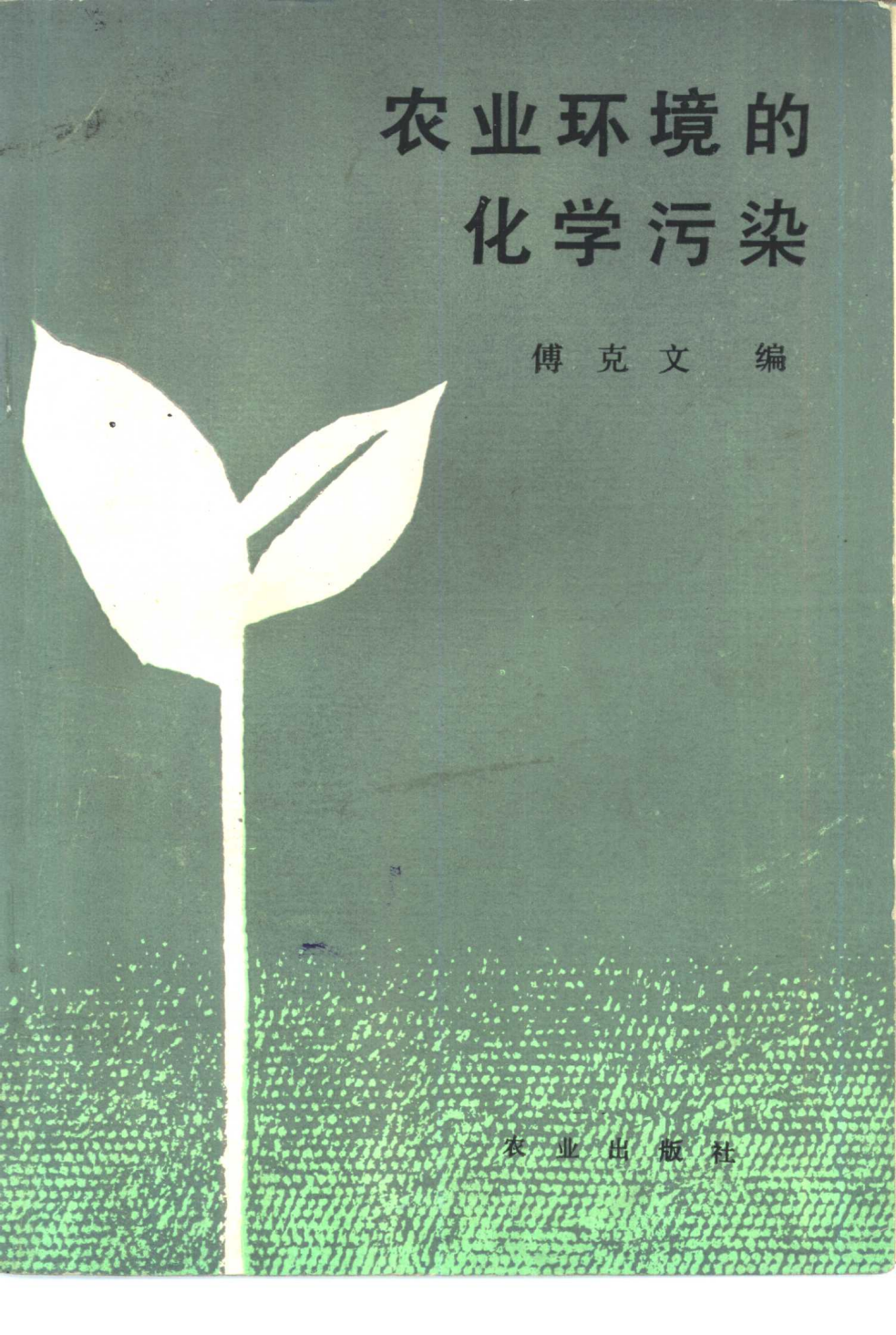


农业环境的 化学污染

傅克文 编



农业出版社

农业环境的化学污染

傅克文 编

农业出版社

农业环境的化学污染

傅克文，编

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 通县免子店印刷厂印刷

787×1092毫米 32 开本 7.75印张 169千字

1985年5月第1版 1985年5月北京第1次印刷

印数 1~5,000 册

统一书号 13144·279 定价 1.20元

序

农业环境保护的重要性，现在已被越来越多的人所认识。农业环境是整个大自然环境的重要组成部分。其所以重要，这是因为我国绝大多数人口居住在农村，在农业环境中生活、劳动，生产人类生活所必需的各种物质。农业环境一旦受到污染与破坏，不仅农业生产要受到严重损失，而且有害物质还将污染农、畜产品，危害人体健康。因此，保护好农业环境，对于保证农业生产发展，保障人民健康，都具有十分重要的意义。

随着现代工农业的高速发展，各种工业废弃物和农用化学物质不断地涌入农业环境，由此给农业生产带来的冲击已成为当今世界各国发展农业所面临的突出问题之一。虽然我国的工农业生产还不十分发达，但部分地区的农业环境和农、畜产品已遭受到程度不同的污染，给农业生产造成很大影响。可以预测，在今后近二十年的现代化建设中，如果忽视这一问题，其后果是不堪设想的。

早在1970年，周恩来总理就曾高瞻远瞩地指出：“对我们来说，工业公害是个新课题。工业化一搞起来，这个问题就大了。农林部门应该把这个问题提出来，农林又要空气又要水。”在他的指示下，我国广大的农业环保工作者在环境污染调查、研究污染物对作物的影响、制定农业环境标准、总结防治污染经验、监测分析和环境管理等方面做了不少工

作，并取得了一定的成绩。经过十多年的实践，人们对环境保护认识上有了较大的提高，即把环保工作的重点由城市逐渐转向农村，即转向保护整个自然环境、保护自然资源，注意研究生态农业，也就是由保护“小环境”扩大到保护“大环境”。

现在，农业环境保护工作已越来越受到各级领导和广大人民群众的高度重视。党的第十二次代表大会把解决好农业问题放在战略重点的首位，把保护各种农业资源、保持生态平衡作为解决好农业问题的前提任务。可以这样认为，保护好农业生态环境是开创环保工作新局面的关键。

《农业环境的化学污染》一书，就是在这一新的形势下问世的。它着重系统介绍污染农业环境的主要化学物质，阐明其污染来源，污染途径，对农业的危害，并提出了一些防治措施。目的在于提高人们对保护农业环境重要性的认识，掌握污染规律，并努力战胜污染与破坏，创造出一个清洁优美的农业生态环境。

本书作者在多年的农业环保研究和科研组织管理工作中，搜集了国内外大量资料，并加上自己的部分实践，写出了这本书。本书内容比较丰富，在农业环保工作中有一定的参考价值，环保工作者，农业环保工作者，农业科技工作者，广大农民群众和有关领导同志，都值得一读。这本书尽管还存在一些不足之处，但我相信，它的出版对普及农业环保知识，加强农业环保工作和生态农业的建设等方面，都将起到一定的作用。

买永彬

1983年

目 录

序

第一编 农业环境的污染与防治.....1

一、概论1

(一) 农业生态平衡与农业环境污染.....1

(二) 污染源及主要污染物.....4

(三) 对作物的影响及影响途径.....5

(四) 影响作物受害的各种因素.....6

(五) 农业环境污染的防治原则.....8

二、空气污染10

(一) 空气污染的含义10

(二) 空气污染物的来源及种类12

(三) 空气污染物对作物的危害13

(四) 作物受害的剂量及影响受害的环境因素17

(五) 空气污染危害的防治措施21

(六) 作物受空气污染危害的调查与鉴别24

三、灌溉水污染34

(一) 灌溉水污染的含义34

(二) 灌溉水污染物的来源及种类35

(三) 灌溉水污染对农业生产的影响38

(四) 灌溉水污染危害的防治39

(五) 污水处理技术简介42

(六) 灌溉水污染的调查47

四、土壤污染52

(一) 土壤污染的含义52

(二) 土壤污染物的来源及种类54

(三) 主要土壤污染物对作物的影响56

(四) 主要污染物在土壤中的迁移转化65

(五) 土壤污染的防治73

(六) 土壤污染调查及土壤环境质量评价	33
第二编 污染农业环境的化学物质	112
一、气体污染物	112
(一) 二氧化硫	112
(二) 氟化氢	117
(三) 氯气和氯化氢	120
(四) 光化学烟雾	124
(五) 臭氧	127
(六) 过氧乙酰硝酸酯	123
(七) 氮氧化物	129
(八) 乙烯	131
(九) 其它气体污染物	134
(十) 多种气体污染物的复合污染	135
二、有机及无机污染物	136
(一) 酚类化合物	136
(二) 氰化物	139
(三) 三氯乙醛	141
(四) 丙烯醛	144
(五) 苯	146
(六) 石油类	148
(七) 苯并(a)芘	150
(八) 洗涤剂	154
(九) 需氧有机物	156
(十) 氟化物(非气体状态)	158
(十一) 硼	159
(十二) 酸和碱	163
三、重金属和类金属污染物	165
(一) 镉及其化合物	165
(二) 汞及其化合物	169
(三) 砷及其化合物	175
(四) 铬及其化合物	180
(五) 铅及其化合物	184

(六) 铜及其化合物	187
(七) 锌及其化合物	191
(八) 镍及其化合物	194
(九) 硒及其化合物	197
四、化学农药类污染物	200
(一) 有机氯农药	200
(二) 有机磷农药	207
(三) 有机汞农药	213
(四) 砷制剂农药	215
(五) 除草剂农药	218
附录	
一、环境中污染物浓度单位的符号和换算	224
二、大气环境质量标准	225
三、工业“废水”中有害物质最高容许排放浓度	227
四、生活饮用水水质标准	229
五、渔业水域水质标准	230
六、原粮卫生标准	231
七、食品中汞允许量	232
八、食品中六六六、滴滴涕残留量	233
主要参考文献	234
后记	235

第一编 农业环境的污染与防治

一、概 论

(一) 农业生态平衡与农业环境污染

所谓环境，是指人类和生物生存的空间，这个空间充满着多种不同性质、结构和运动状态的物质。大多数生物集中生活在大气、水体和陆地相邻的区域中，这种从深海到高空凡有生物生存的范围，称为生物圈。它由整个水圈、土壤圈和大气圈下层及岩石圈的上层所构成。

生物群落与环境之间密切联系，相互作用，相互依存，相互制约，它们通过物质循环和能量流动共同构成的这种生物群落与环境的复合体，叫作生态系统。农田、森林、草原、河流等都是性质不同的生态系统。每个生态系统都有它的地区性和特殊的结构以及物质循环和能量转化规律。

生态系统中的生物群落分为生产者、消费者和分解者三部分：生产者主要是能进行光合作用的绿色植物；消费者是指直接或间接以绿色植物为生的各种动物；分解者为微生物和一些微型动物，它们把动植物尸体和代谢物质转化为简单的无机化合物，重新返回环境，供植物作为营养用。生态系统中的生物群落主要是以食物链的形式组成的。多种食物链相互交联，还会形成更为复杂的食物网。物质循环在食物链中的一个突出特性是生物富集作用。

任何一个生态系统中，在一定的期间内，生产、消费和分解之间总是保持相对平衡状态，能量流动和物质循环保持相对稳定，这就是生态平衡。这种平衡是动态的平衡，是暂时的，相对的，随着条件的改变就会发生相应的变化。生态系统之所以能保持动态平衡状态，是由于其内部具有一定的自动调节能力。但如果人类活动给环境带来的变化超出了生态系统本身的调节能力，就可能使生态系统失去平衡，使生态资源和生物资源遭到破坏。

农业生产只有在一种适宜的生态条件下才能得到发展。农业环境，主要包括土壤、水体和空气等因素，这些都是进行农业生产的基本条件。农业环境与生活在这一环境中的各种农业生物及其它生物资源之间，在人的干预下，相互作用，相互制约，构成了农业生态系统。农业生态系统是人工控制的生态系统，系统中的生物部分是人为栽培的作物和饲养的畜禽，非生物部分除了自然因素外，也加入了人为的生态因子，如耕翻、灌溉、施肥等。人类为了得到丰产，就必须向系统内输入化肥、农药等，通过转化，生产出农、畜产品。也就是说农业生态系统中的物质循环和能量流动，很多都受人为的控制，因此，人为干预是农业生态系统的重要特点。其次，农业生态系统在能量流动和物质循环中又是一个开放系统，人类收获了农、畜产品，从系统中将物质取走，这就变得比自然生态系统更为复杂。另外，农业生态系统的结构比较简单，因为农业生产中所种植的作物和饲养的家畜种类较少，食物链短小而又单纯。由于上述原因，农业生态的动态平衡表现得很不稳定，很容易受到环境因素的干扰与破坏。

农业生态系统的结构与功能的好坏，制约着农业生产水平的高低。人类盲目地开发利用自然资源，不合理的农业生

产活动以及农业环境的严重污染是造成农业生态破坏的主要原因。农业生态一旦破坏，恢复起来十分困难。

开发自然资源时，如果不顾生态平衡，随意砍伐林木、开垦陡坡山地、围湖造田，滥垦草原等，将会破坏植被，引起水土流失，土地贫瘠，草原沙化，使生态环境不断恶化。

不合理的农业生产活动，就是不按生态规律进行农业生产。例如，不是因地制宜地安排农、林、牧业生产；为了高产只考虑采用良种和提高复种指数，忽视培肥养地，取大于补，超过了资源的利用极限，导致地力下降；滥用农药使害虫产生抗药性，杀死天敌，反而引起害虫大发生，这样使农业陷入生态失调、资源趋减的困境。

所谓农业环境污染，是指由于现代工农业生产的发展，使大量的工业废弃物和农用化学物质进入农田、空气和水体中，当其数量超过农业环境本身的自净能力时，就将导致农业环境质量下降，甚至破坏农业生态平衡。其结果使农、畜产品产量下降、质量变差或受毒物污染，通过食物链影响人类健康。由于环境污染直接关系到人类的健康和生存，又与经济发展密切相关，因此它既是生态破坏的重要原因，又往往被作为一个重要问题而独立存在。当前世界上最突出的环境问题就是生态破坏与环境污染。

农业环境保护的目的就是要保护好各种农业资源，促进农业生产的发展，保障人民健康。要保护好农业环境，首先要用综合防治的途径去解决好环境污染问题。其次，要合理开发利用自然资源。要发展生态农业，按生态学的规律指导农业生产，努力建立一个高效的人工农业生态系统，通过人的劳动和干预，不断调整和优化这个系统的结构和功能，保护和增殖自然资源，以较少的投入得到较大的产出。这是物

质和能量循环不已并不断扩大的良性循环农业。这样才能使农业环境保持较强的生产能力，做到资源常新，永续利用，不断地为人类提供数量越来越多、质量越来越好的农、畜产品。

(二) 污染源及主要污染物

污染源是指产生有害污染物的设备、装置和场所等，一般分为工业污染源、农业污染源和生活污染源三大类。

1. 工业污染源 工业污染源主要指工厂在生产过程中排放“三废”及交通运输工具在工作过程中排出有害物质，这是当前各种环境污染物的主要来源。

(1) 燃料燃烧产生的污染 工业生产所需要的动力、电能、热能主要来自燃料的燃烧。在这一过程中排放污染物的发生源是各种形式的锅炉、窑炉等。这是大气污染物的主要来源。

(2) 交通运输工具产生的污染 汽车、内燃机车、飞机等交通工具主要以汽油、柴油等燃料燃烧作为动力。它们排放的污染物主要进入大气。

(3) 工业生产工艺过程中所产生的污染 任何一个生产工艺过程也不可能将原料全部转化为人们所需要的产品，这样除产品以外的剩余物（包括原料和中间产物），就是形成污染物的来源。同时，由于生产工艺和设备落后或者管理不善等，也会使污染物不断跑、冒、滴、漏，排入环境。这些是工厂排放废水、废气、废渣的主要来源，所含的污染物种类也最多。

(4) 工业用水所产生的污染 水是工业生产中不可缺少的物质。它不仅是传递热量的介质，而且也是工艺过程中的溶剂、洗涤剂、吸收剂、萃取剂以及生产原料或反应介质。因此在生产过程中必然要排放一定量的工业废水。尤其是冶金、化工、轻工和采矿等工矿企业排放的废水量是相当多

的。这些废水是污染灌溉水的主要污染源。

2. 农业污染源 在农业生产过程中，为了提高作物产量而使用了一些对农业生产有利、但对环境有害的物质；在生产中有时还会从农田直接排出一些污染物。这些污染物来自于农业生产活动，因此称为农业污染源。

(1) 农药造成的污染 农药作为工业产品本身就是环境的有害物质。在农业生产过程中，如果对农药使用不当，它又可以污染环境和农产品。污染环境的农药主要是一些性质稳定、容易在环境和生物体内积累，并对人体健康造成不良影响的品种。

(2) 肥料造成的污染 肥料造成的污染分两种类型。一是肥料里面含有有害物质，施肥时，这些有害物质便随肥料一起进入农田。如化肥在生产过程中混入一些有害物质；农田污泥中常常含有重金属毒物。二是过多地、单一地施用某一种化肥，会使土壤理化性质变劣，土壤微生物的活动受到不良影响。同时过剩的氮(NO_3^-)、磷等营养元素可渗入地下水，污染井水，或随农田排水流入地面水体，引起水体富营养化，影响水生生物生长。

(3) 农业废弃物造成的污染 农业废弃物主要指大型机械化畜牧饲养场排出的畜禽粪尿及农畜产品加工企业排出的各种废弃物。

3. 生活污染源 生活污染主要是大城市化造成的，包括生活燃煤造成的大气污染；生活污水造成的有机物污染、富营养化污染；生活垃圾产生的污染等。

(三) 对作物的影响及影响途径

农业环境受污染后，污染物对作物可以产生化学作用和物理作用。化学作用表现为污染物进入植物细胞中与内含物

起化学反应，发生一系列变化，或是累积在作物体内。物理作用指的是污染物堵塞气孔或侵入植株体内，堵塞细胞间隙，引起机械损伤。上述作用的结果是影响作物的生长发育，造成产量下降，或使农产品中带有残留毒物，失去其食用经济价值。

污染物主要通过空气、灌溉水、土壤及直接接触等多种途径来影响作物。空气中的有害气体与作物接触后，主要是影响作物的产量，改变农产品的品质；空气中的颗粒状污染物除了沉降到土壤上外，还可以沾附在植株体上或被作物吸收，造成粮食、蔬菜污染。灌溉水被污染时，污水流入农田可以直接与作物接触，对作物造成各种影响。污水中的有害物质沉积到土壤中，又将污染土壤。有的污水还能破坏土壤结构，引起土壤肥力下降。施用化学农药时，有一部分农药可以不经其它环境途径直接沾附在作物体上，除了可能对作物产生药害外，还会通过沾附与吸收的途径进入农产品中，造成残留污染。

不论是空气污染、灌溉水污染，还是施用农药和肥料，大部分污染物最后都要进入土壤，经过不断积累，导致土壤污染。土壤污染后，不仅要影响作物生长、污染农产品，而且土壤中的污染物随水流失后，还会给地面水和地下水带来污染。

农业环境污染对作物的危害途径如图 1 所示。

（四）影响作物受害的各种因素

1. 污染物的种类、浓度及存在形态 不同的污染物对作物的危害程度不同。如氟化氢对作物的毒性要比二氧化硫大 10—100 倍。对于同一种污染物，对作物的危害随其浓度的提高和作用时间的延长而增强。同一污染元素其存在形态和化

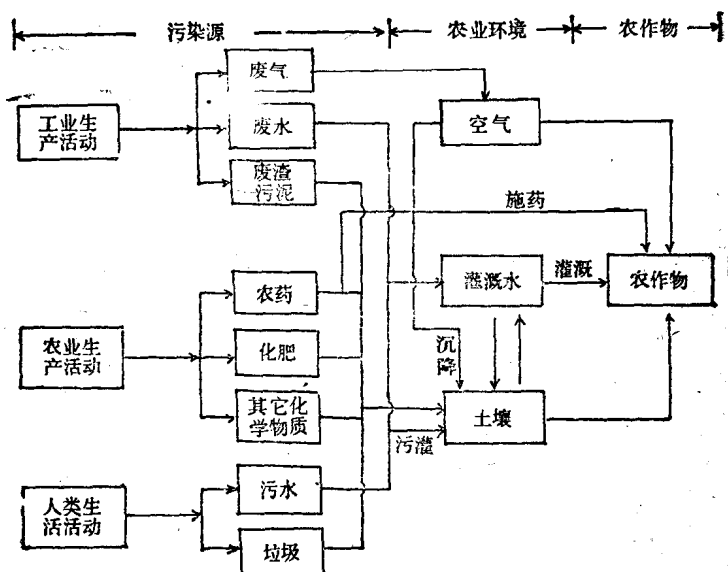


图1 农业环境污染对作物危害途径示意图

学价态不同，对作物的毒性也不同。如灌溉水中六价铬对作物的毒性就比三价铬的毒性大。

就污染物来说，单一污染与复合污染对作物的影响也是不同的。农业环境污染，大多数都是多种污染物共存的复合污染。由于几种污染物之间相互作用、互为影响，因此它们对作物造成的危害与单一污染物的情况不同。它们对作物产生的总作用称为联合作用，包括增效、拮抗、相加和独立等作用。如果几种污染物共存时对作物造成的危害超过每一污染物单独存在时致毒效力之和，则称这几种污染物共存时具

有增效作用(或相乘作用)。如果各污染物共存时它们对作物的危害程度较单独存在时有所减轻,即彼此之间有互相抵消作用时,则称为拮抗作用(或相减作用)。如果总的危害程度等于每个污染物单独存在时致毒效力之和,则称为相加作用。独立作用是指各污染物共存时,互相之间无任何联系。

2. 作物的种类及生育期 不同种类的作物对同一污染物的敏感性不同,因此受害程度也不同。不同种类作物对同一污染物的吸收积累能力也有很大差别。例如,大麦对二氧化硫表现敏感,但甜瓜却有抗性。花生能较容易地吸收土壤中的有机氯农药,而玉米的吸收能力则比较差。就同一种作物而言,不同的生育期对污染物的敏感性也不一样。

3. 环境条件 土壤的种类和性质不同,可以影响污染物对作物的危害程度。如土壤的类型、质地、有机质含量、土壤的pH值和氧化还原电位等不同时,都会影响污染物在土壤中的存在形态,也就是要影响作物对污染物的吸收。如果污染物难于被作物吸收,作物的受害程度相应就会轻些。

各种气象因素对作物的受害程度影响也很明显。如在空气污染时,一般光照强、温度高、湿度大和风力小等都会加重作物的受害程度。

(五) 农业环境污染的防治原则

农业生态系统中的物质循环虽然对于净化环境中的某些污染物质有很大的作用,但这种净化能力毕竟是有有限度的。进入农业环境的污染物超出了这一自净限度时,就要带来污染危害。特别是重金属一类污染物,对农业环境的污染是累积性的,有时发展很缓慢,不易被人所察觉。但到一定时刻,有可能发生突然变化。农业环境一旦受到严重污染,要

想全面恢复，则要花相当大的代价和相当长的时间。因此，要使农业环境不被污染，首先要从积极预防开始。这种预防包括对各种污染源的根治，尽量杜绝污染物进入农田；还包括对人类的各种活动（包括兴建各种工矿企业，推广使用某种新技术、新的农用化学物质）要用生态学的观点进行环境影响评价，然后决定取舍，这样才能防患于未然。对于已经出现的污染，则要依靠现代化的科学技术，采用多种途径进行综合治理，以消除各种对农业生产发展不利的因素，建立一个更为优质的农业环境。

1. 根治污染源 为了解决工业“三废”污染，首先要对工矿企业加强管理，通过改革工艺，综合利用和工程治理等，使其少排或不排“三废”。必须排放的，要尽量处理达到国家规定的排放标准。为了减轻农药污染，要积极研究和生产对病虫害高效、对人类安全低毒、无特殊影响，并在环境中容易分解的新品种农药，以取代那些高残留性、毒性强的品种。

2. 制订环境标准、法规，加强监测、管理 为了预防和治理污染，必须积极开展科学研究，制订出各种农业环境质量标准，如农田灌溉水质标准，农用污泥中有害物质控制标准，畜禽饲料中有害物质控制标准，农田空气质量标准及农药安全使用标准等。同时要制订出农业环境保护的各种条例和法规。在这些工作的基础上，搞好监测和管理，就可以使农业环境质量不断得到改善。

3. 多途径综合治理农业环境污染 污染源治理虽然是解决环境污染的关键，但限于科学技术水平和经济能力，总有一些污染物一时还不能处理到规定的排放标准，因此还需要辅以其它多种途径进行治理。对于已经污染了的农业环境，