

SHIPIN GONGCHANG HUANJING JIANCE

# 食品工厂 环境检测

董文宾 主编



化学工业出版社

# 食品工厂环境检测

董文宾 主编

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

食品工厂环境检测/董文宾主编. —北京: 化学工业出版社, 2003. 12  
ISBN 7-5025-5055-0

I. 食… II. 董… III. 食品厂-环境监测 IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 118141 号

---

**食品工厂环境检测**

董文宾 主编

责任编辑: 王秀鸾

文字编辑: 周 寒 冯国庆

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 郑晓红

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 22 字数 548 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5055-0/X · 358

定 价: 48.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

主 编 董文宾

副主编 张大为 胡小军

编 者 (以姓氏笔画为序)

于 琴 王顺民 张大为 张建华

赵旭博 胡小军 徐 颖 董文宾

## 前言

国以民为本，民以食为天，食以安全为先。食品是人类须臾不可缺少的最为重要的物质，食品工业在当今已成为许多国家和地区的支柱产业。随着现代科学技术的迅猛发展、社会的不断进步和人们生活节奏的加快，作为与每个社会成员生命攸关的食品行业，已明显地呈现出下列发展趋势：即工业化食品进入每个家庭的数量越来越多；人均消费工业化食品的比重越来越大；食品作为商品流通的范围越来越广；随着科技的发展和生存环境的变化，从事食品生产的人员越来越多，人类的食物链也变得越来越复杂。与此同时导致食品加工企业的生产规模也越来越大，社会进步和食品安全之间的矛盾也越来越突出，发生食物中毒的事件也越来越多。如近年来，在世界上一些国家和地区频繁发生食物中毒的恶性事件，令人触目惊心。我国的食品安全问题也不容忽视。据最近报道，在全世界每年患癌症的 500 万人中，约有 50% 患者是与食品污染有关的；全世界平均每年有 200 万名以上儿童丧生于食源性疾病；2003 年辽宁海城发生的一次豆奶中毒事件就造成了两千多名学生中毒；另据统计，2003 年 1 月至 6 月，某省共发生食物中毒事件 86 起，中毒总人数 1561 人，其中死亡 39 人……诸如此类的事件，不仅损害了消费者的身心健康，有的还使消费者致残致死，甚至祸及子孙后代。由此可见食品安全不仅关系到消费者的身体健康和生命安全，而且也是关系到国计民生和社会发展与稳定的大事，也是在加入 WTO 后我国食品能否顺利地走向世界、能否出口创汇的关键问题。

食品安全是一项系统工程，它涉及到政策、法规、技术、设备、工艺、流通、管理等多个环节，即它是一个“从农田到餐桌”的长而复杂的食物链系统，任何一个环节出现纰漏都将可能影响到食品的安全，都将可能给消费者带来灾难。因此我国政府在近 20 年来，已在有关食品生产经营、安全检验、质量评价、流通管理等方面制定或修订了一系列法律规范和制度，如《中华人民共和国产品质量法》、《中华人民共和国食品卫生法》、《保健食品管理办法》、《有机食品认证管理办法》、《国家环境保护总局有机食品发展中心有机产品认证标准（试行）》、《绿色食品标志管理办法》、《无公害农产品管理办法》等，并推行 HACCP、GMP、SSOP 等体系和规程，制订了多种产品的强制性标准和推荐标准，正在对食品安全控制体系进行逐步完善，并且正在积极地与国际接轨。

人类进入 21 世纪，食品安全问题越来越成为世界各国政府和人民关注的焦点，有机食品、绿色食品和无公害农产品等安全放心食品已受到当今每位消费者的青睐，生产、经营和消费安全食品已成为世界性潮流。

我国政府也对食品安全问题倍加重视，例如 2001 年初开始由国家经贸委、财政部等八部委提出推行“三绿工程”；2002 年农业部在全国范围内全面推进“无公害食品行动计划”；2002 年科技部则将“食品安全关键技术”列入国家“十五”重大科技专项，联合卫生部、质检总局和农业部投入 2 亿元进行攻关；从 2002 年 7 月份开始，由国家质检总局在全国范围内推行实施“食品质量安全市场准入制度”，第一批规定的米、面、油、酱油和醋等五类贴有“QS”（质量安全）标志的产品已在 2003 年春节上市，初步形成了产品质量市场准入体系，此项工作的全面实施目前也在全国展开；2003 年 3 月 10 日，十届全国人大一次会议

审议并通过了国务院机构改革的方案，在原国家药品监督管理局的基础上组建了国家食品药品监督管理局；2003年7月18日，国务院办公厅发出《关于实施食品药品放心工程的通知》，决定从现在起在全国范围内实施食品药品放心工程，按照“标本兼治，着力治本”的方针，把整治与建设、当前与长远、专项整治与日常监管有机结合起来，推进标准化生产，发展现代流通方式，开展质量认证，建立健全安全法规、标准和认证体系，完善监管体系，确保人民群众的消费安全。这一系列的政策和举措反映了我国政府对食品安全问题的高度重视，也反映了政府狠抓食品质量安全的决心和力度，同时也是在执行一项大势所趋、人心所向的历史使命。

大量的经验和教训都告诉我们，不论做任何事情，只有老老实实按照科学规律办事才能取得成功。作为食品企业只有采用优质的生产原料、先进的生产工艺技术和设备及良好的工厂清洁卫生环境和快速精确的分析检测手段相配合，建立起 HACCP 体系、实施 GMP 并执行切合实际的 SSOP 规程才能生产出让消费者满意放心的安全食品，只有保持良好的生产环境才能有效避免原材料和食品的二次污染。只有坚持经常地对食品工厂环境特征性的或重要指标进行分析检测，才能做到保持环境质量良好；只有对食品工厂生产过程中的“三废”坚持经常地分析检测，才能做到对污染进行“对症下药”，才能避免对大环境的进一步污染，才能促进国家实施的“绿色环境工程”早日实现。同时通过“三废”检测，有利于实现变“废”为宝，开展综合利用，促进企业降耗增效。

本书以食品企业安全生产为目标，收集整理并编写了食品工厂环境及与之密切相关的常见检测项目和方法，主要包括理化指标和微生物指标检测；编入了标准分析方法、快速检测方法以及最新建立的仪器分析方法；同时编入了分析样品预处理方法、数据处理方法以及样品预处理新技术等内容。可供食品企业的生产技术人员、食品检验、质量保证、工商管理、卫生防疫、疾病控制、环境监测和污染治理以及大专院校、科研院所的有关技术人员使用和参考。

由于作者水平有限及在编写中可供参考的资料欠缺，本书有不少缺点和错误，诚恳希望广大读者批评指正。

编者

2003年8月

# 目 录

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 第一章 绪论                                       | 1   |
| 第一节 食品安全性及有关质量保证措施                           | 1   |
| 第二节 食品工厂环境检测的内容及选择项目的原则                      | 5   |
| 第二章 检测方法的选择、评价与数据处理                          | 8   |
| 第一节 检测方法的选择及评价                               | 8   |
| 第二节 不同检测方法测定结果差异性的检验                         | 14  |
| 第三节 数据处理及结果表述                                | 17  |
| 第四节 数据处理软件 SAS 概述                            | 20  |
| 第三章 环境样品的采集与预处理                              | 28  |
| 第一节 大气样品的采集与预处理                              | 28  |
| 第二节 水样的采集、保存与预处理                             | 43  |
| 第三节 生物样品的预处理                                 | 51  |
| 第四章 空气和废气的检测                                 | 54  |
| 第一节 标准气样的配制方法                                | 54  |
| 第二节 气体快速检测法                                  | 64  |
| 第三节 CO 和 CO <sub>2</sub> 含量的测定               | 75  |
| 第四节 SO <sub>2</sub> 和 H <sub>2</sub> S 含量的测定 | 87  |
| 第五节 氮氧化物含量的测定                                | 97  |
| 第六节 空气中烟尘浓度的检测                               | 102 |
| 第七节 空气中粉尘成分的检测                               | 104 |
| 第五章 水和废水的检测                                  | 107 |
| 第一节 水及废水的化学指标                                | 107 |
| 第二节 生物学指标                                    | 116 |
| 第三节 微量成分指标                                   | 120 |
| 第四节 水及废水的理化指标检测                              | 130 |
| 第六章 食品工厂环境中的微生物检测                            | 204 |
| 第一节 样品的采集、运送及处理                              | 204 |
| 第二节 微生物检测的指标                                 | 207 |
| 第三节 微生物引起的食物中毒概述                             | 215 |
| 第四节 沙门菌的检测                                   | 218 |
| 第五节 致泻性大肠埃希菌的检测                              | 225 |
| 第六节 志贺菌的检测                                   | 230 |
| 第七节 小肠结肠炎耶尔森菌的检测                             | 234 |
| 第八节 空肠弯曲杆菌的检测                                | 240 |
| 第九节 副溶血性弧菌的检测                                | 244 |

|                                                                                                |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 第十节 葡萄球菌的检测·····                                                                               | 247        |
| 第十一节 链球菌的检测·····                                                                               | 251        |
| 第十二节 肉毒梭菌及其毒素的检测·····                                                                          | 257        |
| 第十三节 蜡样芽孢杆菌的检测·····                                                                            | 261        |
| 第十四节 产气荚膜梭菌的检测·····                                                                            | 264        |
| 第十五节 平酸菌的检测·····                                                                               | 268        |
| 第十六节 黄曲霉菌及其毒素的检测·····                                                                          | 270        |
| 第十七节 赭曲霉菌及其毒素的检测·····                                                                          | 273        |
| 第十八节 镰刀菌及其毒素的检测·····                                                                           | 275        |
| 第十九节 青霉菌及其毒素的检测·····                                                                           | 277        |
| 第二十节 炭疽杆菌及其检测·····                                                                             | 279        |
| 第二十一节 结核分枝杆菌的检测·····                                                                           | 283        |
| 第二十二节 猪丹毒丝菌的检测·····                                                                            | 285        |
| 第二十三节 多杀性巴氏杆菌的检测·····                                                                          | 287        |
| 第二十四节 钩端螺旋体的检测·····                                                                            | 289        |
| 第二十五节 单核细胞增生李斯特菌的检测·····                                                                       | 292        |
| 第二十六节 口蹄疫病毒的检测·····                                                                            | 295        |
| 第二十七节 狂犬病病毒的检测·····                                                                            | 304        |
| 第二十八节 肝炎病毒及其检测·····                                                                            | 308        |
| 第二十九节 疯牛病病毒的检测·····                                                                            | 312        |
| <b>第七章 食品工厂环境检测样品制备新技术·····</b>                                                                | <b>314</b> |
| 第一节 超临界流体萃取技术·····                                                                             | 314        |
| 第二节 膜分离技术·····                                                                                 | 317        |
| 第三节 泡沫分离技术·····                                                                                | 320        |
| 第四节 固相萃取技术·····                                                                                | 322        |
| 第五节 固相微萃取技术·····                                                                               | 323        |
| 第六节 微波协助萃取技术·····                                                                              | 325        |
| 第七节 流动注射分析技术·····                                                                              | 326        |
| <b>附录一 食品企业通用卫生规范 (GB 14881—1994) [general hygienic regulation for food enterprises] ·····</b> | <b>329</b> |
| <b>附录二 部分食品工厂常见的废水来源及特性·····</b>                                                               | <b>337</b> |
| <b>主要参考文献·····</b>                                                                             | <b>342</b> |



# 第一章 绪 论

## 第一节 食品安全性及有关质量保证措施

### 一、民以食为天，食以安全为先

温家宝总理于 2002 年 8 月在一次国际食品研讨会上说过“食品工业是人类的生命产业，是一个最古老而又永恒不衰的产业”。食品是人类赖以生存和从事一切活动的最重要的物质条件。食品的安全与卫生状况，直接关系到食用者的身体健康和生命安全，如果食品不卫生、不安全，则其所含的有害成分就会损害人体健康，甚至会危及生命或殃及子孙后代，进而影响到国家经济的发展和社会的稳定。近年来国内外频繁发生的食品安全事故足以使世人触目惊心、发人深省。例如：1996 年 6 月 27 日至 7 月 21 日，云南曲靖地区会泽县发生食用散装白酒甲醇严重超标的特大食物中毒事件，192 人中毒，35 人死亡，6 人致残。1997 年 6 月底至 7 月上旬，云南思茅地区发生群众自行采集蘑菇中毒事件，共 255 人中毒，死亡 73 人。1998 年 2 月，山西大同等地区连续发生的多起重大的假酒中毒事件，有 200 多人中毒，夺去了 27 人的生命。1999 年 1 月，广东省发生 46 名学生食物中毒事件。同年，海南省某中小学校近 300 名学生因食物中毒被送进医院。2001 年 9 月，吉林市 12 所中小学校 10872 名学生因饮用某公司生产的豆奶，造成 6362 名学生中毒。1987 年至 1999 年期间，发生并流行于英国的牛海绵状脑病（疯牛病）导致病牛达 17 余万头，英国为此损失 300 亿美元。2001 年 1 月，浙江省杭州市 60 多人到医院就诊，症状为心慌、心跳加快、手颤、头晕、头痛等，原因是食用了含有“瘦肉精”（即盐酸克伦特罗）的猪肉。1996 年 5 月下旬，日本几十所中学和幼儿园相继发生 6 起集体大肠杆菌中毒事件，中毒人数过万，死亡 11 人，波及 44 个都府县。1998 年，日本近 15000 人因饮用葡萄球菌污染的牛奶而中毒。1999 年 5 月比利时“二噁英污染食品”事件，造成的直接经济损失达 3.55 亿欧元，如果加上与此关联的食品工业，损失则超过上百亿欧元。1999 年 6 月，因为食品中毒，美国共有 80 人致病，21 人死亡。1999 年底，美国李斯特菌食物中毒事件，导致美国密歇根州 14 人死亡，在另外 22 个州也有 97 人因此患病，6 名妇女流产。2000 年底至 2001 年初，法国发生李斯特菌污染食品事件，有 6 人死亡。2000 年 6 月，因食用日本雪印牌牛奶使 14500 多人患有腹泻、呕吐疾病，180 人住院治疗，迫使占牛奶市场总量 14% 的雪印牌牛奶进行产品回收，全国 21 家分厂停业整顿。2000 年全国发生的有报告的 150 余起重大食物中毒事件，中毒 6237 人，死亡 135 人。据云南省卫生厅统计，在 2003 年 1 月至 6 月全省共发生食物中毒事故 86 起，中毒总人数为 1561 人，死亡 39 人。

另外大量事实表明，全球每年因食源性疾病丧生孩子人数在 200 万以上……食品安全问题不像一般的急性传染病那样会随着国家经济的发展、人民生活水平的提高、卫生条件的改善及计划免疫工作的持久开展而使之绝迹。相反，随着人们生存环境的改变和现代工业化食品的迅猛发展，随着食品生产的机械化和规模化以及大量外源性加工辅料和新技术的广泛应用，食物链变得更长更复杂，新的食品安全问题也会不断出现。截止目前，在世界范围内的食物中毒事件仍呈上升趋势，这不得不引起人们的高度重视。因此，在国内外对于食品安全

的保证工作不是一项权宜之计，而是需要各个国家以及政府多个部门密切配合和常抓不懈的一项艰巨任务。

在我国已经进入 WTO 的大门成为这个大家庭的一员之后，食品安全问题也直接影响我国进出口贸易和生产经营企业的经济利益。据美国食品药品监督管理局（FDA）向我国卫生部透露，在 2001 年 8 月至 2002 年 1 月，美国 FDA 共扣留了我国 634 批出口食品，其主要原因是杂质、农药残留、食品添加剂、沙门菌、李斯特菌、黄曲霉毒素污染、标签不清等问题。

食品安全是一项系统工程，它涉及到组织机构、政策法规、技术、设备、管理体系、质量标准、保证措施、消费观念、安全意识等许多环节和问题。为此，国际上建立了 CAC 组织，并在不断地建立、完善和推广 HACCP、GMP 和 SSOP 体系。

## 二、CAC、HACCP、GMP、SSOP 的含义及相互关系

CAC 是食品法典委员会（Codex Alimentarius Commission）的简称，它是由联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）于 1962 年建立的政府间协调食品标准的国际组织，它的工作宗旨是通过建立国际协调一致的食品标准体系，促进食品的公平贸易，保护消费者的健康安全。CAC 现有包括中国在内的 166 个成员国，覆盖全球 98% 的人口。

CAC 的主要工作是通过其分委员会和其他分支机构完成的。负责标准制定的两大组织类别分别是包括食品添加剂、污染物、食品标签、食品卫生、农药残留等一般问题委员会和鱼、肉、奶、油脂、水果蔬菜等商品委员会。两类委员会通过制定食品的横向（针对所有食品）和纵向（针对不同食品）规定，建立了一套完整的食品国际标准体系，以《食品法典》形式向所有成员国发布。这些标准是基于科学原则，并结合危险性分析和食品生产过程的安全质量控制来制定的。CAC 的科学性和权威性受到世界各国的瞩目。特别是世界贸易组织（WTO）规定在食品贸易中以食品法典标准为准则，更加促进了全球食品法典工作的开展。各成员国在制定本国食品标准时都在自觉地采用食品法典标准，以最大的可能保证公平的贸易和消费者的健康安全。

HACCP 是英语 Hazard Analysis and Critical Control Point 的缩写，直译为危害分析和关键控制点，它是一个保证食品质量安全的预防性技术管理体系，它运用食品工艺学、微生物学、化学和物理学、质量控制和危险性评估等方面的原理和方法，对整个食品链，即食品原料的种植/饲养、收获、加工、流通和消费过程中实际存在和潜在的危害进行危害性评估，找出对最终产品质量影响的关键控制点，并采取相应的预防控制措施，在危害发生之前就加以控制，从而使食品达到较高的安全性。

HACCP 体系最先由美国在 20 世纪 50 年代提出的，并应用于化学工业生产。1959 年 Pillsbury 公司与美国宇航局（NASA）合作开发宇航食品，首次将 HACCP 引入食品工业；1973 年美国 FDA 在低酸性罐头食品生产中成功地应用了 HACCP。由于 HACCP 体系的最大优点是将食品安全保证的重点由传统的最终产品检验转移到对工艺过程及原料质量进行控制，故可避免因批量生产不合格产品而造成的巨大损失，HACCP 作为控制食源性疾病最为有效的措施得到了国际上越来越广泛的认可和应用。国际食品法典委员会（CAC）于 1997 年发布的《HACCP 原理和应用准则》已被许多国家所采用，包括欧盟、美国、加拿大、澳大利亚、新西兰、比利时、荷兰、罗马尼亚、瑞士、俄罗斯、马来西亚、新加坡、韩国和日本等国家和地区，并取得了显著的成效。

我国于 20 世纪 80 年代开始接触 HACCP 的基本概念，从 90 年代初开始探讨研究

HACCP 的应用, 针对出口食品出现的安全性问题开展了“出口食品安全工程的研究”, 在出口冻鸡肉、猪肉、冻烤鳗、芦笋罐头、蜂蜜、柑橘和花生等八种商品中采用 HACCP 原理进行了安全控制, 取得了相当好的效果, 然而由于我国食品卫生质量和食品生产经营管理水平与发达国家还存在着很大差距, 所以 HACCP 原理在我国的企业还未得到广泛应用。

GMP 是英语 Good Manufacturing Practices 的缩写, 即良好的操作规范, 它的产生来源于药品的生产。第二次世界大战后, 人们在经历了数次较大的药物灾难之后, 逐步认识到以成品抽样分析检验结果为依据的质量控制方法有一定的缺陷, 不能保证生产的药品都做到安全并符合质量要求。美国于 1962 年修改了《联邦食品、药品、化妆品法》, 将药品质量管理与质量保证的概念制定成法规的要求。美国食品药品监督管理局 (FDA) 根据修改法的规定, 由美国坦普尔大学 6 名教授编写制定世界上第一部药品的 GMP, 并于 1963 年通过美国国会颁布成法令。1969 年, 美国食品药品监督管理局又将 GMP 的观点引用到食品的生产法规中, 制定了《食品制造、加工包装及贮存的良好工艺规范》(Current Good Manufacturing Practice in Manufacturing, Processing Packing or Holding Human Food, CGMP), 从 20 世纪 70 年代开始, FDA 又陆续制定了低酸性罐头等几类食品的 GMP。其中 CGMP 和低酸性罐头 GMP 已作为法规公布。但为了提高我国食品的安全性和加入 WTO 后食品在国际市场的竞争力, 在我国全面实行 HACCP 势在必行, 因为从严格意义上来讲, HACCP 体系认证是食品企业生存和发展的需要, 也可以理解为它是企业生产的“许可证”、经营的“合格证”、市场的“准入证”和食品出口的“通行证”。

SSOP (Sanitation Standard Operating Procedure, 卫生标准操作程序) 则是由食品企业相关人员自己编写的, 为充分保证达到 GMP 要求的卫生操作控制文件。它至少包括八个方面的内容。(a) 与食品接触或与食品接触物表面接触的水(冰)的安全;(b) 与食品接触的表面(包括设备、手套、工作服)的清洁度;(c) 防止发生交叉污染;(d) 手的清洗与消毒, 厕所设施的维护与卫生的保持;(e) 防止食品被污染物污染;(f) 有毒化学物质的标记、储存和使用;(g) 雇员的健康与卫生控制;(h) 虫害的防治。

一些国家和地区也借鉴 GMP 的原则和管理模式制定了 GMP 或类似 GMP 的管理规范, 并在食品企业中实施应用, 取得了良好的效果。我国卫生部于 1998 年发布了国家标准《保健食品良好生产规范》和《膨化食品良好生产规范》, 这是我国首次颁布的食品 GMP。

GMP 是食品生产全过程中保证食品具有高度安全卫生性的良好生产管理系统。GMP 不仅规定了一般的卫生措施, 而且也规定了防止食品在不卫生条件下变质的措施。GMP 把保证食品质量的工作重点放在从原料的采购到成品的贮存、运输的整个环节上, 而不是仅仅着眼于最终产品上, 这一点与 HACCP 是相一致的。它运用物理、化学、生物、微生物、毒理等学科的基础知识来解决食品生产加工全过程中有关安全卫生和营养问题, 从而保证食品的安全卫生质量。

HACCP 不是一个独立的系统, 它必须建立在一定的卫生条件下。GMP 是对食品加工的环境进行控制, 是实施 HACCP 的必要保证。GMP 是为保障食品安全、质量而制定的贯穿食品生产全过程的一系列措施、方法和技术要求, 要求工厂在制造、包装及贮运产品等过程的有关人员配置上, 建筑、设施、设备等的设置上, 卫生、制造过程、产品质量等方面的管理均能符合良好的生产规范, 防止产品在不卫生条件下或可能引起污染及品质变坏的环境下生产, 确保食品的安全卫生和品质稳定, 确保终产品的质量符合有关标准。GMP 要求生产企业应具有良好的生产设备, 合理的生产过程, 完善的质量管理和严格的检测系统。离开

了 GMP 的 HACCP 将起不到避免危害和保证食品质量安全的作用。

GMP 的目的是为各种食品制造、加工、包装、储藏等有关方面制定出一个统一的指导原则。不同的食品企业有各自的特点和要求,因此 GMP 所规定的只是一个基本的框架而已,不同的企业应根据自己的具体情况,在这个框架的基础上制定出适合本企业的详细的附加条款。GMP 规定了在食品的加工、贮藏和分配等各个工序中所要求的操作、管理和控制规范,主要包括的内容有:先决条件;设施;加工、贮藏、分配操作;卫生和食品安全;管理职责。这些内容为 GMP 的一般结构和应用准则,实际上也是一种风险管理的措施。

食品 GMP 很快被 FAO/WHO 的 CAC 采纳,并推荐给各成员国政府。日本、加拿大、新加坡、德国、澳大利亚及我国台湾省都在积极推行食品 GMP。日本厚生省主管食品卫生,参照美国食品 GMP 要点制定了《食品卫生规范》。加拿大卫生部(HPB)按照《食品和药物法》制定了《食品良好制造法规》(GMRF),描述了加拿大食品加工企业最低健康与安全标准。我国台湾也已全面推行食品 GMP 标准(分通则和专则规范及 GMP 认证制度,如《食品 GMP 推行方案》及《食品 GMP 认证制度实施方法》)。我国卫生部在 1988~1998 年间,依据 GMP 的思想制定了 20 个食品加工企业卫生规范。1984 年由原国家商检局制定了类似 GMP 的卫生法规《出口食品厂、库最低卫生要求》,对出口食品生产企业提出了强制性的卫生要求。后经过修改,于 1994 年 11 月发布了《出口食品厂、库最低卫生要求》。在此基础上,又陆续发布了 9 个专业卫生规范。这些法规标准均得到广泛应用并为食品企业实施 HACCP 提供了必要保证。

GMP 基本内容就是食品从原料到成品全部过程中各环节的卫生条件和操作规程。GMP 广泛地集中和包括了食品加工过程的各个方面,是确定设备、方法、规范和控制是否安全 and 产品是否在卫生的条件下加工的基础,实施 GMP 实际上已经在一定程度上控制了外来人员、环境、设备方面的危害,可以更好地促进食品企业加强自身质量保证措施、更好运用 HACCP 体系,从而保证食品的安全卫生。因此, HACCP 必须建立在可靠的 GMP 基础上。

SSOP 实际上是 GMP 中最关键的基本卫生条件。它是在食品企业中为实现 GMP 全面目标的卫生操作规范,它包括一套与食品卫生处理和加工环境清洁程度有关的特殊目标,以及满足这些目标的活动。它强调食品生产车间、环境、人员及与食品有接触的器具、设备中可能存在的危害的预防以及清洗(洁)的措施。我国《食品卫生法》和各种类型食品工厂卫生规范都有与国外 SSOP 和 GMP 类似的相关内容。如《食品企业通用卫生规范》、《罐头厂卫生规范》和《糕点厂卫生规范》等都包含了我国食品生产的 SSOP。在具体实施过程中,SSOP 既能控制一般危害又能控制显著危害,而 HACCP 仅用于控制显著危害。一些由 SSOP 控制的显著危害在 HACCP 中可以不作为 CCP,而只由 SSOP 控制,从而使 HACCP 中的关键控制点更简化,使 HACCP 更具有针对性,避免 HACCP 因关键控制点过多而难以操作。事实上,显著危害正是通过 HACCP 关键控制点和 SSOP 有机组合而进行有效的控制。当 SSOP 包含在 HACCP 中时, HACCP 更为有效,它可以集中关注与食品及其加工环节的危害,而不仅仅是加工厂的环境卫生。

企业制定 SSOP 文件应着眼于实用性和合法性。显然一个不能执行的 SSOP 对企业是毫无意义的;同样,没有法律依据的,不以 GMP 为基础的 SSOP 也是无法实现其目的的。建立基于良好操作规范的卫生标准程序,也就是为 HACCP 的有效实施铺平了道路,保证了企业进行食品生产制造的外围卫生环境,使对产品工艺流程进行危害分析而实施的关键点的控制能集中到工艺过程中的食品危害的控制上,而不再将加工环境和人员的各种污染或危害列

入关键控制点。因此，SSOP 是实施 HACCP 体系的必备程序。

总之，HACCP 必须建立在良好的 GMP 和 SSOP 的基础上。GMP 不仅规定了一般的卫生措施，而且也规定了防止食品在不卫生条件下变质的措施。GMP 把保证食品质量的工作重点放在从原料的采购到成品及其贮存运输的整个生产过程的各个环节上，而不是仅仅着眼于最终成品上。实施 GMP 可以更好地促进食品企业加强自身质量保证措施，SSOP 侧重解决卫生问题，HACCP 侧重于控制食品的安全性，而 GMP 是食品企业得以规范运行的先决条件，三者密切关联，浑然一体。企业的良好卫生状况是保证安全卫生和成功的实现 HACCP 的基础，只有与 GMP、SSOP 有机结合，HACCP 才能更有效。

### 三、食品工厂环境检测的意义及作用

消费者需要的安全放心食品只能来自于“从田地/饲养到餐桌”所涉及的一切生产、加工和流通环节的规范操作，作为工业化生产的任何食品其质量安全则与生产该产品的工厂环境密切相关。只有优质的生产原料，而没有良好的生产加工环境就不能保证生产出优质的食品，即厂区和生产车间的卫生状况会直接或间接地影响到食品的安全性，同时对于任何一个现代化的食品生产企业来说都应非常重视工厂的环境质量以及污染治理，也就是应该时刻自觉地把环境保护和治理工作作为生产技术和管理工作的一部分。食品生产企业实施 GMP 规范和 SSOP 程序涉及的内容虽然较多，但最重要和最终的目的则是防止和减少整个加工过程中食品被污染物所污染，以保证每批合格的原料都能生产出让消费者满意放心的安全卫生食品。

食品生产企业与其他行业的工厂相比具有许多特殊性，如产品以及生产过程易被外界（如其他厂矿等）不良环境所污染，也易被工厂内部天长日久潜移默化形成的不良生态环境所污染，而且大批量被污染的工业化食品作为商品流通就很容易造成大范围的食物中毒事件，很容易造成巨大的生命财产损失和十分恶劣的社会影响。由于食品企业（加工场所）所从事的生产环节从原料到最终的产品主要都是生物性材料，另外由于大多数食品工厂在生产过程中常需要用大量的水来清洗原料和设备以及浸泡原料、湿法粉碎、分离提取，甚至有的需用化学药剂处理原料和清洗容器设备以及加工过程要剔除原料不可食部分，还有原料的临时堆放，生产中产生的废渣、废液、废气的排放等等。诸如此类的生产操作环节若处理不当均会造成产品污染，而产品污染又会加剧环境的污染，再加之食品行业是劳动密集型行业以及原料和产品的种类也较多，由此决定了对食品工厂环境的检测是生产企业日常必须进行的一项重要工作，也是保证良好生产环境和生产安全食品的必要条件，同时也是现代食品企业认真履行 GMP 和 SSOP 的重要内容之一。只有通过检测并查清了生产环境的污染状况，才能“对症”治理，收到成效。只有认真实施了产前、产中、产后的全面严格质量检验与控制程序，才能做到防患于未然，不生产危险品，才能实现企业增产增效和安全稳妥的可持续发展。

另外，对于食品工厂环境及“三废”进行检测也是实现对“三废”进行综合利用，增加企业经济效益的一种途径，同时也是保护人类生存大环境，建设“绿色环境工程”对国家、人民、子孙后代负责的一种主人翁态度。

## 第二节 食品工厂环境检测的内容及选择项目的原则

引起食品工厂环境污染和对其有危害作用的主要因素有物理因素、化学因素和生物因素，其中化学物质和生物物质的污染是食品工厂环境污染的最主要因素，所以在研究食品工

厂环境检测问题时，要把主要注意力集中到能引起食品腐败、变质的化学或生物成分上，应从这些有害物质的毒性、含量作为分析的出发点。因此，食品工厂环境检测是以大气和废气、水和废水、土壤和固体废气物中的各种有害物质为检测对象，用物理、化学或仪器的测定方法，对其进行定性、定量的分析检测。根据相关的标准，判定其含量是否超标，然后指导食品工厂进行原因分析，再采取措施，对环境进行治理，从而使食品工厂环境保持清洁无污染状态，只有这样才能保证食品厂生产出安全放心的食品。所以食品工厂环境检测是食品厂进行生产的必要任务，也是首要任务。

### 一、食品工厂环境检测的内容

我们所提到的食品工厂环境检测的对象主要是指对环境和食品可能造成污染和危害的物质（也就是污染物）。食品工厂环境检测的内容从有无生命来划分，共有两类：一类是非生物，另一类是生物。非生物主要包括无机物和一般常见有机物。无机物有单质（包括金属、非金属等）和化合物（包括氧化物、酸、碱、盐及络合物等）；有机物主要为碳氢化合物，包括烃类（链烃和环烃）和烃的衍生物（包括卤代烃、酚、醛、酮、酯、胺、酰胺、硝基化合物等）。自然界无机物有十万多种，有机物有六百多万种，所以，对于影响环境的各种有害物质和因素的检测基本内容应为：无机（包括金属和非金属）污染物的检测、有机（包括农药化肥）污染物的检测；生物的检测主要是有关细菌、致病菌、病毒及毒素的检测。

此外，食品工厂环境检测根据检测的状态不同又可分为：大气的检测、水质的检测、土壤及固体废弃物的检测和生物的检测。

#### （一）大气污染检测

大气污染检测就是检测大气中的污染物及其含量，目前已经认识的大气污染物约有一百多种，主要以分子状和粒子状两种形式存在于大气中。分子状污染物的检测项目主要有 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}$ 、卤化氢及碳氢化合物等。粒子状污染物的检测项目有氟化物、粉尘、烟尘以及尘粒的化学组成，如重金属和多环芳烃等。此外，局部地区还可根据具体情况增加某些特有的检测项目，如酸雨的检测。

因为大气污染的浓度与气象条件有密切关系，在检测大气污染的同时，要测定风向、风速、气温、气压等气象参数。

#### （二）水质污染检测

水质污染的检测对象很多，就水体来说有天然水（包括江、河、湖、海和地下水）、工业废水等。主要检测项目大体可分为两类：一类是反映水质污染的综合指标，如温度、色度、臭和味、浊度、pH、悬浮物、溶解性总固体、总硬度、化学耗氧量（COD）和生化需氧量（ $\text{BOD}_5$ ）等。另一类是一些有毒物质，如酚、氰、砷、铅、铬、镉、汞、银和有机农药、苯并芘等。除上述检测项目外，有时还要对水体的流速和流量进行测定。

#### （三）生物（主要是微生物）的检测

微生物在自然界分布是非常广泛的。动植物的体表和体内有各种微生物的存在，土壤、空气和水中也有各种不同的微生物。有些存活的时间长，有的存活时间短，一旦微生物污染到食品中，就会大量繁殖，直到食品腐败变质。但有些腐败是没有现象的，这样消费者食用后，就会中毒。从常规来看，多数食品厂家都注重控制整个工艺的微生物数量，但往往忽视对环境中的微生物进行检测控制。由于食品被微生物污染而造成人类严重病害的事例很多，所以控制环境微生物对控制食品污染是很重要的，这不仅是对消费者负责，也是企业避免造成惨重的经济损失的重要措施。

## 二、选择检测项目的原则

选择检测项目一般应遵循如下原则。

第一，对污染物的性质如自然性、化学活性、毒性、扩散性、持久性、生物降解性和积累性等进行全面分析，从中选出影响面广、持续时间长、不易或不能被微生物所分解而且能使动植物发生病变的物质作为日常例行的检测项目。对于某些有特殊目的或特殊情况的检测工作，则要根据具体情况选择需要检测的项目。

第二，需要检测的项目，必须有可靠的检测手段，并保证能获得满意的检测结果。

第三，检测结果所获得的数据，要有可比较的标准或能做出正确的解释和判断，如果检测结果无标准可比，又不了解所获得的检测结果对人体和动植物的影响，就将会使这类检测工作陷入盲目性。

## 第二章 检测方法的选择、评价与数据处理

### 第一节 检测方法的选择及评价

#### 一、正确选择分析检测方法的重要性

环境检测的目的就是要为生产部门和环境监督部门提供准确、可靠的检测数据，以便有关部门根据这些数据对工厂环境进行治理和控制，从而保证生产正常进行以及生产出符合卫生标准的产品；环境监督管理部门则根据这些数据对环境进行客观的判断和评价，防止环境对人和产品造成危害。为了达到上述目的，除了需要采取正确的方法采集样品，并对样品进行合理的制备和预处理外，在现有的众多检测方法中，选择正确的检测方法是保证检测结果准确的又一关键环节。如果选择检测方法不恰当，那么即使前序环节非常严格、正确，得到的结果也将是毫无意义的，更有甚者它将会给生产和管理带来错误信息，造成人力、物力的浪费。

#### 二、选择分析方法应考虑的因素

可用于样品中待测成分的检测方法往往很多，怎样选择最恰当的方法则是需要周密考虑的。一般来说，应当综合考虑下列因素。

##### 1. 分析要求的准确度和精密度

不同检测方法具有的灵敏度、选择性、准确度、精密度各不相同，要根据生产、管理或科研工作对分析结果要求的准确度和精密度来选择适当的分析检测方法。

##### 2. 检测方法的繁简和速度

不同检测方法所涉及操作步骤繁简程度和所需时间及劳力各不相同，每个样次分析检测的费用也不同。要根据待测样品的数目和要求取得检测结果的时间来选择适当的检测方法。同一样品需要测定几种不同的成分时，应尽可能选用同一份样品处理液同时测定该几种成分的方法，以达到简便、快速的目的。

##### 3. 样品的特性

各类样品中待测成分的形态和含量不同，可能存在的干扰物质种类及含量也不同，故样品的溶解和待测成分的提取的难易程度也会各不相同。因此要根据样品的这些特征来选择制备待测液、定量某成分和消除干扰的适宜方法。

##### 4. 现有条件

检测工作一般在化验室中进行，各级化验室的设备条件和技术条件也各不相同，应根据具体条件来选择适当的检测方法。

在实际分析检测工作中究竟选用哪一种方法，必须综合考虑上述各项因素，但作为具体从事分析检测工作的技术人员首先必须了解各类方法的特点，如方法的精密度、准确度、灵敏度等，以便加以比较。

#### 三、检测方法的质量指标及评价

##### （一）取样环节

食品工厂环境体系十分庞大，与之相比，取样数量显得极为微小，而且环境样品组成复



杂而又多变, 所以进行环境检测时的取样是一个非常复杂的问题。如果没有做到在制定取样方案或付诸实施过程中时时处处小心, 则会对后序的检测操作和最终结果的准确性带来不良的影响。取样方案中的关键步骤是样品采集, 要求所取得的样品同时具有代表性和有效性。

## (二) 样品前处理环节

样品前处理有多方面意义, 主要包括将样品转变为可测定状态、浓集待测组分和除去干扰组分等。评价前处理方法的相应指标有回收率、预浓集系数和分离因数, 此外还有简便性和经济性等。

### 1. 回收率

对于一个基于相平衡原理建立起来的前处理方法, 样品中所含痕量对象物质 T 通过前处理而达到的回收率  $R_T$  可定义为

$$R_T = Q^C / Q^O \quad (2-1)$$

式中,  $Q^O$  和  $Q^C$  分别为处理前初始相 O 中和处理后浓集相 C 中对象物质 T 的含量。回收率一般小于 100%, 因为在操作过程中可能会由于挥发、分解、分离不完全、容器吸附等因素引起对象物质 T 的损失。在大多数环境样品的前处理中要求回收率大于 95% 或至少大于 90%。分析结果可用回收率予以矫正。

### 2. 预浓集系数

样品前处理过程的预浓集系数  $F$  被定义为

$$F = \frac{Q_T^C / Q_M^C}{Q_T^O / Q_M^O} \quad (2-2)$$

式中,  $Q_M^O$  和  $Q_M^C$  分别为处理前初始相 O 中和处理后浓集相 C 中基体 M 的量。预浓集系数  $F$  实际上代表试样中痕量物质在浓集后和浓集前于两相中的浓度比。在大多数环境样品的前处理中,  $F$  值应能达到  $10^2 \sim 10^4$  数值范围。

### 3. 分离因数

以常用的前处理方法萃取为例, 可定义分配比  $D_T$  为

$$D_T = \sum [C_T]_{\text{org}} / \sum [C_T]_{\text{aq}} \quad (2-3)$$

式中,  $\sum [C_T]_{\text{org}}$  和  $\sum [C_T]_{\text{aq}}$  分别为达到萃取平衡时对象物质 T 在有机相和水相中的总浓度。对于对象物质 T 和干扰物质 I 的分离因数  $\alpha_{T,I}$  被定义为

$$\alpha_{T,I} = D_T / D_I \quad (2-4)$$

即分离因数是在两相平衡条件下, T 和 I 两种物质在同一分离体系内分配比的比值。 $\alpha_{T,I}$  的数值越大, 说明分离选择性越好。就对象物质 T 而言, 希望  $D_T$  和  $\alpha_{T,I}$  都有较大的值, 但我们不难理解, 在实际操作中, 往往不能兼顾两个方面, 即要求对象物质 T 的浓集程度高时, 往往会失去良好的选择性。

## (三) 分析检测环节

评价测定方法的主要指标有准确度、精密度、精确度、灵敏度、检出限、有效测定范围和选择性。此外还有适用对象范围、经济性、危险性、所需时间多少及实现自动分析的可能性等。

### 1. 准确度和系统误差

准确度是单次测定值 ( $x$ ) 或多次测定值 ( $\bar{x}$  平均) 与真值 ( $\mu$ ) 之间的符合程度。由分析测定得到的不准确结果, 不但没有意义, 而且常常是有害的。测定结果的准确度是运用该检测方法在测定过程中引入的系统误差和偶然误差的综合指标。两类误差中系统误差往往