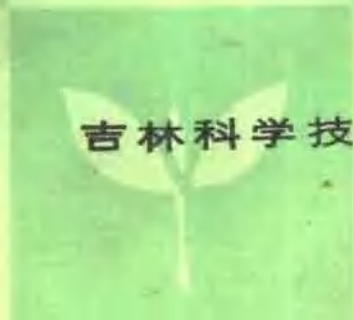


作物栽培学

(北方本)

吉林省教育委员会 主编

吉林科学技术出版社



全国农民中等专业学校试用教材

作物栽培学

(北方本)

吉林省教育委员会 主编

吉林科学技术出版社

主 审 梁国新
主 编 王宪仁 金虎男
编 者 王宪仁 (绪论、第七章)
全明道 (第一、二章)
朱庆升 (第三章)
金虎男 (第四章)
李奎植 (第五章)
全玉童 (第六章)
石 虹 (第八章、十章)
杜航柏 (第九、十一、十三章)
林治典 (第十二章)

全国农民中等专业学校试用教材

作物栽培学

(北方本)

吉林省教育委员会 主编

责任编辑 吴玉兰

※

吉林科学技术出版社出版 吉林省新华书店发行

镇赉县印刷厂印刷

※

787×1092毫米16开本 24.125印张 574,000字

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 1—9,000册

统一书号: 16376·64 定价: 3.30元

前 言

1984年教育部委托河南、湖南、湖北、广东、山东、四川、辽宁、吉林、黑龙江省教育、高教厅（局）和北京市成人教育局负责组织编写的农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的教材，共31种，除供全国农民中等专业（技术）学校使用外，也可作为同类专业中级技术人员培训班的课本，还可供农业中学、农村中级职业技术学校 and 普通高中及自学者选用。

我国农村正处在一个历史性的转变时期。农村经济开始向专业化、商品化、现代化转变，迫切需要培养各种专业技术人才和管理人才。目前全国已有农民中等专业（技术）学校和各类培训学校三千多所，随着农业经济的发展，各种农民职业技术学校还将会不断增多。这套教材就是为适应这一新形势的需要而编写的。

编写这套教材，以教育部颁发的全国农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的各科教学大纲为依据。教材的内容符合农民中等专业（技术）学校的办学方向及培养目标，与现行普通农业中等学校同类专业的教材基本保持同等水平。为使这套教材具有农民中等专业学校的特色，符合成人学习的特点，在编写时突出了理论联系实际，学以致用的原则，着重对具有实用与推广价值的专业基本理论和基础知识作了较为系统的阐述，并在此基础上，加强基本技能的训练，以增强学员在实际生产中分析问题和解决问题的能力。每章后面编有复习思考题，教材最后一般都附有实验、实习指导。为了配合教学，四川省教育厅根据三个专业的教学大纲绘制了一套教学挂图，可供选用。

我国地域辽阔，各地的生产条件和生产情况不相同，所以农学、果林专业课分南、北方两种版本，其余基础课、专业基础课和专业课教材为全国通用。希望各地、各单位在使用教材时，从实际出发，因地制宜，补充一些符合当地生产实用的科学技术知识。

编写全国农民中等专业学校教材，还是初次尝试，尚缺乏经验。各地在使用教材时，请及时提出批评和建议，以便今后修改完善。

全国农民中等专业学校

教材编写领导小组

目 录

绪 论	(1)
第一章 土壤耕作	(6)
第一节 土壤耕作的意义和任务	(6)
第二节 土壤耕作对土壤主要性状的调节	(7)
第三节 传统的土壤耕作——耕翻法	(11)
第四节 垄作耕法	(16)
第五节 深松耕法和免耕法	(17)
第二章 作物种植制度	(20)
第一节 作物布局	(20)
第二节 轮作换茬	(23)
第三节 复种、间作与套种	(27)
第三章 小麦	(32)
第一节 概述	(32)
第二节 栽培的生物学基础	(37)
第三节 小麦栽培技术	(59)
第四章 玉米	(86)
第一节 概述	(86)
第二节 类型与品种	(87)
第三节 栽培的生物学基础	(89)
第四节 栽培技术	(105)
第五节 玉米空秆与倒伏	(117)
第五章 水稻	(120)
第一节 概述	(120)
第二节 栽培稻类型与品种	(121)
第三节 水稻的生长发育	(125)
第四节 栽培技术	(142)
第五节 水稻直播和地膜旱种栽培	(163)
第六章 谷子	(169)
第一节 概述	(169)
第二节 栽培的生物学基础	(170)
第三节 谷子的栽培技术	(176)
第四节 夏谷和育苗移栽的栽培技术要点	(184)
第七章 高粱	(186)
第一节 概述	(186)
第二节 栽培的生物学基础	(188)

第三节 栽培技术·····	(195)
第八章 甘薯·····	(202)
第一节 概述·····	(202)
第二节 栽培的生物学基础·····	(203)
第三节 甘薯的栽培技术·····	(207)
第四节 收获与贮藏·····	(216)
第九章 马铃薯·····	(222)
第一节 概述·····	(222)
第二节 栽培的生物学基础·····	(223)
第三节 栽培技术·····	(228)
第十章 棉花·····	(245)
第一节 概述·····	(245)
第二节 栽培的生物学基础·····	(247)
第三节 棉花栽培技术·····	(259)
第四节 棉花蕾铃脱落及防止途径·····	(270)
第五节 棉花地膜覆盖栽培技术·····	(272)
第十一章 大豆·····	(275)
第一节 概述·····	(275)
第二节 栽培的生物学基础·····	(277)
第三节 栽培技术·····	(284)
第十二章 花生·····	(303)
第一节 概述·····	(303)
第二节 栽培的生物学基础·····	(304)
第三节 栽培技术·····	(310)
第四节 花生地膜覆盖栽培·····	(317)
第十三章 甜菜·····	(319)
第一节 概述·····	(319)
第二节 栽培的生物学基础·····	(320)
第三节 原料根的栽培技术·····	(327)
第四节 收获·····	(335)
第五节 良种繁育技术·····	(338)
附：实验实习指导·····	(345)
实验一 耕地质量检查·····	(345)
实验二 种植制度调查·····	(347)
实验三 小麦基本苗与出苗率的调查·····	(347)
实验四 小麦分蘖期营养器官的观察·····	(348)
实验五 小麦分蘖消长规律的调查·····	(349)
实验六 春季麦苗长势长相的调查·····	(350)
实验七 小麦幼穗分化过程的观察·····	(351)
实验八 玉米的类型识别·····	(352)
实验九 玉米形态观察·····	(353)

实验十	玉米穗分化观察	(354)
实验十一	玉米空秆、秃顶、缺粒现象的调查和分析	(355)
实验十二	水稻秧苗素质考查	(356)
实验十三	水稻分蘖调查	(357)
实验十四	水稻最高分蘖期和幼穗分化期的关系的调查	(357)
实验十五	稻体淀粉测定	(358)
实验十六	水稻幼穗分化过程的观察与鉴定	(358)
实验十七	谷子形态观察	(359)
实验十八	当地谷子丰产经验调查	(360)
实验十九	高粱形态观察和类型识别	(361)
实验二十	甘薯形态和当地主要优良品种的识别	(361)
实验二十一	甘薯扦插方法的比较	(363)
实验二十二	甘薯晒干率的测定	(364)
实验二十三	马铃薯植株形态的观察	(364)
实验二十四	马铃薯块茎淀粉含量的测定	(365)
实验二十五	不同棉种的识别	(367)
实验二十六	棉花的整枝技术操作	(368)
实验二十七	棉花蕾铃脱落和三桃的调查	(369)
实验二十八	大豆形态类型和主要优良品种的观察	(370)
实验二十九	大豆苗情调查及幼苗长相诊断	(372)
实验三十	大豆开花顺序和结荚习性的观察	(372)
实验三十一	花生形态特征和类型的观察	(373)
实验三十二	花生开花习性和果针入土情况观察	(374)
实验三十三	甜菜块根、种球和种子的外部形态及内部构造观察	(376)
实验三十四	甜菜块根锤度的测定	(377)

绪 论

中国是具有悠久历史的农业国家，距今六、七千年前，我们祖先就在长江流域开田种稻，又在黄河流域开地种粟了。我们的祖先在长期农业生产实践中积累了丰富的农业生产经验。由古至今，农业生产是人类赖以生存的最基本的生产活动，而农作物生产又是农业生产的基本环节。因此，必须加强农业工作，搞好农业生产，满足人民的需要。当前根据各地区的实际，不仅要大幅度地提高单位面积产量和劳动生产率，而且要大力开展科学研究工作，用现代科学技术武装农业，逐步实现农业现代化，使中国的农业生产进入世界先进行列。

一、作物栽培学的性质、任务与学习方法

(一) 农作物的概念 作物的广义概念，包括对人类有利用价值，为人类所培育的各种植物。如农作物、蔬菜、绿肥、牧草等。从狭义来讲，农作物仅指粮食、棉花、油料、糖类、烟草等。由此可见：

1. 作物都是人类改造自然过程中劳动的产物 现在栽培的农作物均起源于自然野生植物，是经过长期的自然选择和人工培育，才逐渐演变成现在的各种作物种类和品种。因而各种作物及其优良品种，随着人类社会需要的日益增长和科学技术的不断进步将更加多种多样。

2. 人们在农业生产中，把作物既当生产对象又当作生产手段 在农业生产中不论种植哪种作物，都是以该作物的产品为生产对象，同时又都是利用该作物的生长发育过程作为手段去获得其某种产品。据此掌握和运用作物的生长发育规律，达到稳产、高产、优质、低成本、高效益的目的，以满足人民生活日益增长的要求。

(二) 作物栽培学的性质、任务与学习方法 作物栽培学是一门研究作物高产、改善作物品质为农业生产直接服务的一门综合性的应用科学。它运用许多学科的研究成果，阐明各种作物生长发育的客观规律及作物与生活条件的相互关系，综合研究并解决各种作物高产、优质、低成本、高效益的栽培理论和技术措施，为农业生产的提高和发展，为实现农业现代化做出贡献。

在栽培作物的生产过程中，参与的因素是多方面的，从而使作物栽培学的内容涉及的范围较为广泛，综合性很强，而又密切联系生产实际。例如，要弄清作物的生物学特性及其与生活环境条件的相互关系，就要掌握和应用土壤肥科学、耕作学、农业气象学等方面的有关理论和技术；要阐明和掌握农作物的生长发育的客观规律，群体的动态结构变化，就得有足够的植物学及植物生理学方面的知识；为防治病虫害和抗御其它自然灾害，就必须具备作物病虫害学、农业气象学的基本理论和技术；为提高作物栽培管理措施的作业质量和效率，也必须具备一定的农业机械知识和技术等等。所以，作物栽培学是一门综合性很强的科学，为实现各种作物的高产、稳产、优质、低成本、高效益，必须全面学习掌握有关的科学知识，

经常参加生产实践，进行科学试验，总结农民群众的经验，才能把作物栽培理论和技术提高到一个新水平。

作物栽培学的内容及其任务概括如下几方面：

①研究和掌握作物生长发育的客观规律 每种作物的不同时期，不同器官，生长发育规律，以及如何协调作物与环境条件的密切关系，作物群体结构的动态变化。

②研究作物高产规律 作物的自然生育要求与人们要达到高产质优的目的，有的是不完全一致的。例如，玉米各生育时期都是在适宜的肥水条件下生长最快，但在玉米高产栽培中，人们对苗期常常是控制土壤水分，促进根系下扎，控制地上部旺长，以利后期呈现丰产长相。可见，要使作物高产，应在掌握其生长发育规律的基础上，进一步摸清其高产规律，采取适当的栽培技术措施，去实现各时期应有的高产长势和长相。

③研究高产栽培技术 在摸清作物高产规律的基础上，还必须研究高产栽培技术。例如，遇到春旱低温冷害情况，为了满足作物的生长条件，就可以采用地膜覆盖增温保墒的有效办法，这样不仅保护了作物的正常生长发育，而且能获得明显增产。

学习作物栽培学，要善于运用下列观点和方法：

①必须认真学习党对发展农业生产的方针、政策 我国的农业生产是为社会主义四化建设服务的，所以必须认真学习和掌握党对发展农业的方针、政策，用党的方针、政策指导我们学习作物栽培学。

②要以辩证唯物主义的观点和方法作指导 农业生产具有明显的地区性、季节性、综合性和长久性，各种栽培技术措施的具体运用，都要严格地考虑到这些特点，因此，学习作物栽培学，要着重分析和理解其中的基本原理，要善于归纳并掌握其基本规律。在推广经验或采取重要措施时，要坚持一切经过试验，从客观实际出发，因地制宜的灵活运用。

此外，在分析和解决具体栽培技术措施时，要善于运用矛盾的观点和方法处理问题，因为整个作物栽培管理的过程，就是不断发现矛盾和解决矛盾的过程。

③要有科学态度和理论联系实际，实事求是的学风 作物栽培学是一门实践性很强的科学，它直接用于指导生产实践，因此，要学好作物栽培学，不仅要学好理论知识，更要注重理论联系实际，要多到生产实践中去，并亲自动手参加实践活动，认真总结群众生产经验，把它提高到理论上来。

二、我国农业的发展概况

我国农业历史悠久，广大农民在长期的农业生产实践中，积累了丰富的生产经验，创造了宏伟的业绩。但是，由于中国半封建半殖民地的社会制度严重地阻碍着我国农业的发展，致使农业生产水平很低，技术十分落后。解放后三十多年来，广大农业工作者和农民群众，广泛开展科研活动，总结农民群众的丰产经验，积累了不少宝贵的科学资料。如看苗诊断技术，合理进行间、套、复种，加强作物复合群体对光能的作用，地膜覆盖等新技术的应用。据统计，1982年全国粮食总产量3,534亿公斤，亩产达208公斤，首次突破亩产200公斤大关，创造了历史上最好水平，比解放前夕1949年的总产和亩产均超二倍以上。各种经济作物也都有不同程度的发展，这是一个巨大成就。但是，与世界先进国家相比还有很大差距。根据我国幅员辽阔、区域复杂的特点，我们要适应我国的国情，继承和发扬我国农业的丰富遗产，精

耕细作的好传统，提高栽培理论，改革栽培技术，加快农业发展的速度。

三、农作物的分类与分布

(一) 农作物的分类 农作物种类繁多，为了便于比较、研究和运用，需要对农作物进行分类，目前通常按作物的用途和植物学系统，把作物分为下列类别：

1. 粮食作物

(1) 谷类作物 一般属于禾本科植物，如稻、小麦、大麦（包括青稞）、燕麦（莜麦）、黑麦、玉米、高粱、粟、黍（包括稷）、龙爪稷、蜡烛稷、稷稷、薏苡、荞麦等属于这一类。

(2) 豆类作物 属于豆科植物，如大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、小豆、豇豆、菜豆、兵豆（滨豆或扁豆）、扁豆、鹰嘴豆等，都属于豆类作物。

(3) 薯芋类作物（或称根茎类作物） 因为植物上的科属不一，常见的有：甘薯、马铃薯、豆薯、木薯、山药、芋等。

2. 经济作物（也称工业原料作物）

(1) 纤维作物 如棉花、大麻、苘麻、黄麻、红麻、苧麻、亚麻、剑麻、菠萝麻等。

(2) 油料作物 如花生、油菜、芝麻、苏子、蓖麻、向日葵、黄芥等。

(3) 糖类作物 如甜菜、甘蔗等。

(4) 其它作物 如烟草、茶叶、啤酒花、薄荷、咖啡等。

3. 绿肥及饲料作物 如苜蓿、草木樨、苕子、紫云英、田菁、桤麻、沙打旺、红萍、紫穗槐、水浮莲、水葫芦、水花生等。

应当指出的是，按用途分类有些作物的类属是不固定的。如大豆，既可分在油料作物中，又可把它分在粮食作物中。又如亚麻，既可分在油料作物中，又可分在纤维作物中。因此，上述分类并不是绝对的。

(二) 我国农作物生产区划及农作物分布 我国幅员辽阔，各地自然环境和生产条件不尽相同，因而形成了各有特点的农业区。

1. 内蒙古高原区 包括长城以北，大兴安岭以西，贺兰山脉以东的高原地带。本区气候干旱，全年降雨量约200~400毫米，集中于6~8月份。每年春、夏交季时有强烈的早风，土壤风蚀严重，给春季播种造成不利条件。无霜期约110~150天，初霜期在9月上旬，终霜期在4月下旬至5月上旬，作物只能一年一熟。黄河河套，大黑河流域一带，因地势较平坦，可灌溉，是这个地区的主要农业区。距河流较远的广大草原，主要为牧区。半农牧区交错于农、牧之间，多为草原土壤，河流西岸为石灰性冲积土，山区为黑钙土。农作物主要有春小麦、水稻、糜子、粟、高粱、马铃薯、燕麦及玉米等粮食作物，还有大豆、甜菜、亚麻、油菜、大麻、蓖麻等工业原料作物。

2. 新疆甘肃灌溉农业区 包括新疆全境和甘肃河西走廊一带。属于干旱大陆性气候，全年降雨量300毫米以下，地面蒸发量很大，主要依靠高山融化的雪水与地下水进行灌溉。无霜期长短差距很大，高寒区为90~120天，北疆准葛尔盆地及河西走廊为130~150天，南疆塔里木盆地地为170~190天，而低于海平面的吐鲁番盆地地为240~250天。土壤多为灰钙土、灰棕漠土及石灰性冲积土。农作物以棉花、小麦为主，其次为水稻、玉米、大豆、高粱、蚕

豆、豌豆。大部地区为一年一熟，少部分地区为一年两熟。

3. 青藏高原区 包括西藏昌都地区及青海省全部，多半都是海拔3,000米以上的高原草地，而青海农业区多分布在海拔3,000米以下，是干旱或半干旱性气候条件，无霜期90~150天。雨季从南向北或从东向西逐渐延迟或减少，但年间变异很大，如拉萨全年降雨量500~1,000毫米，河流两岸农业区春季常遇干旱，农业生产需要依靠灌溉。土壤多为棕钙土，质地粗松，春季有风蚀。农作物以青稞、豌豆为主，饲料作物以苜蓿为主，春小麦、燕麦、荞麦、亚麻、烟草、大麻等也种植不少，这个地区为一年一熟。

4. 东北地区 包括辽宁、吉林和黑龙江三省。无霜期由北向南约100~200天，一般地区约在130~170天。全年降水量400~900毫米，多数集中在6~8月，且多暴雨，容易发生秋涝。冬季少雪，春季4~5月多风干旱，对该地区的西北部威胁很大。土壤风蚀严重，常有毁苗现象，从大兴安岭与东北山地一带为生草灰变化土与沼泽土，北部山前地带的中央低地和松花江低地，为广阔肥沃的黑钙土（即黑土）带，滨海及西部地区有盐土、碱土分布，作物种类丰富，大豆驰名中外，粮食作物以玉米、高粱、粟、春小麦为主，另外，这个地区的北部还富产甜菜、马铃薯、亚麻，南部有棉花、烟草、花生、油菜、甘薯等。该地区只要有充足水源，各地都可种植水稻，本地区多数为一年一熟。唯有辽南（辽东半岛），可二年三熟或一年二熟。

5. 黄土高原区 这个地区包括秦岭以北，太行山以西，长城以南，六盘山以东的晋、陕、甘及宁夏南部的广大地区。海拔1,000~1,500米，称为深厚黄土层覆盖的高原。本区由于坡地种植，缺乏天然植被，所以水土流失严重，土壤瘠薄。平原各地土壤比较肥沃，全年降雨量为250~630毫米，集中在7~9月。无霜期110~220天。春季有来自内蒙古的风沙。主要农作物有小麦、高粱、燕麦、糜子、粟、马铃薯、豌豆、兵豆、油菜等。高山旱农作区为一年一熟，但因土壤冲刷，肥力不足，常采用3~4年轮歇一次的方法，平川谷地水、肥条件较好，为一年二熟或二年三熟。

6. 华北地区 包括河北、山东、河南、皖北及陕西渭河，山西汾河等平原地区，是我国重要的粮棉基地之一。本区由北向南无霜期为170~220天，全年降雨量约400~750毫米，集中在6月下旬至9月上旬，冬、春两季雨量不多。冬、春多风，气候干旱。平原地区多为石灰性冲积土，临近渤海、黄河有大片盐土。农作物种类丰富，有小麦、大麦、燕麦、荞麦、高粱、粟、玉米、糜子、水稻、陆稻、马铃薯、甘薯、棉花、麻类、烟草、花生、油菜、芝麻、豌豆、大豆、绿豆等。此外还有苜蓿、草木樨、田菁及绿肥作物。有一年一熟，二年三熟，一年二熟等多种种植制度，套种方式很普遍。

7. 长江流域地区 这个地区是指淮河以南，五岭以北地区。包括江苏、浙江、安徽、江西、湖南、湖北、四川等省。该地区气候温和，无霜期240~300天左右，全年都可生长作物。年降雨量在750~1,600毫米，沿海一带夏秋季常遭台风侵袭。地形复杂，土壤有红壤、黄壤，高山的灰棕壤，平原为冲积土，沿海为盐渍土。农作物以水稻为主，冬季作物有大麦、小麦、元麦、油菜、蚕豆、豌豆、绿肥，夏季作物有大豆、玉米、粟、高粱、马铃薯、甘薯、棉花、黄麻、甘蔗等。一年二熟或三熟，复种指数较高。

8. 东南沿海地区 包括福建、台湾、广东、广西等省、区及其所属岛屿，是热带、亚热带气候。大部分地区全年温暖、无霜、无雪。年降雨量约为1,000~2,000毫米，一般春、

夏季较多，而秋、冬季较少。土壤有红、黄壤。除盛产稻、麦、棉、麻、甘薯、花生、烟草、豆类外，又是我国盛产甘蔗的基地。许多地区一年三熟，甚至二年七熟。

9. 云贵高原地区 包括云、贵两省。海拔在1,000~2,000米，地形复杂。气候差异大，在海拔2,500~4,000米以上的高寒山区以林、牧为主。农作物以荞麦、燕麦、马铃薯为主。一年一熟，耕作粗放，广种薄收。平坝地区，气候温暖，水源充足以栽培水稻为主。旱作物有小麦、油菜、甘薯、马铃薯、玉米、豆类、烟草、棉花、花生、蚕豆等，可两年三熟或一年两熟，河谷地区，气候炎热，以双季稻为主，一年二熟或三熟。

第一章 土壤耕作

土壤耕作是农业生产过程中最基本而常用的农业技术措施。它对改善土壤环境，调节土壤中水、肥、气、热等肥力因素之间的矛盾，充分发挥土地的增产潜力起着主要的作用。因此，为了使农作物全面持续增产和提高经济效益，必须掌握土壤耕作措施的作用原理和运用技术，因地制宜选用。

第一节 土壤耕作的意义和任务

一、土壤耕作的概念和意义

(一) 土壤耕作的概念 根据农作物生长对土壤的要求，以机械的方法改变耕层构造和耕层领域的农业技术措施，如耕翻、耙、耨、镇压、松土、铲耨等。运用这些措施的目的在于为作物的播种发芽、生长发育提供良好的土壤环境。

(二) 土壤耕作在农业生产中的意义

1. 土壤耕作是改善根系伸展条件的直接有效措施。土壤是作物赖以生活的基础，而土壤耕作又是改善土壤物理状况，进而改善土壤化学、生物状况，充分发挥土壤的肥力，有利于根系生长的作用。

2. 调整生态平衡，提高土壤生产率，土壤是农业生态系统的一个重要环节，也是物质和能量的贮存库之一。存在于土壤中的水、肥、气、热等肥力因素之间是不断互相作用，处于各种水平的动态平衡之中。这些互相作用和动态平衡，有时对作物生长是有利的，有时是不利，甚至是有害的。为了避免和消除不利方面的作用，促使向有利方面转化，采取正确的土壤耕作措施，对土壤环境进行控制和管理，借以统一作物、土壤和气候间的矛盾，以满足作物生长的要求，达到稳产高产。

(三) 发挥其它各种栽培措施的作用 例如，施肥与合理的土壤耕作结合，将肥料翻入耕作层下部，以利根系长时间的吸收；或者与土壤混拌，使“土肥相融”，利于肥料转化，保存和吸收；或者因改善土壤孔隙状况，水、气、热协调，消除障碍肥效发挥的限制因子，提高水、肥、气、热的综合增产作用等，从而起到通过土壤耕作提高肥效的良好效果。

二、土壤耕作的任务

土壤耕作的基本任务是通过机械作用，创造一个良好的耕层结构和适宜的土壤肥力条件，建立水、肥、气、热等因素与外界环境的动态平衡，控制土壤微生物活动和生物化学活性，调解有机物质的分解和积累。此外，土壤耕作还要创造一定的土壤表面状态，有利于蓄水保墒，防止土壤侵蚀，冲刷，保持水土；正确的翻埋有机肥料和作物残茬，创造适合作物

发芽出苗和生长发育的土壤条件；减轻病虫害，控制杂草对作物的危害。

为了完成上述任务，必须采用各种土壤耕作措施，而各种耕作措施需要相应的农具和方法，对土壤的作用也不尽相同。不管各种措施的作用如何，从对土壤的作用可以概括以下几个方面：

(一) 疏松耕层 在生产条件下，由于降雨、灌溉、人畜和机具的践踏压实及土壤自身的下沉作用等，不断使土壤变紧，影响作物根系伸展和土壤各肥力因素间的协调。所以，隔一定时期将耕层土壤疏松弄碎，调整耕层内三项物质比例，以增加蓄水、保水和供肥、保肥能力。

(二) 翻转耕层 通过耕地耕作层上下翻转，改变土层的位置，改善耕层的理化和生物状况；进行晒垡，冻垡，熟化土壤，掩埋肥料；残茬秸秆和绿肥，调整耕层养分的垂直分布。同时，可以消灭杂草、病虫害和消除土壤的有毒物质。

(三) 混拌土壤 结合施肥或客土改良土壤时，通过耕作与土壤混拌，能使土肥相融，肥料分布均匀，或将客入的砂、粘土混匀，以提高施肥和土壤改良的效果。

(四) 平整地面 地面平整使机械播种深浅一致，出苗整齐，好管理。对盐碱地可减轻返盐，提高排水洗盐效果。干旱时，因减少土表面积，减少蒸发，以利保墒。

(五) 压紧土壤 作物正常生育要求适宜的土壤紧实度。如土壤过松，孔隙太大，甚至出现垡块架空现象，使土壤通气性过强，持水力差。为了减少土壤空气的过分流通，减少水分蒸发，为种子发芽和根系生长发育创造良好条件，需要压紧土壤，减少非毛管孔隙，抑制汽态水扩散，而下层土壤水分则可通过毛管孔隙向上运动，起到保墒和引墒作用，有利于种子吸水萌发和根系生长。所以，在干旱地区和干旱季节压土保墒格外重要。

(六) 开沟培垄 在不同条件下，开沟起垄的目的是不同的。高纬度地区，土温较低，开沟培垄可增加土壤和大气的接触面，增加太阳照射面积，提高地温。在多雨低湿地区起垄开沟有利于排水通气，协调水、肥关系。尤其有利于根茎类作物地下根茎的生长和防止禾谷类作物的倒伏。在风砂地区可防止土壤风蚀。

(七) 增加地表粗糙度 在坡地以及土壤风蚀、水蚀比较严重地区，有较粗糙的土壤表面状态以利于保蓄水分及防止土壤侵蚀。在盐碱土地区，造成粗糙地表，可防止底层盐碱集中到地面。同时，使土壤表面的盐碱集聚在土地的表面，以便于灌溉洗盐。

上述几种作用彼此间有一致的地方，亦有矛盾的地方。如翻土和松土之间，平土和压土之间的作用是一致的，在翻土的过程中同时也松了土，压土的同时也能平土。但压土和松土对土壤有各自的作用，不能互相代替。各地区要结合本地条件，选用农具和耕作措施。

第二节 土壤耕作对土壤主要性状的调节

一、土壤水分状况的调节

(一) 耕层土壤水分的变化规律 水分进入土壤及其移动与消耗等现象的总和，称为土壤的水分状况。

农田的水分状况，决定于土壤水分的积蓄和土壤水分的消耗。土壤水分的积蓄的主要来

源是降水。土壤水分消耗的主要途径是蒸发。

北方地区土壤水分的年变化。一般有两个高峰，一次是雨季高峰。其高度决定于该时期的降雨量。这一高峰影响次年春季的土壤墒情，是蓄水的关键时期。另一高峰是封冻期的土壤聚墒的高峰。此期由于上下层土壤温差大，使下层水分以气态形式凝聚在上层，在土壤底墒越充足，封冻期越长，耕层越疏松的地段，春季高峰越明显。这一高峰的水分对抗春旱，保春种和作物苗期生育有重要作用。同时，这一层水分很容易蒸发。所以这一时期是保墒的关键时期。北方地区耕层土壤水分变化规律是：

1. 表土层的含水量变化幅度最大，30厘米土层含水量年变化很小。

2. 表土层含水量总是低于底土层含水量，因此，作物所需的水分经常来自底土层，并由毛细管向上输送。

3. 雨季，表土经过几次铲耪作业，含水量有所增加，而底土层以下没有明显增加，说明只靠铲耪作业，还不能作为雨季主要贮水的措施，如雨季伏翻地可增加大量土壤水分。

4. 从结冻开始，深土层的水分逐渐向表土层蓄积。

5. 早春土壤解冻时，土壤上层间隙的冰先融化，下层还没有融化，所以这部分水停留在土壤表面，这就是反浆水。

6. 耕层解冻10~15厘米时，表土层反浆水没有蒸发的部分随即向下渗透，这时表土含水量呈直线下降趋势，这就是煞浆期。

7. 晚春是水分大量蒸发时期，这时期降水量少，多旱风，蒸发量大，这时土壤含水最低。

8. 底土层的水分虽然比较稳定，但是它总是以毛管水或气态水补充着耕作层的水分，只是补充的速度不及作物消耗的速度。

(二) 调节土壤水分的耕作措施

1. 增加贮水的耕作措施 在雨季，耕层有较多的大孔隙便于雨水的渗透，同时，创造一定的地面覆盖层，能防止毛管水蒸发，使大部分雨水能及时的渗透到土壤中。雨水仅贮至20~30厘米深处，不足以防止因蒸发而损失的水分，所以贮水深度尽量能达到1~2米深处为宜。

增加耕层大孔隙要因地制宜，可采取各式各样的深耕措施。如耕翻、深松等。

2. 提墒的耕作措施 为满足作物生育期浅土层根系对水分要求，尽量使底土的贮水上升至浅土层。提墒主要依靠毛管孔隙。在有效毛管孔隙范围内。孔径越小，提墒的作用越明显，而且毛管孔隙度也影响提墒的水量和速度。

促使土壤提墒能力的耕作措施是镇压，使毛管孔隙增多。有土块时，采取耙地等碎土措施，以增加毛管孔隙量，或者保持作物收获后的土壤毛管孔隙，以利提墒。

3. 防止土壤水分大量蒸发的耕作措施 由于土壤湿度经常高于空气湿度，所以蒸发是始终存在的。M·C·柯利亚谢夫根据土壤水分向蒸发面移动机制的不同，将土壤蒸发过程分为三个阶段和相应的转折点。第一阶段是地表水的气化（或毛管运行水）。当土壤湿度在饱和持水量或田间持水量之间，蒸发量是较大的，而且蒸发速度接近一个常数，这部分水不能以土壤耕作来保持，只有采取排水或散墒措施。当土壤湿度达到田间持水量60~70%，即毛管断裂含水量时，蒸发速度由恒速转为急速下降。这时的土壤水分与30~40%土壤空气配合

对作物生育是最适宜的。因此这个时期是保墒的关键时刻,要及时进行各种耙、耨地等表土耕作,切断土壤毛细管使地表形成疏松的干土覆盖层,保持土壤水分。第二阶段是土壤液态和气态水综合运行阶段。这时土壤孔隙中充满了空气。液态水以膜状水向干土层移动。这时仍以保墒为主。有效的保墒措施是镇压,减轻汽态水的损失,并把底墒水引到上层。同时结合进行耨地,地表形成干土层覆盖,切断通向地表的毛细管。第三阶段。是汽态运动阶段,这时土壤湿度已小于最大吸湿量。植物已经不能利用了。汽态水是土壤水分运动的唯一形式。压紧措施可以减少扩散作用,但不会产生毛管水。此时必须采取灌溉措施,否则会严重影响作物的生长发育,影响作物产量。

二、土壤热量状况的调节

(一) 农田热量状况的变化规律 农田热量状况是指农田土壤中热量的进入、移动和扩散等各种现象的综合。它直接反映在土壤温度上。

土壤热量是作物、微生物生命活动的主要能源之一。我国北方地处高纬度,在作物生育期,提高地温是很重要的,垄作是提高地温的主要措施。

据黑龙江省的调查,一般下午1时垄作的比平作的土温高 $0.2\sim 2.2^{\circ}\text{C}$,夜间低 $0.8\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 。垄作增大垄体表面积,白天吸收太阳辐射热多,夜间因垄体的散热面大,所以白天温度比平作高,而夜间的温度比平作低。然而北方作物生育季节常处在长日照阶段,总的说来,垄作取得热量的时间长,散失热量的时间短,因之,垄作可提高地温。又因为垄体的表面积较大,接受太阳辐射量多,致使土壤水分蒸发量就大,以及垄体疏松而多孔,这些都能加速气体交换,从而有利于提高温度。

垄体的三面体在每天的早、午、晚都有与太阳辐射成直角的面,所以土壤温度较高。同时,由于垄体的反辐射,所以提高了垄体表面的空气温度。

南北垄两侧的温度高于垄体内部同一水平部位的温度,垄沟的表层和底层温度高于垄体同一水平部位的温度。东西垄的阳面与南北垄的太阳直射面的温度一样,东西垄的阴面与南北垄的非太阳直射面温度一样。因此,在春季土壤水分较充足时,温度成为作物生育的主导因素时,南北垄的东面根系较多,东西垄的南面根系较多,如果春季干旱,水分成为作物生育的主导因素时,南北垄仍然是东面根系较多,而东西垄则北面根系较多。

垄体的热量多和温度高的特点一直延续到作物收获以后,但是与平作的温度差异,从春到秋越来越小,因为不论垄作或平作,地面都逐渐地被作物所遮蔽。

伏雨前土壤温度低,限制作物根系生长,所以在作物苗期进行铲前趟一犁和三铲三趟作业,都有利于土温的提高和雨水(伏雨)的渗透,提高底土层的湿度。

(二) 提高耕层热量状况的耕作措施

1. 垄作可接受更多的太阳辐射能。

2. 铲前趟一犁和三铲三趟等措施,能改变土壤孔隙状况,调节土壤水分和空气含量的比例协调,以控制土壤温度的变化。

三、土壤空气状况的调节

(一) 农田土壤空气组成成分的变化 土壤空气是作物根系新陈代谢和土壤微生物生活

所需的氧和氮的来源，种子发芽需要很多的氧，在作物生育期间，一般作物根系在一天内平均一克干物质需要一毫克的氧。二氧化碳是作物光合作用的原料，需要量很大。但是，二氧化碳在土壤中却起着不良的作用，它抑制种子发芽和根系的生长。土壤中大量有益的微生物的生命活动，尤其是好气性微生物的活动，为作物提供了有效养分，土壤中氧气不足，抑制了好气性微生物的活动，而嫌气性微生物得到了发展，引起土壤中硝酸的还原，使硝态氮中的氮还原为游离的氮，从土壤中散发到大气中。作物根系的生长和土壤微生物的生命活动在土壤中产生大量的二氧化碳，致使土壤中的二氧化碳数量达到2%，甚至在2%以上。在低洼通气不良的土壤中还含有硫化氢、氢和甲烷等有害气体。

每天土壤温度上升时，土壤气体膨胀，一部分土壤空气从土壤中排到大气中去。土壤降温时，又有一部分大气进入土壤中，因此改变了土壤空气的组成。在一年中，春季时二氧化碳先从土壤表层开始增加，逐渐下层也增加，这是由于春季土层温度先从表层开始上升，夏末秋初，土壤表层比深土层先开始减少二氧化碳含量。在作物生育旺盛时期，根系附近消耗大量氧气，使土壤空气中的氧含量降低到16%。

气体的扩散利于大气和土壤空气的气体交换作用，使土壤中气体的组成趋于平衡。土壤空气中二氧化碳浓度比大气中高得多，则土壤中的二氧化碳扩散到大气中，而氧气进入土壤空气中。风和大气压的变化也可促进气体交换。

良好的土壤结构，有一定比例的土壤孔隙，有利于气体交换。土壤表面形成板结层和土壤空气在降雨时被排出土壤，土壤有缺气和缺氧的现象，如果土壤得不到空气及氧气的补充，作物有萎蔫，甚至死亡。土壤排水不良或地面有积水时，土壤空气量降低，作物被浸在水层的部分（根系和一部分茎叶）因缺氧而枯死，随后出现腐烂现象。

从土壤空气和大气的自然变化来看，土壤中经常缺氧，而二氧化碳过多，田面上却经常缺少二氧化碳，有时也缺氧，因此使土壤与大气交换空气，也就是经常从土壤中排出大量的二氧化碳，并从大气中向土壤补充氧气，既有利于根系的生长、呼吸和微生物的活动，也利于茎和叶的光合作用，土壤空气和大气的交换也称为土壤呼吸。

（二）促使土壤通气的耕作措施 土壤气体交换以气体扩散的方式进行，因此保持土壤中的一定的空气孔隙是很重要的。一般作物要求空气孔隙度在10%以上，如小于10%，则土壤空气中氧气不足，作物生长受到抑制，所以要进行多次耕作，时时调节土壤表层（如破坏板结层、造成覆盖层；及时采取铲蹬、耙压等措施）和调节深土层（深耕）的土壤孔隙，以增强气体交换速度。

四、土壤养分状况的调节

耕层构造对土壤养分的转化作用，虽然已进行了大量的研究，但是由于它们的转化受到气候和作物、杂草的影响，还不能具体的说明在不同耕层构造条件下养分的转化与循环的差别。

土壤腐殖质与土壤物理性状、化学性状和生物性状有密切的联系。从土壤腐殖质转化的效率可初步断定土壤肥力的各个因素状况，因此，促使土壤腐殖质适量的积累和分解是土壤耕作的一个重要任务。

土壤腐殖质的形成和分解都要通过土壤微生物的生命活动来完成，那么在早春直到结冻