

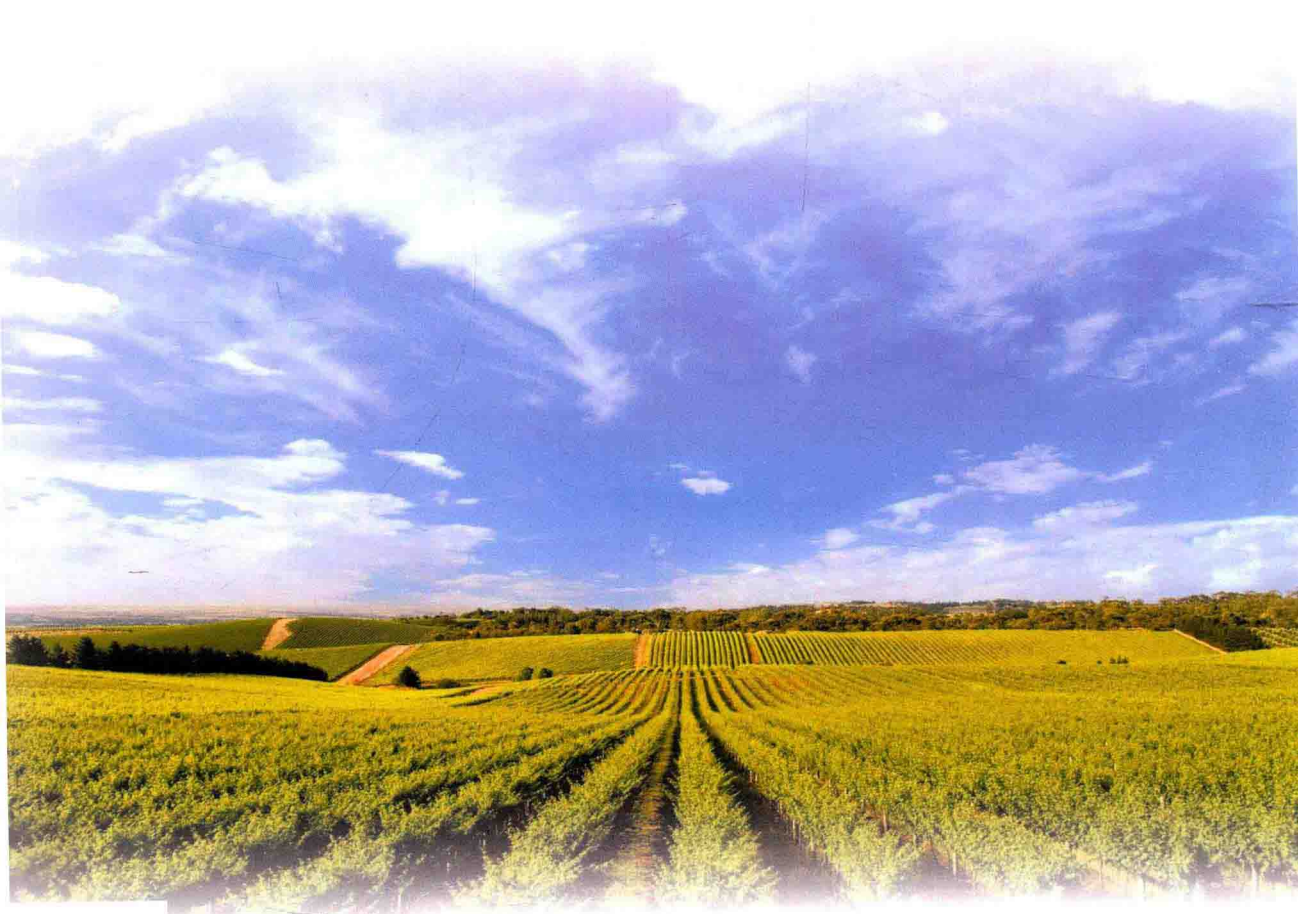


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

农学概论

王 辉 主编

第二版



NONGXUE GAILUN

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

“一五”国家级规划教材

农学概论

主 编 王 辉

副主编 陈进红 孟亚利

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。主要介绍了与种植业生产有关的基础知识和实用技术,具体包括种植业生产的生态学基础、作物的起源分类与分布、作物的生长发育与品质形成、种植业资源与生产调节技术、种植制度、种子繁育、作物病虫害防治、农业气象灾害及防御、种植业发展展望等内容。安排了主要农作物形态识别、种子的形态与结构、种子活力/纯度/净度的室内检验、叶面积系数测定、测土配方施肥软件、主要农作物产量构成因素分析及产量测定、轮作制度设计七个实验。附录中收集了与种植业生产密切相关的节气和农谚知识。

本书内容丰富、涉及知识面广,适合农业院校非农专业和理工科院校与土地利用相关专业学生使用,也可作为农业工作者和教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

农学概论/王辉主编.—2版.—徐州:中国矿业大学出版社,2018.2

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3915 - 0

I. ①农… II. ①王… III. ①农学 IV. ①S3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第035842号

书 名 农学概论

主 编 王 辉

责任编辑 褚建萍

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 19 字数 480千字

版次印次 2018年2月第2版 2018年2月第1次印刷

定 价 29.50元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《农学概论》编委会名单

主 编 王 辉(中国矿业大学)

副主编 陈进红(浙江大学)

孟亚利(南京农业大学)

参 编 王友华(南京农业大学)

王志强(河南农业大学)

原保忠(华中农业大学)

袁道军(华中农业大学)

李兴锋(山东农业大学)

刘金香(西南大学)

丁忠义(中国矿业大学)

牟守国(中国矿业大学)

第二版前言

《农学概论》在国家“十一五”规划教材项目资助下出版已近十年。近十年来,国家投入巨资开展农地整理和农田水利建设、中低产田提质、污染农田修复等作物生产保障工程;农业科技突飞猛进,农业科技贡献率提高了10%,太空育种、超级水稻、海水农业等研究走在世界前列;大数据支撑的精准农业、生态循环农业、休闲农业等正在成为新的发展方向。因此,有必要对教材中的部分内容进行修订。

在充足的财力和技术支撑下,我国粮食产量稳步提高,作物生产形势发生根本扭转,耕地保护和农业供给侧结构性改革对作物生产产生深刻影响,因此修订了绪论中我国作物生产形势相关内容。2014年国家修订颁布了《中华人民共和国植物新品种保护条例》,2016年修订颁布了《中华人民共和国种子法》、《主要农作物品种审定办法》等,因此在种子繁育章节中修订引用了最新的法律法规,更新了部分数据。此外,在作物生长与品质形成部分补充了近期的研究成果,在农业灾害性气候中删除部分早期案例,增加了近期发生的农业气象灾害案例。

由于时间仓促和作者水平有限,错误在所难免,请读者批评指正!

编者

2018.1.30

第一版前言

《农学概论》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

农学概论不仅是农业大学各非农专业的专业基础必修课程,而且在一些非农院校与土地利用有关的专业如土地资源管理、土地开发复垦等也有开设,以帮助学生了解基本农学常识,掌握种植业生产所涉及的基本技术。由于非农院校缺少学农氛围,缺少文献资料,缺少其他农学类课程等原因,农学概论课程承担着更为艰巨的任务,在内容的广度、深度、实用性等方面都有更高的要求。

本书是根据编者多年的教学实践经验,在使用多年的农学概论讲义的基本章节框架基础上编写而成的。教材从学生对农学知识的需求出发,尽可能在围绕狭义农学范畴和不改变概论性质的前提下,安排本书的内容。其特点主要体现在以下三个方面:一是内容涉及广。本书从学生实际需要出发,与土地农业利用紧密结合,编排了种植业生态学基础、作物起源分布与利用、作物生长发育与品质形成、种植业资源与作物生长调节技术、种植制度、种子繁育、作物生物灾害及防治、灾害性天气与预防、种植业展望及农学实验等十一章内容。二是内容深度比较适中。本书突破了农学概论一般较为概括地、总结性地介绍农学基础知识和理论的特点,较为详细地、全面地阐述了部分重要内容,便于缺少基础者学习。三是突出农学知识应用。本书在内容上尽量突出知识的应用,如农田生态系统功能评价、生态农业模式设计、种植制度设计、作物生长调节技术等,尤其是实验内容是精心挑选的,不同专业学生可以根据需要选择使用。

教材编写具体分工情况如下:第一章、第二章的第二节和第九章由王辉编写;第二章的第一节、第三节和第十一章由牟守国编写;第三章由王友华编写;第四章由王志强编写;第五章由原保忠、袁道军编写;第六章由孟亚利编写;第七章由李兴锋编写;第八章由刘金香、丁忠义编写;第十章由陈进红编写。全书由王辉统稿,并进行了适当的删减。

教材编写过程中参考了相关资料,谨对相关作者和编者表示感谢。限于编者水平,书中错误和疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2008年9月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 农学的范畴和特点	1
第二节 作物生产的条件和特点	2
第三节 我国作物生产的形势	5
本章习题	8
第二章 种植业生产的生态学基础	9
第一节 生态学基础知识	9
第二节 农田生态系统	16
第三节 生态农业	23
本章习题	40
第三章 作物的起源、分类与分布	41
第一节 作物的起源和分类	41
第二节 作物的分布	48
本章习题	57
第四章 作物的生长发育与品质形成	58
第一节 作物的生长发育	58
第二节 作物产量及其形成	74
第三节 作物品质及其形成	83
本章习题	90
第五章 种植业资源与生产调节技术	92
第一节 种植业资源的类型及其合理利用	92
第二节 光照与作物生长发育	94
第三节 温度与作物生长发育	101
第四节 水分与作物生长发育	108
第五节 大气与作物生长发育	118
第六节 土壤与作物生长发育	127
本章习题	129

第六章 种植制度	130
第一节 作物布局	130
第二节 复种	142
第三节 间套作	149
第四节 轮作与连作	157
本章习题	163
第七章 种子繁育	165
第一节 良种的作用	165
第二节 良种繁育	176
第三节 种子加工、贮藏和检验	184
本章习题	197
第八章 作物病虫害防治	198
第一节 概述	198
第二节 作物病害及其防治	200
第三节 作物虫害及其防治	207
第四节 作物草害及其防治	213
第五节 农业鼠害及其防治	216
本章习题	219
第九章 农业气象灾害及防御	220
第一节 低温害天气	220
第二节 连阴雨天气	223
第三节 干旱天气	226
第四节 暴雨天气	228
第五节 强对流天气	229
本章习题	232
第十章 种植业发展展望	234
第一节 种植业生产机械化	234
第二节 种植业生产设施化	238
第三节 种植业生产标准化	242
第四节 种植业生产智能化	249
第五节 种植业生产安全化	253
第六节 种植业生产清洁化	256
本章习题	259

第十一章 农学实验	260
实验一 主要农作物形态识别	260
实验二 种子的形态与结构	263
实验三 种子活力、种子纯度、种子净度的室内检验	265
实验四 叶面积系数测定	271
实验五 测土配方施肥软件	273
实验六 主要农作物产量构成因素分析及产量测定	277
实验七 轮作制度设计	280
附录一 节气介绍	283
附录二 农谚集锦	285
参考文献	288

第一章 | 绪 论

本 点

农学是研究作物生产理论和技术的科学,与通常所说农业科学既有联系又有区别。本章介绍农学的概念、范畴以及农学研究对象——作物生产的特点,重点介绍我国当前作物生产面临的形势和挑战。

第一节 农学的范畴和特点

俗话说“民以食为天”,人类的生存和生活都离不开农业生产。自从有了农业,人类对农业生产技术的探索就没有一刻停止过。我国是历史悠久的世界文明古国,很早就有农业生产技术方面的文字记载,战国时期的《吕氏春秋》是我国现存最古老的农学文献,其中《上农》、《任地》、《辨土》、《审时》篇就总结了种植业生产的思想和经验。

虽然农业生产知识技术的积累可以追溯到农业起源之初,但农学作为一门学科的诞生至今仅有 200 年左右的历史,对农学的概念和范畴也有不同的认识。

一、农学的概念和范畴

对农学概念的认识可以从广义、中义和狭义三个范畴去理解。广义的农学包括农业科学的全部领域,主要有农业基础科学、农业工程科学、农业经济科学、农业生产科学和农业管理科学等,可以理解为研究农业生产理论和实践的科学。中义的农学是指农业科学中的农业生产科学,主要包括种植业生产、养殖业生产、林业生产等方面。

通常说的农学一般是指狭义的农学概念,是指研究农作物生产的科学,即是研究农作物尤其是大田作物的生产理论和生产技术。具体来讲,主要研究作物生长发育规律、产量形成规律、品质形成规律及对环境条件的要求,采取恰当的农业技术措施,实现农作物的高产、稳产、优质、高效和可持续发展的目的。

由于狭义农学主要研究的是大田作物的生产理论和生产技术,容易产生农学仅限于作物栽培学与耕作学两个古老研究领域的误解。农学是一门综合性很强的应用学科,需要作物学、园艺学、土壤学、植物营养学、植物保护学、育种学、生态学、农业气象学等很多学科知识作基础。因此,作物生产除了耕作学和栽培学的理论和技术外,还涉及众多学科领域,农学的实

际范围也宽于耕作学和作物栽培学。同时,由于与农学相关的各个学科的研究成果和发展都直接或间接地作用于作物生产,农学必须在研究作物栽培和耕作理论与技术的基础上,引入相关学科的成果并加以综合利用,才能不断创新和发展。所以,农学的范畴是以作物栽培学和耕作学为中心,包括与作物生产相关的学科领域的综合。

二、农学的特点

农学作为一门科学,与其他学科一样,都是一种复杂的以脑力劳动为主的社会劳动成果,具有探索性和创造性的特点。同时,狭义农学作为农业科学的分支学科,也具有其他农业学科共同的特征。但是,作为以研究大田作物生产为核心,以高产、稳产、优质、高效为目标的一门科学,又具有以下突出特点:

(1) 研究对象的特殊性。农学研究的对象是大田作物生产的基础理论和技术,是以持续高产优质高效为目标的植物群体生产。首先,由于作物生产以土地为基本生产资料、受自然条件的影响大、生产的周期较长,与其他社会物质生产相比具有鲜明的特点,所以,农学研究需要通过控制土地数量和质量、调节自然因素、培育优良的作物品种来达到生产的目的。其次,农学研究的是大田作物的群体而不是单株植物,因此,需要研究作物之间的相互关系,以总体产量的最大化为目标,而不是追求单株植物的最大产量。基于研究对象的特殊性,使得农学同时具有生物性和社会性的特点。

(2) 农学技术的实用性。农学是在不断解决大田作物生产问题过程中逐渐建立起来的,把自然科学及农业科学的基础理论转化成实际的生产技术和生产力的科学。虽然农学也包括了一些应用基础方面的内容,如作物生长发育、产量建成和品质形成的生理生态规律,但它主要研究解决作物生产中的实际问题,所研究形成的技术在实现作物生产目标过程中必须具有适用性和可操作性,要具有简便易行、省时、省工、经济安全的特点。所以,农学是服务于种植业的综合性应用科学。

(3) 农学基础的广泛性。作物生产的实质是利用农作物的光合作用把无机物合成有机物的过程,为了实现这个过程的高产高效和优质持续的目标,人类在这个过程中不断调节生产系统的各种因素使之达到最佳状态。因此,作物生产系统称为作物—环境—社会相互交织的复杂系统。作物生产的高产、优质和高效的目标通常是相互矛盾和难以协调统一的,而三者的主次关系也会随社会经济发展水平不断提高而发生变化。可见,农学学科不仅涉及自然因素,也涉及社会因素,必须要以自然科学和社会科学等多学科的理论和技术为基础,以系统科学的观点来认识农学和作物生产体系,综合应用和集成相关学科的研究成果以及信息科学、经济学等手段,才能有效推动作物生产的发展,满足社会和国民经济发展的要求。

第二节 作物生产的条件和特点

一、作物生产的条件

作物生长发育和产量形成要求一定的自然环境条件,作物的种类繁多,对环境条件的要求也不尽相同,但概括起来也有共同之处,即它们都需要光、温、水、气和养分等条件,这些条件成为作物的基本生活因素。在这些基本生活因素中,光和热来自于太阳辐射,以能量的形式存在,称为宇宙因素;水分和养分以物质形态存在,通过土壤影响作物生长,称为土壤因素;空气则介于宇宙因素和土壤因素之间。

宇宙因素至今尚不能为人类所控制,但是只要适应自然规律,善于利用自然界丰富的光热资源,作物增产潜力是很大的;水分和养分等土壤因素人类可以调节和控制,只有满足了作物对土壤因素的需要,作物对宇宙因素的充分利用才有可能。所以土壤肥力往往是农作物持续增产的关键所在。

光、温、水、气和养分五个因素,对作物具有不同的生理功能,相互之间不可代替。作物的每个生理活动,都是这些生活因素综合作用的结果,缺少其中任何一个生活因素,作物的生理活动就不能完成。同时,作物对这些因素的需求可能存在数量上的差别,但它们对于作物的重要性没有差别,是同等重要的。例如,作物生长需要大量的水分,水分占作物组成80%以上,而对微量元素如硼的需要量很少,但如果缺乏该微量元素,作物则不能正常生长,所以大量的水和微量的硼对作物生长同样重要。作物生长所表现的这种规律性,就要求我们必须满足作物生长发育所需要的全部生活因素,并且在数量和时间上与作物需求相匹配。当然,这并不说明在农业生产实践中需要对全部条件等量齐观,而是要特别注意那些容易缺乏的因素。

作物的基本生活因素之间是相互联系、相互制约的关系,如果某一因素的数量不足,就会限制其他因素的作用,进而影响作物的产量。例如在干旱的土地上,虽然光照、温度、养分条件良好,但因水分不足限制了其他因素发挥作用,作物产量的高低往往就会取决于水分的满足程度。可见,作物产量是由相对数量最低的因素决定的,这个因素称为限制因素。从事作物生产就要对基本生活因素的情况作具体分析,抓住其中的限制因素,采取相应的措施加以弥补,才能取得显著的增产效果。

作物对外界环境条件的要求是多方面的,充分而合理地利用这些条件方能获得高产稳产,光、温、水、气和养分任何一种自然资源要充分发挥其潜在生产力,必须与其他条件相互配合。只有采取综合措施,才能充分满足作物对生活条件的要求,也只有采取综合措施,才能使每一种自然资源得到充分而合理的利用。作物生产就是要充分了解当地自然条件,分析其有利和不利方面,采取综合措施满足作物对基本生活因素的需求,从而达到优质、高产、高效的目标。

二、作物生产的特点

作物生产是以绿色植物光合作用为基础的,所以绿色植物生长发育的特点以及对各种生长因素的依赖性决定了作物生产的特点。

(一) 作物生产具有严格的地域性

作物生产是通过植物的生命活动与环境之间不断的物质和能量交换实现的。地球上光、热、水等自然资源的分布,不仅在时间上有明显的变异,在空间上也有显著差异。各种作物由于长期生活在某一种环境中,因而对光、热、水的要求也比较固定,如果环境条件发生变化,不能满足该作物的生长环境要求,则常常生长不良,甚至不能完成生命周期。例如,有些作物要求必须在其发育的某个时期经历一定的低温才能开花结实,如果这些作物种植在温暖地区则不能完成生命周期;而有些热带作物种植在温带或寒带,则经受不了冬季的严寒而无法安全越冬。又如有些作物需要在沼泽湿润土壤上才能生长良好,而有些作物只能生长在旱地上。因此,不同地区自然条件不同,加上社会经济条件、生产条件、技术水平也有差异,使得作物的生产具有了严格的地域性。

由于作物生产的地域性,作物生产必须根据各地的自然和社会条件,选择适合该地的作物和品种。同时,作物生产的地域性也决定了作物生产技术的多样性。从一定意义上讲,作

物生产技术是在环境条件不能满足作物需要的情况下而采取的相应的弥补措施。不同的环境条件所采取的措施也不相同,因而甲地成功的经验,完全照搬到环境条件不同的乙地,很可能导致失败;同样地,也不能用乙地的失败来否定甲地的成功。忽视作物生产措施必须因地制宜的原则,采取一刀切的方法是错误的。作物、环境、措施达到最佳配合,才能生产出高产优质的农产品。

(二) 作物生产具有明显的季节性

作物生产是依赖于大自然生产周期较长的社会产业,随着四季的变化,地球上光、热、水的供应也呈季节性的变化,而与之伴随的适应了环境节律变化的作物生长,也适应了环境的节律变化,表现出生命过程与环境变化时间顺序上的一致性。光、热、水等自然资源的状况随季节的不同,决定了作物生产不可避免地受到季节的强烈影响。

因此,作物生产必须顺应天时,提高利用农时的主动性。生产上如果误了农时,往往会造成光、热、水资源的大量浪费,轻则晚熟或减产,重则颗粒无收。对于多熟制地区更需要注意对各种作物的耕、种、管、收等农事活动的紧凑安排,严格掌握农时季节,使作物的高效生长期与最佳环境条件保持同步,做到春争日,夏争时,才能获得季季丰收,全年增产。

(三) 作物生产具有有序性

作物是有生命的有机体,在与生态环境相适应的长期进化中,其生长发育过程形成了自身的周期性、阶段性和有序性。首先,不同作物种类具有不同的个体生命周期,如水稻、玉米和棉花等为一年生,冬小麦、油菜为两年生作物。第二,作物个体的生命周期又有一定的阶段性变化,各个阶段需要不同的特殊环境条件,例如低温长日照作物小麦有春化和光照两个发育阶段,在春化阶段需要低温诱导才能完成营养生长向生殖生长的转变,而在光照阶段每日需要足够长的光照时间才能正常发育。第三,由于作物生长发育的各个阶段是有序的、紧密衔接的过程,既不能停顿中断,又不能颠倒重来,因而具有不可逆性,例如冬小麦的春化阶段和光照阶段互相衔接,不能颠倒。

因此,作物生产时必须遵循这些生物有机体生长发育的规律,有序进行,满足它们各个阶段对环境条件的需要,才能减少消耗,获得高产。

(四) 作物生产具有连续性

人类和其他生物对农产品的依赖一刻也不能停止,这就要求作物生产必须持续进行,不能间断。同时,农产品在贮藏过程中要消耗一定的能量,一般情况下不宜长期保存,为了保持作物生产的延续性,也要求作物连续生产,不能中断。作物生产的每个周期、各个环节之间相互联系,相互制约。前者是后者的基础,后者是前者的延续。在一块土地上,上一茬作物与下一茬作物,上一年生产与下一年生产,上一个生产周期与下一个生产周期,都是紧密相连和相互制约的,除合理安排本季作物的灌溉、施肥、耕作外,还要合理安排茬口,使上茬为下茬的生长准备适宜的条件,使当年生产有利于下一年生产。

因此,作物生产要有全面和长远的观点,做到前季为后季,季季为全年,今年为明年,以保证作物持续生产的实现。

(五) 作物生产系统具有复杂性

作物生产不是单株植物的生产,而是一个有序列、有结构、成分复杂的系统,受自然和人为的多种因素的影响和制约。作物生产系统既是一个大的复杂系统,又是由很多子系统组成的一个统一的整体。

因此,研究作物生产必须用整体观点和系统方法,采用多学科协作,运用多学科知识,采取综合措施,全方位研究如何处理和协调各种因素的关系,发挥作物生产的总体效益,以达到高产、优质、高效的目标。

第三节 我国作物生产的形势

由于中国经济的快速发展,国家在农业上不断增加投入,改善作物生长条件,提高农业科技水平,粮食生产量不断创造新高。自 2013 年以来,我国粮食生产已经稳定在 6 亿 t 以上,人均粮食拥有量已经从新中国成立时 208.9 kg 上升到 2016 年的 445.7 kg,超过世界平均水平 47 kg,按照当前我国扶贫“有衣穿有饭吃”的要求,2020 年全国人口的吃饭问题将全面解决。

但是,作物生产承载着人类生存的艰巨社会责任,对于国家而言粮食又是重要的战略物资。我们必须看到与发达国家人均粮食拥有量的巨大差距,不得不看到作物生产在自然灾害和社会灾难面前的脆弱性、部分关键作物生产资源的量少质劣以及人民对生活质量的追求等给作物生产提出更高的要求。要达到高产、稳产、优质、高效、持续的目标,粮食生产必须始终放在国民经济发展的突出位置。

一、面临的挑战

(一) 耕地数量需要严加管控

我国改革开放以来,由于经济社会发展和城市化不断推进导致耕地数量总体呈现不断下降趋势,总量净减少了近 2 亿亩,截至 2017 年,我国耕地面积 20.24 亿亩,预计到 2030 年还将再减少 2 亿亩。耕地是作物生产的物质基础,离开一定数量的耕地,作物生产难以保证。耕地总量减少的原因主要有工业化和城市化推进占用耕地、灾毁耕地、生态退耕、耕地污染退化等。其中国家发展经济,快速推进工业化和城市化进程,是耕地总量减少的主要原因。此外,灾毁是耕地总量减少的又一重要原因,平均每年灾毁耕地数万公顷以上。为保护自然环境,加强生态建设,推行退耕还林还草还湖,每年退耕数百万公顷。为了满足人们对农产品多样性的需要,各地进行大量种植业结构调整,减少了大田作物的种植面积,农业供给侧结构调整就减少作物种植数万公顷。虽然出生率开始下降,但庞大的人口数量短期内依然对耕地产生巨大的压力,仍然需要用占世界 9.4% 的耕地,养育着占世界 20.8% 的人口。

(二) 耕地质量有待提高

虽然我国每年大力改造中低产田,但中低产田仍然占耕地的 70% 左右。耕地肥力低、污染严重是当前中低产田的突出问题。我国土壤有机质含量偏低,平均仅为 1.8% 左右,旱地仅为 1.0% 左右,与欧洲和北美等发达国家耕地的肥力水平差距较大。长期的“重用轻养”“重白不重黑”导致耕地肥力水平下降,作物生产能力减弱。

耕地土壤环境质量堪忧。据环境保护部与国土资源部 2014 年 4 月 17 日公布的《全国土壤污染状况调查公报》,调查结果显示,全国土壤环境状况总体不容乐观,部分地区土壤污染严重。此次调研覆盖面积为 630 万 km²,全国土壤总的超标率为 16.1%,其中耕地超标率为 19.4%,中度和重度污染点位比例共占 2.9%,以 18 亿亩的耕地总量计算,中重度污染耕地约为 5 220 万亩,耕地总污染量为 3.492 亿亩。

此外,我国耕地水土流失面积约 6 亿亩,占耕地面积近 1/3,由此损失的作物产量多达 30 亿 kg;土地沙化严重,每年因风沙造成的作物生产损失 15 亿 t;受盐碱渍化危害的耕地

面积 1.35 亿亩,南方水稻产区的次生潜育化严重,面积达到 6 500 万亩。

(三) 作物生产的水资源匮乏

我国辐射和热量资源丰富,因此水成为限制作物生产最主要的因素。我国水资源分布不均,总体上比较缺乏,全国 600 多个城市有 400 多个城市供水不足,严重缺水城市达 110 个。耕地与水资源分布不匹配影响了耕地利用的效率,在南方湿润季风气候区,河流年径流量占全国的 82%,耕地面积仅为全国的 38%;而在北方较为干旱的气候区,地表径流量只有全国的 18%,耕地却占 62%。近年来,一些水资源较为丰富的省份也开始面临缺水问题,素有“水塔”之称的青海省,约有 2 000 处河流和湖泊干涸。加上化肥、采矿、印染、冶金工业及其他化工企业的违规排污,对水资源的污染越来越严重,作物生产用水与工业用水、居民生活用水矛盾十分突出。

(四) 气候异常对作物生产的影响加大

近些年来,气候异常趋势令人担忧。世界气象组织发布了有关全球气候状况的年度报告显示,自 2001 年以来的 16 年中,每年的温度至少比 1961~1990 年基准期的长期平均值高出 0.4℃,2016 年是创纪录的高温之年,气温要比工业化前时期显著地高出 1.1℃。有些专家认为全球气候变暖虽然对作物生产的栽培时间、成熟时间、生产数量会产生影响,但是这种影响不能简单地做好与坏的评价,但是农民们已经实实在在地感受到了气候变暖对农作物生产带来了影响,这种气候变化趋势的危险性值得关注。据有关资料,气温连续上升导致极端气候灾害明显增多增强,暴雨、洪水、干旱、冰雹等频频光顾,作物病虫害危害也明显增多,每年因此损失粮食数百亿公斤,对作物生产构成严峻的现实威胁。

(五) 科技进步对作物生产的贡献仍需进一步提高

随着我国经济社会快速发展,农业科技突飞猛进,农业科技进步的贡献率已由 20 世纪 80 年代的 20% 提高到目前的 56 以上%。2015 年,农作物耕种收综合机械化水平达到 63%,农田有效灌溉面积占比超过 52%,主要农作物良种基本实现全覆盖,新技术新成果的应用使耕地地力提高 1 个等级、综合生产能力提高 20% 以上。但是,我们仍然需要看到与发达国家的巨大差距。当前,欧美发达国家农业科技贡献率普遍在 80% 以上,美国等最发达国家达到 90% 以上,以色列甚至在 20 世纪 80 年代农业科技贡献率就高达 96%。

从整体来看,我国农业科技体制尚未理顺,科研队伍不能持续稳定、科研经费未获基本保障,尚未形成良好的科学技术自主创新体系、机制和环境;我国农业科技推广还是普遍存在着资金不足、经费机制不合理、推广人员结构安排不合理以及推广农业科技成果的配套措施不完善等问题,制约着推广规模的扩大;我国农业高新技术产业化也面临着农业高新技术成果创新不足、运作思路没有调整到以市场为导向、高新技术企业经济实力不足和人才短缺等问题。

二、我国作物生产发展出路

(一) 作物生产发展的思路

当前我国人均土地面积是世界平均水平的 1/3,人均淡水资源是世界平均水平的 28%,劳动力紧缺日益突出,劳动力红利时代已经终结,在这种情况下,为了解决人民的温饱问题和生活质量不断提高对粮食的需求,只有紧紧依靠科技创新来不断提高作物生产效益。我国作物生产发展主要有两个思路即提高作物单产和减少消耗。

1. 提高作物单产

一是提高作物的管理水平,改善作物的生活条件,缩小现实产量与潜在产量的差距;二

是培育高产新品种,提高作物的产量潜力。利用常规育种、株型改良、杂种优势利用、生物技术等方法可提高产量潜力。提高作物单产的措施主要依靠综合的栽培管理技术的改进与应用,包括养分管理、水分管理、土壤管理、综合病虫害防治、作物高产适用种植技术等。

2. 减少消耗

作物生产系统投入的不仅是太阳能,耕种、灌溉、施肥、病虫害防治、收获等环节都需要消耗能量。这些能量消耗,有些是直接的,有些是间接的,人力、畜力、机械等直接消耗能量,这些能量是作物生产系统的“辅助能量”。作物生产系统生产出来的粮食所含有的能量与所投入的辅助能量比值称为“热增益”,可以用来衡量作物生产系统的能量效率。热增益越高,投入的辅助能量相对越少,作物生产的效率越高,效益越好。随着经济的快速发展,投入作物生产系统的辅助能量也越来越多,每年投入耕地的化肥、农药、农机耗油、灌溉耗电、数亿劳动力是巨大的。科技水平、自然条件不同,单位辅助能量获得的能量也是不同的。

所以,现在作物生产,除提高产能外,节能是一个很重要的课题,可以采取免耕少耕、减少农药使用量、测土施肥减少化肥使用量、发展再生稻、采用节水技术、提高热增益等措施。

(二) 作物生产发展的途径

我国农业科技发展至今,农业科技对传统农业的发展做出了不可忽略的贡献,但与发达国家相比,依然存在着农业科技创新体系、成果转化机制不健全,农民生产技能有待提高等方面的问题。因此,应在推进农业科技创新体系、健全农业技术推广机制、加快农业信息化、加强科技特派员农村科技创业行动、构建我国生态高值农业产业体系等方面加快我国农业科技发展。今后作物生产将主要通过增加投入和发展科学技术来保持其可持续增长,在提高资源利用效率的同时,不断提高作物单产、品质和效益。提高作物产量、品质和效益的具体途径可分为良田、良制、良种、良法四个方面。

1. 改造中低产田,维护高产良田

我国中低产田大多分布在边远地区,交通不便,生产条件差,基础设施缺乏,或者土壤贫瘠,存在一定程度的障碍因子,需要加大改造中低产田的力度。我国的高产田基本上都分布于光热条件好、土壤肥力高的地区,通常是采用优良品种,施用化肥、农药和除草剂,田间排灌和配套设施完备,田间管理到位,从而获得很高的产量,对我国粮食高产稳产做出了巨大贡献。高产田需要重视的是在开发和利用的同时合理安排生产、注重保持土壤肥力,防止土壤污染和退化,保持持续高产。

2. 改革种植制度

我国未来的种植制度改革仍将以充分利用耕地资源、增加复种指数为中心,同时实行耕地轮作休耕制度。

提高复种指数的潜力主要在自然条件较好的南方,开发晚秋及冬季农业,发展冬闲的种植业,在南方丘陵地区,发展旱地多熟种植及再生稻。间套作是提高作物复种指数和增产、稳产的有效方法。近几年,北方冬小麦与玉米、花生、大豆等套作发展迅速,在一年一熟麦区和一年一熟玉米区,实行小麦间作玉米也已获得成功。将来的发展趋势是间套作模式逐步规范化,为农业机械作业创造条件;间套作物种增加经济作物的比重;发展“粮食作物—经济作物—饲料绿肥作物”三元复合结构,促进生态环境良性循环。

2017年年底,国土资源部牵头提出探索耕地轮作休耕制度试点,坚持产能为本、保育优先、保障安全,统筹考虑全国总体耕作情况和各地实际,制定科学缜密的轮作休耕试点方案。开始试点

的重点区域是耕地质量差、利用风险大的地下水漏斗区、重金属污染区、生态严重退化区。

3. 普及优良品种

今后的育种目标要多样化,除继续加强高产育种、品质改良、抗性育种外,太空育种、海水作物等将得到相应的应用和发展。另外,一些高新技术将在育种中得到进一步的应用,主要有杂种优势利用、杂交技术和生物技术等。转基因技术和分子育种技术与常规育种技术的结合,已极大地提高了作物遗传改良的效果,为优质、高产、高效、抗性作物品种的培育展示了新的前景,并将逐步发展成为选育新品种的重要手段。

进一步完善种子产业化工程,育种、制种、种子加工、储藏、运输、销售以及配套服务等相关产业以市场为导向、效益为中心来组织和发展,成为产业实体。在产业化过程中,逐步使种植管理法制化、生产专业化、加工机械化、质量标准化、经营集团化以及育、繁、加、销、推一体化,达到生产用种全面良种化目标。

4. 发展先进适用技术

(1) 作物生产信息技术。20世纪90年代以来,作物生产信息技术的快速发展和应用,显著提高了作物生产的综合效益和生产水平。作物生产受土地、气候、技术和品种等多方面的影响,表现为时空变异大、经验性和地域性强、定量化和规范化程度低。计算机和信息技术可对复杂的作物生产成分进行系统的分析和综合,实现作物生产的科学决策。因此,作物信息技术必将有助于实现作物生产模型化、知识化和科学化。在作物信息技术中,以3S为核心的精确农业已成为发达国家高新技术集成应用于农业生产的热门领域,必将对我国农作物生产产生重大影响。

(2) 优质高产高效技术。目前我国的作物生产已由产量型向产量、质量、效益并重型发展。作物生产除继续发展高产栽培技术外,还应加强优质、高效、栽培技术的研究与应用,主要包括优化施肥技术、简化轻型栽培技术、设施栽培技术、机械化配套栽培技术、优质专用农产品的生产及作物生产的化学调控技术,这些技术将逐步走向标准化、机械化、安全化和智能化。

(3) 可持续生产技术。未来的作物生产日益注重人类、生物、环境的协调发展,以较少的投入得到最大的产出以及质和量的统一,以获取最大的社会效益、经济效益和生态效益。可持续生产技术要求对病、虫、杂草进行综合管理,并通过生物农药进而代替化学农药,或推广低毒、高效农药,避免农药污染;通过有机肥与无机肥及生物炭等土壤改良剂的配合施用,减少化肥污染,生产清洁安全的食品。具体包括节水灌溉技术、安全施肥及用药技术、秸秆还田技术等。

此外,保持作物生产的持续性还要加强防灾减灾工作,积极应对气候变化,强化灾情监测预警等,最大限度减轻灾害损失。



本章习题

1. 农学的概念和范畴是什么?
2. 农学作为学科有什么特点?
3. 作物生产有什么特点?
4. 目前我国作物生产面临的困难有哪些?
5. 我国作物生产发展的途径有哪些方面?