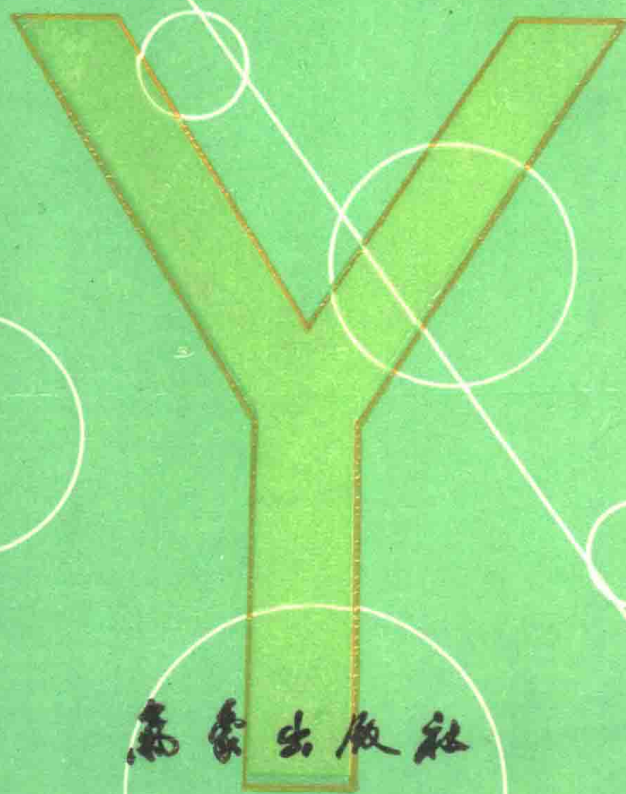


作物生态学

Crop Ecology

主 编 韩湘玲

副主编 曲曼丽



气象出版社



作物生态学

主 编 韩湘玲

副主编 曲曼丽

气象出版社

(京)新登字046号

内 容 简 介

本书由北京农业大学与安徽农学院、南京气象学院等院校和科研单位的教授、专家们，根据多年来的教学经验和作物生态学方面的研究成果编写成的。内容丰富，不仅论述了作物生态学的基本原理与研究方法，而且针对我国农业实际，对我国农作物与环境的关系以及不同生态区农业资源的开发利用等问题，进行了系统的阐述，是一本具有理论与实用价值的教科书。可供农业、国土、气象、经济等专业的高等院校师生和科研、科技人员参考。

作物生态学

主 编 韩 湘 玲

副主编 曲 曼 丽

责任编辑 顾仁俭 黄 健

*

高 等 出 版 社 出 版

(北京西郊白石桥路46号)

北京昌平环球科技印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 25.5 字数: 627千字

1991年10月第一版 1991年10月第一次印刷

印数: 1—3500 定价: 6.70元

ISBN 7-5029-0810-2/S·0112 (课)

序

作物生态学是研究作物与环境关系的科学，它是农业科学的一门应用基础学科。

作物生产是一个农业系统，它由农业生物、农业环境、农业技术与农业经济四个因素组成。在这个系统中，农业生物与环境的平衡关系处于中心的位置。农作物是作物生产的主体，它自身的一部分直接成为农产品（谷类、果品、蔬菜等），它也是生产农产品的机器（通过光合作用），同时又是生产这种机器的母机（通过繁殖种子）。农业环境包括气候、土壤、地形、水文与其他生物（病、虫、杂草等），农业环境为农作物提供能源、物质与居住地，农业环境中对农作物有利的因素，也有不利的因素。作物生产的任务就是要使农作物与环境条件相适应，充分利用有利的环境条件，克服不利的环境条件，从而获取高产稳产。为了实现这个目的，必须有农业技术的投入，例如：平整土地、适时播种、栽培管理、施肥、病虫害防治、收割储存等。而要实现这些技术又必须有经济因素（土地、劳力、资金、管理）的投入。在农业生产中要求采取正确的农业技术、要求经济上投入较少、产出较多、效益较高，要实现上述要求需要首先对农作物与环境条件的关系有深入的认识。

作物生态学是作物布局、种植制度、农业区划、规划以及农作物商品基地建设等项工作的必要的科学基础。亦可为作物栽培、作物育种、土地利用、病虫害防治、灌溉施肥等项工作提供科学依据。

韩湘玲教授等共同编著的这本作物生态学，阐明了作物生态学的基本原理与研究方法，并针对我国农业实际，对我国主要农作物与环境的关系以及农业资源的开发利用等问题，进行了系统的阐述，对我国作物生态学的研究、教学以及各方面的实际应用都会有很大帮助，对我国作物生态学的建立和发展作出了贡献。

江苏省农业科学院院长、研究员、南京农业大学兼任教授 高亮之

1989.11.20

前 言

耕地、粮食、人口资源环境是当代世界关注的重大问题。在耕地急剧减少、人口迅猛增加的中国，矛盾更为突出。解决问题的关键在于保护环境，提高单位面积产量，提高资源利用率。为此目的，必须根据生态学的观点，采用系统论的方法，加深对环境（资源）与作物生产间相互关系的认识，在不同生态区合理布局作物以提高生产力（产量、品质）。作物生态学是生态学的重要组成部分，也是农业系统学的基础。在生产实践中，往往出现不按作物的生态特性，当地环境资源的可能性与社会经济可行性的规律，盲目扩种（北移南引）作物（品种）和变动种植制度；提出不切合当地实际的生产指标或在商品基地选建、地区综合开发利用上发生片面性等，也就是没有根据作物生态学原理进行生产和布局。

为此，1983年我们与北京农业大学农学系合作首次在我国给研究生开出了“作物生态适应性”课，1985年改为“作物生态学”，1987年后，根据农学、农业气象各系的特点，两系分别开课。在第一次的教学中，得到土壤学家、园艺学家、林学家、牧草学家的支持。在合作开课过程中得到农学系刘巽浩教授的支持、配合并提供宝贵信息资料。经过多年的教学以及在作物生态学方面的研究基础上，编写成这部书。

本书共分三篇：第一篇是作物生态学的基础部分，主要论述作物生态学的基本原理、自然环境与作物生产的关系、作物生态学的研究方法；第二篇阐述各类作物的生态适应性与分布，包括粮食作物（麦类、水稻、蜀黍类、豆类、薯类），经济（工艺）作物（纤维作物、油糖作物、饮料作物、烟草等）以及果、林、桑、菜、杂和饲料作物；第三篇是以综合的观点阐述人工复合群体和作物合理分布，以及不同生态区的农业资源的开发利用，其目的是为农业发展的战略部署、农业合理布局及高产、稳产、优质、低耗、高效提供重要科学依据和途径。

本书的编写是在北京农业大学作物生态-生产力室全体成员的努力下，与安徽农学院、南京气象学院、河南农业大学、北京农学院、南京林业学校、河北省气象局、中国科学院石家庄现代化研究所、江苏吴县气象站等单位的同志们共同协作完成的。

本书可供农业气象、土地资源、农学、农业地理、农业经济、农业生态学等科技、教学工作参考。限于我们掌握的知识的局限性，还不能全面概括出国内外作物生态学发展水平。同时，由于编写时间仓促，难免有错误和不妥之处，恳请读者指正。

本书作者：第一、二章，韩湘玲；第三章，王恩利；第四章，吴连海；第五章、第六章第一、三节，韩湘玲，第二节，刘乃壮、杨锡卿，第四节，郁小川、韩湘玲，第五节，韩湘玲、孔扬庄；第七章第一节，韩湘玲、李红梅（棉）、简慰民（麻），第二、三节，曲曼丽，第四节，贺龄萱、李倬，第五节，王谦、陈景玲；第八章第一节，李倬、贺龄萱、刘金铜，第二节，刘乃壮，第三节，李倬、杨锡卿，第四节，陆子豪，第五节，曹俊义，第六节，韩湘玲、孔扬庄、葛继新；第九章，韩湘玲；第十章第一、二节，韩湘玲，第三节，韩湘玲、曲曼丽，第四节，韩湘玲、周慧萌。

全书由江苏省农业科学院高亮之研究员审阅，北京农业大学李韵珠、杨直民研究员审阅了部分章节，并提出宝贵意见。北京农业大学石元春、陆子豪、曾饒教授、中国林业科学院

赵宗哲研究员、中国农业科学院黄惠研究员在第一次教学中作了专题讲座。刘树泽副研究员在本书统稿过程中，刘桂英、周丽、王卿在绘图、资料整理、打字抄写方面作了大量工作，特此致谢。

韩湘玲

1989.11

目 录

序

前言

第一篇 总论	(1)
第一章 作物生态学及其任务	(1)
第一节 生态学的发展与作物生态学的产生.....	(1)
第二节 作物生态学的研究内容和任务.....	(6)
第二章 作物生态学的若干原理	(10)
第一节 气候-作物-土壤的同步性.....	(10)
第二节 作物生态特性的形成.....	(12)
第三节 作物的生态适应性.....	(15)
第四节 作物分布的原理.....	(18)
第三章 环境条件与作物生产	(26)
第一节 辐射、光合作用与作物生产.....	(27)
第二节 温度条件与作物生产.....	(39)
第三节 水分条件与作物生产.....	(53)
第四节 空气成分和风对作物生产的影响.....	(71)
第五节 土壤、地势、地形条件与作物生产.....	(84)
第六节 作物生产的生物学环境.....	(97)
第四章 作物生态学的研究方法	(104)
第一节 作物的生理生态研究方法.....	(104)
第二节 生长分析方法.....	(113)
第三节 作物与环境关系的研究方法.....	(115)
参考文献.....	(130)
第二篇 各类作物的生态适应性与分布	(133)
第五章 作物对人类的作用与作物分类	(133)
第一节 作物对人类生活的重要性.....	(133)
第二节 作物分类与气候生态型.....	(135)
第六章 粮食作物	(137)
第一节 麦类.....	(139)
第二节 水稻.....	(151)
第三节 蜀黍类.....	(166)
第四节 豆类.....	(174)
第五节 薯类.....	(183)
第七章 经济(工艺)作物	(189)
第一节 纤维作物.....	(189)
第二节 油料作物.....	(205)
第三节 糖料作物.....	(221)

第四节 饮料作物.....	(234)
第五节 烟草.....	(247)
第八章 其他作物.....	(253)
第一节 果树.....	(253)
第二节 林木.....	(265)
第三节 桑树.....	(281)
第四节 蔬菜.....	(285)
第五节 香料与药材.....	(293)
第六节 饲用作物.....	(302)
参考文献.....	(319)
第三篇 作物生态复合性与地带性.....	(323)
第九章 人工复合群体生态.....	(323)
第一节 种群与群落.....	(323)
第二节 人工复合群体生态适应性.....	(331)
第十章 作物生态地理.....	(341)
第一节 世界气候、土壤与植被.....	(341)
第二节 世界作物生态地理.....	(351)
第三节 中国作物生态地理.....	(371)
第四节 世界不同生态区作物种植比较分析.....	(392)
参考文献.....	(399)

第一篇 总 论

第一章 作物生态学及其任务

第一节 生态学的发展与作物生态学的产生

一、生态学的发展

生态学 (Ecology) 是研究生物的数量和分布与环境相互关系的学科,或是研究生态系统的学科。作物生态学 (Crop Ecology) 是把栽培植物-作物与环境作为一个统一体来研究作物生产与环境间相互关系的学科。它是在生态学、植物生理学、农业气候学等学科发展的基础上产生的。

(1) 萌芽时期: 在我国战国时期孟子 (公元前372—289) 已提出“不违农时, 谷不可胜食也”。《周礼》“职方氏”中, 即载有“冀州宜黍稷, 青州宜稻麦, 扬州、荊州宜稻”。

《管子·地员篇》中提到“赤垆土”五谷均宜, “黑埴土”宜稻麦。这说明不同土壤适宜的作物不同。秦汉时期 (公元前221—公元220) 已运用24节气。汉代氾胜之指出: “凡耕之本, 在于趣时、和土、‘务麦泽’, ‘得时之和, 适地之宜, 田虽薄恶, 可收亩十石。’说明适时适地耕种有重要作用。北魏贾思勰在《齐民要术》(公元6世纪) 一书中强调农事必知天地时宜, 提出: “顺天时, 量地利, 则用力少而成功多。任情返道, 劳而无获。”元朝王桢《农书》(1313) 中指出: “九州之内, 田各有等, 土各有差, 山川阻隔, 风气不同, 凡物之种, 各有所宜。”明朝马一龙在《农说》(16—17世纪) 中提出“知其所宜, 用其不可弃, 知其所宜, 避其不可为。”《农政全书》(1639) 中提到“麦属阳、适平原, 稻属阴、适水泽”, 并对棉花、甘薯引种与驯化提出新见解。清代杨岫《知本提纲》(18世纪) 分析了栽培的区域和气候的差异, 提到: “南种粳、糯, 北种麦、粟; 稻有二熟、三熟之分, 菽有秋种、春种之殊”。“布种不同, 收获亦异。且或寒热相远, 风气悬绝, ……耕者但当植其所易, 而不可强其所难也。”突出了适应环境的思想。

西方古希腊的Theophrastus (公元前320—285) 随亚历山大远征时发现不同地区植物不同, 形成了“植物分布”的概念。19世纪欧洲风行探险寻找资源, 德国的Humboldt Alexander Von参加了探险队, 通过对不同地区的考察获得了丰富的资料, 在植物地理上应用等温线进行分析, 写出第一部植物地理著作(1808), 开始将植物分布与环境联系起来。瑞士人De Candolle August P.将植物与环境条件相互影响的事实用生物学观点加以整理和综合(1832)。De Candolle Alphonse继承父业, 主要探讨了环境因素和植物分布的关系, 如植物分布与积温(1859)。同年Charles Darwin创立了生物进化论, 深化了

植物与环境间相互关系的认识(1859)。

(2)建立时期:德国动物学家Haecke E.最早(1866)从古希腊文中的“Oikos”(住所)和“Logos”(研究)提出“Ökologie”,即“Ecology”(生态学),定义为研究有机体与环境相互关系的科学。同年德国的Grisebach August绘制了第一批世界植被图,并将其与气候区相联系(1872)。丹麦Warming Eugene著有《以植物生态地理为基础的植物分布学》(1859),1909年英文版题为《植物生态学》。俄国Докучаев В.В.把植物带看作是植物及基本自然条件在广泛而有规律地变化中综合作用的结果,并认为土壤是土地气候、动植物有机体以及该地区局部地形条件的产物,植物群落本身也是自然条件总体活动的产物。Красное А.Н.在《北半球的草原》(1894)一书中指出,俄罗斯草原与北美高草原在生态外貌上有相似性,从而建立起环球草原带的概念。俄国在这方面工作的特点是将植被与环境紧密结合,并在土地利用、水土保持以及自然改造等方面加以应用。1898年德国Schimper-A.F.W.著有《以植物生理学为基础的植物地理学》,1903年出了英译本。20世纪英国人Skeene M.提出植物生态生理学(1924),其观点则是侧重于生理并突出土壤部分。可见早期的生态学是从研究植物地理学和植物生态学起步的。其中Warming E.和Schimper A.F.W.的著作肯定了生态学的基础,这两本经典著作详细论述了全球植物群落的地理分布及其与环境的关系。论述环境因素时,前者以土壤为主,后者以气候为主。

(3)生态系统时期:英国的Tansley A.G.(1926)将生态学的术语广义地用于研究在其自然环境中的有机体,即生存在“房子中的”有机体,也就是有机体与环境的统一。1930年继而提出生态系统的概念,将生物与环境看成一个统一的整体——自然实体。在美国最早是Clements F.E.总结了美国30多年植物生态与地植物的研究,(McDouss W.B.(1927)在其基础上写出《植物群落生态及生理学》法国Braun-Blanquet的《植物社会学》(1932)论述了植物环境及植物群落的关系,是植物生态学的应用。1949年召开的澳大利亚农业专家会议,其主题是“动植物营养与土壤及气候因素的关系”,至此研究植物与环境的关系逐渐深入。Odum E.P.(1963)进而认为生态学是研究生态系统的结构和功能的学科。还有人认为生态学是研究生物与环境间能量与物质交换的科学。生态系统的概念在50年代后期逐渐为广大生态学者接受。我国生态学家马世骏(1983)定义生态学为研究生命系统与环境系统之间相互作用的规律及机理的学科。在植物学、动物学、微生物学等生物学分支学科发展的基础上产生了植物生态学、动物生态学以及微生物生态学。Odum E.P.首先写出生态学教材《生态学基础》(1953,1959,1971),之后,陆续出现各类生态学。有关植物生态学的专著有Barbour等的《陆地植物生态学》(1984,1987)和Crawley M.J.的《植物生态学》(1986)。

Spurr Stephen H.所著的《森林生态学》按生态学研究的层次将生态学分为:

① 个体生态学(Autecology):主要研究动植物物种与环境的关系,如光、温、水、土等环境对有机体的形态、生理、分布的影响及各种动植物对环境的适应界限。

② 群落生态学(Synecology):主要从自然角度研究森林、草原、灌丛等植物群落的结构组成的相互关系,群落与外界环境间的相互关系及其地理分布的规律性。近年来,已将此应用于人工栽培植物群落,如林果粮经草等间套复种、稻田养鱼(萍)等复合群体。

③ 生态系统生态学(Ecosystem ecology):将生态研究提高到系统的水平,即将特定地区的环境与生物看作统一的系统,如森林生态系统、草原生态系统、湖泊生态系统、农业生态系统等。研究这些系统的能量物质和信息的交换、食物链、生态金字塔、生态系统

的结构与功能和生态平衡等。

按生物或地表特征又可分为：森林、草原、陆地、湖泊、海洋、淡水、沙漠、山地等生态学。

按应用领域可划分为农业、牧业、资源、污染等生态学。

国际科学联盟理事会提出的国际生物学计划(IBP, 1964—1974)完成后, 出版了一套包括全球主要生态系统的丛书。1972年提出了更有实际目的的人与生物圈计划。近代生态学在广义上已发展为研究生物圈各生态系统间相互作用和联系的地球生态学, 研究人类活动起主导作用的、人与生物圈相互作用和联系的人类生态学, 并正在发展成为一门将人类与自然作为一个整体进行研究的综合学科。

我国在1922年邹秉文等的《高等植物学》中已介绍了 Warming E. 的《植物分布学》。李继侗在1928年开设植物生态学课程的基础上编著了《植物生态学》(1930); 1957年又主持编写了《植物生态学与地植物学纲要》, 并全面组织教学。20世纪以来, 国内外就生态因子(如气候、土壤)对植物生育和分布的作用, 以及植物间的作用进行了研究。80年代编写出我国植物生态学教材(曲仲湘, 1983)。此外针对我国农业情况, 引进并发展了农业生态系统(沈亨理, 1980; 熊毅、高亮之, 1981; 骆世明等, 1987)。

作物生态学也是在植物生理学的基础上产生的。植物生理学是研究植物生命活动规律的科学。英、德等国的植物生理学, 于19世纪中叶成为独立学科。美国于19世纪下半叶引进植物生理学, 1910年开始培养博士生。19世纪末到20世纪初, 大部分研究着重在外界因素、内部结构和发育时期等对一些植物的生理过程的影响。由于生物化学、微生物学的发展, 植物生理学的研究转入到内部机理的探索, 深入到微观领域, 本世纪30—40年代达到高峰。1949年在美国首先建立了人工气候室, 研究环境对于生理机制的影响。60年代由于农业生产的需要和生态学的发展, 部分植物生理学的研究转向宏观发展领域, 进入群体群落问题的研究。70年代, 由于生物化学、生物物理学的发展, 按分子、细胞、器官、个体、群体等层次进行研究, 向分子和群体两端发展增快。如生物固氮是主要研究内容, 并与分子遗传相联系, 而植物生理学的某些部分, 和植物生态学难以区分。60年代, 国际生物学大纲的全球初级生产力的研究是植物生理和植物生态学家紧密联合进行的。工业“三废”污染环境对植物的影响, 植物生理活动对大气净化和保护环境的积极作用(呼吸同化 CO_2 、 SO_2 的能力)等均已成为国际性问题。发展以作物为对象的生理学研究, 为充分利用、改进和发挥作物(品种)的特性和功能, 为作物高产、优质提供生理学的依据。因此在研究生理规律的变化中, 生理学和生态学的结合就格外重要。

作物的环境因子中气候是主要内容。俄国Ваейков(1884)著有《气候对植被的影响》。20世纪以来, 从生物生态观点出发, 以农业为目的, 以作物为对象的世界各国的农业气候分析与区划相继出现。如美国Natson M.Y.(1947)根据农业气候相似原理研究了美国气候特点及其对农业的适宜程度, 以及美国与世界各国的气候的相似程度。Давитая Ф.Ф(1948)对苏联的葡萄气候带进行了研究。80年代以群体能量转换和物质循环为基础的“土壤-植物-大气”、“天气-土壤-产量”模式的研究较广泛。苏联Константинов А.Р.(1978)著有《天气-土壤-冬小麦产量》。英国Monteith J.L.(1975)著有《植物与大气》。苏联Гольцберг И.А.的《世界农业气候图》(1972), Синицина Н.И.等的《农业气候学》(1973), Уао А.У.М.的《农业气候学》(1981)列入世界气候服务业丛书中。50年代末,

苏联专家Синельщиков В.В.来我国讲学,著有《农业气候研究》。80年代以来我国农业气候研究发展迅速,近年来的著作有《中国农业气候资源分析与区划》、《中国农业气候资源和农业区划》、《亚热带山区农业气候资源分析》、《中国农林作物气候区划》、《中国种植制度气候区划》、《中国长江流域水稻气候生态系统研究》、《黄淮海地区农业气候资源开发利用》以及各省的农业气候分析与区划等,并在我国第一次出版了《农业气候学》专著。所有这些对作物生态学发展都有促进作用。

二、作物生态学的产生

本世纪20—30年代 Bureison W.L.(1921—1922)就着手研究栽培植物与环境的关系及其分布,并在美国依里诺斯大学教授作物生态学课程。随后, Klages K.H.W.继承其观点并继续研究,著有《作物生态地理学》(1942),不只研究作物与自然环境的关系,还研究其与社会环境的关系。美国 Wielse C.P.(1963)的《作物生态适应性与分布》一书论述了各环境因素与作物分布的关系,并提出适应性(adaptation)的定义。意大利 Azzi (1956)的农业生态学,研究了作物产量与气候土壤环境的关系。日本户刈义次等的《作物生理生态》(1955),论述了作物的光合、呼吸、营养生理以及环境对其生长过程、生理作用的影响。沼田贞(1965)提出应用生态学,介绍作物生态学与作物环境栽培学的联系。70年代,美国植物生理学家 Loomis R.S.强调在不同的生态条件下研究作物的生理与光合作用的过程,提出“作物生态学”以植物生理和生态学为基础,在田间条件下(辅以实验室条件)分析研究作物群体的生理过程和环境(光、温、水、气)间的物质能量交换特点和规律,从而研究不同生态条件下的生理现象对产量形成的影响,以获得作物与栽培条件的最佳配合,并将人的因素纳入环境中。此外,户刈义次的《作物的光合作用与物质生产》、村田吉男著的《作物的光合成与生产》(1975)等均属作物生态的基础研究。美国明尼苏达大学和普渡大学相继给大学生开出“作物的适应性分布与作物生产”及“作物适应性与分布”课程。

我国20世纪以来,丁颖(30—60年代)开展了水稻生态的研究,梁光商出版了《水稻生态学》(1983)。吕炯提出植物的气候生态型(1963)。70年代,高亮之等提出了“作物气候生态”的概念,侯学煜在农业生态方面也作了大量的工作。尤其是近十多年来,全国在主要作物气候生态、农业气候资源调查与区划等方面所开展的大量研究以及农业气候学的发展都促进了作物生态学在我国产生。

在农业生产和农业科学发展的进程中,出现了与作物生态学交叉的多种学科,如农业生态学、农田生态学、农业系统学以及作物生理生态学、作物生态生理学等。

对于农业生态学(Agroecology), Cox G.W.曾引入生物界食物生产系统分析的观点来阐述农业生产(1979)。熊毅认为农业生态学是研究农业生物群体与其环境之间的相互关系并协调生物与环境关系,以获得最多最优的生物产品而且能维持资源永久利用的一门综合性科学(1981)。骆世明等认为,农业生态学是运用生态学和系统论的观点和方法,把农业生物与其自然和社会环境作为一个整体,研究其中的相互联系、协调演变、调节控制和平衡规律的科学(1987)。可见,它是以农业为对象的生态学,是从宏观方面研究农业生产,综合性强,但不涉及具体的农业各部门,它是作物生态学基础之一。

农田生态学(Farmland ecology)系用生态系统的观点,以能量转化和物质循环为中心运用系统分析的数理模拟方法,对农田生态系统进行综合的动态的研究。它突出农田作物种

群结构和生长、光合等。任务是探索提高生产力的途径，以指导生产(小田桂三郎等,1971)。辛德惠的《农田生态系统概论》(1983)，论述了农田生态系统的结构与功能、质量评价及其在黄淮海平原盐渍化地区的应用，其观点和方法可为作物生态研究的借鉴。

农业系统学是将农业作为一个复杂的整体而进行研究的学科，是以农业生物、农业环境、农业技术、农业经济四个子系统共同组成的具有一定内在关系的复杂系统。作物生态学是其中最重要的基础的部分。具体情况详见表1.1.1。

近年来出现的“作物栽培生理生态”(川田信一郎,1982)，是以作物为对象研究生产力、生长分化、作物的光合作用和水分生理、作物体内的物质合成与运转以及植物激素在作物栽培中的应用等。“作物生态生理学”，则是从生态学的观点研究作物的某个功能，如在不同生态环境下不同作物或不同群体的光合、呼吸、水分、抗性以及生长、生殖特性、生理特征等，将生态寓于生理之中，如“热带作物生态生理学”。此外，作物栽培学、作物遗传育种学和土地资源学的发展对作物生态学提出更高的要求。

第二节 作物生态学的研究内容和任务

一、作物生态学研究的内容

作物生态系统和生态系统一样，也是由生物因素有机环境和非生物因素无机环境组成。生物因素按其在能量转化与物质循环中的地位分为：生产者、消费者和分解者。生产者是栽培植物，包括粮食作物、经济(工艺)作物、果木、菜、饲料作物、香料药材等。它们通过光合作用将太阳辐射能转化为化学能，并贮藏在作物中。以作物产品为食物的人类和畜禽处于消费地位，属消费者。土壤微生物通过对作物有机体的吸收和分解使复杂的有机质转化为较简单的无机物质，将生物的个体分解，并使之返回到土壤中供作物使用，属分解者。在作物生态系统中包括自然环境和人为环境。自然环境系指气候、地文和生物。地文环境包括土壤的物理、化学性状及通过光、温、水、气的再分配而影响作物的间接的因素，如地形、地势、地貌

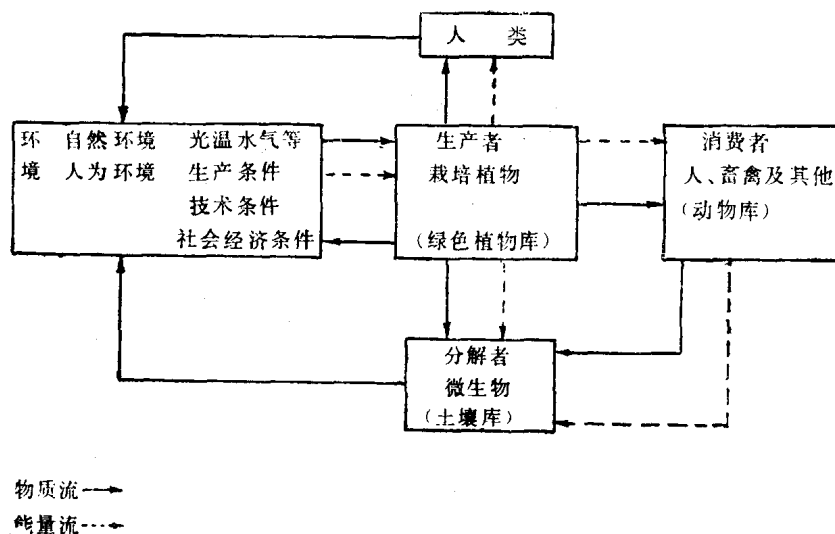


图1.2.1 作物生态系统构成示意图

等。生物因素包括微生物、病虫、杂草及其他有关动植物，还包括生物间的竞争与代谢产物。人为环境是指社会经济因素（包括人口密度、劳力、交通、市场价格）、生产条件（灌溉、施肥水平、病虫害防治能力）和技术条件等。人类是作物生态系统的主宰者，人的劳动和智慧能在很大程度上控制、调节或改善这个系统的能量转化和物质循环，促使作物与环境

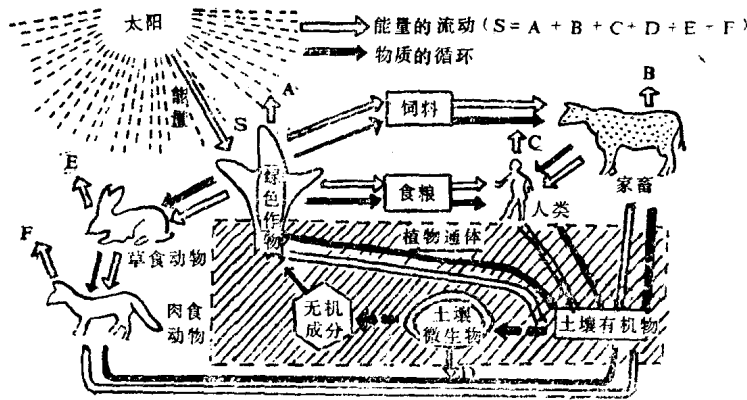
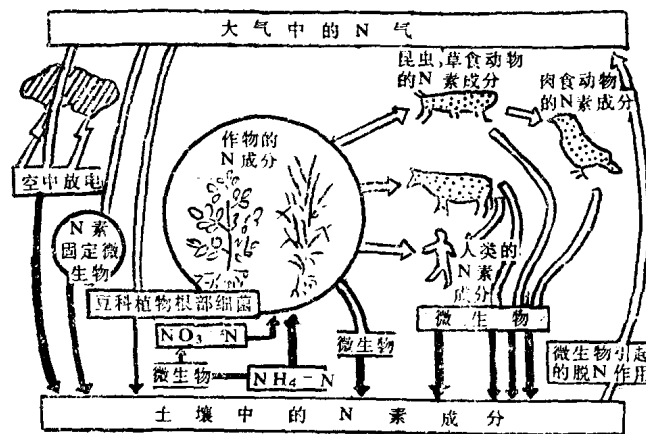
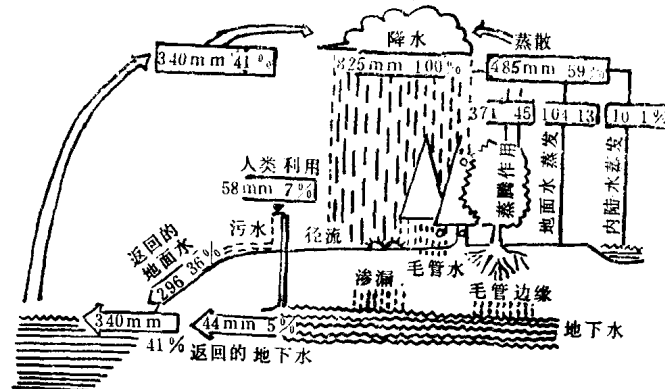


图1.2.2 作物生态系统中的能量流和物质循环 (据川田信一郎, 1982)



a. 氮循环 (据川田信一郎, 1982)



b. 水循环 (据Smita R.L., 1976)

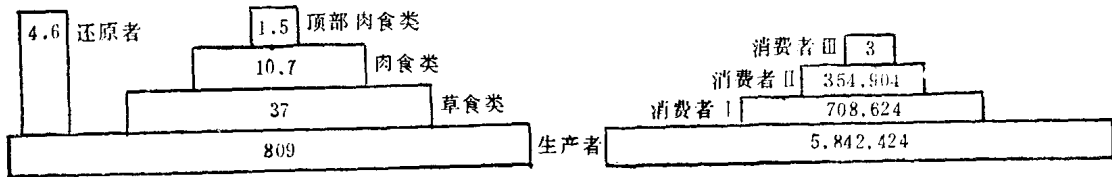
图1.2,3 物质循环

相吻合，使之更符合人类的需要。图 1.2.1 为作物生态系统构成示意图。

能量转化与物质循环，也是作物生态系统的基本规律，通过流、库和循环进行。太阳能、水和物质元素不断处于被吸收、固定、转化循环的运动状态，称之为“流”。在运动过程中被暂时吸收、固定、贮存的单位叫“库”。如作物库的固定、贮存的能力不仅决定于作物本身的特性，而且决定于循环。流、库和循环，是相互依存、密切不可分的。它们形成了作物生态系统的特征，也决定着作物系统的生产力。作物生态系统中能量释放是单向的流动，而物质流动是循环的（图1.2.2、图1.2.3）。

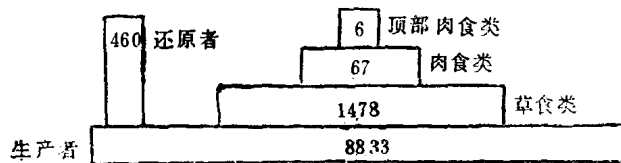
在作物生态系统内，通过食物能的传递，把人、畜禽、作物联成一个序列，称之为食物链。食物链是作物生态系统中生物之间的主要联系方式，是物质、能量的主要运转途径。食物链有捕食食物链和腐烂食物链等。捕食食物链即：作物→食籽粒、青干秸、饼类的畜禽→食作物及畜禽的人类。腐烂食物链即：活作物→枯枝落叶死根→微生物。

由于能量的转化服从于两个基本规律：热力学第一定律（能量守恒定律）和热力学第二定律（能量散逸定律），能量流动是有方向性的，流动中因有呼吸、排泄而有能量散逸，因而出现了生态系统金字塔（图1.2.4）。



a. 生物量金字塔 (g/m²)
(据Odum H.T., 1957)

b. 三级消费者营养级金字塔 (个体数/面积)
(据McNaughton S.J., 1973)



c. 生产力金字塔[kcal/(m²)]
(据Odum H.T., 1951)

图1.2.4 生态系统金字塔
(图中, 1cal=4.1868J, 下同)

作物生态学研究的主要内容是：

(1) 研究作物与环境的关系，如作物与气候，作物与土壤，作物与其他生物以及作物与环境综合作用的关系，以及作物与环境间能量转化和物质循环的规律；

(2) 研究作物的生态特性对环境的反应，如生产力（含产量与品质）形成，形态形成；

(3) 研究作物的生态适应性，特别是季节适应性规律及应用；

(4) 保护作物生产的环境资源的途径。

二、作物生态学研究的目的与任务

作物生态学研究的目的为了因地制宜的提高作物生产力和资源利用率，保护作物生存

的环境，也就是提高作物的产量和品质，提高作物生态系统中能量转化和物质循环的效率，以达到高产、稳产、优质、低耗、高效的机理与措施，即建立不同生态区作物—环境—措施的最佳模式。

作物生态学的任务是：针对农业发展的问題，从生态学观点出发，用平行分析的基本方法研究环境对作物生产的适宜度，并提出发展方向和对策。

(1) 确定不同环境下作物(品种)生产力的形成特点，为因地制宜的采取提高生产力的措施提供依据。

(2) 确定品种的生态适应性，为因地制宜的确定育种方向提供依据。

(3) 确定不同作物组合——间套复种的生态适应性，为合理的种植制度提供依据。

(4) 确定作物(品种)适应环境的范围和程度、适宜的种植地区、种植季节，为促进大范围(省、全国)土地合理利用、农业生产专业化、商品基地的建立及合理的生产结构与作物布局提供依据。

(5) 开发作物资源。作物是农业的最基本的资源之一，某种类或品种的选育、引进、培育对农业的发展甚为重要。尤其是利用最佳环境条件发展特色作物(品种)，如热带作物：药材、香料，以及饲料作物、草类等。并应重视新培育的高油、高赖氨酸、粒饲兼用的玉米品种如何因地制宜的发挥其优质效果。

(6) 作物生态学的基础研究，确定不同生态区不同作物种植类型、光合、蒸腾的特点、作物生长率、作物生产力及有关参数。