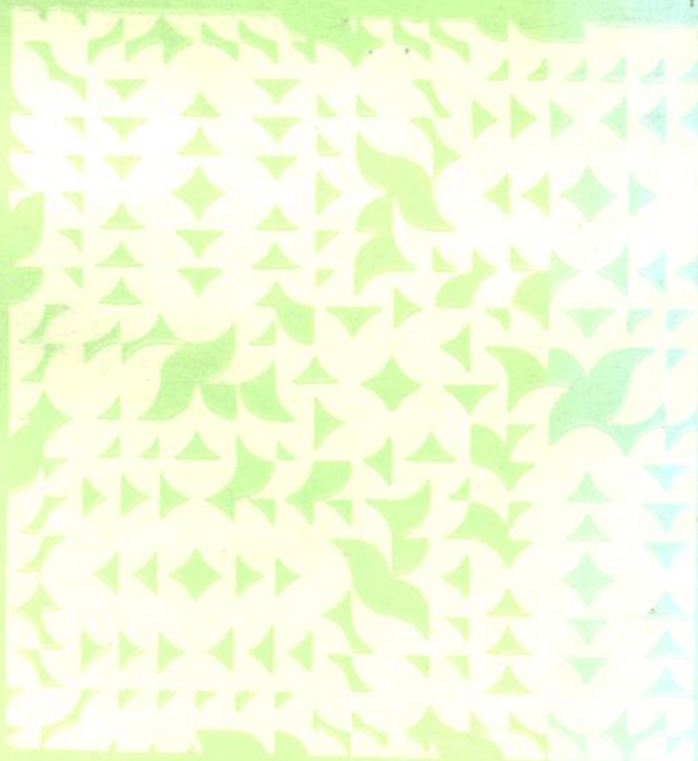


山东省中等农业学校试用教材

作物栽培学

(供农学专业用)

山东科学技术出版社



山东省中等农业学校试用教材

作物栽培学

（供农学专业用）

山东科学技术出版社

山东省中等农业学校试用教材

作物栽培学

(供农学专业用)

*

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路)

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂德州厂印刷

*

787×1092毫米16开本 21.5印张 485千字

1990年6月第1版 1990年5月第1次印刷

印数：1—8000

ISBN 7—5331—0678—4/S·107

定价 8.75 元

主 编	袁 腾				
主 编	(以姓氏笔画为序)				
	刁家连	李鲁生	李鼎云	张东明	张丙宣
	张繁修	单玉珊	姜卫良	郭淑美	崔西峰
主 审	余松烈				
主 审	张高英	陈翠蓉	麻时宽	张瑞歧	张聿澄
	李鼎云	卢增全			
责任编辑	张 波				

前 言

本教材是根据农牧渔业部《关于制定教学大纲和编写教材的指导思想、原则和基本要求》以及山东省中等农业学校《作物栽培学教学大纲》，由山东省农业厅组织编写的，适合于山东省暨华北地区中等农业学校招收初中毕业生的四年制农学专业使用。

本教材力求体现农业中专针对性、实践性、应用性强的特点，适应当前农村经济发展和产业结构调整的需要，重视思想性、科学性和启发性。教材内容在阐述基本理论的同时，以当前已采用和正在普及推广的先进技术作为重点，适当反映了当代科学技术的新成就，注意了教材的适用性和先进性。本书由山东农业大学余松烈教授、张高英教授、陈翠蓉副教授和滨州农业学校高级讲师麻时宽、昌潍农业学校高级讲师张瑞歧、高级讲师张聿澄等同志审定。本省兄弟学校作物栽培教师对本教材提出了宝贵的修改意见，在此表示衷心感谢。

编 者

1989年12月

目 录

第一章 总论	1
第一节 绪言.....	1
第二节 生态农业与农作物生产.....	6
第三节 土壤耕作.....	10
第四节 种植制度.....	16
第五节 农作物群体结构与产量构成.....	27
第二章 小麦	34
第一节 概述.....	34
第二节 小麦栽培的生物学基础.....	38
第三节 小麦栽培技术.....	78
第三章 玉米	106
第一节 概述.....	106
第二节 玉米栽培的生物学基础.....	107
第三节 玉米需肥、需水规律及对环境条件的要求.....	122
第四节 夏玉米栽培技术.....	131
第四章 谷子	142
第一节 概述.....	142
第二节 谷子栽培的生物学基础.....	143
第三节 夏谷栽培技术.....	149
第五章 甘薯	153
第一节 概述.....	153
第二节 甘薯栽培的生物学基础.....	154
第三节 甘薯生长与外界环境条件的关系.....	159
第四节 甘薯栽培技术.....	162
第六章 大豆	185
第一节 概述.....	185
第二节 大豆栽培的生物学基础.....	186
第三节 落花落荚与秕粒.....	192
第四节 大豆生长发育的环境条件.....	194
第五节 大豆栽培技术.....	198
第七章 棉花	205
第一节 概述.....	205
第二节 棉花栽培的生物学基础.....	208

第三节	棉花的需肥需水规律.....	231
第四节	棉花栽培技术.....	235
第五节	棉花育苗移栽.....	252
第六节	地膜覆盖植棉技术.....	255
第七节	盐碱地植棉技术.....	257
第八节	麦棉两熟栽培技术.....	260
第八章	花生	266
第一节	概述.....	266
第二节	花生栽培的生物学基础.....	267
第三节	花生需水、需肥规律及对土壤条件的要求.....	277
第四节	花生的分类及我国花生的主要类型.....	279
第五节	花生栽培技术.....	280
第六节	花生地膜覆盖栽培技术.....	290
第七节	夏花生栽培技术.....	292
第八节	花生控制下针 (AnM) 栽培法	293
实验实习		296
主要参考文献		335

第一章 总 论

第一节 绪 言

农业是国民经济的基础，农作物生产又是农业最重要、最基本的部门。人民群众必需的生活资料及大部分轻工业原料和饲料，大都来自粮、棉、油、麻、糖、烟、茶等农作物产品或副产品。因此，农作物生产的好坏直接影响农业及整个国民经济的稳定和发展。只有农作物生产发展了，才能改善人民生活，推动工业迅速发展，并增加农副产品出口，换取外汇支援国家重点建设。所以，农作物生产在农业及整个国民经济中占有很重要的地位。

一、作物栽培学的意义和任务

(一) 作物的概念

广义的作物，包括人类栽培利用的各种植物。通常所说的作物是指大田栽培的植物，即粮食作物、经济作物、饲料与绿肥作物。世界栽培植物中最主要的有90多种，在我国常见的有50多种（不包括果树、蔬菜和药用植物）。目前栽培的农作物，大都起源于自然野生植物，这些农作物是在人类栽培利用过程中，经过长期人工选择和自然选择演化而成的。

(二) 作物栽培学的意义、性质和任务

作物栽培学是直接服务于农业生产的一门重要的应用科学。它是运用植物学、植物生理学、土壤肥科学、农业气象学及植物保护学等学科的知识来研究作物丰产栽培的理论和技巧，不断提高农作物产量和品质的一门科学。

作物栽培学的主要任务，一是阐述各种作物在国民经济中的意义、生产概况以及发展趋势；二是介绍作物的形态特征和生物学特性，阐明农作物生长发育的规律及其与环境条件的关系；三是研究各项农业技术措施与农作物的群体结构及产量形成的关系，提出合理的栽培技术措施。此外，还介绍运用轮作、间作、套种的增产技术，以提高复种指数等问题。

(三) 作物栽培学的学习方法

农作物是有生命的生物体。所以，农业生产与工业生产不同，它具有很强的综合性、严格的地域性、明显的季节性和生产的周期性等特点。因此，学习作物栽培学必须注意以下几点。

1. 认真学习国家对发展农业生产的方针、政策：作物栽培学是为发展社会主义农业服务的，所以要认真学习国家对发展农业的各项方针、政策，以保证农作物生产按照社会主义商品经济的需要发展。

2. 要以辩证唯物主义的观点和方法作指导：在总结推广生产经验和新技术时，要注重调查研究，重视农业生产的地域性、季节性和生产条件，从客观实际出发，因地制宜

地予以应用。

3.要理论联系实际：作物栽培学是一门实践性、应用性很强的学科。因此，在学习中要十分重视理论联系实际，积极参加生产、科研实践，认真总结生产经验，努力提高和培养学生分析问题和解决问题的能力。

4.要学好基础学科及相关的课程：由于作物栽培学涉及的内容范围较为广泛，而且综合性又很强，要学习运用好，就必须掌握多种学科的基础知识。例如，要研究作物的生物学特性，掌握作物的生长发育规律，就需要有足够的植物学、植物生理学和遗传学知识；要制定栽培技术措施，就需要运用土壤学、农业化学、农业气象学、微生物学以及植物保护学等知识；要提高作物生产的经济效益，还要掌握农业经营管理方面的知识。同时，还要具备现代数、理、化的基础知识以及其他必要的新理论、新技术。只有这样才能为学好作物栽培学打下坚实的基础。

二、我国农作物生产的发展

（一）我国农作物生产的悠久历史和宝贵遗产

我国作物栽培的历史悠久，是世界上农业发展最早的国家之一。从河南仰韶文化遗址中出土的粟米和浙江余姚河姆渡出土的大量碳化稻谷来看，说明我国在六七千年前已种植粟和稻。到了商代（公元前1600~1100年），我国耕种技术已比较发达，从河南安阳殷墟甲骨文中看出，当时已有黍、稷、麦、稻等文字。春秋战国时期（公元前770~221年），已普遍使用铁制的农具耕作。到了汉代（公元前206~公元219年），我国农业已相当发达，从长沙马王堆汉墓中出土的稻谷中已有粳、梗、糯稻和麦、粟、豆等作物种子，证明我国古代的作物栽培技术已具有较高的水平。根据《中国农学书录》记载，我国古农书共有470种，除已失传的外，现尚存224种，其中最著名的，如汉代的《汜胜之书》（公元前1世纪）、后魏贾思勰的《齐民要术》（公元6世纪）、元代的《农桑辑要》（公元13世纪）和王祯的《农书》（公元14世纪）、明代徐光启的《农政全书》（公元17世纪）、清代的《授时通考》（公元18世纪）等著作。这些古代农书都总结了当时一定地区的农业生产经验，是我国珍贵的古代农业文献，直到今天仍有研究价值。我们应本着“古为今用”的精神，进一步加以整理，使其更好地为我国社会主义农业现代化服务。

（二）建国后农作物生产取得的成就

1.农作物生产的增长情况：新中国成立后，在中国共产党的正确领导下，制定了一系列发展农业的方针、政策和措施，促进了农业生产的发展。1950年党中央公布了《中华人民共和国土地改革法》，根除了阻碍农业生产发展的封建剥削制度，使农业生产得到迅速恢复和发展。1952年全国粮食总产量达到1634亿公斤，比1949年增长44.8%；棉花总产量达到13.04亿公斤，比1949年增长1.93倍。到1957年全国粮食总产量达到1850亿公斤，棉花总产量达到16.4亿公斤，分别比1952年增长19.8%和25.8%。党的十一届三中全会以后，党中央制定了一系列新的农村经济政策，极大地调动了广大农民的积极性，使农业生产有了更大的发展。据统计，1986年全国粮食总产量达到3951亿公斤，棉花总产量达到35.4亿公斤，糖料总产量达到585.25亿公斤，油料总产量达到147.38亿公斤，分别比1978年增长28.5%、63.4%、145.7%、182.4%，基本上保证了国民经

济发展的需要。

解放后，山东省作物生产也得到较快的恢复和发展。1983年粮食作物播种面积比1949年的16,463.3万亩减少了约5000万亩，但粮食总产量创造了历史最高水平，达到270亿公斤，比1949年增长2.02倍；棉花总产量也突破了历史最高水平，达到12亿公斤，比1949年增长13.1倍。党的十一届三中全会以来到1983年这5年间，粮食产量平均每年增加3.06亿公斤，棉花产量平均每年增加19664万公斤。1986年山东省粮食总产量已达到325亿公斤。

但是，近年来我国粮、棉、油产量呈现徘徊状态，与四化建设和人民生活的需求不相适应，必须按照国家“一靠政策、二靠科技、三靠投入”的政策，强化农业基础，狠抓粮食生产，为确保农业的持续稳定增长而奋发努力。

2.栽培技术的改进和提高：新中国成立以来，我国的农作物栽培技术水平有了很大的提高。在土地利用方面，进行了全国土壤普查，为合理利用土地资源提供了科学依据；在肥料方面，增加了化肥的使用量，到1987年全国农用化肥数量已达193.06亿公斤，比1978年增长1.18倍，复合肥料的使用量也不断增加，配方施肥技术已开始大面积推广应用；在灌溉方面，水浇地面积已由建国初的29938.5万亩，增加到1986年的66339.0万亩，喷灌、滴灌等灌溉技术也已应用于生产；在种子方面，良种推广面积不断扩大，更新速度不断加快；在植物保护方面，在采用化学防治的同时，利用天敌、培育抗病品种、建立合理生态体系等综合防治技术已有了很大进展，并基本上控制了毁灭性病虫害的发生；在机械化方面，农业机械总动力已由1952年的1.8亿瓦特，增加到1986年的2295.0亿瓦特，机耕面积1986年已达54642万亩，为进一步实现农业机械化打下了良好的基础；在田间管理方面，已制定并实施了主要农作物大面积高产稳产配套栽培技术，为作物栽培科学化提供了依据；此外，地膜覆盖栽培技术已大面积推广应用，化学调控剂和除草剂也应用于生产。

（三）今后农作物生产的任务和发展方向

我国农业生产虽然有了很大的发展，但按人均计算，粮食占有量，1985年世界平均为436公斤，我国仅364公斤，农业比较发达的加拿大人均已达1993公斤，美国1712公斤，丹麦1705公斤，澳大利亚1726公斤，匈牙利1438公斤。在生产水平上，1985年我国粮食作物平均亩产只有232.2公斤，与日本、法国、英国、联邦德国等国相比，仍有较大的差距。所以，我们应把已有的栽培经验加以总结提高，使之系统化、指标化、模式化、理论化，并针对我国农业生产的特点，进一步加强作物栽培技术和理论的研究，走高产、稳产、优质、低耗的路子，为赶超世界先进水平而努力。

我国是一个人多地少的国家，农副产品供求矛盾很大。因此，今后农业生产的任务应是：合理利用自然资源，发展生态农业，维护生态平衡，大力提高农作物单位面积产量，努力改善作物品质，在保证粮食稳步增长的前提下，积极发展多种经济作物，以满足国民经济和人民生活日益增长的需要。

三、我国农作物的分类与分布

（一）农作物资源分类的目的

农作物资源包括现有农作物和自然界中有经济价值、可供栽培利用的野生植物资

源。随着农业生产的发展和农业科学技术水平的不断提高，农作物的种类将会逐步增多。为了便于研究、栽培和利用，就需要对农作物进行分类。

(二) 农作物分类的依据和方法

农作物的分类有多种方法，如按照植物学科属、作物用途、耕作特点和生育特性进行分类等。不过通常是按用途和植物学系统相结合的方法分类，并将作物分为三大部分、八大类别。

1. 粮食作物：

(1) 谷类作物：稻、麦类、玉米、高粱、粟、黍、稷等。

(2) 豆类作物：大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、小豆、扁豆等。

(3) 薯类作物：甘薯、马铃薯、山药、芋、木薯等。

2. 经济作物：

(4) 纤维作物：棉花、黄麻、大麻、苧麻、亚麻、苘麻、红麻等。

(5) 油料作物：花生、大豆、油菜、芝麻、向日葵、蓖麻、胡麻等。

(6) 糖料作物：甜菜、甘蔗等。

(7) 嗜好作物：烟草、茶等。

3. 绿肥及饲料作物：紫云英、苜蓿、苕子、田菁、草木樨、紫穗槐、柽麻、水葫芦、苏丹草及青贮饲料作物、藻类等。

(三) 我国农作物分布概况

1. 我国农作物的分布：我国幅员辽阔，地势复杂，有热带、亚热带、温带、寒温带等气候带，自然条件差异悬殊，自然资源极为丰富，主要农作物的分布因各自然区域的条件不同而异。由表 1—1 可略知我国各自然区域的作物分布概况。

表 1—1 我国各自然区域的作物分布

区 域	自 然 条 件	本 区 域 的 主 要 作 物
东 北 地 区	无霜期100~180天，年降水量400~900毫米， 年均温度3~4.3℃，多为一年一熟	大豆、高粱、玉米、谷子、春小麦、水稻、马 铃薯、甜菜、亚麻、花生等
内蒙高原地区	无霜期100~150天，年降水量200~400毫米， 年均温度3~5℃，一年只能一熟	春小麦、谷子、高粱、玉米、大豆、油菜、甜 菜等
黄 淮 海 地 区	无霜期175~222天，年降水量500~800毫米， 年平均温度12~14℃，有一年一熟、二年三熟、 一年两熟和间作、套种等	小麦、玉米、甘薯、大豆、棉花、花生、芝 麻、烤烟等，国家主要粮食基地之一
黄土高原地区	无霜期110~220天，年降水量250~630毫米， 年均温度7~11℃，山丘旱地一年一熟，平 川谷地一年两熟或二年三熟	小麦、高粱、燕麦、糜子、谷子、马铃薯、豌 豆、油菜等

续表

长江中下游地区	无霜期240~300天, 年降水量750~1600毫米, 年均温度13~17℃, 多为一年两熟或三熟。	冬作有小麦、大麦、油菜、蚕豆及绿肥等, 夏作有水稻、玉米、高粱、甘薯、大豆、棉花、黄麻、甘蔗等
西南高原地区	无霜期230~300天, 年降水量1000~1500毫米, 年均温度14~18℃, 高寒山区一年一熟, 其他地区一年一熟或两熟	高寒山区以荞麦、燕麦、马铃薯为主, 河谷平原和山间盆地有水稻、小麦、油菜、玉米、甘薯、烟草、棉花、花生、蚕豆、甘蔗等
东南沿海地区	大部地区终年无霜, 年降水量1500~2000毫米, 属热带及亚热带气候, 一年可三熟甚至二年七熟, 年均温度18~21℃	稻、麦、甘薯、花生、甘蔗、烟草等
新疆甘肃灌溉区	无霜期130~150天, 年降水量250毫米以下, 年均温度4~8℃, 年日照时数高达2600~3400小时, 昼夜温差大, 主要靠雪水、地下水灌溉, 一年一熟	棉花、小麦、玉米、高粱、大豆、水稻等
青藏高原地区	无霜期90~100天, 年降水量100毫米左右, 年平均温度0~-8℃, 一年一熟	青稞、豌豆、春小麦、燕麦、荞麦、马铃薯、油菜、亚麻、苜蓿等

2.我国主要农作物种植面积的比重:我国农作物种类繁多,主要作物的种植面积比重在各自然区域之间有显著差别,各种作物所占比重在不同年份也有所不同。从全国来看,水稻面积最大,其次为小麦。从表1—2中可以看出我国主要农作物播种面积所占的比重情况。

表1—2 1986年我国主要农作物占全国播种面积的比重

作物名称	占总播种面积%	作物名称	占总播种面积%
水稻	22.4	花生	2.26
小麦	20.5	油菜	3.4
玉米	13.3	芝麻	0.7
薯类	6.0	红黄麻	0.24
大豆	5.8	烤烟	0.62
棉花	2.99	甘蔗	0.66

第二节 生态农业与农作物生产

一、生态农业的概念、特点和内容

(一) 生态农业的概念和意义

生态农业就是根据生态学和生态经济学原理建立的农业生产体系，是人工建立的新型农业生产模式。它运用生态系统的生物共生和物质循环再生原理，根据当地自然资源，结合系统工程方法和近代科技成就，合理组合农、林、牧、渔、加工等业，以实现经济效益、生态效益和社会效益三者的统一。因此，生态农业是一个有机统一整体，是一个多目标、多功能、内外交流、关系协调并具有动态平衡的大生态系统，是一个开放的生态经济系统，其宗旨是实现农业生产的良性循环。生态农业是无废物、无污染生产的清洁农业。

生态农业与农业生态在概念上的区别表现在四个方面：第一，农业生态侧重于理论研究，研究环境对农业生物的影响，研究生态系统内物质和能量的转化，以及物质循环和能量流动的规律；生态农业则研究该系统经济效益和生态效益的统一，这样，生态农业实质上是一个农业生态经济系统。第二，农业生态着重研究物质沿着食物链的循环利用；生态农业除研究物质沿食物链的循环利用外，还研究生物物质沿加工链进行的深度加工和多次增值。第三，农业生态着重研究生态系统中的物流和能流；生态农业除研究物流与能流外，还要研究财流（价值流）、智流（信息流）和人流（劳力流），而且要把这些结合起来综合研究。第四，农业生态系统虽然是一个比自然生态系统开放的系统，但它与生态农业这样的生态经济系统相比，就显得相对封闭；而生态农业由于重视商品生产，因此是一个比农业生态系统更为开放的系统，它强调与生态环境、社会环境（市场等）的融洽与平衡。

当前，世界农业生产，随着化肥、农药和机械化等现代农业技术的应用，有了很大的发展。但是，由于在农业生产上投入了大量的高能物质，也就带来了一系列的问题。一方面冲击了比较脆弱的农业生态系统，破坏了这个系统中的物质循环和能量流动。另一方面由于投入了大量的化肥与农药以及对自然资源利用上的巨大浪费，造成了农业生态环境的污染，农产品的质量也随之下降，因而农业生产也就很难得到持续的发展。

党的十一届三中全会以来，我国农业生产取得了举世公认的成就，但是从总体上看，我国农业的物质技术基础仍然十分薄弱，生态环境脆弱，长期掠夺式经营造成的资源衰退，加上近几年对农业的投入没有相应跟上，原有的一些农业基础设施失修、失管和老化，导致农业发展的后劲不足。为了保证农业生产的持续稳定增长，实现本世纪末人均占有粮食400公斤和人民生活达到小康水平的目标，在适当增加投入的同时，必须为农业创造一个良好的生态机制，即建立一个具有有序结构、最佳功能、良性循环的农业生产模式。建设和发展生态农业，就是实现这一目标的一项根本性措施。建设和发展生态农业有利于探索适合我国国情的社会主义农业现代化的道路。1984年5月国务院《关于环境保护工作的决定》指出：“积极推广生态农业，防止农业环境的污染和破坏。”全国20多个省、市、自治区先后召开了保护农业生态环境、发展生态农业的专门会议。

经过全国不同类型的试点，确已取得了较高的经济效益，对此应充分肯定，深刻认识，以促进这项新兴事物的发展。

（二）生态农业的特点

1. 具有生态效益与经济效益辩证统一的特点：农业生产过程，是农业生态系统的自然再生产和农业经济系统的经济再生产同步进行的过程。自然再生产是农业生物固定、转化太阳能及其他无机物质成为有机形态的农产品的过程。自然再生产的能力，受益于自然资源，又受制于自然资源。经济再生产，是人们通过耗费劳动（活劳动和物化劳动）调节农业生物的生产以及农产品的流通、分配、消费的过程。自然再生产和经济再生产两者既相互促进，又相互制约，构成了对立统一的矛盾。如果只顾经济再生产，忽视自然再生产，必然导致对自然资源的掠夺式利用，破坏生态平衡，降低生态效益，从而降低自然再生产的能力，进而影响到经济再生产的提高。反之，如果只顾自然再生产，忽视经济再生产，必将导致经济效益降低，从而影响自然再生产的发展。因此，生态农业在生产效果上，具有生态效益与经济效益辩证统一的特点。

2. 具有大农业结构的特点：从生产内容上看，生态农业中农、林、牧、渔、虫、微、副因地制宜，相互协调、搭配，因而能合乎比例而又全面地向前发展。特别是生态农业把农、林、牧、副、渔五业形成一个环环扣紧、缺一不可的大整体，达到交叉经营，左右联系，前后贯通，上下结合，从而能充分地、多层地利用资源。例如，种植业生产的粮食及其副产品，除供人类直接需要外，可以饲喂牲畜，为养殖业提供饲料以生产皮、毛、肉、蛋等；皮、毛、肉、蛋及种植业的经济作物产品又可作副业的加工原料，进行比较深度的加工，养殖业牲畜的粪尿可作为重要的有机肥料等。由于生态农业把五业看成一个整体，重视造林、种草、护林、护草和合理生产，可以防止水土流失，保护自然环境，减少灾害。同时，生态农业重视内循环，减少投入，并尽量切断污染物质的流入，所以是良性循环。

3. 具有无机与有机相结合、传统农业与现代科学技术相结合的特点：生态农业是一个开放系统，它以产品的形式向系统外输出物质和能量。为了减轻农业环境及产品的污染，合理利用资源和维持生态平衡，以尽可能少投入不可再生的资源，多投入可再生资源；尽量施用有机肥，适当施用化学肥料，尽量采用生物防治病虫害，必要时辅以选择性强的高效低毒的药物治理。由于生态农业是在维持生态平衡的基础上获得最高产量，因此生态农业注意有机与无机相结合，机械工程技术与生物工程技术相结合。

我国的传统农业，有许多符合生态农业思想的好经验，并日益引起国际上的重视，这是我国实行生态农业的有利条件。但是，传统农业具有局限性，在实行生态农业中，必须运用现代科学技术成果进行充实和提高，使我国生态农业既具有中国传统农业的特色，又具有现代科学技术水平，使之趋于完善。

4. 具有最大限度的利用废物的特点：在农业生产中，作物的经济系数一般为0.4~0.5，因此就要在生态农业系统的各个环节上，使上一级的废料成为下一级的原料。例如，用秸秆、杂草喂牲畜，用动植物废料制沼气，用沼气残渣肥田，可以使各个生产环节的运转成为良性循环。

5. 具有投入少而收益大的特点：由于生态农业是无机和有机相结合，少投入不可再

生的资源，尽量使用可再生性的资源，而且是以生物技术为主，生物技术与机械技术结合，传统农业与现代农业结合，这样就使其成为低输入而自我维持、经济上有生命力的农业生态系统，形成了投入低而产值高的特点。

6. 具有农、工、商（或贸、工、农）一体的特点：农业可提供第一性产品（植物产品）和第二性产品（畜、禽产品），是为整个农业生态经济系统提供物质和能量的基础。如果把农产品以原料形式出售，流出系统的物质和能量就最多，换回的货币则最少。生态农业进行生物质多层次合理利用，可转化为种类繁多的加工产品，然后通过商业服务部门，以商品形式进入市场，促进农业生态经济系统中物质和能量的流动，换回更多的货币（更大的财流），进一步促进农业再生产，扩大物质流和能量流，促成农业生态经济系统中物质流、能量流和财流的良性循环。因此，生态农业具有农、工、商一体的特点。

（三）生态农业的内容

生态农业的基本内容是利用绿色植物最大限度地固定太阳能，增加食物链的层次和环节数量，多次利用生物能。为了保证在能量与物质转化、循环过程中的最大效率和经济上的最高效益，必须合理地利用各种资源，以不断地创造或改善人类生产活动与生活条件的环境系统。生态农业的内容具体地说，主要包括以下几个方面。

1. 因地制宜地开发利用农业自然资源，并使其永久、连续地发挥生产潜力。

2. 建立合理的农业生产结构：因地制宜地发展农、林、牧、副、渔业综合生产体系，利用各业之间的相互影响，扬长避短，使一种生物的产品或废弃物，都能作为另一种生物的原料或饲料，沿着食物链多层次地被再利用。所以，种植业、养殖业和加工业是生态农业中不可缺少的重要环节，并以建立一个“相互促进的生产、生态、经济良性循环的综合系统”为目标。

3. 建立合理的农业区划和作物布局：根据经济条件和自然地理条件，充分发挥当地的优点，用养结合，恰当地安排农田、果园、林地、草场、水田、鱼塘和各种作物的布局。应强调指出，固氮植物是生态农业中不可缺少的重要植物，必须在轮作倒茬中充分加以利用。

4. 提高生态系统中物流和能流的生产效率：采取多种措施，保证和提高当地生态系统中的物流和能流的数量。发挥科学技术的作用，提高物流和能流的生产效率。为此，必须充分利用系统内的各种能源，同时，还必须补偿损耗或提高流量，也就是从系统外投入各种生产资料和辅助能源。

5. 充分提高绿色植物对太阳能的利用：通过科学种田，尽一切可能扩大和提高绿色植物的面积和功能，以最大限度地固定太阳能。绿色植物所贮存的化学能，是生态农业的基本能源，没有这个能源，也就谈不上生态农业。

6. 土壤管理：土壤是生态农业系统中的基本因素，土壤质量决定整个生态农业起步的水平。农作物生产主要在农田土壤上进行，只有采取各种养地措施，才能不断提高土壤的生物学肥力，以满足作物生长发育的需要。为此，必须加强土壤管理，以实现作物生产的持续稳定增长。

7. 研究对病虫和杂草的综合控制技术：在农业生态系统中，切忌滥用药物，以保证

生态农业中各环节的生产效率，防止环境和产品的污染。

二、农作物生产的良性循环

(一) 农作物生产在生态农业中的地位、作用和意义

农作物生产在生态农业中是主体和基础。根据生态学原理，农作物生产是第一性生产，生态农业系统的能量和物质循环，以农作物生产作为起点。因为只有绿色植物——农作物才能固定太阳能。没有农作物生产，整个生态农业系统中就没有能源，也就没有营养物质，更谈不上整个生态农业系统的存在。

在整个生态农业系统中，最重要的是系统生产力，而这个生产力最基本的特征就是农作物在单位面积和单位时间内产生有机物质的速度即光合效率的大小。一方面，生物群落以及人类生活的全部活动都取决于第一性生产力的能量，即取决于绿色植物以及农作物在合成过程中所能固定太阳能的多少。人类的任务就是充分利用现代科学技术，尽可能地使生态农业系统生产力的发展创造有利的条件，以便使系统生产力不断得到提高。另一方面，只有按照生态农业模式来发展农作物生产，才能实现农作物生产的良性循环。

(二) 实现农作物生产良性循环的基本途径和主要技术措施

1. 基本途径：从大农业和现代农业的要求出发，维护生态平衡，用地与养地相结合，不断提高土壤的生物学肥力，以满足发展农作物生产的要求，是实现农作物生产良性循环的基本途径。

生态农业系统结构的稳定性差，在发展过程中，增加保护农田生态系统的生物因素是至关重要的。农作物生产与发展林业相结合，就是增强其稳定性、保持生态系统达到动态平衡的重要措施。

土壤是生态农业的主要因素，是农业生产的物质基础。用地和养地相结合不仅在短期内可明显地提高土壤生物学肥力，同时也是保持土壤生物学肥力不衰的一项有力措施。用养结合的技术目标是归还从土壤中带走的各种营养元素，保证土壤收支平衡；同时，通过增加土壤有机质，改善土壤容重及其理化性质，以不断提高肥力因素间相互促进的联应效益，使农作物生产始终保持高产稳产的水平。

2. 主要技术措施：

(1) 搞好生态农业规划：生态农业是一个统合性的大农业生产系统，它要求通过全面规划，合理开发当地自然资源和社会经济资源，将种植业、养殖业和加工业等组成一个有机的整体，利用植物、动物和微生物之间的相互依存关系，实行无废物、无污染生产和多层次的加工生产。这样一个项目繁多、结构复杂的综合性大生产，必须通过全面规划，才能保证它们之间能够协调稳定地发展。

(2) 合理增加辅助能量的投入：对生态农业辅助能量的输入虽然不可缺少，却不是越多越好，特别要控制单一地向农作物生产无限制地投入工业辅助能量（如大量盲目地向农田投入化肥、农药和机械等），否则会导致严重的后果。在辅助能量的投入中，增加有机肥料，实行秸秆还田，开展生物防治以及养殖绿萍等固氮生物，均为保持农田生态系统平衡和物质良性循环的有效手段。

(3) 实行合理轮作：必须建立科学的轮作倒茬制度，以恢复和培肥地力，减轻病虫害为害，使农作物生产向良性循环的方向发展。在轮作中有计划地加入豆科作物和豆科

牧草，对培肥地力极为有利。

(4) 发展立体种植：立体种植符合生态农业系统中物质和能量多层次利用的道理，是农作物复合群体在时间、空间上的充分利用。根据不同作物的不同特性，利用它们在生长过程中的时间差和空间差，合理地进行配置，形成多种作物、多层次、有次序的立体结构，能动地扩大了对自然资源的利用率，生产出更多的第一性产品，有利于获得较好的经济效益、生态效益和社会效益。在我国人多地少的情况下，开展立体种植，更有其现实的意义。但是，立体种植提高了复种指数，使土壤养分消耗增多，必须增加辅助能量的投入，以维持生态系统在输出和输入上的平衡，否则，就是一种掠夺式的经营，最后将导致生态系统平衡失调，降低系统生产力。

(5) 应用现代科学技术，充分提高农作物对太阳能的利用率：农作物生产是系统中的第一性生产，是基础。为了提高农作物单产，实现农作物对太阳能较高的利用率，必须在总结农作物栽培经验的基础上，进一步研究和推广农作物高产栽培技术，这也正是本书要予以解决的问题。

第三节 土壤耕作

一、土壤耕作的概念、意义和任务

(一) 土壤耕作的概念和意义

土壤耕作是通过机械力，调节土壤肥力条件，以控制和改善土壤肥力因素的措施。它包括耕翻、深松、耙、耩、镇压、中耕、开沟和起垄等一系列作业。土壤耕作措施与其他措施不同，它不向土壤中增加任何物质，而是通过机械作用改变土壤的物理状况和地表状况，以创造良好的耕层构造，改善土壤环境，调节土壤肥力因素之间的矛盾，促进土壤中的水、肥、气、热相互协调，以适应作物生长发育的需要。

土壤是农业生产最基本的条件，是人类主要的生产资料。土壤耕作是改良土壤，合理利用土壤资源和增加农作物产量的基本保证，在整个农业生产中占有极其重要的地位，是农业增产的重要措施之一。因此，必须因地制宜地改进耕作方法，不断提高耕作技术，把传统的精耕细作与农业机械化科学地结合起来，以促进我国农业的迅速发展。

(二) 土壤耕作的任务和作用

1. 土壤耕作的任务：土壤耕作措施的种类很多，所使用的农具和方法也不同。其基本任务可概括为以下几个方面：疏松耕层，弄碎土壤，改善耕层构造，调节土壤中固、液、气三相比例，建立和恢复土壤结构性能，增强土壤保肥保水能力；翻转耕层，改变土层位置，进行晒垡、冻垡，掩埋肥料、残茬、秸秆和绿肥，使土肥相融，促进土壤养分不断释放，为作物生长发育创造良好的肥力条件；平整地面，消除杂草，消灭病虫害；开沟培垄等。

2. 土壤耕作的作用：完成以上基本任务以后，可对土壤起到以下主要作用：

(1) 创造良好的耕层构造：耕层构造是指耕作层土壤在毛管水饱和状态下，土壤中三相容积的比例状况。作物生长发育要求有一个良好的耕层构造，但在土壤有机质含量不高、稳定性团粒极少的情况下，运用土壤耕作是改善耕层构造最直接有力、经常运