

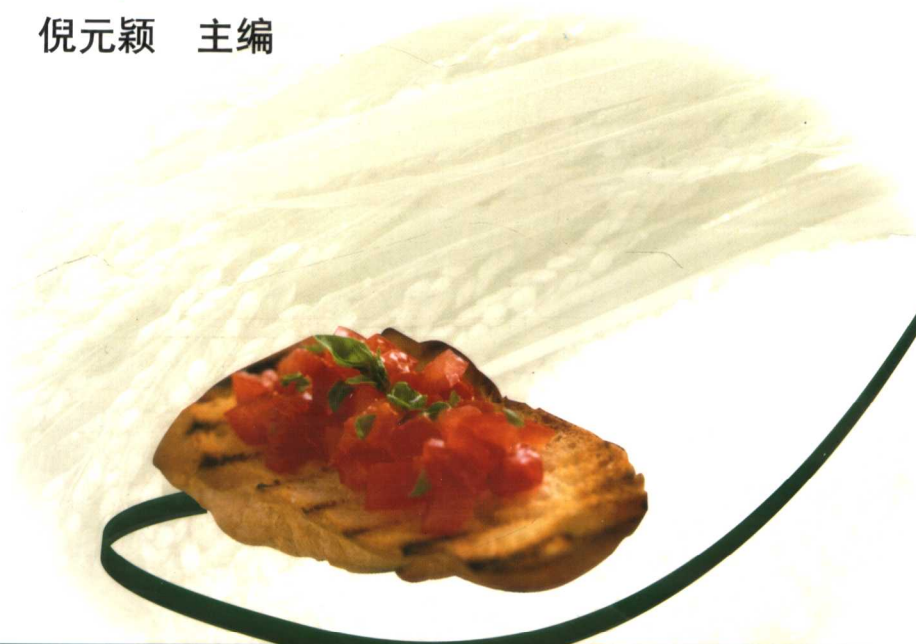
食品放心工程丛书

Shipin Fangxin Gongcheng Congshu



粮食制品 安全生产与品质控制

倪元颖 主编



化学工业出版社

食品放心工程丛书

粮食制品安全生产与 品质控制

倪元颖 主编

吴继红 李景明 陈 芳 章金英 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

粮食制品安全生产与品质控制/倪元颖主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 1

(食品放心工程丛书)

ISBN 7-5025-7828-5

I. 粮… II. 倪… III. ①粮食-食品加工-安全生产②粮食-食品加工-质量控制 IV. TS210.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 126819 号

食品放心工程丛书

粮食制品安全生产与品质控制

倪元颖 主编

吴继红 李景明 陈 芳 章金英 副主编

责任编辑: 梁 虹 张 彦

文字编辑: 温建斌

责任校对: 于志岩

封面设计: 郑小红

*

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)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<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 720mm×1000mm 1/16 印张 20 $\frac{3}{4}$ 字数 357 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7828-5

定 价: 39.00 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

序

随着人民生活水平的不断提高，百姓对食品的要求已经不仅仅是能够满足温饱的要求了，在讲究膳食营养平衡的同时，对食品的卫生安全也越来越关注。而国家“食品与药品放心工程”的实施及相关部门对食品安全的宣传，使百姓更加关心生活常用食品如粮、肉、蔬菜、水果、乳制品、豆制品、水产品的生产、加工、流通、消费等关键环节的操作情况，对食品源头污染的情况也越来越关注。这在某种程度作为一种动力也在督促着食品生产企业对生产过程中存在的传统或者落后的操作方式进行改进和提高。由此科学的、先进的生产操作方式及操作规范如 GAP、GMP、HACCP 等也被引入到国内的食品生产厂家，并在实际生产中发挥着作用。

在此背景下，化学工业出版社组织编写了《食品放心工程丛书》，丛书以生产过程中的流程为主线，按生产原料、生产环境、生产过程及人员、设备、储运、包装等过程中可能出现的危害及控制途径来进行分别叙述。在各个环节中，围绕各关键点容易出现各种危害，如化学性危害、物理性危害、生物性危害等几个方面来论述各种危害分析及其控制方法，在系统、详细地介绍 GAP、GMP、HACCP 等概念和知识的同时，着重为读者提供一个有参考价值并能够应用到实际的操作文本和实例。丛书内容新颖、实用，整套丛书体现了食品生产过程中的危害分析、控制方法、最终达到食品安全的主题思想，很好地贯彻了《国务院办公厅关于实施食品与药品放心工程的通知》的精神和要求。

丛书的出版，将对食品生产厂家在实施“食品与药品放心工程”中起到指导和帮助作用，在向相关人员介绍 GAP、GMP、HACCP 等概念的同时，也为他们提供一个可以参考并能够应用到现实操作中的文本，对其在生产实践中的操作有所指导。

我祝愿本套丛书能够成为食品行业广大读者的良师益友，为加强我国的食品安全工作、推进食品工业健康发展、保障人民的饮食安全和身体健康起到积极的作用。

卢良恕
2002年2月

前 言

粮食及其制品是我国人民广泛食用的主要食品，在人们日常饮食中占据着非常重要的主导地位。人们不仅从中获取大量的碳水化合物，而且从中获取人体新陈代谢和生长发育不可缺少的营养物质如维生素、矿物质、纤维素等。目前随着栽培、育种和现代食品加工技术水平的提高，特别是现代生物技术的兴起，粮食作物的产量、品质及其制品的花色品种和营养价值得到了长足的发展，粮食及其制品在人们生活中特别是对于我国这样以植物类食品为主的国家来说，具有无可替代的作用。但是我们在充分肯定粮食及其制品在人们生活中发挥积极作用的同时也应注意到如果粮食及其制品加工原料在种植、加工以及食用不当时将会对消费者造成非常大的危害，特别是随着现代工业的发展造成的自然环境破坏和工业污染以及现代工业发展本身所造成的负面影响，会进一步加剧这些危害的深度和广度。

本书针对粮食及其制品在加工生产中存在的主要问题，从其污染途径、污染种类、危害到如何安全生产以及对其进行安全性检测的方法进行了全面阐述。最大特点在于在论述各类粮食及其制品生产过程中，紧密围绕安全问题，从原辅料的安全性、生产工艺流程及各工序可能引入的危害到如何控制、如何检测以及相应的法规、标准，全部给出，不但清楚地阐述了基本原理，而且结合生产实际阐明了方法，使得本书实用性很强，为粮食及其制品生产、经营、检验等部门提供了难得的参考资料。本书可供粮食及其制品生产、检测、监督等工作人员使用，亦可作为工商、科研院所、大专院校的参考书。

全书共分六章，第一、二章由倪元颖编写，第三章由倪元颖、章金英编写，第四章由陈芳编写，第五章由吴继红编写，第六章由李景明编写。

由于科技发展突飞猛进、日新月异，新技术、新方法、新要求不断涌现，虽然我们尽了很大努力，查阅了大量资料，走访了大量工厂，力争全面反映当前的最新技术和成果，但基于编者水平有限，难免会出现疏漏和错误，敬请同行和读者批评、指正。

编者

2005 年 10 月

内 容 提 要

粮食及其制品是我国人民广泛食用的主要食品，在人们日常饮食中占据着重要的主导地位，其安全卫生状况关系重大。本书共分六章，分别介绍粮食及其制品中可能存在的食品安全问题；小麦面粉、方便面、饼干、面包、稻谷制米的安全生产与质量控制等。

本书可供粮食制品生产企业技术管理人员和品控人员、技术工人，质量检验、商品检验等部门工作人员参考使用，亦适合高等院校相关专业师生使用。

目 录

第一章 粮食及其制品中可能存在的食品安全问题	1
第一节 粮食及其制品中可能存在的化学危害	4
一、农药残留对粮食及其制品安全性的影响	4
二、不正确使用食品添加剂对食品安全性的影响	11
三、食品中工业有害物质引起的危害	20
四、放射性物质对粮食及其制品的污染	25
五、苯并[a]芘对粮食及其制品的污染	28
六、其他化学物质对粮食及其制品的污染	30
七、粮食及其制品容器、包装材料对粮食及其制品的污染	30
第二节 粮食及其制品中生物性危害	36
一、粮食及其制品中霉菌危害	37
二、粮食及其制品中细菌性危害	48
三、粮食及其制品中昆虫引起的危害	54
四、有毒植物混入粮食及其制品中引起的生物性危害	54
第三节 粮食及其制品中可能存在的物理性危害	55
一、粮食及其制品中物理性危害的概述	55
二、粮食及其制品中物理性危害的来源	55
三、粮食及其制品中物理性危害的控制	55
第四节 转基因粮食制品的安全性	56
一、转基因食品的概述	56
二、转基因食品对人体健康及环境生态可能产生的影响	56
三、世界各国对转基因食品安全性管理	57
第二章 安全卫生的小麦面粉生产	59
第一节 安全卫生的小麦面粉生产的原料要求	59
一、小麦制粉原料	59
二、小麦制粉原料的安全性	61
第二节 安全卫生的小麦面粉的生产	63
一、小麦清理	63
二、小麦研磨	76
三、面粉厂卫生规范管理	80
第三节 小麦面粉的安全卫生性检测	83
一、国内外小麦粉质量标准	83

二、小麦粉的安全性检测	88
第四节 安全卫生的小麦面粉生产中的法规、标准应用	111
一、通用食品卫生法规、标准	112
二、小麦面粉原料标准	113
三、小麦面粉产品标准	115
四、小麦面粉安全卫生指标检测方法	116
五、小麦面粉品质指标检测方法	122
六、部分与小麦面粉安全卫生相关的网站	122
第三章 安全卫生的方便面生产	123
第一节 安全卫生的方便面生产的原料要求	123
一、方便面生产原辅料	123
二、原辅料对油炸方便面品质及安全性的影响及其控制	124
三、原辅料对非油炸方便面品质及安全性的影响及其控制	134
第二节 安全卫生方便面的生产	140
一、干燥方便面生产工序及产品安全卫生的影响因素	140
二、湿方便面的生产工艺流程	156
三、干燥方便面调味料生产	159
第三节 方便面的安全卫生性检测	163
一、方便面质量标准 (SB/T 10250—1995)	163
二、方便面卫生标准 (GB 17400—2003)	167
第四节 安全卫生的方便面生产中法规、标准的应用	169
一、通用食品卫生法规、标准	169
二、方便面原料标准	170
三、方便面产品标准	173
四、方便面及其原料的安全卫生指标检测方法	174
五、部分与方便面安全卫生相关的网站	180
第四章 安全卫生的饼干生产	181
第一节 饼干生产原辅料及其安全性	181
一、饼干生产原辅料的安全性	181
二、饼干生产的主要原辅料及安全卫生控制	182
第二节 饼干生产工艺及其控制	195
一、工艺流程	195
二、各工序可能引入的危害	197
三、各工序可能引入危害的控制	197
第三节 饼干生产企业安全卫生规范化管理	198
一、原材料采购、运输、储藏的卫生	198
二、工厂设计与设施的卫生	199
三、工厂的卫生管理	200
四、个人卫生及健康要求	200

五、饼干加工过程中的卫生	201
六、成品储藏、运输的卫生	202
七、卫生与质量检验管理	202
八、饼干生产许可证的申请和审查	203
第四节 饼干安全性的检测	204
一、饼干食品安全性的检测指标	204
二、国内外饼干质量标准	204
第五节 与饼干安全卫生生产相关的法规	207
一、通用食品卫生法规、标准	207
二、饼干原料标准	208
三、饼干产品标准	211
四、饼干主要原料安全卫生检测方法	212
五、部分与饼干安全卫生生产相关的网站	212
第五章 面包的安全生产与质量控制	214
第一节 面包生产的原辅料及其安全性	214
一、面包生产的原辅料	214
二、面包生产原辅料的安全性	226
第二节 面包生产工艺	232
一、面包生产工艺流程及各工序可能引入的危害	232
二、面包的质量控制	233
第三节 面包的安全性检测 (QB 1252—1991)	242
第四节 安全卫生的面包生产中法规、标准的应用	246
一、通用食品卫生法规、标准	246
二、面包原料标准	247
三、产品标准	250
四、面包主要原料及产品安全卫生检测方法	251
五、部分与面包安全卫生生产相关的网站	252
第六章 稻谷制米的安全生产与质量控制	253
第一节 稻谷制米原料	253
一、稻谷简介	253
二、稻谷的形态和结构	253
第二节 稻谷制米原料的安全性	256
一、稻谷原料中可能引入的危害	256
二、原料中可能引入危害的控制	262
第三节 稻谷清理	265
一、风选法	266
二、筛选法	267
三、比重分选法	273
四、磁选法	276

五、调质	278
第四节 砻谷和谷糙分离	279
一、常规的稻谷加工的概述	279
二、砻谷及砻下物分离	280
三、稻壳分离与收集	290
四、谷糙分离	292
五、碾米、成品及辅产品处理	296
第五节 稻谷制米安全性质量标准	304
一、大米质量标准 (GB 1354—1986)	304
二、精制米的质量标准	306
三、清洁米的质量标准	307
第六节 安全卫生的稻谷制米生产中相关的法规和标准	308
一、通用食品卫生法规、标准	308
二、稻谷原料标准	308
三、稻谷制米产品标准	310
四、稻谷制米安全卫生指标检测方法	311
五、部分与小麦面粉安全卫生相关的网站	316
参考文献	318

第一章 粮食及其制品中可能存在的食品安全问题

粮食及其制品是我国各族人民主要的食物，它们不仅为人们提供了大量的碳水化合物，而且是人们日常饮食中维生素、微量元素、食用纤维等人体新陈代谢和生长发育不可缺少的营养物质的重要来源。中华民族是以农耕文明于世的伟大民族，早在史前时代我们的祖先已经开始寻找、搜集和驯化适于栽培的各种粮食作物了，水稻、大豆、高粱、粟米等至今为人们广泛种植的粮食作物被世界公认起源于我国。随着栽培、育种和现代食品加工技术水平的提高，特别是现代生物技术的兴起，粮食作物的产量、品质及其制品的花色品种和营养价值得到了长足的发展，粮食及其制品在人们生活中，特别是对于我国这样以植物类食品为主的国家来说，具有无可替代的作用。但是我们在充分肯定粮食及其制品在人们生活中发挥积极作用的同时，也应注意到如果粮食及其制品加工原料种植、加工以及食用不当时，也会对消费者造成这样或那样的危害，特别是随着现代工业的发展造成的自然环境破坏和工业污染，以及现代工业发展本身所造成的负面影响，会进一步加剧这些危害的影响深度和广度。

有害物质对粮食及其制品的污染种类繁多，性质各异，污染的方式和程度也是多种多样的。对粮食及其制品污染的有害物质因种类和数量的不同，对人体所造成的危害也有很大的不同。危害结果概括起来有下列几种情况。

(1) 急性中毒 粮食及其制品被大量的微生物及其产生的毒素或化学性物质的污染，进入人体后可引起急性中毒。

(2) 慢性中毒 粮食及其制品被某些有害物质污染，其含量虽少，但由于长期连续地通过食物进入人体，可引起机体的慢性中毒。

(3) 致突变作用 粮食及其制品中的某些污染物能引起生殖细胞和体细胞的突变，不论其突变的性质如何，一般都是这种化学物质毒性的一种表现。

(4) 致畸作用 某些粮食及其制品污染物在动物胚胎的细胞分化和器官形成过程中，可使胚胎发育异常。

(5) 致癌作用 目前具有或怀疑有致癌作用的物质约为数百种，常见污染食品的物质有多环芳烃、芳香胺类、酰胺类、亚硝胺化合物、黄曲霉毒素、天然致癌物以及砷、镉、镍、铅等。

粮食及其制品表面常有真菌、细菌、酵母的污染。常见真菌有曲霉菌、青霉

菌、分支孢子菌、毛霉菌和镰刀菌等，常见的细菌有马铃薯杆菌、谷草杆菌、乳酸杆菌、大肠杆菌等，在粮食发热时还可发现蜡样芽孢杆菌和变通变形杆菌。粮食及其制品被微生物污染后会出现发热、营养品质下降、变色变味、产毒及加工性能降低。环境湿度较大、温度较高时，粮食及其制品易受霉菌污染发生霉变，降低感官性状、营养价值；同时还会产生相应的霉菌毒素，对人体健康造成危害。少量、长期食入这些霉菌毒素后，对人体会造成慢性中毒并诱发某些器官和组织的突变，甚至会影响到食用者下一代的健康。粮食及其制品中的真菌毒素另一个主要危害就是致癌作用，黄曲霉毒素是世界上公认的致癌物，其产生菌——黄曲霉也是粮食及其制品主要的污染真菌菌种之一。此外，粮食及其制品属于季节性生产、周年供应的商品类型，不可避免地需要大量储存，粮食及其制品储藏仓库害虫种类很多，我国发现有 50 多种，常见的有甲虫（大谷盗、米象、黑粉虫等）、螨虫（粉螨）及蛾类（螟、蛾）等，在适宜的仓温 $18\sim 21^{\circ}\text{C}$ 以上及湿度 65% 以上时易在原粮和半成品上生长繁殖，使粮食发生变质并失去或降低食用价值。除此之外，粮食还易受有毒种子及无机夹杂物的污染，如麦角、毒麦、麦仙翁子、槐子、毛果洋茉莉子、曼陀罗子等毒种子及泥土、金属等无机夹杂物。

粮食及其制品中的农药残留是其另一个主要的危害来源，主要来自于控制病虫害及杀菌、除草的直接农药污染和环境中空气、水、土壤的间接农药污染，残留农药随膳食进入人体损害机体健康。随着农药的长期广泛使用，残留量呈逐渐增加的趋势。我们食用的粮食及其制品是粮食作物的某一个器官，这些粮食作物在自然界通过自养代谢摄入水分、二氧化碳、矿物质的同时，也会摄入有害的污染物，主要的有害污染物主要是化学性的汞、镉、铅、铬、酚和氰化物等，它们主要来自工业废水和生活污水，一般污水中的有害有机成分经过处理后可减轻甚至消除，而无机毒物会通过灌溉造成严重污染，“水俣病”、“骨疼痛病”是因长期食用工业污水灌溉的农作物而引起的慢性中毒，有研究表明，人体每天摄入的铅、汞、镉主要来自谷类、蔬菜和水产品。

油脂是粮食制品加工的主要原料之一，如果不加以严格控制油脂制品，也会将多种有害物质引入粮食制品从而造成危害。影响油脂安全卫生品质的因素除了与上述粮食及其制品相同的因素外，主要在加工和储存阶段有其自身的特点。

首先，由于用于加工生产食用油脂的原料不合格，也会将许多有害物质通过油脂引入粮食及其制品，它们主要包括以下几类。

(1) 霉菌毒素 油料种子被霉菌及其毒素污染后，榨出的油中也含有毒素，花生最易受黄曲霉污染，其他油料种子如棉籽和油菜籽也可受到污染，严重污染的花生其榨出的油中黄曲霉毒素每千克可含数千微克，我国规定食用油中黄曲霉毒素不超过 $10\mu\text{g}/\text{kg}$ ，花生油不超过 $20\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

(2) 多环芳烃 多环芳烃污染主要来源于油料种子的烟熏烘干、压榨时润滑油混入或浸出时的溶剂残留、反复使用的油高温热聚及作用生长期期间的工业污

染。我国规定食用植物油 B(a)P 不超过 $10\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

(3) 棉酚 棉酚 (gossypol) 是棉籽色素腺体中的有毒物质, 包括游离棉酚、棉酚紫、棉酚绿 3 种, 长期食用生棉籽油可引起慢性中毒, 表现为皮肤灼热、无汗、头晕、心慌、皮肤潮红、气急, 还可影响生殖机能。我国规定棉籽油中游离酚含量不超过 $0.02\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

(4) 芥子苷 芥子苷 (glucosinolate) 普遍存在于十字花科植物, 油菜中含量较高。芥子苷在植物组织葡萄糖硫苷酶作用下分解为硫氰酸酯、异硫氰酸酯和腈, 腈的毒性很强, 可抑制动物生长, 硫氰化物可阻断甲状腺对碘的吸收, 具有致甲状腺肿的作用, 一般可利用其挥发性加热除去。

(5) 芥酸 芥酸 (eruci acid) 是一种二十二碳单不饱和脂肪酸, 含芥酸的油脂可使动物心肌脂肪酸积聚, 出现心肌单核细胞浸润而导致心肌细胞纤维化, 还可影响动物生长发育和生殖功能。欧盟规定食用油中芥酸含量不得超过 5%。

其次, 油脂加工常用的方法有压榨法、熬炼法、浸出法及离心法。压榨法常用于植物油的榨取, 有冷榨法和热榨法两种, 热榨法可破坏大部分种子组织中的酶, 油脂与种子组织易分离, 产量较高, 产品中的残渣较少, 易保存, 但颜色较深。熬炼法、浸出法是以有机溶剂提取组织中的油脂, 我国常用于豆油生产, 此法生产的油脂几乎不含残渣, 油脂不易酸败, 但溶剂不易完全除净, 有毒化合物如苯、多环芳烃等常有残留。离心法常用于奶油分离, 也用于提纯食油的辅助加工, 可减少油脂残渣含量。食用油脂加工中的主要卫生问题是防潮和减少动植物组织残渣存留, 尽量避免微生物污染, 浸出法生产油脂要注意溶剂的纯度和残留。

油脂储存不当也会引起安全卫生方面的危害, 如油脂酸败。油脂酸败的原因有两方面: 一是生物性的水解过程, 即由动植物组织残渣和微生物产生的酶引起的水解; 二是由空气、水、阳光等作用下发生化学变化, 包括水解过程和不饱和脂肪酸的自动氧化。脂肪酸的自动氧化是油脂和含脂肪高的食品酸败的主要原因, 在阳光、空气作用下, 经铜、铁等催化, 先氧化不饱和脂肪酸。油脂酸败后产生强烈的不愉快味道和气味, 改变油脂的感官性状; 游离脂肪酸增加, 酸价 (acid value, AV) 升高; 过氧化物增加, 过氧化值 (peroxide value, POV) 升高; 醛类、酮类增加, 羰基价 (carbonyl group value, CGV) 升高。酸败降低油脂营养价值, 不饱和脂肪酸氧化破坏, 脂溶性维生素 A、维生素 D、维生素 E 破坏, 用于烹调时其他食物中易氧化维生素也受到破坏。酸败后产生的氧化物对机体的酶系统, 如琥珀酸氧化酶、细胞色素酶有破坏作用。此外, 动物长期食用酸败油脂可出现体重减轻、发育障碍、肝脏肿大, 酸败油脂有些可引起动物急性中毒和肿瘤。

再次, 油脂在用于加工粮食制品时由于使用不当也会对消费者造成危害。其中最常见的是高温加热油的毒性, 一般认为油脂经高温加热后所呈毒性主要是不

饱和脂肪酸产生的各种聚合物，两个不饱和脂肪酸聚合成的二聚体可被机体吸收且毒性较强，使动物生长停滞、肝脏肿大、生殖功能障碍。目前人们普遍认为油脂经长时间加热聚合形成的苯并芘具有致癌作用。此外，甘油热解形成丙烯醛等化合物，有臭味，对黏膜有刺激作用。

最后，在大量使用油脂进行粮食制品加工时，应特别注意防止桐油与正常使用的食用油混杂，以免造成桐油中毒。桐油系油桐（*Aleurites foradii*）树种子榨取的工业用油，其色、味与一般植物油相似，故易误食中毒，亦可因误食油桐种子而引起中毒。此外，用装过桐油的容器未经清洗干净即盛装食用油，食后也可引起中毒。桐油中的主要有毒成分是酮酸，酮酸对胃肠道有强烈的刺激作用，经吸收后由肾脏排泄，可损害肾脏，此外亦可损害肝、心、神经等。桐油中毒的潜伏期一般为 0.5~4h，轻者因酮酸刺激胃肠道而引起呕吐、腹泻等；严重者毒素吸收入血后，刺激肾脏，引起肾脏损害，可出现蛋白尿等。如处理及时，多能迅速恢复，少有死亡。防止混杂的方法包括将桐油与食用油分别存放；盛放桐油的容器要专用且有明显标志，以免误食；严禁用盛装过桐油的容器盛装食用油等。

本章以下各节将就粮食及其制品可能引入的化学危害、生物危害和物理危害进行具体介绍。

第一节 粮食及其制品中可能存在的化学危害

粮食及其制品中可能存在的化学危害，是指因化学物质对粮食及其制品的污染而造成对粮食及其制品消费者的危害。目前粮食及其制品中主要的化学污染物包括农药、使用不当的食品添加剂、各种重金属、放射性物质及某些已经被证明可以诱发癌症的物质。

一、农药残留对粮食及其制品安全性的影响

农药残留是指使用农药后残存于生物体，食品（农副产品）和环境中的微量农药原体、有毒代谢物、降解物和杂质的总称，是一种重要的化学危害。当农药超过最大残留限量（MRL）时，将对人畜产生不良影响或通过食物链对生态系统中的生物造成毒害。农药将对人体产生危害，包括致畸性、致突变性、致癌性和对生殖功能以及下代的影响。

中国是世界上高农药生产和消费的国家，早在 20 世纪 50 代，我国就大量应用农药来防治作物虫害。由于大量使用有机物农药，我国农药中毒人数越来越多。

目前，世界各国的化学农药品种约 1400 多个，进入工业化生产和实际应用的有 500 多种，作为基本品种使用的有 40 种左右。按其用途可分为杀虫剂、杀

菌剂、除草剂、植物生长调节素、粮食熏蒸剂等，按其化学组成主要是有机氯、有机磷、有机氟、有机氧、有机硫、有机砷、有机汞、氨基甲酸酯类等。另外还有氯化苦、磷化锌、溴甲烷等粮仓熏蒸剂。

1. 农药残留污染粮食及其制品的途径

(1) 农药残留污染途径 一般通过以下途径污染粮食及其制品。

① 施用农药后对作物或粮食及其制品的直接污染。

② 施用农药的同时或以后对空气、水体、土壤的污染造成动植物体内含有农药残留，间接污染粮食及其制品。其中也包括含农药的工业废水未经处理直接排放，污染农作物。

③ 粮库内用农药防虫，使粮食残留农药。

④ 经过生物富集作用污染粮食及其制品。

⑤ 运输及储存过程中由于和农药混放造成粮食及其制品污染。其中包括食品在运输过程中受污染，如因盛装农药容器破漏、污染运输的工具未经清洗消毒又装运粮食或食品造成的污染；也包括事故性污染，如把农药与粮食放在一起，在农田中错用农药品种或剂量而造成食用作物的高浓度残留。

⑥ 投毒，在食品中加入农药是常见的投毒方式。

农药通过各类食品进入人体的途径，如图 1-1 所示。

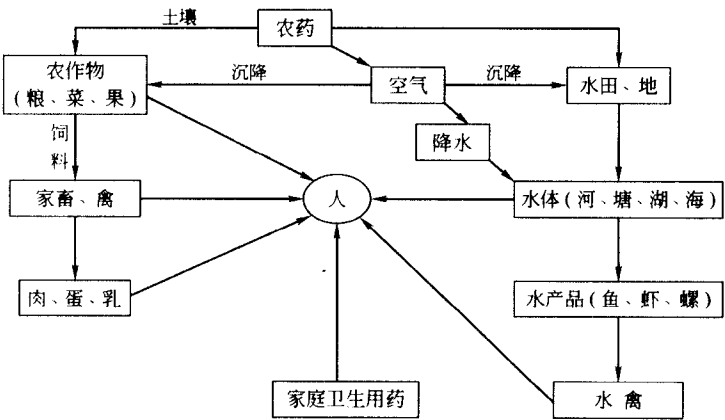


图 1-1 农药进入人体的途径

(何计国, 甄润英等, 食品卫生学, 北京: 中国农业大学出版社, 2002)

(2) 影响进入植物组织内农药的因素 农药施用后，部分农药黏附在作物上，通过叶片组织渗入植物体内，运转到达植物各部分，并在植物体内进行代谢。影响进入植物组织内农药的因素有以下几点。

① 与农药的性质有关，内吸性农药在植物组织内的吸收运转迅速；渗透性农药仅在外表沾染，因此植物表层比内部的农药含量要高。

② 与施药次数有关，施药次数越多，作物中的农药含量越高。

③ 与施药方法有关，一般乳悬液的黏着性比粉剂为强，泼浇农药比拌土撒施在作物中的检出量为高。

④ 与施药浓度有关，农药浓度越高，在植物中的残留量也越高。

⑤ 与施药时间有关，一般施药离收获期越近，在作物中的农药检出量也越高。

⑥ 与气象条件有关，用药后的气温越高或雨水越多，植物上农药的消失也越快。

⑦ 与植物的种类也有一定的关系。

2. 粮食及其制品中的主要残留农药的危害

(1) 粮食及其制品中有机氯农药的危害 我国过去常用的有机氯杀虫剂多数为六六六和滴滴涕 (DDT)，还有少量的麦杀芬、氯丹和七氯等。六六六和 DDT 是广谱、高效、残效长、价廉、易于大量生产和急性毒性小的杀虫剂。尽管已于 20 世纪 80 年代停止生产和使用，但由于有机氯农药性质稳定，持留期长，特别是 DDT 在土壤中的半衰期很长，因此环境与食物中仍能检出有机氯农药的残留。

有机氯农药多属低毒和中等毒，除引起人类中毒外，也有关于有机氯致癌和致畸的报道。

DDT 经口引起的急性中毒主要表现为中枢神经系统的症状，初期出现易激惹性，肌肉震颤，继而出现阵发性及强直性抽搐，最后可因全身麻痹而死亡。六六六 (BHC) 急性中毒症状和 DDT 类似，常见有震颤、抽搐、麻痹、虚弱，并伴有刺激性呼吸。

DDT 与六六六的慢性毒性作用是影响神经系统和侵害肝脏，有肌肉震颤、肝肿大、中枢神经及骨髓障碍等，并常有不同程度的贫血。

此外，有机氯农药还被证明具有致癌性。1947 年就有人报道 200~300mg/kg DDT 饲喂大鼠，2 年后有肝肿瘤的趋势。1969 年，有人实验用了 0.05mg/kg DDT 饲料喂小鼠，在第二代及以后的肿瘤发病率普遍增高，至第五代的平均肿瘤发病率实验组为 28.7%，对照组为 3.2%，平均白血病发病率实验组为 12.4%，对照组为 2.5%。用 250mg/kg、300mg/kg 的六六六喂养小鼠 24 周，结果肝肿瘤的发病率分别为：250mg/kg 组为 45%，500mg/kg 组全部发生肝肿瘤。

(2) 粮食及其制品中有机磷杀虫剂的危害 由于有机磷农药化学性质不稳定，在自然界极易分解，在生物体内能迅速分解而解毒，在食物作用中残留时间极短，所以慢性中毒较少见。与有机氯农药相比，在慢性中毒方面较为安全。但由于有机磷农药对哺乳动物急性毒性较强，如使用保管不当或污染食品容器，误食后可造成严重急性中毒。粮食及其制品中常见的有机磷类包括乐果、氧乐果、敌百虫、敌敌畏、二嗪磷 (二嗪农、地亚农)、马拉硫磷 (马拉松)、久效磷 (纽

瓦克)、水胺硫磷、杀螟硫磷、辛硫磷(肟硫磷、拜辛松)、甲基异柳磷、甲胺磷、乙酰甲胺磷(高灭磷)、亚胺硫磷、伏杀硫磷(左罗纳)、甲基硫环磷、甲拌磷(3911)、毒死蜱(氯吡硫磷、乐斯本)、倍硫磷(百治屠)、啉啉氧磷、地虫硫磷(大风雪)、对硫磷(1605)等。

有机磷农药对人的毒性属于神经毒,主要是抑制体内的胆碱酯酶,使在神经连接点为实现神经传递作用而产生的乙酰胆碱不能水解为乙酸及胆碱,从而造成乙酰胆碱在体内大量堆积而引起乙酰胆碱中毒。乙酰胆碱是神经冲动的传递介质,参与两神经之间,是神经与肌肉细胞间神经冲动的传递。正常情况下,胆碱酯酶催化乙酰胆碱水解为胆碱和乙酸,使胆碱能神经的传递介质乙酰胆碱发挥作用后迅速分解,以维持胆碱能神经的正常功能。乙酰胆碱的蓄积可引起人体神经功能的紊乱,导致副交感、交感及运动神经的抑制及副交感节后神经的兴奋。

有机磷农药中毒多为急性,临床表现为:患者首先感觉头昏、无力、精神烦躁、激动且恶心及多汗;不久患者眩晕、步态蹒跚、站立不稳,此时常自诉视力模糊,同时可有全身肌肉紧张感;毒性进一步发展,可产生高度眩晕和轻度意识障碍,患者腹痛、多次呕吐、肌肉震颤可先自眼睑和颜面肌肉开始,双手手指抖动,逐渐发展至全身肌肉颤动。此时患者牙关紧咬,胸部发紧,动作不协调,甚至出现肌肉抽搐等症状,气管痉挛,分泌物增多,发生肺水肿,重度患者很快进入昏迷,全身抽搐,大小便失禁,如不及时抢救,可因呼吸中枢抑制或周围循环衰竭而死亡。

此外,某些有机磷农药在急性中毒后8~14d,可出现迟发性神经中毒症状,表现如下。

① 周围神经 四肢发麻、无力、末端皮肤痛。触觉减退或消失,随病程进展双下肢麻痹,可由弛缓性瘫痪变成痉挛性瘫痪。

② 植物神经 头晕、心慌、恶心、呕吐、腹痛、腹泻、四肢发凉。

③ 中枢神经 共济失调、癔病样发作及精神异常。

④ 慢性中毒少见 主要为长期接触有机磷农药的工人,主要表现为头晕、头痛、乏力、恶心、气短、胸闷、多汗及食欲减退,部分患者可有肌束震颤、瞳孔缩小等症状。

粮食及其制品中主要的有机磷杀虫剂包括以下五种。

① 毒死蜱(chlorpyrifos) 毒死蜱属中等毒性。原药对大鼠、小鼠经口LD₅₀分别为90~270mg/kg体重和60mg/kg体重,大鼠经皮LD₅₀大于2000mg/kg体重。它对眼和皮肤有一定刺激作用。急性中毒症状有麻木、麻刺感、运动失调、头痛、头晕、恶心、震颤、腹痛、出汗、视力模糊、呼吸困难或减弱以及心律缓慢。很大剂量可出现意识丧失、大小便失禁、昏迷甚至死亡。有呼吸等疾病、最近接触过胆碱酯酶抑制剂或肝功能异常暴露后风险更大。慢性毒性例如长期反复暴露于有机磷中可引起如同急性中毒那样的症状,包括迟发症状,其他有