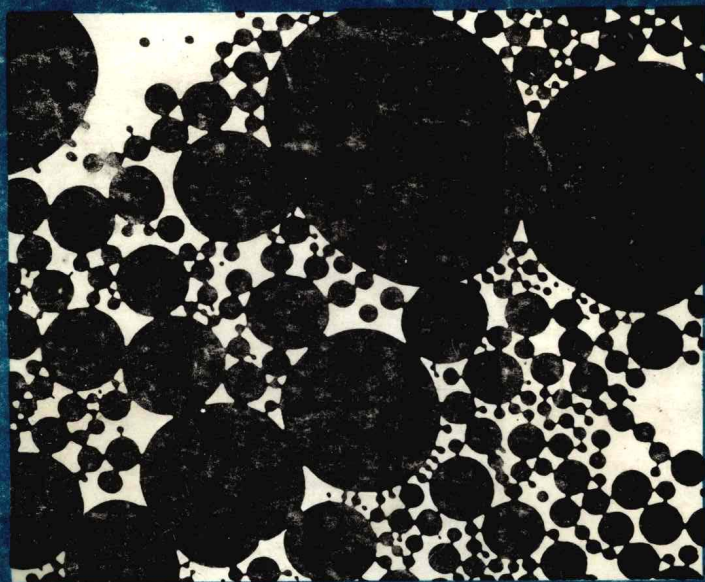


甘肃省高等学校教材

动物性食品毒理学



梁兆年 杨华春

甘肃民族出版社

甘肃省高等学校教材

动物性食品毒理学

梁兆年 杨华春 编

甘肃民族出版社

GANSU NATIONALITIES PUBLISHING HOUSE

甘新登字第 02 号

责任编辑:康克仁
封面设计:马一青
版式设计:康克仁

动物性食品毒理学

梁兆年 杨华春 编

甘肃民族出版社出版
(兰州第一新村 81 号)

甘肃省新华书店发行 甘肃省地矿局遥感地质站印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 6·5 字数 140,000
1991 年 11 月第 1 版 1991 年 11 月第 1 次印刷
印数:1—3,000

ISBN 7-5421-0130-7/S.9 定价:3.15 元

目 录

第一章 绪 论	(1)
一、动物性食品毒理学的意义与任务	(1)
二、食品污染有害化学物质的主要途径	(5)
三、防制有害化学物质污染食品的措施	(9)
四、食品毒理学常用术语、单位和符号	(10)
第二章 毒理学安全试验及安全性评价	(14)
一、安全试验	(14)
(一) 安全试验设计	(14)
(二) 安全性试验方法	(16)
急性毒性试验	(17)
亚急性毒性试验	(23)
蓄积性毒性试验	(24)
慢性毒性试验	(27)
代谢试验	(27)
繁殖试验	(29)
致畸试验	(30)
致突变试验	(30)
致癌试验	(35)
其他有关毒性试验	(37)
应急样品中毒物的动物试验	(37)
二、安全性毒理学评价	(38)
(一) 食品安全性毒理学评价程序	(38)
(二) 药物安全性评价	(43)
(三) 饲料添加剂安全性毒理学评价	(44)

第三章 毒物的体内过程	(47)
一、生物膜的结构与毒物转运	(48)
(一) 生物膜的结构	(48)
(二) 生物膜与毒物转运方式	(50)
二、毒物的吸收	(53)
三、毒物的分布	(55)
四、毒物在体内的生物转化	(57)
(一) 生物转化的类型	(57)
(二) 影响生物转化的因素	(65)
五、毒物的排泄	(70)
第四章 有害元素对食品的污染及危害	(73)
一、汞	(73)
二、砷	(81)
三、镉	(85)
四、铅	(89)
五、铬	(94)
六、氟	(97)
七、其他金属在食品中允许含量	(100)
第五章 农药对食品的污染及危害	(101)
一、有机氯农药	(102)
(一) 概述	(102)
(二) 常用的有机氯农药	(111)
滴滴涕	(111)
六六六	(114)
艾氏剂	(115)
狄氏剂	(116)
毒杀芬	(116)
氯 丹	(117)

七 氟	(117)
二、有机磷酸酯类农药	(118)
(一) 概述	(118)
(二) 常用有机磷农药的特点	(129)
内吸磷 (1059)	(130)
对硫磷 (1605) 与甲基对硫磷	(131)
敌百虫	(132)
敌敌畏	(133)
乐 果	(134)
甲拌磷 (3911)	(135)
马拉硫磷 (4049)	(136)
(三) 其他有机磷农药毒性与在食品中最高允许残留量	(138)
杀螟松	(138)
二嗪农	(138)
蝇毒磷	(138)
皮蝇磷	(139)
育畜磷	(139)
毒死蜱	(139)
三、氨基甲酸酯类农药	(139)
第六章 食品添加剂的毒理学评价	(144)
一 抗氧化剂	(145)
(一) 天然抗氧化物	(146)
(二) 合成抗氧化剂	(146)
丁基羟基茴香醚 (BHA)	(146)
二丁基羟基甲苯 (BHT)	(148)
没食子酸丙酯 (PG)	(150)
维生素 E	(151)

柠檬酸及其盐类	(151)
二、发色剂	(151)
硝酸钠	(153)
亚硝酸钠	(153)
三、食用色素	(154)
(一) 食用天然色素	(155)
红曲色素	(155)
β -胡萝卜素	(156)
焦糖色	(156)
姜黄素	(157)
其他：叶绿素铜钠	(157)
胭脂虫红	(157)
(二) 食用合成色素	(157)
胭脂红	(158)
柠檬黄	(158)
桔黄	(158)
苋菜红	(159)
其他：日落黄	(160)
赤藓红	(160)
亮蓝	(160)
靛蓝	(160)
四、防腐剂	(160)
山梨酸及其钾盐	(160)
苯甲酸及其钠盐	(161)
五、赋香剂	(162)
六、甜味剂	(163)
糖精	(163)
甘草	(164)

甜叶菊	(164)
其他: 无苯甜味二肽	(165)
环己基氨基磺酸钠	(165)
七、调味剂	(165)
味 精	(165)
八、酸味剂	(167)
九、漂白剂	(167)
亚硫酸及其盐类	(167)
低亚硫酸钠和焦亚硫酸钠	(168)
第七章 食品容器和包装材料的安全评价	(169)
一、塑 料	(169)
(一) 塑料	(170)
聚乙烯 (PE)	(170)
聚丙烯 (PP)	(171)
聚苯乙烯 (PS)	(172)
聚氯乙烯 (PVC)	(172)
三聚氰胺甲醛塑料	(173)
脲醛塑料	(172)
(二) 添加剂	(173)
增塑剂	(173)
稳定剂	(174)
二、橡 胶	(175)
三、涂 料	(176)
四、陶瓷容具和包装用纸	(177)
第八章 霉菌毒素对食品的污染及其毒性	(178)
一、主要曲霉毒素类	(181)
黄曲霉毒素 (AFT)	(181)
杂色曲霉毒素	(186)

赭曲霉毒素	(188)
二、主要青霉毒素类	(188)
岛青霉毒素	(188)
黄绿青霉素	(189)
桔青霉素	(189)
三、镰刀菌毒素	(189)
T—2 毒素	(190)
玉米赤霉烯酮 (F—2 毒素)	(190)
丁烯酸内酯	(190)
四、防霉去毒	(190)
第九章 其他有害化学物质对食品污染及毒性	(193)
一、苯并 (a) 芘	(193)
二、N—亚硝基化合物	(199)
三、多氯联苯	(205)
四、多溴联苯	(208)
第十章 有关药物和饲料添加剂在食品中的残留	(209)
一、抗生素	(210)
二、磺胺药与抗菌增效剂	(212)
三、呋喃类药	(213)
四、驱虫药	(213)
五、抗球虫药	(213)
六、激素类	(214)
七、其他	(214)

第一章 绪 论

一、动物性食品毒理学的意义与任务

动物性食品是指肉、乳、蛋、水产品等及其制品。

动物性食品毒理学是研究食品中有害化学物质毒性和对人体产生毒害影响及毒作用机理的一门新兴学科，也是食品卫生的重要组成部分之一。

人的食物中毒是由于摄取含有各种有害物质的食品而引起的一类中毒疾病。往往是以急性过程爆发。

食物中毒的产生或因食品污染了微生物（细菌、霉菌及其毒素、病毒、寄生虫等）；或因有害化学物质混入食品中达到了有害剂量；其结果就成为含毒食品。凡摄入了这种食品，就可引起食物中毒。一般情况下，从国内外发生食物中毒的情况来看，以细菌性食物中毒所占比例较大，发生率最高，如一九八八年我国食物中毒起数和毒蕈中毒起数居前 2 位，分别为 416 起和 225 起。其次就要算化学性食物中毒了。

化学性食物中毒除表现为急性爆发性中毒外，随着对化学物质毒理学的研究，现已证明有些有害化学物质在食品中含有一定的残留量，或在加工、运输等过程中进入少量有害化学物质，人食后，虽然不表现食物中毒的急性爆发过程，但经常食用这类含有有害化学物质的食品，蓄积在体内，会引起慢性中毒，甚至可引起致癌、致畸、致突变作用，严重影响人的身体健康和寿命，甚或危及子孙后代。因此，逐步地引起了各国卫生部门的重视和关注。特别是随着化学工业的

发展，三废（废气、废水、废渣）中所含有害化学物质对空气、土壤、江河湖海的水体、农作物及水产动植物的污染，使有害化学物质直接或间接进入食物链而影响人体健康。有资料证明：每年全世界有近四千五百亿吨废水污水排入江河湖海，每分钟约有八万五千吨废污水排出，受其影响，每年全世界约有一千五百万人死于水污染及环境污染，每分钟有二十八人死亡。另外，随着农药、添加剂和兽医上使用药物防治畜禽疾病的范围愈来愈广，有些有害化学物质残留于畜禽肉、乳、蛋内，通过不同渠道的食物链进入人体，又会进一步对人体健康有所危害。因此，研究食品中有害化学物质的毒理，在保证人体健康方面有着很重要的特殊意义。

动物性食品毒理学的任务在于：

1. 研究食品中有害化学物质在机体内的代谢过程，毒性（包括急性、慢性、蓄积性、致癌性、致畸性、致突变性、致敏性以及繁殖、代谢、免疫机能的影响等），中毒机理，中毒症状及防制措施等。从毒理学的角度为制订出合理的食品卫生标准提供可靠的数据，作出安全评价。

2. 随着人民生活水平的不断提高，对食品的色、香、味的要求将会愈来愈高。从市场的供需竞争上也会要求对制品的包装愈新颖愈好。为此，对新的食品添加剂、食品包装材料等的毒性研究，也就显得格外重要和迫切，确保对人体无毒。

3. 随着工农业的发展，新材料的应用，工业三废的排放和新农药的大量生产，食品遭受污染的可能性也会增加。为了制订出合理的食品卫生标准，提出对食品防制污染的措施，仍然是食品毒理学的重要任务之一。

4. 随着医药工业的发展，兽用新药和饲料添加剂不断推出，有关化学药物必然也有残留在动物性食品中的问题。因此，不但要研究对人体健康的危害，还要为制订出合理的卫生标准提供可靠的数据资料。

5. 食品从生产到消费过程不仅有可能受到有害化学物质的污染，也有可能由于保管不当，而遭受霉菌毒素等的污染，造成对人体的危害。因此，研究食品在加工生产、贮存、运输等过程中可能受到的污染，以便提出切实可行的预防措施。

目前，从事食品标准化工作的国际性和区域性组织已有十余个发布的标准、规范和有关分析方法，无论从内容或数量上看，近年来都有显著进展。从肉、乳、蛋及其制品中有害化学物质残留限量规定方面来看，制订了不少标准化文件。从事这些文件制订的组织主要有：联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）共同组织的食品法规联合委员会（CAC），是世界上最大的制订食品标准、规范及分析方法的专业性机构。下设有专门制订肉、鱼、食品添加剂、农药残留、乳及乳制品的分支专业机构。

泛美技术标准委员会（COPANT），是美洲国家标准化机构的区域性联合组织，下设 27 个技术委员会和 100 多个小组委员会。其中第七、八委员会是制订畜、禽食品标准的机构。

国际乳品业联合会（IDF）主要是制订乳及乳制品标准的专门机构。

美国食品和药物管理局（FDA），专门进行新药审批、兽药管理，制订家畜禽用药后限制屠宰时间或限制有些药品不能在食用动物上应用，以确保人的身体健康。

我国的食品卫生及管理工作的起步较迟。五十年代主要

针对食品卫生而发生中毒等危害人体健康的问题，制订了各种单项标准或规定，在当时是起了一定的作用。六十年代前后，卫生部、商业部、轻工部、外贸部和全国供销总社先后共同制订颁发了肉、蛋、乳、粮、油、酒等十项卫生标准和管理办法。这些法规虽很零散，但使工作有所遵循，对提高食品卫生质量，保障人民身体健康起到了一定作用。随后由卫生部组织有关有经验的食品工作者起草了《食品卫生管理试行条例》，经与有关部门协商一致，于一九六四年报国务院转发试行。一九七九年卫生部又修订了该试行条例，由国务院正式颁发了《中华人民共和国食品卫生管理条例》。该条例的实行，加强了食品卫生监督工作；促进了生产经营部门和单位的自身管理，推动了技术改革；加强了食品卫生方面的法制观念。

现行的《中华人民共和国食品卫生法》(草案)，是在一九七九年由国务院颁发的《中华人民共和国食品卫生管理条例》及其它有关食品法规的基础上，参考了外国的食品卫生法规而起草的。一九八二年十一月六日由国务院常务会议讨论通过，于一九八三年七月一日生效。真正在食品卫生方面作到了有法可依，开创了食品卫生法制建设的新局面，促进了食品卫生质量的提高。

在进入七〇年代后，我国食品卫生战线上的科技人员做了大量的科学试验和调查研究，在取得了近数十万个数据的基础上，提出了肉、蛋、乳、水产、粮、油、冷饮、调味品、食品添加剂、汞、黄曲霉毒素、六六六和滴滴涕、放射性物质等十四项五十四个卫生标准和十二个管理办法。一九七七年经国务院批准，由卫生、轻工、商业、农业、外贸、石油、

化工、铁道部，原国家标准计量局、供销合作总社、环办等十一个部、局、办共同颁发，于一九八一年五月一日开始在国内试行，卫生部同时颁发了检验方法。大大促进了食品卫生工作，提高了食品卫生质量。在此基础上，又进一步修订、补充，经国家批准为 57 个正式、24 个试行卫生标准，加上未修改的 5 个奶与奶制品试行标准，现共有 86 个食品卫生标准，37 个食品添加剂质量标准。为食品卫生监测提供了依据，维护了食品卫生工作的开展，在保证人体健康方面起了积极的作用。

应当看到，尽管有了食品管理条例、食品卫生法和 86 个食品卫生标准，但认真执行尚很不力。过期、霉变食品在市场仍偶有销售；食品卫生监测合格率一九八八年仅达 77%，极待提高；食物中毒仍不时在威胁着人的身体健康。因此，认真贯彻食品卫生管理条例和食品卫生法，提高食品卫生合格率，是一件刻不容缓之事，这也是一个反映我国人民物质和精神文明的窗口之一，极待振兴。

二、食品污染有害化学物质的主要途径

1. 农药的污染 八十年代初期，我国使用的农药近百种，年产量约 50 万吨（世界上农药年产量超过 2000 万吨）。过去有机氯农药（主要是六六六和滴滴涕）占农药总产量的 60%，现已停止生产使用。其次是有机磷农药（如 3911、1605、乐果、敌敌畏等），其它如有机砷、有机汞、有机氟等农药占少量，至今有些也被淘汰。近几年来对高毒、高残留的农药已逐步淘汰，一批低毒、低残留、高效新型农药相继问世，对

食品的污染大大有所缓和。大面积的喷洒使用农药，拌种等，由于长期使用，会污染土壤、水体、环境、农作物、饲草等，通过不同渠道的食物链，进入人体，危害人体健康。而畜禽误食用农药拌过的种子或喷洒过农药的饲料饲草和饮用污染的水体，不仅直接会引起畜禽中毒，而且使有害农药残留于肉、乳、蛋内，间接通过食物链又进入人体，造成对人体危害。例如美国一九六九年在墨西哥州有一家人吃了用有机汞拌种谷物喂猪的肉而引起全家中毒。据调查检测，在我国有些地区肉、禽、鱼、蛋中几乎百分之百检出六六六。而汞制剂在鱼、肉、蛋、奶等约有 20—40% 不符合卫生标准。

2. 工业“三废”的污染 工业“三废”成分复杂。含有好些有害物质，如不妥善处理，不但污染江河湖海，破坏水产资源；而且污染土壤、水体、空气，影响农作物生长，造成减产。更重要的是水体、土壤、空气受到污染后，农作物染毒，水产资源如鱼、贝、虾等吸收有害物质，经过富集，使含有害物质量逐渐增多，人食用后，重者可引起急性中毒，轻者在人体内又可逐渐蓄积起来，而造成慢性中毒。畜禽吃了被这些有害物质污染的饲料、饲草、鱼粉等，不仅可直接危害畜禽引起中毒，而且这些有害物质残留于肉、乳、蛋中，通过食物链而危害人体健康。如日本熊本县水俣湾地区有排放汞和甲基汞废水的工厂，排出含有机汞的大量废水污染了该地区水体，有机汞进入鱼、贝、虾等水产动物体内，当地渔民经常食用这些海产的鱼、贝、虾等，造成了甲基汞中毒事件，最初由于未清病因，而称为水俣病（Minimata disease）。我国某地区有几座排氟量很大的工厂，据调查在 100 华里内的重污染区，家畜氟中毒发病率高达 40—90%，人的发病率

达 20%；而某地在一九七五年家畜总头数 70 万头中，发病的有 47 万头，至一九七六年六月底一年内死亡八万多头，该地区家畜繁殖率和幼畜成活率及发育等都受到了一定影响。“三废”对土壤、空气、水源等的污染造成的公害比较严重，近年来治理“三废”工作已见成效，但仍继续努力。就目前来看，“三废”对食品污染的有害物质主要有汞、镉、砷、铅、有机汞、3, 4-苯并芘等。

3. 霉菌污染 霉菌在自然界分布很广，种类繁多，目前已知约有一千种以上，大部分无毒害，用于食品、医药等工业，造福于人类。但其中约有一百种左右是对人畜有害的，在其生长繁殖过程中可产生毒素，直接影响人畜身体健康。霉菌毒素对人体的危害，大体可分为肝脏毒、肾脏毒、神经毒、光敏性皮炎物质及其它等五类，其中毒性最强的为黄曲霉毒素 (Aflatoxin)，致癌的有黄曲霉毒素、杂色曲霉毒素等。被黄曲霉污染的饲料饲喂畜禽，通过毒素，可引起急性中毒和死亡。如早在六十年代，英国曾用含黄曲霉毒素的花生饼粉饲喂火鸡，在 10 万只火鸡中引起发病，死亡不少。我国某地区因给猪饲喂含黄曲霉毒素的玉米，造成猪大批死亡。粮食食品污染黄曲霉后，对人体可直接产生毒害。一九七四年印度有两个邦的二百个村庄，当地居民以玉米为主食，污染黄曲霉后，爆发中毒性肝炎，有 397 人发病，死亡 106 人。残留在畜禽体内的毒素，仍可通过食物链而进入人体，对人体健康仍有影响。

4. 兽用药物在畜禽体内残留的危害 兽医防治畜禽疾病所使用的药物日益增多，饲料添加剂也相继推出。有些药物在畜禽体内残留量较高，残留时间较长，人食用这些畜禽的

产品，对人体也可产生危害。如奶牛的常发病之一是乳房炎，常用青霉素、链霉素通过乳头导管直接注入乳室进行治疗。此时挤出的奶中含有一定量的青霉素，有些人食用含有青霉素的奶后，会引起过敏反应，甚至造成死亡。为了确保在畜禽体内残留药物对人体无损害作用，有些国家根据药物在畜禽体内代谢过程、残留量和残留时间长短，制订出使用该药物后限制屠宰、挤奶的时间。有些药物还限制在食用动物和产蛋鸡上使用。

5. 加工生产过程中的污染 在生产加工过程中如不注意，有害化学物质可直接进入食品，造成对人体的危害。譬如有些加工生产食品时盛装的容器、管道等，往往由于含铅量过高，造成铅中毒；在美国曾经发生的所谓“中国餐厅综合症”，曾一度认为是由于使用味精造成的，所以在美国一时规定了限制使用味精的量。后来证实不是由于味精引起，最近 WHO 又取消了对味精的限制；肉制品发色剂常使用硝酸盐，如过量，进入人体后可转变成亚硝胺化合物，对人体有致癌作用，必须严格控制用量标准；有些肉制品要经过烟熏或焙烤加工过程，会使 3, 4-苯并芘含量提高。大家熟知的烤羊肉串，据北京卫生防疫部门抽样检测，一公斤烟熏下制成的烤羊肉串中含 3, 4-苯并芘达 4 微克，超过 WHO 规定含量的 4 倍，比 1000 支香烟含的还要多，而 3, 4-苯并芘是国际医学界公认的最强烈的致癌物质之一。

6. 运输过程中的污染 主要是没有认真执行防止各种污染的各项规定，装运有毒物质的货车没有按规定清扫洗刷；装运食品前未认真检查，食品与有毒化学物质混装，由于包装不符合要求，使有毒物质散漏后污染食品等原因造成。如一