

作物栽培学

许昌惠
李万九 编
王维金

华中农学院农学系作物栽培学

一九八二年九月

前 言

本书是为我院植保、土化、农经等专业编写的作物栽培学课程的教材。全书共包括绪论、麻类作物概述和水稻、小麦、玉米、甘薯、大豆、棉花、苧麻、油菜八种作物，叙述了各种作物的栽培理论与技术。

本书主要是根据全国高等农业院校农学专业试用教材《作物栽培学》（南方本）加以精简和删减，编写而成。由于时间仓促，难免存在不少缺点和错误，希望各位老师在使用过程中提出宝贵意见，以便再版时补充修改。

目 录

绪 论

第一节 作物与作物栽培学	1
一、作物的概念和分类	1
二、作物栽培学的性质、任务与学习方法	2
第二节 农业生产的分析	2
一、农业生产的三个基本环节	2
二、农业生产的实质和特点	4
三、作物的高产稳产是各项生活因素综合作用的结果	5
第三节 作物产量和生产潜力	6
一、作物产量	6
二、作物生产潜力及提高作物产量的途径	8
第四节 建立合理的耕作制度	9
一、耕作制度的含义及其在农业生产上的重要意义	9
二、用地与养地相结合是建立合理耕作制度的基本原则	9
三、种植制度是耕作制度的中心环节	11
四、建立精耕细作与少耕、免耕相结合的土壤耕作制	18
五、建立综合防除杂草的现代化技术体系	21
六、耕作制度的改革和发展	22

第 一 章 水 稻

第一节 概述	27
一、水稻生产在国民经济中的地位	27
二、水稻生产概况	27
三、我国水稻分布与区划	29
第二节 稻种的起源、类型及演变	30
一、栽培稻种的起源	30
二、我国栽培稻种的起源	30

三、栽培品种的形成及其发展·····	32
第三节 水稻栽培的生物学基础 ·····	33
一、水稻的生长和发育·····	33
二、水稻产量形成过程及增产潜力·····	48
三、水稻品种生育期变化规律及其在生产上的应用·····	50
第四节 水稻高产的土、肥、水条件 ·····	54
一、水稻高产的土壤·····	54
二、水稻需肥特性和施肥原则·····	57
三、水稻需水特性和灌溉原则·····	59
第五节 栽培技术 ·····	60
一、培育壮秧·····	60
二、合理密植与移栽·····	70
三、返青分蘖期的田间管理·····	73
四、拔节、长穗期的田间管理·····	79
五、抽穗、结实期的田间管理·····	81
第六节 杂交水稻 ·····	83
一、水稻杂种优势及水稻“三系”的基本知识·····	83
二、杂交水稻制种和不育系的繁殖技术·····	88
三、杂交水稻栽培技术·····	93

第二章 小麦

第一节 概述 ·····	97
一、小麦在国民经济中的意义·····	97
二、小麦的分布与生产概况·····	97
第二节 小麦的种和变种 ·····	98
一、小麦的种·····	98
二、我国小麦的变种·····	98
第三节 小麦栽培的生物学基础 ·····	99
一、小麦的阶段发育·····	99
二、发芽和出苗·····	100
三、分蘖·····	101
四、茎的生长·····	103
五、穗的形成·····	104
六、抽穗开花结实·····	107

第四节 小麦栽培技术	109
一、整地.....	109
二、施肥.....	110
三、选用良种.....	113
四、合理密植.....	113
五、播种.....	115
六、田间管理.....	117
七、收获与贮藏.....	122

第三章 玉米

第一节 概述	124
一、玉米在国民经济中的意义.....	124
二、玉米的起源及分布.....	125
第二节 玉米栽培的生物学基础	125
一、玉米的类型.....	125
二、玉米的生长发育.....	126
第三节 玉米栽培技术	134
一、玉米的轮、间、套作.....	134
二、深耕与整地.....	134
三、施肥.....	135
四、播种.....	136
五、合理密植.....	137
六、田间管理.....	138
七、收获与贮藏.....	141

第四章 大豆

第一节 概述	142
一、大豆在国民经济中的重要意义.....	142
二、生产情况.....	142
三、大豆的起源及分布.....	143
第二节 大豆生长发育特性	143
一、大豆的生长发育过程.....	143
二、大豆的光周期特性.....	147
第三节 大豆栽培技术	148

一、合理轮作.....	148
二、适时播种, 合理密植.....	148
三、施肥.....	149
四、灌溉.....	151
五、田间管理.....	152

第五章 甘薯

第一节 概述	153
一、甘薯在国民经济中的意义.....	153
二、甘薯的分布与生产概况.....	154
第二节 甘薯栽培的生物学基础	154
一、形态特征.....	154
二、块根的形成与膨大.....	156
第三节 甘薯的繁殖特性与育苗	159
一、甘薯的繁殖特性.....	159
二、薯块育苗.....	159
第四节 甘薯栽培技术	163
一、选用良种.....	163
二、深耕和垅作.....	164
三、施肥.....	164
四、合理密植.....	165
五、栽插.....	166
六、田间管理.....	167
七、收获.....	169

第六章 棉花

第一节 概述	170
一、发展棉花生产的重要意义.....	170
二、棉花生产概况.....	170
三、我国棉区的概况.....	171
第二节 棉花栽培的生物学基础	172
一、我国棉花的主要栽培种.....	172
二、棉花的生育期.....	173

三、棉花的形态与生长发育	174
四、棉花的蕾铃脱落	187
五、棉花生长发育对外界条件的要求	190
六、棉花产量的构成	193
第三节 棉花的栽培技术	195
一、棉田耕作制	195
二、整地与施基肥	198
三、合理密植	199
四、播种与育苗移栽	201
五、田间管理	207
六、棉花高密度栽培	217

第七章 麻类作物概述

一、我国麻类作物的种类及其在国民经济中的意义	220
二、麻类作物在我国的分布和生产概况	220
三、麻类纤维的特性	221
四、麻类作物的栽培特点	221
五、麻类作物的初步加工	222

第八章 苧麻

第一节 概述	223
一、苧麻生产的国民经济意义	223
二、苧麻的栽培简史、分布和生产概况	223
第二节 苧麻栽培的生物学基础	223
一、苧麻的形态	224
二、苧麻的类型和品种	226
三、苧麻的生长发育及其对环境条件的要求	226
第三节 苧麻的栽培技术	230
一、苧麻的繁殖法	230
二、新麻园的建立、栽培和管理	231
三、常年麻田管理	232

第九章 油菜

第一节 概述	237
---------------	------------

一、发展油菜生产的意义	237
二、国内外油菜生产概况	237
三、我国油菜产区的划分	238
第二节 油菜栽培的生物学基础	238
一、油菜的类型及品种选用	238
二、生育过程	240
三、油菜的形态与生长发育	241
四、温、光效应	247
五、产量的形成	248
第三节 育苗移栽与直播	250
一、育苗移栽的意义	250
二、壮苗的特征	250
三、育苗技术	251
四、整地和移栽	253
五、直播的栽培技术	254
第四节 本田栽培技术	255
一、油菜对肥料的要求与施肥	255
二、对水的要求与灌排水	259
三、合理密植	260
四、田间管理的其他措施	262
五、收获与留种	263
第五节 春油菜的栽培技术	264
一、春油菜的生育特点	264
二、春油菜栽培技术要点	264
三、春油菜的选种	264
四、春油菜的播种	264
五、春油菜的田间管理	264
六、春油菜的收获与留种	264
七、春油菜的病虫害防治	264
八、春油菜的产量形成	264
九、春油菜的栽培技术要点	264
十、春油菜的栽培技术要点	264
十一、春油菜的栽培技术要点	264
十二、春油菜的栽培技术要点	264
十三、春油菜的栽培技术要点	264
十四、春油菜的栽培技术要点	264
十五、春油菜的栽培技术要点	264
十六、春油菜的栽培技术要点	264
十七、春油菜的栽培技术要点	264
十八、春油菜的栽培技术要点	264
十九、春油菜的栽培技术要点	264
二十、春油菜的栽培技术要点	264
二十一、春油菜的栽培技术要点	264
二十二、春油菜的栽培技术要点	264
二十三、春油菜的栽培技术要点	264
二十四、春油菜的栽培技术要点	264
二十五、春油菜的栽培技术要点	264
二十六、春油菜的栽培技术要点	264
二十七、春油菜的栽培技术要点	264
二十八、春油菜的栽培技术要点	264
二十九、春油菜的栽培技术要点	264
三十、春油菜的栽培技术要点	264
三十一、春油菜的栽培技术要点	264
三十二、春油菜的栽培技术要点	264
三十三、春油菜的栽培技术要点	264
三十四、春油菜的栽培技术要点	264
三十五、春油菜的栽培技术要点	264
三十六、春油菜的栽培技术要点	264
三十七、春油菜的栽培技术要点	264
三十八、春油菜的栽培技术要点	264
三十九、春油菜的栽培技术要点	264
四十、春油菜的栽培技术要点	264
四十一、春油菜的栽培技术要点	264
四十二、春油菜的栽培技术要点	264
四十三、春油菜的栽培技术要点	264
四十四、春油菜的栽培技术要点	264
四十五、春油菜的栽培技术要点	264
四十六、春油菜的栽培技术要点	264
四十七、春油菜的栽培技术要点	264
四十八、春油菜的栽培技术要点	264
四十九、春油菜的栽培技术要点	264
五十、春油菜的栽培技术要点	264
五十一、春油菜的栽培技术要点	264
五十二、春油菜的栽培技术要点	264
五十三、春油菜的栽培技术要点	264
五十四、春油菜的栽培技术要点	264
五十五、春油菜的栽培技术要点	264
五十六、春油菜的栽培技术要点	264
五十七、春油菜的栽培技术要点	264
五十八、春油菜的栽培技术要点	264
五十九、春油菜的栽培技术要点	264
六十、春油菜的栽培技术要点	264
六十一、春油菜的栽培技术要点	264
六十二、春油菜的栽培技术要点	264
六十三、春油菜的栽培技术要点	264
六十四、春油菜的栽培技术要点	264
六十五、春油菜的栽培技术要点	264
六十六、春油菜的栽培技术要点	264
六十七、春油菜的栽培技术要点	264
六十八、春油菜的栽培技术要点	264
六十九、春油菜的栽培技术要点	264
七十、春油菜的栽培技术要点	264
七十一、春油菜的栽培技术要点	264
七十二、春油菜的栽培技术要点	264
七十三、春油菜的栽培技术要点	264
七十四、春油菜的栽培技术要点	264
七十五、春油菜的栽培技术要点	264
七十六、春油菜的栽培技术要点	264
七十七、春油菜的栽培技术要点	264
七十八、春油菜的栽培技术要点	264
七十九、春油菜的栽培技术要点	264
八十、春油菜的栽培技术要点	264
八十一、春油菜的栽培技术要点	264
八十二、春油菜的栽培技术要点	264
八十三、春油菜的栽培技术要点	264
八十四、春油菜的栽培技术要点	264
八十五、春油菜的栽培技术要点	264
八十六、春油菜的栽培技术要点	264
八十七、春油菜的栽培技术要点	264
八十八、春油菜的栽培技术要点	264
八十九、春油菜的栽培技术要点	264
九十、春油菜的栽培技术要点	264
九十一、春油菜的栽培技术要点	264
九十二、春油菜的栽培技术要点	264
九十三、春油菜的栽培技术要点	264
九十四、春油菜的栽培技术要点	264
九十五、春油菜的栽培技术要点	264
九十六、春油菜的栽培技术要点	264
九十七、春油菜的栽培技术要点	264
九十八、春油菜的栽培技术要点	264
九十九、春油菜的栽培技术要点	264
一百、春油菜的栽培技术要点	264

绪 论

第一节 作物与作物栽培学

一、作物的概念和分类

(一) 作物的概念 凡是有利于人类而由人工栽培的植物，都称为作物。地球上记载的30余万种植物中，被人类利用的大约有2500种，其中约有1500种是栽培植物。作物栽培学的主要研究对象，是粮、棉、油、麻、糖、烟等粮食作物和工业原料作物，也称农作物或大田作物，群众称做庄稼。

我国常见的农作物有50多种。每种作物，由于人类长期培育和选择，品种非常繁多。为了便于比较、研究和利用，可分成若干类别。

(二) 作物的分类 作物的分类方法很多，在作物栽培学中，常用的分类法有如下几种：

1. 按用途和植物学系统相结合的分类法 一般分成三大部分八大类：

(1) 粮食作物

① 禾谷类作物：属禾本科。主要作物有稻、小麦、大麦、燕麦、黑麦、玉米、高粱、粟、黍（稷）、薏苡等。蓼科的荞麦，习惯上也包括在内。

② 豆菽类作物：属豆科。主要作物有大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、饭豆、小豆等。

③ 薯类作物（或称根茎类作物）：主要作物有甘薯、马铃薯、木薯、蕉藕、豆薯、山药（薯蓣）、芋、菊芋等。

(2) 工业原料作物

① 纤维类作物：主要作物有棉花、黄麻、红麻、大麻、苧麻、亚麻、苘麻、剑麻、蕉麻等。

② 油料作物：主要作物有油菜、花生、芝麻、向日葵、蓖麻等。

③ 糖料作物：主要作物有甘蔗、糖甜菜。

④ 嗜好类作物：主要作物有烟草、茶叶、咖啡等。

(3) 绿肥及饲料作物

绿肥及饲料：主要作物有苕子、紫云英、黄花苜蓿、草木樨、怪麻、田菁、紫穗槐、绿萍、水花生、水葫芦、水浮莲等。

2. 根据作物生理生态特性分类：

(1) 按照作物对温度条件的要求，可分为喜温作物和耐寒作物。喜温作物在全生育期中需要的温度和积温都较高，其生长发育的最低温度约为 10°C ，如棉花、水稻、玉米、高粱、烟草、花生、甘蔗、苧麻等；耐寒作物全生育期需要的温度和积温比较低，其生长发育

的最低温度约为 5°C ，如小麦、大麦、黑麦、燕麦、油菜等。

(2)按作物对光周期的反应，可分为长日照作物、短日照作物和中性作物。凡适宜在白昼长、黑暗短的条件下通过光照发育阶段的，称为长日照作物。如小麦、大麦、油菜等；凡适宜在较短的白昼、较长的黑暗条件下通过光照发育阶段的，称为短日照作物。如水稻、玉米、棉、麻、烟草等；中性作物对光照长度没有严格要求。如豌豆、荞麦等。

(3)根据作物对二氧化碳同化途径的特点，分为四碳植物和三碳植物。四碳植物光合作用最先形成的中间产物是带四个碳原子的草酰乙酸等双羧酸。其光合作用的二氧化碳补偿点低，光呼吸作用也低，在强光高温下光合作用能力比三碳植物高出一倍以上。如玉米、高粱、甘蔗等。三碳植物光合作用最先形成的中间产物是带三个碳原子的磷酸甘油酸。其光合作用的二氧化碳补偿点高，光呼吸作用也高。如水稻、麦类、大豆、棉花、烟草等。

此外，有根据作物播种期不同，分成春(夏)播作物和秋(冬)播作物；以收获期不同分为夏熟作物和秋熟作物等(附作物中名、学名、英文一览表。见附页)。

二、作物栽培学的性质、任务与学习方法

作物栽培是农业生产最主要的部门，对国民经济和人民生活具有极其重要的意义。

作物栽培学是研究作物生长发育规律及其与外界环境条件的关系，以及探讨作物高产、优质、高效率、低成本生产的理论和措施的一门技术科学。

学习和研究这门学科时，必须注意以下几点：

1.作物栽培学是为发展社会主义农业服务的，因此必须认真学习和了解党对发展农业的各项方针、政策。

2.作物栽培学研究的对象是活的有机体，作物的生长发育规律、环境条件的变化规律以及作物生育和环境条件关系的规律，都是客观存在的。因此，在总结和推广生产经验、采取重要措施时，必须以辩证唯物主义的观点和方法作指导，注意地区性、季节性和条件性(包括自然条件和经济条件)，从客观实际出发，因地制宜，灵活运用，不可主观片面，生搬硬套。

3.作物栽培学是一门实践性很强的科学，它直接用于指导实践，为生产服务。因此，学习作物栽培学要有严谨的科学态度和理论联系实际、实事求是的作风。

4.作物栽培学是一门综合性的应用科学，它必须以多种学科作为基础。因此，必须学好各门基础学科，为学好作物栽培学打下坚实的基础，才能掌握现代化农业技术，为实现农业现代化作出贡献。

第二节 农业生产的分析

一、农业生产的三个基本环节

广义的农业生产包括农、林、牧、副、渔五业。用生态系统的观点来看，农业生产是由植物生产、动物生产和培养地力三个密切联系、不可分割的基本环节所组成的。

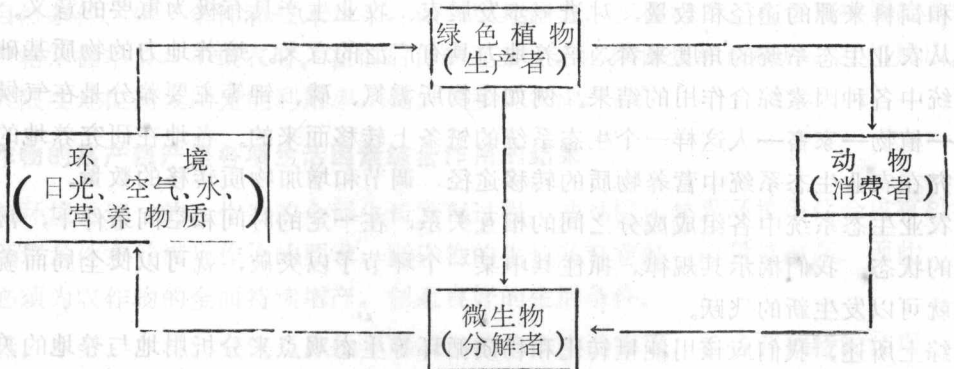
植物生产是农业生产的第一个基本环节。植物生产是人类与其他生物生活必不可少的有机物质的“原始”创造者，也是太阳能的最初“转化者”。绿色植物通过光合作用合成有机物质，从而把太阳能转化为有机物质中的化学潜能贮存起来，供给其他生物以食物和能量。

这些有机物质经过人类和动物食用、消化，又把其中储存的化学潜能转化为热能，维持体温，推进全部生命活动。可以说一切农产品都是人类生命活动所需要能量的直接或间接来源。所以，植物生产是农业生产中的基础生产，又称第一次生产（亦即第一性生产）。它是目前尚不能为任何其他生产部门所代替的生产。如果没有绿色植物这一基本生产，地球上一切生命活动终将停止。为此，植物生产要力争最大限度地利用太阳光能，以制造更多的农产品，贮存更多的太阳能。

动物生产是农业生产的第二个基本环节。动物不能直接利用太阳光能制造有机物质，为自己的生命活动提供能量，必须以其他生物（植物及赖以食物的其他生物）为食物，是第二次生产（亦即第二性生产）。作物种植业生产的产品，可以直接为人类所利用的（如果实、种子等）约占四分之一，不能利用的（如根、茎、叶、壳等）约占四分之三，有效利用率不过25%。畜牧业能把人类废弃的及不能直接利用的植物性产品，转变为对人类具有更大价值的肉类、乳类、蛋类、脂肪和皮、毛等畜产品，并为作物种植业提供大量的有机肥料和畜力。当然要发展畜牧业生产，除了充分利用作物种植业生产的副产品外，还必须建立巩固的饲料基地。

地力培养（即微生物的分解与合成）是农业生产的第三个基本环节。人、畜的粪便和动植物的残体，还需要依靠以此为食物的微生物的分解，使复杂的有机物质转化为较简单的无机物质，归还到农业环境中去，才能再度供给绿色植物利用。如果没有这种微生物的分解过程，土壤中的植物养分最终会全部成为植物不能直接利用的复杂的有机物质，作物种植业生产也将全部停顿，整个农业生产也就不能再进行了。有机物质的分解过程，也就是地力培养（即土壤肥力不断提高）的过程。

由此可见，植物生产、动物生产和培养地力三个农业生产的基本环节，是相互依存、相互促进的。安排合理耕作制度，必须正确处理这三个基本环节之间的关系，使用于养地的物



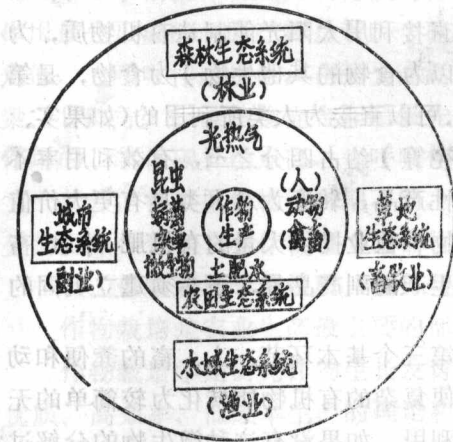
农业生态系统中的能量转化和物质循环

质可以不断地增多。从而在不断培肥地力的同时，不断提高作物产量。在保证农作物全面持续增产的基础上，人们就可以不断地得到更多的产品和能量。

对农业生产的三个基本环节毛泽东同志早就指出：“没有畜牧业的经济是一种不完整的国民经济”农、牧业比重是农业现代化的一个重要标志。世界各国1970年的农、牧比重，中国为83.5：16.5，美国为40：60，加拿大为35：65。因此，我们要迅速发展畜牧业，才能赶上世界农业的先进水平。

自然界是一个复杂的整体，在这一整体中，就某一特定的局部来说，都是各种各样的生

态系统。森林、草地、农田、水域、城市等等都各具有不同的环境条件和生物群体，形成了森林生态系统、草地生态系统、农田生态系统、水域生态系统、城市生态系统等等，都具有各自的能量转化和物质循环的特点和规律。但彼此又是紧密联系、互相影响、互相制约、互相促进的。这五种生态系统组成了农业生态系统，而以农业生态系统的作物生产为中心，其余各项生产都围绕这个中心（见下图）。



农业生态系统（以作物生产为中心，包括农、林、牧、副、渔五业）

在农业生态系统中，农、牧业之间的物质循环存在着供求关系、连锁关系与限制关系。供求关系即饲料与肥料的关系，农业为牧业提供饲料，牧业为农业提供肥料。饲料与肥料是农牧业互相发展所必需的营养物质，彼此提供，互相依赖，这是农、牧必须结合的基础。所谓连锁关系，即饲料增多，牧业增产；肥料增多，农业增产，亦即一方增产可以引起双方增产，一次增产可以引起多次持续增产，成为连锁反应。因此，农业与牧业之间，任何一方的有效增产措施，可使其发挥人类对物质与能量需要的最大增产效果。所谓限制关系，也可以说是部分消耗关系，即畜禽从饲料中获得的物质和能量，在其代谢活动中要消耗一部分和以畜产品的形式供给人类一部分，而不能全部返还给农业。农业从牧业中得来的肥料，在形成农产品以后，也不能全部做饲料返还给牧业，有相当大的一部分供给人类。所以，农、牧业在物质与能量上都有着部分消耗，限制了对方的发展。为了农业与牧业都得到发展，平衡上升，就必须探索牧业以外的肥料来源补充农业，和农业以外的饲料来源补充牧业。研究扩大肥料和饲料来源的途径和数量，对进一步发展农、牧业生产具有极为重要的意义。

从农业生态系统的角度来看，培养地力具有广泛的意义。培养地力的物质基础是农业生态系统中各种因素综合作用的结果。例如作物所需氮、磷、钾等主要养分是在气候—土壤—肥料—植物—家畜—人这样一个生态系统的链条上转移而来的。各地在研究养地的途径时，应研究在农业生态系统中营养物质的转移途径，调节和增加物质转移的数量。

农业生态系统中各组成成分之间的相互关系，在一定的时间和空间条件下，常形成相对稳定的状态。我们揭示其规律，抓住其中某一个环节予以突破，就可以使全局面貌发生变化，就可以发生新的飞跃。

综上所述，我们应该用能量转化和物质循环等生态观点来分析用地与养地的关系，建立合理的耕作制度。

二、农业生产的实质和特点

由上述可知，农产品的生产过程就是绿色植物、动物和土壤微生物的生长发育过程，也就是日光能的转化过程。农业生产实质上是一种吸收、转化和贮藏太阳光能的生产。恩格斯早在1882年指出：“植物是太阳光能的伟大吸收者，也是已经改变了形态的太阳光能的贮藏者。”“只有农业才能靠劳动来积聚能量。”

农业生产具有以下特点：

地域性是农业生产的首要特点。由于农作物制造产品必须吸收太阳光能，就不得不把它们分布在广大的土地上来进行生产。也就是说，为了充分用光，必须充分用地。通过充分用地做到充分用光。但由于不同地区的纬度、地形、地势、气候、土壤、水利等自然条件不同，再加上社会经济、生产条件、作物种类和技术水平的差异，就构成了农业生产的地域性。因此，必须通过科学实验和调查研究，根据当地当时的具体条件，因地制宜地进行生产。既要适应自然、利用自然，又要充分发挥人的主观能动作用，积极改造自然，促使农业生产的不断发展。

季节性是农业生产的第二个特点。不同季节的光、热状况不同，农作物的生长发育就和季节间光、温变化，雨水多少有紧密的联系。由于农业生产活动主要是在露天进行的，加上生产周期比较长，不可避免地会受着季节变化的强烈影响。因此，要获得季季丰收，全年增产，必须掌握农时季节，根据作物和品种特性，做到适时播种、及时管、收。特别是在我国南方复种指数较高的地区，各季作物对耕、种、管、收等农活的季节性要求更为强烈。误了农时，就要减产，甚至颗粒无收。我国南方地区的许多高产单位在安排耕作制度时，总是通过品种搭配、间作套种、育秧移栽等办法千方百计地解决前后茬口的季节矛盾。

生产的连续性是农业生产的又一特点。农业生产的这一个生产周期（例如一年中的一个复种周期，或几年的一个轮作周期）同下一个生产周期，上一茬作物同下一茬作物都是紧密相连，不能中断，互相影响，互相制约的。农业生产的这种连续性要求人们在从事农业生产活动时，不仅要考虑到这一生产周期的效果，同时也要考虑到下一生产周期的效果。不仅要获得季季丰收，而且要争取年年高产。因此在安排农业生产时，要有全面的和长远的观点，从当季着手，从全年着眼，做到前季为后季，季季为全年，今年为明年，才能获得农作物的全面持续增产和最大的经济效果。

由于农业生产有上述三个特点，在我国南方地区改革耕作制度，提高复种指数，更要根据各地的自然条件、生产条件和技术水平，做到因地制宜，积极稳妥。在各项措施的具体安排上，要严格掌握季节，不误农时。在前后作的连接上，必须做到瞻前顾后，互相照应。这样才能最大限度地提高太阳光能利用率，提供更多的农副产品。

三、作物的高产稳产是各项生活因素综合作用的结果

作物与环境是统一的。作物的全部生长发育过程，就是同化外界环境条件合成有机物质的过程。环境条件愈能满足作物的要求，则作物的生长发育愈好，产量就愈高。因此，在农业生产上必须为农作物的全面持续增产，创造良好的生活条件。

光、热、水分、养料、空气是作物不可缺少的基本生活因素，都各有独特的作用。它们在作物生理上的功能都是同等重要、不能相互代替的，这是农业生产上的一条基本规律。例如，作物需要大量的水分（约占作物组成的70—95%以上）和微量的铁（只占作物组成的0.0004%），但两者是同等重要的。没有水植物会干死，没有铁叶绿素不能形成。光不能代替热，水不能代替铁，钠不能代替钾。但是，各种生活因素在作物生长和产量形成的作用上，是相互依赖、相互制约的。如生产上施肥可增产，施肥又浇水则增产作用更大。相反，虽光照充足，水、热适宜，但只要缺氮，那么，光、热、气、水将不能发挥它们应有的作用。因此，各种生活因素是紧密联系的，只有全部生活因素同时具备和适当配合，才能最有利于农作物的生长发育，获得丰产。如果缺乏某一因素，就会降低其他生活因素的作用。

由于生活因素间具有相互依赖、相互制约的关系，所以，一个因素的变化，其它因素也往往随之变化，以至引起整个生活因素总体的配合都发生变化。但是，作物是一个有机体，对环境条件有一定的适应能力，表现为在一定范围内生活因素间存在互相补充和调剂的作用。例如，小麦越冬前施肥可增强其抗寒力，补偿了温度不足的作用。但如果超过作物的这种适应性，由于因素不可代替，就会导致产量显著下降。

必须指出：生理学上的同等重要性，不能与生产上各生活因素的相对重要性等同起来。水和铁在生理上是同等重要的，但是在生产实践上要满足作物大量的水比满足微量的铁困难得多。此外，同等重要、不可代替的规律，并不限制发挥人的主观能动性。

由于作物的生活因素是同等重要、不可代替的，所以在参与综合作用时，某一因素数量的不足，其他因素即使再多也不能发挥其作用，即最少因素限制了其他因素的作用，称为“限制因素”或“限制因子”，作物产量乃是由限制因子所决定的。因此，在调节生活因素时，必须因地制宜地抓住主要矛盾和矛盾的主要方面，即要抓住增产的关键问题，把当时当地生产上的限制因素首先加以解决，才能保证充分发挥全部生活因素最大的增产效果。

由于生活因素的来源不同。性质各异，在生产上调节的方法也就不同。光和热来自太阳，称为宇宙因素；水分和养料一般通过土壤作为媒介影响作物，称为土壤因素；空气在地面上和土壤内都存在，性质介于宇宙因素与土壤因素之间。人类对宇宙因素如风、云、晴、雨和春、夏、秋、冬季节的变化，目前要在大面积上加以调节和控制是困难的，只有掌握其规律，设法充分有效地利用它们，适应他们。如采取选用良种、适时播种、育苗移栽、合理密植、间作种套、增加复种等办法，从而达到最大限度地利用太阳光、热。而对于土壤因素，既可有效地加以利用，又可通过精耕细作、正确施肥、合理灌排等措施来加以调节和控制。充分利用宇宙因素和土壤因素，加强农业生态系统中能量转移和物质循环，以发展作物生产，可以概括为“充分用地”这一概念。

作物生活因素的同等重要、不可代替、相互联系、相互制约的规律性告诉我们：农作物高产稳产是全部生活因素综合作用的结果。在生产实践上要获得农作物全面持续增产，必须采取综合的农业技术措施，从各方面为农作物创造有利条件，并注意各个生活因素的正确配合，经常地同时地满足各种作物对全部生活因素的要求。并且这一综合农业技术措施体系，既要满足每一季作物对生活因素的需要，又要满足每年每季各种作物的共同需要，还要适应不同地区的特点以保持生态系统的动态平衡。这是保证作物高产稳产的理论基础，也是建立合理耕作制度的依据。

第三节 作物产量和生产潜力

一、作物产量

获得高额产量和优良的产品品质，是人类栽培农作物的最终目的。所谓作物产量，包括两个概念：一是生物产量，是指作物在生育期间生产和积累有机物的总量，即整个植株（一般不包括根系）总干物质的收获量。组成作物躯体的全部干物质中，有机质占90—95%，矿物质占5—10%，可见有机物质的生产和积累，是形成产量的主要物质基础；二是经济产量（即一般所指的产量），是指栽培目的所需要的产品收获量。由于作物种类和栽培目的不同，它们被利用作为产品的部分也就不同。如禾谷类、豆类作物的产品是子实，薯类作物是

块根、块茎，棉花是种子的纤维，黄麻是韧皮纤维，甘蔗是茎秆，烟草、茶叶是叶片，绿肥作物是整个茎叶。当玉米作为粮食作物时，其产品是子实；作为饲料作物时，茎、叶、果穗的全部有机物，都包括在产品之内。可见，由于栽培目的不同，其经济产量所指的产品也就不一样。

作物的经济产量是生物产量的一部分。经济产量的形成，是以生物产量即有机物总量为物质基础。但是有了生物产量，究竟能获得多高的经济产量，还要看生物产量转化为经济产量的效率。这种转化效率称为经济系数（即作物的经济产量与生物产量之比）。经济系数越高，说明对有机物的利用越经济。薯类作物的经济系数为0.7—0.85，水稻、小麦为0.35—0.5，玉米为0.3，油菜为0.28左右，大豆为0.2。由此可以看出，不同作物的经济系数差异很大，这与我们所利用的经济器官及其化学成分有关。一般说，凡是以营养器官作为主要收获产品的作物（如薯类），形成主产品的过程比较简单，其经济系数常较高；凡是以生殖器官的部分作为主要收获产品的作物（如禾谷类、豆类等），其经济产量的形成，要经过有性器官的分化发育、开花、结实、灌浆、成熟等过程，有机物要经过复杂的转运过程，因而经济系数稍低。收获的主要产品的化学成分不同，其经济系数也不一样。产品以含碳水化合物为主的，在形成过程中需要的能量较少。而产品含蛋白质和脂肪较多的，在形成过程中必须由碳水化合物进一步转化，需要能量较多。因而大豆、油菜的经济系数都较稻麦为低。但是大豆、油菜、花生等单位重量所含能量却较高。

由上可知，作物的生物产量、经济产量和经济系数，三者间的关系十分密切。在作物正常生长的情况下，各个作物的经济系数是相对稳定的，因而生物产量高，经济产量一般也较高，所以提高生物产量是获得高产的基础。作物高产栽培的主要任务，就是综合运用各项农业技术，在作物生育前期，促进壮苗早发，建立起足够的营养体，为制造大量生物产量打好基础；生育中期要促进器官间健壮而协调的生长，以积累大量有机物质，并形成具有足够数量的储存产品的器官，生育后期要防止早衰，以保证有充足的有机物质向产品器官运转。也就是说，要获得作物高产，不仅要求同化产物多，运转能力强，而且要有与之相适应的储存产品的器官。

生产上一般有总产和单产的区别。总产量是指某种或某类作物在该生产单位内的全部经济产量而言。单产是指作物在单位面积上的经济产量而言（我国以“斤/亩”，公制以“公担/公顷”来表示）。作物的单位面积产量，是单株产量和单位面积上株数的乘积。作物的种类不同，其构成产量的因素也有所不同（见下表）。研究这些因素的形成过程和相互之间的关系以及影响这些条件的因素，并采取相应的农业技术措施，满足作物高产的生理需要，这是作物栽培学所要研究的重要内容之一。

谷类作物单位面积产量构成因素

作物名称	产量构成因素
禾谷类	穗数、每穗实粒数、粒重
豆类	株数、每株有效分枝数、每分枝荚数、每荚实粒数、粒重
薯类	株数、每株薯块数、单薯重
棉花	株数、每株有效铃数、每铃子棉重、衣分
油菜	株数、每株有效分枝数、每分枝角数、每角粒数、粒重
甘蔗	有效茎数、单茎重
烟草	株数、每株叶数、单叶重
绿肥	株数、单株重

二、作物生产潜力及提高作物产量的途径

作物生产可以认为是一个光能吸收、转化和贮藏的体系，也是农业生产中最基本的生产。光能是农业生产最原始的材料，光能利用率的高低，标志着作物生产水平的高低。因此，通过各种措施和途径，最大限度地利用太阳光能，不断提高光合作用效率，以形成尽可能多的有机物质，是挖掘作物生产潜力的重要手段。

根据对单位土地面积上作物群体最高光能利用率所作的理论推算，在自然条件下，作物可能达到的太阳光能最高利用率为12—20%，但目前我国耕地全年太阳光能平均利用率只达0.4%，仅及可能达到的太阳光能最高利用率的1/30—1/50。目前即使亩产量已达千斤的县市，其太阳光能利用率也只达2%，长江流域常年亩产3000斤以上的试验田块，利用率为5%，北京郊区亩产2000斤的田块，利用率为4%。由此可见，作物的生产潜力是十分巨大的。

据龙斯玉估算结果，若在气温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的时期内，全国太阳能利用率都达到2%的水平，则全国平均亩产将在1000斤以上（东北、西南地区为800—1000斤，华北、西北、华中和柴达木盆地为1000—1200斤，华南和藏南谷地为1200—1400斤）。若能把 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的时期内的太阳光能利用率提高到5.1%，则全国粮食平均单产将达到2500斤以上（东北、西南为1800—2500斤，华北、西北、华中和柴达木盆地为2500—3000斤，华南、南疆和藏南谷地为3000—3500斤）。而昆明附近、海南岛沿海和台湾省沿海地区，年单产可达4500斤左右。

因此，从提高光能利用率来提高单产的途径，可以分为改进作物因素和改进环境因素两个方面。具体应从以下几方面着手：

(1) 培育高光效的农作物品种。要求具有高光合能力，低呼吸消耗，光合机能保持较长时间，叶面积适应，株型、长相都有利于田间群体最大限度地利用光能的特点。

(2) 合理安排茬口，充分利用生长季节，采用间作套种、育苗移栽等措施，提高复种指数。在温度许可的范围内，使一年中有尽可能多的时间在耕地上有作物生长，特别在阳光最强的时期，使单位面积上有较大的绿色面积，以提高作物群体的光能利用率。

(3) 采用合理的栽培措施。如合理密植 保证田间有最适宜的作物群体，最大限度地利用光能；加强田间管理，正确运用肥、水，充分满足作物各生育阶段对外界环境的要求，使适宜的叶面积维持较长时间，促进光合产物的生产、积累和运转。

(4) 提高光合效率。如补施二氧化碳肥料, 人工补充光照, 抑制光呼吸等。

第四节 建立合理的耕作制度

一、耕作制度的含义及其在农业生产上的重要意义

耕作制度是根据一定的自然条件和社会经济条件, 种植农作物所采取的一套充分用地和积极养地相结合的农业技术措施体系(或称结构、制度)。在这个体系中, 以作物种植制度为中心, 配合土壤耕作制度、施肥制度、灌溉排水制度以及植物保护制度等环节。耕作制度通常以作物种植制度来命名。如稻田三熟制包括: 麦一稻一稻, 油一稻一稻, 肥一稻一稻等互相配合的不同复种方式及其相应的技术措施体系。

建立合理的耕作制度, 可以充分利用当地的自然资源和社会资源, 促进农业生产全面发展, 使土壤越种越肥, 产量越来越高, 以实现高产、稳产、高效率、低成本等要求。因此, 建立合理的耕作制度是农业生产特别是农作物生产上的一项战略性措施, 是农业生产总体设计的一个主要组成部分。

耕作制度是以某一地区或生产单位的全部耕地为对象, 根据当地当时的具体情况, 合理安排生产, 使所有耕地得到充分合理的利用与培养, 使所有作物能够获得全面持续增产, 达到丘丘高产, 季季高产, 年年高产的目的。正如群众所说: “总产靠合理改制, 单产靠因种栽培”。即: 改革耕作制度要着眼于增加总产; 改进栽培技术要做到因种栽培, 着眼于提高单产。实际上要在提高单产的基础上增加总产, 要在增加总产的前提下提高单产, 二者是紧密联系、不可分割的。

建立耕作制度要以农田基本建设为基础。水肥条件好, 复种程度可以提高; 水肥条件差, 复种程度会受影响。这说明改革耕作制度必须根据农田的水肥条件。目前, 我国各地农业生产经常受到旱涝威胁, 产量很不稳定。为了从根本上改变我国农业生产条件, 必须大搞农田基本建设, 以治水改土为中心, 实行山、水、林、田、路、旱、涝、碱、红、砂综合治理, 改良低产土壤, 建设旱涝保收、高产稳产农田, 为建立合理耕作制度创造条件。农业生产实践中, 一般是因田改制, 因制选种, 然后因田、因制、因种栽培。

任何一种合理的耕作制度, 都是在特定的自然条件下, 与一定的社会经济、生产条件和科学技术水平相适应的, 不是固定不变的。但改革耕作制度, 必须从实际出发制定实施计划, 才能发挥更大的增产作用。同时, 还要加强科学实验, 创造条件, 促进耕作制度向更高阶段发展, 用最经济有效的办法, 充分利用当地的气候、土壤资源和其它生产条件, 最大限度地提高单位面积内各种作物的总产量, 不断满足社会主义建设和人民生活的需要。

二、用地与养地相结合是建立合理耕作制度的基本原则

处理好用地与养地的关系, 把充分用地挖掘土地增产潜力与积极养地培养地力密切结合起来, 是建立合理耕作制度的基本原则。

(一) 土地是农业生产的主要手段 马克思说: “土地是我们的一切, 是我们生存的首要条件。”列宁说: “毫无疑问土地是农业生产的主要手段……”。作物的基本生活因素中, 水和养分主要是通过土地中的土壤来供应, 叫做土壤肥力因素。搞农业生产首先要解决土、肥、水的问题。这一问题解决得越好, 越能发挥其他措施的增产作用, 越能提高光能利