

·粮食安全·

# 我国农田污染与农产品质量安全现状、问题及对策

钟秀明<sup>1</sup>, 武雪萍<sup>2</sup>

(1. 中国农业科学院研究生院, 北京 100810; 2. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

**摘要** 该文分析了我国农田污染现状及其对农产品质量的危害作用和机制, 指出不合理使用化肥、滥用农药、农膜大量残留、畜禽粪便、工业“三废”及污水灌溉已造成严重的农田污染, 并由此导致农产品产量降低、质量下降。针对以上问题, 文中提出了农田污染防治与农产品质量安全对策, 包括倡导农业清洁生产种植理念, 贯彻实施《中华人民共和国农产品质量安全法》新法, 加强农田环境与农产品质量安全保障体系建设, 建立健全农业清洁生产操作技术规程和农业投入品安全使用制度, 大力推广农田污染防治和农产品质量安全新技术。

**关键词** 中国 农田污染 农产品 质量安全 清洁生产 对策

近年来, 我国农田环境质量不断下降, 农产品污染问题日趋严重, 农产品质量安全问题已成为当前我国农业和农村经济发展的障碍, 并严重影响到农产品的出口和国际市场竞争力。农田污染是农产品污染的源头, 为了从根本上解决农产品污染问题, 必须从防止农田污染入手, 研究分析农田污染的现状、起因及其对农产品的危害机制, 探讨对策, 为有效提高农产品质量, 保障人民健康提供依据。

## 一、我国农田污染现状

### (一) 不合理使用化肥对农田的污染

近年来, 在耕地面积不断减少的情况下, 化肥的使用量却一直处于上升态势。我国耕地面积不到世界的1/10, 而氮肥使用量为世界的30%, 每公顷高出世界平均水平2.05倍; 磷肥的使用量为世界的26%, 每公顷高出世界平均水平1.86倍。使用化肥的强度平均每公顷达400kg(太湖流域曾高达600kg), 平均使用量是发达国家化肥安全使用上限的2倍, 远远超过发达国家为防止水体污染而设置的225kg/hm<sup>2</sup>的安全标准。

资料表明<sup>[1]</sup>, 我国受不同程度污染的耕地面积近2000万hm<sup>2</sup>, 10%以上的耕地受化肥、农药的污染, 程度较重的已有133万hm<sup>2</sup>。表现为: (1) 农田养分失调、土壤结构变劣。由于重化肥、轻有机肥, 氮磷肥施用量大, 施肥方法不科学等, 造成土壤板结, 结构变差, 养分失调, 综合肥力下降<sup>[2]</sup>。(2) 土壤重金属与有毒元素增加。施化肥的同时会带进土壤一些重金属元素或有毒元素, 其中最值得注意的是镉、汞、砷、氟。另外, 利用废酸生产的磷肥中带有三氯乙醛还会直接毒害作物<sup>[1-3]</sup>。因此, 随着化肥尤其是磷肥使用的扩大以及“工业三废”等其他污染源的影响, 土壤中重金属的积累日渐增长。目前全国受重金属污染的农田约2500万hm<sup>2</sup>, 每年被重金属污染的粮食多达1200万t。2000年, 对30万hm<sup>2</sup>基本农田保护区土壤有害重金属抽样监测, 其中3.6万hm<sup>2</sup>土壤重金属超标, 超标率达12.1%<sup>[4]</sup>。(3) 土壤微生物碳、氮含量和酶活性降低。大量研究资料表明<sup>[5-6]</sup>, 长期氮、磷、钾均衡施肥, 特别是氮、磷、钾配施厩肥或秸秆, 可显著提高土壤微生物碳、氮的数量和土壤蔗糖酶、脲酶、磷酸酶活性; 长期偏施氮、氮钾、磷钾、氮磷均不同程度地降低土壤蔗糖酶、脲酶、磷酸酶的活性。

### (二) 滥用农药对农田的污染

我国农田土壤农药污染十分严重, 其主要原因是由于在我国农药品种结构中, 具有高毒和“三致性”

的杀虫剂<sup>[7]</sup>。另一方面,由于农药使用者缺乏农药知识和用药技术,长期、大量、不合理地使用滥用农药。我国不仅是世界上最大的化肥使用国,也是最大的农药使用国。据中国农业信息网数字显示,1983年农药的使用量是86.2万t;而到了2003年,仅仅20年时间,全国农药使用量就达到132.5万t。在一些高产地区,每年施用农药30多次,每公顷用量高达300kg,有的甚至超过450kg,过量使用、利用率低的问题十分严重。目前,约有1600万hm<sup>2</sup>的农田土壤受到农药污染<sup>[4]</sup>。

农药施用后,有50%~60%残留于土壤,只有10%~20%依附于植物,造成土壤的农药污染<sup>[7]</sup>。长期污染的土壤将会出现明显的酸化,土壤孔隙度变小,土壤结构板结<sup>[8]</sup>。残存于土壤中的农药还会对土壤中的微生物、原生动物以及其他的土壤动物等产生不同程度的危害<sup>[9]</sup>。研究表明<sup>[8]</sup>,乐果施用后10天能显著降低土壤微生物的呼吸作用;3种杀虫剂——乐果、抗蚜威和Fenpropimorph对土壤原生动物自然种群具有消极影响;有机磷农药污染的土壤中,土壤动物的种类及数量都显著的减少。

### (三) 农膜大量残留对农田的污染

我国是世界上农用塑料薄膜使用量最多的国家。农用棚膜的覆盖面积达2000亿m<sup>2</sup>,地膜覆盖面积达1000亿m<sup>2</sup>,用量是世界其他国家和地区总和的1.6倍,约占世界总量的62%。由于目前使用的绝大部分农膜为不可降解塑料,在土壤中自然降解需要200年以上时间。据统计,我国农膜年残留量高达30万t,残存率达40%之多,近一半的农膜残留在土壤中,无疑是极大的隐患。严重影响土壤的物理性状,土壤的结构和可耕性遭到破坏,地力下降,土壤的保水透水能力降低,削弱了农田的抗旱能力,还会影响种子发芽、出苗及根系生长发育,最后导致产量下降。因此,大量残留地膜不仅影响农业生产,还严重污染农田环境,对农业可持续发展构成不容忽视的威胁<sup>[10-11]</sup>。

### (四) 畜禽粪便对农田的污染

畜禽粪便已成为农田新的“三废”污染源,2003年全国畜禽养殖业共产业31.90亿t粪便,是当年工业产业固本废物的3.2倍。畜禽粪便会引起严重的土壤污染:(1)滥用重金属(微量元素)、药物和激素等饲料添加剂,造成铜、锌及其他重金属微量元素、药物在土壤中富积,导致作物减产,影响人体健康。(2)猪、牛、鸡、鸭等所排放的粪尿是一种高浓度的有机废水,其生化需氧量可能高达10000μl/L,因此,这些粪尿若无经过适当的处理就直接排入土壤中,将使土壤中的含氧很快耗尽,生长于该地区的动植物迅速死亡,并造成严重的土壤污染问题。(3)畜禽粪便病原微生物导致了土壤微生物污染。液体粪便到达环境的细菌数有时是巨大的,一个牛群沙门氏杆菌爆发时测得104~106CFU/ml,因此未消毒的液体粪便存在严重的传染威胁。固体粪便细菌含量更高,其中沙门氏杆菌的感染率最大,占5.2%。另外,兽药(如土霉素、金霉素、己烯雌酚等)在土壤中的残留和蓄积,必然会对土壤微生物等造成影响<sup>[12-13]</sup>。

### (五) 工业“三废”及生活污水对农田的污染

我国在经济增长方式上还存在着“高投入、高消耗、高排放、低效率”的问题。大量资源、能源的耗用导致“三废”的排放超过了环境的承载与自净能力,造成了严重的环境污染。2003年全国工业废水排放量为212亿t,生活污水排放量为247亿t。排放总量最大的是广东省,其次是江苏省<sup>[14]</sup>。

大量未经处理的废(污)水直接用于农田灌溉,致使许多农田遭受到不同程度的重金属和有机物污染。据统计,我国工业“三废”污染耕地近1000万hm<sup>2</sup>,全国大约有650万~700万hm<sup>2</sup>农田使用污水灌溉。华南地区部分城市有50%的农田遭受铬、砷、汞等有毒重金属和石油类污染,广州近郊因污水灌溉而污染农田2700hm<sup>2</sup>,因施用污染底泥造成1333hm<sup>2</sup>的土壤被污染,污染面积占郊区耕地面积的46%;在东南一些地区,汞、砷、铜、锌等元素的超标土壤面积占污染总面积的45.5%,上海农田耕层土壤Hg、Cd含量增加了50%;天津近郊因污水灌溉导致2.3万hm<sup>2</sup>农田受污染;沈阳张士灌区污染土壤达2500hm<sup>2</sup>;西南、西北、华中等地区也存在较大面积的汞、砷等重金属污染土壤<sup>[15-16]</sup>。

## 二、农田污染对农产品的危害作用和机制

### (一) 重金属污染对农产品的危害

1. 重金属污染农产品现状。由于我国大多数城市近郊土壤均受到了不同程度的污染,导致许多地方

粮食、蔬菜、水果等食物中镉、铬、砷、铅等重金属含量超标或接近临界值，其中最严重的是镉，其次是汞和铅<sup>[17]</sup>。根据农业部环保监测系统对全国24个省市320个严重污染的548.2万hm<sup>2</sup>土壤调查发现：大田类农产品污染超标面积占污染区农田面积的20%，其中重金属超占污染土壤和农作物的80%<sup>[4]</sup>。北方大城市的蔬菜基地和部分商品粮基地存在着不同程度的重金属污染，如北京、天津、西安、沈阳、济南、长春、郑州等地。

2. 重金属对作物的毒害作用。重金属污染具有隐蔽性和潜伏性、不可逆性和长期性，造成的后果尤其严重。重金属对作物的毒性有以下几方面<sup>[18-20]</sup>：(1) 影响种子萌发。试验表明，水中六价铬浓度大于0.1mg/L时，就开始抑制水稻种子的萌发；在1mg/L以上，对小麦种子萌发也有不利影响。(2) 破坏作物正常的代谢功能，导致作物生长和生理生化过程失调。植物生长在重金属污染的环境中，首先并直接地影响到细胞质膜。重金属浓度越高，胁迫时间越长，对植物细胞质膜的选择透性、组成、结构和生理生化等的伤害就越大。细胞膜受到伤害后，细胞内的离子和有机物大量外渗，外界有毒物质进入细胞，结果导致植物体内一系列生理生化过程失调。众多试验证明，重金属胁迫对植物的光合作用都是抑制的，并且降低效应与胁迫程度成正比。重金属污染后，植物叶绿体受到严重影响。(3) 产量降低、品质下降。有试验表明，投加六价铬时，浓度在50mg/L时水稻就明显地受到了影响，小麦在10mg/L时籽粒减产28.6%。张士灌区的试验表明当土壤中含汞量达到0.1mg/kg时，稻米含汞量就可超过食品卫生标准<sup>[18]</sup>。据估计我国由于重金属污染而引起的每年粮食减产达1000万t，而且作物品质受到严重影响。

3. 重金属对作物的伤害机制。重金属胁迫对植物的伤害是由重金属本身的特性决定的。重金属是过渡元素，都有d电子存在，而d电子在催化磁性等方面都有特殊的性质与效能。正因为如此，它们对植物都是致毒的根源。通过大量的研究，有人认为，重金属对植物体产生毒性的生物学途径可能有两个方面：一是大量的重金属离子进入植物内干扰了离子间原有的平衡系统，造成正常离子的吸收、运输、渗透和调节等方面的障碍，从而使代谢过程紊乱；二是较多的重金属离子进入植物体内后，不仅与核酸、蛋白质和酶等大分子物质结合，而且还可取代某些酶和蛋白质行使其功能时所必需的特定元素，使其变性或活性降低。还有人认为，重金属胁迫与其他形式的氧化胁迫相似，能抑制植物体内一些保护酶的活性，导致大量的活性氧自由基产生；而自由基能损伤主要的生物大分子（如蛋白质和核酸）引起膜脂过氧化，是植物重金属伤害的主要机制<sup>[19]</sup>。

## (二) 农药残留的毒害作用

1. 农药在农作物体内的代谢和残留。农药施入农田后，一部分洒落在农作物表面而残留下来，或者是渗入植物体内移动，并随作物一起被人或动物摄取；另一部分农药直接落在土壤中，落在土壤中的农药，除挥发和径流损失外，其余可被农作物直接吸收。在作物的体内残留，这条途径是农药进入植物体的主要途径。一般植物根系对分子量小于500的有机化合物易于吸收。如果分子量大于500，根系能否吸收取决于这类化合物在水中的溶解度：溶解度越大、极性越大者越容易为植物所吸收，也越容易在植物体内转移。分子量较大的非极性有机农药只能被根表面吸收，而不易进入组织内部。进入植物体的农药，可在酶的作用下分解代谢。农药在植物体内的分解包括水解、氧化、还原、脱烷基、脱氯、脱氢、环裂解作用等等。一类农药如有机磷等，在植物体内能彻底分解，所以残留量低、残留期短；另一类农药如有机氯等，通过代谢形成与其相似的产物，并与植物体内的有机物相结合，残留在植物体内<sup>[9]</sup>。

2. 农药对农产品质量的影响。农药对我国农产品质量的危害突出表现为蔬菜、水果、畜禽养殖产品等农药残留量过高，“菜篮子”的质量问题令人担忧。2001年国家质检总局公布的三季度抽查结果显示：10类蔬菜的农药残留超标率达47.5%。抽查的10类181种蔬菜中，有86种农药残留超过国家标准限量值。抽查中，国家明令禁止蔬菜生产中使用的甲胺磷、氧化乐果、克百威、水胺硫磷等农药残留检出率较高，一种蔬菜中含有多种农药残留的现象比较普遍。农药的使用使农产品质量与安全性降低，以致出现农产品中农药超标而使农产品的国际竞争力下降。近年来，因农、兽药残留和重金属含量“超标”遭拒收、扣留、中止合同或停止进口的事件制约了我国食品的出口。如：欧盟从2001年11月开始对中国茶叶的检

测项目,从原来29种残余农药检测增加到62种,这使得2006年对欧盟的茶叶出口减少37%。以苹果为例,我国苹果产量居世界第1位,而目前我国苹果出口量仅占生产总量的1%左右,出口受阻的主要原因是农药残留超标。中国橙优质率为3%左右,而美国、巴西等柑橘大国橘类的优质品率达90%以上,原因是中国橙的农药残留量等超标<sup>[9,20]</sup>。近年来,由于农产品中高毒农药残留超标造成的中毒事故屡有发生。1999年8月29日北京市发生一起因市民吃了受污染的蔬菜而中毒的事件,上海、天津等地相继发生食用农药超标蔬菜而中毒的恶性事件。上述这些事例和数据都表明了农药残留对食品安全的影响令人触目惊心。

### (三) 蔬菜硝酸盐污染危害作用

1. 施氮肥与蔬菜硝酸盐积累的关系。周艺敏等(1989)<sup>[21]</sup>,王朝辉等(1998)<sup>[27]</sup>刘明池、陈殿奎<sup>[28]</sup>(1996)陈振德等(2001)<sup>[29]</sup>等大量研究都表明,氮肥用量和蔬菜体内的硝酸盐含量呈显著的正相关,但其产量没有以相应比例增加,过量供氮肥会导致蔬菜硝酸盐的大量累积,并降低产量<sup>[20]</sup>。

2. 蔬菜中硝酸盐的累积机制。蔬菜极易累积硝酸盐,其根本原因是蔬菜体内硝酸盐的吸收量大于同化量,因此与之相关的诸多生理生化因素会对硝酸盐的积累产生影响。科研人员主要从生理和生化两个方面对蔬菜硝酸盐累积机制进行了广泛的研究<sup>[26-29]</sup>。(1)生理机制。从生理学的观点看,硝酸盐在蔬菜中的累积取决于根、茎、叶的吸收与输送硝酸盐的过程以及蔬菜对硝态氮( $\text{NO}_3\text{-N}$ )的同化作用。根系由介质中吸收的硝态氮在导管中随蒸腾流分别向茎、叶和贮存器官的细胞中迁移,分布于细胞的液泡和原生质中。由于硝酸还原酶(NR)主要存在于原生质中,其中的硝酸盐可以迅速还原,不易累积;而液泡中的NR活性低,硝酸盐主要起渗透调节作用,难以被还原利用,因而较易累积。因此硝酸盐和NR在细胞中存在的这一非一致性以及硝酸盐作为渗透调节物质的功能,可能是造成硝酸盐在蔬菜体内累积的一个重要原因。研究表明,叶菜类蔬菜体内NR的活性与硝酸盐的累积程度有很好的负相关性。不少研究人员还认为,蔬菜体内硝酸盐累积是一种奢侈消耗。在氮素供应过剩时,蔬菜就会以超越自身需要的速度吸收硝态氮,并将多吸收的硝态氮贮存起来,开始累积硝酸盐。(2)遗传机制。硝酸盐累积在不同遗传类型的植物间存在着很大差异。不同种类蔬菜硝酸盐含量大不相同。一般为根菜类>薯蓣类>绿叶菜类>白菜类>葱蒜类>豆类>瓜类>茄果类>多年生类>食用菌类。同一种蔬菜,不同品种间硝酸盐累积量也存在着较大差异,其变化范围是114~2018倍。造成蔬菜品种间硝酸盐含量累积差异的原因,据研究主要是受遗传因子控制,在同一组织内硝酸盐的变化与NR的活性成负相关,而NR的活性强度是高度遗传的。

3. 蔬菜硝酸盐的毒害作用。近10年,我国蔬菜种植面积增长近1倍,菜地氮肥用量可高达800~5500 $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,且利用率远低于粮田,造成蔬菜硝酸盐含量偏高。个别地区可使鲜青菜硝酸盐平均含量达2334 $\text{mg}/\text{kg}$ ,北京、上海、天津等大中城市蔬菜的硝酸盐污染超标现象十分普遍<sup>[15]</sup>。人体摄入的硝酸盐有81.2%来自蔬菜。硝酸盐本身毒性很小,对人畜无直接危害。而蔬菜中的硝酸盐可以被还原成亚硝酸盐,而亚硝酸盐可使血液的载氧能力下降,从而导致高铁血红蛋白症;另一方面,亚硝酸盐可与人体摄取的其他食品中的次级胺反应,在胃腔中( $\text{pH}=3$ )形成强有力的致癌物——亚硝胺,从而诱发消化系统的癌变。亚硝胺是当前国内外医学公认的强致癌物之一,而硝酸盐正是亚硝胺的前体物。据统计,现在全世界每年有590万人患癌症,约有430万人死亡。癌症发病率高的事实使得对蔬菜中的亚硝胺前体——硝酸盐的摄取及其在蔬菜中的累积问题成为世界各国极为关注的重要问题之一<sup>[22]</sup>。

## 三、农田污染防治与农产品质量安全对策

### (一) 倡导农业清洁生产的种植理念,从源头防止农田污染

农业清洁生产是指在农业生产的全过程中,使用对环境友好的绿色农用化学品(如绿色化肥、绿色农药、绿色地膜等),改善农业生产技术,减少农业污染物的产生,减少农业生产和产品服务过程中对环境和人类的风险。农业清洁生产主要是指农业生产的全过程控制,即在整地、播种、育苗、田间治理、收获的全过程中采取必要的措施,预防污染的产生<sup>[20-24]</sup>。我国的广大农民对农产品的质量及安全环境问题仍缺乏危机感,应通过各种渠道和方式加强宣传,人人树立农业清洁生产理念,普及清洁生产知识,从思想上高度认识农田污染对农产品质量的危害,提高对农业清洁生产在可持续发展中的重要性的认识,形成良

好的社会氛围,促进政府加快推行清洁生产,积极实施清洁生产。要针对当前突出的农产品有害物超标问题,向农民推广普及安全使用化肥、农药、兽药、饲料添加剂和动植物生长激素等知识,对农民进行农业清洁生产种植技术专业培训,从生产环节防治农田污染,把好农产品安全质量关;要从源头抓起,标本兼治,持之以恒。

### (二) 贯彻实施新法, 加强农田环境质量和农产品质量安全保障体系建设

自2006年11月1日起施行的《中华人民共和国农产品质量安全法》从我国农业生产的实际出发,遵循农产品质量管理的客观规律,针对保障农产品质量安全的主要环节和关键点,确立了一系列法定基本制度。我国的农产品质量安全管理将全面纳入法制化轨道,这对于从源头上保障农产品质量安全,维护公众身体健康,促进农业和农村经济发展具有重要意义。

全面贯彻实施《农产品质量安全法》,必须采取措施,加强农田环境质量和农产品质量安全保障体系建设。加强机构建设和执法队伍建设,加大执法力度;加强对农田环境、农业投入品的监测,加强对农产品源头的监控;加强对农业生产资料的登记管理,依法对农药、种子、种苗、化肥、饲料、添加剂等投入品进行监督检查,严厉打击生产经营禁用和假冒伪劣农业生产资料的行为,保护农民的利益,确保农业生产资料安全使用;加大农产品监督监测工作力度,加强农业质量监督监测体系建设;完善农产品质量安全管理体制,建立健全各级农产品质检机构,完善检验检测机制,强化技术手段,提高农产品质量安全技术服务能力,提高农产品质量安全水平<sup>[33-34]</sup>。

### (三) 建立健全农业清洁生产全过程操作技术规程和农业投入品安全使用制度

国外许多先进国家,如欧盟、美国、加拿大、韩国、日本、荷兰等都制定了农产品生产技术规程,如欧洲良好农业操作规范(GAP)、韩国亲环境农业操作规程、日本特殊栽培操作规程等。其目的是要求农产品的生产、经营者严格按照生产技术规程组织生产和加工,科学合理地使用化肥、农药、兽药、饲料等农业投入品和灌溉、养殖用水,保证其质量。从农产品产前、产中和产后进行全程控制,严格控制产地环境污染,有效保护农产品质量。

近年来,我国通过组织实施“无公害食品行动计划”等一系列工作,如颁布的《农产品安全质量国家标准及无公害食品NY5000系列行业标准》、农业部194号公告、199号公告和第17号部长令,为从源头上解决农产品尤其是蔬菜、水果、茶叶的农药残留超标问题提供了标准,农产品质量安全水平有了一定的提高。但是,目前农产品生产产前、产中、产后全过程质量控制技术标准空缺;农业操作过程缺乏统一的技术指导,农田污染问题依然严重。因此,国家应吸收国外先进经验,尽快建立农业清洁生产技术规程和农业投入品标准体系,建立健全农业投入品安全使用制度,保护产地环境,提高农产品质量安全水平,进而全面提升中国农产品竞争力,更好地拓展优势农产品的市场潜力,促进其出口。

### (四) 大力推广农田污染防治和农产品质量安全新技术

为了有效防治农田污染,提高农产品质量,各地应从实际情况出发,大力推广各项新技术。(1) 农药污染防控技术。主要包括农药减量化技术、生物性农药替代技术、病虫草害的生物、物理与农艺综合控制技术和农药残留生物降解技术。(2) 肥料污染防控技术。主要包括平衡施肥技术、配方施肥技术、环境友好型化肥替代技术、肥料结构优化技术和养分流失综合阻控技术。(3) 畜禽粪便污染立体防控技术。包括规模化畜禽场粪便高温连续发酵技术、粪便发酵过程除臭技术、畜禽粪便生物处理技术、资源化利用技术(肥料化、能源化和饲料化)和农田安全使用技术。(4) 农膜残留污染防控技术。包括新型可降解液膜替代技术和农膜回收利用技术,减少塑料薄膜的使用量和残留量,从源头阻断难降解型农业用覆盖塑料膜造成的有机化合物的污染<sup>[35-36]</sup>。

### 参考文献

- 1 章力建,朱立志.我国“农业立体污染”防治对策研究.农业经济问题,2005,(2):4~7
- 2 董印丽.河北省农田土壤化肥污染及其防治对策.南京农专学报,2001,17(3):47~49
- 3 江建飞,邢素芝.农田土壤施用化肥的负效应及其防治对策.农业环境保护,1998,17(1):40~43

- 4 周启星,宋玉芳. 污染土壤修复原理与方法. 北京: 科学出版社, 2004, 16~22
- 5 李秀英,赵秉强,李絮花,等. 不同施肥制度对土壤微生物的影响及其与土壤肥力的关系. 中国农业科学, 2005, 38(8): 1591~1599
- 6 王岩,沈其荣,史瑞和. 有机无机肥料施用后土壤生物量C、N、P的变化及N素转化. 土壤学报, 1998, 35(2): 227~233
- 7 何丽莲,李元. 农田土壤农药污染的综合治理. 云南农大学报, 2003, 18(4): 430~434
- 8 米长虹,黄士忠,王继军. 农药对农田土壤的污染及防治技术. 农业环境与发展, 2000, (4): 23~25
- 9 郑世英. 农药对农田土壤生态及农产品质量的影响. 石河子大学学报(自然科学版), 2002, 6(3): 255~258
- 10 赵安民. 论农田的“白色污染”与防治途径. 山西农业大学学报, 2002, (2): 179~183
- 11 杨晓涛. 农药污染的防治对策. 农业环境与发展, 2000, (1): 28~30
- 12 周勇志,章力勇,周金林,等. 畜禽排泄物与农业立体污染防治. 上海农业科技, 2006, (5): 101~102
- 13 骆永明,滕应. 我国土壤污染退化状况及防治对策. 土壤, 2006, 38(5): 505~508
- 14 尚红云. 中国环境污染实证分析与治理对策. 理论前沿, 2006, (11): 28~29
- 15 张海新,乔梁,刘豆豆. 污水灌溉中环境保护问题的研究. 农机化研究, 2006(7): 196~198
- 16 赵煜英. 污水灌溉农田利弊分析. 2006, 32(18): 346~347
- 17 徐应明. 土壤质量直接影响农产品质量安全. 农业环境与发展, 2006(4): 1~2
- 18 吴晓丽. 南通市土壤重金属和农产品(蔬菜)重金属污染状况研究. 南京农业大学硕士学位论文, 2005
- 19 吕开云,高爱林,高永光. 重金属污染土壤对植物伤害研究. 西部探矿工程, 2006, 124(8): 271~273.
- 20 季朝文. 农药与食品安全. 山东省农业管理干部学院学报, 2003, 19(3): 116
- 21 周艺敏,任顺荣. 氮素化肥对蔬菜硝酸盐积累的影响. 华北农学报, 1989, 4(1): 110~115
- 22 王朝辉,李生秀. 菠菜不同器官的硝态氮与水分、全氮、全磷的关系. 植物营养与肥料学报, 1996, 2(2): 144~152
- 23 刘明池,陈殿奎. 氮肥用量与黄瓜产量和硝酸盐积累的关系. 中国蔬菜, 1996, (23): 26~28
- 24 陈振德等. 施肥对茼蒿硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响. 山东农业科学, 1999, (6): 40
- 25 陈怀满. 土壤—植物系统中的重金属污染. 北京: 科学出版社, 1996
- 26 李文晓,李建设. 蔬菜中硝酸盐含量、累积机制及施肥对其影响的研究综述. 宁夏农学院学报, 2003, 24(2): 68~71
- 27 熊国华,林成永,章永松,等. 施肥对蔬菜累积硝酸盐影响的研究进展. 土壤通报, 2004, 35(2): 217~221
- 28 陈玉梁,张正英,张艳萍,等. 蔬菜硝酸盐的累积机制及控制途径. 甘肃农业大学学报, 2005, 40(6): 827~831
- 29 刘永刚,陈利军,武志杰. 蔬菜中硝酸盐的累积机制及其调控措施. 土壤通报, 2006, 37(3): 612~616
- 30 林志刚,赵仪华,薛耀英. 叶菜类蔬菜的硝酸盐积累规律及其控制方法研究. 土壤通报, 1993, 24(6): 253~255
- 31 杨天和,褚保. 中国农产品质量安全保障体系中的技术创新. 南京农业大学学报, 2005, 28(3): 102~106
- 32 张蔚菊. 农业清洁生产与绿色壁垒. 世界经济与政治论坛, 2004, (3): 52~55
- 33 何晓红. 安徽省农产品质量安全存在问题及对策. 安徽农学通报, 2001, 7(6): 27~28
- 34 项虹艳,李廷强. 加强农业环境保护, 确保农产品质量安全. 广西农业科学, 2004, 35(3): 238~241
- 35 董力建,侯向阳,杨正礼. 当前我国农业立体污染防治研究的若干重要问题. 中国农业科技导报, 2005, 7(1): 3~5
- 36 董力建,蔡典雄等. 农业立体污染及其防治研究的探讨. 中国农业科学, 2005, 38(2): 350~357

## PRESENT STATUS, EXISTING PROBLEMS AND COUNTER MEASURES OF FARMLAND POLLUTION AND QUALITY AND SAFETY OF AGRICULTURAL PRODUCTS IN CHINA

Zhong Xiuming<sup>1</sup>, Wu Xueping<sup>2</sup>

(1. Post Graduate School of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081;

2. Institute of Agricultural resources and regional planning, Chinese Academy of Agricultural sciences, Beijing 100081)

**Abstract** This paper analyzes the present status of farmland pollution in China and the harmful role to the quality of agriculture products; points out that the irrational use of chemical fertilizer and pesticide, the residue of large quantity plastic cover, the waste of poultry and livestock, the "three wastes" from industry and irrigation by contaminated water have brought about serious farmland pollution, therefore, the production of agriculture products has been reduced and their quality declined. According to the above mention problems, this paper raises counter measures to prevent and cure the farmland pollution and to secure quality of agriculture products, including spark plugging the idea of clean production, carrying out < Quality Secure Law for Agriculture Products of the People's Republic of China >, strengthening the construction of security system for protecting farmland environment and safety of agriculture products, establishing and perfecting technical regulations for clean agriculture production operation and the system for safe usage of agriculture invest articles, vigorously extending new technology to control farmland pollution and secure quality and safety of agriculture products.

**Keywords** China; farmland pollution; agriculture product; quality and safety; clean production; counter measure