....    | 296        |
| 8.2.1 大米的安全生产及质量控制 .....      | 296        |
| 8.2.2 小麦面粉安全生产及质量控制 .....     | 297        |
| 8.2.3 方便面安全生产及质量控制 .....      | 301        |
| 8.2.4 饼干安全生产及质量控制 .....       | 305        |
| 参考文献 .....                    | 307        |
| <b>第9章 速冻食品加工的安全控制 .....</b>  | <b>308</b> |
| 9.1 速冻食品 .....                | 308        |
| 9.1.1 速冻食品概述 .....            | 308        |
| 9.1.2 冻结过程中微生物的变化 .....       | 309        |
| 9.1.3 速冻食品的安全控制 .....         | 310        |
| 9.2 HACCP体系在速冻食品中的应用 .....    | 311        |
| 9.2.1 HACCP体系的建立 .....        | 311        |
| 9.2.2 HACCP计划建立规程 .....       | 312        |
| 9.3 速冻食品原料的安全控制 .....         | 314        |
| 9.3.1 食品原料存在的安全问题 .....       | 314        |
| 9.3.2 速冻食品原料的安全控制 .....       | 314        |
| 9.4 速冻食品加工环境与人员的安全控制 .....    | 315        |
| 9.4.1 加工工厂的卫生管理 .....         | 315        |
| 9.4.2 车间的卫生管理 .....           | 315        |
| 9.4.3 食品设备的卫生管理 .....         | 316        |
| 9.4.4 速冻食品人员卫生的安全控制 .....     | 317        |
| 9.5 速冻食品加工的安全控制 .....         | 317        |
| 9.5.1 原料前处理的安全控制 .....        | 317        |
| 9.5.2 速冻果蔬食品加工的安全控制 .....     | 318        |
| 9.5.3 速冻水产食品加工的安全控制 .....     | 321        |
| 9.5.4 速冻畜禽食品加工的安全控制 .....     | 325        |
| 9.5.5 速冻调理食品加工的安全控制 .....     | 329        |
| 9.5.6 速冻食品包装、贮运及检验的安全控制 ..... | 333        |
| 参考文献 .....                    | 337        |

# 绪 论

“食品加工”可从诸多方面进行定义，其定义与加工的产品或商品常常密切相关。许多传统的定义强调食品加工与保藏的关系，保藏仍然是食品加工的一个最重要的理由。食品加工的一个简单定义是，把原材料或成分转变成可供消费的食品。在 Conner (1988) 的书中有个更完整的定义，即“商业食品加工”是制造业的一个分支，从动物、蔬菜或海产品的原料开始，利用劳动力、机器、能量及科学知识，把它们转变成半成品或可食用的产品。这一更复杂的定义清楚地表明了食品工业的起点和终点及获得理想结果需要的投入。

食品加工的所有进展都具有类似或共同的起因。一个共同的方面是要获得或维护产品中微生物的安全性。从历史上来看，如果食物没有一些保藏处理，则食用后就会引起疾病。正是这些长期的现象观察后，才建立了食品安全与微生物之间的关系。与食品加工历史有关的第二个共同的因素是延长食品货架寿命，在大多数情况下，部分消费者都希望有机会在全年获得许多季节性商品。如果不改变食品的一些属性，延长货架寿命是不可能的，而货架寿命的延长又与引起食源性疾病的微生物的生长有密切的关系。所以，食品加工的基础在于安全控制，即在食品加工的各个环节，包括原料收集、生产工艺、包装、贮藏、运输、销售等方面采用一定的方法、手段或程序来降低或消除引起人类健康的不安全因素，来达到提高食品安全性的目的。

## 0.1 加工食品安全性的基本特点

与农产品相比，加工食品除具有农产品质量安全的一般特性以外，还具有如下一些不同的特点。

① 危害的直接性。加工食品特别是一些方便食品、熟肉制品、腌制品等，一般不需再烹饪加工就可直接食用。受物理性、化学性和生物性污染的加工食品对人体健康和生命安全产生的危害是直接的。一些食物中毒症状，往往在食用过程中就能表现出来，危害的直接性特征非常明显。从这个意义上看，确保加工食品质量安全，显得更为迫切。

② 危害的叠加性。加工食品质量安全的影响因素较多，既受加工食品原材料不安全因素的影响，也受加工食品生产环节不安全因素的影响，还受到包装材料、运输贮存设施条件等的不安全因素的影响，具有危害的叠加性或累积性。因此，加工食品质量安全性如何，虽主要集中在加工食品的生产环节，但食品原料的安全性却来自于农业生产过程，且对加工食品的安全性有决定性影响。若农业生产中造成了食品原料的污染，称为加工食品的“第一次污染”；使用不安全的食品原料进行工业化加工生产时产生的污染，称为“第二次污染”；加工食品包装材料、贮存运输设施等造成的污染，则称为“第三次污染”。在多次食品污染中，有毒有害物质将不断积累在终端食品中，对人体危害逐步增强。

③ 危害的广泛性。与农产品质量不安全的危害程度相比，加工食品质量不安全的危害程度更大，危害面更广，具有危害的广泛性。加工食品的生产周期一般比较短，而且是大批量的连续生产，销售流通半径一般又很大。而且，随着加工食品销售流通半径的扩大，其质

量安全危害的地域性将更为广泛。

## 0.2 食品加工中的安全问题

### 0.2.1 食品原料与食品安全

#### 0.2.1.1 食物致敏

食物致敏原指的是能引起免疫反应的食物抗原分子，部分食物致敏原都是蛋白质。食物致敏的严重性和对不同人群具有一定的差异性。成人为花生、坚果、鱼和贝类；幼儿为牛奶、鸡蛋、花生和小麦。以皮试比较牛奶和鸡蛋的致敏性，结果鸡蛋是最常见的致敏性食物，而牛奶的致敏原性更强。通过人乳传递的致敏原中，第一是牛奶、第二是鸡蛋、第三是大豆。致敏食物也因各地区饮食习惯不同而异。花生既是儿童也是成人常见的致敏原，海产品是诱发成人过敏的主要致敏原，坚果诱发的过敏在小儿比较少见。

加热可使大多数食物的致敏原性降低，但有一些食物烹调加热后致敏原性不变，甚至反而增加。常规巴氏消毒不仅不能使一些牛奶蛋白质降解，像 $\beta$ -LG等的致敏原性还会增加。

食品加工中致敏原的性质变化，目前还有许多问题需要深入研究。研究人员希望采用一些新型的食品加工方式降低甚至消除食物致敏原的致敏原性。

#### 0.2.1.2 食品中的天然有害毒物

人类在采食动植物食品中，误食有毒食物和对有些含有有毒物的食物未经适当处理，而引起中毒的现象时有发生。

以河豚毒素为例。河豚中毒是最严重的动物性食物中毒，河豚毒素是一种很强的神经毒，使呼吸抑制，引起呼吸肌麻痹。对胃、肠道也有局部刺激作用，还可使血管神经麻痹、血压下降。其中毒死亡率很高。河豚毒素很稳定，一般加热烧煮不能解毒。

马铃薯变绿的地方有龙葵碱，是一种生物碱糖苷，具有较强的毒性，主要通过抑制胆碱酯酶的活性引起中毒反应，还对胃肠黏膜有较强的刺激作用，并能引起脑水肿、充血。龙葵素稀释进入血液后有溶血作用。曼陀罗多栽培于田间或半野生于田边、路边等，其种子中含有莨菪碱等生物碱，若误混入豆类，制成豆制品食用易引起中毒。

#### 0.2.1.3 药物残留

在大规模养殖中，要通过口服、注射、局部涂药等方法给食品动物用药，用以防治疾病、保障生产或维护动物的健康。但是，如果用药不当或不遵守停药期，则在动物体内就会发生超过标准的药物残留而污染动物源性食品。

如驱寄生虫剂，作为畜禽的保健药，在畜牧业中使用已经十分广泛，特别是在大型集约化养鸡场、养猪场、养牛场中是饲料药物添加剂中必不可少的重要成分。这些药物可以掺入饲料中口服或加入饮水中，用于防治畜禽遭受寄生虫的感染和侵袭，达到促进动物生长、提高饲料效率的目的。此外，为了预防某些动物疫病，在饲料中常常人为加入一些药物。此外，还以低于治疗剂量作为添加剂使用抗生素和其他化学治疗药物来促进禽、畜的生长（表现为体重的增长加快和饲料利用率提高）。例如所有抗生素发酵残渣都被用作家禽、家畜的饲料添加剂，抗生素产物（如发酵液和提纯的抗生素）也被用来促进动物生长。在宰杀前家禽、家畜未经过休药期，这些抗生素会超量残留在食用动物体内，从而使动物源性食品受到污染。

现代农业中，还需要投入大量的杀虫剂、杀菌剂（如有机磷、拟除虫菊酯、氨基甲酸酯等）、除草剂，常由于用药不当或不遵守停药期，在蔬菜、水果、稻谷等植物性食品中发生

超过标准的农药残留安全问题。由于农药污染动物养殖用水源和环境,动物饮用受农药污染的水或食用直接或间接受农药污染的牧草,造成动物体内污染残留农药,也是需要注意的食品安全危害之一。

#### 0.2.1.4 重金属残留

有毒金属进入食品包括如下途径。

① 工业“三废”的排放造成环境污染,是食品中有害重金属的主要来源。这些有害金属的污染,即使它们在环境中的浓度很低,在环境也不容易净化,并可以通过食物链富积,与持久性有机污染物相似,被称为持久性有毒物。

② 自然环境的高本底,即有些地区自然地质条件特殊,因为地层有毒金属的高含量而使动植物有毒金属含量显著高于一般地区。

③ 食品加工过程中所使用的金属机械、管道、容器以及因工艺需要加入的食品添加剂品质不纯,含有有毒金属杂质而污染食品。

#### 0.2.1.5 细菌性污染

细菌性污染是涉及面最广、影响最大、问题最多的一类食品污染,其引起的食物中毒是所有食物中毒中最普遍、最具爆发性的。在各种食物中毒中,以细菌性食物中毒最多。对人体健康危害较严重的致病菌有:沙门氏菌、大肠杆菌、副溶血性弧菌、蜡样芽孢杆菌、变形杆菌、金黄色葡萄球菌等十余种。

#### 0.2.1.6 食源性寄生虫

食源性寄生虫病是易感人体摄入污染病原体(寄生虫或其虫卵)的食物后感人的、潜伏期相对较短的肠道寄生虫病。这是一类重要的食源性疾病,暴发流行时与食物中毒有着相同的特点,如发病与食物相关,病人在近期内食用过相同的食物;发病集中,短时间(相对食物中毒潜伏期较长)可能有多人发病;病人有相似的临床表现,病程一般较食物中毒长,另外可有人与人的传播,因此在食品卫生学上有着重要的意义。

寄生虫因种类繁多、分布广、各地自然条件等不同而差异很大。各种家畜家禽寄生虫病严重危害着家畜家禽和人类的健康。如绦虫病在国内分布较广,部分地区猪成群放牧,因此吞食人粪机会较多,其囊虫感染率高,感染程度亦较重,如加工过程处理不当,容易导致感染。

在畜禽中,常见的对食用者产生严重危害的寄生虫还有旋毛虫、肝片吸虫、弓形虫、细粒棘球绦虫、粪类圆线虫、矛形双腔吸虫、中华双腔吸虫、多种肉孢子。防治家畜家禽的寄生虫病是畜牧业中一项非常重要的工作,通过掌握流行病学规律,采用定期驱虫、切断传播媒介、加强饲养场环境卫生管理等综合性措施,可以有效控制寄生虫病的发生。

寄生虫病也是水产品养殖中的常见病害之一。水产品种常见的寄生虫包括华支睾吸虫、斜管虫、杯体虫、指环虫等。如华支睾吸虫病,一般是由于生食或食用未煮熟的含有华支睾吸虫的鱼虾后感染。对水产养殖寄生虫的防治需要依靠多方面的措施,如提高水产品本身的免疫力、改善水体环境以及针对性合适的杀虫方案等都是非常重要的工作。除了寄生虫本身带来的危害以外,如果违法使用已经禁用的药物,如含砷制剂如福美砷等,含汞制剂如硝酸亚汞和醋酸汞等,有机氯杀虫剂如五氯酚钠等,也会导致化学性危害的发生。

#### 0.2.1.7 真菌及其毒素的污染

真菌是微生物中的高级生物,在自然界广泛存在。虽然有些真菌被广泛应用于食品

工业,如酿酒、制酱、面包制造等,但有些真菌也通过食品给人体健康带来危害。真菌在自然界分布极广,特别是在阴暗、潮湿和温度较高的环境中更有利于它们的生长。由于真菌的营养来源主要是糖、少量的氮和无机盐,因此极易在粮食、水果和各种食品上生长,引起食品的腐败变质,使食品失去原有的色、香、味、形,降低甚至完全丧失食用价值,造成经济上的巨大损失。此外,有些真菌可产生毒素,可引起食物中毒。在食品加工时,虽然经加热、烹调等处理可杀死真菌的菌体和孢子,但它们产生的毒素一般不能被破坏。产生毒素的真菌主要有曲霉菌属、青霉属、镰刀菌属中的一些真菌,各类真菌产生的毒素包括黄曲霉毒素、赭曲霉毒素、杂色曲霉素、玉米赤霉烯酮、棒曲霉素等。

### 0.2.2 食品加工技术与食品安全

人类采用烘烤、熏蒸、煎炸等食品加工技术,在生产出色、香、味、形俱佳的食品的同时,也带来了一些新的食品安全问题。如在加工过程中有害副产物的生成、营养素的破坏;不恰当地使用添加剂,导致食品中添加剂过量;食品加工新技术中带来一些潜在的尚不确定的危害等。从长期来看,这些有害因素可能由于积累效应,对消费者健康产生威胁。

#### 0.2.2.1 分离技术

① 过滤 在食品的生产过滤中,由于助滤剂污染堵塞,如果在操作中不适当地提高滤速就会导致过滤周期不成比例地缩短,可能使一些有害物质残留。还有一些加工厂在硅藻土助滤剂中加入适量的蛇纹石棉纤维,依靠静电吸附机理滤除细菌,然而石棉纤维有可能使食品污染致癌物质。

② 萃取 食品加工过程中经常使用有机溶剂提取食品中的脂溶性成分(如脂溶性维生素、生物碱或色素)和精炼油脂。大多数有机溶剂都具有一定毒性,尤其是苯、氯仿、四氯化碳等毒性较强的溶剂,如在食品中过量残留,会造成一定的危害。

③ 絮凝 在食品分离技术中常用到絮凝的方法,所采用的絮凝剂为铝、铁盐和有机高分子类,其中铝离子和有机高分子对人体有一定危害,使用时过量残留于产品中,会产生食品安全问题。

④ 膜技术 膜分离技术存在许多潜在的食品安全问题,比如:由于膜的孔径很小,在分离过程中杂质极易堵塞孔径,过滤压力升高,如果膜一旦出现短路将会引起大量的杂菌污染,造成膜另一侧的污染。目前,在国内超滤膜(UF膜)的生产技术比较成熟,但是产品的质量不稳定,个别企业存在粗制滥造的现象,如短路的膜用胶封堵后出售,给使用者带来了极大的损失。

#### 0.2.2.2 干燥技术

在一些传统干燥的方法中利用自然条件进行干燥(如晒干和风干),此方法的主要缺点是干燥时间长,并且很容易受到外界条件的影响,造成食品的污染。

采用机械设备干燥时会大大降低污染。可能出现的安全问题是:静态干燥时,切片搭叠而形成的死角;动态干燥时,干燥速率加快,对于一些内阻较大的物料干燥时间过长,引起变质,这在油脂含量较高的食品中显得尤为突出。

#### 0.2.2.3 蒸馏技术

蒸馏技术在食品加工中一般用于提取或纯化一些有机成分,比如白酒、酒精、甘油、丙酮及某些萃取过程中的溶剂回收等生产工艺中均采用该技术。

在蒸馏过程中,由于高温及化学酸碱试剂的作用,产品容易受到金属蒸馏设备溶出重金

属离子的污染。同时,由于设备的设计不当或技术陈旧,蒸馏出的产品可能存在副产品污染的问题,比较典型的例子就是酒精生产过程中的馏出物有甲醇、杂醇油、铅的混入。

#### 0.2.2.4 发酵技术

食品发酵过程中主要有如下几方面的安全性问题。

① 发酵生产中会不同程度地产生一些对人体有危害的副产品,如酒精发酵过程中形成的甲醇、杂醇油等。

② 发酵工艺控制不当,造成染菌或代谢异常,有可能在发酵产品中引入毒害性物质。

③ 某些发酵菌种如曲霉等在发酵过程中,可能产生某些毒素,危害到食品的安全。

④ 某些发酵添加剂本身就是有害物质,如在啤酒的糖化过程中为降低麦汁中花色苷的含量、改善啤酒的口感而添加的甲醛溶液,如果在糖化醪的煮沸过程中不能将甲醛排出干净,则会危害啤酒消费者的健康。

⑤ 通气发酵设备的维护不当带来的问题:如空气过滤器发生问题,会使空气污染,造成发酵异常;发酵罐的涂料受损后,罐体自身金属离子的溶出,造成产品中某种金属离子的超标,如酱油生产中常出现铁离子的超标。

#### 0.2.2.5 杀菌和除菌技术

近年来在食品工业中杀菌和除菌技术有了很大的发展,但在使用这些方法时仍有可能出现安全问题。杀菌一般分为加热杀菌和冷杀菌。

##### (1) 加热杀菌

① 高压蒸汽灭菌 此法是将食品(如罐头食品)预先装入容器,密封后采用 $100^{\circ}\text{C}$ 以上的高压蒸汽进行杀菌。一般认为 $121^{\circ}\text{C}$ 、 $15\sim 20\text{min}$ 的杀菌强度就可杀死所有的微生物(包括细菌芽孢)。如肉毒梭状芽孢杆菌耐热性很强,在杀菌不彻底有个别芽孢存活时,能在罐头中生长繁殖,并产生肉毒毒素引起食物中毒。

② 巴氏消毒法 巴氏消毒法指采用低于 $100^{\circ}\text{C}$ 以下的温度杀死绝大多数病原微生物的一种杀菌方式。如食品被一些耐热菌污染,在条件成熟时易生长繁殖而引起食物的腐败。

##### (2) 冷杀菌

① 药剂杀菌 药剂杀菌主要用于设备及场地的杀菌,如果设备及作用环境中残留过量杀菌剂,食品接触后有可能造成食品的二次污染。如环氧乙烷、双氧水等在食品包装、食品中过量残留。

② 辐照杀菌 食品经过高剂量辐照后,有新的有害物质产生,摄入后对人体可能产生危害。另一方面,如果食品辐照不充分,不足以达到充分杀菌的要求。

③ 紫外线杀菌 主要用于空气、水及水溶液、物体表面杀菌。只能作用于直接照射的物体表面,对物体背面和内部均无杀菌效果;对芽孢和孢子杀菌作用不大。此外,如果直接照射含脂肪丰富的食品,会使脂肪氧化产生醛或酮,形成安全隐患。

#### 0.2.3 食品加工中的有害副产物

##### 0.2.3.1 3,4-苯并[a]芘

多环芳烃为煤、石油、煤焦油、烟草和一些有机化合物的热解或不完全燃烧产生的一系列化合物。多环芳烃(PAH)目前已发现了200多种,其中很大一部分具有致癌性。3,4-苯并[a]芘是多环芳烃中一种主要的环境和食品污染物,随食物摄入人体内的3,4-苯并[a]芘大部分可被人体吸收,经过消化道吸收后,经过血液很快遍布人体,人体乳腺和脂肪组织可蓄积3,4-苯并[a]芘。致癌性最强,主要表现在胃癌和消化道癌。

### (1) 食品加工过程中 3,4-苯并[a]芘的污染

食品加工、烹调过程中 3,4-苯并[a]芘的污染主要发生在烟熏和烘烤食品中。碳氢化合物在 800~1000℃ 供氧不足的条件下燃烧能生成 3,4-苯并[a]芘。因为在烘烤时温度较高,食品中的脂类、胆固醇、蛋白质、碳水化合物发生热解,经过环化和聚合就形成了大量的多环芳烃,其中以 3,4-苯并[a]芘为最多。而当食品在烟熏和烘烤过程焦糊或炭化时,3,4-苯并[a]芘的生成量将显著增加。烟熏时产生的 3,4-苯并[a]芘主要是直接附着在食品表面,随着保藏时间的延长而逐步深入到食品内部。

另外,加工过程中使用含 3,4-苯并[a]芘的容器、管道、设备、机械运输材料、包装材料以及含多环芳烃的液态石蜡涂渍的包装纸等均会对食品造成 3,4-苯并[a]芘的污染。如机械传输所应用的润滑油含有 3,4-苯并[a]芘,由于润滑油的滴漏而严重污染食品。

### (2) 环境中 3,4-苯并[a]芘的污染

3,4-苯并[a]芘在自然界广泛存在。人类的社会活动造成大量的环境污染,如工农业生产、交通运输和日常生活中大量使用的煤炭、石油、汽油、木柴等燃料,燃料燃烧产生大量 3,4-苯并[a]芘。每千克燃料燃烧所排出的 3,4-苯并[a]芘量分别为:煤炭 67~137mg,木柴 61~125mg,原油 40~68mg,汽油 12~50.4mg。因此大气、土壤、水中都不同程度地含有 3,4-苯并[a]芘。

## 0.2.3.2 亚硝胺

### (1) N-亚硝基化合物的产生

San 等人制作咸肉时添加 0.5~200mg/kg 的亚硝酸钠,在所有咸肉中均含有 2~20μg/kg 的亚硝胺,而不加亚硝酸钠的咸肉中没有测出亚硝胺。Fiddler 等人在制作香肠时添加亚硝酸钠,结果表明,添加亚硝酸钠 150mg/kg 制成的香肠中未检出二甲基亚硝胺;添加 750mg/kg 亚硝酸钠制成的香肠中,在正常加工 2h 后,发现有显著的二甲基亚硝胺含量增加,加热 4h 后,二甲基亚硝胺含量增加到 8μg/kg;添加亚硝酸钠量为 1500mg/kg 及以上时,正常加热或延长加热时间,二甲基亚硝胺的含量均在 10μg/kg 以上。因此,控制香肠制品中亚硝酸钠的加入量和加热过程对控制亚硝胺的产生是非常重要的。

另外,在油炸肉制品的肥肉部分和油炸肥肉的油中,都检出亚硝基吡咯烷,推测认为脂肪组织中含有亚硝基吡咯烷的前体物质可能是脯氨酸。啤酒中的亚硝胺近年来也很受人们关注,虽然其含量很低,但对饮用啤酒量大的人群,其摄入量是较高的。

### (2) N-亚硝基化合物的毒性

N-亚硝基化合物是一类重要的环境致癌物,其致癌作用已在大量的动物实验中得到证实。致癌作用被认为与亚硝基化合物和组织液直接反应或亚硝胺代谢活化后产生的亲电子物质造成 DNA 损伤有关。亚硝酰胺可在局部组织中自发水解产生亲电物质,与细胞大分子反应使之烷基化,从而改变染色体的遗传特性,造成细胞突变和分化失常,对接触部位有直接致癌作用。亚硝胺是前致癌物,需要在肝脏代谢活化,所以主要诱发肝脏肿瘤。代谢活化也可发生在肝外组织如食管、小肠和肺等部位。亚硝胺在微粒体中的细胞色素 P450 酶系统作用下,经过一系列反应变化,使得细胞中的生物大分子(DNA、RNA、蛋白质)烷基化。N-亚硝基化合物可通过胎盘和经乳汁分泌,使子代致癌。胚胎鼠、幼鼠比成年鼠对这些致癌物更加敏感,实验表明该致癌物的作用甚至可以累及几代。这些现象提示人们,人类的某些肿瘤的发生可能是在胚胎或生命早期接触致癌物的结果。