

经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过

普通高中课程标准实验教科书

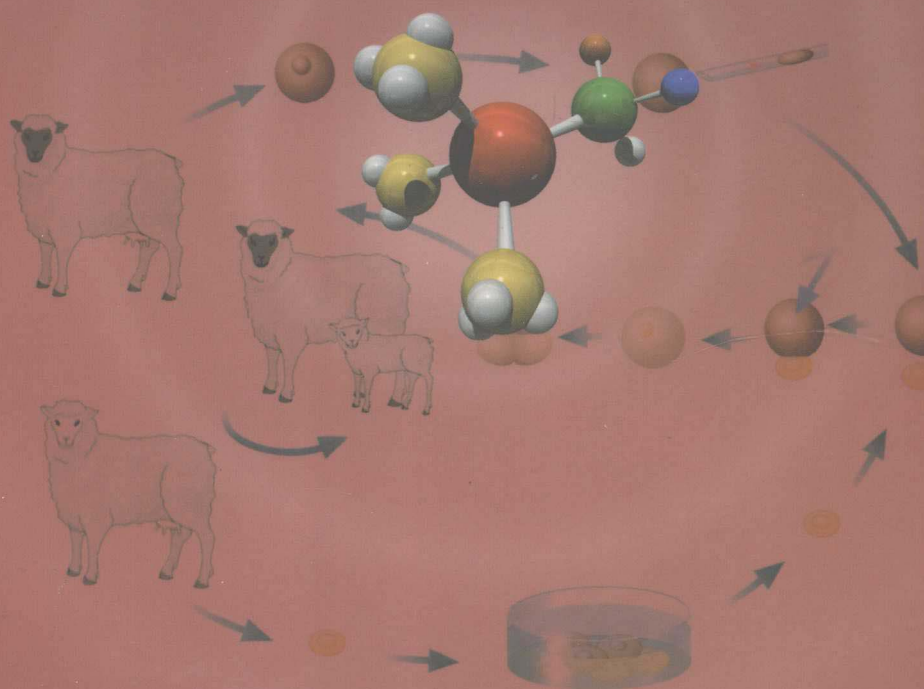
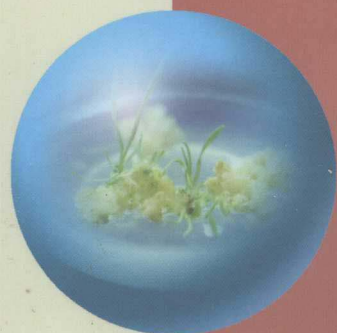
生物学

选修 3

BIOLOGY

现代生物科技专题

主编 刘植义 付尊英



河北少年儿童出版社

普通高中课程标准实验教科书

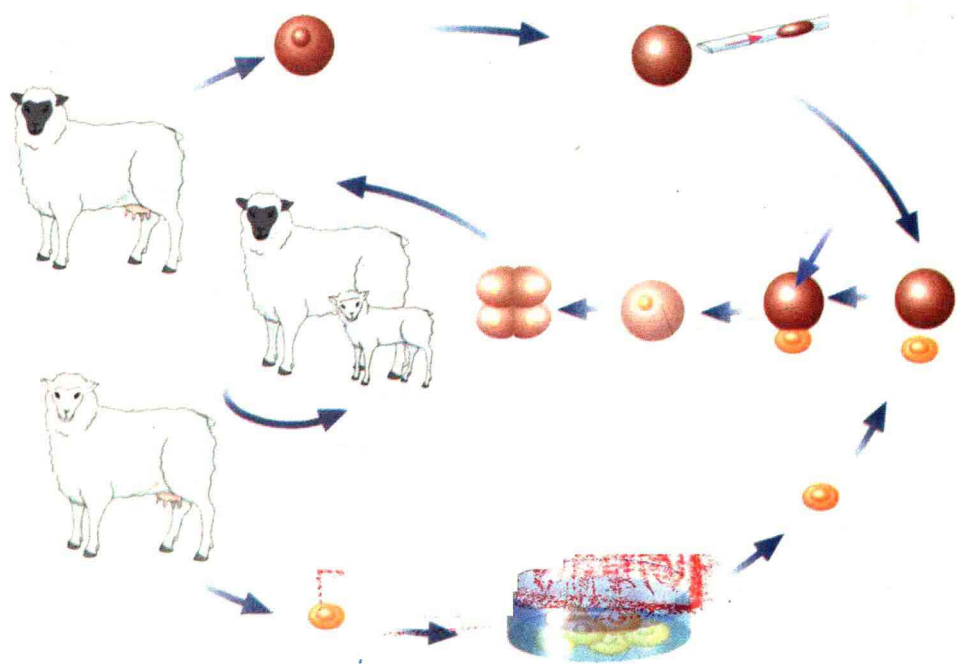
生物学

选修 3

BIOLOGY

现代生物科技专题

主编 刘植义 付尊英



河北少年儿童出版社

主 编 刘植义 付尊英
副 主 编 潘紫千 李红敏 赫子瑞
编 者 (以姓氏笔画为序)
万五星 朱正歌 党凤良 葛荣朝 赫子瑞

策 划 赵 杰
责任编辑 翁永良 王亚琴
美术编辑 杨晨光
责任校对 张 昕

书 名 生物学 现代生物科技专题 (选修 3)
主 编 刘植义 付尊英
副 主 编 潘紫千 李红敏 赫子瑞

出版发行 河北少年儿童出版社 (石家庄市工农路 359 号)
印 刷 河北新华印刷一厂
开 本 787×1092 毫米 1/16
印 张 8.5
版 次 2004 年 5 月第 1 版 2005 年 8 月第 2 次印刷
书 号 ISBN 7-5376-2790-8/G·1949
定 价 9.00 元

版权所有 翻印必究

目 录

《现代生物科技专题》模块学习目标	1
------------------------	---

第 1 章 生态工程	2
------------------	---

第 1 节 生态工程的理论依据	4
-----------------------	---

第 2 节 农业生态工程	8
--------------------	---

第 3 节 城市生态工程	15
--------------------	----

第 4 节 生态工程的综合运用	18
-----------------------	----

第 2 章 胚胎工程	24
------------------	----

第 1 节 胚胎工程的理论基础	26
-----------------------	----

第 2 节 胚胎工程实验技术	34
----------------------	----

第 3 章 细胞工程	50
------------------	----

第 1 节 植物细胞工程	52
--------------------	----

【实验】 小麦种胚的组织培养	53
----------------------	----

第 2 节 动物细胞工程	61
--------------------	----

第 4 章 基因工程	74
------------------	----

第 1 节 基因工程的基本原理和技术	76
--------------------------	----

第 2 节 基因工程的操作程序	83
-----------------------	----

【实验】 大肠杆菌质粒DNA 的提取	86
--------------------------	----

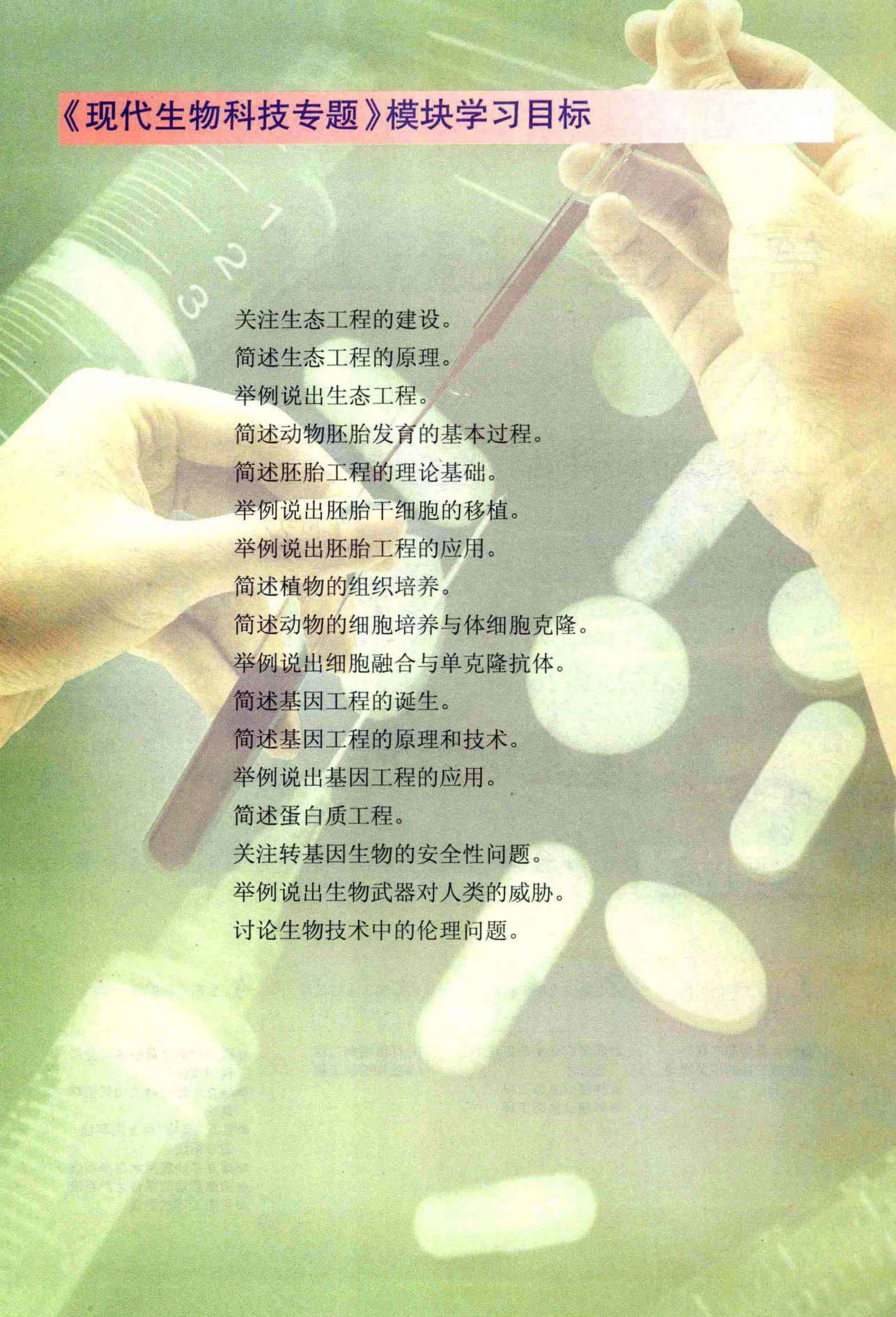
【实验】 利用花粉管通道法将目的基因导入棉花	91
------------------------------	----

第 3 节 基因工程的应用及产业化前景	97
---------------------------	----

第 4 节 蛋白质工程的崛起	106
----------------------	-----

第 5 章 生物技术的安全性和伦理问题	110
第 1 节 转基因生物的安全性问题	112
第 2 节 生物技术中的伦理道德问题	118
第 3 节 生物武器对人类的威胁	123
附录 I 中英文词汇对照表	129
附录 II 书海拾贝	131
附录 III 相关网站	132

《现代生物科技专题》模块学习目标



关注生态工程的建设。
简述生态工程的原理。
举例说出生态工程。
简述动物胚胎发育的基本过程。
简述胚胎工程的理论基础。
举例说出胚胎干细胞的移植。
举例说出胚胎工程的应用。
简述植物的组织培养。
简述动物的细胞培养与体细胞克隆。
举例说出细胞融合与单克隆抗体。
简述基因工程的诞生。
简述基因工程的原理和技术。
举例说出基因工程的应用。
简述蛋白质工程。
关注转基因生物的安全性问题。
举例说出生物武器对人类的威胁。
讨论生物技术中的伦理问题。

第1章 生态工程



主要内容

1. 生态工程的理论依据

- 什么是生态工程
- 生态工程的相关理论

2. 农业生态工程

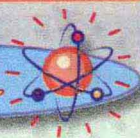
- 我国农业生态工程的主要技术
- 种植业生态工程
- 养殖业生态工程

3. 城市生态工程

- 环境控制工程
- 生物控制工程

4. 生态工程的综合运用

- 构建物质能量的多层分级利用系统
- 建立水陆交换的物质循环系统
- 实现“废物”再生的环境调节系统
- 建立多功能污水自净系统
- 构建多功能联合生产系统
- 生态工程的意义



生态工程是在全球生态危机爆发和人们寻求解决对策以及强调资源环境保护的背景下,于 20 世纪 60 年代应运而生的。

生态工程一词最早是我国生态学家马世骏于 1954 年提出的。20 世纪 60 年代美国的著名生态学家奥德姆 (H. T. Odum) 再次提出这一概念。20 世纪 80 年代初期,欧洲生态学家乌尔曼 (Uhlmann)、斯特拉斯克拉巴 (Straskraba) 与嘉穆克 (Gnamck) 提出了“生态工艺技术”,将它作为生态工程的同义语。20 世纪 80 年代末,美国的米什 (Mitsch) 与丹麦的乔根逊 (Jorgenson) 联合将生态工程定义为“为了人类社会及其自然环境的利益而对人类社会及其自然环境进行的设计”。1989 年,联合国环境规划署工业与环境协调中心制定了“清洁生产计划”,并将该计划列入环境与发展大会通过的《里约宣言》和《21 世纪议程》中,其主要内容包括清洁能源、清洁工艺和清洁产品。

20 世纪末,世界各国在生态工程的应用方面都取得了一定的进展。如美国在加利福尼亚州南部河口区建立了利用香蒲为主的湿生植物,治理煤矿含硫化铁的酸性废水的生态工程;荷兰建立了应用调控一些湖泊中生物种类比例的方法防治富营养化的生态工程等;我国在湖北鸭儿湖建立了治理有机磷和有机氯的生态工程;在苏州外城河建立了污水资源化生态工程;在太湖建立了水污染治理工程等。

目前,全人类已经越来越强调社会生产与环境的协调发展,生态工程已经成为国际上极其活跃的研究领域。

第 1 节 生态工程的理论依据

在一些农村，农民用作物的秸秆和动物的粪便制造沼气（biogas，图 1-1）。沼气是一种绿色能源，可以代替电、煤、天然气、石油等，供给人们做饭、取暖、照明之用。沼气渣归还给农田，是一种很好的有机肥料。还有人将沼气渣处理后作为饲料喂养其他动物，增加了经济收入。这就是一种非常有效的生态工程，不仅增加了农民的经济收入，而且减少了生活、生产造成的环境污染，生态、社会、经济效益显著提高。

科学的理论是合理实施一切工程技术的前提和基础。生态工程（ecological engineering）的设计、实施是以哪些理论作为主要依据的呢？



图 1-1 沼气生产设备



小资料

沼气是一种由人畜粪便和植物的秸秆发酵后产生的无毒、无味、可燃烧的气体。沼气的使用目前在我国农村已经得到了较为广泛的推广，有近千万农户使用沼气进行照明、取暖、做饭，农民的经济收入显著提高，原来农村环境脏、乱、差的局面得到有效的改善。同时减少了由于能源缺乏导致的对森林资源的砍伐和破坏，农民和国家共同受益。

●什么是生态工程

我国生态学家马世骏在 1954 年提出：“生态工程是应用生态系统中物种共生与物质循环再生原理、结构与功能协调原则、结合系统分析的最优化方法，设计的促进分层多级利用物质的生产工艺系统。生态工程的目标就是在促进自然界良性循环的前提下，充分发挥资源的生产潜力，防治环境污染，达到经济效益与生态效益同步发展。”

随着生态工程理论与实践的发展，生态工程的概念也在不断地得到充实与

完善。经过对多年研究的积累与总结,人们将生态工程简单地定义为:应用生态学、经济学的有关理论和系统论方法,以生态环境保护与社会经济协同发展(可持续发展)为目的,对人工生态系统、人类社会环境和资源进行保护、改造、治理、调控和建设的综合工艺技术体系或综合工艺过程(图 1-2)。

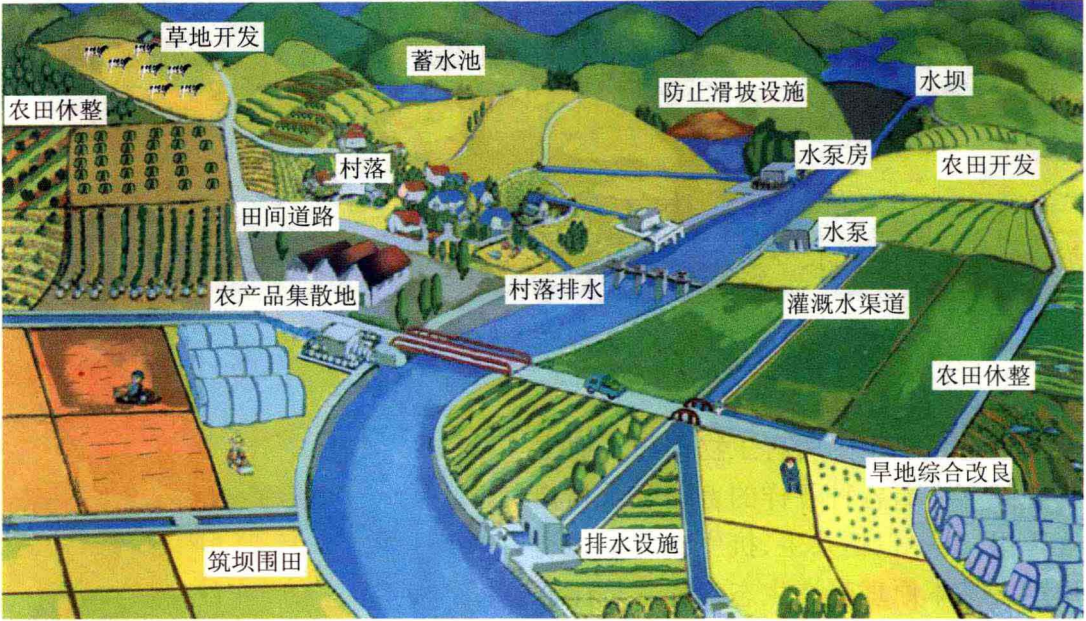


图 1-2 综合性农业生态工程

●生态工程的相关理论

目前生态工程尚属于一个有待于进一步发展的新兴科学领域,其中有许多问题还需要不断丰富和完善。但作为一个工程进行设计,必须遵循以下基本理论:系统论、生态学的有关理论、社会经济学理论和工程学理论。

系统论

生态工程本身是一个复杂的大型系统工程,因而必须遵循系统论的基本理论。系统论的创始人 L. V. 贝塔朗非对系统的定义是:相互联系的诸要素的综合体。一般来说,系统具有以下基本特征:系统是一个有序的有机整体;一个系统执行特定的功能;系统具有较强的整体功能;系统的组成成分之间发生相互作用;系统具有一定的边界。生态工程概念的最早提出者马世骏将“整体、协调、循环、再生”作为生态工程的基本原则。其中的“整体”就是针对生态工程的“系统性”而言的。

生态工程建设的目的在于构建一个有利于人类和环境协调发展的生态系统(图1-3),因而在对其进行研究、设计和调控的过程中,必须遵循系统论的基本理论。



图 1-3 人类与环境协调发展

生物之间的共生、抗生理论

生态系统中的所有生物都与其他生物之间存在着各种各样的普遍联系和相互作用,其中包括共生、抗生的关系。利用这些基本原理建造生态工程,是保证其稳定性、提高综合效益的重要保障。

生物种群间的共生关系是生态工程中的生物之间相互利用、相互促进、互为防护的重要机制。比如,在生态农业中,利用豆科植物的生物固氮作用可以提高土壤肥力,利于其他作物的生长(图1-4);利用高大的乔木可以为耐阴植物创造适宜的生长环境;利用某些植物对特殊的病虫害的抗生作用,可以避免大规模病虫害的发生。另外,在生态工程设计时,还应注意避免由于生物间的抗生而产生的不利影响,如某种植物释放出的化学物质会对周围的生物产生不良影响等。



图 1-4 向日葵与大豆间作

生物多样性理论

在自然的生态系统中,由于生物种群数量较丰富,结构及营养关系复杂,因而具有较高的稳定性。而人为的生态系统(例如农田),其种群组成单一,造成

稳定性很低。为了保证生态工程所构建的生态系统具有较高的稳定性，而且能够创造良好的生态效益和经济效益，在生态工程设计和实施的过程中，必须以生物多样性(biodiversity)为重要原则(图 1-5)。

食物链理论

生态系统中的生物通过食物链(food chain)彼此联系，可以将某种形式的能量和物质转变成另一种形式的能量和物质。通过食物链可以把一种生物产品转化成为另一种类型的生物产品；通过食物链的作用可以使低能量的生物产品转化为高能量的产品；通过食物链的作用可以将一些低价值的产品转变为高价值的产品；可以通过食物链某一环节生物产品的增加或减少，调节另一环节的生物产品数量。在人为的生态工程系统中，可以通过对食物链各环节的调控，改变物质、能量的转移途径和富集方式。比较典型的实例就是将湿地内疯长的水草收割后贮存起来，作为圈养家畜的饲料，在治理后的水体内养鱼，这样既发展了经济，又疏通了河道，保护了生态环境(图 1-6)。



图 1-5 物种多样的农业生态系统



1 水草蔓延的湿地;2-5 收割并贮存水草;6 圈养家畜;7 水体内存养鱼;
8 水质得到改善;9 河道变得畅通

图 1-6 湿地治理生态工程

除以上列举的各种理论外,生态工程在设计和实施的过程中,还应遵循生态学的其他理论,以及相关学科的基本理论。在应用这些理论建设生态工程的过程中,还必须坚持生态效益、社会效益和经济效益协调的原则。只有这样,才能在更多的行业领域建立起众多的可持续发展的生态工程系统,保障生态工程健康、有序地发展。



自我检测

山区农民充分利用当地自然资源进行科学规划,合理布局,山顶种树、山腰种果、果园养鸡、山脚养猪、坑塘养鱼、猪粪制沼、沼渣肥田,形成一整套合理的生态工程系统。请简要叙述在这样的生态工程系统中是如何科学应用生态工程原理的?

第2节 农业生态工程

在我国北方,小麦收割完后,在小麦畦中间播种大豆,不仅能增加经济收入,还可以利用大豆根瘤菌的固氮作用,肥沃农田,使土壤保持较高的生产能力。在水稻种植区,稻田内养鱼,鱼的粪便肥田,促进水稻的良好生长。蔗田种菇,可以加速甘蔗落叶的分解,将营养元素归还给农田,同时提高经济效益。这些农业生产措施都是在朴素、古老的生态学观点的指导下进行的,其理论和实践都基本符合生态工程学的基本理论。随着生态工程理论的逐步形成,我国的农业(agriculture)生态工程是如何开发的呢?

●我国农业生态工程的主要技术

物质良性循环技术

物质良性循环技术是利用不同种类生物存在相互利用、相互促进关系的特

性,建立起来的分级利用和各取所需的生态工程系统。如在基塘循环模式中,充分利用基上的桑、蚕等生物与塘中的鱼之间存在的食物及营养关系,构建出了“桑→蚕→蚕沙→鱼→塘泥→桑”的桑基鱼塘生态工程(图 1-7)。



图 1-7 水网地带的桑基鱼塘

生物立体布局技术



阅读与分析

阅读下面资料,分析在稻田养鱼生态工程系统中,生物间的立体布局技术表现在哪些方面?

稻田养鱼在我国南方、北方都已得到较普遍的推广,具体做法是:在水稻插秧返青后,稻田灌水,放入一定量的食草鱼苗,在进行晒田、施肥或病虫害防治等管理时,使鱼苗随水进入事先挖好的鱼沟内,收稻时先把长大的鱼捞出,再转入精养鱼塘。在养鱼的稻田中,水稻为鱼提供遮阴、适宜水温和充足饵料等条件,而鱼为稻田除草、灭虫、充氧和施肥,使稻田的大量杂草、浮游生物和光合细菌转化为鱼产品。这样一来,稻、鱼共生互利,相互促进,形成了良好的共生生态系统。这不但促进了养鱼业的发展,也提高了水稻产量,减少了化肥、农药、除草剂的施用量,提高了土壤肥力。

生物立体布局技术是利用自然生态系统中不同物种的特点,通过合理组合,建立各种形式的立体结构,以达到充分利用空间,提高生态系统光能利用率和土地生产力,增加物质生产的目的。它可以实现空间上多层次和时间上多序列的产业结构,使各种生物处于不同的生态位,各得其所,相得益彰,既充分利用太阳辐射能和土地资源,又为农作物形成一个良好的生态环境。这种生态农业类型在我国普遍存在,数量较多,包括植物与植物、植物与动物、动物与动物等的立体布局,如蔗田种菇,稻田养鱼,稻田养鸭(图 1-8),鲢鱼、鳙鱼、草鱼、鲫鱼、河蚌混养技术等。



图 1-8 稻田养鸭

资源综合开发技术

资源的综合开发技术是充分利用生态系统中的各种能源,通过工程措施与生物措施,将其转化为可以被人类直接利用的能量形式,包括太阳能利用技术(图 1-9)、生物能利用技术(如沼气)、农业副产品利用技术(如秸秆利用)等。

水土流失综合治理技术

水土流失 (soil and water loss) 是高原、丘陵、坡地等地带农业生产过程中面临的重要问题。水土流失的综合治理技术主要是利用各种农业耕作方法,减少表层土壤伴随降水的冲刷而产生的流失,保持水土。这类技术主要包括作物栽培耕作技术(如作物在同一水平面上耕种)、农业工程改造技术(如梯田,图 1-10)、生物工程治理技术(如间作)等。其中生物工程治理技术是一种省力、省钱、高效、有前途的方法。



图 1-9 太阳能发电站



图 1-10 丘陵地带的梯田

● 种植业生态工程

以栽培各种农林植物为主的种植业生态工程是生态工程的重要类型,也是农业生态工程的基础。其技术体系既包括传统的间作、套作等精耕细作技术,又包含对现代高新技术的综合与配套应用。

农作物系统生态工程

农作物系统生态工程是对传统的作物间作、套作进行改进,使之成为种植业生态工程的组成部分。

玉米、豆类间作模式 间作(companion cropping)是指两种以上的作物在同一季节成行间隔种植。玉米、豆类间作模式是在农业生产上应用最广泛的一种类型,适应地区广泛。一般要根据地力的强弱不同,调节间作的宽度,地力越强,间作的宽度应该越大。



图 1-11 大豆田套作玉米

麦类、大豆、玉米套作模式 套作(double cropping)是指在前一作物的生长后期,于株间或行间种植后一作物。在麦类、大豆、玉米套作模式中(图 1-11),通过大豆的调节作用,增强地力,增加玉米产量,缓和粮油作物争地的矛盾。



思考

不同地区由于气候条件不同,农作物系统的耕种方式也存在一定的差异。在你生活的地区,哪些农作物的耕种方式属于间作、套作?有没有复种的耕种方式?农作物又是如何布局的?

小麦、玉米复种模式 复种(succession of crops)是指在一块地上一年内种植、收获两季以上作物的种植方式。小麦、玉米复种模式广泛用于华北地区,小麦收割后播种玉米,一年有两季收成。

农林复合系统生态工程

农林复合系统又叫做混农林业,是一种在全世界广泛应用的、持续有效的

土地使用管理体系,其主要内容就是进行农林间作(图 1-12)。

枣粮间作模式 枣粮间作是典型的优质、高产、高效种植业生态工程,广泛分布于华北、西北地区,仅河北省沧州地区就有 $5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。该类型的生态工程不仅可以增加经济收入,同时还可以改善农田系统生态环境,“三大效益”显著提高。

农杨间作模式 农杨间作模式主要分布在山西半干旱地区、山东临沂、聊城的黄泛区、江汉平原、洞庭湖区、东北牡丹江林区。农杨间作模式具有较高的生态效益,林网具有保持水分、防风固沙、减轻霜冻的作用,可以促进农业的高产、稳产。

橡胶茶树间作模式 橡胶茶树间作模式已经形成较为完善的经营体系,可以充分利用土地、光照及其他气候资源,产生良好的经济、社会、生态效益。

● 养殖业生态工程

养殖业生态工程是一种以家养动物为主,应用生态学、生态经济学与系统科学的基本原理,采用生态工程方法,将相应的人工养殖动物、植物、微生物等生物种群有机匹配,建立起来的稳定、高效、持续的人工复合生态系统。

山地围栏养鸡

选择阳光充足、林草旺盛、昆虫较多、地势较平缓、靠近水源的低山半阳坡进行围栏,在围栏内养鸡,鸡群采取补料与放养相结合的方式进行养殖。鸡群



图 1-12 农林复合系统



小资料

利用果树行间空地,合理间作,可以达到用地养地结合、提高果园整体效益的目的。但间作时必须注意以下四点:①忌侵占树盘的营养面积。一般间作物种要离开树干 2 m 远,避免间作物种与果树争肥争水或耕作时撞伤果树。②忌间作高秆和攀缘作物,避免阻碍空气流通,挡住果树阳光,影响果树生长发育。③忌间作吸肥力强以及与果树相抗生的作物。④忌连续间作、套作,避免某一作物吸收土壤养分不平衡,同时要避免某种病虫害在果园繁衍发生危害。