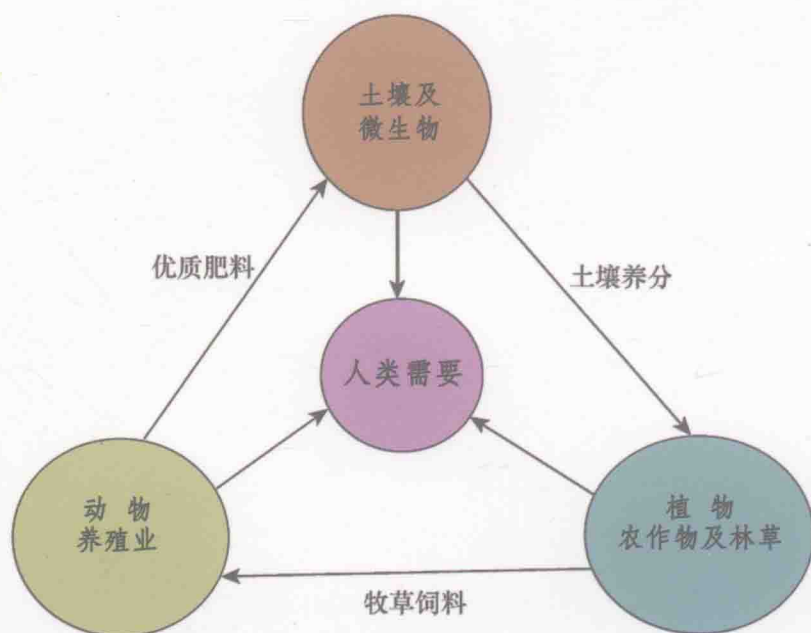


中国农业大学教育基金会“大北农教育基金”资助

生态循环养殖模式

暨畜禽养殖废弃物资源化利用技术

孙振钧 编著



中国农业大学出版社
CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

中国农业大学教育基金会“大北农教育基金”资助

生态循环养殖模式

暨畜禽养殖废弃物资源化利用技术

孙振钧 编著

中国农业大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

生态循环养殖主要是依据生态学原理、生态经济学原理、生态工程原理和系统科学原理等设计和建造的人工生态系统。它以动物养殖为主,在一定边界内,通过动物、植物、微生物与环境资源的最佳配置,有机组合而成的高效农业生态系统。

本书系统地介绍了生态循环养殖模式设计的原理和方法以及常见的生态循环养殖模式。详细介绍了蚯蚓养殖等生态接口技术。以大量实例介绍了生态循环养殖与区域农业可持续发展的模式典型。本书主要供从事生态养殖、循环农业、生态农业与区域发展、畜禽粪便资源化利用、田园综合体设计等涉农企业、农村科技人员使用,对高校和科研单位有关人员也有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

生态循环养殖模式暨畜禽养殖废弃物资源化利用技术/孙振钧编著.

—北京:中国农业大学出版社,2018.6

ISBN 978-7-5655-1969-7

I. ①生… II. ①孙… III. ①生态养殖 ②畜牧业—资源利用

IV. ①S964.1 ②X713

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 331315 号

书 名 生态循环养殖模式暨畜禽养殖废弃物资源化利用技术

作 者 孙振钧 编著

策划编辑 潘晓丽

责任编辑 田树君

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 21 印张 510 千字

定 价 65.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

序

农业作为一种复合的人工生态系统,不仅受自然因素的影响,同时也受到社会和经济条件的制约。人类在对农业生态系统进行调控和管理的过程中,为追求短期的产量和经济利益的最大化,忽视了农业生态系统的生态健康维持和环境质量管理,并引发了包括物种多样性丧失、水土流失、土地退化、环境污染等一系列具有全球特点的生态与环境问题。20 世纪 80 年代以来,人们开始反思农业发展的方向与道路,并逐渐认识到要彻底解决这些问题,实现农业的可持续发展,就必须从根本上转变农业生产方式,采取新的发展模式。为此,提出了自然农业、生物农业、有机农业和生态农业等一系列的生产模式,这些模式的内涵和应用方向各不相同,但基本出发点都是通过对农业生态系统进行精细化设计和管理,实现物质、能量和资源的多层次、多级化的循环利用。其中,生态循环农业在以畜禽养殖为主的农业生产中应用广泛。

畜牧业作为农业的重要组成部分,具有向人们提供食品,为轻工业提供原料等多方面的作用。然而,随着畜牧场规模不断扩大,集约化和机械化程度逐步提高,以养殖小区为代表的规模化养殖造成了环境污染严重、畜产品质量降低等一系列问题。要实现畜牧业的可持续发展,必须改善生态环境,实现资源利用、动物生产与环境保护的综合管理。生态循环养殖应用生态学、生态经济学与系统科学的基本原理,以畜牧业为核心,通过对植物、动物、微生物等生物种群进行组合,形成高效、稳定、持续发展的农业生态系统,不仅有效避免环境污染,同时合理利用废弃物等各种农业资源,实现经济、社会、生态效益的统一,是一种值得发展和不断完善的生产模式。

《生态循环养殖模式暨畜禽养殖废弃物资源化利用技术》一书,不仅介绍了生态循环养殖的理论和概念,同时也着重介绍了生态循环农业接口技术,生态循环养殖模式,以及对农业可持续发展的重要意义。特别值得一提的是,作者孙振钧教授结合自己多年来的实际工作所取得的成果,对农业有机废弃物的转化与产品开发、蚯蚓养殖技术在农业生态系统中的作用进行了详细的介绍。孙振钧教授结合其大量的实践工作,系统地总结了各地不同类型的生态循环养殖模式经验,采用理论分析与实际案例探讨相结合的方法,为不同自然与经济条件地区的生态循环养殖模式提供了宝贵的案例。在工作中,孙振钧教授强调发挥农业生态系统的整体功能,从大农业的整体思想出发,按照“整体、协调、循环、再生”的原则,全面规划及调整系统结构,使农、林、牧、副、渔各业综合发展,一二三产业相互衔接,相互支持,不仅提高了生产力,同时也达到保护环境和提高生态系统服务功能的效果。

我与孙振钧教授相识已久,特别是他到中国农业大学加入辛德惠院士的团队工作以来,我有机会接触到他进行的科研工作,并由此建立了良好的友谊和合作。在我主编的《生态农业——中国可持续农业的理论与实践》一书中,也专门约请他参与有关章节的撰写工作,利

用这个机会也向他表示感谢。《生态循环养殖模式暨畜禽养殖废弃物资源化利用技术》一书作为他多年工作的结晶,具有较高的理论水平与应用价值,对生态循环养殖的推广与发展具有重要意义。

李文华

2017年9月13日

前 言

农业是国民经济和社会发展的基础,而生态环境又是农业发展的基础。农业无论作为一个最古老的传统产业,还是作为一个知识密集、技术集成最强的现代产业,都与大自然密不可分,并在人与自然的关系中占有最基础、最核心的地位,是人类社会发展的基石。作为国民经济的基础产业,农业正经历着由传统农业向现代农业的过渡,以石油农业为特征的现代常规农业已经暴露出诸多弊端,水资源、耕地资源的不断减少直接影响到农业的生产水平和发展状况,现代农业开始面临成本激增、效率下降的挑战。要彻底解决这些问题,实现农业的可持续发展,就必须从根本上转变农业生产方式,世界各国纷纷尝试新的农业发展模式,从 20 世纪 80 年代开始,世界上一些农业发达国家出现了生态农业,引起了各国普遍重视,且发展很快,大有不可阻挡之势。之后其他的替代农业模式应运而生,如自然农业、生物农业、有机农业、可持续农业等,但由于这些模式过于崇尚自然和低投入,从而又出现产出低、经济效益差等问题,不能满足人类对农产品日益增长的需求。在面对农业生产方式转变的挑战中,生态循环农业经过十几年的理论探讨和生产实践,在我国已经取得了明显成效,并显示了巨大的发展潜力和生命力,它是一种把农业生产发展、农村经济增长和生态环境治理、资源培育和高效利用融为一体的新型综合农业体系。生态循环农业是在循环经济理念和可持续发展思想指导下出现的一种新型农业,它通过农业生态经济系统设计和管理,实现物质、能量、资源的多层次、多级化的循环利用,达到农业系统的自然资源利用效率最大化、购买性资源投入最低化、可再生资源高效循环化、有害生物和污染物可控制化的产业目标。它集中体现了我国农民和领导干部及科技人员的创造力,为我国农业可持续发展展示了广阔的前景,代表了我国农业可持续发展的根本方向。

现代生态循环农业与我国 20 世纪 90 年代开展的生态农业最大的不同,是农业产业化和区域可持续性发展。仅仅以种植业、养殖业、加工业和微生物(有机废弃物的转化)组成的生态循环圈已经不适用于当前的农业产业化。农业产业化与区域可持续性发展是以人为核心,以市场为导向,以经济效益为中心,以主导产业和产品为重点,优化组合各种生产要素,实行区域化布局,专业化生产,规模化建设,系列化加工,企业化管理。它追求的不仅仅是经济效益,而是经济效益、社会效益、生态效益三个效益的高度统一,使整个农业生产步入可持续发展的良性循环轨道,生产出健康安全的食品,把“绿水青山变成金山银山”,使国人尽快步入小康社会。所以,生态循环农业是一种全新的理念和策略,是针对人口、资源、环境相互协调发展的农业经济增长新方式,其核心是运用可持续发展思想、循环经济理论与产业链延伸理念,通过农业技术创新,调整和优化农业生态系统内部结构及产业结构,延长产业链条,提高农业系统物质能量的多级循环利用,最大程度地利用农业生物质能源,利用生产中每一个物质环节,倡导清洁生产 and 节约消费,严格控制外部有害物质的投入,提高农业废弃物转化利用率,最大程度地减轻环境污染,实现农业生产各个环节的价值增值和生活环境优美,使农业生产和生活真正纳入

农业生态系统循环中,实现生态的良性循环与农村建设的和谐发展。

动物养殖是生态循环农业重要的组成部分。我国各级政府往往把种植业和畜牧业划分为不同的部门,而不是一个农业整体。在各类大中型涉农企业中,农牧兼顾的也不多。当前规模化养殖场粪污的处置正面临着越来越大的挑战,环保部门的要求也越来越严格。解决规模化养殖场粪便资源化问题最好的途径就是种养结合,走生态循环养殖之路。通过畜禽粪便的生物转化高效利用,打通养殖业与农业生态系统的循环链接。从生态学角度看,畜禽等养殖动物属于初级消费者的范畴,初级消费者的功能在于将生产者(绿色植物)所同化的有机物和能量转化为动物产品并赋予更高的能量,通过食物链输送给次消费者(人和其他食肉动物);与此同时,家畜又可将部分未被利用的有机物通过排泄物返回土地,由分解者(微生物)分解还原后重新投入系统的再循环。畜禽的这种初级消费者地位决定了它在整个农业生态系统物质与能量转化和传递过程中的动力作用。生态循环养殖的作用意义在于畜禽在利用人可直接食用的植物产品的同时,还可利用那些人不能直接利用的植物副产品,并将它转化成乳、肉、蛋等高级营养食品供消费者(人或食肉动物)之需,当然在这植物到动物的能量转化与物质循环流动过程中,家畜不仅为人类转化生产出大量高档食品,还生产了皮、毛、羽等产品供人类消费。同时又以二氧化碳和粪尿等形式为植物提供养料,为微生物等分解者提供物质与能量。因此,在农业生态循环中,畜牧业是有机物质循环的主要通道之一,是农业环境与生态工程建设的重要组成部分。畜牧业对整个系统能量与物质转化效率的高低影响极大。

畜禽的初级消费者地位也决定了畜禽必然受生产者的量和质的影响,决定了家畜生态系统的特殊性。从生产者到初级消费者再到次级消费者,能流和物流的量是逐级减少的,能量大约按 1/10 的规律向下一级传递。因此,从生产角度看,畜牧业的基本环节是土壤→饲料牧草→家畜→畜产品,饲料牧草是最基本的环节。因此,生态循环养殖系统包括农田、草地、森林等绿色植物组分所生产的植物产品,这是畜牧系统存在和发展的保障。绿色植物通过光合作用固定于植物体内的太阳能,只有 25% 的能量可为人类直接利用。其余约 75% 为植物副产品。因此畜禽对植物副产品的这种再转化作用就显得尤为重要。但畜禽在利用秸秆、糠麸等副产品时,通常只能将其中所含能量和其他营养物质的 25% 消化、吸收与利用,其余 75% 又作为“副产品”沿食物链(网)向下传递与循环。畜禽与周围环境中的层次关系主要是通过这种食物链与食物网络而保持直接或间接的联系。畜禽在食物链中的地位,使畜牧业与种植业有着密不可分的相互依存关系。畜禽是人类由野生动物选择进化而来的。现代的畜禽生活环境已不同于野生动物。畜牧业已成为将植物产品转化为动物产品为主要目的的生物再生产部门,这既包含自然再生过程,也包括经济再生过程。因此除各种非生物和生物的自然环境因素影响畜禽外,社会与经济因素的影响极大。如社会与市场对畜产品的要求,政策、价格、加工技术与工艺、畜产品贮存运输、社会经济形态,甚至社会意识形态等均可能对畜禽生产产生影响。因此,生态循环养殖与传统动物养殖不同的是它是按照一定的目的将自然生态科学与社会科学相结合的生产系统,它包含生物学、经济学、管理学和社会学的内容。

高效生态循环养殖农业系统是应用生态学、生态经济学与系统科学基本原理,采用生态工程方法,吸收现代科学技术成就与传统农业中的精华,以畜禽养殖为中心,并将相应的植物、动物、微生物等生物种群及非生物因素优化组合成高效益的综合生产系统,并按清洁生产原理与管理方式,对该综合生产系统的全过程和农畜产品实行资源的最有效转化和废弃物的最小量化。由此形成合理有效开发利用多种资源,减少农业环境污染,实现经济、生态和社会效益三

统一的高效、稳定、持续发展的综合农业模式。高效生态循环养殖的主要标志表现在资源合理配置,综合经营,废弃物再资源化利用,少废的清洁生产,高生产效率与高资源利用的统一。我国地域辽阔,地势复杂多样,自然资源丰富,各地的自然条件与资源不同,而不同畜禽及不同品种适应的自然条件也不相同。生态循环养殖模式以各地自然资源的合理配置与优化利用为原则。我国除辽、吉、黑、川、甘、宁六省(自治区)的部分地区和蒙、新、青、藏四省(自治区)以畜牧业为主,家畜饲草主要来源于天然牧草外,大多数省(区)的农业以种植业为主,且不同省(区)水热条件,作物品种和布局不尽相同,畜禽品种资源及饲料资源也有差异。高效生态循环养殖模式强调根据各地的自然环境和资源特点,以畜牧系统内部及外部资源的合理组合,发挥各种资源的最适功能,使整个生态系统的物质循环与能量交换高效进行,同时使其适应当地的社会经济条件与社会发展的需要。生态循环养殖的明显优越性之一,就是以养殖业为主,综合经营,采取各种形式连接成复合生产系统,本身具有灵活性,风险较小,较好地利用了全部资源且更为经济高效,强调资源开发利用的局部利益与整体利益的统一,使经济、社会与生态效益同步实现。

废弃物转化(资源化)是生态循环圈的原点(出发点)和源动力。生态循环农业圈涉及生产者(绿色植物)、初级消费者(草食家畜和草食性鱼类)、次级消费者(肉食动物及人类)和分解者(腐生动物与微生物)等不同营养级所组成的不同食物链,涉及各种动物的排泄物与农副加工业的下脚料和各种废弃物。系统的物质交换与能量循环越显著,代谢废物就越多,就容易导致环境的污染。随着现代经济的迅猛发展,各种资源相对短缺。因此,废弃物再资源化及废弃物的最小量化,具有更重要的意义。根据各种再生资源特点与性质及食物链中各营养级的特点,废物的转化再生可以分为三种途径:副产品转化、废弃物转化和生物能转化。用于副产品转化的主要有各种畜禽鱼类(它们也能用于废弃物的转化再生)。用于废弃物转化再生的主要是多种微生物和食用菌等。据联合国粮农组织研究,动物粪便中的粗蛋白质含量,约比动物采食饲料中的粗蛋白质含量高50%,大多数粪便的维生素含量均高于它们采食的基础食料。草食动物瘤胃里的微生物,几乎能分解来自动物粪便的全部代谢物。因此,将粪便适当处理(青贮、消毒、干燥等),以20%~40%的比例与其他饲料混合再作饲料,可收到很好的饲养效果,并大大降低饲料成本。以“渔”生态循环农业模式为例,首先充分利用水面发展鱼、虾、蟹、贝类水生生物,将人们不能食用的麦、稻草、蔗叶、菜叶、田间杂草和农产品加工后的副产品,以及人畜粪便用作塘鱼的饵料,经草鱼食用后,其碎屑和草鱼粪便可促使浮游生物的生长,并可促进鲢鱼(白鲢和花鲢)的生长。鱼、虾是冷血动物,具有维持消耗低、繁殖率高的特点,比陆生温血动物的能量转化效率高2倍以上。

利用腐生食物链发展生产是生态循环养殖的另一个重要特征。腐生生物能充分利用植物的光合产物,把对它们的“浪费”减少到最低限度。例如蜗牛、蚯蚓、蝇蛆的养殖,食用菌的培养等。农田中放养蚯蚓,可使土壤疏松,蓄水保肥,可加快有机残体腐殖化和促进微生物的活动。放养蚯蚓的农田中,小麦、棉花、玉米增产11%~18%,蔬菜增产35%~50%。蚯蚓含有丰富的动物蛋白,养1亩(1亩=666.7 m²)蚯蚓,年产鲜蚓4 000~5 000 kg。鲜蚓中含粗蛋白质15%~17%,干蚓含粗蛋白质65%~72%。用蚯蚓养鸡和猪,增重效果显著。利用废料、粪便养蝇蛆,蝇蛆可喂鸡。利用棉籽屑、稻草及其他作物秸秆等培养食用菌,是营养丰富的高档食品,生产食用菌后的菌糠,富含氨基酸和多糖等,是良好的饲料,可用来喂牛、养鱼等。

畜禽粪便富含各种营养元素。畜禽混合喂养,再辅之以蚯蚓养殖、沼气发酵等,可使饲料

能和饲料蛋白质得到有效利用,使能量利用率提高。鸡粪喂猪,猪粪入沼池发酵,产生沼气后的沼渣养食用菌,使饲料中可利用的代谢能(用于猪、鸡)由 61.5% 提高到 80.7%,饲料中的氮素利用率提高到 93.6%。通过沼气发酵把畜禽粪便变成燃料和肥料是政府力推的粪便资源化方式之一。沼气是一种无污染的能源,产生的沼气作燃料,热效率可提高到 30%~40%,同时可避免氮素的损失。秸秆中的氮素,经沼气发酵后损失率仅 2%~10%,而常规堆沤方式的损失率为 15%~30%。发酵产气后的沼渣、沼液是优质肥料,不仅氮、磷、钾含量丰富,且较好地保存了有机质。还可利用沼渣培养食用菌,生产蛋白质食物。在制取过程中可将有机污水、污物收集起来发酵净化,有利于环境卫生的改善。各种可再生生物资源相互结合,通过食物链转化物质和能量,并在这种不断转移物质和能量的过程中,使资源得到再生。但这种资源的再生能力是有限的,当人类开发利用这些资源的种类与数量合理时,就能使其再生能力得以保持,使得资源生生不息;反之则将导致资源衰退与枯竭。例如传统农业的典型发展模式,就是畜多肥多,肥多粮多,粮多畜多,这种生产模式维持了几千年,在这种生产模式中,生物资源不断循环再生。这种模式虽然生态是平衡的,但粮食与家畜的产量都有限,原因是循环过程中,每个生产环节都有效率和能量的损失。

我国畜禽养殖每年产生粪污 38 亿 t,折合氮 1 423 万 t、磷 246 万 t,而目前综合利用率不足 60%,导致了严重的农业面源污染。据行业统计,2014 年规模畜禽养殖化学需氧量、氨氮排放量分别为 1 049 万 t、58 万 t,占当年全国总排放量的 45%、25%,占农业源排污总量的 95%、76%。畜禽养殖废弃物具有强烈的两面性,即矛盾对立的两个方面:一方面是“污”,如果无害化处理及资源化利用不妥,畜禽废弃物就是严重的环境污染源;另一方面是“宝”,如果无害化处理及资源化利用得当,畜禽废弃物就是宝贵的自然资源。通过种养结合和废弃物资源化利用等多种生态循环养殖模式,既可以实现零污染、零排放,促进农业全产业链清洁生产;也可以实现废弃物的资源化,促进有机肥对化肥的有效替代,真正做到“变污为净”“变废为宝”和绿色生产。

作者从 1989 年开始对生态工程在养殖业上的应用进行了系统研究。从 1990 年主持科技部国家“八五”科技攻关课题《库湾水陆复合种养生态工程建设与推广》以来,就按生态循环的基本原理,在山东省莱阳沐浴水库完成了我国第一个“生态水库”的建设。自 1995 年加入辛德惠院士的生态农业团队至今,先后参加和主持了“高产粮区农业生态系统内生资源培育机制及调控途径研究”“我国华北、西南典型农区高效生态农业技术体系研究与示范区建立”“农业、畜禽废弃物资源的系列高值化产品的研究与开发”“黄淮海平原高产优质高效农业结构模式与技术研究(废弃物部分)”“节水型区域工农业复合循环经济系统集成关键技术体系研究及示范”“基于蚯蚓生物技术的有机农业新型抗菌肥料的研发及产业化”“社会主义新农村建设关键技术集成研究与示范”“利用秸秆畜禽粪便开发生物有机肥技术研究”和“循环农业科技工程”等 20 多项国家和北京市等地方课题。本书将向读者介绍生态循环养殖模式设计的基本原理、设计方法和实用技术;介绍不同类型、不同规模生态循环养殖典型模式;以蚯蚓养殖技术为主的生态接口技术;基于生态循环养殖的区域生态循环农业建设经验。本书内容不仅有作者多年工作的总结,也包含中国农业大学承担的国家课题的部分科研成果,尤其是介绍了李国学教授主持的国家“十二五”科技支撑重点项目“循环农业科技工程”中关于区域循环农业模式与技术的新成果。另外,也有一部分案例是从 20 世纪末生态农业县建设典型中筛选出来的,但对当前的区域农业可持续发展仍然有参考价值。及时地总结这些成功经验,有助于各地在现代

生态农业、农业产业化、畜禽废弃物资源化、田园综合体实施过程中,更自觉地利用生态工程原理,创造出更多的经济、生态、社会三大效益协调发展的典型,促进我国包括养殖业在内的大农业可持续发展。这也是本书编者的心愿。

本书分三部分,十章内容。第一部分:生态循环养殖概论,包括生态循环养殖概念与模式设计、生态循环养殖技术两章内容;第二部分:生态循环养殖农业接口技术,包括有机废弃物的蚯蚓转化、堆肥和沼气处理、食用菌转化模式及其他资源化利用方式等四章内容;第三部分:区域生态循环养殖模式与农业可持续发展,从企业、农场、生态敏感区及县域等不同层面介绍了生态循环养殖模式及布局,以大量实例和典型介绍了生态循环养殖农业模式及技术。

本书出版得到了大北农教育基金的资助,得到了中国工程院院士李文华研究员的支持与鼓励,并欣然为本书作序。本书写作过程中参阅了大量著作、文章和资料。因篇幅所限,不能一一列举,在此一并表示衷心的感谢。

孙振钧

2017年9月

目 录

第一部分 生态循环养殖概论

第一章 生态循环养殖概念与模式设计	3
第一节 生态循环养殖概念	3
第二节 生态循环养殖设计原理	7
第三节 生态循环养殖设计方法	12
第四节 区域生态循环农业模式与设计	26
第五节 常见的小规模生态循环养殖模式实例	38
第二章 生态循环养殖技术	49
第一节 生态循环养畜	49
第二节 草牧沼鱼综合养牛	58
第三节 生态循环养禽	61
第四节 林下养鸡	63

第二部分 生态循环养殖农业接口技术

第三章 有机废弃物的蚯蚓转化与产品开发	81
第一节 蚯蚓养殖概述	81
第二节 蚯蚓高产养殖基础	95
第三节 蚯蚓规模化养殖方法	100
第四节 蚯蚓采收加工技术与营养价值分析	124
第四章 有机废弃物处理微生物技术与实例	135
第一节 堆肥菌剂的筛选与应用	135
第二节 生态循环农业中的沼气工程新技术	144
第三节 鄂尔多斯农牧业现代园区堆肥-沼气联合工程案例	157

第五章 食用菌转化模式与实例	169
第一节 食用菌产业在现代循环农业中的地位和作用	169
第二节 农菌牧循环模式的主要类型	172
第三节 秸秆利用与农菌牧循环模式的实践	176
第四节 农菌牧循环农业关键技术	188
第五节 农菌牧循环农业效益评价	190
第六章 有机废弃物的其他资源化利用方式	191
第一节 动物粪便的蝇蛆转化	191
第二节 猪屠宰加工血液副产物在食品上的利用	199

第三部分 区域生态循环养殖模式与农业可持续发展

第七章 生态循环养殖模式布局与县域生态循环农业建设	215
第一节 基于生态养殖的全国区域循环农业模式布局	215
第二节 湖南省种养结合循环农业模式及布局	224
第三节 吉林德惠市种养加复合型生态循环农业模式	236
第四节 江苏省江都市水网区生态循环农业模式和配套技术	242
第八章 鄱阳湖地区生态循环养殖农业模式	250
第一节 鄱阳湖地区猪场粪污减污防控及农牧结合循环利用模式	250
第二节 “猪-沼-果”生态柑橘园高效循环农业模式	267
第九章 农场规模种养结合循环农业模式	277
第一节 规模化奶牛场草基循环农业模式	277
第二节 林场农林牧共生互作循环技术与模式	281
第三节 茶场农林牧循环经营模式及技术	289
第十章 企业层面生态循环农业模式	298
第一节 以有机肥带动的区域循环模式	300
第二节 种养一体化的园区良性循环模式	304
第三节 河北安平“链融体”模式	310
参考文献	315

第一部分

生态循环养殖概论

第一章 生态循环养殖概念与模式设计

第一节 生态循环养殖概念

畜牧业作为农业的一个重要组成部分,是国民经济的基础,它不仅为人们提供食品,而且为轻工业提供原料。我国的畜牧业总产值一直保持持续增长的态势。2016年畜牧业总产值为3 122.99亿元,同比增长2.6%。2016年我国肉类总产量达8 430.13万t,禽蛋3 095万t,牛奶产量3 697.33万t。极大地丰富了我国城乡居民的畜产品及副产品的供应。我国的肉类和禽蛋产量多年保持世界第一位。畜牧业占农林牧渔业总产值的28.6%。畜牧业已成为中国农村经济中最活跃的增长点和主要的支柱产业。我国正由畜牧大国向畜牧强国迈进。

然而,随着畜牧场规模越来越大,集约化和机械化程度的提高,畜牧村、规模养殖小区及千头牛场、万头猪场、百万只鸡场等规模化养殖场引起的环境问题已引起人们的关注。这些规模化养殖场往往建在大中城市的近郊和城乡的结合部,由于环境法规不健全和资金短缺,绝大多数养殖场在建场初期未考虑畜禽粪便处理。环境问题致使不少养殖场粪便随地堆积;污水任意排放,严重污染了周围的环境,也直接影响着养殖场本身的卫生防疫,降低了畜产品的质量。

人类和动物都要有良好的生长环境。要实现畜牧业可持续发展,必须改善生态环境,无害化处理及资源化利用畜禽废弃物,保持畜牧业生产与环境保护的协调。生态畜牧是畜牧业生产发展到一定阶段和一定社会经济条件下出现的一个新的学科。它不仅要解决畜牧场自身污染和外部环境污染对畜牧业生产的影响问题,即防止畜牧场本身对周围环境的污染,同时又要避免周围环境对畜牧业生产的危害,以保证畜牧业生产健康持续的发展,又要有效利用各种农业资源,包括农业废弃物资源。因此,资源利用、动物生产与环境保护的综合管理已成为实现畜牧业持续发展的重要措施。

自20世纪80年代以来,中国的农业取得了举世瞩目的成就,以占世界7%的土地,养活了占世界22%的人口。但中国农业的发展正受到土地锐减、水及其他资源短缺的限制。我国的各种自然资源的人均水平均低于世界平均水平。除了短缺的农业资源外,农业环境正面临日益污染的问题,生态条件不断恶化。每年有大量化肥、农用化学品及塑料薄膜应用于农业,同时,大量来源于生活与养殖业、当地工业与加工业的污水等排入农田。据统计,不同程度污染的农田已超过1 000万 hm^2 ,损失粮食1亿kg和3 000万美元。每年至少有100件死鱼事件是由水体和湿地污染引起的。损失5万t养殖水产品 and 10万t天然水产品。自然植被的退化导致150万 km^2 面积的土壤受到沙化的威胁,由于土壤的过度利用和投入不足,可耕农田的有机质含量逐渐下降,79%的土壤营养元素不平衡,受损的农业生态环境使自然环境更加恶化。如果不及时对上述问题采取有效的措施,中国将在农村生态环境问题上处在一个十分危

机的境地,从而影响整个国家可持续发展战略的顺利实施。因此,生态农业作为一个新的农业发展模式和技术体系自20世纪80年代初以来开始在我国实施,根据农业部信息,全国有29个省市、168个县、732个城镇、1200个村庄建有生态示范点,示范规模逐步扩大,从生态农业村、乡镇到县域,甚至到地区、省级水平。1994年,51个县(市)被确定为国家级生态农业示范县,到目前为止,全国已有六分之一强的县以生态学和生态工程学原理规划农业发展计划,从10个生态农业示范县结果来看,粮食总产量比项目实施前三年的平均数提高18.7%,单位面积产量提高15%,是同期国家平均增长数的5.4倍;人均收入比同期国家平均增长水平提高1.26倍(张壬午等,2000)。

生态循环农业模式是现代生态农业体系中的重要组成部分,生态循环农业模式是特别设计的生产过程体系,它应用农业生态系统中物种共生和物质循环再生的原理,结合系统工程的最优化方法和优良的传统农业生产措施,形成一个物质的多级利用的生产工艺系统(马世骏,1987)。生态循环养殖模式设计是生态循环农业建设规划的重要组成部分。本章主要讨论生态循环养殖的定义、特点及分类,设计原理和方法将在下章介绍。

一、生态循环养殖的概念

生态循环养殖就是应用生态学、生态经济学与系统科学基本原理,采用生态工程方法,吸收现代科学技术成就与传统农业中的精华,以畜牧业为中心,并将相应的植物、动物、微生物等生物种群匹配组合起来,形成合理有效开发、利用多种资源,防治和治理农村环境污染,实现经济、生态和社会效益相统一的高效、稳定、持续发展的人工复合生态系统。生态循环养殖是生态工程原理在动物养殖这一特定领域的应用,是模拟生态系统原理而建成的以动物养殖为主体的生产工艺体系。它的全过程是畜牧业内部多畜种或牧、农、渔、副、加工等多产业的优化组合,是相对应的多种技术的配套与综合,是一个完整的工艺流程。所以,生态循环养殖作为一个新的领域,研究范围又如此广泛,其定义、内容等需要较长时期的完善与充实。许多工作刚刚开始,以上仅是我们在目前水平上的初步认识。

二、生态循环养殖的特点

“家畜生态学”和“生态循环养殖”有着密切的联系。但“家畜生态学”和“生态循环养殖”是两个不同的概念。家畜生态学是生态学的一个分支,是研究家畜与其生存环境间在不同层次上的相互关系及其规律的科学。它和草原生态学、海洋生态学一样,属生态学研究的一个专门学科。通过对牧业生态系统结构与功能的研究,给人类调控提供科学依据,它侧重于原理探索与规律研究。生态循环养殖、是一种生产工艺体系,属于一个产业。通过低投入、高产出地生产农、畜产品。其指导思想与理论是以生态学,尤其是家畜生态学的基础原理和研究成果为基础的。二者是理论与实践的有机联系。

生态循环养殖包括传统畜牧业的内容,一些成功的单项饲养技术与新方法的筛选与应用。但不是简单的多项技术叠加,它们是两个不同的概念,其主要区别有下列几方面:

(1)生态循环养殖所涉及的领域,不仅包含畜牧业的范畴,而且包括种植业、林业、草业、渔业、农副产品加工、农村能源、农村环保等,实际是农业各业的综合。

(2)从追求目标上看,传统养殖重于单一经济目标的实现,而生态循环养殖不只是考虑经

济效益,而是经济、生态、社会效益并重,谋求生态与经济的统一,从而使生产经营过程既能利用资源,又有利于保持良好的生态环境。

(3)以指导理论看,生态循环养殖除了动物饲养等专业学科理论外,主要是以生态学、生态经济学、系统科学原理为主导理论基础。

(4)生态循环养殖注重太阳能或自然资源最合理的利用与转化,各级产成品与“废品”合理利用与转化增值,把无效损失降低到最低限。

(5)生态循环养殖把种植、养殖合理地安排在一个系统的不同空间,既增加了生物种群和个体的数目,又充分利用了土地、水分、热量等自然资源,有利于保持生态平衡。

三、生态循环养殖的组成和分类

(一)生态循环养殖的组成

生态循环养殖作为一种高效的人工生态系统,是由生物、环境、人类生产活动和社会经济条件等多因素组成的统一体。就每一种模式来看,范围有大有小,可以搞小范围庭院生态循环养殖或生态养殖场,也可以大水体(湖泊、水库)复合生态循环养殖。不管哪一种具体形式,一般都包括下列 5 项重要组成部分:

- (1)农业生物。以家养动物为中心,包括与之匹配的农作物、饲料作物与牧草、鱼类及其他经济动物。
- (2)生存环境。包括自然环境条件(水、光、热、土、气候等)和社会经济条件等。
- (3)农业技术。包括动物饲养、繁殖及疫病防治;总体结构优化与布局、管理等。
- (4)农业输入。包括劳力、资金输入;农用工业及能源、农业科技投入等。
- (5)产品输出。多种农畜产品及加工产品输出。

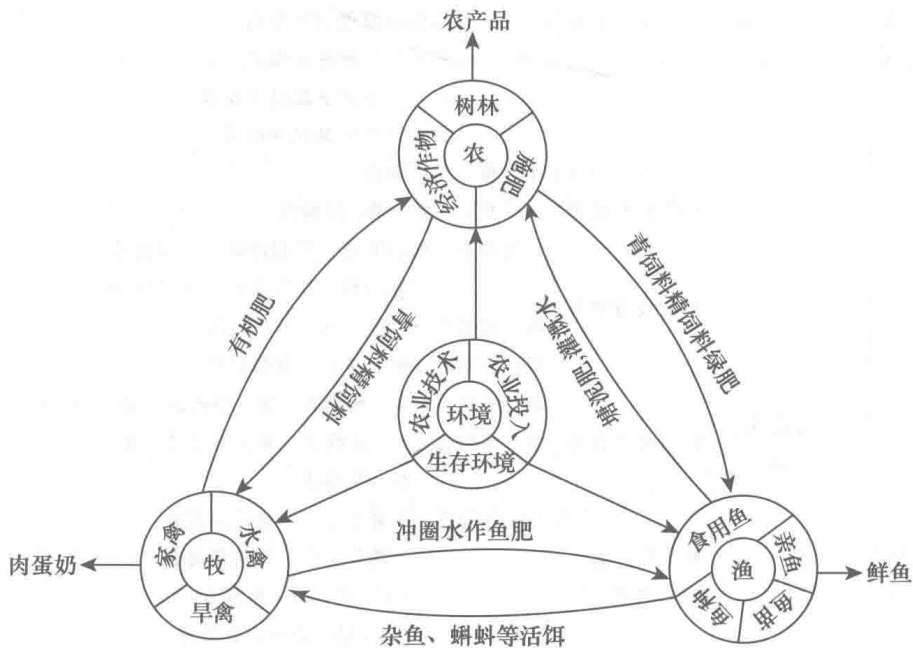


图 1-1 典型农牧渔复合生态循环养殖结构
(孙振军,1993)