

研究生参考教材

Reference Readers for Graduates

作物高产 理论与实践

Theory and Practice of Crop High Yields

王荣栋 曹连莆 张旺锋 主编

Chief Compilers:

Wang Rongdong Cao Lianpu Zhang Wangfeng



 中国农业出版社



作物高产理论与实践

Theory and Practice of Crop High Yields

封面设计 姜 欣

ISBN 978-7-109-12269-7



9 787109 122697 >

定价：38.00 元

● 研究生参考教材

Reference Readers for Graduates

作物高产理论与实践

Theory and Practice of Crop High Yields

王荣栋 曹连莆 张旺锋 主编

Chief Compilers: Wang Rongdong

Cao Lianpu

Zhang Wangfeng

中国农业出版社

China Agricultural Publishing House

图书在版编目 (CIP) 数据

作物高产理论与实践/王荣栋, 曹连莆, 张旺锋主编.
北京: 中国农业出版社, 2007. 10
ISBN 978-7-109-12269-7

I. 作… II. ①王…②曹…③张… III. 作物—栽培
IV. S31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 142620 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 李文宾

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.5

字数: 442 千字 印数: 1~2 000 册

定价: 38.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书由石河子大学、新疆农业大学研究生导师和新疆有关专家编著。全书共十章 36 节。作者根据当前农业科学的新知识、新理论、新技术发展和现代信息技术、人工智能技术在精准农业等方面的应用,采用专题的形式,除论述作物产量形成、作物源库理论应用以及有关生态条件外,以棉花、小麦、水稻、玉米、油菜、甜菜、大豆、加工番茄等大田作物为主要对象,论述作物高产栽培和育种等有关理论与实践,拓展面较宽,信息量较大,内容丰富、翔实,不仅理论性、实践性和前瞻性较强,而且具有我国西部地区荒漠绿洲灌溉农业的特色。

本书除作为农业院校研究生参考教材外,也可作为农学有关专业的专业提高课以及中、高级农业科技人员和有关领导的参考用书。

A Brief Introduction

This book is compiled by some graduate advisors of College of Agriculture of Shihezi University and Xinjiang Agricultural University some well-known experts concerned in Xinjiang. The whole book is composed of 10 chapters and 36 sections. The authors, based on the development of current bio-science new information, new theory and new technology and the application of modern information technique, artificial intelligence technique and others in intensive agriculture, expound the correlative theories and practice of high yield crop cultivation and seed breeding. The book, adopting a special method, chiefly discusses such field crops as cotton, wheat, rice, corn, rape, beet, soybean and processed tomato, including crop output formation, the application of crop source bank theory and related ecological conditions. The book involves in a wide range, abundant information, rich and reliable content with not only strong theoreticality, practicality and futurity, but is characteristic of irrigation farming in wilderness oasis areas of China as well.

This book is not only intended to the graduates in agricultural higher institutions as a reference teaching material, but might be as an advanced book for related fields of agronomy and senior agricultural technicians or some related leaders can also use it as a reference book.

主 编：王荣栋（石河子大学/新疆生产建设兵团绿洲农业生态重点实验室）

曹连莆（石河子大学/新疆生产建设兵团绿洲农业生态重点实验室）

张旺锋（石河子大学/新疆生产建设兵团绿洲农业生态重点实验室）

副 主 编：章建新（新疆农业大学）

吕 新（石河子大学/新疆生产建设兵团绿洲农业生态重点实验室）

编 著 者：（以姓氏笔画为序）

马富裕	王兆木	王荣栋	王燕飞	韦全生
田笑明	吕 新	刘建国	刘慧英	孙 杰
李卫华	李少昆	李世和	李国英	李鲁华
李新裕	吴新元	张巨松	陈冠文	赵 奇
贺福德	柴付军	曹连莆	章建新	梁乃亭
梁晓玲	董志新	蒋桂英	赖先齐	

英文翻译：陈开荣

主 审：曹连莆 王荣栋

Chief Compilers:

Wang Rongdong (Shihezi University/
Key Lab of Oasis Agriculture Ecology of Xinjiang BINGTUAN)
Cao Lianpu (Shihezi University/
Key Lab of Oasis Agriculture Ecology of Xinjiang BINGTUAN)
Zhang Wangfeng (Shihezi University/
Key Lab of Oasis Agriculture Ecology of Xinjiang BINGTUAN)

Vice Chief Compilers:

Zhang Jianxin (Xinjiang Agricultural University)
Lv Xin (Shihezi University/Key Lab of Oasis Agriculture Ecology
of Xinjiang BINGTUAN)

Compilers:

Ma Fuyu, Wang Zhaomu, Wang Rongdong, Wang Yanfei,
Wei Quansheng, Tian Xiaoming, Lv Xin, Liu Jianguo,
Liu Huiying, Sun Jie, Li Weihua, Li Shaokun, Li Shihe,
Li Guoying, Li Luhua, Li Xinyu, Wu Xinyuan,
Zhang Jusong, Chen Guanwen, Zhao Qi, He Fude,
Chai Fujun, Cao Lianpu, Zhang Jianxin, Liang Naiting,
Liang Xiaoling, Dong Zhixin, Jiang Guiying, Lai Xianqi

Translator:

Chen Kairong

Chief Proof-readers:

Cao Lianpu, Wang Rongdong

作者分工

Attached with the authors' writing parts

第一章

- 第一节 张旺锋教授 王荣栋教授
- 第二节 张旺锋教授 王荣栋教授
- 第三节 赖先齐教授 李鲁华教授
- 第四节 刘建国副教授 赖先齐教授

第二章

- 第一节 孙 杰副教授
- 第二节 张旺锋教授 张巨松教授
- 第三节 陈冠文研究员
- 第四节 马富裕教授 李新裕教授
- 第五节 柴付军研究员
- 第六节 李国英教授
- 第七节 贺福德教授
- 第八节 韦全生客座教授
- 第九节 田笑明研究员

第三章

- 第一节 李卫华副教授 曹连莆教授
- 第二节 赵 奇研究员 王荣栋教授
- 第三节 王荣栋教授 李世和教授
- 第四节 王荣栋教授 吴新元研究员

第四章

- 第一节 梁晓玲研究员
- 第二节 李少昆教授
- 第三节 李少昆教授

- 第四节 董志新教授 李新裕教授

第五章

- 第一节 梁乃亭研究员
- 第二节 梁乃亭研究员

第六章

- 第一节 王兆木研究员
- 第二节 王兆木研究员

第七章

- 第一节 王燕飞研究员
- 第二节 王燕飞研究员
- 第三节 王燕飞研究员
- 第四节 王燕飞研究员

第八章

- 第一节 刘慧英副教授
- 第二节 刘慧英副教授

第九章

- 第一节 章建新教授
- 第二节 章建新教授

第十章

- 第一节 蒋桂英副教授
- 第二节 吕 新教授
- 第三节 吕 新教授

前 言

农业生产的发展,是以农业科学的发展与技术的应用为理论基础,栽培作物是以产量形成的数量、质量、效益和持续发展为主要指标的,而产量的形成是作物、环境和技术措施相互协调的结果,是自然再生产与经济再生产的结合,是一项复杂的系统工程,涉及作物本身、品种特性、土肥水条件、病虫害防治以及栽培措施运筹等。作物栽培学是农业科学中密切联系生产实际的综合应用科学,作物高产理论与实践则是其更高的层面,在一定程度上反映一个国家和地区的农业科学和生产技术水平。

当前,农业科学的迅速发展、现代信息技术、人工智能技术和精准农业等正在兴起,现代农业的新领域正引起全球高度重视。根据教育部规定精神,我国高等农业院校作物栽培学与耕作学学科普遍将“作物高产理论与实践”作为硕士研究生学位课程,作物学科的其他学科研究生纷纷作为选修课程,不少院校农学专业的本科生也把“作物高产理论与实践”作为专业提高课和专题课。科学技术的发展在作物遗传育种、栽培生理、增产措施等方面,取得了许多重大突破,得到了实际应用。对作物高产理论与实践进行更高层次的探讨、组织教学,确有必要。

由于科学技术的发展,学科间的分工越来越细,目标越来越明确,而且相互渗透,相辅相成,互相促进,石河子大学 and 新疆农业大学的有关学科教师共同协作,根据硕士研究生培养目标和教学大纲的要求,围绕本学科新理论、新知识、新技术以及生产实践应用情况,选定一些热点问题,用专题的方式,写成这部教材,供教学和研究生自学参考,使研究生在有限的学习期间,拓宽专业,夯实理论基础,主攻好课题的研究方向,以利尽快投身于我国现代化建设。

全书共分十章 36 节,除了围绕作物产量形成和生态条件等论述外,按棉花、小麦、玉米、水稻、油菜、甜菜、加工番茄、大豆等大田作物为对象,以“节”作为专题形式进行有关作物高产理论与实践方面的论述。

新疆位于祖国的西北边陲,属于典型的大陆性气候,是荒漠绿洲灌溉农

业，国有农场比例较大，集约化经营水平较高，作物生长发育规律和栽培措施与内地许多省（市、自治区）有较大的差异，我们撰稿时尽量让学生扩大国内外视野，启迪思路，有些具体内容又较多地联系新疆生产实际，所以，这部教材在一定程度上又具有西北绿洲灌溉农业的特点。

撰稿的作者均为石河子大学和新疆农业大学相关学科的研究生导师，其中有不少导师从事本科生、硕士生、博士生教学长达40多年。为了加强写作力量，两校的多位校外导师，如吴新元研究员、田笑明研究员、梁乃亭研究员、王燕飞研究员、赵奇研究员、梁晓玲研究员，客座教授韦全生先生等参加了撰稿。此外，还特邀塔里木大学李新裕教授、李世和研究员，新疆农业科学院王兆木研究员，新疆农垦科学院柴付军研究员、陈冠文研究员撰稿。全书由王荣栋教授统稿。在写作中还得到中国农业科学院刘昇廷研究员，石河子大学李蒙春教授、赵斌老师，新疆农业科学院孟凤轩副研究员等专家的大力帮助。书中引用了较多单位和许多专家近年来的文献资料，在参考文献中未能一一注明，在此表示最诚挚的感谢。本书的出版与自治区教育厅高教处及众多作者所在单位各级领导的多方面指导和帮助是分不开的，中国农业出版社也给予了大力支持，所以，这本教材的出版是多方面共同努力的结果，是集体智慧的结晶。

我们深知，写好一本教材，尤其是作为研究生参考教材，要求高、难度大，为此，我们做了不少努力。尽管如此，由于水平有限，时间仓促，差错实属难免，敬请专家、读者多加指正。

编 者

2007年5月

目 录

前言

第一章 作物产量的形成及新疆生态条件 1

第一节 作物产量的形成 1

一、作物产量概念 1

二、作物产量构成因素及其相互关系 3

三、作物产量形成的生理机制 6

四、作物高产的途径 10

第二节 作物源库理论及其在产量形成中的应用 13

一、作物源库的概念 13

二、流的问题 15

三、作物源库在产量形成中的互动 16

四、源库理论在生产中的应用 17

第三节 新疆绿洲的生态特点 18

一、新疆地理与地貌特征 18

二、新疆绿洲农区的生态环境条件 19

三、绿洲地区人口、资源、环境的可持续发展 25

第四节 新疆绿洲种植业特点 26

一、新疆绿洲农业水分的高效利用 26

二、新疆绿洲农业的多熟种植 28

三、新疆绿洲农业地膜覆盖栽培的作用 30

四、新疆绿洲特色农业的发展方向 32

五、新疆绿洲农田防护风沙措施 34

参考文献 36

第二章 棉花高产理论与实践 38

第一节 当前我国棉花育种的动态 38

一、杂种优势利用现状 38

二、棉花转基因育种 40

三、棉花分子育种 41

四、新疆常规陆地棉新品种的选育及其应用推广的现状 43

五、新疆杂交棉新品种应用推广的情况 43

六、新疆彩色棉新品种应用推广情况	44
七、新疆长绒棉及中长绒棉新品种应用推广情况	44
第二节 新疆棉花生长发育特点	45
一、新疆棉花生长发育的环境条件	45
二、新疆棉花产量形成光合生理的特性	50
第三节 新疆棉花“早、密、矮、膜”栽培技术	56
一、“早、密、矮、膜”栽培体系提出的背景	56
二、“早、密、矮、膜”的内涵	56
三、“早、密、矮、膜”栽培配套措施	57
第四节 棉花膜下滴灌	58
一、棉花膜下滴灌的发展	58
二、棉田膜下滴灌条件下土壤水分运移特点	60
三、新疆棉花膜下滴灌和滴灌施肥效果举例分析	65
第五节 棉花膜下滴灌施肥	68
一、棉花膜下滴灌施肥的基本原理	69
二、滴灌施肥系统的组成	70
三、滴灌施肥对土壤条件的要求	71
四、滴灌施肥对水质的要求	71
五、滴灌施肥对肥料的要求	72
六、灌溉施肥营养液（母液）的配制和专用复合肥的研制开发	73
七、棉花膜下滴灌施肥的原则和方法	75
八、新疆目前棉花滴灌施肥存在的问题	76
第六节 棉花抗枯、黄萎病性及其利用	76
一、棉花枯、黄萎病菌的致病性	77
二、棉花品种的抗病性	83
三、棉花抗病育种技术及成就	90
第七节 新疆棉花主要害虫发生及综合防治	91
一、新疆棉花害虫为害和发生特点	91
二、棉花害虫综合治理的基本理论与指导思想	98
三、棉花害虫综合防治的技术体系	99
第八节 当前新疆兵团机采棉的推广及技术配套措施	101
一、推广应用情况	101
二、栽培技术配套	102
三、筛选棉花脱叶剂	102
四、采棉机械	103
五、籽棉清理加工设备	104
六、贮运技术	104
第九节 当前新疆棉花生产和科学研究中的几个问题	105

一、新疆棉花生产在全国的地位	105
二、新疆棉花生产经验和存在的主要问题	108
三、新疆棉花科技攻关的重点	111
参考文献	114
第三章 小麦高产理论与实践	118
第一节 当前我国小麦品质改良动态	118
一、当前我国小麦品质状况及育种动态	118
二、小麦品质的概念及分类	120
三、我国小麦品质改良的历史与现状	123
四、我国小麦品质遗传改良的目标和方法	124
第二节 当前我国小麦超高产问题	128
一、当前我国小麦超高产基本情况	128
二、超高产小麦对品种的要求	129
三、超高产小麦群体结构	130
四、超高产小麦源库平衡动态	131
五、超高产小麦营养吸收和积累动态	132
六、超高产栽培体系的建立与研究的展望	132
第三节 小麦品质生态	133
一、小麦品质的地域差异	133
二、自然生态因子对小麦品质的影响	135
三、栽培措施对小麦品质的影响	138
第四节 中国西北绿洲农区小麦优质、高产关键措施	140
一、河套灌区春小麦优质、高产栽培措施	141
二、河西走廊春小麦优质、高产栽培措施	142
三、柴达木盆地春小麦优质、高产栽培措施	143
四、新疆冬、春小麦优质、高产栽培技术	145
参考文献	152
第四章 玉米高产理论与实践	155
第一节 当前我国玉米育种的几个问题	155
一、现有玉米品种现状	155
二、我国玉米育种的目标	157
三、我国玉米种质资源创新	159
四、玉米育种新技术的应用	161
五、玉米育种策略	162
第二节 50 年来我国玉米产量的提高与增长因素	162
一、50 年来我国玉米产量的提高情况	162

二、50年来我国玉米产量的增长因素	164
第三节 玉米高产创新与突破	165
一、美国的玉米高产竞赛	165
二、李登海的玉米高产之路	168
三、我国的玉米高产竞赛	171
四、关于“超级玉米”	172
第四节 玉米吨粮田发展概况	173
一、我国吨粮田发展概况	173
二、玉米吨粮田的自然条件	173
三、玉米吨粮田产量构成因素	174
四、吨粮田玉米发育进程及其干物质积累	175
五、吨粮田玉米主要栽培措施	175
六、南疆玉米套种、复播吨半粮和大面积吨二五粮	176
参考文献	178
第五章 水稻高产理论与实践	179
第一节 当前我国水稻学科的新发展	179
一、特种水稻的研究与发展	179
二、有机米、绿色食品米、无公害米的研究与发展	182
三、超级稻的研究与发展	185
四、我国水稻超高产栽培技术的研究与推广	189
第二节 新疆水稻育种和栽培中的几个问题	190
一、新疆水稻的生态特点及产量情况	190
二、新疆稻区分布	191
三、新疆水稻的品种改良	192
四、新疆水稻栽培的特点	192
五、新疆水稻生产目前面临的问题	194
六、新疆水稻生产面临的发展机遇	194
七、新疆水稻持续发展的战略措施	195
参考文献	195
第六章 油菜高产理论与实践	197
第一节 当前我国油菜育种现状及其品质改良	197
一、我国油菜育种现状	197
二、新疆油菜品种现状及育种目标	198
三、油菜育种的新途径	200
第二节 油菜产量形成及高产高油栽培措施	203
一、油菜产量结构与高产类型	203

二、油菜结实器官生长与产量形成	205
三、新疆油菜高产途径与目标	207
参考文献	208
第七章 甜菜高产高糖理论与实践	209
第一节 甜菜在糖业生产中的地位	209
一、甜菜生产情况概述	209
二、我国甜菜糖业的兴起与发展	209
三、我国甜菜生产技术的发展与布局调整	210
四、新疆发展甜菜生产的优势及当前存在的问题	211
第二节 甜菜高产高糖理论基础	212
一、甜菜的光合性能	212
二、合理施肥的生理基础	215
三、合理灌水的生理基础	216
第三节 甜菜高产高糖栽培措施	220
一、直播甜菜栽培技术	220
二、地膜覆盖栽培技术	221
三、纸筒(营养钵)育苗移栽	225
第四节 甜菜的综合利用及未来发展趋势	225
一、甜菜的综合利用	225
二、饲用甜菜	226
三、食用甜菜	227
参考文献	227
第八章 加工番茄高产理论与实践	229
第一节 新疆加工番茄生产的优势	229
一、新疆加工番茄生产概况	229
二、新疆加工番茄产业化发展的优势	230
三、新疆加工番茄种植区域分布	231
第二节 加工番茄生长发育特点及栽培措施	232
一、加工番茄生长发育特点	232
二、新疆加工番茄高产栽培技术	236
参考文献	241
第九章 大豆高产理论与实践研究进展	243
第一节 大豆产量形成的特点与品质	243
一、大豆产量形成的特点	243
二、大豆高产的潜力	244

三、大豆的品质	245
四、转基因大豆	245
第二节 大豆高产生理研究进展	247
一、高产大豆的叶面积指数 (LAI) 动态	247
二、高产大豆的干物质积累与分配	248
三、高产大豆的氮、磷、钾吸收	249
四、大豆的光合作用	251
五、高产大豆源、库关系	252
六、大豆落花落荚	253
七、高产大豆的根系生长	254
八、高产大豆株型	254
参考文献	255
第十章 精准农业的实施	258
第一节 遥感技术在农业上的应用	258
一、遥感技术应用的基本原理	258
二、遥感技术在农业中的应用	266
第二节 基于 GIS 的土壤肥力综合评价	271
一、基于 GIS 的农七师 125 团土壤肥力综合评价模型研究	272
二、基于 GIS 的农五师 81 团土壤肥力综合评价模型研究	275
第三节 棉花、玉米栽培管理专家系统的应用	278
一、农业专家系统工作原理及其结构	278
二、基于 PAID4.0 平台的新疆棉花施肥专家系统	281
三、新疆玉米信息管理与咨询专家系统	288
参考文献	293

1

第一章

作物产量的形成及新疆生态条件

第一节 作物产量的形成

农业生产的目的是获得人类所需要的物质产品，并使之达到一定的数量和质量，因而提高作物产量历来是农业生产最重要的追求目标。作物生产因作物种类、收获目的和产量构成的因素不同而异，产量的提高决定于其构成因素的协调发展，由于产量构成因素之间的关系错综复杂，不同作物在不同生态地区、不同栽培条件获得高产的产量结构也有不同。作物在生长发育过程中的物质生产能力与生理机制及对环境资源的利用能力不一，其产量潜力和增加产量的途径有着明显差异。

一、作物产量概念

作物产量即作物产品的数量。由于人类对作物的利用目的不同，收获的主要产品也不同，因而作物产量有不同的概念和表述方式。20世纪50年代前苏联学者 Nichiponovich 提出了生物产量和经济产量的概念。

（一）生物产量

作物利用光能，通过光合作用同化 CO_2 和水形成有机物，进行物质和能量的转化和积累，建成作物的根、茎、叶、花、果实和种子等器官。作物在整个生育期间生产和积累有机物的总量，即整个作物的干物质量称为生物产量。由于作物的根系生长在土壤中，总量难以测定，因此，除根茎类作物外，其他作物的根系一般不包含在生物产量中，所以，生物产量通常指收获时整个植株地上部分总干重。组成作物体的总干物质中，有机物质占 90%~95%，矿物质仅为 5%~10%。因此，光合作用形成的有机物质生产和积累是农作物产量形成的物质基础。

（二）经济产量

经济产量是指人们按栽培目的所收获的作物主产品的数量，即在单位面积上所获取最有经济价值的主产品的重量。由于作物种类和人们栽培利用的目的不同，不同作物所提供的产品器官各不相同，禾谷