



高等学校特色教材

HI PIN TIAN JIA JI
ZONG HE SHI YAN JI SHU

食品添加剂 综合实验技术

王陆玲 / 主编

吉林人民出版社



食品添加剂综合实验技术

主 编 王陆玲

副主编 李桂玲 修丽华 姜秀娟

吉林人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品添加剂综合实验技术 / 王陆玲主编.

— 长春: 吉林人民出版社, 2010.6

ISBN 978-7-206-06584-2

I. ①食… II. ①王… III. ①食品添加剂—实验—高等学校—
教材 IV. ①TS202.3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 084361 号

食品添加剂综合实验技术

主 编: 王陆玲

责任编辑: 吴兰萍

封面设计: 孙浩瀚

吉林人民出版社出版(长春市人民大街 7548 号 邮政编码: 130022)

印 刷: 长春市日升印业有限公司

开 本: 710mm×1000mm 1/16

印 张: 18 字 数: 350 千字

标准书号: ISBN 978-7-206-06584-2

版 次: 2010 年 6 月第 1 版

印 次: 2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1-1 000 册

定 价: 32.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

前 言

食品添加剂综合实验技术一书涵盖食品添加剂、食品分析、仪器分析三门课程,通过常用食品添加剂实验、食品添加剂常规分析、食品添加剂现代仪器分析和研究性实验设计基础四个部分进行论述。本书以介绍实验原理、实验方法、实验手段及实验操作技能为其主要内容。本课程的教学目的是为了适应 21 世纪社会对高校本、专科生人才的要求以及我国经济、科技发展和学生个性发展的需要,使学生获得有关食品添加剂实验基础理论、基本知识和基本操作技能。实验课的作用不仅是验证学生所学的理论知识,更重要的是通过本门课程的教学活动,训练学生进行科学实验的方法和技能,使学生逐步学会对实验现象进行观察、分析、通过本门实验课程的教学,使学生加深对食品添加剂基础理论知识的学习和理解。掌握实验的原理、方法手段及操作技能的有关知识,以指导正确地使用食品添加剂。通过实验教学,使学生养成严格、认真和实事求是的科学态度,具有一定的实验操作能力和实验数据处理能力、实验结果及书写实验报告的能力,并具有把这种技能运用到本学科后续课程的学习及科研活动中去的能力。

编写本书的目的在于作为食品添加剂综合性实验的指导用书,设置综合性实验是一种创新的尝试,综合性实验有比较大的自由度,给学生以很大的自由发挥空间,引发学生的好奇心,激发学生探索食品科学的兴趣。综合性实验的特点之一就是它的新颖性和不固定性,正是这一特点,能够调动学生的学习积极性和创造性思维。充分发挥学生的个性,鼓励学生在独立思考中去创新,培养学生的动手能力、独立操作能力和观察分析、总结问题的能力。有利于让学生及早进入科研角色,有利于进行学术创新,培养基本的科学素质,为将来的毕业论文和工作打下良好的基础。

本指导书中只提供部分范例,不要求学生必须按范例所提供的方法做实验,鼓励学生根据实验室现有条件选定实验题目,设计实验方案、独立思考、独立操作。

由于时间仓促,水平有限,一定会存在许多缺点,欢迎大家提出宝贵意见。

目 录

前 言

第一篇 常用食品添加剂实验

第一章 食品添加剂的概述·····	(3)
第一节 食品添加剂的概况·····	(3)
第二节 食品添加剂的毒理学评价和使用标准·····	(7)
第三节 全球食品添加剂市场特点及发展趋势·····	(10)
第四节 食品添加剂实验的性质、作用和要求·····	(10)
思考题·····	(10)
参考文献·····	(11)
第二章 食品防腐剂·····	(12)
第一节 食品防腐剂概述·····	(12)
第二节 防腐剂使用注意事项及影响因素·····	(17)
第三节 实验实例·····	(18)
思考题·····	(23)
参考文献·····	(24)
第三章 食品抗氧化剂·····	(25)
第一节 抗氧化剂概述·····	(25)
第二节 抗氧化剂使用注意事项及增效·····	(28)
第三节 实验实例·····	(29)
思考题·····	(32)
参考文献·····	(32)
第四章 增稠剂和乳化剂·····	(33)
第一节 增稠剂概述·····	(33)
第二节 食用增稠剂的分类与性能·····	(33)
第三节 增稠剂的选用与食品调质技术概要·····	(37)
第四节 使用注意事项·····	(40)
第五节 增稠剂实验实例·····	(40)
第六节 乳化剂概述·····	(45)

第七节 乳化剂实验实例·····	(54)
思考题·····	(55)
参考文献·····	(55)
第五章 食品调色与调色剂 ·····	(56)
第一节 食品调色技术概述·····	(56)
第二节 食品调色技术·····	(66)
第三节 着色剂实验·····	(67)
思考题·····	(69)
参考文献·····	(69)
第六章 食品调香术 ·····	(71)
第一节 食品的香味·····	(71)
第二节 气味的评价·····	(72)
思考题·····	(74)
参考文献·····	(74)
第七章 呈味剂 ·····	(75)
第一节 呈味剂概述·····	(75)
第二节 酸度调节剂·····	(78)
第三节 甜味剂·····	(81)
第四节 呈味剂实验·····	(86)
第五节 呈味物质的特性与调配技术·····	(87)
第六节 酸味与调配·····	(91)
第七节 鲜味与调配·····	(94)
思考题·····	(95)
参考文献·····	(95)

第二篇 食品添加剂的常规分析

第一章 食品添加剂测定的意义和方法分析的基本知识 ·····	(99)
第一节 食品添加剂测定的意义·····	(99)
第二节 食品添加剂常测项目和方法·····	(99)
第三节 样品的采集、制备、保存·····	(99)
第四节 样品预处理·····	(103)
思考题·····	(109)
参考文献·····	(109)

第二章 食品添加剂含量的测定	(110)
第一节 食品防腐剂含量测定	(110)
第二节 食品抗氧化剂含量测定	(116)
第三节 食品中发色剂含量测定	(123)
第四节 食品中漂白剂的测定	(128)
第五节 着色剂——食用合成色素的测定	(135)
第六节 食品中甜味剂含量的测定	(140)
思考题	(147)
参考文献	(147)

第三篇 食品添加剂的现代仪器分析

第一章 气相色谱法	(151)
第一节 色谱法简介	(151)
第二节 色谱法分类	(152)
第三节 色谱法的特点	(152)
第四节 气相色谱的色谱流程	(153)
第五节 基本概念	(153)
第六节 色谱法基本理论	(156)
第七节 气相色谱仪	(158)
第八节 气相色谱最佳实验条件的选择	(166)
第九节 气相色谱法定性、定量分析方法	(168)
第十节 气相色谱法在食品分析中的应用举例	(170)
思考题	(174)
参考文献	(174)
第二章 高效液相色谱法	(175)
第一节 高效液相色谱仪器的发展	(175)
第二节 高效液相色谱的分离原理与分类	(176)
第三节 高效液相色谱仪的组成	(181)
第四节 高效液相色谱仪的几种检测器	(183)
第五节 高效液相色谱仪的定性、定量和应用	(186)
第六节 高效液相色谱在食品添加剂领域的应用实例	(189)
思考题	(198)
参考文献	(199)

第四篇 研究性实验设计基础

第一章 试验设计概述·····	(203)
第一节 试验设计的意义和任务·····	(203)
第二节 试验设计的作用·····	(203)
第三节 试验设计方法的主要内容·····	(204)
第四节 基本概念·····	(204)
第五节 食品试验研究的主要内容·····	(206)
第六节 食品试验的基本要求和注意事项·····	(209)
第七节 试验设计的基本原则·····	(210)
第八节 试验方案·····	(212)
第九节 试验设计的性质和价值·····	(216)
第十节 实验研究方法·····	(217)
思考题·····	(217)
第二章 误差和数据处理·····	(218)
第一节 误差及其表示方法·····	(218)
第二节 有效数字及整理规则·····	(228)
第三节 分析数据的取舍·····	(230)
思考题·····	(236)
第三章 正交试验设计·····	(237)
第一节 正交试验设计的意义·····	(237)
第二节 正交表·····	(241)
第三节 正交试验设计的基本步骤·····	(248)
第四节 正交试验的结果分析·····	(252)
第五节 特殊情况下的正交试验·····	(263)
思考题·····	(269)
附录: 正交表·····	(270)
参考文献·····	(277)

第一篇

常用食品添加剂实验

第一章 食品添加剂的概述

食品添加剂是指为改善食品品质和色、香、味，以及为防腐和加工工艺的需要而加入食品中的化学合成或者天然物质。营养强化剂、胶基糖果中基础剂物质、食品工业用加工助剂也包括在内。

食品添加剂在食品加工工艺的顺利进行以及新产品的开发等方面，都发挥着极为重要的作用。由于食品工业的快速发展，食品添加剂已经成为现代食品工业的重要组成部分，并且已经成为食品工业技术进步和科技创新的重要推动力。所以说，没有食品添加剂就没有现代食品工业！

第一节 食品添加剂的概况

一、食品添加剂的分类

1. 按来源分天然食品添加剂和人工化学合成品两大类。天然食品添加剂又分为由动植物提取制得和用生物技术方法由发酵或酶法制得两种；化学合成品又可分为一般化学合成品与人工合成天然等同物。

2. 按生产方法分类，有化学合成、生物合成（酶法和发酵法）、天然提取物三大类。

3. 按作用和功能分类：根据中国 2008 年颁布的《食品添加剂分类和代码》（GB12493-2007）规定，按其主要功能作用的不同分为：

酸度调节剂、抗结剂、消泡剂、抗氧化剂、漂白剂、膨松剂、胶基糖果中基础剂物质、着色剂、护色剂、乳化剂、酶制剂、增味剂、面粉处理剂、被膜剂、水分保持剂、营养强化剂、防腐剂、稳定剂和凝固剂、甜味剂、增稠剂、食品用香料、食品工业用加工助剂，还有其他类别。

我国有关食品添加剂的法规与标准及主要内容：

	法规及标准名称	主 要 内 容
法律	《中华人民共和国食品卫生法》	我国唯一一部对食品添加剂及其生产使用过程中有关卫生和安全问题做出规定的国家法律。

续 表

	法规及标准名称	主 要 内 容
卫生行政规章	《食品添加剂卫生管理办法》	规定需要申报的添加剂范围以及申报资料的要求；对食品添加剂生产企业提出明确要求，并实施卫生许可证制度；提出对食品添加剂经营者的卫生要求；说明了对复合添加剂的管理方式和要求；提出对食品添加剂的标识和说明书的要求和标准的重审和修订条款；对食品添加剂生产、经营企业的质量和卫生管理提出要求；对食品卫生检验单位进行食品添加剂检验有明确要求。
	卫生部食品添加剂申报与受理规定	配合《食品添加剂卫生管理办法》的实施，规范食品添加剂的监督管理，对食品添加剂申报材料作了进一步明确要求。
	《食品添加剂生产企业卫生规范》卫法监发[2002]	卫生部规定了对食品添加剂生产企业选址、原料采购、生产过程、贮运以及从业人员的基本卫生要求。
	《食品营养强化剂卫生管理办法》	卫生部对食品营养强化进行标准化法制管理
标 准	《食品安全性毒理学评价程序》(GB 15193.1 - 1994)	GB15193.1 - 1994 《食品安全性毒理学评价程序》是检验机构进行毒理学试验的主要标准依据，该标准适用于评价食品生产、加工、保藏、运输和销售过程中使用的化学和生物物质（其中包括食品添加剂）以及在这些过程中产生和污染的有害物质，食物新资源及其成分和新资源食品。
	《食品添加剂使用卫生标准》(GB2760 - 2007)	本标准规定了食品添加剂的品种、使用范围及最大使用量，适用于所有使用食品添加剂的生产经营和使用者的。
	《食品添加剂分类和代码》(GB 12493 - 2007)	《食品添加剂使用卫生标准》(GB2760 - 2007) 采用两个标准的分类及代码、编码，这两个标准适用于食品添加剂的信息处理和情报交换。
	《食品用香料分类与编码》(GB/T 14156 - 1993)	
	《食品营养强化剂使用卫生标准》(GB 14880 - 1994)	1994 年卫生部颁布。标准中列出了我国允许使用的营养强化剂的品种、使用范围和最大使用量。营养强化剂的使用必须符合 GB14880 - 1994、GB2760 - 2007 以及卫生部有关公告名单中规定的品种、范围和使用量，并遵守《食品营养强化剂使用卫生标准实施细则》和其它相关法规标准的规定。
	《食品标签通用标准》(GB7718 - 2004)	该标准规定了食品标签的基本原则、标注内容和标注要求。有几项条款涉及食品添加剂，其中规定了“食品添加剂必须使用 GB2760 规定的产品名称或种类名称”进行标示。

根据《食品卫生法》制定实施了《食品添加剂卫生管理办法》、《食品添加剂生产企业卫生规范》、《卫生部食品添加剂申报与受理规定》等规章、规范和《食品添加剂使用卫生标准》、《食品营养强化剂使用卫生标准》等等配套标准，基本形成较为完善的食物添加剂法规和标准体系。

为了规范食品添加剂的使用、保障食品添加剂使用的安全性，中华人民共和国卫生部，中国国家标准管理委员会，根据国家有关法律的规定，制定并发布了 GB2760 《食品添加剂使用卫生标准》，该标准规定了食品添加剂的使用原则、食品中允许使用的添加剂品种，并详细规定了使用范围、使用量，是指导食品企业正确使用食品添加剂的技术法规，也是食品监督机构开展相关监管工作的重要依据。

GB2760 自颁布以来已经多次修订，最新修订的 GB 2760 - 2007 是修订最大的一次，正式实施时间为 2008 年 6 月 1 日。该标准代替 GB 2760 - 1996 《食品添加剂使用卫生标准》、GB/T 12493 - 1990 《食品添加剂分类和代码》。GB 2760 - 2007 与 GB 2760 - 1996 和 GB/T 12493 - 1990 相比，无论在原则、体例、内容上都有了很大的变化，主要变化如下：

- (1) 增加了食品添加剂的使用原则；
- (2) 增加了食品分类系统；
- (3) 在危险性评估的基础上，结合食品分类系统，调整了部分食品添加剂的品种、使用范围和最大使用量；
- (4) 调整了食品添加剂品种、使用范围、使用量的检索方式；
- (5) 增加了可在各类食品中按生产需要适量使用的添加剂名单，以及按生产需要适量使用的添加剂所例外的食品类别名单等。

二、食品添加剂在食品加工中的意义

食品添加剂是加工食品的重要组成部分，各类食品在加工过程中，依据加工产品特点选用合适的食品添加剂。食品添加剂用于食品工业以后，发挥着以下重要作用：

1. 有利于提高食品的质量

随着人们生活水平的提高，人们对食品的品质要求也就越高，不但要求食品新鲜可口，具有良好的色、香、味、形，而且要求食品具有较高的、合理的营养结构。这就要求在食品中添加合适的食品添加剂。食品添加剂对食品质量的影响主要体现在 3 个方面。

(1) 提高食品的储藏性，防止食品腐败变质

目前，绝大多数食品都来自动物、植物。各种生鲜食品和各种高蛋白质食品如不采取防腐保鲜措施，出厂后将很快腐败变质。为了保证食品在保质期内保持应有的质量和品质，必须使用防腐剂、抗氧化剂和保鲜剂。

(2) 改善食品的感官性状

食品的色、香、味、形态和质地是衡量食品质量的重要指标，食品加工过程一般都有碾磨、破碎、加温、加压等物理过程，在这些加工过程中，食品容易褪色、变色，有一些食品固有的香气也散失了。此外，同一个加工过程难以解决产品的软、硬、脆、韧等口感的要求。如果在食品加工过程中，适当使用着色剂、护色剂、漂白剂、食用香料、品质改良剂以及乳化剂、增稠剂等添加剂，可显著提高食品的感官性状。

(3) 保持或提高食品的营养价值

防腐剂和抗氧化剂在防止食品腐败变质的同时，对保持食品的营养价值也有一定的作用。食品加工中可能造成一定的营养损失，在加工食品中适当地添加某些属于天然营

营养素范围的食品营养强化剂，可以大大提高食品的营养价值。

2. 增加食品的花色品种

食品超市的货架，摆满了琳琅满目的各种食品。这些食品除主要原料是粮油、果蔬、肉、蛋、奶外，还有一类不可缺少的原料，就是食品添加剂。各种食品根据加工工艺的不同、品种的不同、口味的不同，一般都要选用正确的各类食品添加剂，尽管添加量不大，但不同的添加剂能获得不同的花色品种。

3. 有利于食品加工操作

食品加工过程中许多需要润滑、消泡、助滤、稳定和凝固等，如果不用食品添加剂就无法加工。

4. 有利于满足不同人群的特殊营养需要

社会上存在着不同的人群，除按年龄分为婴儿、儿童、青年、老年等外，尚有不同职业岗位、不同类常见病多发病人，因此，研究开发食品必须要考虑如何满足不同人群的需要，这就要借助于各种食品添加剂。例如，糖尿病患者不能食用蔗糖，又要满足甜的需要。因此，需要各种甜味剂。可用甜味剂如三氯蔗糖、天门冬酰苯丙氨酸甲酯、甜叶菊糖等来代替蔗糖用于加工食品。对于缺碘人群供给碘强化食盐，可防止因缺碘而引起的甲状腺肿大。婴儿生长发育需要各种营养素，因而发展了添加有矿物质、维生素的配方奶粉。二十二碳六烯酸（DHA）是组成脑细胞的重要营养物质，对儿童智力发育有重要作用，可在儿童食品如奶粉中添加，以促进儿童健康成长。

近年来，功能性食品添加剂的开发和研究受到世界各国的日益重视。国内外研究表明，大豆异黄酮、人参素、缀合的脂肪酸（CLA）、肉豆蔻醚、槲皮苷、番茄红素等具有明显的防癌作用；核酸可防止皮肤出现皱纹和粗糙等衰老现象；光合菌营养丰富，维生素、微量元素、氨基酸种类齐全，故可调节人体分泌功能，提高免疫力。这些功能性食品添加剂可添加到食品中，加工成保健食品，以满足不同人群的需要。

5. 提高经济效益和社会效益

食品添加剂的使用不仅增加食品的花色品种和提高了品质，而且在生产过程使用稳定剂、凝固剂、絮凝剂等各种添加剂能降低原材料消耗，提高产品收率，从而降低了生产成本，可以产生明显的经济效益和社会效益。

6. 有利于开发新的食品资源

目前，许多天然植物都已被重新评价，丰富的野生植物资源亟待开发利用。据统计，自然界中的可食性植物有80 000多种，仅我国的蔬菜品种就有17 000种，还有大量的动物、矿物和海产品，可食用的昆虫就有500多种。要对这些资源进行开发研究，就需要添加各种食品添加剂，以制成营养丰富、品种齐全的新型食品，满足人类发展的需要。

7. 有利于原料的综合利用

各类食品添加剂可使原来被认为只能丢弃的东西重新得到利用并开发出物美价廉的新型食品。

总之，食品添加剂在食品工业中的重要地位，体现在4个方面：①以色、香、味、形适应消费者的需要，从而体现加工食品的消费价值；②随着消费者对营养、保健要求

的不断提高,人们愿意以高价购买特殊营养、保健和强化食品;③有些保鲜方法(包括抗氧化、防止微生物生长)的研究进展,取得了比罐头、速冻食品更有效、更经济的加工手段;④方便、快餐等食品高速增长,其色、香、味、形和质量等均与食品添加剂有关。

三、食品添加剂的选用原则

随着食品工业的发展,人们食用的食品品种越来越多,追求的色、香、味、形、营养等质量越来越高,随食品进入人体的添加剂数量和种类也越来越多。在日常生活中,普通人每天常摄入几十种食品添加剂,因此食品添加剂的安全使用极为重要。

面对诸如问题肉、问题面粉、问题凉果乃至问题奶粉等食品安全事件,安全性是食品添加剂的命脉,各种食品添加剂的能否使用、使用范围和最大使用量,各国都有严格规定,受法律制约,以保证使用的安全。

选用食品添加剂要注意:

(1) 各种食品添加剂都必须经过一定的安全性毒理学评价。生产、经营和使用食品添加剂应符合卫生部颁发的《食品添加剂使用卫生标准》和《食品添加剂卫生管理办法》,以及国家标准局颁发的《食品添加剂质量规格标准》。此外,食品营养强化剂应遵照我国卫生部颁发的《食品营养强化剂使用卫生标准》和《食品营养强化剂卫生管理办法》。

(2) 鉴于有些食品添加剂具有一定毒性,应尽可能不用或少用,必须使用时应严格控制使用范围及使用量。

(3) 应有助于食品的生产、加工和储存等过程,具有保持营养成分、防止腐败变质、改善感官性状和提高产品质量等作用。

(4) 不能用来掩盖食品腐败变质等缺陷,也不能用来对食品进行伪造、掺假等违法活动。

(5) 选用的食品添加剂应符合相应的质量指标,用于食品后不得分解产生有毒物质,用后能被分析鉴定出来。

(6) 选用要考虑价格低廉、使用方便、安全、易于储存、运输和处理等因素。

第二节 食品添加剂的毒理学评价和使用标准

一、食品添加剂的毒理学评价方法

为了安全使用食品添加剂,需对其进行毒理学评价。通过毒理学评价确定食品添加剂在食品中无害的最大限量,并对有害的物质提出禁用或放弃的理由,它是制订食品添加剂使用标准的重要依据。

1. 毒理学评价试验与结果判定

(1) 毒理学试验

①急性毒性试验:测定 LD_{50} , 了解受试物的毒性强度、性质和可能的靶器官,为进一步进行毒性试验的剂量和毒性判定指标的选择提供依据。 LD_{50} 也即动物的半数致死

量,是指能使一群试验动物中毒死亡一半的投药剂量,以“mg/kg”表示。 LD_{50} 是判断食品添加剂安全性的常用指标之一,它表明了食品添加剂急性毒性的大小。

通常按经口 LD_{50} 将物质的急性毒性分为 6 级,见表 1-1。

表 1-1 经口 LD_{50} 与毒性分级

毒性级别	LD_{50} / (mg/kg)	毒性级别	LD_{50} / (mg/kg)
极 毒	< 1	低 毒	501 ~ 5 000
剧 毒	1 ~ 50	相对无毒	5 001 ~ 15 000
中等毒	51 ~ 500	无 毒	> 15 000

注: LD_{50} 数据以大白鼠每千克体重为标准。

②传毒性试验: 对受试物的遗传毒性以及是否具有潜在致癌作用进行筛选。

③致畸试验: 了解受试物对胎仔是否具有致畸作用。

④短期喂养试验: 对只需进行第一、第二阶段毒性试验的受试物,在急性毒性试验的基础上,通过 30d 喂养试验,进一步了解其毒性作用,并可初步估计最大无作用剂量 (MNL)。

MNL 也称最大耐受量、最大安全量或最大无效量,是指动物长期摄入该受试物而无任何中毒表现的每日最大摄入量,单位为“mg/kg”。

⑤亚慢性毒性试验——90d 喂养试验、繁殖试验: 观察受试物以不同剂量水平经较长期喂养后对动物的毒性作用性质和靶器官,并初步确定最大无作用剂量;了解受试物对动物繁殖及对仔代的致畸作用,为慢性毒性和致癌试验的剂量选择提供依据。

⑥代谢试验: 了解受试物在体内的吸收、分布和排泄速度以及蓄积性,寻找可能的靶器官;为选择慢性毒性试验的合适动物种系提供依据,了解有无毒性代谢产物的形成。

⑦慢性毒性和致癌试验: 了解经长期接触受试物后出现的毒性作用,尤其是进行性和不可逆的毒性作用以及致癌作用;最后确定最大无作用剂量,为受试物能否用于食品的最终评价提供依据。

(2) 各项毒理学试验结果的判定

①急性毒性试验: 如 LD_{50} 剂量小于人的可能摄入量的 10 倍,则放弃该受试物用于食品,不再继续其他毒理学试验;大于 10 倍者,可进入下一阶段毒理学试验。凡 LD_{50} 在人的可能摄入量的 10 倍左右时,应进行重复试验,或用另一种方法进行验证。

②遗传毒性试验: 根据受试物的化学结构、理化性质以及对遗传物质作用终点的不同,并兼顾体外和体内试验以及体细胞和生殖细胞的原则,在细菌致突变试验、小鼠骨髓微核率测定或骨髓细胞染色体畸变分析、小鼠精子畸形分析和睾丸染色体畸变分析中选择 4 项试验。

③短期喂养试验: 在只要求进行两阶段毒性试验时,若短期喂养试验未发现有明显毒性作用,综合其他各项试验即可做出初步评价;若试验中发现有明显毒性作用,尤其

是有剂量—反应关系时，则考虑进行进一步的毒性试验。

④根据 90d 喂养试验、繁殖试验、传统致畸试验 3 项试验得最大无作用剂量进行评价。

2. 食品添加剂安全性毒理学评价试验的选择

我国规定，除我国创新的新化学物质一般要进行 4 个阶段的全部试验外，对其他食品添加剂可视国际上的评价结果等分别进行不同阶段的试验。具体来说，食品添加剂的安全性毒理学试验的选择方法如下：

①香料：鉴于食品中使用的香料品种很多，化学结构很不相同，而用量则很少，在评价时可参考国际组织及国外的资料 and 规定，分别决定需要进行的试验。

②其他食品添加剂：凡属毒理学资料比较完整，世界卫生组织已公布日许量或不需规定日许量者，要求进行急性毒性试验和一项致突变试验，首选 Ames 试验或小鼠骨髓微核试验；世界卫生组织未公布日许量，或资料不完整者，在进行第一、第二阶段毒性试验后作初步评价，以决定是否需进行进一步的毒性试验；对于由天然植物制取的单一组分，高纯度的添加剂，凡属新品种需先进行第一、第二和第三阶段毒性试验，凡属国外已批准使用的，则进行第一和第二阶段毒性试验。

③进口食品添加剂：要求进口单位提供毒理学资料及出口国批准使用的资料，由省、直辖市、自治区一级食品卫生监督检验机构提出意见报卫生部食品卫生监督检验所审查后决定是否需要进行毒性试验。

二、每日允许摄入量(ADI)和最大使用量(E)的确定

每日允许摄入量（简称日允量 ADI）是指人类每天摄入某种食品添加剂直到终生而对健康无任何毒性作用或不良影响的剂量，以每人每日每千克体质量摄入的质量（mg/kg）表示。ADI 是国内外评价食品添加剂安全性的首要和最终依据，也是制定食品添加剂使用卫生标准的重要依据。最大使用量是指某种添加剂在不同食品中允许使用的最大添加量，通常以“g/kg”表示。ADI 和 E 的确定方法如下：

①根据动物毒性试验确定最大无作用剂量（MNL）。

②根据 MNL 定出人体每日允许摄入量（ADI）值。MNL 剂量对动物是安全的，但将动物试验所得数据用于人时，由于存在个体和种系差异，故应给出一个合理的安全系数，根据国际规定把安全系数定为 100。

$$\text{每日允许摄入量(ADI)} = \text{MNL} \times \frac{1}{100}$$

③将每日允许摄入量（ADI）乘以平均体质量求得每人每日允许摄入总量（A）。

④根据膳食调查，搞清膳食中含有该物质的各种食品的每日摄入量（c），然后即可分别算出其中每种食品含有该物质的最高允许量（D）。

⑤根据该物质在食品中的最高允许量（D）制订出该种添加剂在每种食品中的最大使用量（E）。原则上总是希望食品中的最大使用量标准低于最高允许量，具体要按照其毒性及使用等实际情况确定。