

# 农用化学品对生态环境和人类健康的影响及其对策

张中一<sup>1</sup> 施正香<sup>2</sup> 周清<sup>2</sup>

(1. 丽水师范学院 职业技术学院,浙江省丽水市 323000; 2. 中国农业大学 水利与土木工程学院,北京 100083)

**摘要** 介绍了农用化学品的使用现状及对生态环境和人类健康的影响,对如何合理开发和利用农用化学品,发挥其在农业生产和保障人类健康与食品安全中的作用,以及防止造成环境污染等主题进行了详细地讨论,最后给出了作者的观点和建议。

**关键词** 农用化学品;生态环境;人类健康;对策

**中图分类号** X 503

**文章编号** 1007-4333(2003)02-0073-05

**文献标识码** A

## Impacts of agrochemical on environment & human health and relevant strategies

Zhang Zhongyi<sup>1</sup>, Shi Zhengxiang<sup>2</sup>, Zhou Qing<sup>2</sup>

(1. Professional Technique College of Lishui Teacher's Institute, Zhejiang Sheng Lishui 323000, China;

2. Water Conservancy and Civil Engineering College, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract** The situation of application and the impacts of agrochemicals on environments and human health are introduced. The topics, such as how to rightly develop the agrochemicals, and make full use of them in agricultural production, human health and food safety, as well as how to avoid the environment pollution were discussed in detail. Some viewpoints and suggestions were presented.

**Key words** agrochemicals; environment; human health; strategies

20世纪50年代以来,化肥、农药、农膜等农用化学品在农业生产中得到了广泛的应用,对提高农作物产量、促进农村经济的发展起到了巨大的推动作用,然而,农用化学品的大量施用,对农业生产群落的结构和生态环境产生的负面影响也在不断加剧。过量施用化肥不仅会造成很大浪费,如磷肥的利用率美国仅为30%~50%,日本50%~60%,原苏联30%~40%;而且未被吸收的化肥会随水土流失进入水体。世界上每年有一半以上的磷排入江河湖泊和海洋中,导致江河湖泊富营养化问题越来越严重。据统计,1990年我国沿岸海域从南到北相继发生了较大面积的赤潮34起,为1961至1980年20年间年均赤潮发生次数的30倍<sup>[1]</sup>。各地农药中毒事件屡屡发生。尽管如此,农用化学品的使用量仍呈上升趋势,为此,一些专家、学者呼吁社会对农

用化学品引起的环境污染问题予以高度重视。在新形势下如何充分发挥农用化学品的积极作用,防止其对生态环境的污染和对人类健康的影响,显得十分重要。

### 1 农用化学品使用现状

1) 化肥。世界化肥施用大致经历了3个阶段:

a. 迅速增长期。1959年至1984年间化肥年施用量由1400万t增加到1.26亿t,增长了9倍,平均每年增加7%。

b. 稳定期。1984年起,虽然化肥施用量继续增长,到1989年达到1.46亿t,但增长速度较慢,每年约为3%。

c. 回落期。1989年以后,化肥施用量开始逐年下降,到1993年下降到1.2亿t。到目前为止,每

收稿日期:2002-06-04

作者简介:张中一,副教授。

hm<sup>2</sup> 化肥施用量平均在 10 kg 左右,一些发达国家不到 10 kg。

我国是化肥生产和使用大国,年产化肥 4 000 万 t,其中 2/3 为氮肥。自 1996 年化肥用量达 3 800 万 t 之后,一直处于世界第一位,每年化肥的消耗量为世界化肥生产总量的 27.5%,每 hm<sup>2</sup> 施用量达 265 kg。由于化肥施用技术落后,利用率仅为 30%,致使每年约有 1 800 万 t 化肥流入环境。90 年代以后,化肥的增产效果已远不如过去明显,甚至出现了减产,如苏南地区水稻平均氮肥用量已达 300 kg · hm<sup>-2</sup>,有的超出 350 kg · hm<sup>-2</sup>,但水稻产量基本上没有变化<sup>[2,3]</sup>。此外,我国氮肥施用量偏高,有机态养分比例偏低。施用结构不合理,也是导致化肥总施用量居高不下的一个主要原因。

2) 农药。20 世纪 50 年代起,DDT、六六六等有机氯农药的使用,每年可为我国挽回粮食损失 1 500 万 t,但每年仍因各种病虫害鼠害损失粮食 1 600 多万 t、棉花 6 000 t、油料 140 万 t 以上,几乎是 1 亿人口的年口粮<sup>[4]</sup>。这类农药在环境中残留时间长,并且可在生物体内富集,因此我国于 1983 年宣布禁用,转而使用可降解、残留时间较短、毒性更强的有机磷和氨基甲酸酯类农药。我国剧毒农药的生产量很高,且价值较低,相同产品的价值仅为美国的 1/4,一些高毒农药如甲胺磷、氧化乐果等的价格性能比高于高效低毒农药和生物农药,因此,尽管大田生产中农药的施用量已达 7.76 kg · hm<sup>-2</sup>,但农药的总用量仍呈增加态势<sup>[5]</sup>(图 1)。此外,农产品中各种农药毒素的残留对产品品质影响极大。

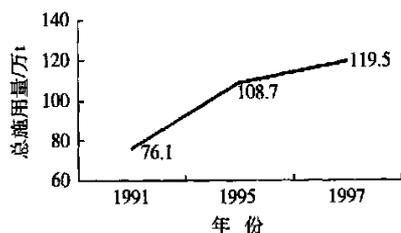


图 1 农药总施用量

Fig. 1 Whole quantity of pesticide application

除草剂是农药中的一个大家族,据 FAO 估算,应用除草剂可使粮食增产 10% 以上,因此,国际上常将除草剂在农药中所占份额作为衡量各国农药市场变化的一个重要指标<sup>[6]</sup>。就世界范围而言,各国

除草剂销售额占农药销售总额的 47%,对农药市场的影响很大(表 1)。

我国的除草剂销售额占农药总量的 13%,约为世界平均水平的 1/3(表 2)。由于多数种类的除草剂具有慢性毒性,短期内难以确定其危害,因而对环境造成的破坏往往被人们忽略。最新研究表明,一些除草剂对人类和环境有害。溴苯腈能导致啮齿类动物的生殖障碍,一旦进入水体,会产生很强的毒性,对鱼类的生存构成威胁;莠去津和 2,4-D 已被美国环保局列为致癌物<sup>[7]</sup>。

表 1 世界农药市场变化趋势

Table 1 Development trend of world pesticide market

年 份	总销售额/ 亿美元	不同种类农药销售额与 总销售额比值/ %			
		除草剂	杀虫剂	杀菌剂	其他
1960	8	20	37	40	3
1970	27	35	37	22	6
1980	116	41	35	19	5
1990	264	44	29	21	6
1991	268	44	29	21	6
1992	252	45	29	20	6
1993	253	46	30	19	6
1994	278	47	29	20	4
1995	282	47			

3) 农膜。农膜的应用对促进作物早熟,提高农产品质量和产量,增加经济收入,提高农业综合生产能力等,均具有十分重要的作用。我国是世界上最大的农膜生产国和使用国,1998 年累计生产农膜 82.17 万 t,比 1997 年增长 8.6%;地膜覆盖面积已达 700 万 hm<sup>2</sup>,棚膜设施栽培面积 84 万 ~ 84.7 万 hm<sup>2</sup>,应用十分广泛。由于局部使用量过大或使用方法不当,残留在土壤中的废旧地膜逐年增加。据统计,我国农膜年残留量高达 35 万 t,残膜率达 42%,也即有近一半的农膜残留在土壤中<sup>[8]</sup>。由于农膜在土壤中不能降解,加之地膜回收工作一直没有很好地加以落实,因此,造成的环境污染也相当突出。

表 2 我国农药市场变化趋势

Table 2 Development trend of chinese pesticide market

年 份	总产量/ 万 t	总销售额/ 亿元	不同种类农药销售额与总销售额比值/ %			
			除草剂	杀虫剂	杀菌剂	其他
1980	53		4 (17)	93 (40)	3 (28)	
1985	21		9 (14)	79 (43)	10 (23)	2
1990	23		9 (29)	79 (70)	11 (40)	1
1991	25		8 (29)	77 (75)	14 (39)	1
1992	26	58	9 (33)	77 (81)	13 (41)	1
1993	23	78	12 (40)	76 (78)	10 (38)	1
1994	26	78	13 (45)	76 (80)	10 (41)	1
1995	35	140	15 (42)	70 (79)	11 (43)	4
1996	35	162	13 (42)	73 (84)	10 (44)	4

注: 括号中数字为品种数。

## 2 农用化学品对生态环境和人类健康的影响

20 世纪末, 一些学者发现野生动物的内分泌、免疫和神经系统出现的异常现象与某些持久性有机污染物有关, 它们广泛存在于人类生活环境中, 可模拟激素影响机体的内分泌功能, 因此, 将其称之为“环境内分泌干扰物”。由于这类物质对环境有着不可估量的危害作用, 许多国家政府对此高度重视, 2001 年 5 月在瑞典斯德哥尔摩签署了禁止和严格限制使用持久性有机污染物 (POPs) 的国际公约。生产中常用的化肥和农药, 渗透及雨水冲刷造成的环境中持久性有机污染物的不断增加, 极易造成水体和土壤污染, 这些污染成分通过食物链进入动植物体内, 进而危害人体健康。

### 2.1 对水体环境的影响

一般地, 农田径流带入地表水体的氮占人类活动排入水体氮的 51%, 施氮肥地区这种氮流失比不施地区高 3~10 倍。据 1980~1994 年黄河济南站水质监测结果, 尽管水中主要离子的组成比例基本保持不变, 但电导率明显上升, 表明水质发生了浓化趋势<sup>[9]</sup> (图 2)。另据 1983~1987 年对城市地表水的环境监测, 水中氨氮增加了 2.1 倍, 亚硝酸盐增加了 1.4 倍。全国 532 条河流中, 82% 受到不同程度的氮污染, 大江大河的一级支流污染普遍, 支流级别越高则污染越重。此外, 地下水的氮含量也在迅速

增加, 近 20 年来硝酸盐浓度每年正以  $1 \sim 3 \text{ mg L}^{-1}$  的速度递增。由于亚硝酸盐及其前身物质具有强烈的致癌、致畸、致突变作用, 对人类危害极大, 因此, 对饮用水中硝酸盐含量都有明确规定。1971 年日内瓦会议上, 世界卫生组织规定饮用水中硝酸盐理想标准为  $45 \text{ mg L}^{-1}$  (以  $\text{NO}_3$  计; 若以 N 计, 则为  $10.15 \text{ mg L}^{-1}$ ); 欧共体 (1975) 规定硝酸盐的理想标准为  $50 \text{ mg L}^{-1}$  (以  $\text{NO}_3$  计; 若以 N 计, 则为  $11.3 \text{ mg L}^{-1}$ )<sup>[10]</sup>。我国的广大水体硝酸盐、亚硝酸盐含量较高, 尤其是将浅井水和河塘水作为饮用水的南方地区问题更为突出。在对泰兴市 1997 至 1999 年间送检的 119 份井水检测中发现, 氨氮、亚硝酸盐和



图 2 1980 至 1994 年黄河水体电导率均值变化趋势 (黄河济南站)

Fig. 2 Variation of average conductivity from 1980 to 1994 in Jinan station of Yellow River

砷化物的超标率分别为 26.6%, 27.7% 和 14.28%, 致使该地区肝癌、胃癌、食道癌的发病率是全国平均发病率的 3.5, 1.8, 2.3 倍<sup>[11]</sup>。北方地区地下水硝酸盐污染问题亦十分突出, 部分地区硝酸盐含量超

过饮用水标准的 5~10 倍,基本上不能饮用。

通常,无机氮  $300 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、总磷  $20 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  以上时水体就可能出现富营养化。研究表明,内河水体中总磷增加主要是由地面径流造成的,而总磷对水中生物的生长起决定性作用,所有因素中由施肥所导致的富营养化占 40% 左右<sup>[12~14]</sup>。近年来一些海域由于富营养化程度加重,赤潮频频发生,导致海域生态系统严重受损,鱼虾、贝类大量中毒或死亡。

据报道,全世界仅 DDT 每年产量约 150 万 t,其中有 100 万 t 仍残留在水中,英美等发达国家中几乎所有河流都被有机氯杀虫剂污染了。尽管水体中农药残留不高,但由于生物富集作用,致使生物体农药含量惊人。在日本,检测到人体中六六六含量达  $12.11 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,脂肪中 DOT 含量为  $10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

农膜在水体中的裂化、降解速度比空气中慢得多,因而会引起水体污染。残留农膜还会堵塞排灌设施,使水利工程遭到破坏。

## 2.2 对土壤质量的影响

氮肥中的铵离子进入土壤后,有一部分会在硝化细菌的作用下释放出氢离子,使土壤逐渐酸化。铵离子还可置换土壤胶体微粒上的钙离子,导致土壤颗粒分散,破坏土壤团粒结构。施肥时,有些非营养成分或有毒物质如  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、缩二脲等也会随之进入土壤,从而影响土壤微生物的正常活动。土壤酸化一方面会促进一些有毒有害污染物的释放迁移或使其毒性增强,使微生物和蚯蚓等土壤生物减少;另一方面,会造成某些营养元素的流失。此外,还使得一些重金属元素含量增加。如 50 年代日本的“骨痛病”,是由于人体中镉积累过多,取代了骨骼中的钙,引起肾功能失调和骨骼软化所致<sup>[15,16]</sup>。据调查,日本受镉污染的农田有 31.5 万  $\text{hm}^2$ ,我国 11 个灌区受镉污染的农田有 1.2 万  $\text{hm}^2$ <sup>[17]</sup>。

大量施用农药,会导致土壤中农药残留量及衍生物的增加。目前,我国受农药污染的耕地面积为 1300 万~1600 万  $\text{hm}^2$ ,土壤中 DDT、六六六的总贮量分别约 8 万 t 和 5.9 万 t,这些残留农药的影响还将持续相当长的时间。

残留的农膜不仅给耕作和田间管理带来困难,而且会破坏土壤耕层结构,阻碍土壤水分输导和作物对养分的吸收,从而导致作物生长发育受阻而减产。同时,农膜在制造过程中,需要加入增塑剂,有些增塑剂对作物有害。磷苯二甲酸二异丁酯在阳光照射下所挥发的气体,通过气孔进入叶肉细胞后,能

破坏叶绿素并阻碍其形成,从而影响作物的光合作用,严重时会导致植株的死亡。此外,残留农膜与农作物秸秆等混杂在一起,或散落在放牧及栖息地,一旦被家畜误食,则会导致肠道疾病的发生。

## 2.3 对大气环境的影响

化肥对大气环境的影响中最令人关注的为 NO 与全球气候变暖。在氧化还原交替状态下,土壤中的硝态氮被还原为 NO,而 NO 的排放量与氮肥施用量、温度、土壤水分等密切相关。我国氮肥的当季利用率一般仅为 30%~50%,损失的氮素有相当部分以 NO 形式释放到大气中。

有机氯农药对环境的影响并未因已禁用 13 年而消失。据报道,呼和浩特市空气颗粒物中 HCH 总量在冬季平均值为  $0.502 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ ,夏季  $1.070 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ ;DDE 在冬季为  $0.085 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ ,夏季  $0.108 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ 。根据美国原子能委员会 1961 年提出的空气颗粒物在  $2.0 \mu\text{m}$  时可被人体 100% 吸入来推断,空气中携带的有机氯农药颗粒物至少有 50% 被吸入人体<sup>[18]</sup>。

农膜对大气环境的影响主要来自焚烧农膜所产生的类似二恶英等的污染,这在我国时有发生。

## 2.4 对农产品品质的影响

原苏联科学家发现,施氮过多的蔬菜中硝酸盐含量是正常情况的 20~40 倍。人畜食用含硝酸盐的植物后,极易引起高铁血红素白血症,主要表现为行为反应障碍、工作能力下降、头晕目眩、意识丧失等,严重的会危及生命。目前我国农业集约化程度较高的地区,果蔬中硝酸盐含量超标的问题较为突出,如北京市蔬菜中硝酸盐的超标率达 40% 以上。过多施用化肥,会影响农作物产品品质。如禾本科作物过量施用氮肥,虽然籽粒蛋白质总量增加,但氨基酸比例会发生改变,从而导致产品品质下降。过量磷肥会对果蔬中有机酸、维生素 C 等成分的合成以及果实形状、大小、着色、香味等带来不良影响。同时,磷肥中常夹杂砷镉等化合物,有可能导致重金属污染。

从绍兴市蔬菜基地农药残留调查结果发现:蔬菜中甲胺磷的检出率为 35%,残留量为  $0.04 \sim 2.03 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ;氧化乐果的检出率为 5%,残留量为  $0.12 \sim 1.58 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ;有 14.68% 的蔬菜检出 2 种以上低毒有机磷农药<sup>[19]</sup>。国家质量监督检验检疫总局公布的 2001 年第三季抽查结果显示,23 个大中城市的大型蔬菜批发市场,47.5% 蔬菜农药残留量超标。

慈溪市 1992 至 2000 年的 1 221 例农药中毒事件中,因食用被农药污染的蔬菜、水果而中毒的 317 例,占 26 %<sup>[20]</sup>。

农膜对农产品质量的影响相对于化肥、农药要小得多,但农膜中所含的联苯酚、邻苯二甲酸酯、聚乙烯、PCB 聚氯联苯等物质可能对农产品造成污染,并因此危害人类。目前,有关这方面的研究还很少。

尽管农用化学品对农产品质量的影响因其类型不同而有所差异,但有一点是共同的,即过量或不合理施用都会导致农产品品质下降,从而使人类食品安全和健康得不到充分保障。

### 3 建议

如何降低农业生产成本,提高农产品品质,确保食品安全,是我国加入 WTO 后种植业所面临的主要问题。为了更好地利用和开发农用化学品,防止其对环境造成污染,笔者认为,今后应着重做好以下几个方面的工作:

1) 开展农用化学品污染及其防治技术的研究,开发无污染农用化学品。应用现代生物技术,研究开发低毒高效农药、可降解塑料,积极开展生物防治技术研究。积极投资绿色农药及促进植物生长激素的开发研究,加快生物农药成果转化。开发研制绿色农膜,努力改变农膜质量低劣、部分产品有毒物质含量较高的现状。

2) 开展检测技术和方法研究,规范检测程序。目前,我国多数农产品的检测结果主要来自研究单位,在一定程度上还缺乏权威性,很难引起有关部门和全社会的足够重视。农产品的质量没有落实责任人,产品质量与价格几乎没有任何关系,这在很大程度上影响了我国农产品的声誉。为此:

a. 对农产品,特别是粮食、蔬菜等应尽快落实禁止使用高污染农药,产品质量由政府有关部门实行长期、经常性监测。

b. 禁止质量低劣的农产品在市场销售,应就地销毁。提倡像工业产品一样要求标明产地和责任人,以起到自我约束作用。

c. 实行优质优价,与国际发展趋势接轨,倡导绿色生产和安全消费。

d. 大力推广应用农药、化肥等的快速测定技术,如植物酯酶片快速测定有机磷农药技术<sup>[20]</sup>,对蔬菜、水果进行实时检测。

3) 积极推广高效利用技术,发展绿色农业,促进良性循环。积极推行农用化学品利用技术,不但可以提高作物产量和品质,降低生产成本,而且可以有效地减少对环境的污染。据试验,大田作物采用生态平衡(配方)施肥专家系统施肥方案,比常规施肥方法增收 150 ~ 300 元/hm<sup>2</sup>,肥料利用率提高 10 %。若全部按此法施肥,每年可节省氮磷钾化肥成本约 110 亿元。此外,扩大绿肥种植面积,推广粮草轮作、秸秆还田技术,发展有机肥、专用肥商品化生产,利用基因工程技术有效提高农药、化肥的利用率,都将对绿色农业起积极的推动作用。值得注意的是,在使用各种有机废物生产有机肥时,一定要注重重金属元素及其他有毒有害物质的检测,以防止二次污染。

4) 搭建信息平台,加强媒体传播。加强农业技术推广网络和其他信息媒体的建设,及时发布农情、病虫害监测动态及种子、农用化学品等物资的质量状况和供求信息,以便更好地为政府的宏观决策和企业的生产经营抉择提供准确、快捷的信息服务,切实让广大农民从中受益。

5) 完善法律法规,建立与国际接轨的质量标准体系。解决农用化学品污染的关键措施是加快立法、严格执法。通过加征高毒高残留农药生产厂家环保费,在一定程度上控制农药使用量。针对当前农用化学品生产和使用过程中的问题,责成有关部门抓紧制订、完善相关的法律法规。在有法可依的基础上,强化检测与执法工作,为消除农用化学品危害创造条件。借鉴别国的成功经验,建立起一个既符合我国国情,又与国际接轨的农用化学品质量标准体系和检测检验体系,对现有生产企业的产品实施质量认证制度和市场准入制度,加强流通领域管理,促进农用化学品市场的良性发展。

### 参 考 文 献

- [1] 何强,井文涌,王翔亭. 环境学导论[M]. 第2版. 北京:清华大学出版社,26
- [2] 陈荣业,李秀廷,李阿秀. 苏州高产稻区氮肥的经济使用[J]. 土壤学报,1983,20(4):373~385
- [3] 李伟波,吴留松,廖海秋. 太湖地区高产稻田氮肥使用与作物吸收利用的研究[J]. 土壤学报,1997,34(1):67~72

(下转第 89 页)

自身特点对评价指标的选取、分值的确定以及各指标权重进行修正,另外对专家的选择也可以采取更合理的组合。

随着信息经济的到来,各行业信息数据库的更加完善,该类模型对企业资本经营效果的评价将具有更加重要的理论和实践意义。

### 参 考 文 献

- [1] 王碧峰. 关于资本经营问题的讨论综述[J]. 经济理论与经济管理, 1998, 6: 72 ~ 77
- [2] 秦志敏, 陈 梦. 对国有企业资本金绩效评价指标的研究[J]. 会计研究, 2000, 9: 61 ~ 62
- [3] 财政部统计评价司. 企业绩效评价问答[M]. 北京: 经济科学出版社, 1999. 20 ~ 45
- [4] 许晓世, 杨奇存. 企业集团绩效评价方法的探讨[J]. 江苏理工大学学报(社会科学版), 2001(3): 67 ~ 70
- [5] 王孟钧. 国有企业管理绩效评价指标体系及方法探讨[J]. 湘潭大学学报(社会科学版), 2001(8): 51 ~ 54
- [6] 张咏梅. 关于修正公司财务绩效评价核心指标的设想[J]. 经济师, 2000(10): 70 ~ 71
- (上接第 77 页)
- [4] 曹雅忠, 陈万权, 郑斐能等. 农作物生物灾害防御亟待加强[J]. 科技导报, 2000, 4: 58 ~ 59
- [5] 张一宾. 对中国农药发展之见[J]. 农药, 1998, 37(5): 1
- [6] 李 斌. 除草剂工业的发展及展望[J]. 农药, 1998, 37(10): 5 ~ 6
- [7] 曹劫程, 郭美霞, 蒋红云等. 抗除草剂作物对未来化学农药发展的影响[J]. 生物技术通报, 1998, 4: 22 ~ 24
- [8] 杨晓涛. 农膜污染的防治对策[J]. 农业环境与发展, 2000, 17(1): 28 ~ 29
- [9] 陈静生, 李荷碧, 夏星辉等. 近 30 年来黄河水质变化趋势及原因分析[J]. 环境化学, 2000, 19(2): 98 ~ 99
- [10] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 第 3 版. 北京: 中国环境科学出版社, 603 ~ 604
- [11] 黄 玲, 杨静红, 孙宏兵. 泰兴市 119 份井水监测结果分析[J]. 职业与健康, 2002, 18(2): 100
- [12] 钟初雷. 内河缓流水体富营养化指标与降雨量的相关性研究[J]. 职业与健康, 2002, 18(2): 107 ~ 108
- [13] 张忠祥. 钱 易主编. 城市可持续发展与水污染防治对策[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998. 291 ~ 316
- [14] 范成新. 太湖富营养化现状、趋势及其综合整治对策[J]. 上海环境科学, 1997, 16(8): 4
- [15] Baszynski T, Wasda L. Photosynthetic activities of cadmium-treated tomato plants[J]. Physiol Plant, 1980, 48: 365 ~ 370
- [16] Gil J, moral R. Effects of cadmium on physiological and nutritional aspects of tomato plant. I. Chlorophyll (a and b) and carotenoids[J]. Fresenius Environ Bull, 1995, 4: 430 ~ 435
- [17] 廖自基. 微量元素的环境化学及生物效应[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993. 299 ~ 302
- [18] 全 青, 冯沈迎, 阮玉英, 等. 空气中有机氯农药在不同粒径颗粒物上的分布[J]. 环境化学, 2000, 19(4): 308 ~ 310
- [19] 董 华, 金卫东, 戚志勇. 绍兴市蔬菜基地农药使用现状调查[J]. 职业与健康, 2002, 18(1): 47 ~ 48
- [20] 吴燕君, 吴善钰. 慈溪市 1992 ~ 2000 年农药中毒情况分析[J]. 职业与健康, 2002, 18(2): 32 ~ 33
- [21] 韩承辉, 谷 巍, 王乃岩, 等. 快速测定水中有机磷农药方法的研究[J]. 环境化学, 2000, 19(2): 187 ~ 189