

邓远建 主编

农业生态保护与

食品安全学



NONGYE SHENGTAI BAOHU YU
SHIPIN ANQUANXUE

长江出版传媒
湖北人民出版社

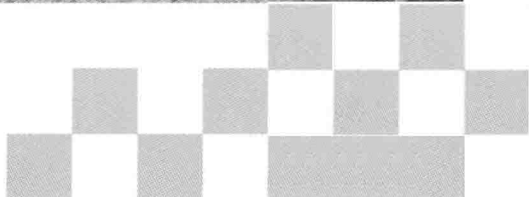
邓远建 主编

农业生态保护与

食品安全学



NONGYE SHENGTAI BAOHU YU
SHIPIN ANQUANXUE



图书在版编目(CIP)数据

农业生态保护与食品安全学/ 邓远建主编.

武汉: 湖北人民出版社, 2014.11

ISBN 978-7-216-08421-5

I. 农… II. 邓… III. 农业环境保护—关系—食品安全—研究

IV. ①X322②TS201.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第256409号

出 品 人: 袁定坤
责任部门: 高等教育分社
责任编辑: 刘天闻
封面设计: 张 弦
责任校对: 范承勇
责任印制: 杜义平
法律顾问: 王在刚

出版发行: 湖北人民出版社
印刷: 武汉市籍缘印刷厂
开本: 787毫米×1092毫米1/16
版次: 2014年11月第1版
字数: 328千字
书号: ISBN 978-7-216-08421-5

地址: 武汉市雄楚大道268号
邮编: 430070
印张: 14.25
印次: 2014年11月第1次印刷
插页: 2
定价: 35.00元

本社网址: <http://www.hbpp.com.cn>

本社旗舰店: <http://hbrmcbs.tmall.com>

读者服务部电话: 027-87679656

投诉举报电话: 027-87679757

(图书如出现印装质量问题, 由本社负责调换)

目 录

绪 论	1
第一节 农业生态与农业生态安全	1
第二节 农业生态保护与食品安全的关系	9
第三节 农业生态保护与食品安全学的内容	15
第一章 农业生态系统	22
第一节 农业生态系统的概念	22
第二节 典型农业生态系统	29
第三节 农业生态系统的服务功能与价值	37
第二章 农业生态经济系统	47
第一节 农业生态经济系统的内涵与特点	47
第二节 农业生态经济系统的要素与功能	51
第三节 农业生态经济系统的效益	58
第三章 农业生态经济系统的生态环境问题	65
第一节 农业生态经济系统的人口问题	65
第二节 农业生态经济系统的资源问题	71
第三节 农业生态经济系统的环境问题	81
第四节 农业生态经济系统的能源问题	86
第四章 农业生态环境污染对食品安全的影响	93
第一节 农业面源污染与食品安全	93
第二节 大气污染对食品安全的影响	97
第三节 水体污染对食品安全的影响	104
第四节 土壤污染对食品安全的影响	110
第五章 农业废弃物资源化利用与生态环境修复控制	118
第一节 农业废弃物资源化利用	118
第二节 农业环境保护的生态修复	125

第三节	农用化学投入品的污染及其控制	132
第六章	农业生态环境保护与现代农业绿色发展	139
第一节	农业发展模式演变中的生态环境保护问题	139
第二节	绿色农业与相关农业模式的区别与联系	145
第三节	绿色农业发展的主要模式与典型案例	153
第七章	绿色农业发展的产地环境建设	163
第一节	绿色农业生产基地环境建设的意义与原则	163
第二节	绿色农业生产基地环境建设的步骤与内容	168
第三节	绿色农业生产基地环境建设的问题与对策	172
第八章	转基因食品的安全性	179
第一节	转基因技术概述	179
第二节	转基因技术对食品安全的影响	185
第三节	转基因食品安全性评价	190
第四节	转基因食品的安全管理与法规	193
第九章	食品安全管理制度体系建设	201
第一节	食品安全管理体系	201
第二节	食品安全法规与标准体系	209
第三节	食品安全管理保障制度体系	215
后记		224

绪 论

随着工业文明的飞速发展,其所带来的负效应也逐渐显现,特别是生态环境问题日益突出。农业作为人类生存和发展的基础产业,在提供生产生活资料的同时也为人类创造出美好的生态环境条件。而农业生态环境的不断恶化,对人类社会未来发展敲响了警钟。本章从生态的概念出发,介绍农业生态与农业生态安全的内涵,围绕农业生态环境保护与食品安全的关系,阐释农业生态环境保护对确保食品安全的重要意义。本章重点是生态、农业生态、农业生态安全的概念和内涵;难点是农业生态安全与食品安全的关系,以及农业生态环境保护对食品安全的作用。

第一节 农业生态与农业生态安全

一、生态的概念

从传统词义来看,生态的含义包括三个方面:①显露出美好的姿态。如南朝梁简文帝《筝赋》:“丹萸成叶,翠阴如黛。佳人采掇,动容生态。”《东周列国志》第十七回:“(息妫^①)目如秋水,脸似桃花,长短适中,举动生态,目中未见其二。”②生动的意态。如唐杜甫《晓发公安》诗:“邻鸡野哭如昨日,物色生态能几时。”明刘基《解语花·咏柳》词:“依依旖旎,嫋嫋娟娟,生态真无比。”③生物的生理特性和生活习性。如秦牧《艺海拾贝·虾趣》:“我曾经把一只虾养活了一个多月,观察过虾的生态。”现代意义的生态(Eco-)一词源于古希腊语 *oikos*,原意指“住所”或“栖息地”。通常意义上讲,生态是指生物在一定的自然环境下生存和发展的状态,也指生物的生理特性和生活习惯(《辞书》中关于生态的解释)。生物是自然界中由活质构成的,并且有生长、生育、繁殖能力的物体;生物通过新陈代谢作用跟周围环境进行物质交换,从而满足自身生长、生育、繁殖的需要。从这种意义上说,生态是指自然界中有生长、生育、繁殖能力的活的物体的生存和发展的状态。实际上,这种对生态的界定是狭义的。广义的“生态”是指“天”、“人”之和,是不变之“道”,是天地、八方、阴阳五行的众生之态,它包括了所有生命体和非生命体的存在状态。

生态最早被当作一门学科来研究,是从研究生物个体而开始的。1866年,德国生

^① 即息夫人,春秋时期著名的四大美女之一,出生于陈国宛丘(今河南周口淮阳),陈庄公之女,因嫁给息国(今河南息县)国君,又称息妫。

物学家 E. 海克尔 (Ernst Haeckel) 最早提出生态学的概念。最初生态学被认为是研究动植物与环境之间、动物与植物之间及其对生态系统的影响的一门学科, 是研究生物体与其周围环境 (包括非生物环境和生物环境) 相互关系的科学。其中, 生物环境是指生物物种之间和物种内部各个体之间的关系; 非生物环境包括自然环境, 如土壤、岩石、水、空气、温度、湿度等。日本东京帝国大学学者三好学于 1895 年把西方的 “ecology” 一词译为 “生态学”, 后经武汉大学张挺教授介绍到国内, 生态的概念便在中国逐渐普及。

如今, 生态学已经渗透到各个领域, “生态” 一词涉及的范畴也越来越广, 人们常常用 “生态” 来定义许多美好的事物, 如健康的、美的、和谐的等事物均可冠以 “生态” 进行修饰。当然, 不同文化背景的人对 “生态” 的定义会有所不同, 多元的世界需要多元的文化, 正如自然界的 “生态” 所追求的物种多样性一样, 以此来维持生态系统的平衡发展。

二、农业生态的内涵

(一) 农业生态的含义

“农业生态” (Oikologie) 一词是 1865 年由勒特 (Reiter) 将两个希腊词汇 *logos* (研究) 和 *oikos* (房屋、住所) 合并构成。1866 年, 德国动物学家海克尔首次将农业生态定义为 “研究动物与其有机及无机环境之间相互关系的科学”, 特别是研究动物与其他生物之间的有益和有害关系, 这揭开了农业生态相关研究的序幕。1935 年, 英国生态学家坦斯利 (A. G. Tansley) 提出了生态系统的概念之后, 美国的年轻生态学者林德曼 (R. L. Lindeman) 在对赛达伯格湖的生态系统进行详细考察后, 用确切的数据说明, 生物量从绿色植物向食草动物、食肉动物等按食物链的顺序在不同营养级上转移时, 有稳定的数量级比例关系, 通常后一级生物量只等于或者小于前一级生物量的 $1/10$ 。林德曼把生态系统中能量的不同利用者之间存在的这种必然的定量关系, 叫做 “十分之一定律”, 又叫 “百分之十定律”。这一定律的发现, 将农业生态研究提升到了一个新的高度。由此, 农业生态逐渐成为一门有自己的研究对象、任务和方法的比较完整和独立的学科。近年来, 农业生态已经创立了自己独立的研究理论主体, 即从农业生物个体与环境直接影响的小环境, 到农业生态系统不同层级的有机体与环境关系的理论。它们的研究方法包括描述—实验—物质定量三个过程。随着系统论、控制论和信息论等概念和方法的引入, 农业生态理论的发展也达到了更高层次。

对于农业生态的概念也有不同的意见。有些博物学家认为, 农业生态与普通博物学不同, 具有定量的和动态的特点, 他们把农业生态视为博物学的理论科学。持生理学观点的农业生态学家认为, 农业生态是普通生理学的分支, 它与一般器官系统生理学不同, 侧重在整体水平上探讨生命过程与环境条件的关系。从事植物群落和动物行为工作的学者分别把农业生态理解为生物群落的科学和环境条件影响下的动物行为科学。而侧重进化观点的学者则把农业生态解释为研究环境与生物进化关系的科学。这些对农业生态的定义都认为, 农业生态是一门科学, 是研究生物 (包括动物和植物) 怎样生活和它们为什么按照自己的生活方式生活的科学; 农业生态是研究有机体的分布和多维度的

科学；农业生态是研究生态系统的结构与功能的科学；农业生态是研究生命系统之间相互作用及其机理的科学；农业生态是综合研究有机体、物理环境与人类社会的科学。

随着农业生态研究的日益深入，在农业生态定义中又增加了生态系统的观点，把生物与环境的关系归纳为物质流动及能量交换，20 世纪 70 年代以来则进一步概括为物质流、能量流及信息流。农业生态不单是各个农业生态要素，而是这些要素及其构成的相互影响和相互联系的生态系统，系统中不仅包含自然环境的要素，如土地、水、大气等，也包含了农业生态系统的重要参与者——人的要素。自然要素和人为要素一起构成了农业生态系统。

（二）农业生态的发展阶段

1. 萌芽阶段

这是比较漫长的阶段。古人在长期的农牧渔猎生产中积累了朴素的农业生态知识，比如作物生长与季节气候及土壤水分的关系、常见动物的物候习性等。公元前 4 世纪，希腊学者亚里士多德曾粗略描述动物的不同类型的栖居地，还按动物活动的环境类型将其分为陆栖和水栖两类，按其食性分为肉食、草食、杂食和特殊食性等类。亚里士多德的学生、公元前 3 世纪的雅典学派首领赛奥夫拉斯图斯在其植物地理学著作中已提出类似今日植物群落的概念。公元前后出现的介绍农牧渔猎知识的专著，如公元 1 世纪古罗马老普林尼的《博物志》、6 世纪中国农学家贾思勰的《齐民要术》等均体现了素朴的农业生态思想和观点。

2. 形成阶段

这一阶段大约从 15 世纪到 20 世纪 40 年代。15 世纪以后，许多科学家通过科学考察积累了不少宏观农业生态资料。19 世纪初叶，现代农业生态的轮廓开始出现。如雷奥米尔的 6 卷昆虫学著作中就有许多昆虫农业生态方面的记述。瑞典博物学家林奈首先把物候学、农业生态和地理学观点结合起来，综合描述外界环境条件对动物和植物的影响。法国博物学家布丰强调生物变异基于环境的影响。德国著名博物学家、自然地理学家洪堡创造性地结合气候与地理因子的影响来描述物种的分布规律。

19 世纪，农业生态得到进一步发展。这一方面是由于农牧业的发展促使人们开展了环境因子对作物和家畜生理影响的实验研究。例如，在这一时期中确定了 5 摄氏度为一般植物的发育起点温度，绘制了动物的温度发育曲线，提出了用光照时间与平均温度的乘积作为比较光化作用的“光时度”指标，以及植物营养的最低量律和光谱结构对于动植物发育的效应等。另一方面，马尔萨斯于 1798 年发表的《人口论》一书形成了广泛影响。费尔许尔斯特 1833 年以其著名的逻辑斯谛曲线描述人口增长速度与人口密度的关系，把数学分析方法引入农业生态。19 世纪后期开展的对植物群落的定量描述也已经以统计学原理为基础。1851 年，达尔文在《物种起源》一书中提出自然选择学说，强调生物进化是生物与环境交互作用的产物，引起了人们对生物与环境的相互关系的重视，促进了农业生态的持续发展。

19 世纪中叶到 20 世纪初叶，人类所关心的农业、渔猎和直接与人类健康有关的环境卫生等问题，推动了对农业生态、野生动物种群农业生态和媒介昆虫传病行为的研究。由于当时组织的远洋考察都重视对生物资源的调查，从而也丰富了水生生物学和水

域农业生态的内容。到 20 世纪 30 年代,已有不少农业生态著作和教科书阐述了一些农业生态的基本概念和论点,如食物链、生态位、生物量、生态系统等。至此,农业生态已基本成为具有特定研究对象、研究方法和理论体系的独立学科。

3. 发展阶段

20 世纪 50 年代以来,农业生态吸收了数学、物理、化学工程技术科学的研究成果,向精确定量方向前进并形成了自己的理论体系。数理化方法、精密灵敏的仪器和电子计算机的应用,使农业生态工作者有可能更广泛、深入地探索生物与环境之间相互作用的物质基础,对复杂的生态现象进行定量分析。整体概念的发展,产生出系统农业生态等若干新分支,初步建立了农业生态理论体系。

由于世界上的生态系统大都受人类活动的影响,社会经济生产系统与生态系统相互交织,实际形成了庞大的复合系统。随着社会经济和现代工业化的高速度发展,自然资源、人口、粮食和环境等一系列影响社会生产和生活的问题日益突出。为了寻找解决这些问题的科学依据和有效措施,国际生物科学联合会(IUBS)制定了“国际生物计划”(IBP),对陆地和水域生物群系进行农业生态研究。1972 年,联合国教科文组织等继 IBP 之后,设立了人与生物圈(MAB)国际组织,制定“人与生物圈”规划,组织各参加国开展森林、草原、海洋、湖泊等生态系统与人类活动关系,以及农业、城市、污染等有关的科学研究。许多国家都设立了专门的农业生态和环境科学研究机构。上述措施促进农业生态研究出现新的发展趋势:由定性研究趋向定量研究,由静态描述趋向动态分析,逐渐向多层次的综合研究发展,与其他某些学科的交叉研究日益显著。

从人类活动对环境的影响来看,农业生态是自然科学与社会科学的交汇点;在方法学方面,研究环境因素的作用机制离不开生理学方法,离不开物理学和化学技术,而且群体调查和系统分析更离不开数学方法和技术;在理论方面,生态系统的代谢和自稳态等概念基本是引自生理学,而由物质流、能量流和信息流的角度来研究生物与环境的相互作用则可说是由物理学、化学、生理学、农业生态和社会经济学等共同发展出的研究体系。

(三) 农业生态的基本内容

1. 农业生物种群的自然调节

在环境无明显变化的条件下,农业生物种群数量有保持稳定的趋势。一个种群所栖息环境的空间和资源是有限的,只能承载一定数量的生物,承载量接近饱和时,如果种群数量(密度)再增加,增长率则会下降乃至出现负值,使种群数量减少;而当种群数量(密度)减少到一定限度时,增长率会再度上升,最终使种群数量达到该环境允许的稳定水平。对生物种群自然调节规律的研究可以指导农业生产实践。例如,制定合理的渔业捕捞量和林业采伐量,可保证在不伤及农业生物资源再生能力的前提下取得最佳产量。

2. 农业物种间的相互依赖和相互制约

一个生物群落中的任何物种都与其他物种存在相互依赖和相互制约的关系,这种关系集中体现在物种之间长期形成的食物链关系、竞争关系和互利共生关系。①食物链关系。在食物链中,居于相邻环节的两物种的数量比例有保持相对稳定的趋势。如捕食者

的生存依赖于被捕食者,其数量也受被捕食者的制约;而被捕食者的生存和数量也同样受捕食者的制约。两者间的数量保持相对稳定。②竞争关系。物种间常因利用同一种资源而发生竞争。如植物间争光、争空间、争水、争土壤养分;动物间争食物、争栖居地等。在长期进化过程中,竞争促进了物种生态特性的分化,结果使竞争关系得到缓和,并使生物群落形成一定的结构。例如,森林中既有高大喜阳的乔木,又有矮小耐阴的灌木,各得其所;林中动物或有昼出夜出之分,或有食性差异,互不相扰。③互利共生关系。如地衣中菌藻相依为生,大型草食动物依赖胃肠道中寄生的微生物帮助消化,以及蚁和蚜虫的共生关系等,都表现了物种间的相互依赖关系。以上几种关系使农业生物群落表现出复杂而稳定的结构,即农业生态平衡,平衡的破坏常可能导致某种农业生物资源的永久性丧失。

3. 农业生态系统的物质循环再生

农业生态系统的代谢功能就是保持生命所需的物质不断地循环再生。阳光提供的能量驱动着物质在农业生态系统中不停地循环流动,既包括环境中的物质循环、生物间的营养传递和生物与环境间的物质交换,也包括生命物质的合成与分解等物质形式的转换。物质循环的正常运行,要求一定的农业生态系统结构。随着生物的进化和扩散,环境中大量无机物质被合成为生命物质,形成了广袤的森林、草原以及生息其中的飞禽走兽。一般来说,发展中的生物群落的物质代谢是进多出少,而当群落成熟后代谢趋于平衡,进出大致相当。人们在改造农业自然的过程中须注意物质代谢的规律。一方面,在农业生产中只能因势利导,合理开发生物资源,而不可只顾一时,竭泽而渔。目前,世界上已有大面积农田因肥力减退未得到及时补偿而减产。另一方面,还应控制环境污染。由于大量有毒的废物进入环境,超越了农业生态系统和生物圈的降解和自净能力,因而造成毒物积累,损害了人类与其他生物的生活环境。

4. 农业生物与环境的交互作用

生物进化是生物与环境交互作用的产物。生物在生活过程中不断由环境输入并向其输出物质,而被生物改变的物质环境反过来又影响或选择生物,二者总是朝着相互适应的协同方向发展,即通常所说的正常的自然演替。随着人类活动领域的扩展,对环境的影响也越来越明显。在改造自然的活动中,人类自觉或不自觉地做了不少违背自然规律的事,最终损害了自身利益。如对某些自然资源的长期滥伐、滥捕、滥采造成资源短缺和枯竭,从而不能满足人类自身需要;大量工业污染直接危害人类自身健康等。这些都是人与环境交互作用的结果,是大自然受破坏后所产生的一种反作用。

三、生态安全与农业生态安全

(一) 生态安全的内涵

国际上最早提出“生态安全”的学者是美国著名的环境专家莱斯特·R. 布朗(Lester R. Brown),他提出要重新界定国家安全问题并将生态安全列入国家安全的行列。而“生态安全”概念首次正式使用则是在1991年12月19日颁布的《俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国自然环境保护法》中。在该法中界定了生态安全的具体状况和要求:生态系统的平衡得到维护,自然界的自然过程保持一种和谐状态;可再生自然资

源的再生条件得到保护；不可再生的资源备受珍惜和得到节约利用；自然界的环境容量受到尊重；环境的自然净化能力得到维护；整体自然环境处于良好状态；维持人的生命活动和健康所需要的正常条件得到保障；人的环境权利受到尊重和保护。其后，生态安全因其关乎人类基本生存条件而被各国逐渐重视，关于生态安全的理论研究也相继展开。

至今还没有一个统一的关于生态安全的定义。国际上对生态安全的研究，主要围绕着“环境变化”和“安全”之间的关系展开。通过多年的研究，国际上对生态安全取得了以下几点共识：环境、资源压力与日俱增，影响到人类社会、经济与政治；由于人口的持续增长，消费量和污染物的增多及土地利用的变化，资源环境压力在冲突和灾害中起着越来越重要的作用；冲突和灾害破坏了环境保护和人类社会发展的成就；生态安全不能仅停留在国家层面上，它应该从大到全球小到地方的不同层面上加以全面考虑。

生态安全是生态系统的完整性和健康的整体水平，尤其是指生存与发展的不良风险最小以及不受威胁的状态。狭义的生态安全概念是指自然和半自然生态系统的安全，即生态系统完整性和健康的整体水平反映。健康系统是稳定的和可持续的，在时间上能够维持它的组织结构和自治，以及保持对胁迫的恢复力。若将生态安全与保障程度相联系，生态安全可以理解为人类在生产、生活和健康等方面不受生态破坏与环境污染等影响的保障程度，包括饮用水与食品安全、空气质量与绿色环境等基本要素。广义上的生态安全包括两方面的含义：一是环境、生态保护上的含义。即防止由于生态环境的退化对经济发展的环境基础构成威胁，主要指环境质量状况低劣与自然资源的减少和退化，削弱了经济可持续发展的环境支撑能力。二是外交、军事上的范畴。即防止由于环境破坏和自然资源短缺引起经济的衰退，影响人们的生活条件，特别是环境难民的大量产生，从而导致国家的动荡。广义生态安全概念以国际应用系统分析研究所（IASA）提出的定义为代表：生态安全是指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态，包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全，从而组成一个复合人工生态安全系统。

实际上，生态安全是生态系统的安全，包括自然生态系统和自然—人工复合生态系统。相对于“生态威胁”或“生态不安全”，生态安全是一个动态的概念，随着生态环境状况改变而改变。生态安全状态是人的环境权利及其实现受到保护，自然环境和人的健康及生命活动处于无生态危险或不受生态危险威胁，包括三个层次：一是一种状态；二是一种受到保护、无危险或不受危险威胁的状态；三是威胁来源于生态危险。生态危险作为与生态安全相对应的一个概念，指那些可能存在并能对人类的生存环境和自然生态系统产生破坏甚至摧毁作用的破坏力量或现象，如泥石流、火山爆发、海啸、随意向环境排放原本自然界里并不存在且有害的污染物质、乱砍滥伐森林、盗捕偷猎野生动物等。上述现象可归结为“资源危险”、“能源危险”和“环境危险”三类。

生态安全问题具有其特殊性。生态问题的显现，需要很长时间，导致生态安全最容易被忽略，容易让位于其他领域的安全，尤其是经济安全。长期以来，中国对生态安全重要性的认识明显不足，不够系统，欠账太多。虽然生态安全也不时出现在一些政府文件中，但生态安全的内涵和外延并没有被社会大众认识和重视。2014年，中国成立国

家安全委员会。在第一次会议上,明确将生态安全纳入国家安全体系,生态安全由此正式成为中国国家安全的重要组成部分。国家生态安全是指生态环境能够适应经济社会发展需要的状态。传统的国家安全观主要强调军事安全、政治安全、经济安全,而忽视了生态安全。在面临大气污染问题此起彼伏,水污染尚未根治,土壤污染接踵而至,生态环境破坏逐步加重而成为生态安全问题的背景下,公众对生态环境安全的诉求呈明显上升趋势。生态安全已经成为国家安全体系中一个较大的短板,对国家安全和公众健康构成了巨大威胁。一方面,生态安全领域问题的产生,源头在经济等其他领域;另一方面,生态安全问题的影响也在以前所未有的速度扩散至经济、政治、社会等其他领域,成为很多安全问题的导火索。正确认识和处理生态安全与其他领域安全的关系,关乎国家未来的存亡发展。生态安全与军事安全、政治安全、经济安全一样,是国家安全的重要组成部分。生态安全一旦遭到破坏,不仅影响经济的发展,而且直接威胁人的基本生存条件,军事、政治和经济的安全也就无从谈起,生态安全是其他安全的基础和载体。实现生态安全,就是要使生态环境能够有利于经济增长,有利于经济活动效率的提高,有利于人民健康状况改善和生活质量的提高,避免因自然资源衰竭、资源生产率下降、环境污染和退化给人们的生活和生产造成短期灾害和长期不利影响,促进经济社会的可持续发展。

(二) 农业生态安全的概念

农业是实现自然与人类社会联系的重要环节和纽带,且在生态领域发挥着重要作用,农业的生态功能属性日益凸显,保障农业生态安全也显得非常重要。农业生态安全是指农业自然资源和生态环境处于一种健康、平衡、不受威胁的状态。在该状态下,农业生态系统能够保持持续生产力,不对环境造成破坏和污染,并能生产出健康安全的农产品。^① 农业生态安全是农业可持续发展的基础,保障农业生态安全是发展可持续农业的基本要求。

农业生态安全是一个相对的概念,是相对于“农业生态风险”和“农业生态不安全”的状态而言的,它具有较强的地域性和时间限制性,受外部自然环境、人类活动、社会经济、技术等的影响和调控十分明显。农业生态安全有以下三个主要特点:①战略性。农业在国民经济中的基础地位,决定了农业的生态安全关乎国计民生,农业生态状况直接影响到国家政治安全、经济安全和人们健康状况。②整体性。农业生态是以系统而存在的,农业生态各要素的优化配置和高效运行需要各要素的协调,从整体上把握农业生态系统的状况。农业生态系统中任何一部分出现问题,都会给农业生态带来不利影响。③区域性。农业生产具有强烈的地域性,不同的自然条件决定了不同的农业生态系统类型,在此基础上形成的农业生态也带有明显的地域特征。

农业生态安全包括农业生态数量安全、农业生态质量安全和农业生态关系安全三个方面的涵义。农业生态数量安全主要是指农业生态资源,如土地、水等资源的数量、生物种群数量、农业生产劳动力、生态维持人口数量等要保持一定规模,过多或过少都可

^① 杨洪强. 无公害农业 [M]. 北京: 气象出版社, 2009.

能会造成农业生态不安全,如资源匮乏、生物多样性减少、病虫害暴发、人口膨胀、洪涝灾害等都会造成农业生态压力。农业生态质量安全主要是指农业环境的质量、资源的质量、生物的质量、人口的质量等是否达到健康的状态和水平,如农业生产环境污染、生物病虫害、生物物种退化灭绝等都是农业生态不安全的表现。农业生态关系安全是指农业生物与生物之间、农业生物与环境之间的相互作用关系和结构比例关系是否合理与健康,体现的是人类农业生产活动和农业生产对象之间的状态,如农业生态系统结构失调、物种入侵、土壤污染、转基因物种危害、森林破坏、过垦、过牧、过渔、工业化、城市化等都会导致农业生态关系不安全。

(三) 农业生态安全的内容

农业生态安全的内涵非常丰富,有着多层次的内容,包括农业环境安全、农业资源安全、农业生物安全和农业产品安全等方面。

1. 农业环境安全

农业环境安全是指农业生产自然条件是否能保障农业生产活动正常进行,包括气候气象、地质环境等。通常的农业环境安全威胁主要来源于气候气象灾害如洪涝、干旱、持续低温、台风、沙尘暴、全球气候变化等,地质灾害如崩塌、滑坡、泥石流等,环境污染灾害如大气污染、土壤污染、水污染、核污染、放射性污染等。

2. 农业资源安全

农业资源安全是农业生产所依靠的光、热、水、土等资源要素是否具备。农业资源要素直接关乎农业生产活动的结果和农业产出效率,各要素充足、配置比例恰当,则会丰年高产,相反则有可能会给农产品基本供给带来威胁。常见的农业资源要素威胁主要有光照不足、光照过量、热量不足、热量过量、水资源短缺、水土流失、土地退化、土地短缺等。

3. 农业生物安全

农业生物安全威胁主要有生物多样性减少、野生种质资源消失、农业物种退化、病虫害暴发、外来物种入侵、转基因生物风险、生物污染等。

4. 农业产品安全

农业产品安全包括数量安全和质量安全,即所谓的双重安全。农产品数量安全是农产品产出供给数量上满足人们生活对农产品的需求,农产品质量安全是指农产品产出质量上不危害人体健康。在当前农产品产出率不断提升的情况下,农产品数量安全基本得到保障,而农产品质量安全问题却日益突出。农产品品质低劣,营养不足,重金属残留,农药残留,硝酸盐含量、生长调节剂、添加剂、着色剂超标等,给农产品质量安全带来严重威胁。

农业环境安全、资源安全和生物安全,是农业生态安全与农产品安全的基础和保障,农产品安全是保障人体健康安全的基本要求。农业生态安全的四方面内容构成了农业生态安全整体及农业生态安全的评价体系,保障农业生态安全也要从这四方面着手。

第二节 农业生态保护与食品安全的关系

一、农业生态安全问题

经济的发展在为人类带来巨大物质文明的同时,也给生态环境带来巨大压力。由于人类不合理的活动和行为,农业生态安全面临巨大威胁,集中表现为农业环境污染、农业生态破坏和农业资源锐减等方面。

(一) 农业环境污染

1. 农业环境外源污染

(1) 大气污染。大气污染的来源主要是人类的生产和生活活动,包括工业企业废气的排放、家庭炉灶及采暖设备的排放和交通运输车辆的排放。当大气中存在的有害物质达到一定浓度时,就会威胁到人体健康,也会对农作物的生长产生危害。此外,部分大气污染物还会在植物体内积累,动物摄入了这样的植物、饲料后,发生病害或使污染物进入食物链并得以富集,最终危害人类。^①

(2) 水污染。水体本身所含的物质(如氮、磷)对农作物生长是有利的,但当某些原因导致其含量过高时,也会给农作物生长造成危害。一些耗氧有机物进入水体后即发生化学分解作用,消耗水中的溶解氧,这对生活在水中的鱼类来说是一种致命威胁。而当水中的溶解氧逐渐消失时,水中厌氧细菌就会繁殖,有些有机物在分解过程中还有可能释放出甲烷、硫化氢等有毒气体,直接影响鱼类的生存。被污染的水进入土壤后,会导致土壤酸化或碱化,重金属在土壤中积累,直接或间接影响了农作物的生长、发育,造成减产、有害物质在农产品中积累,通过食物链进入动物体内和人体,对人类和畜禽的健康构成威胁。^②

(3) 固体废弃物污染。固体废弃物包括工业固体废弃物、生活垃圾、粪便和污泥等。随着工业化和城市化的发展,固体废弃物的产生量逐年增加,不仅侵占了大量耕地,而且对农业环境也造成了污染。将城市垃圾用作堆肥,通过农业资源化利用,解决了垃圾的出路问题,减轻了处理垃圾的压力和工作量,对改良土壤理化性状、提高土壤肥力有一定的促进作用。但城市垃圾成分复杂,处理困难,在一定程度上又污染了农业环境,对于个别地区甚至造成了较严重的污染。

2. 农业环境内源污染

(1) 农药污染。农药除了在生产过程中因“三废”的排放而污染环境外,还可在运输、贮藏、分装、零售等过程中发生污染。农药施入农田后,在环境各介质中迁移转化,其中,土壤是农药的贮藏库和集散地,大气和水是传递、扩散农药污染范围的媒

^① 王健林,李海燕,谢朝辉,等.当代食品科学与技术概论(第2版)[M].兰州:兰州大学出版社,2009.

^② 钟耀广.食品安全学[M].北京:化学工业出版社,2005.

介。喷施农药的作物是直接受污染者,动物是间接受污染者。动物的富集能力越强,受污染程度越严重。环境中的农药通过各种渠道进入人体,其中,通过食物进入人体的农药量占农药总摄入量的84.5%,其余是通过呼吸和饮水进入人体的。

(2) 化肥污染。氮肥在土壤中会在硝化细菌^①的作用下释放铵离子,导致土壤酸化,而且铵离子可置换土壤胶体中的钙离子,破坏土壤结构。土壤和作物内部积累大量的硝酸盐,这些硝酸盐进入食物链和人体后,在细菌作用下,变成亚硝酸,亚硝酸同血色素结合,使血液丧失运输氧气的功能,严重时造成窒息甚至死亡。亚硝酸还可进一步形成亚硝胺,这是一种致癌、致畸、致突变物质。亚硝胺在反硝化过程中形成的氧化亚氮是一种破坏臭氧层的气体,未被作物吸收的氮素随地表径流和灌溉水淋洗进入水体,成为水体富营养化的主要污染源之一。^② 磷元素易被土壤固定,其污染不显著。

(3) 畜禽粪尿污染。在传统农业模式下,畜禽都是分散饲养,畜禽粪尿可以及时归还农田。养殖业的迅速发展导致畜禽养殖场的规模不断扩大,养殖场逐渐独立出来,畜禽粪便通常采取的是堆放的形式,但也会随着降水进入地表水体,对水体造成污染。畜禽粪尿的恶臭气味污染了周围的空气,影响了畜禽的生长。即使是修建了化粪池的养殖场,粪便也会渗透到地下水中,对地下水造成污染,从而影响人们的饮用水卫生。粪便的堆积还会滋生蚊蝇,将病原微生物传播到周边环境,部分粪便未经处理直接施入农田,其携带的病菌或药物残留及抗生素等,会对农产品造成污染。

(二) 农业生态破坏

农业生态安全问题的另一个重要表现是农业生态的破坏。农业生态破坏一方面是粗放的农业生产方式导致自然生态的恶化,另一方面是在工业文明侵蚀下,农业生态被人为破坏。由于人类不合理地开发、利用,造成森林、草原等农业生态环境遭到损伤,从而使人类、动物、植物的生存条件日益恶化。当前,农业生态破坏程度越来越重,范围越来越广,主要表现在水土流失、土地荒漠化、土壤盐碱化、生物多样性减少等方面,这些农业生态问题给农业生态系统的正常循环带来阻碍,给经济社会发展造成不可估量的损失,同时也给人类生存环境带来巨大挑战。

(三) 农业资源锐减

在常规农业生产方式下,依靠巨大的资源和能量、物质和人力的投入换取农业产出,这种农业发展方式是建立在农业资源消耗之上的,以资源换取农产品,而这种转化率却非常低。导致的后果便是农业资源的大量耗费之后逐渐显现出匮乏之态。农业生态资源的锐减在当代表现得日益明显,土地退化、耕地减少、湖泊和湿地锐减、生物灭绝等现象逐渐增多,土地资源、水资源、微生物资源等减少给农业生产带来严重的不利影响。

^① 硝化细菌(nitrifying)是一种好氧性细菌,包括亚硝化菌和硝化菌。生活在有氧的水中或砂层中,在氮循环水质净化过程中扮演着很重要的角色。

^② 邱礼平. 食品安全概论 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.

二、农业生态与环境保护

(一) 农业生态环境污染产生的原因

当前农业生态环境的严重污染与农业生产方式、农业生产者素质、生态环境法规与监管等多重因素有着直接关系, 这些因素的共同作用造成了农业生态环境污染日趋恶化, 外源性污染和内源性污染相交织, 农业源污染和工业源污染混杂的现状。

第一, 不合理的农业生产方式造成农业内源性污染严重。特别是分散经营导致的粗放经营模式, 由于每个农户经营的土地极其有限, 通过规模化经营提高经济效益的道路不通, 加大化肥、农药等生产要素的投入就成了提高产量、增加收入的唯一途径。^① 这就导致在农业生产过程中化肥、农药的使用量大大增加, 并且远远超出了合理使用范围。中国是世界上化肥、农药使用量最大的国家, 而利用率很低, 流失的化肥和农药造成了地表水富营养化和地下水污染。中国农地单位土地面积化肥使用量达到 400 公斤/公顷, 远远超出发达国家 225 千克/公顷的安全上限。每年约有 175 万吨农药被使用于农牧林业生产, 单位土地面积农药用量更是世界平均水平的 3 倍, 但农药施用量仅有约 30% 作用于目标生物, 其余的 70% 进入环境。这些流入环境中的农药不仅对人体健康构成威胁, 更让脆弱的农田生态系统遭到重创, 使其需要依赖更多的农药来维持, 从而陷入恶性循环。

第二, 农业生产及从业者素质偏低, 生态环境保护意识不足。农业生产活动本身对农业生态环境的影响, 取决于农业生产人员对农业生态环境的态度和其生产行为, 但在实践中, 一些农业生产者单纯追求高产出不顾农业生态环境现实。生态环境保护意识的淡薄, 导致农业生产者为获取更高的产量恣意妄为。农业生产者的这种逐利行为一方面是由于自身的局限性, 另一方面也与农业这种高风险、高投入、长周期、低回报的产业特性有关。

第三, 农业生态环境污染相关法律法规还不完善, 监管缺失, 检测技术水平不高。目前, 中国对农业生态环境污染的严重性及其危害没有引起足够重视, 缺少政策框架和配套制度, 没有完善的鼓励和约束农民采用有效的生态环境保护技术和管理体系。由于农业生产活动的分散性、季节性和污染显现滞后性, 都导致农业生态环境污染监测与管理步伐滞后。而法律法规的缺失更加让生态破坏和环境污染行为主体有恃无恐, 监管的缺失加剧了污染的程度和范围。这些问题在农业生态破坏和环境污染日益严峻的形势下必须得到重视和加以改善。

(二) 农业生态环境污染防治措施

农业生态破坏和环境污染演变成当前的状况, 是长久以来农业生态环境保护得不到有效重视的结果。在生态文明成为国家发展目标, 生态安全成为国家安全战略的情况下, 农业生态破坏和环境污染的防治势在必行。

^① 贾蕊, 陆迁, 何学松. 我国农业污染现状、原因及对策研究 [J]. 中国农业科技导报, 2006, 8 (1).

第一，发展绿色农业，转变农业发展方式是治理农业生态破坏和环境污染的根本举措。绿色农业不同于常规农业，在生产方式上的进步使得绿色农业追求的不仅仅是农业产出的增长，更加注重农业发展与经济、生态效益的协调。绿色农业主张的农业生产效率的提升、现代科技的投入、环境和生态保护等观念，有利于破除农业环境污染的根源，从根本上改善农业环境污染状况。

第二，提高农业生产者素质，培育现代新型农业经营主体是治理农业生态破坏和环境污染的重要措施。农业生态破坏和环境污染很重要的原因是由于人的不合理活动，因而改造人的因素对于治理农业生态破坏和环境污染有着重要意义。无论是在思想上提升对农业生态环境重要性的认识，还是在实践中推广低污染、低残留等环境友好型农业生产要素，主要还是通过改变农业直接经营者的行为来防治污染。在发展绿色农业过程中，就要培育新型农业经营主体，使他们懂技术、会经营、善管理，积极采用现代科技，注重农业经济与生态效益的协调。

第三，完善农业生态环境保护的相关法律法规，加强农业生态环境污染的监测与监管。加强农业生态环境污染的检测和检查力度，强化法律权威，提高环境监测水平和技术，通过对污染行为的严厉惩罚和对环境保护行为的鼓励、奖励，建立起农业生态环境保护的奖惩机制，使得农业生态破坏和环境污染防治有法、依法进行，并且逐步内化成农业经营者和从业者的自觉行为。

三、食品与食品安全

（一）食品的概念和分类

食品能满足人类生存和日常生活需求，是人类生存和发展的能量源泉。虽然食品常见于人们生活，但是对食品的具体概念也正是因为太过常见却不是很清晰。中国《食品安全法》第99条对“食品”的定义为：各种供人食用或者饮用的成品和原料，以及按照传统既是食品又是药品的物品，但是不包括以治疗为目的的物品。《食品工业基本术语》对食品的定义为：可供人类食用或饮用的物质，包括加工食品、半成品和未加工食品，不包括烟草或只作药品用的物质。从食品卫生立法和管理的角度，广义的食品概念还涉及所生产食品的原料，食品原料种植、养殖过程接触的物质和环境，食品的添加物质，所有直接或间接接触食品的包装材料、设施以及影响食品原有品质的环境。

食品具有广泛的内涵和外延，按照食品材料来源、制造加工工艺、营养等可以分为不同的食品类型，如天然食品、即食食品、加工食品，蔬菜、肉制品、豆制品等。根据中国食品分类系统的相关规定，中国食品有16个大类，300多个小类，每一大类下分若干亚类，亚类下分次亚类，次亚类下分小类，有的小类还可再分为次小类。这十六大类包括：乳与乳制品，脂肪及油和乳化脂肪制品，冷冻饮品，水果、蔬菜（包括块根类）、豆类、食用菌、藻类、坚果以及籽类，可可制品、巧克力和巧克力制品（包括类巧克力和代巧克力）以及糖果，粮食和粮食制品，焙烤食品，肉及肉制品，水产品及其制品，蛋及蛋制品，甜味料，调味品，特殊营养食品，饮料类，酒类及其他类。随着食品工业的发展和许多新型食品的出现，这种食品分类体系开始显现出局限性，关于食品的分类日益多样化。