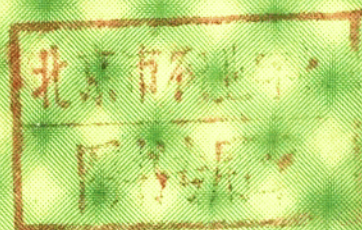


中等农校选修试用教材

农业工程综合技术

卢增兰 施忆秋 编著



陕西省农业学校

一九九零年九月

第四章 农业环境工程

农业环境问题主要是以下三个方面的问题：①工业废气、废水、废渣和城市（镇）垃圾、粪便、污水对农业环境的污染。②农业生产所应用的农药、化肥及地膜对大气土壤及淡水的污染。③自然资源的过度消耗及生态平衡遭到严重破坏，有可能殃及农业本身乃至人类的生存。农业环境工程是以农业技术及农用物资对农业污染的防治为重点，以无废物生产及无公害食物生产为目标，实现土壤的永续利用、保护农业的稳定增产，为四个现代化事业服务。

第一节 农业环境及其保护

世界上一些先进的工业国在现代化建设过程中，在环境问题上曾经走过了“先污染、后防治”的弯路，如一些工业发达国家在工农业生产增长一倍的同时，污染却可能增长四倍以上，而更加以治理，恢复生态平衡，更要付出高昂代价。我国是发展中的社会主义国家，在现代化建设中，必然也会出现某些环境问题。为了避免重蹈过去的覆辙，有必要吸取发达国家的经验教训，尽可能以较少的代价，较为顺利地达到预期目的。

一、环境与农业环境

环境是相对某项中心事物而言的，人们常说：“我们生活在环境之中”，这是把人作为中心事物，把人类赖以生存、从事生产与生活的外界条件称为人类的环境或自然环境。应该注意的是人类是有理性的动物，人不仅生活在自然界，具有自然属性，而且又生活在复杂的社会之中，具有社会属性。因此人类的生存环境除了自然环境之外，还应包括社会环境。

农业环境主要是指自然环境。农业环境是为农业生物（农作物、林木、牧草、果树、蔬菜、家畜、家禽、水生动植物等）提供生长和繁殖所必需的农田土壤、农业用水、空气等。除生物因素外，它还包括气象因素和人类社会活动的影响。它是农业生产的物质基础，也是人类生存环境的一个重要组成部分。

环境人类社会的自然界是一个由大气圈、水圈、土圈、岩石圈和生物圈等组成的、相互作用、相互渗透的综合体。它是人类生活和一切生存的必要条件。地球上所有的生物及其生活领域的总体，称为生物圈。它主要指从海平面以下11公里到

地平面15公里的上空,包括大气圈的对流层、岩石圈、水圈和土壤圈等部分,在生物圈内,存在着生物和环境之间的物质流和能量流的多种相互关系,形成了各式各样的、大小不同的生态环境。

大气圈是地球地平面1000公里内的大气层,它是由多种气体成分组成,它不但供给生物活动所必须的碳、氢、氧、氮等元素,而且保护地面生物免受外层空间各种宇宙射线的危害,防止地球表面温度的剧烈变化和水分散失。接近地面的对流层是直接构成生物的气体环境,分布着各种生物;大气在温度作用下,形成了风、雨、霜、雪、雾、冰、雹等,调节着地球环境的水分平衡,它既有利于生物的生活,同时也产生不利的作用。水圈包括江河、湖泊、海洋等地面水和地下水。水体中溶有各种化学物质、盐类、矿物质及有机物质等,供给生物生活的需要。土圈是地球表面的土壤,具有极大的吸收和贮藏能力,是一个具有固相、液相和气相的三相系统;是许多生物适宜生存的场所。岩石圈是指地球表面30—40公里厚的地壳,除有微生物外,贮存着丰富的矿产资源,是组成有机体各种元素的重要源泉。人在生物圈内生活,一方面受到生物圈的影响,同时也对生物圈产生各种影响,构成了生态的动态平衡。在一般情况下,由于生态环境内部具有一定的自动调节能力,使生态系统保持相对稳定的状态;但当外界干扰超过了自动调节承受的能力时,生态环境就会遭受破坏,失去平衡。

由于近年科学技术突飞猛进,人类有了以空前规模改变环境的能力,这种能力如能正确地加以应用,可以为人类带来福利,但运用不当也会给人类和环境造成不可估量的损失。最终人类将会遭受自然的惩罚。在1988年第44次联合国经济理事会上,瑞典代表指出:“技术革新也包括着否定的方面,尤其是无计划、无限制的开发,使人类的生存环境遭到破坏,正威胁着人类生活的基础。”“要解决环境问题对人类前进的威胁,不能只靠一国的努力,而要依靠许多国家和许多人的共同努力。为此,联合国召开了一系列有关环境与农业环境的会议,研究对策。

二、“人和生物圈”研究计划(MAB)

从70年代开始,联合国教科文组织开展了这个国际科学协作项目。我国于1978年加入,其主要任务是研究生物圈资源的合理开发、利用和保护,以及人类活动对自然资源和自然环境的影响等问题。研究计划共有14个项目:

- 1、日益增长的人类活动对热带、亚热带森林生态系统的影响;
- 2、不同的土地利用和管理实践对温带和地中海森林景观的生态影响;

3、人类活动和土地利用实践对放牧场、稀疏干草原和草地（从温带到干旱地区）的影响；

4、人类活动对于旱和半干旱地带生态系统动态的影响，特别注意灌溉的后果；

5、人类活动对山地和冻原生态系统的的影响；

6、人类活动对湖泊、沼泽、河流、三角洲、河口湾和海岸地带的价值和资源的生态影响；

7、岛屿生态系统的生态及合理利用；

8、自然区域及其所包含的遗传材料及保护；

9、病虫害管理和肥料使用对陆生和水生生态系统的生态评定；

10、主要工程建设对人及其环境的影响；

11、城市系统的生态情况，特别是能源利用方面；

12、环境变化和人类人口的适应性、人口学和遗传结构之间的相互作用；

13、环境质量的评估；

14、环境污染及其对生物圈影响的研究。

目前，已有近百个国家参加了这项研究计划，87个国家建立了本国的“人与生物圈”国家委员会（我国也已于78年成立），50多个国家向理事会提出了近500项研究计划，35个国家提出了144生物圈保护区作为世界生物圈保护区网的组成部分。

目前，我国也正面临着生态资源遭受破坏和环境污染的危机，生态破坏造成的损失惊人。一项历时二年的分析结果表明，西北五省区80年代中期仅水资源、森林、草场和土地资源等项，所遭受的损失即达116亿多元，人均生态破坏损失价值160余元。这些损失还不包括矿产资源、野生动植物资源的破坏和耕地肥力下降和环境污染等内容。据报导，现在我国每年因污染造成的经济损失多达700—960亿元，比建国以来各项环保投资的总和还要多。为了给后代留下更美好的生存环境，而对如此严重的现实，积极开展对自然环境的保护已是刻不容缓的大事。我国70年代试行的《环境保护法》已于1989年12月经全国人大通过，正式颁布。作为一项基本国策，环保法的实施对保护生态环境，建设社会主义现代农业，将会发挥重要作用。

三、农业环境保护与农业再生产

环境科学是研究人类环境发生发展规律的科学，是研究以人类为中心的生态系

统的发生发展，调节和控制，以及改造和利用的科学，它的研究任务是：①保护自然资源；②恢复和改善已经被各种原因破坏了的环境；③提出限制某些活动的科学依据，包括对可更新资源如水、木材、鱼类等的维持；对不可更新资源如土壤侵蚀、干旱、陆地下沉等的预防，以及防止人类人为引起的污染和向自然污染（引起过敏的物质、火山灰、电磁、噪音等）作斗争。

农业生产对自然条件的依赖性很大，改善农业环境是发展农业生产的基本前提。农业环境保护就是研究农业环境质量及其对人类和各种生物影响的科学。我国的农业环境问题一是自然资源的破坏，如滥伐森林、野生动植物资源破坏，草原退化、水土流失、土壤沙化、盐渍化、沼泽化和肥力下降等；（图 4-1）。二是工农业

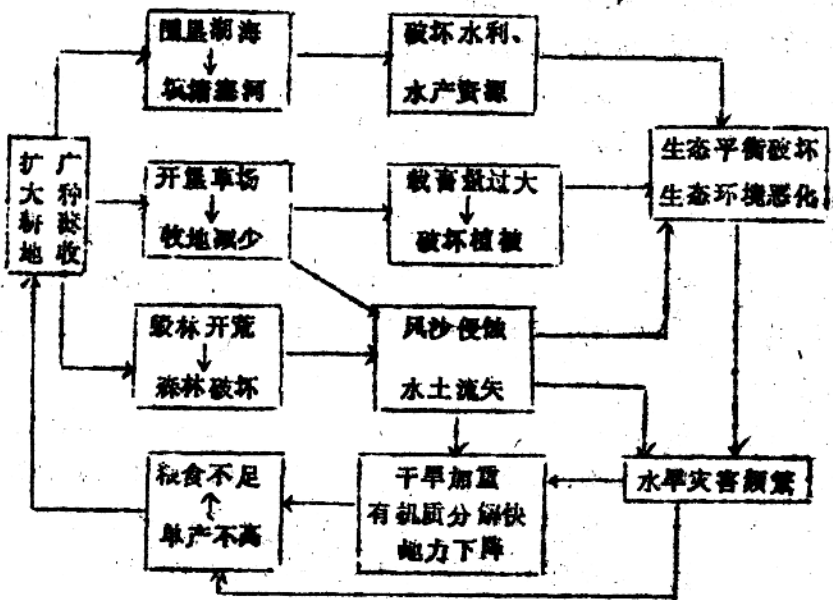


图 4-1 我国某些地区农业生产的恶性循环②

生产活动及人们的生活活动向农业环境排放的有害物质造成的污染，危及生产的正常发展和人畜健康。环境污染主要来源于工厂“三废”和城市生活垃圾粪便等。不容忽视的还有，由于农业生产本身不合理的施用化肥、农药、污水灌溉、施用废渣、污泥等，也会引起环境的严重污染。由于农业生产本身的范围广，涉及面广，其危害的后果有时更大。（图 4-2）

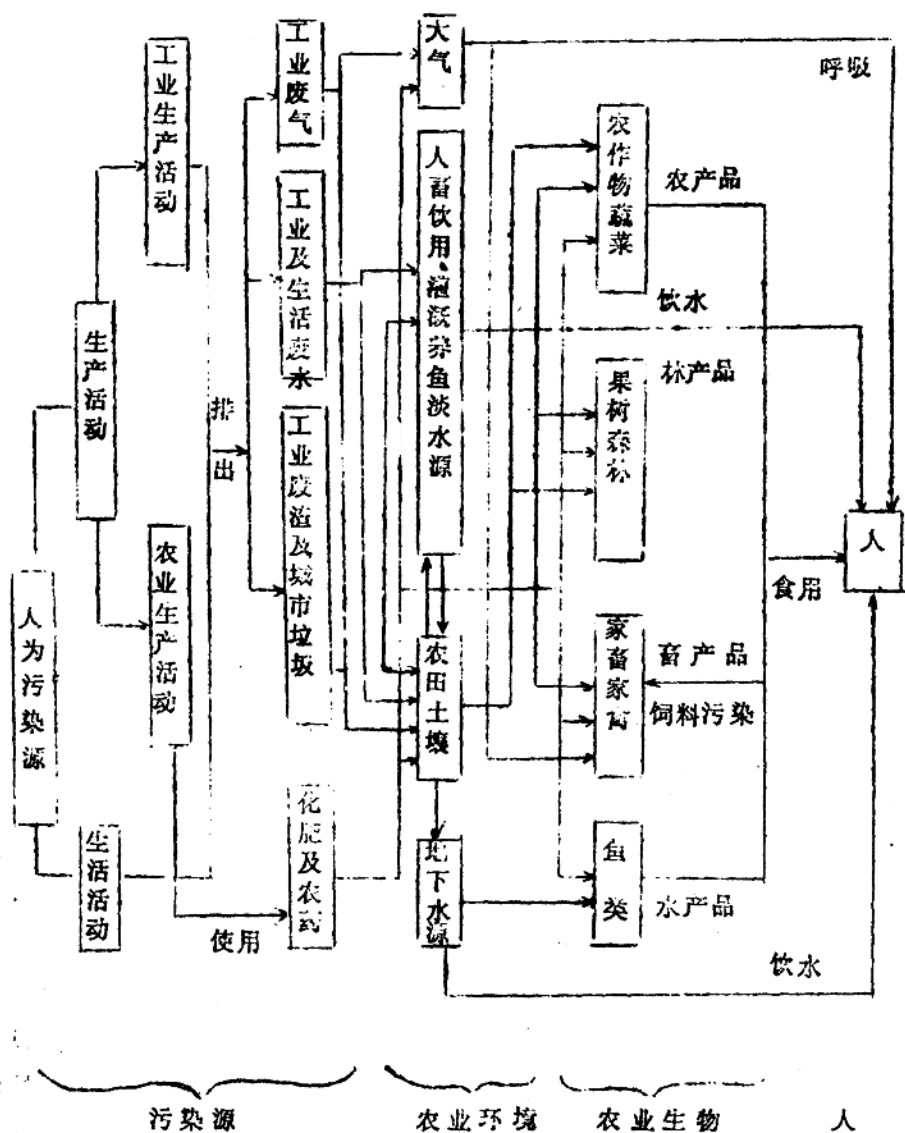


图 4-2 环境污染对农业生物及人体的影响

农业生产力的高低决定于农业生产的生态效率、技术效率和经济效率的综合量度，而生态效率的高低则受到农业环境好坏的制约。如果生态环境一旦遭到破坏或污染，在自然物与自然物以及人与自然之间的物质和能量转换过程就会受到干扰而不能正常进行。

农业生产的本质是，人类通过社会生产劳动，利用自然环境条件，促进和控制生物体（动物、植物、微生物）的生命活动的过程，以取得满足人类生活需要的各种产品。过去，在自然再生产过程中，由于我们对农业是有生命物质的再生产过程的认识不足；对于农林牧渔的生产对象是有生命的物质认识不足；对大部分原料来自生物的作业更缺乏认识；而且往往把农业自然再生产全过程中的植物生产、动物生产和有机物分解三个过程只讲一个过程，简单地致力于“狭义农业”，把农业局限于种植业，忽视农林牧渔各业在内的大农业，严重地影响了农业的全面发展。今后为了发展商品生产，实现农业总产值的翻番，我们的目光就不能局限在15亿亩耕地上，而要扩大到42·9亿亩草原和633·7万平方公里的山区，以及4亿亩内陆水面和473亿平方公里的辽阔海洋。为此就需要开展对整个农业环境的合理利用的研究。

在农业的自然再生产过程中，不少地方由于单纯着眼于眼前利益，而忽视了对自然资源的保护，使以后的生产蒙受不可估量的损失，如浙江沿海是重要海业基地，渔民在发现了大黄鱼听到巨响后会自我爆炸、自我身亡的现象以后，发明了新式的“短平快”捕捞法，在渔船前挂上大鼓，猛力敲击，使黄鱼过孙三代闻声，闻声于尽，虽然获得了渔业的暂时丰收，但却严重破坏了渔业资源。以后又经过捕杀产卵鱼群和扫荡黄鱼越冬老巢的突击性围歼，使大黄鱼生产急转直下，年产量由1957年的14·8万吨，下降到1977年的0·2万吨，价格也由每公斤0·4元猛增到40元。为了使破坏的渔业复苏，1980年国家不得不下令休渔3年，1987年又下令继续休渔5年。又如对虾是我国重要的出口创汇名贵水产，人工养殖已获得成功，但由于对对虾的天然饲料资源保护不够，人工饲料又不配套，使不少养殖场不得不转场或改业。类似这类事件很多，在开发新的野生资源时应当引以为戒，在实现农业现代化的远大理想时，每个人都应当树立保护生态环境的紧迫感，决不能做“杀鸡取卵，竭泽而渔”的蠢事！使960万平方公里的国土能够永远哺育我们中华民族的世代后代。

第二节 现代农业的污染及其防治

实现农业的现代化要求用现代工业产品来装备农业。实践证明,工业发展对资源的消耗及生态环境的破坏对农业生产也会造成不利影响;同时农药、化肥及农膜的应用,在提高单产的同时,也存在有某些消极的方面。当米勒发明了“DDT”农药,于1948年获得诺贝尔奖金时,人们都不曾想到,仅仅在20多年之后,它就会被宣布禁用。人类应该从中得出自己的结论。美国环境保护署现已查明:在土壤中施用大量化肥、杀虫剂和除草剂是造成地表水污染的主要原因。一些农民也开始认识到,在耕地中过量使用化学药品是造成人们发病率高的原因之一。目前全世界已开始把研制新型化学农药转向到有关生物技术的研究与开发。新的科学耕作方法的成功事例也证明,不用或少用农药同样可以实现高产。吸取国内外的经验教训,在实现农业现代化、发展农业生产的同时,重视现代农业对环境的污染及筛选切实可行的预防措施是建设持久农业中一个不容忽视的问题。

一、农药的污染及其防治

在植物保护中,大量使用化学农药是从本世纪40年代六六六、DDT等有机农药发明后开始的。目前全世界生产使用的已有1000多种。我国在1950年产量仅500多吨,只有六六六药力散等少数种类。近年已增加到150多种,产量约53万吨,比1950年增加1000倍。化学农药的使用,对田间病虫杂草危害所造成的损失起了重要作用。据有关部门统计,全国病虫害防治每年可挽回粮食损失150—200亿公斤,约占总产量的5—10%。每投资1元农药,可挽回4—10元损失。据粗略统计,1973—1982年,陕西通过病虫防治挽回了粮食损失90多亿斤、棉花130多万担,加上灭鼠、化学除草等,农药的保产效果极为显著。

对化学农药大量、长期使用可能导致的严重后果也不能低估。如它不仅影响人神经、遗传、生殖功能,还能致癌。英国一位科学家曾用4年时间对37个国家118种野鸟进行调查,结果证明,几乎所有的个体在不同程度上均有农药残留。据报道,甚至在南极企鹅和海豹体内,北极圈乃至珠穆朗玛峰上均已发现有机氯农药的存在。从而引起了人们对农药污染的严重关注。值得重视的是,一些工业发达国家虽已停用一些有害农药,但他们的工厂不是被废弃而是转让或以国际援助的方式推销到一些发展中国家,使他们继续蒙受损害。在一些落后国家中,由于许多农民对正确使

用和保管农药的知识一无所知，以致人畜中毒事故、害虫发生抗药性和杀伤天敌等造成的恶果屡见不鲜。加强这方面的宣传教育，在我国也同样是一个值得重视的问题。

(一) 农药的污染及其危害

1、农药对大气的污染：农药通过田间喷撒或农药厂“三废”排放污染大气。据测试，在田间喷粉时只有10%左右的农药附着在植物体上，喷雾时也只有20%附着在植物上，另有40—60%降落在地面，10—30%飘浮在空中，被空中的尘埃吸附，随风扩散到周围环境的各个角落。最后又经雨水，冲落在地上。

2、农药对土壤的污染：化学农药在环境中流动的最终归宿是土壤，其中80%残留在0—20厘米的表土层，随土层深度的增加，残留农药的浓度逐渐降低，一般在50厘米以下就很少存留了。农药对土壤污染的程度除与农药使用的次数，用药量等有关外，还决定于农药本身化学性质的稳定性。有机磷等农药在土中残留期一般只有7—15天，但性质稳定的有机氯农药，在施药一年以后，土中的残存率仍达26—80%，有的半衰期可长达数年；而含铅、砷、汞的农药，甚至更长。据报道：北京市1973年已停止使用六六六，但至60年蔬菜中仍普遍检出六六六。土壤的理化性质也影响农药残留的久暂，一般粘性土壤和有机质含量高的土壤吸附性强，农药残留期比砂质土长；潮湿土壤，农药分解较快，农药残留期较短。

3、农药对水体的污染：农田喷洒的农药和农药厂的“三废”，可直接或间接通过农田灌溉、土壤淋溶、雨水冲刷等途径，随水流入江、河、湖、塘、海，造成水体污染。

4、农药对农畜产品的污染：农药在使用过程中，可以直接附着在植物表面或通过已污染的灌溉水、土壤被植物吸收，使农产品遭受污染。以后又通过食物链的转移、浓缩进入畜产品中，如北京市1977—79年检测结果，猪肉内六六六含量最高达3.7毫克/公斤，鸡蛋达7.1毫克/公斤，都超过了规定标准。这种食品通过取食，最终必将危及人体健康。我国人体脂肪农药残留检测量已远远超过国外，（表4-1），构成对民族身体素质的潜在威胁。据有关部门普查检测，食物中的农药残留量，动物性食品高于植物性食品，植物性食品中污染程度，依次为植物油>粮食>蔬菜、水果，而动物性食品中含脂肪多的其农药残留量高于脂肪少的种类。农药进入农业生态环境以后，就以它特有的转移规律参与农业生态系统内的物质循环。农药中一些在自然界不能降解的重金属元素或其他有害物质，在环境

污染的始点浓度并不高，但经过食物链逐级富集作用之后，进入人体的浓度就可以提高数百倍甚至百万倍（表4-2），因而构成严重的毒害。引起世界重视的日本水俣病就是由于吃了含汞的鱼产品所引起的。因此对环境所发生的、即使是微量的污染也不可掉以轻心。

表4-1 人体脂肪组织六六六残留检测结果

地 名	上 海	北 京	浙 江	美 国	印 度
六六六含量 ppm	9.64	5.67	20.29	0.4	1.7

表4-2 DDT的生物富集作用 （美国旧金山明湖）
（在湖泊中通过食物链的转移和浓缩）

检测对象	水	浮游生物	以浮游生物 为食的鱼类	肉食性鱼类	野 禽
DDT含量	0.02 ppm	5 ppm	40-300 ppm	2500 ppm	>20000 ppm
较水含量 增长倍数	—	250	2000 - 60000	125000	>1000000

由于农药对环境的污染，已使许多野生动物濒临灭绝。长期大量使用农药还杀伤了害虫的天敌，增强了害虫的抗药性，从而破坏了自然生态平衡，甚至引起了害虫的再度猖獗，又影响到农业的稳产、高产。农药还杀伤蜜蜂，降低作物授粉率，污染桑叶，危害蚕体健康，也都给农业生产带来损失。

（二）减少农药污染的预防措施

农药是农业生产的基本生产资料，在今后的生产过程仍占有一定的重要地位。根据它的两重性，减免其危害的关键在于贯彻以农业防治为主的综合防治措施，合理使用农药，充分发挥其优点，把它的污染破坏作用降低到最小限度，促进农业生产的稳定发展，为社会提供更多的无公害农牧产品。

1、保护当地自然天敌：陕西省天敌资源丰富，据1980—82年全省天敌资源普查，已鉴定隶属6纲21目146科915种，其中优势种有七星瓢虫、稻螟赤眼蜂、拟澳洲赤眼蜂、草蛉等20多种。应按自然区划，明确天敌保护重点，

维持农田生态平衡。如陕南应形成水稻——昆虫——稻螟赤眼蜂、蜘蛛为主线的食物链；鲁东棉区应形成棉花——昆虫——蚜虫、蜘蛛、异线蜂、拟澳洲赤眼蜂为主线的食物链；渭北苹果产区应形成苹果——昆虫——食蚜瓢虫、草蛉、赤眼蜂、花蜂为主线的食物链等。

目前，各地在利用天敌方面，仍以保护自然资源为主，除应尽量避免滥施农药，杀伤天敌以外，还应积极为天敌创造栖息、繁殖的有利条件，如在棉花、花生田间种玉米，在稻田插秧时插放草把，田间地面挖蜘蛛窝等。另一方面也应积极创造条件，培育、施放赤眼蜂、草蛉等天敌，以辅助自然天敌的不足。

我国农民一向有利用家禽灭虫的经验，在收获后放鸡鸭在田间啄食，可以有效地压低田间草籽量和地下害虫量。四川康庆县推广稻田露宿养鸭，在小鸭出生后7天，就放入四周被围起来的稻田放养，谷熟后收鸭，不用人工饲养，每只重量可达1.5公斤，一亩稻田可增收50—60元，超过一亩稻谷的纯收入，而且无杂草，害虫也显著减少，至1989年全县已推广近万亩。

近年国外采用生物防治保护农作物也在迅速发展，使害虫防治的成本大幅度下降。如保加利亚一些地区专门饲养野鸭，到秋季移入农地周围，通过它们的觅食消灭准备越冬的害虫。美国阿肯色州在水稻收割前将野鸭引到地里吃种籽，可消灭稻种97.3%。我国农民过去在隆冬季节用草把埋在树干的底部，不仅可使树木免遭鼠害，而且春季解下草把后烧掉，还可以消灭躲藏在里面的越冬害虫。日本农民至今仍在应用。日本佐贺大学的研究人员开发了用线虫防治病虫害的方法。把食菌性线虫与昆虫寄生线虫结合，撒在土壤或作物上，利用它们各自不同的“天敌”，综合地防治病害。发达国家在劳力紧缺条件下尚且如此，我国更应重视。

2、扩大生物农药和无毒制剂生产和使用：除现已广泛使用的内吸磷、井岗霉素、7216、杀螟杆菌等生物制剂外，还应进一步扩大使用灭幼腺、信息素、无毒高脂膜、颗粒剂病毒等新一代农药的试验和使用。日本福库电子公司利用从松、杉、日本扁柏、大车前等的提取物研制成纯植物性的防虫剂“HB-101”，在果、蔬菜播种前浸泡种子，或喷洒幼苗，可以拒避害虫为害。我国具有杀虫、拒虫的植物资源很丰富，提取有效的生物制剂有很大潜力。另据报导上海农药研究所和日本理化研究所合作攻关，已发现4种抗菌素——白肽霉素、制黄肝菌素、构变霉素和SR-1223。这一成果已由双方分别在中日两国获得专利。这些有价值的微生物菌种和抗生素的发现，为制取无公害农药提供了广阔的前景。^③

3、运用农业技术防治病虫害杂草危害：选育抗病虫品种是防治病虫害最为经济有效的措施，过去曾取得显著效果。随着新技术的发展，今后更将有新的突破。据报道，英国一研究小组运用基因转换技术，成功地把一种胰蛋白酶抑制剂转移到植物上，使害虫吃了不能消化，而增强了耐虫力。我国将赤虫的基因转换到烟草等作物上也已初见端倪。在农业技术方面，调整播期、间作套种等措施改变农田小环境，为天敌提供栖息场所，或使作物易感阶段 避过病虫害为害的危险时期等，都是行之有效的办法。如宝鸡、渭南等地实行麦辣间套，辣椒田天敌量大，蚜虫、病毒病为害轻，产量和经济收益都比纯种高。又如麦烟套种 使烟草生育期提前，花叶病的损失明显降低。此外精耕细作、合理施肥、灌水等，在改善作物生长环境、增强抗逆力，铲除病虫害潜伏场所，恶化其繁殖条件等方面都有良好效果。

4、适当放宽防治指标，减少喷药次数和用量：防治指标应以不造成经济损失的最大群体数量为阈值。过去由于忽视了作物受害后本身的补偿能力、自然天敌的控制作用和经济效益。单纯以“消灭”为目的。结果不仅用药频繁，还造成了农药污染、病虫害防治越多的不良后果，应该加以纠正。总结以往的经验教训，在加强病虫害测报的基础上，适当放宽防治指标，提高防治技术，并改进用药方法（如以浸、拌种、涂茎等代替喷洒）、选用最低有效浓度、有针对性的确定防治对象田，实行点片防治，以便最大限度的减少用药次数、用药量和用药面积，确保丰产、丰收。

二、化肥的污染及其预防

在传统农业中 施肥的水平不高，且全部施用农家肥料，但日积月累，仍然形成了相当普遍的地下水中硝酸盐的污染。随着化肥用量的增加和灌溉事业的发展。它们对提高单产虽有显著作用，但同时也应看到，在化肥和灌水的利用率都不够高的情况下，不可避免地会导致地面水的 富营养化作用和地下水的污染，还有农产品的污染及食用品质的降低等问题，都需要在农业现代化的发展过程中设法加以解决。

（一）氮肥污染的危害及其预防

氮肥在施用过程时，其危害表现有以下几方面：

1、促使农作物贪青晚熟，降低抗病力和产品质量：植物体内N素过多使纤维素含量下降，C/N失调，往往导致作物贪青晚熟和倒伏，抗病虫能力也明显降低，特别是小麦、水稻表现尤为突出。常因施肥不当、麦锈病、稻瘟病、纹枯病等严重发生而减产。又据国际肥料研究中心库达的试验表明，随着施氮量的增加，甘蔗和

蔬菜产量增加，但粗蛋白的生物学价值（8种氨基酸的指数）降低（表4-3）。

表4-3 蔬菜施肥量与品质试验结果

施肥量 公斤/公顷	小区产量 公斤	干物质中		粗蛋白中	粗蛋白
		硝态氮 ppm	粗蛋白 %	氨基酸 %	品质指数
0	11.16	23	21.7	6.5	75
30	15.80	420	26.3	4.8	67
120	24.98	680	28.7	4.5	65
360	16.83	601	31.5	4.3	59

还有试验证明，氮肥过量或不足都能导致作物维生素B₂含量下降，而维生素B₂能够有效地阻止食物中亚硝酸盐的合成，有防癌作用^④。大量施用氮肥，植物的蛋白质成分增加后，在根中会形成锌——蛋白质络合物，束缚了根中锌向地上部分输送，使作物表现缺锌症状。

2、农产品内硝酸盐和亚硝酸盐含量增加：据试验，增施氮肥的菠菜及小白菜比施有机肥的高1—4倍，含量过高的农产品被人（蔬菜）畜（饲料）食用后，大量的硝酸盐可以干扰血液中氧的循环，导致缺氧中毒，甚至窒息死亡。硝酸盐在动植物体内还可转化为亚硝酸盐，其生物毒性比硝酸盐增大5—10倍。亚硝酸盐与各种胺类反应，生成N—亚硝基化合物，是致癌物质。硝酸盐及亚硝酸盐中毒现象在婴儿及反刍动物较为普遍，国内外由于硝酸盐引起的家畜中毒死亡事件，时有发生，已引起广泛的重视。据报导，陕西大部分地区氮肥用量每亩以2—6公斤为宜，在缺磷的中、低产土壤上，单施硫酸铵的利用率只有35%，而配合施用磷肥，利用率可提高到52%，因此，增施有机肥料，适当控制氮肥用量并配合施用磷肥是减少硝酸盐及亚硝酸盐危害的有效措施。

3、破坏土壤结构：长期过量单施氮肥，能促进土壤有机质分解加快，使土壤胶体分散，造成土壤板结，使土壤越上（肥）越瘦，肥力下降。

4、污染水体：化学氮肥的大量施用是造成水体富营养化的主要原因。推广化肥养鱼，更加剧了这一趋势。现已查明，饮用高浓度硝酸盐水对人畜有害

(2.4-4) 一般认为，饮用水中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量不得超过 10 ppm。我国自

表 4-4 饮用水中硝酸盐、亚硝酸盐的毒性

动物	水中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度		水中 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 浓度	
	毫克/升	影响	毫克/升	影响
羊	120	死亡	—	—
猪	300	无	100	无
豚鼠	130	67%死亡	240	死亡
鼠	69	流产	100	生长抑制寿命缩短

1966年以来，陕、鲁、苏、沪、辽、京等16个省市先后发现有连片的高浓度硝酸盐肥水，其 $\text{N}^- - \text{N}$ 含量高达200—500毫克/升，河南商水县关等地，竟高达1700毫克/升。关于地下肥水形成的原因，过去当然是农家肥料长期施用的结果，但在今后，对化肥污染的后果却不容低估。地矿部的最新研究成果表明，长江中下游包括武汉、南昌、上海在内的“黄金地带”，“由于城市和工业未经处理的三废排放及农村化肥、农药施放量的增加，使各种有害物质通过干湿沉降，正蚕食着洁净的地下水资源”。④美国世界观察研究所的资料认为：“地下水实质上是一种不能再复原的水利资源”，一旦遭到污染将很难乃至不可能找到经济有效的治理措施。荷兰是世界上化肥施用水平最高的国家，供水中只有25%达到欧洲共同体规定的饮用水标准（硝酸盐浓度低于50毫克/升）。在法国，近年也发现化肥日益严重地污染着饮水。发展中国家由于饮水不卫生而引起的各种疾病，每年更多达6亿人次。为了避免重蹈发达国家的覆辙，我们需要防患于未然。

地面水体的富营养化导致藻类等浮游生物过量繁殖，消耗了水中大量溶解氧，不仅导致鱼类灭绝，且危及人类生活。据湖北对21个湖泊测定，这些50年代初的贫营养湖，现在超过富营养化标准（0.3 ppm）的已占76%，构成对当地人民身体健康的潜在威胁。

5、破坏臭氧层：在离地面20公里以上的高空，有一层臭氧层。它的作用是维持平流层能量平衡，掩护地球上的生物免受太阳紫外线的强烈辐射。农田施用的氮肥总有一部分在反硝化作用下，形成氮和氧化亚氮，进入大气。氧化亚氮到臭氧层后，与臭氧作用，生成一氧化氮，从而使臭氧减少，以致臭氧层穿洞变薄，危及

地球上生物的生存。有人估计,在今后10年中,氮肥将有1—6%变成氧化亚氮逸出。到2000年,氮量将减少2%。

我国施用的化肥中,氮肥约占总量的75%,而气化及淋失较多,利用率不高。氮肥的利用率因氮肥种类、作物种类及地力基础等的差异而有不同。据陕西省试验资料,在氮肥种类之间,硫酸铵、碳酸铵、尿素及硫铵的当季利用率分别为18.06%、26.9%、40.38%及43.56%。不同作物的氮肥利用率分别为:水稻40—50%,小麦27—41%,籽棉46%,马铃薯20—30%,油菜29%。不同地力基础的氮肥利用率,以小麦为例,地力100公斤/亩为39—42%,地力150公斤/亩为31—35%,地力200公斤/亩为26—28%,地力250公斤/亩为30%,地力300公斤/亩为15%,地力350公斤/亩为7%。另外,在有效磷极缺(如渭北土壤含量在7 ppm以下时)的中低产土壤上,单纯施用氮肥往往并不增产,既浪费了肥料又加大了成本,也是个值得注意的问题。

关于氮肥施用后的去向,一般说来,除被植物吸收利用外,主要是变成氨气及氧化亚氮气体逸出或随水流失,被土壤固定的较少。因此考虑到化学氮肥长期、大量施用可能导致的严重后果,从现在起,每一个农业工作者及农民都应重视氮肥的合理分配施用,在重视有机肥料建设的基础上,力争控制化学氮肥用量是有益的。

为了减少氮肥的气化损失,应推广氮肥深施技术。如据河北省试验,每斤硫酸铵施5—7厘米比撒施地表可多收玉米1.3—2.0斤,小麦每亩沟施硫酸铵36斤,每斤增产小麦可由撒施的2.3斤增为4.77斤。

在旱地,为预防因缺墒而影响肥效,应提倡一次深施。但在水地则应重视强度营养期(生育盛期之前)的追肥,使单位重量氮肥能够换回更多的经济产品。^②

(二) 磷肥污染的危害及其预防

过去,群众把磷肥视为瓦砾灰而不予重视。随着氮肥用量的急剧增加而出现氮磷失调之后,又出现了盲目增施磷肥的现象。我国磷矿资源不足,这样做,既增加了国家和群众的负担,也出现了磷肥的污染问题。磷肥对土壤的污染主要有两方面,一是作为生产过磷酸钙原料的磷矿石、硫铁矿中含有一定数量的砷、镉、氟、汞、铅等有毒元素。长期、大量施用磷肥,有可能由于这些有毒物质的积累造成危害。如茶叶具有积累氟的特点,一般含氟100 ppm,高的可达2000 ppm,对人体健康不利。不适当的施用磷肥,除引起重金属污染以外,还会引起土壤内微量元素的变化,诱发植物发生缺素症,如大量可溶性磷酸盐,在土中可与锌结合成

难溶的，使作物表现缺铁。中国科学院研究所调查，水稻上25种生理病害，至少是微量元素失调所引起。

此外受害的另一面是，某些小厂生产的三氯乙醛的工业废硫酸生产过程，施用后常造成大面积作物受害，重则死苗无收。1980年山东省文登县因硫酸中三氯乙醛污染农田4.53万亩，损失粮食1850万斤。

近几年，磷肥的放射性污染也引起了人们的重视。据美国资料报导，即使施用少量磷酸盐肥料，也会把 U_3O_8 以及由它演变的任何放射性物质带入农田环境。

在我国磷肥资源不足的情况下合理施用磷肥就显得更为重要。据省土肥所资料，每亩每季作物以施用磷酸2公斤最为经济。在两熟地区，可每两年（四季）施用一次，且以施给小麦、用作底肥为宜。在禾本科与豆科轮作时，应重点施于豆科作物。

（三）微肥污染的危害及其预防

植物生长发育必不可少的营养元素分为大量元素与微量元素两大类。微量元素是指在土壤中含量只有百万分之几或更少的营养元素。近年由于有机肥料不足而大量施用氮、磷化肥，出现了大量元素与微量元素供求失调的矛盾。在某一微量元素严重缺乏的地区，由于这一元素成了提高单产的首要限制因素，因此施用少量这种微量元素肥料，往往能够收到极为显著的增产效果。如施硼可以解决油菜花而不实的问题，增产15%以上，棉花施硼可保花、保蕾，增产10—15%。锰、铜、锌、钼等元素也有类似情况。

某些微量元素，特别是锌和硼，当过量施用以致土壤中含量过多时也会造成污染。如锌和锌化合物属于低毒或中毒类物质有腐蚀性。我国生活饮水标准规定，锌含量不得超过1ppm，农田灌溉水质标准规定，锌含量不得超过5ppm。由施肥或污染进入土壤的锌，大部分积累在耕层，很难移动及消除。60年代初期，西安市浐河东岸梁家街等地发现，蔬菜、玉米等作物用浅井水灌溉后枯萎死亡，井水味变苦涩，饮用后普遍出现腹泻等症状，经西安市农科所等单位长期观测，证明是由于浐河化工厂排放的含硼废渣污染的结果。硼渣坑北沿井水含硼高达50ppm。另外，由于含硼负离子与土壤胶粒之间的吸附力极弱，很容易随水淋失，造成更大范围的污染，危害更大。

据西北水土保持研究所试验结果，当土壤有效锌 >1.3 ppm，铜 >1 ppm，硼 >0.8 ppm，锰 >10 ppm，钼 >0.12 ppm时，即不应再施微肥，以免浪费肥料，污染土壤。另外，在微肥施用方法上，也应以根外喷施和浸种为主，

产粮食的数量确保安全。

三、农膜的污染及其回收利用

1960年代，发达国家就研究应用了地膜覆盖栽培技术。我国于1979年从日本引进，试验示范663亩，1983年发展到938万亩。十年间，在40多种作物上应用，累计推广1.5亿亩。发展速度快，增产效果显著。特别是在缺水旱地及高寒山区，深受群众欢迎。现在此项技术已经成为“温饱工程”的主要内容，在解决不发达地区的粮食紧缺困难方面，已经并将继续发挥重要作用。

当前发展地膜栽培技术的主要困难，除化工生产在数量、质量方面不能满足需要外，由于生产成本提高、价值昂贵也限制了它的推广范围。另外，对大量连续应用普通地膜可能导致的土壤污染问题，也不能不予以对策。据湖北农业生态环保站1989年资料，由于即使尚不太多的地膜残留，一般也已经使水稻减产6—10%。据《东北经济报》报导，近两年，黑龙江省地膜覆盖达167万亩，其中60%面积种植蔬菜，余为甜菜、烤烟和玉米。这些地块的农膜大都没有及时清理，一遇风天，刮来刮去，最后聚积路边、沟边或防护林间。残存在地里的地膜，正对土地构成一种新的“污染”。直接表现为土壤变硬了，土壤的透气性能减弱，形成隔离层，影响根系发育，含水量减少4.7—9%。由此造成农作物缺苗断垄，使粮食平均减产达15%。一些农民反映，农膜残留在土壤中耕作不便。牲畜误食农膜消化不了致死的现象也时有发生。废旧塑料薄膜落入水中以后被水生动物取食，也有致死现象发生。另外，聚乙烯和聚氯乙烯在自然氧化分解过程中，还会产生对植物和土壤微生物有毒的成分。

根据现有资料，解决地膜污染问题的途径有：

- 1、改用其他技术取代地膜：在劳多地少的贫困地区，充分发挥劳多优势，可改用移栽技术取代地膜。如安康地区推广玉米营养钵缓化移栽技术其增产幅度与地膜玉米相当，而每亩投资却由60元降至4元，很受群众欢迎，1988年已推广21万亩，比上年扩大十倍。

- 2、地膜回收、变废为宝：我国农业技术推广总站自1984年起，已先后在辽宁、北京、内蒙、河南、山东等地建立了一批废膜回收利用示范点。一些厂点已初具规模，成为一项新兴产业。河北迁安殷官营示范点建厂4年，共收购废膜3500吨，累计净化农田90多万亩，共生产粒料和塑料产品总产值达180多万元，获纯利30多万元。山东邹县塑料制品厂，以塑代木，利用废膜生产仿古家具，三年