



北方旱地

主要粮食作物栽培

CULTIVATION OF MAIN GRAIN CROPS IN DRY
AREA IN THE NORTHERN PART OF CHINA

主 编 曹广才 王崇义 卢庆善

气象出版社

北方旱地主要粮食作物栽培

CULTIVATION OF MAIN GRAIN CROPS IN
DRY AREA IN THE NORTHERN PART OF CHINA

主编 曹广才 王崇义 卢庆善

Chief editors Cao Guangcai Wang Chongyi Lu Qingshan

气象出版社

China Meteorological Press

内 容 简 介

为反映长期以来我国北方旱地主要粮食作物栽培的研究成果和生产成就,并在理论上系统总结,实践上对已有的栽培措施经验进一步升华,在新的水平上编著了这部研究专著。全书以冬小麦、春小麦、玉米、高粱、谷子、燕麦、荞麦、马铃薯、甘薯、大豆、小豆、绿豆、豌豆、蚕豆、芸豆等 15 类作物为主体,从起源、演化和传播,品种类型,生长发育与环境效应等旱地栽培的生物学基础,生产布局和形势及发展前景,优化栽培技术体系,特殊栽培法,杂交制种和良种繁育体系等方面对每种作物进行系统论述。除前言和绪论外,共分 11 章。以国家旱农攻关研究为背景,以我国北方旱农地区为覆盖面,围绕多种主要粮食作物栽培进行综合、系统、有特色的论述,内容广泛而深刻,理论性和实用性都很强。这部著作对推动我国北方旱地主要粮食作物栽培研究,促进旱地粮食作物和农业生产,都有重要的参考价值和指导意义。本书适于农业科研工作者、大专院校有关专业师生阅读参考,也有益于农业行政部门、推广部门借鉴,还可供农业生产者应用。

图书在版编目 (CIP) 数据

北方旱地主要粮食栽培/曹广才等主编. —北京:气象出版社,1996. 12

ISBN 7-5029-2224-5

I. 北… II. 曹… III. 旱地-粮食作物-栽培-中国 IV. S51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 22766 号

北方旱地主要粮食作物栽培

曹广才 王崇义 卢庆善 主编

* * *

责任编辑:王元庆 终审:周诗健

封面设计:曾金星 责任技编:王元庆 责任校对:达佳

气象出版社出版

(北京市海淀区白石桥路 46 号,100081)

* * *

北京地质印刷厂印刷

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:25.625 字数:600 千字

1996 年 12 月第一版 1996 年 12 月第一次印刷

印数:1~1500 定价:38.00 元

發揮品種優勢努力提
高中低產田的糧食產量

王九六秋
洪綾雪



加強旱地栽培研究大力發展
糧食生產

盧良恕

一九九六年九月

编 委 会

主 编：曹广才 王崇义 卢庆善

副主编(按姓氏笔划排列)：

王修臣	牛瑞明	孙 振	李庆文
李守谦	张孟臣	范景玉	赵治海
徐兆飞	高金文		

编 委(按姓氏笔划排列)：

于文翠	马慧英	王长安	王东瑞
王 发	王亚军	王金君	王佩芝
王修臣	王娟玲	王崇义	牛瑞明
石培华	田 静	卢庆善	卢思慧
白变莲	宁守铭	宁春华	刘学义
刘河山	刘春田	孙占祥	孙贵荒
孙 振	许化民	李庆文	李廷华
李守谦	李 孝	李建利	李建国
李春风	李继武	李德春	杜宗清
杜 珍	杜 贵	杨春燕	杨晓光
吴东兵	何福相	宋仁本	张怀仁
张志鹏	张孟臣	张保明	张焕英
张福耀	陈有清	陈振民	范景玉
岳生光	赵二龙	赵 卫	赵广才
赵 孝	赵治海	姚高宽	段启光
徐兆飞	高金文	曹广才	梅旭荣
龚学臣	黄雅琴	崔文生	崔欢虎
崔 林	梁连友	蒋连起	韩宗舜
韩靖国	童进璧	蔺海明	

Editorial Board

Chief editors: Cao Guangcai Wang Chongyi Lu Qingshan

Vice-chief editors (Names are listed in number of strokes of their Chinese surnames):

Wang Xiuchen	Niu Ruiming	Sun Zhen	Li Qingwen
Li Shouqian	Zhang Mengchen	Fan Jingyu	Zhao Zhihai
Xu Zhaofei	Gao Jinwen		

Members of the Editorial Board (Names are listed in number of strokes of their Chinese surnames):

Yu Wencui	Ma Huiying	Wang Changan	Wang Dongrui
Wang Fa	Wang Yajun	Wang Jinjun	Wang Peizhi
Wang Xiuchen	Wang Juanling	Wang Chongyi	Niu Ruiming
Shi Peihua	Tian Jing	Lu Qingshan	Lu Sihui
Bai Bianlian	Ning Shouming	Ning Chunhua	Liu Xueyi
Liu Heshan	Liu Chuntian	Sun Zhanxiang	Sun Guihuang
Sun Zhen	Xu Huamin	Li Qingwen	Li Tinghua
Li Shouqian	Li Xiao	Li Jianli	Li Jianguo
Li Chunfeng	Li Jiwu	Li Dechun	Du Zongqing
Du Zhen	Du Gui	Yang Chunyan	Yang Xiaoguang
Wu Dongbing	He Fuxiang	Song Renben	Zhang Huairen
Zhang Zhipeng	Zhang Mengchen	Zhang Baoming	Zhang Huanying
Zhang Fuyao	Chen Youqing	Chen Zhenmin	Fan Jingyu
Yue Shengguang	Zhao Erlong	Zhao Wei	Zhao Guangcai
Zhao Xiao	Zhao Zhihai	Yao Caokuan	Duan Qiguang
Xu Zhaofei	Gao Jinwen	Cao Guangcai	Mei Xurong
Gong Xuechen	Huang Yaqin	Cui Wensheng	Cui Huanhu
Cui Lin	Liang Lianyou	Jiang Lianqi	Han Zongshun
Han Jingguo	Tong Jinbi	Lin Haiming	

前 言

在我国粮食生产中, 0.47 亿公顷的旱地占有举足轻重的地位。长期以来, 连续的国家旱农攻关任务主要以研究北方广大的旱农地区为覆盖面。通过几个五年计划, 特别是在“八五”期间, 已取得显著研究成果。各地、各单位的有关试验研究都有可喜成就。在生产实践中也积累了丰富的经验, 总结出一批行之有效的技术措施。为了大力发展粮食生产, 充分反映北方各地区主要粮食作物的旱地栽培研究成果, 并使这些成果尽快地转化为生产力, 同时对已有经验进一步升华, 在新的水平上, 撰写旱地粮食作物的栽培研究专著的时机已经成熟。

本书以《北方旱地主要粮食作物栽培》为名, 撰写冬小麦、春小麦、玉米、高粱、谷子(附糜、黍)、裸燕麦(莜麦)、荞麦(附苦荞)、马铃薯、甘薯、大豆、小豆、绿豆、豌豆、蚕豆、芸豆等作物, 各成章、节。内容包括每种作物的起源、演化和传播; 布局和生产现状; 品种类型; 旱地栽培的生态、生理及有关生物学基础; 优化栽培技术体系; 特殊栽培法等。理论性和实践性都较强, 既有一定的学术价值, 也对这些作物的生产有着重要的指导意义。

中国农业科学院作物育种栽培研究所曹广才、王崇义是这部专著的发起人和组织、指导者。该书的编写得到所领导的支持, 也得到各单位的积极配合。综观整个成书过程, 该书是一批单位参加和众多作者执笔的集体著作。

此书的主持单位是中国农业科学院作物育种栽培研究所。合作单位有山西省农业科学院小麦研究所、甘肃省农业科学院粮食作物研究所和旱地农业研究所、辽宁省农业科学院机械化作物栽培研究所、辽宁省农业科学院高粱研究所、山西省农业科学院高粱研究所、河北省张家口市坝下农业科学研究所、河北省张家口农业高等专科学校、山西省农业科学院高寒区作物研究所、河北省唐山市农业科学研究所、河北省农林科学院粮油作物研究所和山西省农业科学院经济作物研究所、河北省张家口市坝上农业科学研究所、河北省沧州市农林科学院等。他们分别主笔冬小麦、春小麦、玉米、高粱、谷子、裸燕麦、马铃薯、荞麦、甘薯、大豆、小豆、绿豆、豌豆、蚕豆、芸豆等章、节。中国农业科学院农业气象研究所为绪论撰稿。辽宁省食品制冷研究设计院、内蒙古自治区赤峰市农业科学研究所、河北省廊坊市农林科学院、河北省廊坊市农林局技术推广站、河北省绿风 95 集团公司、河北省蔚县农业局、河北省阳原县农技推广中心、河北省怀来县农业局、河北省万全县种子公司、山西省晋中地区农技站、山西省农业厅种子总站、山西省北方种业集团、山西省临猗县委、陕西省农林科学院旱地农业研究所、山西省芮城县人民政府、山西省大同县种子公司、中国农业科学院作物品种资源研究所和作物育种栽培研究所等单位都积极承担了撰稿分工。这些单位都为本书出版大力筹资, 主笔单位还作了资助性集资。山西省寿阳县人民政府还专门拨出了活动经费予以资助。此外, 甘肃农业大学等单位也参加了部分内容的撰写。众多作者的署名在有关章节的相应部分。

对于全书框架结构的提出, 作物种类和写作内容的确定, 组稿、审阅、统稿等工作, 曹广才等同志作了大量工作, 发挥了主导作用。通过编委会集体审阅和定稿, 全部书稿得以如期完成。其出版问世实得益于气象出版社的全力配合。

限于编者水平, 不当和错误之处难免, 敬请同行专家和读者指正。

编委会

1996 年 8 月 26 日

Brief Introduction

In order to reflect the achievements in scientific research and production of main grain crops cultivation in dry area in the northern part of China and to sum up these achievements systematically in theory and enrich the experiences in cultivation techniques in practices further, this monograph has been written and compiled on a new level. With 15 kinds of crops such as winter wheat, spring wheat, corn, sorghum, millet, oats, buck-wheat, potato, sweet potato, soybean, small red bean, green gram, pea, broad bean, and kidney bean as the main crops, each crop is described from the origin, evolution and dissemination, varietal types, to growth and environmental effects in the fields of biological basis of dry farming, distribution in production, its situation and prospects in development, good cultivation techniques, special cultivation methods, seed-breeding by crossing and production system of good strains of seed, etc. It contains 11 chapters except for preface and introduction. Proceeding from the background of the key research on dry farming of the country and taking the vast dry farming areas in the northern part of China as the target area, the cultivation of many main grain crops is described comprehensively and systematically in this book. It has substantial and profound contents that are strong in terms of theory and practice. This book possesses values in reference and guidance. It is suitable for agricultural researchers, teachers and students in universities and colleges and it is also very useful to administrative units of agriculture, extension units and agricultural producers as well.

目 录

前言

绪论	(1)
第一节 我国北方旱农地区分区概况	(1)
第二节 北方旱农地区农业资源状况	(2)
第三节 加强北方旱地主要粮食作物栽培研究	(3)
第一章 冬小麦	(5)
第一节 北方旱地冬小麦布局与生产	(5)
第二节 北方旱地冬小麦栽培的理论基础	(7)
第三节 优化栽培技术体系的关键环节	(29)
第四节 特殊栽培法	(35)
第五节 节水灌溉与化学调控	(51)
第二章 春小麦	(63)
第一节 概述	(63)
第二节 品种生态型和生长发育	(69)
第三节 旱地优化栽培体系	(84)
第四节 春麦夏播	(90)
第五节 特殊栽培	(100)
第三章 玉米	(109)
第一节 布局和生产现状	(109)
第二节 旱地玉米栽培的生物学基础	(113)
第三节 优化栽培技术体系的主要环节	(125)
第四节 特殊栽培法	(132)
第五节 玉米健壮素的应用	(147)
第四章 高粱	(154)
第一节 起源和进化	(154)
第二节 高粱生产	(157)
第三节 种植分区和品种类型	(159)
第四节 高粱栽培的生理生态基础	(163)
第五节 优化栽培技术体系	(174)
第五章 谷子	(190)
第一节 概述	(190)
第二节 品种类型与种植分区	(191)
第三节 生长发育	(194)
第四节 环境因子对产量及品质的影响	(198)
第五节 栽培措施	(206)
第六节 病虫害防治	(213)

第七节 黍、糜栽培·····	(215)
第六章 燕麦 ·····	(221)
第一节 概论·····	(221)
第二节 裸燕麦的植物学特征·····	(224)
第三节 生长发育·····	(232)
第四节 裸燕麦的栽培技术·····	(236)
第五节 裸燕麦主要病虫害及其防治·····	(252)
第七章 荞麦 ·····	(257)
第一节 荞麦的生物学特性和栽培技术·····	(257)
第二节 苦荞·····	(265)
第八章 马铃薯 ·····	(267)
第一节 起源和演化·····	(267)
第二节 北方分布区域和经济地位·····	(269)
第三节 生长发育和环境效应·····	(271)
第四节 退化与脱毒·····	(277)
第五节 区域化栽培技术·····	(285)
第六节 产后处理·····	(301)
第七节 病虫害防治·····	(303)
第九章 甘薯 ·····	(308)
第一节 甘薯的生长发育·····	(308)
第二节 旱地甘薯优化栽培体系·····	(310)
第十章 大豆 ·····	(316)
第一节 概述·····	(316)
第二节 品种类型及分布·····	(318)
第三节 旱地大豆栽培的理论基础·····	(321)
第四节 优化栽培技术·····	(332)
第五节 特殊栽培·····	(342)
第十一章 食用豆类 ·····	(349)
第一节 小豆·····	(349)
第二节 绿豆·····	(359)
第三节 豌豆·····	(370)
第四节 蚕豆·····	(376)
第五节 芸豆·····	(384)
参考文献 ·····	(392)

Contents

Preface

Introduction	(1)
§ 1 An outline of demarcation of dry agricultural areas in the northern part of China	(1)
§ 2 Agricultural resources in dry areas in the northern part of China	(2)
§ 3 The need for intensifying research on cultivation of main cereal crops in the northern part of China	(3)
Chapter I Winterness wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	(5)
§ 1 The distribution and production of winterness wheat in dry land in the northern part of China	(5)
§ 2 Theoretical basis of winterness wheat cultivation in dry areas in the northern part of China	(7)
§ 3 Key links in optimum cultivation techniques	(29)
§ 4 Special cultivation methods	(35)
§ 5 Water-saving irrigation and chemical regulation and control	(51)
Chapter II Springness wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	(63)
§ 1 Brief description	(63)
§ 2 Ecological types of varieties and their growth and development	(69)
§ 3 Optimum cultivation system in dry farming areas	(84)
§ 4 Summer sowing of springness wheat	(90)
§ 5 Special cultivation methods	(100)
Chapter III Corn (<i>Zea mays</i> L.)	(109)
§ 1 Present distribution and production	(109)
§ 2 Biological basis of corn cultivation in dry farming lands	(113)
§ 3 Key links of the optimum cultivation technique system	(125)
§ 4 Special cultivation methods	(132)
§ 5 Application of corn growth regulator of chlormequat chloride	(147)
Chapter IV Sorghum (<i>Sorghum vulgare</i> Pers.)	(154)
§ 1 Origin and evolution	(154)
§ 2 Production of sorghum	(157)
§ 3 Zoning of sorghum planting and types of varieties	(159)
§ 4 Physiological and ecological basis of sorghum cultivation	(163)
§ 5 Optimum cultivation technique system	(174)
Chapter V Millet (<i>Setaria italica</i> (L.) Beauv.)	(190)
§ 1 Brief description	(190)
§ 2 Types of variety and zoning of planting	(191)

§ 3	Growth and development	(194)
§ 4	Effects of environmental factors on yield and quality	(198)
§ 5	Cultivation techniques	(206)
§ 6	Disease and insect pest control	(213)
§ 7	Cultivation of broomcorn millet (<i>Panicum miliaceum</i> L.) and proso	(215)
Chapter VI	Oats (<i>Avena sativa</i> L.)	(221)
§ 1	Brief description	(221)
§ 2	Biological characteristics of naked oats	(224)
§ 3	Growth and development	(232)
§ 4	Cultivation techniques of naked oats	(236)
§ 5	Major diseases and insect pests of naked oats and their control	(252)
Chapter VII	Common buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)	(257)
§ 1	Biological characteristics and cultivation techniques of common buck wheat	(257)
§ 2	Tartarian buckwheat (<i>F. tataricum</i> (L.) Gaertn.)	(265)
Chapter VIII	Potato (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	(267)
§ 1	Origin and evolution	(267)
§ 2	Distribution in the northern part of China and its economic importance ...	(269)
§ 3	Growth, development and environmental effect	(271)
§ 4	Degeneration and virus elimination	(277)
§ 5	Regional cultivation techniques	(285)
§ 6	Postharvest treatment	(301)
§ 7	Disease and insect pest control	(303)
Chapter IX	Sweet potato (<i>Ipomoea batatas</i> Lam.)	(308)
§ 1	Growth and development of sweet potato	(308)
§ 2	Optimum cultivation system of sweet potato in dry land	(310)
Chapter X	Soybean (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)	(316)
§ 1	Brief description	(316)
§ 2	Types of varieties and their distribution	(318)
§ 3	Theoretical basis of dry land soybean cultivation	(321)
§ 4	Optimum cultivation techniques	(332)
§ 5	Special cultivation	(342)
Chapter XI	Edible beans	(349)
§ 1	Rice bean (<i>Phaseolus calcaratus</i> Roxb.)	(349)
§ 2	Green gram (<i>Phaseolus radistus</i> L.)	(359)
§ 3	Garden pea (<i>Pisum sativum</i> L.)	(370)
§ 4	Broad bean (<i>Vicia faba</i> L.)	(376)
§ 5	Kidney bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	(384)
References		(392)

绪 论

我国北方旱农地区系指淮海、秦岭及昆仑山以北年水分收不抵支的广大区域。包括黑龙江、吉林、辽宁三省的中西部，河北、山西、北京、天津、内蒙古、甘肃、宁夏、青海、新疆等省（市、自治区）全部，山东、河南、陕西等省的北半部及安徽省一小部分。涉及 16 个省（市、自治区），面积约 542 万平方公里，占国土面积一半以上，其中有耕地约 0.5 亿公顷，约占全国总耕地的 57%。

北方旱农地区是我国重要的农业区，该区的特点是土地面积大，人均耕地多，区内自然资源丰富，农业生产潜力大，是实现我国 2000 年粮食目标中最有潜力的地区。

水分不足是我国北方旱区农业发展的主要限制因素，加以该区农业结构单一、耕作粗放、土地贫瘠、生态脆弱、产量低而不稳，是我国中低产田治理的重点区域之一。探索适宜北方旱地的主要粮食作物栽培的理论和技術体系是实现该区域中低产田改造和粮食持续增长的中心环节之一。

第一节 我国北方旱农地区分区概况

我国北方旱农地区根据其干湿程度可划分为五个类型区。干燥度 >3.5 ，年降水量 <250 毫米的干旱区，没有灌溉就没有种植业，只有在有地下水或地表水等灌溉条件的地方形成绿洲农业，农业生产中的水分问题以合理灌溉，节约用水为主要技术关键。干燥度 $1.0\sim 1.3$ ，年降水量 $600\sim 800$ 毫米的湿润区，由于自然降水较多，灌溉水资源又较丰富，多属于灌溉农业区，旱地农业所占比重相对较少。半干旱偏旱区、半干旱区及半湿润偏旱区是三个主要的旱农类型区，这三个类型区包括 14 个省（市、自治区）的 212 万平方公里的国土面积，约 0.34 亿公顷耕地，还有可利用的草原约 1.7 亿公顷，约占全国可利用的草场总面积的 75%。

一、半干旱偏旱区

干燥度 $3.0\sim 3.5$ ，年平均降水量 $250\sim 350$ 毫米。全区土地面积 26 万平方公里，而耕地面积仅 184.1 万公顷，牧地约 1032.3 万公顷。本区范围东自呼伦贝尔草原，经鄂尔多斯草原、陇西黄土丘陵、祁连山北麓到柴达木盆地。包括高原半干旱偏旱区、丘陵半干旱偏旱区、高原风沙半干旱偏旱区等多种类型的二级区。农业上以牧为主，是旱农分布的下限，自然降水少，水资源贫乏，农业产量低而不稳。

二、半干旱区

干燥度 $1.6\sim 3.0$ ，年平均降水量 $350\sim 500$ 毫米。全区土地面积 119 万平方公里，其中耕地面积 1661 万公顷，林地 1090.7 万公顷，草地 4705 万公顷。本区的范围由大兴安岭西麓经河北、山西北部高原山地，山西、陕西黄土高原北部，内蒙古河套地区，陇西黄土丘陵、祁连山地、青海湟水谷地、青南高原到伊犁盆地。本类型区可分为高原半干旱区、平原半干旱区、丘陵半干旱区、风沙半干旱区、山地半干旱区、盆地半干旱区等多种类型的二级区。农业上为半农半牧区，是我国重要的旱农区。本区干旱和水土流失严重，生态环境恶劣，农业经营粗放，但发展旱农的潜力较大。

三、半湿润偏旱区

干燥度 1.3~1.6, 年平均降水量 500~600 毫米。全区土地面积 67 万平方公里, 其中耕地面积 1577.9 万公顷, 林地 1627.7 万公顷, 草地 297.1 万公顷。范围包括松嫩平原、吉林中部、燕山北部、华北平原、河南西、北部、太行太岳山地、临运盆地、关中平原、陇中黄土高原等地。包括山地、丘陵、平原、盆地、黄土高原等多种类型的二级区。本区由于降水量在北方旱农地区中相对较多, 且光热资源较丰富, 旱作农田占较大比重, 是北方旱农地区中较易开发的区域。农业上以种植业为主, 利于粮食、经济作物的发展, 是我国重要的粮、棉、油、大豆、烤烟、瓜果等的生产基地。

第二节 北方旱农地区农业资源状况

一、土地资源状况及土壤特点

我国北方旱农地区的农业优势, 首先是土地资源丰富。以黄土高原地区为例, 汾渭河谷灌溉农业的人口密度达每平方公里 376.6 人, 而陕、甘、晋的旱塬区人口密度仅为每平方公里 114 人, 长城沿线风沙区人口仅为每平方公里 38.3 人, 人均拥有农耕地为 0.2~0.5 公顷, 多者高达 0.7 公顷, 远高于全国人均耕地 0.09 公顷的平均水平。

本区地形、地貌比较复杂, 地势起伏, 有山地、丘陵、高原、川地、盆地等多种类型。海拔高度, 低者在 100 米以下, 高者达 3000 米。土壤类型多样, 有灰褐土、荒漠土、草甸土、白浆土、黑土、沼泽土、娄土、黑垆土、黄绵土、褐土、黑钙土、淤土、潮土、盐碱土等。黄土高原在我国北方旱农地区占很大面积, 它由黄土母质发育而成, 土层深厚、质地疏松, 利于保水、保肥和耕作, 适于农作物的根系发育, 适于多种农林作物的种植。但是不少地区水土流失严重, 一些丘陵山区土层较浅, 保水保肥能力较差, 地力瘠薄, 加以耕作粗放, 产量低而不稳。

针对该地区的土地资源状况和土壤特点, 有助于保护水土流失, 发挥土地资源类型多样优势, 培肥地力等技术体系是栽培体系中的重要内容。目前的栽培体系尚不利于该区土地资源充分、合理而持续地利用。保护耕作体系, 有机旱作体系等耕作和栽培体系都值得进一步研究、总结和推广。

二、农业气候资源特点

(一) 光资源

我国北方旱农地区光资源的优势表现在两方面: 一是实际日照时间长, 日照百分率高; 二是太阳辐射强度大, 特别是对作物十分必要的生理辐射和光合有效辐射强度大。这种光量和光质优势对提高农作物单位面积产量和质量都十分有利。

影响该地区光资源利用的主要因素是生长季和水分, 如何提高水分利用率和充分利用热量资源以及地形小气候也是提高光资源利用率的关键环节。

(二) 热量资源

在气候分区中, 我国北方旱农地区分属暖温带和中温带, 随其东低西高的地势, 该地区热量资源总的趋势是由南向北和由东向西递减。在暖温带 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数为 171~218 天, 其 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 3400~4800 度·日, 按这样的热量条件, 大田作物可以两年三熟、甚至一年两熟。这一区域大体包括河南、山东、河北、北京、天津等省(市)及山西省中南部, 陕西省关中和辽宁省南部地区。区内一些海拔 810~1000 米的地区, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温也在 3000 度·日以上, 对大田作物来说是一季有余, 两季不足。

除上述地区外, 其余大部分旱农地区属于中温带, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数 100~170 天, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温

约 1600~3400 度·日。这一区域大田作物基本可以满足一年一熟农作制的需要,个别高寒地区一些生育期较短的作物和品种也可以成熟。

我国北方旱农地区热量条件的一个特点是四季分明,特别是冬寒、夏暖十分明显。所以一些喜温作物可在大部分旱农地区种植。而冬季的低温使一些北方旱农地区越冬作物的栽培受到限制。北方旱农地区热量条件的另一特点是气温日差较大,并有从东南沿海向西北内陆逐渐加大的趋势。在温暖季节,较大的气温日较差有利于农作物光合物质的积累。在初春或晚秋季节,日较差较小容易发生霜冻危害,成为农业气候资源利用的一个限制因素。

(三) 降水资源

北方旱农地区地下水、地表水资源俱缺,大部分地区农业主要靠降水。同时本区又是我国降水资源缺乏的地区,雨量不足严重限制着当地农业生产的发展。

我国北方旱农地区降水量分布大体是自东南沿海向西北内陆递减。就多年平均而言,黄淮以北的半湿润地区年降水量 600~700 毫米;半湿润偏旱区年降水量 500~600 毫米;半干旱区年降水量 350~500 毫米;半干旱偏旱区年降水量 250~350 毫米;而干旱区的年降水量在 250 毫米以下。

我国北方旱农地区降水的季节变化十分明显,各个季节的雨分配大体相似。一般春季(3~5 月)降水量约占降水总量的 10%~20%,夏季(6~8 月)降水量占 40%以上,秋季(9~11 月)降水量约占 20%~30%,冬季(12~2 月)降水量占 10%以下。农作物主要生育季节(4~9 月)的降水量约占全年总降水量的 80%左右,具有雨热同季的特点,适于作物生长发育,是发展旱地农业的有利因素。但是降水分布季节过于集中,春旱、秋旱和伏旱严重,在某些季节还往往会出现长期干旱无雨的现象,危及到农业的稳产、高产。此外,受大陆性气候的影响,我国北方旱农地区降水量的年际间变化也很大。多雨年和少雨年间降水量悬殊。

北方旱农地区的雨季从东向西多集中在 6~8 月和 7~9 月,以 7 月份降水量最为集中,而且往往集中于少数几次降水过程。这种降水过分集中还造成两种不利的影:一是在丘陵坡地容易产生大量径流,造成水土大量流失,破坏农田;二是有限的降水不易得到充分的利用。

综上所述,中国北方旱农地区农业气候资源中光资源是充足的,具有较大的生产潜力,热量资源在多数地区也不是资源利用的主要障碍,而主要的障碍是降水不足,使光、热资源得不到充分利用。因此,降水生产潜力的挖掘和热量资源的充分利用是该地区作物栽培的主要任务,提高水分利用效率则是栽培体系的核心。

第三节 加强北方旱地主要粮食作物栽培研究

我国北方旱区降水不足是限制农业资源利用的核心问题,也是作物栽培研究要解决的重点。随着农业水分高效节约利用栽培体系的建立,作物产量的提高将有助于农业结构的调整,使之逐步趋于合理,生态环境也将随之得到相应的改善,并向良性循环方向发展。

解决水的问题,过去人们多把注意力集中在地表水、地下水资源的开发和利用,发展农田灌溉,而往往忽视对自然降水和土壤水资源的利用,发展旱地农业。在发展旱地农业中,农艺为主,农艺农机相结合的栽培体系将成为提高自然降水和土壤水利用率的核心措施。

随着持续发展呼声的不断高涨和现实的迫切需要,适宜的栽培理论和技术体系是实现粮食生产和农业发展可持续性的有力手段和途径。而评价栽培体系是否有利于持续性的标准有四方面:一是自然系统是否合理,主要指资源利用要充分、合理,系统内物质循环和能量流

动要畅通，资源的利用既要充分，又不能超出资源的支持和承受能力；二是农业系统要高效，即栽培体系要有助于农业发展及其经济效益提高；三是社会系统要有序，即要有助于社会就业、社会发展，有助于形成社会化服务体系；四是有助于促进生态环境向良性方向演化。因此，我国北方旱农地区的作物栽培体系是以高效、合理、节约、标准化、环保化为重点。

根据上述，我国北方旱地主要粮食作物栽培是一项复杂的系统工程，必然涉及多学科、多领域、多背景、多环节、甚至跨行业的内容。本书则较为系统全面地从各方面综合阐述了北方旱区主要作物栽培的理论和技術。这些内容包括：（1）作物的生产布局、制约作物产量的因素、潜力和前景；（2）作物的起源、演化和品种的生态类型；（3）作物在水分胁迫下的生长发育特点；（4）作物对主要环境因子的生态效应；（5）作物优化栽培技术体系的关键环节，包括品种选择和种子处理、培肥土壤、耕作方式、水肥关系及培肥技术、病虫、草害防除、农业气象灾害防御以及适于中国北方旱区的特殊栽培体系（如覆盖、条带或立体栽培、保水栽培等）；（6）节水灌溉与化学调控措施。节水农业是北方旱地农业的主要模式之一，化学调控的方法也取得了显著的成效。

综合地从作物、资源、环境、经济等方面，全面分析和探索北方旱农地区主要粮食作物的栽培技术。这是本书的特色，也是目前作物栽培发展的趋势，以上内容正是反映了这一特点。

在本书中，将论述的中国北方旱地的主要栽培作物，包括冬小麦、春小麦、玉米、高粱、谷子（附糜、黍）、莜麦（裸燕麦）、荞麦（含苦荞）、马铃薯、甘薯、大豆、食用豆类等，其作物种类基本包括了我国北方旱农区的主要粮食作物，（作者：石培华、梅旭荣）

第一章 冬小麦

第一节 北方旱地冬小麦布局与生产

一、布局与生产现状

(一) 分布地区 北方旱地冬小麦分布在我国北方的主要产麦区内。包括山东全部、河南大部、河北除长城以北的大部、山西中部和南部、陕西北部和中南部、甘肃的天水、武都、陇东地区、宁夏的固原、江苏和安徽的北部及北京、天津两市的旱地麦田，即包括北部冬麦区和黄淮冬麦区的旱地冬小麦。

(二) 种植面积 解放初期，占全国种麦面积 40% 的黄淮麦区以旱地小麦为主。因此，北方旱地冬小麦播种面积约 1.1~1.2 千万公顷。以山东省为例，1949 年播种小麦 359 万公顷，水地小麦只占 6.8%，旱地小麦则占 93.2%。解放后，随着农田水利事业的发展，麦田灌溉面积逐年扩大，其中以河北省京汉铁路沿线、山东中北部、河南西北部、山西汾河沿岸、陕西关中平原的中西部为最。这些地区灌溉面积的逐年扩大，使北方旱地冬小麦的面积逐年减少。至 1991 年，北方旱地冬小麦播种面积约占北方冬麦区播种面积的 50%，约 0.73 千万公顷，占全国小麦播种面积的 25%。其中我国小麦的主产省——河南省 466.6 万公顷冬小麦中，旱地面积达 200 万公顷。其次，山东省有旱地冬小麦 133.3 万公顷，山西约 60 万公顷，河北 50 万公顷。各省市旱地冬小麦面积与新中国成立初期相比均大幅度减少。

(三) 单产水平 50 年代初期北方旱地冬小麦单产很低，直至 60 年代中后期仍在每公顷 600 公斤左右徘徊。1970 年后单产才突破 750 公斤。70 年代、80 年代之后北方旱地冬小麦由于品种更新，化肥用量的增加，栽培技术措施的进一步规范化和各省市先进经验的推广，北方旱地冬小麦单产逐年提高，80 年代中后期稳定通过每公顷 1500 公斤。总的趋势是开始起步很低，经过 30 年的徘徊和缓慢提高后，进入 70 年代末 80 年代初，特别是近 10 年小麦单产水平迅速提高。但北方旱地冬小麦仍摆脱不了自然条件特别是降雨量的困扰，低而不稳的生产状况仍然存在。

(四) 总产增长 北方旱地冬小麦从新中国成立至 90 年代总产的总趋势是一个缓慢增长到大幅度增长的过程。虽然面积由 1.1 亿公顷降至目前的 0.73 千万公顷，减少近 400 万公顷，但总产则由 50 年代初期的 80 亿公斤增至 80 年代末期 140 亿公斤。说明单产提高在总产增长中比重加大，表明北方旱地小麦生产技术水平不断提高。由于水地小麦面积的迅速扩大，旱地小麦面积锐减，在全国小麦总产中的份额呈下降趋势。50 年代初期北方旱地冬小麦总产占全国总产的 40%，进入 70 年代末 80 年代初则降至 20%，到 90 年代初总产则占全国小麦总产的 15%，而 90 年代初北方旱地冬小麦面积则占全国小麦面积的 25%。从这一侧面说明，我国水利事业的蓬勃发展，水地小麦单产提高的比重高于旱地小麦单产提高的比重，旱地小麦仍大有潜力可挖。

二、不同栽培技术体系的形成与发展

1949 年前，北方旱地小麦的传统栽培技术是以浅耕、少肥、大行距或穴播等稀植为主要特点。耕层深度只有 10~15 厘米，施肥多用有机肥且用量不足，每公顷播种量一般为 45~60