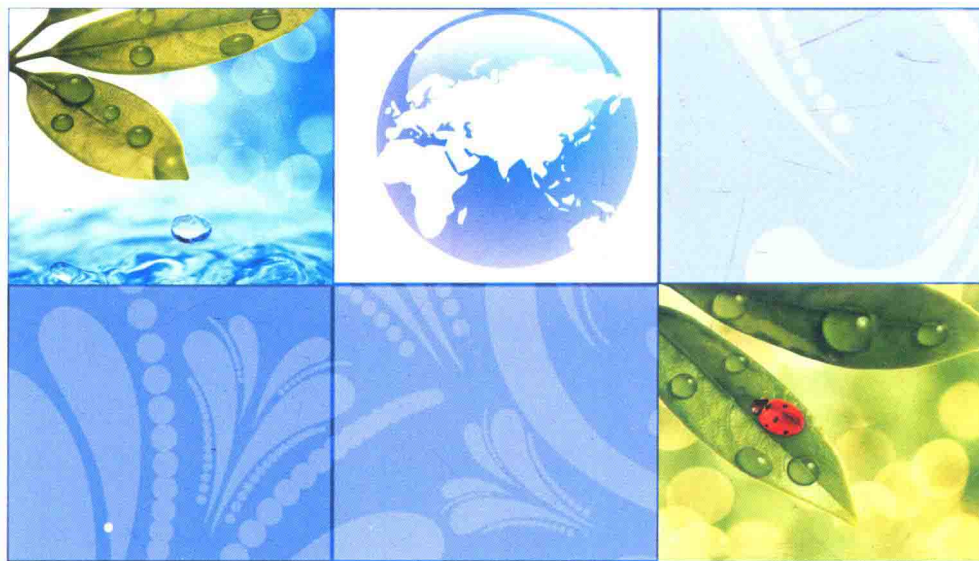


Identification and Risk Assessment
for Environmental Endocrine Disrupting Pesticides

环境激素类农药识别与 风险评价

单正军 韩志华 主编



环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

环境激素类农药识别与风险评价

单正军 韩志华 主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书为环保公益性行业科研专项经费项目成果。本书介绍了发达国家及国际组织环境激素研究现状,分析了环境激素对鱼类生殖毒性效应作用机制,建立了环境激素类农药快速筛选方法(鱼类 21 天短期繁殖测试方法、酵母双杂交法)和鱼类两代生命周期试验测试方法,创建了环境激素类农药生态风险评价技术。

本书可供从事农药和化学产品生产、教学、科研及管理的相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境激素类农药识别与风险评价/单正军,韩志华主编. —北京:科学出版社, 2014.11

(环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书)

ISBN 978-7-03-042288-0

I. ①环… II. ①单… ②韩… III. ①环境激素-农药测定 IV. ①S481

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 248194 号

责任编辑:陈岭啸 刘海涛 顾晋飴/责任校对:张小霞

责任印制:肖 兴/封面设计:许 瑞

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 11 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 11 月第一次印刷 印张:16 3/4

字数:398 000

定价:79.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书
编著委员会

顾 问：吴晓青

组 长：赵英民

副组长：刘志全

成 员：禹 军 陈 胜 刘海波

《环境激素类农药识别与风险评估》

编写组

主 编

单正军 环境保护部南京环境科学研究所

韩志华 环境保护部南京环境科学研究所

成 员

周军英 环境保护部南京环境科学研究所

卜元卿 环境保护部南京环境科学研究所

王 蕾 环境保护部南京环境科学研究所

程 燕 环境保护部南京环境科学研究所

姜锦林 环境保护部南京环境科学研究所

谭丽超 环境保护部南京环境科学研究所

王 晶 中国人民解放军第四五四医院

骆益宙 中国人民解放军第四五四医院

唐永明 中国人民解放军第四五四医院

查金苗 中国科学院生态环境研究中心

顾 问

蔡道基 环境保护部南京环境科学研究所

序 言

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了“建设生态文明”、“建设资源节约型与环境友好型社会”、“推进环境保护历史性转变”、“让江河湖泊休养生息”、“节能减排是转方式、调结构的重要抓手”、“环境保护是重大民生问题”、“探索中国环保新道路”等一系列新理念新举措。在科学发展观的指导下，“十一五”环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶、出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略，建设了环境科技创新体系、环境标准体系、环境技术管理体系三大工程。5年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项启动实施，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强；发布了502项新标准，现行国家标准达1263项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了100余项环保技术文件的制修订工作，初步建成以重点行业污染防治技术政策、技术指南和工程技术规范为主要内容的国家环境技术管理体系。环境科技为全面完成“十一五”环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构，支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动，“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署，环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护“十一五”科技发展规划》确定的重点领域和优先主题，立足环境管理中的科技需求，积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”期间，环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目234项，涉及大气、水、生态、土壤、固体废物、核与辐射等领域，共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与，逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前，专项取得了重要

研究成果，提出了一系列控制污染和改善环境质量的技术方案，形成一批环境监测预警和监督管理技术体系，研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术，提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议，为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”期间环保公益性行业科研专项经费项目研究成果，及时总结项目组织管理经验，环境保护部科技标准司组织出版“十一五”环保公益性行业科研专项经费系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是环境领域不可多得资料文献。丛书的组织出版，在科技管理上也是一次很好的尝试，我们希望通过这一尝试，能够进一步活跃环保科技的学术氛围，促进科技成果的转化与应用，为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长



2011年10月

前 言

环境激素又称环境内分泌干扰物，是继温室效应、臭氧层破坏之后的全球第三大环境问题。1999年9月UNEP和FAO明确了67种环境激素物质，其中44种为农药。环境激素进入生物体后，可对人类及野生动物的内分泌与生殖系统产生干扰和不良影响，从而造成生殖障碍、发育异常及某些免疫系统和神经系统疾病。我国是农药生产使用大国，目前确认的44种环境激素类农药在我国均有销售和使用，农药在给我国带来巨大经济效益的同时，也对生态环境及人体健康造成严重威胁，尤其是环境激素类农药的危害更加严重。目前农药的环境激素效应问题已成为全世界广泛关注的热点。为了有效地识别农药的环境激素效应，并对其造成的生态风险进行客观评价，世界各国都在积极开发各种环境激素效应识别筛选与测试技术，并积极探索运用生态风险评价的手段来预防和减少农药对生态环境的危害和风险。

近年来环境激素效应识别筛选方法的研究与建立在环境激素类农药的登记与生态环境安全管理中发挥着越来越重要的作用。在美国及经济合作与发展组织（OECD）等一些农药管理的先进国家和组织，一系列环境激素效应体内、体外测试方法体系已经建立，如美国的Tier1、Tier2内分泌干扰物层级筛选方法体系；OECD的环境内分泌干扰物测试评估框架体系等。这些筛选方法体系的建立，为农药的环境内分泌干扰活性鉴定和分类识别提供了方法学依据。同时环境激素类农药的生态风险评价已成为农药登记管理中必不可少的环节，通过生态风险评价可判断农药施用后对生态环境造成的危害，进而采取一定的风险管理流程进行决策。

环境内分泌干扰效应筛选识别方法主要包括两大类，一是体外测试，二是体内测试。体外测试方法的优点是高通量、试验周期短，缺点是往往只能针对单一作用机制进行识别，且存在假阳性；体内测试方法的优点是可针对多种作用机制进行识别，试验结果可靠，缺点是试验周期长。目前国际上的通用做法是运用体外测试方法进行初筛，再运用体内测试方法进一步确认其作用机制。体内测试方法由于研究难度大，验证周期长，在近十年才逐步建立与完善起来。体内测试方法包括水生鱼类方法、水生甲壳类方法和水生两栖类方法等，还包括鸟类测试方法和哺乳动物鼠类测试方法等。目前，这些建立的方法已在欧美等发达国家得到广泛应用，为农药环境安全管理提供了强有力的技术支撑。

我国是农药生产与使用大国，自2007年起，农药生产量超过美国，成为世界第一，农药的施用量更是多年来维持世界第一。今后很长时期内，我国农药用量仍很大且将持续增加，农药在我国的长期大量使用对我国生态环境产生的影响有些已经显现，其中大量疑似环境激素类农药的广泛使用更是导致我国直接面临严峻的环境激素污染危害。如何建立并运用准确、可靠的方法有效识别农药的环境激素效应，明确其作用机制，并科学预测环境激素类农药使用可能带来的风险，最大限度地避免或减少风险，已成为我国当前亟待解决的问题。

我国的科研工作者在近十年来开展了一些有关内分泌干扰效应筛选识别方法的研究,且农药管理部门也很重视农药的环境安全管理,登记资料要求在逐步加严,2007年12月农业部新发布的《农药登记资料规定》中已开始出现生态风险评价的要求。但由于现阶段我国还没有系统的成熟的内分泌干扰效应筛选识别方法,尤其是缺乏体内测试方法,且没有统一的农药生态风险评价程序与方法,也没有比较成熟的生态风险评价技术,因此尚无法运用有关筛选识别方法对农药进行筛选,也无法对风险评价提出严格的要求。环境激素类农药筛选识别方法与生态风险评价研究在我国尚处于起步阶段,与国外相比,还存在很大差距,也不能适应新形势下我国农药环境管理的要求。主要存在以下几方面问题:①缺乏完整与成熟的内分泌干扰效应筛选识别方法,国内学者在此方面已开展过一些研究,但多是运用国外方法进行的科学研究,没有就方法学本身进行过系统的研究。②缺乏统一的环境激素类农药生态风险评价准则。国内目前的研究基本集中于生态风险评价的程序与方法的研究与探讨,但主要是从研究者的角度出发,对国外生态风险评价的程序与方法进行分析研究,缺乏对整个农药生态风险评价工作的指导性和权威性。③内分泌干扰效应筛选识别方法体系与农药生态风险评价技术体系尚未建立。虽然我国农药环境管理部门已经意识到内分泌干扰效应筛选识别方法体系及生态风险管理的重要性,但方法体系的建立是一个长期而艰难的过程,需要更多的经费、人员以及政策的支持。风险管理是今后农药管理的一个趋势,而风险管理需要建立在比较成熟的风险评价技术之上,而这些我国都还没有完全建立。因此,开展环境激素类农药识别方法与风险评价技术研究具有重要的现实意义。2009公益性行业科研专项经费环保项目“环境激素类农药识别方法与风险评价技术研究”即是在此背景下于2009年12月立项,由环境保护部科技标准司组织,环境保护部南京环境科学研究所负责实施。

本书针对我国环境激素类农药的实际管理需求,开展四个方面的研究:①发达国家及国际组织环境激素研究现状分析研究;②环境激素类农药快速筛选方法研究,包括鱼类21天短期繁殖测试方法、酵母双杂交法;③鱼类两代生命周期试验测试方法研究;④环境激素类农药生态风险评价研究,包括环境激素类农药风险评价技术体系框架研究,环境激素类农药优先控制名录研究。项目研究将初步建立我国环境激素类农药鱼类层级筛选方法体系,建立环境激素类农药生态风险评价技术体系,有利于促进和提高我国农药的环境管理水平,最大限度地减少农药使用对生态环境造成的危害与风险,为我国农药环境安全管理提供技术支撑。

本书的写作得到了环境保护部科技标准司以及南京环境科学研究所领导的关心和支持,项目协作单位中国人民解放军第四五四医院在环境激素效应生物标志物的研究方面付出了艰苦的努力。项目实施还得到了中国科学院生态环境研究中心、南京农业大学等诸多单位的支持。在此致以衷心的感谢!

由于时间仓促和作者水平有限,本书难免存在疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

《环境激素类农药识别与风险评价》课题组

2013年7月

目 录

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书 序言

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景及目的意义	1
1.2 研究内容	3
1.3 技术路线	4
第 2 章 国内外环境激素研究现状分析	5
2.1 美国的环境内分泌干扰物筛选计划 (EDSP) 研究	5
2.2 OECD 内分泌干扰物测试策略与方法研究	26
2.3 欧盟关于内分泌干扰物研究策略与筛选方法	35
2.4 日本内分泌干扰物筛选体系与检测技术	43
2.5 我国环境激素类农药研究进展与建议	47
第 3 章 环境内分泌干扰物对鱼类生殖生态毒性效应研究	49
3.1 环境内分泌干扰物 (EDCs) 及其作用机制	49
3.2 鱼类繁殖负面效应的生物标志	61
3.3 生态风险评估 (ERA)	73
第 4 章 环境雌激素酵母生物检测技术研究	75
4.1 环境激素类农药体外生物检测技术研究进展	75
4.2 重组酵母有机氯类农药雌激素筛选试验	78
4.3 重组酵母环境雌激素检测技术应用	85
4.4 酵母双杂交法检测不同农药的雌激素效应研究	93
第 5 章 Tier1 筛选方法——鱼类 21 天短期繁殖测试方法研究	98
5.1 标准试验物种的选择、培育、繁殖技术研究	98
5.2 林丹、 β -硫丹对斑马鱼生长发育的影响	101
5.3 林丹、 β -硫丹对斑马鱼繁殖的影响	107
5.4 林丹、 β -硫丹对斑马鱼卵黄蛋白原 (VTG) 的影响	111
第 6 章 Tier2 筛选方法——鱼类 2 代繁殖测试方法研究	122
6.1 材料与方法	122
6.2 结果与分析	124
6.3 讨论	133
6.4 结论	133
第 7 章 环境雌激素及其类似物 VTG 重组合成及快速检测研究	134
7.1 环境雌激素及其类似物 VTG 重组合成	136

7.2 胶体金法快速定性检测 VTG 试纸的制备	145
第 8 章 农药生态风险评价程序与技术研究	154
8.1 农药生态风险评价程序研究	155
8.2 国内外环境激素类农药生态风险评价研究现状	178
8.3 我国环境激素类农药生态风险评价技术的建立	206
8.4 小结	217
第 9 章 环境激素类农药优先名录	218
9.1 国外环境激素类农药优先名录筛选概况	218
9.2 我国环境激素类农药优先名录筛选	226
9.3 小结	237
参考文献	239
附录	256

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景及目的意义

1.1.1 研究背景

环境激素是指环境中存在的一些能够像激素一样影响生物体内分泌功能的物质。内分泌系统，也称激素系统，是人和动物体内腺的总称，存在于所有的哺乳动物、鸟类、鱼类以及许多其他类型的生物中。内分泌系统由体内腺体、各腺体产生的激素、器官及组织中用于识别激素并产生反应的受体 3 部分组成。负责分泌各种激素以调节机体的生理功能，如情绪、生长和发育、组织功能和新陈代谢等。研究发现，一些外源性物质，能通过干扰生物体内激素的合成、分泌、运输、结合、反应或消除，从而影响内分泌系统的正常功能，我们称之为环境激素或者环境内分泌干扰物（endocrine disruptors）。环境激素是继温室效应、臭氧层破坏之后的全球第三大环境问题。其对内分泌系统的干扰有多个途径，一是类似内源激素，导致机体产生对刺激的过度反应（如生长激素导致肌肉物质的过度增加），或是在非正常的时间产生反应（如在不需要的时候产生胰岛素）；二是阻碍激素与受体结合后产生非正常反应；三是可直接刺激或抑制内分泌系统，导致激素的过度产生或产生不足。

目前据国外相关的报道：已被确认的环境激素为 60~70 种，除重金属镉、铅和汞等外，主要是有机化合物，包括农药、表面活性剂和增塑剂等。1996 年美国国家环境保护局（U.S. Environmental Protection Agency, EPA）列出 60 种，1997 年世界自然基金会（World Wide Fund for Nature, WWF）列出 68 种，1998 年日本国立环境研究所（NIES）列出 68 种，其中农药 43 种。环境激素大多属脂溶性物质，化学性质稳定，不易降解，易通过食物链在生态系统内富集，环境中微量或痕量的雌激素类物质通过食物链三四个营养级的富集即可达到惊人的浓度而发挥其毒害作用。因此即使在很低浓度下环境激素也能影响动物和人类的正常生理活动。早在 1968 年和 1970 年，Bitman 等就报道了环境外源性化合物（如 DDT、PCBs 等）的雌激素活性。进入 20 世纪 80 年代，环境激素对健康和生态系统的危害得到了科学家普遍的认同。近年来在实验室研究中已发现许多化合物会干扰动物内分泌系统，有充足的证据证明暴露于环境激素类物质中的鱼类和野生动物的发育和繁殖会受到负面影响。20 世纪后期，人们首先发现一些鱼类的生殖器官始终不能发育成熟，雌雄同体率增多，雄性退化，种群退化。1999 年 4 月，日本建设省公布一项调查结果，日本的 7 条河流中的雄鲤鱼有 1/4 雌性化。Heinz 等证实，在 20 世纪 80 年代中期从 Apopka 湖获取的短嘴鳄的卵中，检测出毒杀芬、狄氏剂等环境激素农药的浓度很高。环境激素对鸟类的影响主要表现在性别比、性行为的改变，生长和代谢异常及卵壳变薄。1968~1978 年对加利福尼亚圣巴巴拉西部捕获的 856 只海鸥进行解剖发现雌雄比例为 0.26，而在密歇根湖东部，1978~

1981 年发现雌雄比例仅为 0.006~0.01。

近半个世纪以来,随着人口的激增、工业化进程的加速和集约化农牧业的兴起,排放到环境中的环境激素量显著增多。虽然大多数环境污染物在高浓度时才会对生物构成损害,然而长期暴露于低剂量的环境激素中也会对人或动物产生严重负面影响。我国是农业大国,也是农药生产和使用大国,目前基本确定的环境激素类农药在我国均有生产和使用的历史。我国每年农药生产量约 200 万 t (以有效成分计),从 2007 年起一直位居世界第一。可以预计,今后很长时期内,我国农药用量仍很大且将持续增加,农药施用后约 80%直接进入环境,鉴于此背景情况,我国已面临严峻的环境激素污染危害。由于我国缺乏相应的检测方法及评价体系,没有相应的管理措施,因此一旦环境激素类农药进入环境对人类健康及生态系统将会造成巨大的危害影响。

Colborn 等编写的 *Our Stolen Future* 一书揭露了环境中化学污染物的内分泌干扰效应,引起了广大公众及科学界对内分泌干扰物的广泛关注。1997 年 5 月,来自 8 个国家的环境部长在美国的迈阿密市举行有关“儿童环境健康”的会谈。他们特别讨论了婴儿和儿童暴露于内分泌干扰物的健康问题,并建议各国对环境中存在的内分泌干扰物制定风险管理和污染预防策略。1998 年, EPA 启动“内分泌干扰物筛选项目”,即 EDSP 项目,此项目利用有效的化合物筛选和测试方法来鉴定潜在的内分泌干扰物,确定副作用、剂量-反应、风险评估以及在现有法律内进行最终的风险管理,为内分泌干扰物提供筛选方法和管理决策。同年,经济合作与发展组织(OECD)也成立了专门的工作组以制定用于环境内分泌干扰物筛选测试的国际准则。1998 年,日本环境省制定了“环境内分泌干扰物战略方案”,并自 1999 年起,每年组织召开“内分泌干扰物国际研讨会”,以引起全球科学家对内分泌干扰物研究的重视。与发达国家和国际组织相比,我国在此方面的研究相对落后,但目前也有一批学者正致力于内分泌干扰物的筛选、识别、鉴定、分析和风险评价等方面的研究。2007 年,中国科学院申请并主持了我国环境内分泌干扰物研究方面首个 863 课题“环境内分泌干扰物的筛选与监控技术”,标志着对内分泌干扰物的研究已经受到我国政府的高度重视。随后,国家环境保护部明确要求把研究环境内分泌干扰物安全性控制方法作为“十一五”(2006~2010 年)期间环境科技工作的重点。《国家环境科技发展“十一五”规划纲要》里写道:“开展已知 POPs 以及环境内分泌干扰物类环境污染物对不同类群、不同种群、不同生活史阶段的生物以及不同个体/组织/细胞/分子等水平的影响研究,建立相应的监测方法及实验方法”。

目前我国对环境激素效应快速筛选方法的研究还处于摸索阶段,方法标准化程度不够,与国际水平存在很大差距,同时也缺乏系统的评价体系。对我国现有环境激素污染状况缺乏基础数据,流行病学调查资料匮乏。我国对环境激素的识别、检测、毒性和危害等方面的研究均较为薄弱,风险评估及管理尚未系统的开展,相关控制政策也有待出台。

1.1.2 目的意义

由于农药的大量生产和使用,环境激素类农药广泛地存在于自然环境中,其内

分泌干扰活力强,对生物体的危害大。因此,环境激素类农药的识别检测与风险评价已经成为学术界和社会关注的热点。本研究依托2009年度公益性科研专项经费环保项目“环境激素类农药识别方法与风险评价技术研究”,以水生生物鱼类作为检测生物,以环境中主要的环境激素类农药为主要研究对象,结合发育学、病理学、分子生物学等研究手段建立水生生物鱼类内分泌干扰物筛选识别方法,并开展内分泌干扰物酵母双杂交法研究。以期为环境激素类农药的检测探索一种灵敏、便捷的筛选生物分析技术,此外,开展环境激素类农药生态风险评价研究、建立环境激素类农药生态风险评价技术;开展环境激素类农药优先可筛选研究,初步建立优先控制,为我国今后深入开展雌激素环境管理工作提供可行的技术手段。

1.2 研 究 内 容

1.2.1 发达国家及国际组织环境激素研究现状分析

研究美国、OECD、日本、欧盟等发达国家及国际组织在环境激素领域的最新研究成果及研究动态。具体研究内容为各个国家正在进行的试验方法、制定的各类标准和导则、最新研究报告等。分析比较各国所采用试验方法的优缺点及可行性;研究各国标准、导则的制定依据;为我国环境激素试验方法的建立以及相关管理政策的出台提供借鉴和参考依据。

1.2.2 环境激素类农药快速筛选方法研究

研究建立环境激素类农药快速筛选方法,明确各方法的测试指标及环境激素效应反应终点,从中选取1或2种作为推荐的快速筛选方法。进行研究的方法包括鱼类21天短期繁殖测试方法、酵母双杂交法等。

1.2.3 鱼类两代生命周期试验测试方法研究

选择具有环境激素效应的受试物作为研究对象,通过P代至F2代染毒处理,明确各生命周期及世代的反应终点变化指标,明确剂量-效应关系,建立鱼类两代生命周期繁殖试验方法。

1.2.4 环境激素类农药生态风险评价研究

借鉴美国、OECD、欧盟、日本等国或组织的生态风险评价程序,运用各国在环境激素类农药风险评价研究领域的最新研究成果,包括风险评估成果、效应评估成果及风险管理措施等,并结合我国环境激素类农药污染现状及环境管理需求,建立我国环境激素类农药生态风险评价程序,建立符合环境激素类农药风险评价的具体方法。初步建立优先控制环境激素类农药名单。

1.3 技术路线

本书研究内容的技术路线图如图 1-1 所示。

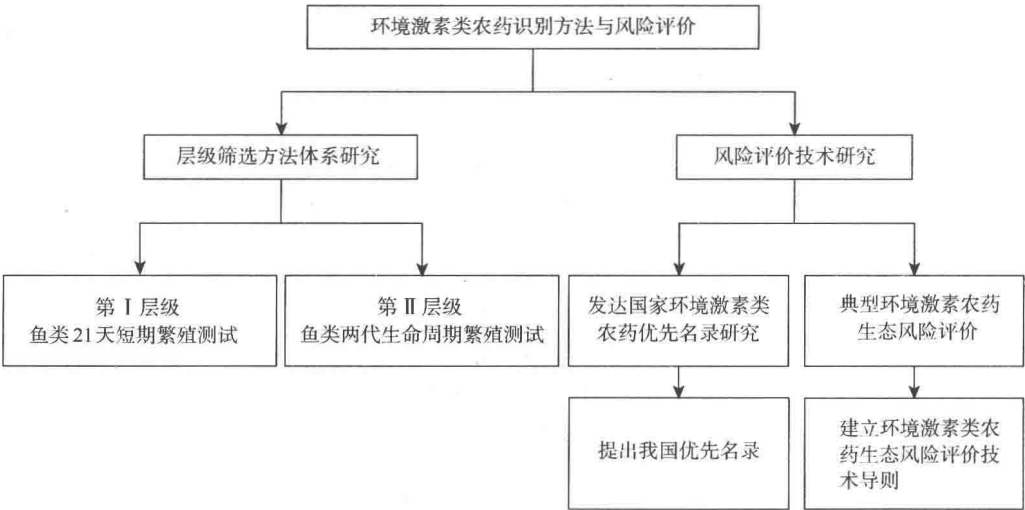


图 1-1 技术路线图

第 2 章 国内外环境激素研究现状分析

环境激素 (environmental endocrine disrupting chemicals, EDCs、EEDCs 或 EDs, 又称环境内分泌干扰物) 以其高脂溶性、持久性、富集性和对内分泌系统显著的干扰性成为国内外环境管理和相关研究关注的焦点。

欧盟、美国、日本等发达国家和地区早在 20 世纪 90 年代均已启动环境激素的系统研究, 目前已建立相对完善的环境激素管理体系。这些管理体系一般由政策法规、环境激素优先名录和环境激素筛选与测试技术构成, 有效地将环境激素的源头控制方针和方法渗透到已有的环境保护法规中。目前各个国家或地区已识别的环境激素有 67~194 种, 其中相当一部分属于农药活性成分、惰性成分及代谢产物。在这些发达国家和地区, 农药注册者、生产者及惰性化学品 (农药组分) 进口者根据相应的环境激素类物质筛选方法进行环境激素效应测试并提交测试结果, 主管部门根据测试结果对该农药的销售或流通予以准许、禁止或惩罚。在对环境激素的风险评估研究方面, 发达国家和地区的框架一般包括剂量-效应模型研究、暴露评价和风险评估三个方面, 同时在界定高关注化学物质作为筛选范围的前提下根据物质信息的完善程度进行环境激素分级、分阶段评价。在这一评估过程中, 这些国家和地区的环境激素检测技术不断进步、环境激素名录日臻完善。

而我国作为农药生产和使用大国, 针对环境激素类农药的监管体系尚未确立, 致使许多列入发达国家 EDCs 黑名单的农药品种仍毫无防范地在我国生产使用, 国内环境中 EDCs 总量仍在持续增加, 居民健康及生态环境安全受到潜在威胁。此外, 相对于国外比较先进、成熟的 EDCs 筛选体系和检测技术, 我国目前对 EDCs 的识别、检测、毒性、暴露评估和风险评价尚处于起步阶段, 缺少系统性的研究框架、技术基础薄弱。因此, 借鉴国外 EDCs 管理及研究策略, 在制定我国 EDCs 环境管理法规的基础上, 开展 EDCs 污染现状调查, 系统设计并开展 EDCs 风险评估办法研究, 建立我国 EDCs 优先监管名录, 促进 EDCs 风险管理及早纳入常规环境监管范围之内。

2.1 美国的环境内分泌干扰物筛选计划 (EDSP) 研究

美国对环境激素类物质管理的法规主要是《联邦食品、药品和化妆品法案》(Federal Food, Drug and Cosmetic Act, FFDCa, 408 (p)) 和《安全饮水法》(Safety Drinking Water act, SDWA, 1457)。FFDCa 管理对象为所有农药活性成分及惰性组分; 《安全饮水法》的管理对象包括工业化学品、农药、药物及个人护理产品、去污剂的组分等可能影响饮用水安全的物质。在这两部法规的授权下, EPA 制定了一套环境激素类物质筛选方法, 并要求农药注册者、生产者及惰性化学品 (农药组分) 进口者根据该方法进行环境激素效应测试, 并将测试结果在限定日期内递交 EPA。若农药注册者、生产者及惰性化学品 (农药组分) 进口者违反该规定, EPA 将通知其停止售卖或流通。在收到信息通知后 30 天内, 当事人可要求进行听证裁决,

EPA 根据听证会结果做出最终判定。在收到信息通知后 30 天若未及时补交相关物质信息, EPA 将终止该物质的售卖和流通并处以每天 2.5 万美元的罚款。此外,《有毒物质法(TSCA)》和 FIFRA(联邦杀虫剂、杀菌剂和杀鼠剂法)也规定当 EPA 发现某物质具有一定风险或暴露可能时,有权要求对该物质危害性进行测试,包括环境雌激素效应的相关风险。

根据《联邦食品、药品和化妆品法案》(FFDCA) 408 (p) (5), EPA 于 2009 年 4 月 15 日发布指令,要求农药注册者、生产者及惰性化学品(农药组分)进口者及公众在两年之内配合 EPA 完成对首批 67 种疑似 EDCs 化合物 EDCs 效应的筛查,首批 67 种化合物见表 2-1。

表 2-1 首批进入一级筛选(T1S)的 67 种化合物(清单 2009)

化合物名称	CAS	农药活性组分	高通量/惰性物质
2, 4-滴	94757	×	
增效胺	113484	×	
阿维菌素	71751412	×	
乙酰甲胺磷	30560191	×	
丙酮	67641		×
莠去津	1912249	×	
氟草胺	1861401	×	
联苯菊酯	82657043	×	
邻苯二甲酸丁苄酯	85687		×
克菌丹	133062	×	
茵草敌	759944	×	
甲萘威	63252	×	
克百威	1563662	×	
百菌清	1897456	×	
毒死蜱	2921882	×	
氟氯氰菊酯	68359375	×	
氯氰菊酯	52315078	×	
DCPA(或为敌草索)	1861321	×	
二嗪磷	333415	×	
邻苯二甲酸二丁酯	84742		×
敌草腈	1194656	×	
三氯杀螨醇	115322	×	
邻苯二甲酸二乙酯	84662		×
乐果	60515	×	
邻苯二甲酸二甲酯	131113		×
二仲辛酯	117817		×
乙拌磷	298044	×	
硫丹	115297	×	
顺式氰戊菊酯	66230044	×	
丙线磷	13194484	×	
苯丁锡	13356086	×	
氟酰胺	66332965	×	
灭菌丹	133073	×	
加弗纶聚酰胺纤维(顺式异构体)	22248799	×	
草甘膦	1071836	×	