

农业环境保护科普丛书

中国农业学会科普委员会

主编

中国农业环境保护协会

农业环境保护 与农业

陶 战 买永彬 编著

科学普及出版社

农业环境保护科普丛书

农业环境保护与农业

陶 战 买永彬 编著

科学普及出版社

内 容 提 要

本书为《农业环境保护科普丛书》的总论部分，是在综合了国内外有关农业环境保护最新研究成果的基础上写成的。作者重点论述了有关农业环境污染和农业环境破坏的一些主要问题，并着重介绍了农区大气污染、农用水源污染、农田土壤和农作物污染、农业生态环境破坏，以及如何保护和治理农业环境等方面的基础知识与技术。

本书内容简明扼要，通俗实用，可供农业环境保护工作者、农村基层干部和广大农民参考。

农业环境保护科普丛书

农业环境保护与农业

陶 战 买永彬 编著

责任编辑：张春荣

封面设计：范惠民

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京燕山印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/32印张：3 字数：53千字

1989年2月第1版 1989年2月第1次印刷

印数：1—2300册 定价：1.10元

ISBN 7-100-00767-7/X·6

目 录

一、农业与农业环境	1
(一) 农业	1
(二) 农业生产过程的实质	4
(三) 农业环境的基本概念	2
(四) 农业环境的主要特点	5
(五) 农业环境污染与农业生态环境破坏	6
二、农区大气污染	8
(一) 污染物与污染特点	9
(二) 农区大气污染的防治原则	20
三、农用水源污染	21
(一) 主要污染物及其来源	21
(二) 水污染对农业的影响	23
(三) 水污染的防治原则	26
四、农田土壤和农作物的污染	28
(一) 土壤污染的概念	28
(二) 农药对土壤和农作物的污染	30
(三) 化肥对土壤和农作物的污染	36
(四) 城市和工业废弃物的农业利用引起土壤 和农作物的污染	41
五、农业生态环境破坏	65
(一) 污染对农业生态环境的影响	66
(二) 非农业用地对农业生态环境的影响	68
(三) 农业生产发展对农业生态环境的影响	69

六、农业现代化过程中的农业环境保护	73
(一) 农业环境保护是农业现代化的组成部分	73
(二) 农业环境保护的技术原则	75
(三) 建立一支农业环境保护专业队伍	79
附表1—10	80

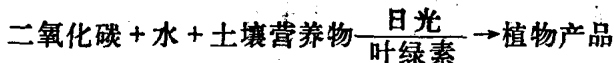
一、农业与农业环境

(一) 农业

据现有的考证资料，人类至少在公元前一万一千多年就开始在居住地附近圈养捕来的禽兽和播种可供食用的植物种子。最初的农业就是动、植物养殖、种植相结合的。现代农业也以动、植物养、植为主，农、林、牧、副、渔相结合，内容极其丰富，包括粮、棉、油、麻、糖、菜、烟、茶、林、果、药、杂以及畜、禽、鱼、蚕等项的生产。现代农业生产还往往包括以农副产品加工为主的各种乡镇工副业生产。

(二) 农业生产过程的实质

利用绿色植物的光合作用来生产植物产品是农业生产最基础的“工艺”过程。植物光合作用的基本“工艺流程”是：



植物除了通过光合作用生产植物产品外，还要进行呼吸作用。呼吸作用刚好是上述过程的反过程，它要消耗一部分植物产品。我们收获的农产品是光合作用产品与呼吸消耗的余额，我们叫它为“净第一性生产产品”。取得净第一性产品是植物种植业的目的。

净第一性产品有一部分直接用于消耗，如粮、菜、果、薪柴等；一部分用作工、副业原料；一部分用来喂养食植物性动物，生产动物产品，叫做“净第二性生产产品”。由植物饲料转化为第二性产品的转化效率在10%左右。催肥圈养的猪，饲料转化为肉产品的效率可高达20%。

如果将净第二性产品喂养食肉动物(如貂)，其收获产品叫“净第三性生产产品”。

生产净第一性产品、净第二性产品和净第三性产品都是农业生产的内容。其中净第一性产品的生产是最基础的环节，乡镇工副业生产说到底也是要以第一性生产为基础的。这些生产除了需要作为原料的物质条件以外，还必须有适宜的环境条件。其中，第一性生产对环境条件的依赖性最大，因为种植业主要是在露天的自然条件下进行的，生产中所需要的原料和环境条件主要受大自然的控制。即使将来，用工业化的方法来生产农产品，也不可能完全取代传统种植业。

第二性和第三性生产过程可以在较大的程度上实现人工控制，如机械化养鸡等。但其饲料生产仍需依靠传统种植业；而且这些生产过程所处的许多环境条件，如气候、水源、致病因素等，很难完全控制。因此整个农业生产过程在很大的程度上还是要依赖自然环境条件的。

(三) 农业环境的基本概念

以农业作为主体，围绕主体的一切客观物质条件(如土壤、水源、大气、与农业生物并存的生物与微生物等)，空间条件(如日照、宇宙射线、气候状况等)，以及社会条件(如生产关系、生产力水平、经营管理方法、农业政策、社

会安定程度等)都对农业的生存、发展起决定作用。这些客观条件的总和就叫做农业环境。农业的物质条件和空间条件又叫做农业的自然环境,社会条件又叫做农业的社会环境。农业的自然环境因素又可分成物理环境因素、化学环境因素、生物学环境因素和地理环境因素。农业生物与农业环境相统一,构成一个在人工控制下的生物循环系统,又叫做农业生态系统。

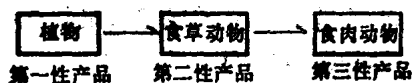


图 1 农业生产过程

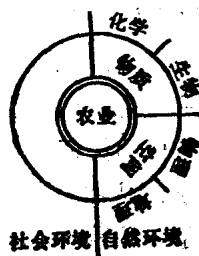


图 2 农业与环境

人类既是农业社会环境的决定因素,也给农业自然环境带来深刻的影响。在现代社会中,由于人口和科学技术、生产力高度发展,人对农业自然环境的影响越来越深刻,有些使农业自然环境质量恶化的因素,已成为阻碍农业发展的重要原因。因此研究人类活动对农业自然环境的影响在最近一二十年来蓬勃发展起来。我们所说的“农业环境”一般是指农业的自然环境而言的。假定在社会环境稳定的情况下,研究人类活动对农业自然环境质量的影响及其控制就是农业环境科学的基本任务。但在实际上我们很难离开社会环境而孤立研究与解决农业自然环境质量恶化的问题,于是将农业社会环境与自然环境问题放在一起研究的一门新学科——“农业生态经济学”正在兴起和受到联合国重视。此外,“环境管

理”和“环境立法”等学科也日趋引起重视。

1. 农业环境是农业的生产资源

过去我们总认为农产品的数量和质量是由土壤肥力和耕作管理等措施决定的。这些无疑是重要的，但从前面讲的农业生产过程的实质来分析，农业环境因素也对农产品的数量和质量起决定作用。我们在实践中都体会到，在一个风调雨顺、土地条件好和病虫害少的农业环境中发展农业比较顺利；相反，在一个遭受严重污染和破坏的农业环境中维持农业生产困难重重。农业环境不是一个抽象的空间场所，而是农业生态系统生产能力的物质条件的保证。它跟我们称之为农业资源的土地、水源、气候、品种等因素一样对农业的生存发展起决定作用，因此它是一项重要的、综合性的农业资源。

2. 农业环境是人类重要的生活环境

我国80%的人口住在农村，农业环境质量的好坏直接关系到广大农民的生活条件。

城镇和工、矿居民的粮、菜、肉、蛋、水果及其他农副产品要由农村供应，因此农业环境质量也直接关系到城镇和工、矿居民的生活。农业环境又是作为人类生活空间的大自然的一部分，它的质量状况对于全环境的美学有重大影响。

可见农业环境兼有生产环境和生活环境的双重功能。自从有了环境科学以后，农业生产的目标不再单纯为了获得农产品，而且还有美化人类生活环境的任务。在农业环境科学指导下，有可能通过农业环境保护和建设把发展农业生产与美化生活环境的双重目标有机地结合起来。

(四) 农业环境的主要特点

1. 范围广阔

农、林、牧、副、渔业生产活动的领域非常广阔，除了人迹罕至的远海、原始森林、荒漠、冻原和星星点点分布的城镇以及工、矿区以外，都属于农业环境的范围。由于各地自然条件不同，形成了各种各样的局部地区农业环境。由于农业环境范围广阔和局部地区农业环境的差异，决定了农业环境监测、研究、管理和规划的复杂性和艰巨性。我国疆域辽阔，故应根据因地制宜的原则开展农业环境保护工作。

2. 不稳定性

农业环境是在一定程度上受人控制和影响的半自然环境。人们写了追求高产而单一种植和养殖少数理想的品种，把原先本来丰富多样的自然生物种加以剿杀和驱逐，这样就使农业生态系统变得单调起来。单调化的农业生态系统缺乏自然生态系统那种对抗环境条件变化的强大“缓冲力”。农业生态系统的生产能力是靠人的辛勤耕作管理来维持的，稍有不慎就会出现灾害。

人们为了追求高产向农业生态系统给予了大量投入，包括使用机械、化肥、农药和其他物质，同时又把大量的农产品作商品输出。这样现代农业生态系统就成为一个能量与物质大量流进流出的开放系统。在高度投入和产出的情况下，如果控制不当，很容易使农业生态系统出现“过度疲劳”现象，易于失去平衡，造成生态结构的破坏和生产能力的崩溃。

3. 农业环境质量恶化不易察觉和恢复

人们根据发展农业生产的主观愿望改造农业环境，很容易观察那些符合愿望的变化，虽然在农业科学的指导下，也经常得到暂时增产的结果，但很少去考虑在人的影响下农业环境缓慢恶化的现象。在过去生产力不够发达的时候，农业环境的明显恶化也许要经历几代人的时间，后代人很难了解原先的情况和前后变化的联系。因此，人们缺乏对农业环境质量恶化的科学认识，这是农业环境质量恶化不易被察觉的主观原因。农业环境质量恶化是积累性的，在发展过程中是非常隐蔽的，一般不会对宏观上立刻出现明显变化，只有通过科学的监测和分析才能捕捉它发生变化的踪迹，因此很容易被人忽略。由于农业环境因素复杂，致使各因素的定量测定不易进行，更不容易了解各因素间的链锁关系。这些都是农业环境质量恶化不易察觉的客观原因。

但是农业环境恶化在经历较长时间的积累过程而表现出明显地质的改变以后，再想恢复和改善它的生产能力就比较困难了。实践证明，对一个受污染的极小的局部农业环境（比如一个湖泊或一块土地）进行恢复和改良的投资就比如果事先采取预防措施的投资要大。一个较大区域的农业环境恢复与改良就更不容易了。

（五）农业环境污染与农业生态环境破坏

在农区大气、农用水源、农田土壤中，由于人类活动所排放或施入的各种有害物质，引起农作物生长受害或明显残留在农产品中，叫做农业环境污染。

由于污染和人类各种活动的影响，使农业生物赖以生存的环境条件或生物间固有的联系发生了深刻的不利变化，叫做农业生态环境破坏。

农业环境污染和农业生态环境破坏都能引起农业环境质量的恶化，使农业生态系统的生产能力降低。

人类各种活动都可能对农业环境质量有影响，其中城市和工业活动、农业生产活动是最经常和大量的影响因素。城市和工业的发展不断消耗土地资源；农业开发荒地和强化利用土地也给农业本身带来了农业生态环境破坏的后果；城市和工业（包括农村工业）活动不断排出的废水、废气和废渣，是农业环境主要的污染源；农业生产中大量施用农药、化肥和多种城市废弃物，造成农田环境污染。此外，战争也是农业环境的破坏因素，但不是经常起作用的因素。

农业环境质量恶化通常表现在农区大气污染、农用水源污染、农田土壤污染和农业生态环境破坏等方面，而农业受到所有这些污染和破坏的影响，将在下面分别讨论。

二、农区大气污染

在城市和工业活动中，每天要燃烧大量的矿物燃料(煤、石油)作为生产和生活的能源。在那些烟囱林立和缺乏废气治理的地方，一条条烟雾的长龙横空飞舞，有红色的、黄色的、黑色的和白色的，遮天蔽日，乌烟瘴气。这些烟雾顺风向郊区扩散，使土地和农业生物深受其害。由于烟雾的性质、风力大小和其他地面条件的不同，烟尘影响的距离分别可达数里、数百里，甚至数千里。

1980年统计我国每年废气总排放量达7086.9万吨。1981年据23省市区不完全统计，受工业废气污染的农田面积达1073万亩。废气对农业生产和农业生态系统带来的影响是巨大的。

烟尘和工业废气中含有多种有害物质，可将其中的主要成分归纳成以下6种类型：

氧化性：臭氧、过氧乙酰基硝酸酯(PAN)、氮氧化物
(主要是二氧化氮等)、氯气等；

还原性：二氧化硫、硫化氢、一氧化碳、甲醛；

酸性：氟化氢、氯化氢、氰化氢、三氧化硫、氟化硅；

碱性：氨；

有机物：乙烯、甲醇、苯、酚；

无机物：重金属及其氧化物、粉尘与飘尘。

烟尘和工业废气对农业环境污染的情况和机理非常复

杂。有的可以使农业生物在数分钟至一两天时间引起明显的伤害作用，叫做急性伤害作用；有的是经长时间作用后对农业生物逐渐造成积累性受害影响，叫做慢性伤害作用。有的是直接伤害农业生物的某一部位（不同的污染物伤害不同的部位）；而有的则是影响农业生物的环境因素，给农业生物带来间接的影响。农业生物受害程度取决于多种因素，如毒物的浓度和作用时间，当时的温度、湿度及光照情况，风力与风向，地面情况及地理位置，农业生物本身的品种和生育阶段等，条件不同时相差极大，不能一概而论。下面分别介绍我国常见的几种主要大气污染物质对农业环境的影响。

（一）污染物与污染特点

1. 硫氧化物(SO_x)

硫氧化物是一种最普遍、排放总量最大的一种大气污染物质。它主要来源于矿物燃料的燃烧。燃料中所含的硫在燃烧时与空气中的氧化合生成二氧化硫。二氧化硫排放到环境中以后，被吸附在粉尘颗粒表面上，遇到空气中的水分和在阳光作用下进一步氧化成三氧化硫。三氧化硫可溶解于水生成硫酸雾滴。废气中二氧化硫、三氧化硫及硫酸经常同时存在，合称硫氧化物，其中以二氧化硫为代表。由二氧化硫氧化成三氧化硫的量是很小的，如空气中二氧化硫为5—30 ppm时，在强阳光下每小时只有0.1—0.2%的二氧化硫被氧化生成硫酸雾。

空气中二氧化硫的浓度为3—5 ppm时，可开始闻到燃硫臭味，产生不快感觉；6.5 ppm时，鼻腔有刺激感；20 ppm时感到刺眼睛、咳嗽，再高则会感到呼吸困难，引起呼吸道

的急性伤害。低浓度对动物的慢性影响目前观察和研究不多。

二氧化硫是通过植物叶片上的气孔进入植物体的，首先引起气孔附近细胞的伤害，逐渐扩展到叶肉组织的海绵状细胞和栅栏状细胞，使细胞叶绿素遭破坏，脱水坏死。二氧化硫在植物体内还会增加细胞液的酸度，影响一系列的生理生化过程。二氧化硫使植物叶片受害的症状主要是在叶脉间出现受害斑块。出现白斑或黄白斑的植物有萝卜、白菜、菠菜、青菜、番茄。出现浅黄色或浅土黄色或黄绿色斑的有葱、辣椒、豇豆、豌豆、洋葱、韭菜、油菜、菜豆、黄瓜。出现褐色斑的有茄子、胡萝卜、马铃薯、南瓜和甘薯，出现黑斑的有蚕豆。水稻受高浓度二氧化硫污染出现急性中毒时，叶片呈淡绿或灰绿色，有白色点状斑，萎蔫或卷曲，谷壳发白，秕粒多；低浓度慢性中毒时，叶片出现褐色条斑，叶尖褐色，谷壳呈褐色。水稻在幼穗形成至开花期对二氧化硫的污染最敏感。麦类受害情况与水稻相似，其中裸大麦比小麦更敏感。麦芒对二氧化硫特别敏感，在叶片还未出现症状时，麦芒就会被二氧化硫漂白。各种果树受害症状也不尽相同。如梨树首先是叶尖、叶缘或叶脉间褪绿，逐渐变成褐色，二三天后出现黑褐色斑点。葡萄是叶片的中间出现红褐色斑点。无花果是沿叶脉出现淡黄绿色。柿子是叶片变成红褐色。桃树是在叶脉间褪成灰白或黄白色。柑桔是在叶脉间出现黄褐色斑点，叶片皱褶。桑叶受二氧化硫危害，开始时可在低倍显微镜下看到巨大细胞中的钟乳体呈红色。接着在叶片上出现可见的烟斑。污染的桑叶喂蚕可损伤蚕的消化器官，使蚕发育不良、迟眠、减产。

不同的植物对二氧化硫的敏感性或抗性是不相同的。较

敏感的品种有：紫花苜蓿、大麦、莴苣、棉花、香豌豆、萝卜、甘薯、菜豆、荞麦等。抗性较明显的品种有水腊树、赤酸栗、香瓜、柑桔、葫芦、黄瓜、玉米、丁香、洋葱、木槿、紫藤、枫、蓖麻、马铃薯等。其他多数农作物、果树、林木等属于中等抗性。

农作物的不同生育阶段对二氧化硫的敏感性是不同的。谷类作物从幼穗分化至花期对二氧化硫最敏感。块根作物以幼根发育早期最敏感。一般来说农作物的幼苗期比较娇嫩，容易出现受害症状，但如果受害不严重，恢复也较容易。

硫氧化物的主要危害物因离废气发射源的远近不同而不同。在离污染源近的地方以二氧化硫为主。随着污染物向远处扩散，越来越多的二氧化硫被氧化成三氧化硫，进一步生成硫酸雾或粒状硫酸盐。所以在离污染源远的地方主要以酸雨和粒状硫酸盐的形态污染农业环境。酸雨将在后面讨论。

由矿石燃料燃烧可同时排放出硫氧化物和氮氧化物，所以这两种污染物通常是同时出现的。硫氧化物有时也与臭氧同时出现。复合污染的危害性研究较少，但一般观察认为复合污染的危害作用大于各成分分别危害作用的总和，但有的复合污染危害作用也有小于各成分分别危害作用总和的。所以在实际空气污染事例中，我们经常发现农作物没有出现受害伤斑就实际上已经减少了生长量或降低了产量。这种眼睛不易发现的污染危害只有通过通过对大气污染的系统监测分析和对农作物的仔细观察比较才能作出准确的判断。

一般农作物及农业生态环境中的植物对二氧化硫污染的耐受临界浓度，因气候、地形、作物品种等具体情况不同，

而有一定的差别。目前我国还没有制定农田大气污染标准。表1综合了当前大量的资料,也许对于我们制定农作物对二氧化硫的忍受浓度有一定的帮助。

一般植物对二氧化硫的忍受浓度界限

表 1

二氧化硫浓度(微克/立方米)	
可能有益	<50
对某些品种有益, 对另一些有害	50—100
通常会抑制生长	100—200
在1—3个月内显著抑制生长	200—400

注: 引自Last, 1982。

2. 氟化物(以HF为代表)

氟化物是对我国农业环境影响最大的一种空气污染物质之一。初步调查发现氟化物污染危害面积达 900 多万亩。仅包头、四川成都青白江区、兰州白银区和云南晋宁四个地方因氟污染引起的牲畜死亡数就达100万头左右。

氟化物包括氟化氢、氟化硅、氟气、氟化钙颗粒等, 以氟化氢为代表。

氟化物污染主要来源有炼铝、制磷肥、炼钢、玻璃制造和加工、制火箭原料、制陶瓷、砖瓦窑等工业生产过程。煤的燃烧也是氟化物的一个广泛的来源。

氟化物在人和动物体内过少(龋齿病)或过量积累都会影响牙齿(斑釉齿)和骨骼的发育。在氟污染区, 粮、菜和牧草可以通过叶片吸收和积累氟化物, 水也会受氟污染, 再通过食物链进入人和动物体。动物受氟污染后, 由于骨骼和牙齿受害, 致使发育不良, 无经济价值和使役能力, 并越来越消瘦以至死亡。桑叶在低浓度氟污染的大气中可以积累氟, 蚕吃了发育不良, 容易出现高节蚕、空头蚕, 迟眠, 不结茧或