



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

作物生长与环境

Z U O W U

SHENGZHANG YU HUANJING

王孟宇 主编



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

作物生长与环境

ZUOWU

SHENGZHANG YU HUANJING

王孟宇 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书紧扣我国高职高专“高素质技能型人才”目标,以能力培养为本位,以为专业服务和知识“必需、够用、实用”为原则,将植物生理、土壤学、肥料学、农业气象等多门学科内容充分整合,以农产品安全为指导,增编了作物生长环境安全体系和设施农业环境。本书介绍了最新研究进展,以增强学生的后续学习能力,突出了应用性、适用性和先进性。全书分为基本知识和技能实训两篇。基本知识篇包括作物及作物生长的概述,植物的生长发育,植物的光合作用,植物的呼吸作用,作物生长与土壤、水分、养分、光、温度、大气及生物的关系,作物的环境胁迫生理,作物生长环境安全体系和设施农业环境等内容;技能实训篇为26个可操作性较强的实训项目。

本书可作为高职高专、成人教育种植类专业教材,也可作为农业本科院校和中等专业学校教师、学生的参考书,还可供农业技术员参考。

图书在版编目(CIP)数据

作物生长与环境/王孟宇主编. —北京:化学工业出版社, 2009. 8

高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列
ISBN 978-7-122-06492-9

I. 作… II. 王… III. 环境影响-作物-栽培-高等学校:技术学院-教材 IV. S31

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第142286号

责任编辑:李植峰 梁静丽 郭庆睿
责任校对:顾淑云

文字编辑:张春娥
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张16½ 字数418千字 2009年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.50元

版权所有 违者必究

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 建设委员会成员名单

主任委员 介晓磊

副主任委员 温景文 陈明达 林洪金 江世宏 荆宇 张晓根
窦铁生 何华西 田应华 吴健 马继权 张震云

委员 (按姓名汉语拼音排列)

边静玮	陈桂银	陈宏智	陈明达	陈涛	邓灶福	窦铁生	甘勇辉	高婕	耿明杰
官麟丰	谷风柱	郭桂义	郭永胜	郭振升	郭正富	何华西	胡繁荣	胡克伟	胡孔峰
胡天正	黄绿荷	江世宏	姜文联	姜小文	蒋艾青	介晓磊	金伊洙	荆宇	李纯
李光武	李彦军	梁学勇	梁运霞	林伯全	林洪金	刘俊林	刘莉	刘蕊	刘淑春
刘万平	刘晓娜	刘新社	刘奕清	刘政	卢颖	马继权	倪海星	欧阳素贞	潘开宇
潘自舒	彭宏	彭小燕	邱运亮	任平	商世能	史延平	苏允平	陶正平	田应华
王存兴	王宏	王秋梅	王水琦	王晓典	王秀娟	王燕丽	温景文	吴昌标	吴健
吴郁魂	吴云辉	武模戈	肖卫革	肖文左	解相林	谢利娟	谢拥军	徐苏凌	徐作仁
许开录	闫慎飞	颜世发	燕智文	杨玉珍	尹秀玲	于文越	张德炎	张海松	张晓根
张玉廷	张震云	张志轩	赵晨霞	赵华	赵先明	赵勇军	郑继昌	周晓舟	朱学文

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 编审委员会成员名单

主任委员 蒋锦标

副主任委员 杨宝进 张慎举 黄瑞 杨廷桂 胡虹文 张守润
宋连喜 薛瑞辰 王德芝 王学民 张桂臣

委员 (按姓名汉语拼音排列)

艾国良	白彩霞	白迎春	白永莉	白远国	柏玉平	毕玉霞	边传周	卜春华	曹晶
曹宗波	陈传印	陈杭芳	陈金雄	陈环	陈盛彬	陈现臣	程高	褚秀玲	崔爱萍
丁玉玲	董义超	董曾施	段鹏慧	范洲衡	方希修	付美云	高凯	高梅	高志花
弓建国	顾成柏	顾洪娟	关小变	韩建强	韩强	何海健	何英俊	胡凤新	胡虹文
胡辉	胡石柳	黄瑞	黄修奇	吉梅	纪守学	纪瑛	蒋锦标	鞠志新	李碧全
李刚	李继连	李军	李雷斌	李林春	梁本国	梁称福	梁俊荣	林纬	林仲桂
刘革利	刘广文	刘丽云	刘贤忠	刘晓欣	刘振华	刘振湘	刘宗亮	柳遵新	龙冰雁
罗玲	潘琦	潘一展	邱深本	任国栋	阮国荣	申庆全	石冬梅	史兴山	史雅静
宋连喜	孙克威	孙雄华	孙志浩	唐建勋	唐晓玲	陶令霞	田伟	田政	田文儒
汪玉林	王爱华	王朝霞	王大来	王道国	王德芝	王健	王立军	王孟宇	王双山
王铁岗	王文焕	王新军	王星	王学民	王艳立	王惠	王中华	吴俊琢	吴琼峰
吴占福	吴中军	肖尚修	熊运海	徐公义	徐占云	许美解	薛瑞辰	羊建平	杨宝进
杨平科	杨廷桂	杨卫韵	杨学敏	杨志	杨治国	姚志刚	易诚	易新军	于承鹤
于显威	袁亚芳	曾饶琼	曾元根	战忠玲	张春华	张桂臣	张怀珠	张玲	张庆霞
张慎举	张守润	张响英	张欣	张新明	张艳红	张祖荣	赵希彦	赵秀娟	郑翠芝
周显忠	朱雅安	卓开荣							

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”

建设单位

(按汉语拼音排列)

- | | | |
|-----------------|---------------|----------------|
| 安阳工学院 | 河西学院 | 曲靖职业技术学院 |
| 保定职业技术学院 | 黑龙江农业工程职业学院 | 日照职业技术学院 |
| 北京城市学院 | 黑龙江农业经济职业学院 | 三门峡职业技术学院 |
| 北京林业大学 | 黑龙江农业职业技术学院 | 山东科技职业学院 |
| 北京农业职业学院 | 黑龙江生物科技职业学院 | 山东理工职业学院 |
| 本钢工学院 | 黑龙江畜牧兽医职业学院 | 山东省贸易职工大学 |
| 滨州职业学院 | 呼和浩特职业学院 | 山东省农业管理干部学院 |
| 长治学院 | 湖北生物科技职业学院 | 山西林业职业技术学院 |
| 长治职业技术学院 | 湖南怀化职业技术学院 | 商洛学院 |
| 常德职业技术学院 | 湖南环境生物职业技术学院 | 商丘师范学院 |
| 成都农业科技职业学院 | 湖南生物机电职业技术学院 | 商丘职业技术学院 |
| 成都市农林科学院园艺研究所 | 吉林农业科技学院 | 深圳职业技术学院 |
| 重庆三峡职业学院 | 集宁师范高等专科学校 | 沈阳农业大学 |
| 重庆水利电力职业技术学院 | 济宁市高新技术开发区农业局 | 沈阳农业大学高等职业技术学院 |
| 重庆文理学院 | 济宁市教育局 | 苏州农业职业技术学院 |
| 德州职业技术学院 | 济宁职业技术学院 | 温州科技职业学院 |
| 福建农业职业技术学院 | 嘉兴职业技术学院 | 乌兰察布职业学院 |
| 抚顺师范高等专科学校 | 江苏联合职业技术学院 | 厦门海洋职业技术学院 |
| 甘肃农业职业技术学院 | 江苏农林职业技术学院 | 仙桃职业技术学院 |
| 广东科贸职业学院 | 江苏畜牧兽医职业技术学院 | 咸宁学院 |
| 广东农工商职业技术学院 | 金华职业技术学院 | 咸宁职业技术学院 |
| 广西百色市水产畜牧兽医局 | 晋中职业技术学院 | 信阳农业高等专科学校 |
| 广西大学 | 荆楚理工学院 | 延安职业技术学院 |
| 广西农业职业技术学院 | 荆州职业技术学院 | 杨凌职业技术学院 |
| 广西职业技术学院 | 景德镇高等专科学校 | 宜宾职业技术学院 |
| 广州城市职业学院 | 丽水学院 | 永州职业技术学院 |
| 海南大学应用科技学院 | 丽水职业技术学院 | 玉溪农业职业技术学院 |
| 海南师范大学 | 辽东学院 | 岳阳职业技术学院 |
| 海南职业技术学院 | 辽宁科技学院 | 云南农业职业技术学院 |
| 杭州万向职业技术学院 | 辽宁农业职业技术学院 | 云南热带作物职业学院 |
| 河北北方学院 | 辽宁医学院高等职业技术学院 | 云南省曲靖农业学校 |
| 河北工程大学 | 辽宁职业学院 | 云南省思茅农业学校 |
| 河北交通职业技术学院 | 聊城大学 | 张家口教育学院 |
| 河北科技师范学院 | 聊城职业技术学院 | 漳州职业技术学院 |
| 河北省现代农业高等职业技术学院 | 眉山职业技术学院 | 郑州牧业工程高等专科学校 |
| 河南科技大学林业职业学院 | 南充职业技术学院 | 郑州师范高等专科学校 |
| 河南农业大学 | 盘锦职业技术学院 | 中国农业大学 |
| 河南农业职业学院 | 濮阳职业技术学院 | |
| | 青岛农业大学 | |
| | 青海畜牧兽医职业技术学院 | |

《作物生长与环境》编写人员

主 编 王孟宇（云南农业职业技术学院）

副 主 编 陈丽萍（玉溪农业职业技术学院）

霍志军（黑龙江农业职业技术学院）

许邦丽（云南农业职业技术学院）

殷 瑛（云南国土资源职业技术学院）

何 丽（云南热带作物职业学院）

孙君艳（信阳农业高等专科学校）

编写人员（按姓名汉语拼音排列）

陈丽萍（玉溪农业职业技术学院）

陈志远（云南农业职业技术学院）

何 丽（云南热带作物职业学院）

霍志军（黑龙江农业职业技术学院）

金 燕（云南农业职业技术学院）

李长科（云南农业职业技术学院）

李淑芬（云南农业职业技术学院）

李卫琼（云南农业职业技术学院）

李自强（云南农业职业技术学院）

刘峻蓉（云南农业职业技术学院）

牟凤娟（玉溪农业职业技术学院）

孙君艳（信阳农业高等专科学校）

王孟宇（云南农业职业技术学院）

吴杏红（云南农业职业技术学院）

许邦丽（云南农业职业技术学院）

杨净云（云南农业职业技术学院）

殷 瑛（云南国土资源职业技术学院）

张兰芬（云南农业职业技术学院）

赵 燕（云南农业职业技术学院）

诸素贞（云南农业职业技术学院）

序

当今,我国高等职业教育作为高等教育的一个类型,已经进入到以加强内涵建设,全面提高人才培养质量为主旋律的发展新阶段。各高职高专院校针对区域经济社会的发展与行业进步,积极开展新一轮的教育教学改革。以服务为宗旨,以就业为导向,在人才培养质量工程建设的各个侧面加大投入,不断改革、创新和实践。尤其是在课程体系与教学内容改革上,许多学校都非常关注利用校内、校外两种资源,积极推动校企合作与工学结合,如邀请行业企业参与制定培养方案,按职业要求设置课程体系;校企合作共同开发课程;根据工作过程设计课程内容和改革教学方式;教学过程突出实践性,加大生产性实训比例等,这些工作主动适应了新形势下高素质技能型人才培养的需要,是落实科学发展观,努力办人民满意的高等职业教育的主要举措。教材建设是课程建设的重要内容,也是教学改革的重要物化成果。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点”,明确要求要“加强教材建设,重点建设好3000种左右国家规划教材,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。”目前,在农林牧渔类高职院校中,教材建设还存在一些问题,如行业变革较大与课程内容老化的矛盾、能力本位教育与学科型教材供应的矛盾、教学改革加快推进与教材建设严重滞后的矛盾、教材需求多样化与教材供应形式单一的矛盾等。随着经济发展、科技进步和行业对人才培养要求的不断提高,组织编写一批真正遵循职业教育规律和行业生产经营规律、适应职业岗位群的职业能力要求和高素质技能型人才培养的要求、具有创新性和普适性的教材将具有十分重要的意义。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社,是国家规划教材的重要出版基地,为我国高等教育的发展做出了积极贡献,曾被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”,2008年荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。近年来,化学工业出版社密切关注我国农林牧渔类职业教育的改革和发展,积极开拓教材的出版工作,2007年底,在原“教育部高等学校高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会”有关专家的指导下,化学工业出版社邀请了全国100余所开设农林牧渔类专业的高职高专院校的骨干教师,共同研讨高等职业教育新阶段教学改革中相关专业教材的建设工作,并邀请相关行业企业作为教材建设单位参与建设,共同开发教材。为做好系列教材的组织建设与指导服务工作,化学工业出版社聘请有关专家组建了“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列建设委员会”和“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列编审委员会”,拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员,在深入调研、整体规划的基础上,编写出版一套适应农林牧渔类相关专业教育的基础课、专业课及相关外延课程教材——“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”。该套教材将涉及种植、园林园艺、畜牧、兽医、水产、宠物等专业,

于 2008~2009 年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以职业岗位能力培养为中心，以素质教育、创新教育为基础的教育理念，理论知识“必需”、“够用”和“管用”，以常规技术为基础，关键技术为重点，先进技术为导向。此套教材汇集众多农林牧渔类高职院校教师的教学经验和教改成果，又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与，相信它的出版不仅能较好地满足高职高专农林牧渔类专业的教学需求，而且对促进高职高专专业建设、课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推动作用。希望有关教师和行业企业技术人员，积极关注并参与教材建设。毕竟，为高职高专农林牧渔类专业教育教学服务，共同开发、建设出一套优质教材是我们共同的责任和义务。

介晓磊

2008 年 10 月

前言

本书是依据农业高职高专教材改革的要求编写的。为了更好地适应农业高职高专教育改革发展要求,从农业高职高专人才培养目标出发,结合农业行业对从业人员的要求,该教材在编写过程中着重突出了以下特点。

1. 涵盖范围广。该教材是农业高职高专教材改革的一个尝试,教材内容涵盖了农业高职高专院校土壤、气象、肥料、作物生理等课程,通过调整,整合成上下连贯、综合联系的完整体系,具有很强的系统性。

2. 内容上注意把握适度的理论基础,注重应用型知识点,避免与中职教材重复。针对近几年农业高职高专教材出现与中职教材趋同的现象,本书编写注重理论高于中职教材的要求,同时重点又强化了实践性、前瞻性、先进性,使教材具有自身的适用范围。

3. 体系上既突出农业高职高专的特色,又具有很强创新性。目前作物生长与环境课程,无论在本科、高职、学历文凭考试等教学领域都无相应的教材。现行的同类教材是植物生长与环境,针对性不强。本教材区别于其他领域的同类教材,力求自成体系,突出农业高职高专的特色。全书基本知识部分共十三章,较系统地介绍了影响农作物生产的自然环境条件,重点突出了作物生长与环境的关系。根据现阶段我国农业生产发展的特点,规范、科学地介绍作物生长环境安全体系,并将作物生长环境中涉及的国家标准作为附录,方便查阅。

4. 突出实践技能培养。从实践能力训练的要求出发,本书针对农业高职高专学生的特点,设计了26项可操作性较强的农作物生产与环境实训项目,有助于培养学生的实际动手能力。

5. 各章节的内容安排合理,在编写中按权重安排章节内容,使教材的讲授有规律可循,方便组织教学。

本书适合作为农业高职高专院校教材,也可供农业本科院校的学生以及从事农业科技工作的人员参考。

本书由云南农业职业技术学院王孟宇主编,全国六所农业高职高专院校的20位教师参加了教材相关内容的编写工作。王孟宇统一筹划教材内容,王孟宇、陈丽萍对书稿初稿进行了修改,最终定稿。编写过程中得到了参编院校的大力支持,在此一并致谢。

因编写时间紧迫,书中难免会有疏漏之处,真诚欢迎广大读者、同行与专家给予指正,以便今后改进,特致深深的谢意!

编者

2009年5月



基本知识篇

第一章 概论 2

第一节 作物生产及发展趋势概况 2

- 一、作物生产的重要性 2
- 二、作物的概念、起源与传播 2
- 三、作物的分类 4

第二节 作物生态类型和种植区划 5

- 一、作物的生态类型 5
- 二、种植业区划 5

第三节 作物布局 6

- 一、作物布局的概念 6
- 二、决定作物布局的因素 6
- 三、作物布局的基本原则 6
- 四、作物布局的步骤与内容 6

第四节 作物生产发展趋势 7

- 一、作物生产发展的目标 7
- 二、作物生产发展的途径 8
- 三、发展先进适用技术 9

第五节 作物的生长发育与环境 9

- 一、作物的生育期 9
- 二、作物生长的一般规律 10
- 三、作物生产的基本条件 10

第六节 作物的产量及其形成 11

- 一、作物产量的基本概念 11
- 二、作物产量构成因素及形成 12

思考题 12

第二章 植物的生长发育 13

第一节 种子的休眠与萌发 13

- 一、种子休眠 13
- 二、种子萌发 15

第二节 植物营养生长 17

- 一、根的生长 17

二、茎的生长 19

三、叶的生长 19

第三节 植物的生殖生长 20

- 一、花芽分化 20
- 二、开花、传粉 20
- 三、受精作用 21
- 四、果实与种子的形成 22

第四节 植物的衰老与脱落 23

- 一、植物的衰老 23
- 二、植物的脱落 23

第五节 植物的生长规律 24

- 一、植物生长大周期 24
- 二、植物生长的周期性 24
- 三、生长相关性 25
- 四、植物生长的其他特性 26
- 五、植物的运动 26

思考题 28

第三章 作物生长与光 29

第一节 太阳辐射 29

- 一、太阳辐射的概念及量度 29
- 二、到达地面的太阳辐射 29
- 三、太阳光谱 30
- 四、光照强度 30
- 五、日照长短 30

第二节 光合作用 31

- 一、光合作用的概念和意义 31
- 二、叶绿体及光合作用色素 32
- 三、光合作用的机理 33
- 四、光呼吸 38
- 五、光合作用的影响因素 39
- 六、光合产物的运输及分配 39

第三节 光与作物生长发育 40

一、光照强度与作物的生长发育	41	一、太阳辐射与温度	74
二、光照时间与作物的生长发育	42	二、温度的基本概念	75
三、太阳光谱与作物的生长发育	43	第二节 空气温度变化规律及其利用	76
第四节 作物对光能的利用	44	一、气温变化的原因	76
一、作物产量的形成	44	二、气温的时空变化与利用	78
二、作物的光能利用率	45	第三节 土壤温度及其变化规律	81
三、提高群体光能利用率的途径	45	一、土壤的热性质	81
思考题	46	二、土壤温度的时空变化与利用	83
第四章 植物的呼吸作用	47	第四节 温度对作物生长发育的影响	84
第一节 呼吸作用的概念及生理意义	47	一、作物生长发育的温周期现象	85
一、呼吸作用的概念	47	二、温度对作物生产的影响	89
二、呼吸作用的生理意义	48	三、变温管理	90
第二节 呼吸作用的生理指标	48	第五节 调节土壤温度的农业技术措施	91
一、呼吸强度	48	一、耕翻松土	91
二、呼吸商	48	二、镇压	92
第三节 呼吸作用的生化过程	49	三、垄作	92
一、有机物分解	49	四、土壤覆盖	93
二、电子传递与氧化磷酸化	51	五、灌溉	93
第四节 呼吸作用的影响因素及调控应用	51	思考题	94
一、影响呼吸作用的环境条件	51	第七章 大气与作物生长	95
二、呼吸作用的调节	52	第一节 大气	95
三、调控呼吸在农业生产上的应用	53	一、大气的成分	95
思考题	55	二、大气的分层	95
第五章 土壤与作物生长	56	第二节 大气对作物生长的影响	97
第一节 概述	56	一、氧气、二氧化碳与作物生长	97
一、土壤和土壤肥力的概念	56	二、空气中的有害气体及净化	97
二、土壤在农业生产中的地位和作用	57	三、风与农作物生产	97
第二节 土壤固相组成	57	四、土壤空气与作物生产	98
一、土壤矿物质	57	五、农业小气候	99
二、土壤的形成	58	第三节 大气污染与防控	100
三、土壤粒级与土壤质地	59	一、大气污染的概念	100
四、土壤有机质	61	二、大气污染的分类	100
第三节 土壤的离子交换性能和酸碱性能	64	三、大气污染的防控	101
一、土壤胶体	64	思考题	101
二、土壤的保肥性和供肥性	65	第八章 水与作物生产	102
三、土壤的酸碱性和缓冲性	67	第一节 降水	102
第四节 土壤的孔性、结构性和耕性	69	一、降水形成的原因	102
一、土壤孔隙性	69	二、降水类型和降水观测	102
二、土壤结构	71	第二节 空气湿度	104
三、土壤耕性	72	一、水汽压及变化	104
思考题	73	二、相对湿度及变化	105
第六章 温度与作物生产	74	第三节 土壤水分	106
第一节 温度的基本概念	74	一、土壤水的类型和性质	106
		二、土壤水分常数 and 土壤水分的有 效性	108

三、土壤含水量	108
四、土壤水分的运动	109
第四节 作物的水分代谢	111
一、水在作物生活中的重要性	111
二、作物细胞对水的吸收	112
三、植物的蒸腾作用	114
四、水在植物体内的运输	116
五、作物的水分平衡	118
第五节 水对作物生产的影响	119
一、降水对作物生产的影响	119
二、空气相对湿度对作物生产的影响	120
三、土壤水分及其他条件对作物生产的影响	120
第六节 调节作物水环境的有效措施	121
一、作物对水环境的反应	121
二、调节土壤水分的生物措施	122
三、提高水分利用率的农业措施	122
思考题	124

第九章 生物与作物生长 126

第一节 生物学概述	126
第二节 植物与作物生长	127
一、同种植物间的相互关系	127
二、不同种植物间的相互关系	127
第三节 动物与作物生长	129
一、动物对作物的有益作用	129
二、动物对作物的有害作用	130
第四节 微生物与作物生长	130
一、微生物的概念	130
二、微生物的特点	130
三、微生物的生物作用与地位	131
四、微生物对作物生长的有害方面	131
五、微生物对作物的有益方面	132
思考题	133

第十章 养分与作物生长 134

第一节 作物生长所需的主要营养成分	134
第二节 作物的土壤营养	135
一、土壤营养的来源与携出损失	135
二、土壤营养的形态及转化	135
三、环境因素对作物吸收土壤营养的影响	136
四、土壤养分	137
第三节 土壤养分对作物生长的影响	141
一、土壤中的大量元素对作物生长的影响	141

二、土壤中的微量元素对作物生长的影响	142
第四节 化学肥料	143
一、氮肥	143
二、磷肥	146
三、钾肥	147
四、微量元素肥料	148
五、复合肥料	149
第五节 有机肥料	149
一、粪尿肥	150
二、堆肥与沤肥	150
三、秸秆直接还田	151
四、绿肥	151
五、生物肥料	151
第六节 配方施肥及其应用	153
一、配方施肥的含义和依据	153
二、配方施肥需要考虑分析的因素	154
三、配方施肥的基本方法	154
思考题	155

第十一章 植物环境胁迫 157

第一节 植物的环境胁迫概述	157
第二节 不同环境胁迫下作物的症状及保护措施	158
一、温度胁迫	158
二、水分胁迫	160
三、盐碱胁迫生理	162
四、生物胁迫生理	162
第三节 环境污染生理	163
一、环境污染胁迫对植物的影响	163
二、植物对环境污染的反应	164
三、利用植物修复环境污染	164
四、施肥、环境与农产品品质	165
思考题	167

第十二章 设施农业生产环境 168

第一节 设施农业概述	168
第二节 设施农业的环境特点	169
一、设施农业的温度变化	169
二、设施农业的光照变化	170
三、光分布	171
四、设施内光照的调节	171
五、设施农业的水分变化	171
六、设施农业的土壤环境特点	171
七、设施农业的气体条件	172
八、设施农业的病虫害发生规律及防治	173

思考题	174	二、绿色农产品产地环境质量标准	179
第十三章 作物生产环境标准		三、绿色食品生产中农药使用准则	180
体系	175	四、农产品绿色肥料使用准则	183
第一节 无公害农产品的产地环境体系	175	第三节 有机农作物产品的生产环境	
一、无公害农产品概述	175	条件	185
二、无公害农产品（或原料）产地		一、有机食品发展现状	185
环境条件	175	二、有机农业的相关概念	185
三、无公害蔬菜产地环境条件	176	三、有机作物产品的概念及其含义	186
四、无公害水果产地与生态环境条件	177	四、有机农作物产品认证基本要求	186
第二节 绿色农产品产地环境条件	178	五、作物生产环境要求	189
一、绿色农产品	178	思考题	193

技能实训篇

实训一 种子休眠	196	实训二十 植物的溶液培养和缺素症状的	
实训二 种子生活力鉴定	196	观察	235
实训三 叶绿素含量的测定	197	实训二十一 化学肥料的定性鉴定	237
实训四 长、短光照处理及其效应观察	199	实训二十二 显微镜油镜的使用和细菌单	
实训五 呼吸商的测定原理与技术	199	染色的形态观察	239
实训六 广口瓶法测定植物呼吸速率		实训二十三 农业设施类型调查	240
技术	200	实训二十四 农业设施内小气候观测	241
实训七 土壤农化样品的采集与制备	202	实训二十五 无公害农产品生产调查	242
实训八 土壤质地的测定（手测法）	204	实训二十六 无公害农产品生产知识普及	
实训九 土壤酸碱度的测定（混合指示		培训方案	242
剂法）	205	附录一 农田灌溉用水水质标准	
实训十 日射观测	206	（GB 5084—2005）	244
实训十一 温度观测	210	附录二 土壤环境质量标准	
实训十二 大气中的水分观测	215	（GB 15618—1995）	246
实训十三 气压和风的观测	219	附录三 保护农作物的大气污染浓度	
实训十四 叶面积指数的测定	224	限值（GB 9137—88）	248
实训十五 降水量的观测	225	参考文献	249
实训十六 干湿球温度表的构造与使用	226		
实训十七 土壤含水量的测定	227		
实训十八 土壤速效氮的测定	229		
实训十九 土壤速效磷、钾的测定	233		

基本知识篇

第一章 概 论

[基本概念]

作物 作物的生育期 作物产量 经济产量 经济系数

[重点内容]

作物的分类；作物生产发展的目标；作物生长发育的一般规律；作物生长的基本条件；作物产量构成因素及形成。

第一节 作物生产及发展趋势概况

一、作物生产的重要性

作物生产是农业生产的重要组成部分，是农业生产的基础。一方面，作物生产不只是直接供给人类生存所需的生活资料，还供给农业生产中的畜牧业、渔业等所需的饲料。作物生产的好坏，直接影响着畜牧业的发展，同时也影响着农村社会的稳定。另一方面，作物生产为工业生产提供了生产原料，如制糖业、橡胶业、纺织业等许多轻工业都需要农业为其提供生产原料。预计，我国轻工业在今后很长一段时间内的发展仍然有赖于农业生产，特别是经济作物的生产状况。因此，发展作物生产，必将推动我国工业的发展，而工业的发展又将促进作物生产的发展。其次，作物产品也是我国出口创汇的重要物资。我国工业生产水平与世界先进水平相比还有较大差距，工业产品在激烈的国际市场中的竞争力还有待加强，而农副产品及其加工产品在国家出口额中占有较大的比重，是我国出口物资的重要来源之一。所以作物生产在整个农业生产，乃至国民经济都占有极其重要的地位。

二、作物的概念、起源与传播

1. 作物的概念

广义的作物是指栽培的植物，目前世界上栽培的植物约 1500 种。狭义的作物是指在大田里栽培面积较大的植物，常称农作物，如粮、棉、油、麻、糖、烟等。随着种植业内涵的延伸和种植业结构的调整，果、菜、花、饲料作物和药用作物已进入了大田作物范畴。

至今发现，地球上大致有 50 多万种植物，其中被人类利用的有 5000 种以上，被栽培的约 1500 种，属大面积种植的有 200 种。我国种植的作物约有 600 种，其中粮食作物 30 多种，经济作物约 70 多种，蔬菜 110 多种，牧草约 50 多种，花卉有 130 种，药用作物 50 种。大麦属约有 30 多个种，我国已发现 11 个种，其中仅普通栽培大麦有栽培价值，为重要的饲料和酿造原料，少数用作粮食。

2. 栽培植物的地理起源

最早研究作物地理起源中心问题的瑞士学者康多尔，在他 1883 年出版的《栽培植物的起源》一书中，对 477 种栽培植物的起源地进行了划分。其后在 20 世纪 20~30 年代，前苏

联植物学家瓦维洛夫等,借助于植物形态分类、杂交验证、细胞学和免疫学等手段,对从60多个国家收集的30多万份植物品种材料进行了比较研究,于1926年写成了《栽培植物的起源中心》一书,并于1935年出版了《育种中心的植物地理基础》,该书的基本理论至今仍有着重要作用。1968年茹可夫斯基提出了大基因概念,他将瓦维洛夫确立的8个起源中心扩大到12个。1975年瑞士的泽文和茹可夫斯基共同编写了《栽培植物及其变异中心检索》,重新修订了茹可夫斯基提出的12个基因中心的起源概念。

其中,中国基因中心是主要的、初生的,由它发展了次生的日本基因中心。中国的中部、西部山区及其比邻低地是世界上最大的农业发源地和栽培植物的起源中心。中国起源地的特点是栽培植物的数量极大,包括了热带、亚热带和温带作物的代表。在栽培植物的数量上,中国超过其他起源地,如藜、稷、粟、大麦、荞麦、大豆、裸燕麦等作物,中国是初生起源中心;普通小麦和高粱等是次生起源中心。目前,许多学者仍在继续探索研究栽培植物的起源。

3. 作物的传播

据考证,在史前人类就开始从起源地通过陆路、海路或通过海路与陆路相结合的路径将栽培作物向世界各地传播。如小麦起源于近东,新石器时代由于民族大迁移,将小麦向西传播到欧洲,以后进一步远传到非洲北部,15世纪末,从西班牙经海路传入印度群岛,18世纪英国的移民者将小麦引入澳大利亚。

起源于中国的栽培稻,以云南高地中心呈放射状,沿着大河川的河谷及河谷之间的路,漫长曲折地向东、向南、向西传播。公元前1~2世纪向东传到日本,在公元前1000年以前向南传到菲律宾。玉米则由美洲传到西班牙,再扩展到欧洲、非洲,16世纪30年代又由陆路从土耳其、伊朗和阿富汗传入东亚,另外又经非洲好望角传到马达加斯加岛、印度和东南亚各国。传入我国的途径可能由西班牙到麦加,再经中亚、西亚传入我国西北部和内陆;也可能从麦加传入印度和我国云南、贵州、四川等地,再向北、向东传入其他各省、自治区。

蚕豆一般认为起源于亚洲西南和非洲北部。中国蚕豆相传为西汉张骞自西域引入。

大豆起源于中国。至秦代,大豆首先自中国华北传至朝鲜,而后又自朝鲜引入日本;6世纪前后又通过商船自华东引至日本九州一带。19世纪70年代后引入欧洲试种,但长期未能大量种植。1882年起美国开始试种大豆,并先后从中国和日本等国引入大豆品种资源近万份,为发展大豆生产提供了基础材料。

白菜型油菜起源于亚洲和欧洲,甘蓝型油菜起源于欧洲,芥菜型油菜起源于亚洲和非洲。油菜的栽培历史悠久,中国和印度是世界上栽培油菜最古老的国家。根据出土文物和文献的考证,中国也是白菜型油菜的起源地之一,其中的青海、甘肃、新疆、内蒙古等地,可能是最早的油菜栽培地区。

日本古代的白菜型油菜约在2000年以前直接从中国或朝鲜半岛传入。芥菜型油菜原产亚洲,中国是它的类型分化中心。印度东北部的芥菜型油菜由中国引入。在欧洲,白菜型油菜通称芜菁油菜,甘蓝型油菜通称瑞典油菜,是栽培最久的两个种,其栽培开始于13世纪。中国广泛栽培的甘蓝型油菜于20世纪30年代和50年代分别由日本和欧洲引入。美洲、大洋洲以及其他地区栽培的油菜,都是由这些起源中心传播而来。

四倍体栽培种马铃薯向世界各地传播,最初先是于1570年从南美洲的哥伦比亚将短日照类型引入欧洲的西班牙,经人工选择,成为长日照类型;后又传播到亚洲、北美洲、非洲南部和澳大利亚等地。马铃薯何时、何地传入中国,目前尚难确切断定。根据陕西省兴平县志和我国台湾省松溪县志的记载,16~19世纪时已分别由西北和华南通过多途径传入中国。这时中国西南山区、陕西秦岭和山西等地栽培马铃薯已相当普遍。

蓼科 (Polygonaceae) 荞麦属一年生或多年生草本, 起源于中国和亚洲中部, 大约公元 1 世纪传播到欧洲等地。

总之, 栽培作物从其起源中心通过各种途径传播到世界各地并被广泛种植, 成为人们的生活必需品和经济发展的基础。

三、作物的分类

作物的种类繁多, 世界各国栽培的大田作物约 90 余种, 我国种植的有 60 余种。作物的分类方法很多, 最常用的是按产品用途和植物学系统相结合的分类方法, 其他还有按作物对温度及光照条件的要求、对光周期的反应以及对二氧化碳 (CO_2) 的同化途径等进行分类的方法。

1. 按产品用途和植物学系统相结合的方法分类

(1) 粮食作物 (或称食作物)

① 谷类作物 (或称禾谷类作物)。绝大部分属禾本科, 主要作物有稻、小麦、大麦、燕麦、黑麦、玉米、谷子、高粱、黍、稷、薏苡等。荞麦属蓼科, 其谷粒可食用, 习惯上也将其列入此类。

② 豆类作物 (或称豆菽类作物)。属豆科, 常见的作物有大豆、豌豆、绿豆、赤豆、蚕豆、豇豆、菜豆、小扁豆、蔓豆等。

③ 薯芋类作物。植物学上的科、属不一, 常见的有甘薯、马铃薯、木薯、豆薯、山药 (薯蓣)、芋、魔芋、菊芋、蕉藕等。

(2) 经济作物 (或称工业原料作物)

① 纤维作物。其中有种子纤维, 如棉花; 韧皮纤维, 如大麻、亚麻、洋麻、黄麻、苘麻、苧麻等; 叶纤维, 如龙舌兰麻、蕉麻、菠萝麻等。

② 油料作物。常见的有花生、油菜、芝麻、向日葵、蓖麻等。大豆种子也是食用油的原料。

③ 其他作物。主要有烟草、茶叶、薄荷、咖啡等。

(3) 饲料和绿肥作物 豆科中常见的有苜蓿、苕子、紫云英、草木樨、田菁、桤麻、三叶草等, 禾本科中常见的有苏丹草、黑麦草等; 其他如红萍、水葫芦、水浮莲、水花生等也属此类。这类作物既可作饲料, 又可作绿肥。

上述分类也不是绝对的, 有些作物有几种用途, 根据需要, 既可划到这一类, 又可划到另一类。如大豆, 既可食用, 又可榨油; 亚麻既是纤维作物, 种子又是油料; 玉米既可食用, 又可作饲料或青贮饲料; 马铃薯既可作粮食, 又可作蔬菜。

2. 按作物对温度条件的要求分类

(1) 喜温作物 如水稻、棉花、玉米、烟草、花生等。在其全生育期中, 所需的日均温和总积温量较高, 其生长发育的最低温度为 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$, 温度低, 生长发育缓慢, 甚至停止。

(2) 耐寒作物 如小麦、大麦、油菜等。这些作物全生育期要求的日均温和总积温量较低, 其生长发育的最低温度为 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$, 温度过高, 生长发育缓慢, 甚至停止。

3. 按作物对光周期的反应分类

(1) 长日照作物 如小麦、大麦、油菜、甜菜等。这类作物在白昼长、黑夜短的条件下, 其生长发育速度加快, 生育期缩短。

(2) 短日照作物 如水稻 (中、晚稻)、玉米、棉花、大豆、烟草等。这类作物在白昼稍短、黑夜稍长的条件下, 其生长发育速度加快, 生育期缩短。

(3) 中性作物 如早稻、豌豆等。这类作物在光合作用过程中, 吸收二氧化碳最先形成