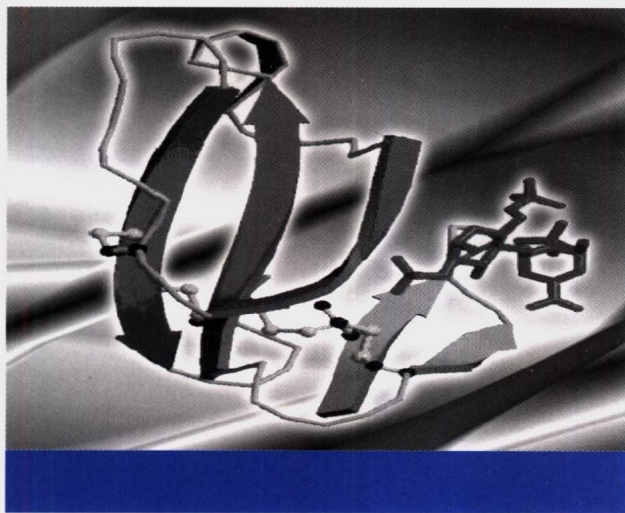


汪东风 主编

# 食品中 有害成分化学



Chemical Industry Press



化学工业出版社

# 食品中有害成分化学

汪东风 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**

食品中有害成分化学/汪东风主编. —北京:  
化学工业出版社, 2005. 10  
ISBN 7-5025-7729-7

I. 食… II. 汪… III. 食品-化学成分-  
有害物质 IV. TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 117803 号

---

**食品中有害成分化学**

汪东风 主编

责任编辑: 梁虹 张彦

文字编辑: 彭爱铭

责任校对: 郑捷

封面设计: 邢震宇

\*

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

北京市彩桥印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 11¼ 字数 304 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7729-7

定 价: 29.00 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

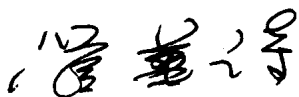
## 序

“民以食为天，食以安为先”。由此可见，保障食品的质量与安全是坚持以人为本，全面、协调、可持续发展的核心内容之一。中国是一个发展中国家，地少人多，长期以来的食物生产及食品供应体系主要是围绕如何增加供给数量问题而建立起来的。我国在基本解决了食物的数量安全（food security）的同时，随着人们生活水平的日益提高，食物的质量安全（food safety）也越来越引起全社会的关注。因此，近年来，政府各部门为解决食品安全问题做了许多工作，包括加强监督管理，理顺管理体制，增加科研投入，加强法制建设等。然而各种食品安全事件仍屡有发生，如食品加热温度不够，未能有效杀灭或破坏食品中的致病微生物或有害酶类，造成食物中毒；食品交叉污染或不正确冷藏，某些致病性微生物污染食品并大量繁殖，以致食品中存有大量致病菌或产生大量毒素；食品原料遭受污染，农产品在种植、养殖过程中滥用剧毒农药、瘦肉精及误食某些含有有毒成分的动植物造成中毒等。越来越多的实践及研究还发现，包装精美的制成品在满足了人们的消费心理及快节奏的生活需要的同时，包装中的有害成分将有可能污染食物；特殊的烘烤及腌制品在满足了风味口感需要的同时，也产生有害成分对人体安全带来隐患。由此可见，要全面地提高食品的安全性，需要了解和研究食品原料中有害成分及食品加工和贮存中所污染或产生的有害成分的化学本质。为此中国海洋大学食品科学与工程系为配合国家精品课程《食品化学》的建设，将食品中有害成分部分，编写成讲义，作为选修课在中国海洋大学食品科学与工程专业本科生中开设。现化学工业出版社以《食品中有害成分化学》一书出版。这是食品学科值得高兴的一件事。

本书以食品中内源性有毒成分、食品中抗营养素、食品中外源性有害成分、食品加工及贮藏中产生的有毒、有害成分和食品中的生物毒素为重点，将目前有关这方面的研究资料进行整理，在强调

先进性的同时，突出其系统性和科学性。此外，本书在介绍上述内容的同时，还介绍了食品中有毒、有害成分及抗营养素的除去工艺及食品中某些有害成分检测技术，使本书在作为教材使用的同时，也对我国食品安全的理论工作者、食品工业一线人员及相关部门管理者等有一定的参考作用。

近两年各高校为适应社会对食品质量与安全专业人员的需要，纷纷成立了食品质量与安全专业，但目前出版这方面的教材和专著还不多。食品中有害成分化学涉及的学科领域较多，又是近几年研究的热点，发展很快，已成为食品化学的一个新分支。本书作者都是多年从事食品化学及食品安全的研究与教学的教师和科技工作者，在工作中积累了丰富的经验并拥有大量的文献资料。我们希望该书的出版对提高食品质量与安全专业的教学水平和促进我国食品安全的科学研究及保障食品安全等有所裨益，此书可作食品质量与安全专业的教学参考书，也可供同行间交流与参考。



2005年5月20日

管华诗教授为中国工程院院士、中国海洋大学校长、我国著名海洋药物及食品学家。

## 前 言

食品是人类赖以生存和发展的物质基础。食品安全关系天下老百姓的生命，也关系社会的安全和稳定。随着全球经济一体化的发展和各国间贸易往来的增多，我国与世界各国的食品贸易往来也日益增多。因此，食品质量和安全不仅已成为我国食品工业竞争力的关键，也对我国的国际形象有重要影响。近几年来我国在如何保障食品质量与安全方面已做了大量工作，如抗病作物的研究，绿色食品生产基地的建设，建立食品质量与安全保障体系，食品质量及安全（QS）市场准入机制以及某些农药、兽药的淘汰使用或在食品卫生标准中达到无检出要求等。上述技术及措施的实施对保障我国的食品质量与安全起到重要作用。然而，食品的安全隐患依然存在。主要表现在：①引起我国食品安全的主要问题之一的致病性微生物所引起的食源性疾病，并没因经济发展而自然消失，相反，现代化社会的发展为食源性疾病的传播提供了更适宜的条件；②食品新技术和新资源食品在促进食品工业发展的同时，也带来了一些问题，如新型的加工工艺及贮存中产生的有害成分、新式包装中的有害成分污染、食品内源性有毒有害成分、食品中抗营养成分等；③为防止病虫害以提高产量违规使用农药、兽药、化肥等化学品，造成食物原料的残留超标危害等；④环境污染对食品构成的威胁仍然严重，水源、大气及土壤的污染必然会通过食物链对人体造成较大危害等。因此，要想全面提高食品的安全性，必须了解食品原料中有害成分、食物生产、食品加工及贮存中所污染或产生的有害成分的化学本质。为此我们为配合国家精品课程《食品化学》的建设，在教学中将食品中有害成分的内容编写成讲义，作为选修课在中国海洋大学食品科学与工程专业本科生中开设。并完善讲义以《食品中有害成分化学》在化学工业出版社出版。

人类为维持生命，必须从外界取得物质和能量。能够供应人体正常生理功能所必需的成分和能量的物质一般就称为营养素。经口

摄入体内的含有营养素的物料统称为食物或食料。将食物进行加工后就成为食品。食品中除含有食物中原有的一些成分外，还有在加工中产生的、人工添加的及可能被微生物或包装材料等污染的成分。食物在生产期间难免要使用一些化学品，如农药、兽药。只要正确地使用目前允许使用的农药、兽药，当前的实验证明，它们对人体的危害是很小的。食物在加工期间要加入食品添加剂，加入食品添加剂的目的是为了改善食品品质以及防腐和加工工艺的需要。只要正确地使用目前允许使用的食品添加剂，它对人体的健康的影响也是很小的，有的食品添加剂对人体健康还有促进作用。但目前一些违规或不法厂商，在食品加工中不正确地、超量地使用食品添加剂或添加一些不符合食品要求的配料或人造化学制剂，如苏丹红一号色素，或将农药添加到食品加工过程中，如在火腿加工中喷洒敌畏等。严格地说，这些就不是正常的食品加工了，其产品已不是食品了。由于受篇幅的限制，本书以正常的食物生产和食品加工为对象，以食品中内源性有害成分、食品中抗营养素、食品中外源性有害成分、食品加工及贮藏中产生的有毒、有害成分和食品中的生物毒素为重点，将目前有关这方面的研究资料进行整理，在强调先进性的同时，突出其系统性和科学性。此外，本书在介绍上述内容的同时，还介绍了食品中有毒、有害成分及抗营养素的除去工艺，以便使本书在作为教材使用的同时，对我国食品安全的理论与实践有一定的参考作用。

本书共分7章，第1章介绍了食品中有害物质的概念、食品有害物质的分类及危害性等内容；第2章较系统地介绍了食品中过敏原、有害糖苷类、毒性氨基酸、凝集素类、配糖生物碱、棉子酚及水产食品中有毒成分等内容；第3章除重点对食品中重金属元素赋存状态及有害性介绍外，还对农药残留、兽药残留及渔药残留的某些化学性质作了简单介绍；第4章主要介绍了食品中一些抗营养素，如植酸及草酸、酚类及消化酶抑制剂等；第5章介绍加工及贮藏中产生的有毒、有害成分化学及生物毒性，这一章内容目前研究发展较快，主要对烧烤、油炸及腌制过程产生的及包装中可能污染的有毒有害成分，如硝酸盐及亚硝酸胺、苯并芘、N-亚硝酸胺、多环

芳烃、多氯联苯等，从化学及生物化学的角度作了介绍；第6章主要对食品中的生物毒素，如黄曲霉毒素、其他曲霉和青霉毒素、杂色曲霉毒素和赭曲霉毒素等较系统介绍。本书的第7章主要介绍了食品中有毒、有害成分及抗营养素的除去工艺。

全书由中国海洋大学食品科学与工程学院教授汪东风主编，除第6章和第7章分别由中国海洋大学教授江晓路和浙江工商大学研究员杜琪珍主笔，梅承芳和汪东风协作外，其余章节均由王常红、李兆杰和齐宏涛等教师协助汪东风完成，食品质量与安全方向的博士研究生李振德、刘剑虹、周小玲等及硕士研究生杜德红、李雷等帮助进行了资料收集等工作。在本书编写过程中参考了有关食品安全方面的著作及文献，化学工业出版社和中国海洋大学对本书的出版给予了大力支持，我国著名海洋药物及食品学家、中国工程院院士管华诗教授为本书的编写给予了指导并作序鼓励，在此一并致以最真挚的谢意。

食品中有害成分化学涉及的学科领域较多，又是近几年研究的热点，发展很快，已成为食品化学的一个新分支，但目前这方面的教材和专著还较少。本书作者多年来虽对这方面资料进行了潜心收集和研究，并整理成此书，但限于作者的能力和水平，加之出版时间安排较紧，书中难免有较多的遗漏和错误，恳请广大读者批评指正。

汪东风

2005年5月于青岛小鱼山



# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	1
1.1 食品有害成分的分类及危害性 .....	1
1.2 食品安全与食源性疾病 .....	3
1.2.1 食源性疾病概念及类型 .....	4
1.2.2 各类食源性致病因子对食品安全的影响 .....	5
参考文献 .....	8
<b>2 食品中内源性有害成分</b> .....	10
2.1 食品中过敏原 .....	10
2.1.1 概述 .....	10
2.1.2 食物过敏的流行特征 .....	11
2.1.3 食物过敏原的特点 .....	12
2.1.4 食物中常见的过敏原 .....	13
2.2 有害糖苷类 .....	18
2.2.1 概述 .....	18
2.2.2 硫代葡萄糖苷 .....	19
2.3 毒性氨基酸 .....	24
2.3.1 毒性氨基酸的种类 .....	25
2.3.2 毒性氨基酸的毒性 .....	27
2.4 凝集素 .....	28
2.4.1 凝集素的种类 .....	29
2.4.2 凝集素的含量及某些性质 .....	33
2.4.3 凝集素的结构 .....	38
2.5 皂素 .....	42
2.5.1 皂素的基本结构和化学组成 .....	43
2.5.2 茶皂素的理化性质、毒性及其他用途 .....	44
2.6 水产食品中的有毒成分 .....	47
2.6.1 河豚毒素 .....	47
2.6.2 麻痹性贝毒 .....	52
2.6.3 西加鱼毒 .....	56

2.6.4	腹泻性贝毒 .....	59
2.6.5	其他贝类毒素 .....	62
2.6.6	有毒活性肽 .....	64
	参考文献 .....	68
<b>3</b>	<b>食品中外源性有害成分 .....</b>	<b>73</b>
3.1	食品中重金属元素 .....	74
3.1.1	概述 .....	74
3.1.2	金属元素在动、植物源食物中赋存状态 .....	76
3.1.3	金属元素的营养性与有害性 .....	95
3.1.4	食品中有害金属元素的主要污染源 .....	103
3.2	农药残留 .....	112
3.2.1	常用农药的化学性质 .....	113
3.2.2	食品中农药残留污染的主要途径 .....	124
3.3	渔药 .....	125
3.3.1	渔药的种类 .....	126
3.3.2	渔药残留 .....	128
3.4	二噁英及其类似物 .....	130
3.4.1	概论 .....	130
3.4.2	二噁英 .....	131
3.4.3	多氯联苯 .....	132
3.4.4	化学结构 .....	132
3.4.5	化学特性 .....	133
3.4.6	PCDD/Fs 的前体物 .....	135
3.4.7	食品中二噁英及其类似物的污染来源 .....	135
3.4.8	二噁英及其类似物的毒性 .....	136
3.5	兽药 .....	137
3.5.1	常见的抗生素类及激素类兽药的化学性质 .....	138
3.5.2	动物性食品中的兽药残留 .....	143
3.5.3	兽药进入动物体的主要途径 .....	145
3.5.4	兽药残留污染的主要原因 .....	145
3.5.5	兽药残留对人体的危害 .....	146
3.6	外源性有害成分在生物体内的转化 .....	148
3.6.1	氧化作用 .....	148
3.6.2	还原作用 .....	149

3.6.3	水解作用 .....	150
3.6.4	结合反应 .....	150
	参考文献 .....	152
<b>4</b>	<b>食品中抗营养素</b> .....	<b>154</b>
4.1	植酸及草酸 .....	154
4.1.1	植酸 .....	155
4.1.2	草酸 .....	159
4.2	食品中多酚类化合物 .....	161
4.2.1	多酚类化合物的组成及性质 .....	162
4.2.2	多酚类化合物的理化性质 .....	172
4.2.3	多酚类化合物的抗营养性及有害性 .....	173
4.3	消化酶抑制剂 .....	178
4.3.1	消化酶抑制剂的组成和性质 .....	178
4.3.2	消化酶抑制剂的作用机理 .....	182
4.3.3	蛋白酶抑制剂功能及应用 .....	188
	参考文献 .....	193
<b>5</b>	<b>加工及贮藏中产生的有毒、有害成分</b> .....	<b>196</b>
5.1	烧烤、油炸及烟熏等加工中产生的有毒、有害成分 .....	196
5.1.1	油脂自动氧化产物及其毒性 .....	196
5.1.2	油脂的加热产物及其毒性 .....	197
5.1.3	多氯联苯 .....	197
5.1.4	苯并 [ $\alpha$ ] 芘 .....	199
5.1.5	杂环胺类物质 .....	207
5.1.6	丙烯酰胺 .....	212
5.2	硝酸盐、亚硝酸盐及亚硝胺 .....	221
5.2.1	硝酸盐、亚硝酸盐及 <i>N</i> -亚硝基化合物的性质、代谢及毒性 .....	221
5.2.2	食物中硝酸盐及亚硝酸盐的主要来源 .....	227
5.3	氯丙醇 .....	233
5.3.1	氯丙醇的理化性质 .....	233
5.3.2	氯丙醇的形成机理 .....	234
5.3.3	食品中氯丙醇的污染源 .....	236
5.3.4	氯丙醇的有害性 .....	241
5.3.5	减轻氯丙醇污染的措施 .....	243
5.4	器具和包装材料中的有毒有害物质 .....	244

5.4.1	塑料和塑料添加剂 .....	245
5.4.2	橡胶胶乳及其单体和橡胶添加剂 .....	248
5.4.3	其他包装材料 .....	249
	参考文献 .....	251
<b>6</b>	<b>食物中的真菌毒素 .....</b>	<b>255</b>
6.1	概述 .....	255
6.2	黄曲霉毒素 .....	259
6.2.1	产生黄曲霉毒素的微生物及产生条件 .....	260
6.2.2	黄曲霉毒素的化学组成与生物合成 .....	262
6.2.3	黄曲霉毒素对食品的污染 .....	264
6.2.4	黄曲霉毒素引起的食物中毒 .....	265
6.2.5	黄曲霉毒素的防霉去毒 .....	267
6.3	赭曲霉毒素 .....	270
6.3.1	产生赭曲霉毒素的微生物及产生条件 .....	270
6.3.2	赭曲霉毒素的理化性质 .....	272
6.3.3	赭曲霉毒素对食品的污染 .....	272
6.3.4	赭曲霉毒素引起的食物中毒 .....	273
6.4	杂色曲霉毒素 .....	274
6.4.1	产生杂色曲霉毒素的微生物 .....	274
6.4.2	杂色曲霉毒素的理化性质 .....	275
6.4.3	杂色曲霉毒素对食品的污染 .....	275
6.4.4	杂色曲霉毒素引起的食物中毒 .....	275
6.5	T-2 毒素 .....	277
6.5.1	产生 T-2 毒素的微生物 .....	278
6.5.2	T-2 毒素的理化性质 .....	278
6.5.3	T-2 毒素对食品的污染 .....	279
6.5.4	T-2 毒素引起的食物中毒 .....	279
6.6	麦角碱 .....	281
6.6.1	产生麦角的微生物 .....	281
6.6.2	麦角碱的理化性质 .....	282
6.6.3	麦角对食品的污染 .....	282
6.6.4	麦角中毒 .....	283
6.7	蘑菇毒素 .....	284
6.7.1	毒蘑菇的分类 .....	285

6.7.2	毒蘑菇引起的中毒	287
6.7.3	中毒后的治疗	288
	参考文献	290
<b>7</b>	<b>食品中有毒、有害成分的除去方法与工艺</b>	<b>293</b>
7.1	霉菌毒素的除去方法	294
7.1.1	采收前的控制	294
7.1.2	采收控制	295
7.1.3	采后控制与脱污	295
7.2	硫苷毒素的除去方法	300
7.2.1	钝化芥子酶法	300
7.2.2	酸碱盐降解法	300
7.2.3	溶剂浸出法	301
7.2.4	酶催化水解法	301
7.2.5	微生物发酵法	301
7.2.6	添加剂脱毒法	302
7.2.7	培育油菜“双低”品种	302
7.3	有毒氰化物的除去方法	303
7.3.1	无机氰化物的除去	303
7.3.2	有机氰化物的除去	306
7.4	有机磷农药的除去方法	306
7.4.1	脱毒原理	307
7.4.2	有机磷农药消解酶	307
7.4.3	应用效果	310
7.5	棉酚毒素的除去方法	310
7.5.1	无腺体棉花品种的育种	311
7.5.2	溶剂萃取法	311
7.5.3	旋液分离法和空气分级法	312
7.5.4	添加剂法	312
7.5.5	化学脱毒方法	312
7.5.6	微生物降解法	314
7.6	有毒蛋白的除去方法	314
7.6.1	植物性红细胞凝集素	314
7.6.2	蓖麻毒蛋白的除去	315
7.7	有毒多肽的除去	316

7.8 脱植酸或植酸盐的方法 .....	317
7.8.1 发芽法处理对植酸含量的影响 .....	317
7.8.2 发酵法对食物中植酸的除去作用 .....	318
7.9 激素的除去方法 .....	319
7.10 几种较成熟的脱毒工艺 .....	320
7.10.1 棉籽饼粕膨化脱毒 .....	320
7.10.2 棉籽液体旋流分离脱毒 .....	322
7.10.3 棉籽粉气体分级脱毒 .....	325
7.10.4 棉籽饼粕混合溶剂浸出脱毒 .....	327
7.10.5 菜籽饼粕微生物脱毒 .....	328
7.10.6 菜籽饼粕双脱工业脱毒 .....	330
7.10.7 菜籽饼粕热喷脱毒 .....	332
7.10.8 菜籽水剂法制油和饼粕脱毒 .....	333
参考文献 .....	334

# 1 绪论

## 1.1 食品有害成分的分类及危害性

对食品中有害成分的分类，目前尚未统一。一般说来，如果食品中某一成分的存在对食品的营养和对人体健康有影响，这类成分就统称为食品中有害成分。目前对食品中有害成分的分类归纳起来有三种：一是将食品中有害成分统称为抗营养因子。二是将食品中有害成分分为食品中有害成分和抗营养因子。三是按生化成分的结构和对人体的生理作用将食品中有害成分细分为有毒成分、有害成分和抗营养素，我们认为这种分类较为合理。食品中有害成分是指这类成分在含量很少时就具有毒性，食品中有害成分是指这类成分含量超标时就会对人体产生危害，食品中抗营养素是指这类成分能干扰或抑制食品中其他营养成分的吸收。当然定义某物质是有毒、有害成分或是抗营养素是相对的，在某些情况下它是抗营养成分，在另一情况下它可能又是有益成分或是保健成分。如食品中酚类物质，当它与蛋白质一道食用时，它对蛋白质的吸收有一定的抑制作用，这种情况下它是抗营养素；然而它有抗氧化、清除自由基等作用，它又是天然的抗氧化剂和保健成分。

根据食品中有毒、有害成分及抗营养素的来源，食品中有害成分又可分为内源性有毒、有害成分及抗营养素和外源性有毒、有害成分及抗营养素。

食品中内源性有毒、有害成分在一般情况下对人体的危害不明显，然而，在感受性强的人身上，或未经正确地处理含量较多时，就会出现有害作用。食品中外源性有毒、有害成分如果在人体内不能及时排除，它们的残留总是对人体不利的。食品中常见的内源性有毒、有害成分、抗营养素及外源性有毒、有害成分见表 1-1~表 1-3。

表 1-1 食品中内源性有毒、有害成分

有毒、有害成分	来源	对人体影响
芥子苷类(致甲状腺肿物)	十字花科种子、油料、芥菜种子、羽衣甘蓝、萝卜、卷心菜、花生、大豆、木薯、洋葱等	甲状腺影响:甲状腺肿大,甲状腺素合成下降,代谢损伤,碘吸收下降,蛋白质消化下降等
生氰配糖体类	木薯、甜土豆、干果类、菜豆、利马豆(limabean)、小米、黍等	阻断细胞呼吸,胃与肠道不适症,影响糖及钙的运转,高剂量使碘失活等
凝集素类	蝶形花科、谷物、黄豆及其他豆类	损伤消化道上皮细胞,影响营养成分吸收,抑制酶活性、维生素 B <sub>12</sub> 及脂类吸收利用等
配糖生物碱	马铃薯、番茄及未成熟果实	抑制维生素 B 酯酶(cholinesterase)活性,胃肠道不适症,血球溶解,影响肾功能等
棉酚	棉籽	结合金属离子,铁离子吸收下降,抑制酶活性等
河豚毒素	河豚	麻痹神经细胞,重者造成呼吸困难而危及生命
贝类毒素	蛤蚌、紫贻贝、扇贝、文蛤等	神经麻痹和肝脏中毒症状
组胺	鲐鱼、金枪鱼、沙丁鱼等	过敏症状:脸红、头晕、呼吸急促等
蘑菇毒素	毒蘑菇	中毒表现较为复杂,通常表现为胃炎症状、神经精神症状、溶血症状、实质性脏器受损症状等

表 1-2 食品中内源性抗营养素

抗营养素	作物	对人体影响
草酸	甜菜根、菠菜、粗根芹菜、大黄(Rhubarb)、苋属植物、西红柿等	草酸钙结晶,影响钙、铁、或锌等金属离子吸收,影响钙代谢等
酚类、黄酮类、异黄酮类和绿原酸类	蔬菜、水果、葡萄酒、谷类、黄豆、马铃薯、茶叶、咖啡、植物油	阻碍或破坏硫酸胺素的吸收,形成金属复合物影响其生物有效性等
植酸盐	蝶形花科、谷类及所有的植物种子等	与金属元素形成复合物,影响钙、镁、铁、锌、铜等金属离子的生物有效性,蛋白质及淀粉等利用率下降等
蛋白酶抑制剂	蝶形花科种子、花生、谷类、大米、玉米、马铃薯、苹果、甘薯等	抑制胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、糖肽酶和淀粉水解酶活性,降低其生物利用率等



续表

抗营养素	作物	对人体影响
皂苷	蝶形花科、菠菜、莴苣、甜菜、黄豆、茶叶、花生等	与蛋白质及类脂类形成复合物，溶血作用，肠胃炎，但多数皂苷无害
单宁	广泛地存在于植物源食品中，如多数水果、茶叶及咖啡等	抑制胰腺酶类活性，硫胺素、蛋白质、钴胺素及铁利用率下降等
非蛋白质氨基酸	豆科植物、海藻等	干扰蛋白质代谢，骨质及神经中毒等

表 1-3 食品外源性有毒、有害成分

有毒、有害成分	食物种类	对人体影响
重金属	污染的河流、海口及土壤处种植动、植物	对人体的危害多样性。如铅化物对人体的影响主要是在神经系统、肾脏和血液系统。常见的中毒症状有食欲不振、胃肠炎、失眠、头昏、肌肉酸痛、贫血等
有机磷农药等	污染食物。如，用装过农药的空瓶子盛放酱油、酒、食用油等食物；用同一车辆运输食品和农药；将刚喷洒过农药（尚未到安全间隔期）的蔬菜水果投放市场等	破坏体内某些酶活性，常见中毒症状有肌肉震颤（自眼睑、面部发展到全身）、痉挛、瞳孔缩小（占中毒人数的 51%）、血压升高、心跳加快、呼吸困难、肺水肿（从口、鼻排除大量红色泡沫性液体）和昏迷等
兽药	奶制品及肉制品	过敏反应，使人体产生抗药性，改变体内微生态环境，早熟、生理紊乱，加重某些慢性病病情等
食品添加剂	食品制成品及饮料	对人体的危害多样性。如亚硝酸盐过量会使口唇、指甲和全身皮肤出现紫绀等组织缺氧症状，并有头晕、头痛、心率加速、恶心、呕吐等症状
微生物毒素	微生物污染的食品及原料。如发霉玉米碾制玉米粉或自制发酵食品；食用有霉斑或有霉味的玉米及玉米制品	对人体的危害多样性。如伏马菌素引起马脑部重度水肿，延髓髓质有早发的、两侧对称的斑点样坏死，脑白质软化样改变，称为马脑白质软化症

## 1.2 食品安全与食源性疾病

“民以食为天”，人们每天离不开饮食。加工精湛、包装精美的