

食品毒理

上海第一医学院

主编

中国医学科学院卫生研究所

人民卫生出版社

食 品 毒 理

(限国内发行)

主 编 单 位

上 海 第 一 医 学 院
中国医学科学院卫生研究所

编 写 单 位

上 海 市 卫 生 防 疫 站
中国科学院细胞生物研究所
中国科学院上海药物研究所
北京药品生物制品检定所
浙江人民卫生实验院
武 汉 医 学 院

人 民 卫 生 出 版 社

食 品 毒 理
上 海 第 一 医 学 院 主 编
中国医学科学院卫生研究所

人 民 卫 生 出 版 社 出 版
文 物 出 版 社 印 刷 厂 印 刷
新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行
(限国内发行)

787×1092毫米16开本 29 $\frac{1}{2}$ 印张 44插页 674千字

1978年12月第1版第1次印刷

印数：1—13,900

统一书号：14048·3618 定价：5.45元

前 言

在毛主席革命路线的指引下，我国的食品卫生工作蓬勃发展。建国以来，在党的领导下，各地卫生防疫部门认真贯彻预防为主方针，从我国的实际情况出发，把经常性的食品卫生管理和科研工作结合起来，对食品中有害物质污染的卫生学调查、有关各种化学物质的毒性、食品卫生标准和卫生预防措施等方面都做了大量的工作，为保障人民健康，发展我国的社会主义卫生事业作出了贡献。

随着我国社会主义建设事业的发展，各种化工产品在生产中的应用日益广泛，对于食品生产工艺过程的各种化学物质，以及其他有毒物质通过各种途径污染食品所产生的卫生问题进一步引起了人们的重视。因此，制定与食品卫生有关的各种化学物质的卫生标准，不仅是一项关系人民健康的大事，也是一项关系工农业生产、对外贸易和援外事业的重要问题。为了加速发展我国的食品卫生工作，培训食品毒理人员，1975年春，我们受卫生部的委托，由上海第一医学院、中国医学科学院卫生研究所、北京药品生物制品检定所、上海市卫生防疫站、浙江省人民卫生实验院、中国科学院上海药物研究所和中国科学院上海细胞生物研究所等单位协作，共同筹办了一期食品毒理进修班，在总结各地经验并参考有关资料的基础上编写了食品毒理讲义。为适应各地开展食品毒理研究工作的需要，我们对食品毒理讲义作了必要的修改和补充，编写成本书，武汉医学院也参加了此项工作。

为制定食品中各种化学物质的卫生标准，食品毒理试验是一项不可缺少的工作。随着科学技术水平的提高，各种新的测定方法的应用和试验方法的不断改进，人们对各种与食品卫生有关的化学物质的认识也逐渐深入。但就目前来看，制定食品卫生标准还是以通过系统的动物试验为主要依据。虽然这种方法有一定的局限性，但由于试验过程的各种条件易于控制，各种试验指标也能客观地反映受试物的毒性，故目前仍为一个国内外通用的方法。为此，本书着重介绍了进行系统动物毒性试验的检验和研究方法，并围绕这些方法介绍了毒理学的基本知识和有关的参考资料，供食品卫生管理工作和教学中参考。由于我们实践经验不多，业务水平有限，全书内容肯定有许多缺点以至错误，希读者批评指正。

本书编写过程中，青岛医学院卫生学教研组和上海化工研究院有机合成室等有关单位也参加了审稿或部分章节的编写工作。

1977年12月

3466/23

几点说明

一、本书共分十六章，第一至第六章是动物毒性试验方法、常用检验技术和容许量的制定；第七章是试验资料的统计分析方法；第八章是试验动物的饲养和管理；第九至第十六章介绍同食品卫生有关的各种化学物质的毒性。关于卫生预防措施请查阅有关食品卫生专著，本书没有介绍。附录介绍了国外常用农药及食品添加剂的日许量和主要食品中残留允许量标准。

二、各章节系由有关单位的专业人员结合食品毒理工作实践体会，并参考国内外有关资料写成，根据资料及我们估计到的工作需要，各章节间的比重是不一致的。

三、为便于查阅，本书最后列有各章所引资料的主要参考文献。

四、常用单位和符号表示：

公斤 kg,	克 g,	毫克 mg,	微克 μ g,
毫微克 ng,	米 m,	厘米 cm,	毫米 mm,
微米 μ ,	升 l,	毫升 ml.	

mg/kg 每公斤物质中所含某种受试物的毫克数。用于计算剂量时，系指每公斤体重给予某一受试物的毫克数。

ppm 在固体或液体内，按重量计，每百万分中某一物质的分数。在饲料中 mg/kg 与 ppm 所表示的意义相同。

ppb 按容积或重量计，每十亿分中某一物质的分数，ppm 比 ppb 大 1000 倍。

M 克分子。

mM 毫克分子。

mEq 毫克当量。

N 当量浓度。

LD₅₀ 半数致死量，以 mg/kg 数表示。

ED₅₀ 半数有效量，以 mg/kg 数表示。

BL (Biological Half-life) 生物半减期或半生期。

ADI 每日容许摄入量，以 mg/kg (体重)表示。

MNL 最大无作用剂量。

MiE 最小有作用剂量。

目 录

第一章 食品毒理试验方法	1
第一节 急性毒性试验	1
一、试验动物的选择	3
二、受试物的给予方法	3
三、观察指标	5
四、致死量的测定和评价	5
第二节 蓄积毒性试验	7
一、确定受试物有无蓄积作用的方法	7
二、估计受试物在体内蓄积量和蓄积作用的方法	8
第三节 亚急性毒性试验	10
一、试验动物的选择	10
二、受试物的剂量分组	11
三、受试物的给予方式	11
四、观察指标	11
五、饲料	11
第四节 慢性毒性试验	12
一、试验动物的选择	12
二、试验期限	12
三、剂量分组	12
四、受试物的给予方式	13
五、饲料中的营养成分	13
六、观察指标	13
第五节 繁殖试验	14
一、试验动物和观察代数	14
二、剂量分组	14
三、观察指标	14
四、两代和三代繁殖试验法	15
第六节 代谢试验	17
一、目的和意义	17
二、代谢试验的内容	17
三、尿液和粪便的收集方法	18
第七节 致癌试验	19
一、试验动物的选择	19
二、试验动物的数量	19
三、剂量分组	21
四、试验期限	21
五、试验动物的饲养与管理	21
六、试验指标的观察	21

七、试验结果的评价	22
八、致癌试验的快速筛选方法	22
九、与食品卫生有关的致癌物	22
第八节 致畸试验	23
一、试验动物的选择	23
二、试验结果的检验方法	24
三、试验结果的评价	27
第九节 致突变试验	27
一、致突变试验的原理和应用	27
二、试验方法	28
三、染色体畸变分析法	28
四、显性致死突变试验法	31
五、基因突变试验法(宿主中介试验法)	32
第十节 人群调查	35
第十一节 关于如何从短期毒性试验的结果推测长期毒性的探讨	36
一、关于90天毒性试验与两年毒性试验的关系	36
二、7天毒性试验与90天毒性试验的关系	37
第十二节 应急样品的处理及简易动物喂养试验	40
一、应急样品中有毒物质的提取	40
二、简易动物喂养试验	43
第二章 食品中有毒物质卫生标准的制定方法	44
一、食品中有毒物质容许量标准的制定方法和步骤	44
二、制定容许量的注意事项	45
第三章 食品毒理工作中的功能测定	47
第一节 肝脏功能测定	47
一、血清谷-丙转氨酶(SGPT)测定	47
二、血清谷-草转氨酶(SGOT)测定法	50
三、血清碱性磷酸酶测定	52
四、血清乳酸脱氢同功酶的测定	56
五、睡眠时间试验	60
第二节 肾脏功能测定	61
一、血液非蛋白氮测定	61
二、血清尿素氮测定	65
三、尿常规检验	66
第三节 血清蛋白测定	66
一、血清总蛋白、白蛋白及球蛋白的测定	66
二、血清蛋白醋酸纤维素薄膜电泳	68
三、聚丙烯酰胺凝胶盘状电泳	69
附:全血胆碱酯酶活力测定	73
第四章 试验动物的血液学和骨髓检查	76
第一节 血液样品的采集	76
一、大、小鼠的采血法	76

二、猫的采血法·····	77
三、狗的采血法·····	77
四、采血时注意事项·····	77
第二节 血象检查 ·····	77
一、白细胞计数和分类·····	77
二、红细胞计数(光电比浊法)·····	79
三、血红蛋白测定·····	80
四、血小板计数·····	81
五、网织红细胞计数·····	81
六、嗜酸性细胞计数·····	82
七、嗜碱性点彩红细胞检验·····	83
八、变性血红蛋白检验·····	83
附录: 试验动物血液学图象特点·····	84
第三节 骨髓的采集 ·····	88
一、大鼠骨髓的采集方法·····	89
二、兔和狗骨髓的采集方法·····	89
第四节 骨髓的检查 ·····	90
第五章 食品毒理工作中的同位素示踪试验 ·····	91
第一节 同位素示踪试验的设计 ·····	91
一、同位素的选择·····	91
二、对标记化合物的要求·····	92
三、试验过程中应注意的问题·····	92
第二节 示踪试验常用仪器及测量 ·····	93
一、示踪试验中的常用仪器设备·····	93
二、样品处理及测量·····	94
三、放射性测量的统计处理·····	95
第三节 放射自显影术 ·····	96
一、自显影操作法·····	96
二、常用试剂的配方·····	97
第六章 试验动物的病理学检查 ·····	99
第一节 病理检验技术及其对诊断的影响 ·····	99
一、受检动物的处理·····	99
二、动物的尸体解剖·····	101
三、病理组织标本的固定、选取和保存·····	104
四、病理组织标本的制片技术·····	106
第二节 病理学基本知识 ·····	108
一、组织细胞的基本病变·····	108
二、血液循环障碍·····	111
三、炎症·····	114
四、代偿和修复·····	117
五、肿瘤·····	118
第三节 系统解剖的组织学特点和病理 ·····	121

一、呼吸系统·····	121
二、心血管系统·····	123
三、消化系统·····	124
四、泌尿系统·····	129
五、造血系统·····	130
六、内分泌系统·····	136
七、生殖系统和乳腺·····	139
八、神经系统·····	143
第四节 在毒性试验中病理诊断的意义·····	148
一、病理诊断的方法·····	148
二、食品毒理试验中病理诊断的评价·····	151
第七章 食品毒理中常用的统计方法 ·····	154
第一节 试验设计·····	154
一、试验设计的内容及原则·····	154
二、几种常用试验设计方法在食品毒理试验中的应用·····	156
第二节 计数试验资料的分析·····	161
一、计数试验资料分析中常用的统计指标·····	161
二、抽样与抽样误差·····	162
三、卡方检验·····	162
四、四格表精确检验法·····	166
第三节 计量资料的分析(一)·····	169
一、平均数·····	169
二、标准差·····	176
三、中位数与百分位数·····	179
第四节 计量资料的分析(二)	
——均数的抽样误差及两个均数间的比较·····	181
一、均数的抽样误差·····	181
二、均数间的比较——t 检验·····	182
第五节 计量资料的分析(三)	
——多个均数间的比较——方差分析·····	186
一、完全随机设计分组资料(各试验对象相同)的方差分析·····	189
二、随机区组设计分组计量资料的方差分析·····	191
三、各组均数间的相互比较·····	192
四、漏失数据的补充·····	194
第六节 回归与相关·····	198
一、直线回归·····	198
二、相关·····	203
第七节 食品毒理试验中受试物致死量的测定计算方法·····	205
一、致死量的测定·····	205
二、半数致死量(LD ₅₀)的测定·····	206
第八章 试验动物的饲养和管理 ·····	224
第一节 对试验动物房、动物和饲料的基本要求·····	224

一、试验动物房	224
二、试验动物的编号	225
三、试验动物的饲料	226
第二节 大白鼠	227
一、健康大鼠的选择	227
二、大鼠的饲养管理	228
三、大鼠的繁殖	228
四、大鼠的常见病防治	229
第三节 小白鼠	229
一、健康小鼠的选择	229
二、小鼠的饲养管理	229
三、小鼠的繁殖	230
四、大、小鼠常见疾病的防治	231
第四节 家兔	232
一、健康家兔的选择	232
二、家兔的饲养管理	232
三、家兔的繁殖	233
四、家兔常见病的防治	233
第五节 豚鼠	234
一、健康豚鼠的选择	234
二、豚鼠的饲养管理	234
三、豚鼠常见病的防治	235
第六节 狗	236
一、试验用狗的选择	236
二、饲养管理	236
三、常见病防治	236
第七节 猫	237
一、试验用猫的选择	237
二、饲养管理	237
三、常见病防治	238
第八节 猴	238
一、健康猴的选择	238
二、饲养管理	238
三、常见病防治	238
第九章 化学物质结构与毒性的关系	240
第一节 化学物质结构与毒性的关系	240
一、化学结构中的功能团与毒性的关系	240
二、基团的电荷性与毒性的关系	241
三、光学异构与毒性的关系	242
四、物理性质对毒性的作用	242
第二节 化学物质的结构与致癌性的关系	242
一、多环芳烃	243

二、芳香胺、芳香酰胺和亚硝基化合物·····	246
三、偶氮化合物·····	247
四、亚硝胺类化合物·····	249
五、霉菌毒素·····	251
第三节 有机磷、有机氯杀虫剂的化学结构与毒性的关系·····	252
一、有机磷杀虫剂的结构与毒性·····	252
二、有机氯杀虫剂的化学结构与毒性的关系·····	254
第四节 无机化合物的毒性·····	255
一、酸、碱·····	255
二、金属·····	255
三、氧化还原剂·····	255
第十章 毒物的代谢 ·····	256
第一节 毒物的吸收与排泄·····	256
一、毒物在细胞膜上的通透方式·····	256
二、影响毒物扩散的因素·····	257
三、毒物在消化道中的吸收·····	258
四、毒物在体内的转运和分布·····	259
五、毒物在体内的排泄·····	260
第二节 毒物在体内的生物转化·····	261
一、生物转化的作用机制·····	261
二、影响生物转化的因素·····	269
第十一章 金属毒物对食品的污染及其危害 ·····	273
第一节 汞·····	273
一、理化性质及其应用·····	273
二、对食品的污染·····	273
三、汞在食品中的含量·····	275
四、毒性·····	276
五、食品中的容许含量·····	280
第二节 镉·····	281
一、理化性质及其应用·····	281
二、对食品的污染·····	281
三、镉在食品中的含量·····	281
四、毒性·····	282
五、食品中的容许含量·····	284
第三节 砷·····	285
一、理化性质及其应用·····	285
二、对食品的污染·····	285
三、砷在食品中的含量·····	285
四、毒性·····	286
五、食品中的容许含量·····	289
第四节 铬·····	289
一、理化性质及其应用·····	289

二、铬在食品中的含量·····	290
三、毒性·····	291
四、人的允许摄入量·····	292
第五节 铅·····	293
一、理化性质及其应用·····	293
二、对食品的污染·····	293
三、铅在食品中的含量·····	294
四、毒性·····	295
五、食品中的容许含量·····	298
第十二章 常用农药在食品中的残留及其危害 ·····	299
第一节 有机磷杀虫剂·····	299
一、内吸磷·····	301
二、对硫磷·····	302
三、敌百虫·····	305
四、敌敌畏·····	308
五、乐果·····	309
六、杀螟松·····	313
七、马拉硫磷·····	316
八、甲拌磷·····	320
第二节 有机氯杀虫剂·····	322
一、滴滴涕 (DDT)·····	323
二、六六六·····	328
第三节 氨基甲酸酯类杀虫剂·····	334
一、代谢·····	335
二、毒性·····	336
三、允许残留量·····	341
第十三章 食品添加剂的毒性 ·····	342
第一节 防腐剂·····	342
一、苯甲酸及其钠盐·····	342
二、山梨酸及其钾盐·····	343
三、对羟基苯甲酸酯类·····	344
第二节 食用色素·····	345
一、天然色素·····	345
二、合成食用色素·····	350
第三节 甜味剂(糖精及其钠盐)·····	353
一、理化性质·····	354
二、代谢·····	354
三、毒性·····	355
四、使用限量·····	356
第四节 赋香剂·····	357
第五节 抗氧化剂·····	359
一、天然抗氧化物·····	359

二、合成抗氧化剂·····	359
第六节 发色剂·····	364
一、硝酸钠·····	365
二、亚硝酸钠·····	365
第十四章 塑料食具和包装材料的毒性 ·····	367
第一节 各类树脂·····	367
一、酚醛树脂与脲醛树脂·····	367
二、聚氯乙烯·····	368
三、聚乙烯及聚苯乙烯·····	368
四、氟塑料·····	369
第二节 增塑剂·····	369
第三节 稳定剂·····	372
第四节 抗氧化剂·····	374
第五节 塑料食具、包装材料的测验及毒性试验·····	374
一、塑料种类的鉴别·····	374
二、塑料中含毒物质的检定·····	375
三、塑料的毒性试验·····	375
第十五章 霉菌毒素 ·····	377
第一节 黄曲霉毒素·····	378
一、产毒霉菌的鉴别·····	378
二、黄曲霉毒素(Aflatoxin)的理化性质、毒性、致癌性和代谢·····	378
三、食品中黄曲霉毒素的最高允许量·····	382
第二节 赤霉菌毒素·····	382
一、赤霉病麦鉴定·····	382
二、赤霉病麦的毒性·····	383
三、赤霉病麦毒素类·····	384
四、赤霉烯酮类毒素·····	386
第三节 黄变米的霉菌毒素·····	388
一、黄绿青霉素·····	388
二、桔青霉素·····	388
三、岛青霉毒素、环氯素和黄米毒素·····	388
第十六章 其他有害化学物质 ·····	390
第一节 3,4-苯骈芘·····	390
一、理化性质·····	390
二、食品中多环芳烃的来源·····	390
三、食品中3,4-苯骈芘的含量·····	391
四、毒性及代谢·····	392
五、食品中的残留标准·····	396
第二节 亚硝胺类化合物·····	396
一、理化性质·····	396
二、食品中亚硝胺前体的分布·····	397
三、亚硝胺的形成·····	399

四、亚硝胺的毒性·····	400
五、亚硝胺的致癌性·····	402
六、减除食品中亚硝胺致癌作用的方法·····	404
第三节 多氯联苯·····	405
一、理化性质·····	405
二、对食品的污染·····	406
三、毒性·····	407
四、食品中的最高允许量·····	409
附录 I 常用农药的人体每日容许摄入量(日许量)和食品中允许残留量·····	410
附录 II 常用食品添加剂每日容许摄入量(日许量)·····	421
附录 III 香精单体的毒性·····	429
附录 IV 各种试验动物的生理指标正常值·····	449

第一章 食品毒理试验方法

为阐明某种食品是否有毒或与食品卫生有关的化学物质的毒性，常需进行动物毒性试验，有的还要用流行病学调查的方法进行人群调查，为制定食品卫生标准，预防食物中毒和有关疾病提供科学依据。

动物毒性试验一般包括：急性毒性试验，蓄积毒性试验，亚急性毒性试验，慢性毒性试验，代谢试验，繁殖试验，致癌试验，致畸试验和致突变试验等。对一种怀疑有毒的食品进行毒性试验前，应对其来源、生产以及可能被污染的具体情况作详尽的了解。对一种与食品卫生有关的化学物质，如食品添加剂、农药或工业三废污染物等进行毒性试验前，应尽可能了解其化学结构、理化性质、原料生产工艺过程、中间产物以及成品中可能存在的杂质；而与受试物化学结构类似物质毒性的有关资料，也应加以参考。

随着我国社会主义建设事业的发展，有大量与食品卫生有关的化学物质需要及时进行毒性试验。为了适应工农业生产的需要，确保人民健康，可以通过了解上述有关资料，根据毒性试验的要求确定试验内容和步骤。如该受试物或类似化合物已有完整的毒性试验资料，但其原料来源、生产工艺过程改变较大时，有时也有必要试验。

通过系统的动物毒性试验和人群调查，对一种受试物是否具有毒性可得出一定的结论。然而，一种受试物有无毒性或毒性大小，只是在一定条件下具有相对意义。本章所介绍的毒性试验方法，仅限于当前对食品中可能出现的有毒物质的认识水平。随着科学技术的发展，人们的认识也将不断深入，这些方法也将不断修改。由于目前对某些试验方法的认识尚未完全统一，有时甚至同一结果，在不同情况下可能得出不同的结论。因此，有关工作尚待继续探讨和改进。

第一节 急性毒性试验

急性毒性试验是一次给予受试物后动物所产生的毒性反应。观察时间一般为一周，范围可为1~28天。通过急性毒性试验可以确定试验动物对受试物的毒性反应、中毒剂量或致死剂量。致死剂量通常用半数致死量即LD₅₀来表示。LD₅₀是使一组受试动物死亡50%的剂量，其单位是每公斤体重所摄入受试物质的毫克数。为便于比较，通常可将各

表 1-1 急性毒性剂量分级

级 别	大鼠口服LD ₅₀ (mg/kg)	相当于人的致死剂量	
		mg/kg	克/人
极 毒	<1	稍尝	0.05
剧 毒	1~50	500~4000	0.5
中 等 毒	51~500	4000~30000	5
低 毒	501~5000	30000~250000	50
实 际 无 毒	5001~15000	250000~500000	500
无 毒	>15000	>500000	2500

类物质按其大鼠经口半数致死量的大小分为极毒，剧毒，中等毒，低毒，实际无毒，无毒六大类（见表 1-1）。如表 1-2 所列常用农药按 LD₅₀ 分类，甲拌磷、对硫磷、内吸磷、西力生等均属剧毒物，丙体六六六、DDT 等属中等毒物，其他为低毒物等。此外，还可依据该毒物所引起的某些毒性作用的剂量，如有机磷农药引起的瞳孔缩小、流涎等，以此对受试物的毒性进行初步了解，从而为亚急性、慢性毒性试验设计提供资料。这类反应剂量往往以半数效应量（ED₅₀）来表示。

表 1-2 各种农药按 LD₅₀ (mg/kg) 值的毒性分级

一、极毒类：<1	异丙丰 (PSP-204) 845
无	乙硫磷 (1240 Ethion) 96
二、剧毒类：1~50	杀鼠灵 (Wartarin) 58, 323
甲拌磷 (Thimet) 1.7~3.7	磷化铝 (Phostoxin) 100
内吸磷 (Systox) 6~12	乐果 (Rogor) 150~245
对硫磷 (Parathion) 6~15	杀螟松 (Sumithion) 490
甲基对硫磷 (Methyl parathion) 14~42	二溴磷 (Dibrom) 430
磷君 (Phosdrin) 6.0~6.8	倍硫磷 (Baytox) 250~375
碳氯灵 (Telodrin) 7	2, 4-滴 (2, 4-D) 375~500
亚砷酸钠 (Sod. arsenite) 10~15	2, 4, 5-滴 (2, 4, 5-T) 300~500
异狄氏剂 (Endrin) 5~45	三硫磷 (Trithion) 28~100
八甲磷 (OMPA) 8.5~13.5	五氯酚钠 (Na-pcp) 78, 217
苏化 203 (S-TEPP) 8 (LD ₁₀₀)	丰果 (13/770) 60
砷酸铅 (Lead arsenate) 10~50	灭蚜蟬 (Mecarbam) 106
保棉磷 (Azinphos-methyl) 16~4	蚜蟬磷 (Ekatin) 85
磷胺 (Dimecron) 17	蚜灭多 (Vamidothion) 64~100
磷化锌 (Zinc phosphide) 47	地可松 (Dexon) 60
敌鼠 (Diphacinone) 15	六六六 (BHC) 125 (丙体)
溴甲烷 (Methyl bromide) 15 (吸入)	滴滴涕 (DDT) 113
西力生 (Ceresan) 30	林丹 (Lindane) 125
叶枯散 (Cellocidin) 11	敌百虫 (Dipterex) 450
二硝酚 (DNOC) 7~10, 25, 40	四、低毒类：501~5000
鼠药 (Pival) 30	西维因 (Sevin) 540
苯硫磷 (EPN) 14~40	二氯乙烷 (Ethane dichloride) 770
甲基-1059 (Methyl-systox) 17~26	马拉硫磷 (Malathion) 1400~1500
硫酸铵 (Ammonium sulphate) 25	赛力散 (PMA) 2080
三、中等毒类：51~500	杀螨多 (Aramite) 3900
砷酸钙 (Calcium arsenate) 40~100	棉草枯 (CIPC) 5000
毒杀酚 (Toxaphane) 90	五、实际无毒类：5001~15000
氯丹 (Chlordane) 57	代森锌 (Zineb) 5200
七氯 (Heptachlor) 90	代森锰 (Maneb) 6700
艾氏剂 (Aldrin) 55	驱蚊酯 (苯二甲酸二甲酯) 8200
狄氏剂 (Dieldrin) 60	六、无毒类：>15000
异吸磷 (i-M-Systox) 45~60	代森联 (Polyvain) 76400
敌敌畏 (DDVP) 75~92	福美铁 (Ferbam) >17000

一、试验动物的选择

一般试验动物常采用小鼠或大鼠。由于它们都是哺乳类动物，易于繁殖饲养，操作方便，故应用广泛。在试验过程中如条件可能，可采用2~3种动物同时进行，其中一种为非啮齿类动物（如狗、猴等）。

如对一种受试物的毒性已有一定了解，则应选择敏感动物进行试验。例如黄曲霉毒素的毒性试验应选择鸭雏，而氰化物则应用鸟类，因为它们对这些毒物的反应比大、小鼠更为敏感。

动物体重：小鼠一般要求为18~22克，大鼠200克左右，亦可用40~60克的断乳大鼠。试验前后应各称取体重一次，以观察毒物引起的变化。一般认为体重下降是中毒的一种表现。

二、受试物的给予方法

为了观察受试物对器官机能、形态及代谢等方面的影响，必须将受试物通过一定途径给予受试动物。因为食品毒理试验中的研究对象是食品，故给予途径以经口为好。给予方法可通过饮水，饲料，胶囊或灌胃。通常LD₅₀测定以灌胃为主。灌胃的量一般不超过其体重的1~3%，小鼠可按每20克体重给0.4毫升，大鼠按100克体重给1毫升计算。灌胃可用水溶液、油溶液或混悬液。

急性和蓄积毒性试验中受试物主要用灌胃法给予。亚急性及慢性试验主要用喂饲法。

（一）灌胃法

1. 大、小鼠的灌胃法：灌胃前停食4~8小时（也有人主张毋需停食），将适当浓度的受试物溶液或混悬液吸入注射器，装上锉平针头（包铜或包锡），也可在普通针头上安一塑料套管，或小玻璃管。然后用左手拇指和食指抓住动物双耳和头部皮肤，其他三个手指抓住动物的背部皮肤（小鼠不需要），用无名指及小指压住鼠尾于掌间，使腹向上，头颈部保持水平，掌心紧握颈背部即可灌胃。灌胃针的选择，成年大鼠宜用腰椎穿刺针，小鼠宜用7~8号注射针。灌胃时针头沿鼠右嘴角通过食管插入胃内，如插入时无阻力，说明针头已进入胃内；如动物强烈挣扎，则指示针头未进入胃内，应立即拔出并重新插入灌注。

2. 猫及家兔的灌胃法：猫和家兔灌胃可用导尿管，并最好配以开口器，（木制，形如纺锤状，正中有一小孔）。灌胃前先固定动物，从嘴的侧面安上开口器，其孔在嘴的中央，右手持开口器按顺时针方向旋转，使动物的舌压在开口器下，经小孔将导尿管插入胃内。此时将动物嘴外部分导尿管置入水中如不产生气泡（因胃内有少量气体，偶有2~3个气泡产生，但不会连续发生）即证明导尿管已插入胃内，此时即可以按试验要求注入受试物。

3. 鸡和鸽的灌胃法：用毛巾将鸽包裹固定，鸡则由试验者以手抱住固定，右手将头向后拉，使其颈部倾斜，左手拇指及食指将嘴扒开，其他三手指固定头部。右手取有灌胃针头的注射器，沿舌后插入食道，然后将受试物缓慢灌入即可。固体受试物，可做成黄豆大小的颗粒，当固定动物头部后直接喂入，令其自然吞咽。