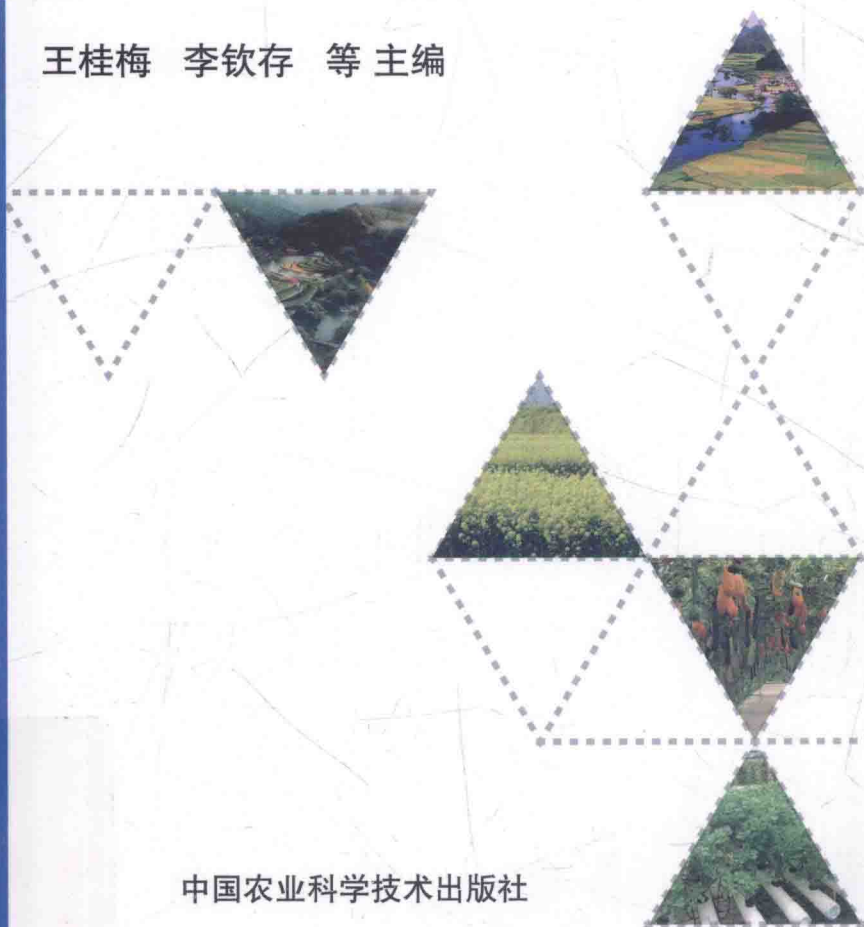


农业生态环境保护理念与 污染防治实用技术

王桂梅 李钦存 等 主编



中国农业科学技术出版社

农业生态环境保护理念与 污染防治实用技术

王桂梅 李钦存 等 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农业生态环境保护理念与污染防治实用技术 / 王桂梅, 李钦存等主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 8

ISBN 978 - 7 - 5116 - 2661 - 5

I. ①农… II. ①王…②李… III. ①农业环境保护 - 研究 - 中国
IV. ①X322. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 154410 号

责任编辑 徐 毅

责任校对 马广洋

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106631 (编辑室) (010)82109702 (发行部)
(010)82109709 (读者服务部)

传 真 (010)82106631

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 880mm × 1230mm 1/32

印 张 10.5

字 数 240 千字

版 次 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价 35.00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

《农业生态环境保护理念与污染防治实用技术》

编 委 会

主 编 王桂梅 李钦存 张县丽 卫 星

副 主 编 (按姓氏笔画为序)

马保芳 王会芳 李伟峰 张花伟

张瑞芳 郭会粉 常凌云 程国法

编写人员 (按姓氏笔画为序)

卫 星 马良平 马保芳 王会芳

王桂梅 李 宁 李伟峰 李钦存

李晓攀 张书丽 张花伟 张县丽

张瑞芳 郭会粉 常凌云 程国法

顾问审稿 高丁石

前 言

生态农业是以生态学理论为主导，运用系统工程方法，以合理利用农业自然资源和保护良好的生态环境为前提，因地制宜地规划、组织和进行农业生产的一种农业。建设生态农业，走可持续发展的道路已成为当今世界各国农业发展的共同选择。

发展生态农业，良好的农业生态环境是基础，没有一个良好的农业生态环境，发展生态农业将是一句空话。当前，在我国农业取得举世瞩目成就的同时，农业生态环境也遭到不同程度的污染，引起了农业环境质量下降，已成为妨碍生态农业发展的突出问题之一，必须加强农业生态环境保护工作，有效地治理和防止污染，为建设生态农业奠定良好的基础。

生态农业既是有机农业与无机农业相结合的综合体，又是一个庞大的综合系统工程和高效的、复杂的人工生态系统以及先进的农业生产体系。我国的生态农业主张在继承并革新传统农业实践经验的同时，以现代农业科学理论为基础加以整合，引入最新的实用技术进行二次革新创造，并对整个系统的各个环节进行再优化，最终实现传统农业向现代化生态农业的有效转型。提倡避免石油农业的弊端，通过适量施用化肥和低毒高效农药，并保持其精耕细作、施用有机肥、间作套种等优良传统。我国的生态农业包括农、林、牧、副、渔和某些乡镇企业在内的多成分、多层次、多部门相结合的复合农业系统。20 世纪 70 年代主要措施是实行粮、豆轮作，混种牧草，混合放牧，增施有机肥，采用生物防治，实行少免耕，减少化肥、农药、机械的投入等；80 年代

创造了许多具有明显增产增收效益的生态农业模式，如稻田养鱼、养萍，林粮、林果、林药间作的主体农业模式，农、林、牧结合，粮、桑、渔结合，种、养、加结合等复合生态系统模式，鸡粪喂猪、猪粪喂鱼等有机废物多级综合利用的模式。生态农业的生产以资源的永续利用和生态环境保护为重要前提，根据生物与环境相协调适应、物种优化组合、能量物质高效率运转、输入输出平衡等原理，运用系统工程方法，依靠现代科学技术和社会经济信息的输入组织生产。以生态经济系统原理为指导建立起来的资源、环境、效率、效益兼顾的综合性农业生产体系。通过食物链网络化、农业废弃物资源化，充分发挥资源潜力和物种多样性优势，建立良性物质循环体系，促进农业持续稳定地发展，实现经济、社会、生态效益的统一。因此，生态农业是一种知识密集型的现代农业体系，也是农业发展的新型模式。

重视和强化农业生态环境保护工作，是确保农产品质量安全，提升农村环境品质，建设美丽乡村的重要举措。也是发展生态农业，促使农业生产能量和物质流动实现良性循环，实现经济和生态环境协调发展的重要途径。为对农业废弃物实行综合利用，实现资源化处理，使其对环境的不良影响减少到最低限度，确保实现“一控两减三基本”（即严格控制农业用水总量，减少化肥农药施用量，地膜、秸秆、畜禽粪便基本资源化利用）目标，并实施轮作休耕制度，我们组织有关专家编写了本书，愿为我国农业生态环境治理与保护工作和生态农业的快速、稳固、持续发展尽一份微薄之力。

本书在对我国影响农业生态环境的主要因素与农业生产自身污染主要因素来源与现状认真分析的基础上，分别针对畜禽粪便、化肥和农药这3个主要污染因素的资源化利用与科学施用所需要的相关实用技术进行了较全面阐述；还对轮作休耕与科学间作套种的概念、原则以及实用技术进行了介绍。本书以理论和实践相结合为指

导原则，较系统地阐述了畜禽粪便与秸秆的沼气处理利用实用技术；土壤培肥与科学施肥实用技术；农药性质和在多种农作物上的科学施用技术以及对生产环境的影响与防控；轮作休耕与间作套种技术。本书深入浅出，通俗易懂，可操作性强；可供广大基层农技人员及广大农民朋友参考。

由于编者水平所限，书中不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

2016 年 4 月

目 录

第一章 农业生态环境保护的概念与现状	(1)
第一节 农业生态环境	(1)
第二节 农业生态环境保护	(6)
第三节 农业生态环境因素分析与保护问题	(8)
第四节 保护好农业生态环境需采取的措施	(11)
第二章 目前农业生产自身污染概述	(15)
第一节 农业生产自身污染的概念	(15)
第二节 农业生产自身污染的主要因素与现状	(15)
第三节 我国农业生产自身污染的治理目标与方式	(18)
第四节 农业生产自身污染的防治对策与措施	(25)
第三章 畜禽粪便与秸秆的沼气处理实用技术	(28)
第一节 关于沼气的概述	(28)
第二节 沼气的生产原理与生产方法	(32)
第三节 沼气的综合利用技术	(65)
第四节 稳步发展沼气事业的几点体会	(97)
第四章 科学施肥与土壤培肥及污染防治实用技术	(99)
第一节 作物营养元素概述	(100)
第二节 有机肥料的作用与合理施用技术	(132)
第三节 合理施用化学肥料	(136)
第四节 应用叶面肥喷肥技术	(138)
第五节 推广应用测土配方施肥技术	(142)
第六节 高产土壤的特点与培肥	(152)
第七节 土壤的障碍因素与改良	(155)

第五章 农药基础知识与科学使用技术	(158)
第一节 农药基础知识	(158)
第二节 农药污染与防控	(169)
第三节 主要农作物病虫害防治历	(177)
第四节 当前农作物病虫草害防治中存在的问题及 对策	(223)
第六章 耕地轮作休耕制度与实用技术	(236)
第一节 实行轮作休耕制度的意义	(236)
第二节 实行轮作休耕应注意的问题	(237)
第三节 轮作休耕实用技术	(240)
第七章 科学的间作套种技术	(312)
第一节 间套种植的概念与意义	(312)
第二节 间套种植的增产机理	(314)
第三节 作物间套种植应具备的基本条件	(316)
第四节 农作物间套种植的技术原则	(320)
第五节 间套种植模式应不断完善与发展	(325)

第一章 农业生态环境保护的概念与现状

第一节 农业生态环境

一、农业生态环境的基本含义

农业生态环境是指农业生物赖以生存和繁衍的各种天然的和经过人工改造的环境因素的总称，包括土壤、水、大气和生物等，也可以说是直接或者间接影响农业生存和发展的土地资源、水资源、气候资源和生物资源等各种要素的总称，是农业生存和发展的前提，也是人类社会生产发展最重要的物质基础。

二、农业生态环境污染

当前由人类活动所引起的农业环境质量恶化，已成为妨害农业生物正常生长发育、破坏农业生态平衡的突出问题之一。其中，既有由农业外的人类活动引起的，也有由农业生产本身引起的。

（一）来自农业外的污染

主要包括对农区大气、农业用水和农田土壤的污染等。

1. 农区大气污染

全世界每年排入大气的废气中约含 400 种有毒物质，通常造成危害的约 30 种。主要有有害气体如下。

（1）二氧化硫。排放量最大，危害最严重。主要来源于火力发电厂和石油加工、石油化工厂等的煤炭燃烧。对植物的危害，多发生在生理功能旺盛的叶片上，导致叶片枯萎、早期落叶，并影响结实。受污染的桑叶，会损害蚕的消化器官。二氧化硫以气溶胶形式进入动物呼吸系统后，会引起支气管炎、肺气肿和心力衰竭。在空气中的二氧化硫可成为硫酸雾，随雨（雪）的降落而形成酸雨（酸雪），使土壤变酸，或使原来的酸土变得酸度更大，直接毒害

农作物、林木和牧草，也不利于土壤中硝化细菌、共生和非共生固氮细菌的活动和繁殖，导致土壤肥力降低。酸雨降入水域，还会毒死鱼类。

(2) 氟化物。以氟化氢的排放量最大，毒性最强。主要来源于制造磷肥、釉瓦、搪瓷、玻璃等用萤石或氟硅酸钠做原料的工厂；煤炭燃烧时也有排放。受害植物的基本症状与二氧化硫相似。家畜的氟中毒，主要由摄食氟含量高的饲料或饮水后引起（见氟化物中毒）。

(3) 氯。来源于食盐电解工业以及制造农药、漂白粉、消毒剂、合成纤维等工厂的排气及溢漏事故。作物受害时，叶片由出现白色或浅黄褐色伤斑，发展到全部变白，干枯死亡。空气中氯气超过 $1/250\ 000$ 时，动物可发生肺水肿、黏膜充血、咳嗽、呼吸急促等状况。

(4) 光化学烟雾。由汽车尾气在紫外线作用下，通过光化学反应产生。主要为含有臭氧、氮氧化物、醛类和过氧乙酰硝酸酯等氧化物气体的氧化烟雾；此外，还含硫酸雾。其中，臭氧的危害限于成熟叶片，常使叶面布满褐色斑点，导致早期落叶和落花、落果。对动物的主要危害是刺激呼吸道，引起肺水肿和出血。过氧乙酰硝酸酯常使双子叶植物如豆类、番茄等的幼叶受害，气孔附近细胞原生质解体，导致小形叶或畸形叶；单子叶作物受害时，叶色褪绿，叶内受损；也有些受害作物不表现外表症状，但酶活性受抑制，光合作用因而减弱。氮氧化物中以二氧化氮的毒性较大，可溶于水而被叶片吸收；还能使动物发生急性肺水肿，并致死。

(5) 粉尘。即空气中的固体或液体微粒。粒径大于 10 微米可很快沉降到地面的，称落尘；小于 10 微米的，称飘尘。其中，煤烟粉尘覆盖在植物的嫩叶、新梢或果实时会影响叶片的光合作用和呼吸作用；果实受害后果皮变粗糙，品质下降，并使成熟果糜烂。金属粉尘中含有铅、镉、铬、锌、镍、锰、砷等微粒，降落后常对土壤和水源造成严重污染。水泥粉尘与水结合后能在植物体上形成薄膜，阻碍植物的正常生理活动；水泥的碱性则可使植物体表面的

角质皂化,丧失保护作用。飘尘造成空中多云、多雾霾,减弱太阳光照射,降低地面温度,也影响农业生产。

2. 农业用水污染

由工矿企业排放的未经净化的废水、废渣、废气和城镇居民排放的生活污水是主要的污染源。农业用水中危害较大的污染物质主要如下。

(1) 氰化物和酚、苯类。电镀废水和焦炉、高炉的洗涤、冷却水是氰化物的主要来源;酚则主要来源于焦化厂、煤气厂、炼油厂的废水。低浓度时都有刺激作物生长的作用;但含量较高(如氰化物超过 50mg/L)时,则作物生长明显受抑制直至死亡。它们在谷物、蔬菜内的蓄积,还会使产品的食用价值降低以至丧失,影响人、畜健康。但自然界中许多植物和微生物能将氰、酚等转化为无毒物质;只有当有毒物质的含量超过了它们的自净能力时,才造成危害。

(2) 三氯乙醛。即水合氯醛,主要来源于化工、医药和农药等工厂的废水,对单子叶植物特别是小麦危害严重。灌溉水中含量达 5 毫克/升时,就能使麦苗生长畸形。

(3) 次氯酸。主要来源于电解食盐水制碱工艺过程中排放的含氯废水。白菜、黄瓜、棉花和大豆等最易受害,大麦、小麦、玉米和豌豆次之,水稻和高粱的抗性较强。

(4) 油类。油污染主要由油田和石油工业、汽车工业以及由洗涤金属、鞣革等产生的废水造成。以轻油的为害最大。对水稻除因直接附着或侵入植株体内而影响其生长发育外,还常因覆盖稻田水面而妨碍土壤中氧的补给,或促使水温 and 地温上升,土壤异常还原,引起根腐现象。

(5) 洗涤剂。主要来自家庭生活污水。在水中的硬型 ABS(烷基苯磺酸盐)浓度在 10 毫克/升以上时,水稻生长即受抑制,100 毫克/升时产量急剧下降,对米质则 5 毫克/升的含量就能造成影响。土壤中硬型 ABS 的残留量较大;软型易被微生物分解,残留较少,危害较轻。

(6) 氮素过剩。城市污水和畜舍污水中均富含氮素。用于灌溉时如水中氮素浓度适当,对水稻等作物有利;氮素供给过剩时,水稻会呈现贪青倒伏、结实不良、病虫害多发等现象。

(7) 病原微生物。农田用水被未经净化的城市生活污水污染时,其中,所含的大量沙门氏杆菌、痢疾杆菌、肝炎病毒、蠕虫卵等病原微生物和寄生虫卵可黏附在蔬菜上,成为多种疾病的传染源。

3. 农田土壤污染

与农业用水污染密切相关。当土壤中增添了某些通常不存在的有害物质,或某些固有物质含量增高时,土壤的物理性质就发生改变,从而影响土壤微生物活动,降低土壤肥力,妨碍作物生长发育。某些有毒物质被作物吸收后残留于子实和茎秆中,还会影响人畜健康。土壤本身对这些有害物质具有一定的自净作用:生存于土壤中的大量微生物和原生动物能分解各种有毒物质;土壤本身有很大的表面积,能使很多毒物被吸附和固定;同时,土壤中的某些物理、化学作用还可使有毒物质分解。但当进入土壤中的有毒物质超过一定限度时,就会危害农业生产。造成农田土壤污染的有毒物质主要如下。

(1) 镉。主要来自金属矿山、冶炼和电镀工业等排放的废水,会在土壤中累积,通过作物根系富集于植物体或子实中。每1千克稻米中镉的累积量超过1毫克/千克的称为“镉米”,人长期食用后会产生“疼痛病”,使骨质酥脆易折,全身疼痛;在尿中出现糖和蛋白,并常并发其他病而死亡。

(2) 汞。主要来源于农药、医药、仪表、塑料、印染、电器等工业排放的含汞废水,汞矿矿山的废渣和选矿厂的废水、尾砂等。汞被作物的根系和叶片吸收后,大部分残留在根部。灌溉水中含汞2.5毫克/升时,即对水稻和油菜的生长有抑制作用。

(3) 砷。主要来源于制造硬质合金的冶金工业、制药工业等排放的废水。农作物和果树都能受害。土壤和灌溉水中含砷时,植物茎、叶或子实内产生砷的残留,影响产品质量,危害人、畜

健康。

(4) 铅。来源于有色金属冶炼，铅字和铅板的浇铸，陶瓷、电池制造等工业排出的废水、废气以及汽车排出的尾气等。作物的根或叶能吸收土壤或大气中的铅，蓄积在根部，部分转移并残留在子实内。铅污染还使植物的光合作用和蒸腾作用减弱，影响生长发育。

(5) 硒。硒主要来源于燃煤动力工业、玻璃、电子工业以及铜、铅、锌矿石的焙烧工业等。土壤中含硒过量时，会使作物受害，并在植物体内造成残留。含硒过多的饲料会引起家畜慢性硒中毒和患碱质病，但适当的硒含量对家畜生长发育有利。硒常与硫共存，土壤中施加适量的硫酸盐可减轻硒的危害。土壤中的其他微量元素如钼、铜、锌、铬等虽有刺激植物生长的作用，过量时，也会对作物造成危害。

此外，农业用水和农田土壤中的有害物质还常污染水体，对水产业造成危害。如水中氰化物 0.3 ~ 0.5 毫克/升的含量就可使许多鱼类致死；酚可影响鱼、贝类的发育繁殖；虾对石油污染特别敏感，鱼卵和幼鱼为油膜粘住后会变畸形或失去生活能力，成鱼会因鳃上沾油而窒息死亡。镉、汞和铅对鱼类生存的威胁也大。水中镉含量为 0.01 ~ 0.02 毫克/升时，即致鱼类死亡。汞易在鱼体内富集。

(二) 农业本身的污染

主要包括下述几种。

1. 农药污染

一些长效性农药如滴滴涕、六六六等，由于化学结构较稳定，不易被酸、磷、氧和紫外线等的作用所分解，且脂溶性强而水溶性小，喷撒时除一部分为作物所吸收、造成作物内的残留外，降落到地面的农药，有的残留于土壤中，被土壤动物如蚯蚓等所摄取而在其体内积累与浓缩，并通过家禽的捕食等辗转危害；有的则随灌溉水或雨水流入江河湖海，通过水生动物食物链的传递而在鱼体内浓缩数千、数万，甚至数百万倍，造成危害。另外，农药的长期使

用，还会因害虫的天敌被消灭或者因害虫的致病微生物产生抗药性，而加剧病虫害为害。

2. 化肥污染

长期过量施用化肥或施用不当可造成明显的环境污染或潜在性污染。除由于长期单一施用化肥，有机质得不到及时补充而造成的土质恶化和土壤生产力减退外，化肥中的氮、磷元素还会造成水体富营养化，使藻类等水生生物大量孳生，导致缺氧和嫌气分解，使鱼类失去生存条件。由此造成食物、饲料及饮水中的硝酸盐积累，也危害人畜健康。同时，氮肥的分解不仅污染大气，所产生的氮氧化物上升至平流层时，还会对臭氧层起破坏作用。此外，含氮量高的农业废物如畜禽粪尿、农田果园残留物和农产品加工废、弃物等，也会造成水体富营养化，危害鱼类和多种水生生物。另外，盲目性的农事活动，如对森林、草原以及水、土等农业自然资源不合理的开发利用等，也是恶化农业环境、破坏农业生态平衡的重要原因。

第二节 农业生态环境保护

农业生态环境保护的基本任务是保护农业资源，改善农业生态环境，防治环境污染和生态破坏。20 世纪 60 年代以来，农业环境保护工作有了较大规模的开展并取得了显著成就。中国的农业环境保护工作始于 20 世纪 70 年代初。随后相继成立了农业环境保护研究机构和农业环境保护监测所（站）。1981 年成立农业环境保护协会和科技情报网，并在部分高等农业院校开设了农业环境保护系或专业，初步形成了农业环境的管理、监测、科研和教育系统。具体可分为以下几项。

一、开发利用和保护农业资源

农业生态环境保护要按照农业环境的特点和自然规律办事，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔，因地制宜，多种经营，并搞好废物资源合理利用，进行良性循环。我国土地资源相对紧缺，要切实保护好我国的土地资源，建立基本农田保护区，严禁乱

占耕地。同时,还要加强渔业水域环境的管理,保护我国的渔业资源。建立不同类型的农业保护区,保护名、特、优、新产品和珍稀濒危农业生物物种资源。

二、防治农业环境污染

防治农业环境污染是指预防和治理工业污染(含工业废水、废气、废渣、粉尘、城镇垃圾)和农业生产自身污染(含农药、化肥、农膜、牲畜粪便、秸秆、植物生长激素)等;是保障农业环境质量,保护和改善农业环境,促进农业和农村经济发展的重要措施,也是农业现代化建设中重要的一项任务。

(一) 防治工业污染

防治工业污染主要是严格防止新污染的产生。对属于布局不合理,资源、能源浪费大的,对环境污染严重、又无有效的治理措施的项目,应坚决停止建设;新建、扩建、改建项目和技术开发项目(包括小型建设项目),必须严格执行“三同时”的规定;新安排的大、中型建设项目,必须严格执行环境影响评价制度;所有新建、改建、扩建或转产的乡镇、街道企业,都必须填写“建设项目环境影响报告表(登记表、备案表)”,严格执行“三同时”的规定;凡列入国家计划的建设项目,环境保护设施的投资、设备、材料和施工力量必须给予保证,不准留缺口,不得挤掉;坚决杜绝污染转嫁。

抓紧解决突出的污染问题。当前要重点解决一些位于生活居住区、水源保护区、基本农田保护区的污染问题。一些生产上工艺落后、污染危害大、又不好治理的工厂企业,要根据实际情况有计划地关停并转。要采取既节约能源,又保护环境的技术政策,减轻城市、乡村大气污染。按照“谁污染,谁治理”的原则,切实负起治理污染的责任;要利用经济杠杆,促进企业治理污染。

(二) 积极防治农业生产自身污染

随着农业生产的发展,我国化肥、农药、农用地膜的使用量将会不断增加,同时,生产副产物秸秆量也不断增加。必须积极防治农用化学物质对农业环境的污染。鼓励将秸秆过腹还田、多施有机

肥、合理施用化肥，在施用化肥时要求农民严格按照标准科学合理地施用。提倡生物防治和综合防治，严格按照安全使用农药的规程科学、合理施用农药。鼓励回收农用地膜，组织力量研制新型农用地膜，防治农用地膜的污染。

（三）大力开展农业生态工程建设

保护农业生态环境，积极示范和推广生态农业，加强植树造林，封山育林育草生态工程，治理水土流失的水土保持工程措施和农村能源工程的建设，通过综合治理，保护和改善农业生态环境。积极开展沼气生态农业工程，合理处理牲畜粪便与秸秆，促进农业良性循环，走可持续发展的道路。

（四）生物多样性保护

加强保护区的建设，防止物种退化，有步骤、有目标地建设和完善物种保护区工作，加速进行生物物种资源的调查和摸清濒危实情，在此基础上，通过运用先进技术，建立系统档案等，划分濒危的等级和程度，依此采取不同的保护措施，科学地利用物种，禁止猎杀买卖珍稀物种，有计划、有允许地进行采用，不断繁殖，扩大种群数量和基因库，发掘野生种，培育抗逆性强的动植物新品种。

第三节 农业生态环境因素分析与保护问题

一、农业生态环境影响因素分析

（一）生态资源总量

生态资源总量是一个国家或地区农业生态环境承载能力的决定性因素。生态资源总量包括耕地、森林、草地、光照以及水资源等。农业经济活动的进行也是以这些资源为基础的。生态资源总量越丰富，农业生态环境越优越，可承载的污染破坏强度越大。一般生态资源丰富的地区，农业生态环境质量越高，但不排除经济发展方面的诸多因素带来的不利影响。

（二）污染破坏

随着农业现代化进程的加快，高科技的手段和方法在农业耕作和养殖中的不断使用，导致农业生态环境从根本上遭到了一定程度