

食品安全事件之

警示与思考

吴得海◎主编



食



食品安全事件，有狭义和广义两种。狭义指的是食品安全事故，指食物中毒、食源性疾病、食品污染等源于食品，对人体健康有危害或者可能有危害的事故；广义指的是与食品安全相关的各种新闻事件，不仅包括各种食品安全事故，还包括食品安全法律的颁布、食品安全政策的出台、重大食品安全计划的实施等等。

飞天出版传媒集团

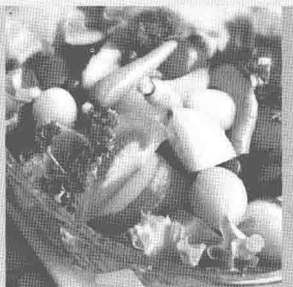


甘肃文化出版社

食品安全事件之 警示与思考

吴得海◎主编

食



食品安全事件，有狭义和广义两种。狭义指的是食品安全事故，指食物中毒、食源性疾病、食品污染等源于食品，对人体健康有危害或者可能有危害的事故；广义指的是与食品安全相关的各种新闻事件，不仅包括各种食品安全事故，还包括食品安全法律的颁布、食品安全政策的出台、重大食品安全计划的实施等等。

飞天出版传媒集团

甘肃文化出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

食品安全事件之警示与思考 / 吴得海主编. -- 兰州:
甘肃文化出版社, 2016. 8
ISBN 978-7-5490-1169-8

I. ①食… II. ①吴… III. ①食品安全—安全管理—
案例—世界 IV. ①FS201.6

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第202457号

食品安全事件之警示与思考

吴得海 | 主编

责任编辑 | 周桂珍

封面设计 | 苏金虎

出版发行 | 甘肃文化出版社

网 址 | <http://www.gswenhua.cn>

投稿邮箱 | press@gswenhua.cn

地 址 | 兰州市城关区曹家巷1号 | 730030(邮编)

营销中心 | 王 俊 贾 莉

电 话 | 0931-8454870 8430531(传真)

印 刷 | 甘肃新华印刷厂

开 本 | 787 毫米×1092 毫米 1/16

字 数 | 495 千

印 张 | 25.75

版 次 | 2016 年 8 月第 1 版

印 次 | 2016 年 8 月第 1 次

书 号 | ISBN 978-7-5490-1169-8

定 价 | 48.00 元

版权所有 违者必究 (举报电话: 0931-8454870)

(图书如出现印装质量问题, 请与我们联系)

编委会名单

主 编：吴得海

副主编：孙建云 李拥军

编 委：王玉霞 梁 琼 祁 婷

前言

近年来,随着食品安全事件的频频曝光,食品安全问题备受社会各界关注,它不仅引发食品安全科技与道德的追逐角力,而且在舆论和媒体的持续炒作下,对国家形象和经济利益造成严重损害,尤其在当今全球化趋势下影响更为明显。诸如英国“疯牛病”事件发生后,英国政府曾一度与欧盟成员国摩擦不断,“牛肉大战”演化成为外交危机;中韩泡菜“寄生虫卵”事件造成短期中韩贸易摩擦;“三聚氰胺”婴幼儿奶粉事件爆发后,多个国家和地区禁止销售或进口中国奶制品及相关产品,使中国国家形象受到损害。

当然,食品安全问题是在国家的特定发展阶段出现的,发达国家相对严密的食物安全体系正是在曾经极其严重和普遍的食物安全危机刺激下逐渐完善形成的,诸如日本“水俣病”事件、比利时“二噁英”污染事件、美国“毒菠菜”事件。因此,我们应在借鉴国外成功经验的基础上,积极应对食品安全形势下的新变化,通过实践和创新,妥善解决国内频发的食品安全问题。本书从国内外发生的众多食品安全事件中精选了27例具有代表性的食品安全事件,通过采取事件回顾、涉及有毒有害物质相关知识、最新检验检测方法以及针对个别事件的思考或启示的基本架构进行阐述和剖析,在剖析案例的同时总结经验教训,使读者从中得到启发,旨在和广大读者共同学习进步。希望读者阅读后,对当前国内外食品安全问题多一些理性和全面的思考。

本书由吴得海、孙建云、李拥军等编写完成。其中,吴得海负责国外篇英国“疯牛病”事件和国内篇“三聚氰胺”婴幼儿奶粉事件、“毒豆芽”事件、香港致癌花生油事件、“毒生姜”事件、山东多宝鱼事件的编写,以及法规篇国境卫生检疫法实施细则、乳品质量监督管理条例、食用农产品市场销售质量安全监督管理办法等内容的汇总与整理;孙建云负责全文内容的整体指导和技术把关,具体负责国外篇美国“毒菠菜”事件、比利时“二噁英”污染事件和国内篇“地沟油”事件、“塑化剂”事件、雀巢奶粉“碘”超标事件的编写,以及法规篇食品安全法和其实施条例、食品安全抽样检验管理办法等内容的汇总与整理;李拥军负责国外篇日本“水俣病”事件和国内篇“吊白块”事件、咸鲞使用“敌百虫”农药事件、“瘦肉精”事件、“毒鸭血”事件的编写,以及法规篇食品召回管理办法、进出口食品安全管理办法、乳品质量监督管理条例、餐饮服务食品安全监督管理办法、网络食品安全违法行为查处办法等内容的汇总与整理;王玉霞负责国外篇日本富山“镉”污染事件、中韩泡菜“寄生虫卵”事件、孟加拉国地下水“砷”污染事件和国内篇“立顿”农药门事件的编写,以及





法规篇国家食品安全事故应急预案、食品添加剂生产监督管理规定、食品安全事件调查处理办法(征求意见稿)等内容的汇总与整理;梁琼负责国外篇美国花生酱“沙门氏菌”事件和国内篇海鲜产品“孔雀石绿”事件、“皮革奶”事件、“亚硝酸盐”中毒事件的编写,以及法规篇国境卫生检疫法和其实施细则等内容的汇总与整理;祁婷负责国内篇“陈化粮”事件、“苏丹红”鸭蛋事件、“染色馒头”事件的编写,以及法规篇食品生产许可管理办法、食品经营许可管理办法、进出口乳品检验检疫监督管理办法等内容的汇总与整理。

在历时一年多的构思与编写中,编者听取和吸纳了不少专家学者的宝贵意见,对编写内容的补充和完善具有十分重要的借鉴意义。同时,书稿内容也经食品药品监督管理部门审读并提出了修改建议,在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,加之时间仓促,书中有些内容难免存在瑕疵和不足,恳请读者予以批评指正。

编 者

2016年6月



CONTENTS目录

国外篇

日本富山“镉”污染事件	003
日本“水俣病”事件	010
英国“疯牛病”事件	019
比利时“二噁英”污染事件	027
中韩泡菜“寄生虫卵”事件	042
美国“毒菠菜”事件	048
美国花生酱“沙门氏菌”事件	056
孟加拉国地下水“砷”污染事件	064

国内篇

“吊白块”事件	075
咸鲞使用“敌百虫”农药事件	090
“陈化粮”事件	095
海鲜产品“孔雀石绿”事件	102
雀巢奶粉“碘”超标事件	108
“苏丹红”鸭蛋事件	115





“三聚氰胺”奶粉事件	120
“皮革奶”事件	130
“地沟油”事件	137
“瘦肉精”事件	144
“塑化剂”事件	156
“毒豆芽”事件	163
“染色馒头”事件	170
“亚硝酸盐”中毒事件	179
“立顿”农药门事件	185
香港致癌花生油事件	190
“毒生姜”事件	197
“毒鸭血”事件	204
山东多宝鱼事件	212

法规篇

中华人民共和国食品安全法	219
中华人民共和国国境卫生检疫法	252
中华人民共和国食品安全法实施条例	256
中华人民共和国国境卫生检疫法实施细则	267
国家食品安全事故应急预案	286
食品生产许可管理办法	295
食品经营许可管理办法	305
食品添加剂生产监督管理规定	315
食品召回管理办法	323

食品安全抽样检验管理办法	330
进出口食品安全管理办法	333
乳品质量安全监督管理条例	342
进出口乳品检验检疫监督管理办法	353
食用农产品市场销售质量安全监督管理办法	363
餐饮服务食品安全监督管理办法	375
网络食品安全违法行为查处办法	384
国家食品药品监督管理总局关于《食品安全事件调查处理办法(征求意见稿)》 公开征求意见的通知	392
食品安全事件调查处理办法(征求意见稿)	393
参考文献	400



◎ 国外篇



日本富山“镉”污染事件



【事件回顾】

在日本中部的富山平原上,一条名叫“神通川”的河流穿行而过,并注入富山湾。它不仅是居住在河流两岸人们世代代的饮用水源,也灌溉着两岸肥沃的土地,是日本主要粮食基地的命脉水源。然而,谁也没有想到,多年后这条命脉水源竟成了“夺命”水源。

20 世纪初期开始,人们发现这个地区的水稻普遍生长不良。1931 年,这里又出现了一种怪病,患者病症表现为腰、手、脚等关节疼痛。病症持续几年后,患者全身各部位会发生神经痛、骨痛现象,行动困难,甚至呼吸都会带来难以忍受的痛苦。到了患病后期,患者骨骼软化、萎缩,四肢弯曲,脊柱变形,骨质松脆,就连咳嗽都能引起骨折。患者不能进食,疼痛无比,常常大叫:“痛死了!”有人甚至因无法忍受痛苦而自杀。这种病由此得名为“骨癌病”或“痛痛病”(Itai Itai Disease)。

1946 年至 1960 年,日本医学界从事综合临床、病理、流行病学、动物实验和分析化学的人员经过长期研究发现,“痛痛病”是由神通川上游的神冈矿山废水引起的镉(Cd)中毒。

镉是对人体有害的重金属物质。人体中的镉主要是由被污染的水、食物、空气通过消化道与呼吸道摄入体内的,大量积蓄就会造成镉中毒。据记载,富山县神通川上游的神冈矿山从 19 世纪 80 年代成为日本铝矿、锌矿的生产基地。矿产企业长期将没有处理的废水排入神通川,污染了水源。用这种含镉的水浇灌农田,生产出来的稻米成为“镉米”。“镉米”和“镉水”把神通川两岸的人们带进了“骨痛病”的阴霾中。

1961 年,富山县成立了“富山县地方特殊病对策委员会”,开始了国家级的调查研究。





1967 年研究小组发表联合报告,表明“痛痛病”主要是由重金属尤其是镉中毒引起的。1968 年开始,患者及其家属对金属矿业公司提出民事诉讼,1971 年法院判决原告胜诉。被告不服上诉,1972 年再次败诉。



【镉(Cd)中毒的相关知识】

镉(Cd)是具有延展性、质地软的银白色金属。原子量为 112.4,熔点 320.9℃,沸点 765℃。不溶于水,溶于氢氧化铵、硝酸和热硫酸。金属镉冶炼中产生镉烟雾,在空气中很快转化为氧化镉气溶胶。常见的镉化合物有:氧化镉,深棕色粉末,难溶于水;硫化镉,又名镉黄,为黄色结晶粉末,几乎不溶于水。其他还有氯化镉、硝酸镉、硫酸镉、醋酸镉等。

镉及其化合物主要经呼吸道和消化道吸收,可通过肺泡进入血液,血液中镉 90%~95%存在于红细胞内,并与血红蛋白结合,经血液循环分布到全身组织脏器内,主要蓄积在肝脏和肾脏内。镉的排出缓慢,从呼吸道吸收的镉主要经肾脏由尿排出。从胃肠道吸收的镉 70%~80%经粪便排出,20%经尿排出。镉可通过胎盘屏障进入胎儿组织。慢性镉中毒主要引起以肾小管病变为主的肾脏损害。严重时,可出现慢性肾衰竭和骨质疏松。

金属镉属微毒类,镉化合物中硫化镉、硒磺酸镉属低毒类,氧化镉、硫酸镉、氯化镉和硝酸镉属中等毒类。

1993 年国际癌症研究机构(IARC)将镉列为人类致癌物。

致毒机制

镉中毒为何会使骨质疏松呢?首先镉中毒引起肾功能障碍,特别是缺钙等生理或生活因素诱使软骨症出现。镉使肾中维生素 D 的活性受到抑制,进而妨碍十二指肠中钙结合蛋白的生成,干扰骨质上钙的正常沉积。此外,缺钙会使肠道对镉的吸收率增高,加重骨质疏松和疏松。另一原因是镉影响骨胶原的正常代谢,关节、韧带等是联系各个骨块的结缔组织,同时又有润滑、保护、强化的功能,它们主要由胶原蛋白和弹性蛋白组成。这些蛋白的形成要通过许多以锌和铜为活性中心的酶促反应。当镉中毒后,它取代了这些酶的中心原子,使它们失去活性。例如赖氨酸氧化酶的活性中心是铜,是形成胶原纤维的基础,当被镉毒化时,此酶的活性降低,影响胶原蛋白质的形成。

临床表现

1. 急性中毒

(1) 吸入中毒:主要因吸入镉烟雾、镉蒸气而产生中毒。经数分钟至数小时潜伏期后出现眼及呼吸道症状,如流泪、结膜充血、流涕、咽痛、咽充血、咳嗽、胸闷。一般无胸部阳性体征。有的人接触烟雾后出现金属烟雾热症状,表现为四肢酸痛、寒战、发热等,均经约一周

后好转。吸入浓度更高或接触时间长(>24 小时)者,可发生化学性支气管炎、化学性肺炎、肺水肿。患者咳嗽加剧、胸痛、咳大量黏痰或粉红色泡沫痰、发绀、呼吸困难,可伴有恶心、呕吐、腹痛、腹泻等消化系统症状。肺部听诊可有干湿性罗音,X 线胸片有符合化学性支气管炎、化学性肺炎或肺水肿的改变。

(2) 口服中毒:多因误服镉盐或服用了镀镉容器内调制或存放的酸性食物饮料后引起。一般经数分钟至数小时的潜伏期后急骤起病,出现恶心、呕吐、腹痛、腹泻等胃肠道症状。严重者可发生眩晕、大汗、血压下降、抽搐、昏迷等。

在工作场所吃饭、抽烟,镉尘、镉盐也常会经污染的手而进入人体。

2. 慢性中毒

(1) 职业中毒:主要从呼吸道或胃肠道吸收过量的镉,引起肾脏损害,表现为近端肾小管重吸收功能障碍,出现肾小管性蛋白尿,继之也可损害肾小球。晚期肾脏结构损害加重,引起慢性间质性肾炎、慢性肾衰竭。

镉引起的肺部改变有肺气肿、慢性阻塞性肺部疾患和肺纤维化等,但通常较轻,一般出现在尿蛋白之后。

慢性镉中毒在晚期出现骨骼损害,能感觉到背部和四肢疼痛,行走困难,用力压迫骨骼后有疼痛感。可见骨质疏松、骨软化、自发性骨折。

根据国家职业病诊断标准,镉中毒可分为轻、重两级。若多次检查尿镉增高,高于 $5\mu\text{mol/mol}$ 肌酐,此外还表现有头晕、乏力、嗅觉障碍、腰背及肢体痛等症状,经实验室检查发现数值高于下列情况之一者(尿 β_2 -微球蛋白 $9.6\mu\text{mol/mol}$ 肌酐及尿视黄醇结合蛋白含量 $5.1\mu\text{mol/mol}$ 肌酐),即可诊断为慢性轻度镉中毒,若以上情况加重,并出现肾功能不全(可伴有骨质疏松症、骨质软化症)者,即可诊断为慢性重度镉中毒。

(2) 环境污染:表现为腰痛、下肢肌肉疼痛、骨质疏松和骨软化所引起的自发性骨折。

预防措施

1. 改善生产环境,冶炼和使用镉的生产车间应装有排除镉烟尘的通风道,生产过程应密闭化。

2. 镀银金属板在高温切割和焊接时,工人必须戴防毒面具,必须在通风良好的室外环境并在上风向操作。

3. 不在车间内吃饭、抽烟,下班后应换工作服、洗手。

4. 在岗工人要定期体检,特别要测尿镉及尿中低分子量蛋白,发现病人及时调离镉作业岗位。

5. 就业前发现有各种肝肾脏器质性疾患,严重的慢性肺部疾患,贫血、高血压或骨软化症者,不应从事镉作业。





治疗处理

1. 驱镉治疗:给予依地酸二钠钙小剂量,0.25~0.5g/d,肌肉注射(加入适量 2%普鲁卡因)。有明显肾损害者禁用该药,可改用对肾脏无损害的二巯丁二钠,0.25~0.5g/d,口服或注射。
2. 肾损害时根据具体情况,按内科治疗肾脏病变原则处理治疗,并给予低盐饮食。
3. 出现骨骼症状时,可每日口服维生素 D 20000u,每周注射 60000u,并给予钙剂口服。亦可采用苯丙酸诺龙 25mg,每周 2 次肌肉注射,同时改善营养。
4. 出现神经衰弱、纳差时可给予对症治疗和维生素 B、维生素 C 等。



【检测方法】

尿镉的测定方法中石墨炉原子吸收光谱法是目前使用最多的方法,它具有灵敏度高,准确性好的特点,但由于尿样基体复杂,直接测定干扰较大。国家卫生行业标准检测方法《尿中镉的石墨炉原子吸收光谱测定方法》中,采用无镉正常人尿配制标准系列来改善基体干扰,但实际工作中对无镉正常人尿较难把握。此检测方法简便、快速,样品不需预处理,适用于批量镉作业工人尿中镉含量的检测。

1. 材料与方法

(1) 仪器与试剂 美国 PE AA800 原子吸收光谱仪;AS800 自动取样器;瑞宁-200XLS、L-1000XLS 移液器;GBW08612 镉标准溶液 1000 μ g/L (中国计量科学研究院);氯化钡(分析纯);硝酸(优级纯);ZK018-1/ZK018-2 冻干人尿镉质控样品(中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所);实验用水均为去离子超纯水;所用器皿均用 10% 硝酸浸泡过夜,用去离子水冲洗干净,避尘晾干备用。

(2) 仪器工作条件 波长 228.8nm;灯电流 6.0mA;狭缝 0.7L;塞曼效应背景校正,峰面积计算结果;保护气为高纯氩气;样品进样量 12 μ l,基体改进剂 5 μ l,稀释液 12 μ l;进样总体积 29 μ l。

(3) 样品采集与制备 用塑料瓶收集尿样,混匀后,尽快测量比重和体积,在尿中按 1%(V/V)的比例加入硝酸,于 4℃下可保存两个月。用移液器移取充分混匀的尿样 0.20ml,置于事先加有 0.80ml 稀释液(5ml/L 硝酸)的样品杯中,充分混匀,待测。

(4) 标准曲线的制备 将稀释好的尿样置于自动取样器的样品位置;另将 10.0 μ g/L 的镉标准应用液、稀释液(5ml/L 硝酸)和基体改进剂(0.2g/L 氯化钡)分别倒入样品杯置于自动取样器相应的位置;设定的仪器条件参数,校准方程式选用标准加入校准法。经自动

取样器加入尿样、基体改进剂和稀释液并将标准溶液稀释为 $0\mu\text{g/L}$ 、 $2.5\mu\text{g/L}$ 、 $5.0\mu\text{g/L}$ 、 $7.5\mu\text{g/L}$ 、 $10.0\mu\text{g/L}$ 标准系列,检测完成后,自动给出标准曲线及线性相关系数。

(5) 样品测定 将稀释好的尿样按号码顺序置于样品盘上,编排好试样信息,按标准曲线的条件仪器自动测定并得出检测结果。

2. 结果与讨论

(1) 标准曲线、检出限和线性范围 取 $10.0\mu\text{g/L}$ 镉标准应用液,经自动取样器加入尿样、基体改进剂和稀释液并将标准溶液自动稀释为 $0\mu\text{g/L}$ 、 $2.5\mu\text{g/L}$ 、 $5.0\mu\text{g/L}$ 、 $7.5\mu\text{g/L}$ 、 $10.0\mu\text{g/L}$ 标准系列,检测完成后自动给出标准曲线,结果线性范围在 $0\sim 10.0\mu\text{g/L}$ 时相关系数为 0.9992。连续 11 次测定试剂空白值的 3 倍标准差计算得出方法检出限为 $0.19\mu\text{g/L}$ 。

(2) 方法的精密度 选取高、中、低尿镉水平尿样各一份,每种样品平行稀释 6 份,测定尿镉的含量,计算相对标准偏差,结果相对标准偏差 RSD 在 $3.4\%\sim 5.0\%$ 。

(3) 方法的准确度

①准确度试验 尿镉标准溶液测定,采用本法对 ZK018-1/ZK018-2 冻干人尿镉质控样品在不同时间进行 10 次测定。

②加标回收试验 取本底值为 $3.72\mu\text{g/L}$ 镉的尿样,分别加入 $1.0\mu\text{g/L}$ 、 $2.0\mu\text{g/L}$ 、 $3.0\mu\text{g/L}$ 的镉标准溶液进行重复测定 3 次,加标回收率为 $97.6\%\sim 108\%$ 。

(4) 稀释液的优化 硝酸在石墨炉原子吸收光谱法中有提高待测元素的灰化温度,有助于消解有机物降低干扰及改善精密度等作用。实验发现,当硝酸浓度为 $5\sim 10\text{ml/L}$ 时,可使灰化温度提高到 600°C ,使有机物基本分解而待测元素不受损失。故本方法选择用 5ml/L 硝酸作为稀释液。

(5) 基体改进剂的选择 取 0.20ml 尿样,加入 0.80ml 稀释液(5ml/L 硝酸)后,分别用磷酸二氢铵、磷酸氢二铵、硝酸镁、氯化钡进行基体改进剂研究,结果显示添加 0.2g/L 氯化钡溶液作基体改进剂后,消除尿样的基体对镉测定的干扰,降低背景吸收,提高灵敏度等作用较强。故选择添加 0.2g/L 氯化钡溶液 $5\mu\text{l}$ 做基体改进剂。

(6) 尿样稀释倍数的优化 在相同的测定条件下,用稀释液(5ml/L 硝酸)对不同稀释倍数的尿样分别重复测定,进行加标回收试验,根据其标准偏差和回收率,综合考虑得出将尿样 1:4 稀释测定最为理想,因此选择对尿样进行 1:4 稀释后进行测定。

(7) 干燥温度、灰化温度和原子化温度优化 本法采用三步干燥,防止尿样在干燥过程中出现飞溅情况;在其他条件不变情况下分别改变灰化温度和原子化温度,得到灰化曲线和原子化曲线。结果表明尿镉的最佳灰化温度为 600°C ,最佳峰形的原子化温度为 1600°C 。





【事件启示】

近年来,我国的大气、水和土地遭受重金属污染的事件层出不穷。而日本在 20 世纪高速发展的过程中,曾发生的“痛痛病”等重金属污染事件,对日本的社会和政治影响延续至今。日本政府和企业为此付出了昂贵的治理和赔偿代价,为治理镉污染用了 30 年时间,花费 407 亿日元。日本的如下做法,也为我国重金属污染治理提供了借鉴。

1970 年,日本陆续制定相关法律。1971 年《农用地土壤污染防治法》实施,该法规定,稻谷中镉含量超过 1ppm 的农用地被定为污染地,地方政府必须消除污染,费用的派分比例为:污染企业 40%、中央政府 40%、地方政府 20%。

1977 年富山县政府对流域 3000 公顷农地进行了全面调查,确定 1500.6 公顷为污染地,开始大规模土壤修复计划。修复工程采用了“客土法”。首先,将 30 厘米厚的表层污染土用推土机剥离到地边。第二步,用挖掘机在田内挖出梯形沟,再将地边的污染土填埋进来。第三步,将挖出来的非污染土填埋在上部 20 厘米,作为耕盘土压实。第四步,从他处运来净土覆盖表面,层高 20.5 厘米,然后配合土壤改良剂、有机肥等才可以耕种。经过 30 年的阶段性修复,计划于 2010 年全部完成,目前正在接受第三方安全评估。富山县农林水产部的负责人说,土壤修复后精米中的镉含量为 0.08ppm,远低于国家规定的 0.4ppm 的新标准。

土地的重金属污染除了采矿等人为因素导致外,有些是地质的天然赋存。为尽可能减少作物中重金属含量值,需要开发因地制宜的土壤修复法。目前日本正在研究的方法还有两种,一种是“植物修复法”,在重金属含量较高的土地上种植吸附重金属能力高的植物,然后将收获的作物送去做焚烧处理。日本研究人员发现,在北方地区一种名叫“长香谷”的稻科作物,3 年连续耕作对土壤中镉的吸收率为 40.8%。但这种方法也存在一些问题,比如这个品种抗倒伏性低,而日本台风比较多;施肥量比较高;需要 2~3 年的周期,降低了农地的使用效率,经济上是否合算还需考察,但它的成本是客土法的 1/15。

第二种方法是“化学洗净法”,即将修复地用防水板围起来,向内部注水(水平面高约 40 厘米)和化学药剂三氯化铁,用有特殊搅拌头的拖拉机将水田搅成泥浆状,经过自然沉淀将溶出的含镉上清液抽到移动式废水处理装置,再经沉淀和脱水处理,镉随泥饼就可以送到焚烧厂处理。经检测,这种方法可使土地所产稻米中镉浓度最多降低 90%。其优点是三氯化铁是无机物,对土壤影响小,且修复工作一次性完成,但需要和专业污水处理设备以及焚烧处理联动,成本和客土法基本相当,对于没有客土来源的地区来说是一个选择手段。该技术目前还处于环境评价阶段。

对于一般稻田进一步降低镉含量的试验,研究人员发现改进田间管理也有意外的收获。在 8 月份水稻出穗期的 20 天内,稻田实施湛水管理,即维持稻田水位在 2~3 厘米,其