



高等农林教育“十三五”规划教材

农学概论

Nongxue Gailun

徐文修 万素梅 刘建国 主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS



高等农林教育“十三五”规划教材

农学概论

徐文修 万素梅 刘建国 主编

中国农业大学出版社

· 北京 ·

内容简介

《农学概论》是专门为高等农业院校本科非农专业学生编写的一本有关农业的入门性教科书。该书共分为10章,在介绍农业的起源与发展阶段、农业资源的开发与利用、农业生态系统等的基础上,全面系统地介绍了有关农学学科方面,诸如作物生长发育规律、作物栽培理论基础及栽培生产技术、作物育种与种子生产技术、种植制度、农田土壤管理、农田防护及作物生产现代化等相关基本理论和知识,旨在使学生对农学及农业生产技术等有一个较为全面系统的认识和了解。

本书涉及的领域较广,适合高等农业院校植物保护、生物技术、农林经济管理、农业机械化及自动化、农业资源与环境等涉农专业学生使用,也可供相关专业研究生和农业技术员参考。

图书在版编目(CIP)数据

农学概论 / 徐文修, 万素梅, 刘建国主编. — 北京: 中国农业大学出版社, 2018. 1
ISBN 978-7-5655-1460-9

I. ①农… II. ①徐…②万…③刘… III. ①农学—高等学校—教材 IV. ①S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 325277 号

书 名 农学概论

作 者 徐文修 万素梅 刘建国 主编

策划编辑 张秀环

责任编辑 王艳欣

封面设计 郑川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525, 8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617, 2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.caupress.cn>

E-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2018年3月第1版 2018年3月第1次印刷

规 格 787×1092 16开本 17.25印张 420千字

定 价 40.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编 审 人 员

主 编 徐文修 (新疆农业大学)

万素梅 (塔里木大学)

刘建国 (石河子大学)

副主编 王家平 (石河子大学)

陈国栋 (塔里木大学)

汤秋香 (新疆农业大学)

编 者 (按姓氏拼音排序)

陈国栋 (塔里木大学)

房彦飞 (新疆农业大学)

郭伟锋 (塔里木大学)

李大平 (新疆农业大学)

刘建国 (石河子大学)

苏丽丽 (新疆农业大学)

汤秋香 (新疆农业大学)

唐江华 (新疆农业大学)

万素梅 (塔里木大学)

王家平 (石河子大学)

徐文修 (新疆农业大学)

张 伟 (石河子大学)

张 娜 (新疆农业大学)

主 审 王 芳 (新疆农业大学)

前言

《农学概论》是为高等农业院校本科非农专业学生编写的一本有关农业的教科书,反映农业的整体与概貌,是概论而非专论。本书从宏观的角度全面系统地介绍了有关农学学科方面,诸如农业资源与农业区划、作物与环境、作物生长发育规律、作物栽培生产技术、作物育种、种植制度及现代农业等相关内容,旨在使学生从总体概貌上对农业的起源、农业发展阶段、农学及农业生产技术等有一个较为全面系统的认识和了解,并掌握一定的与作物种植方面相关的基本知识和基本理论。

本教材由新疆农业大学、塔里木大学、石河子大学共同编写。编写内容力求紧密结合新疆生产实际,突出地方特色,针对非农专业但涉农专业学生的特点,系统、全面地介绍农业生产的基础知识和技术,做到详中有略,重点突出,从而扩大非农专业学生的知识面,为其本专业服务。

本书共 10 章。徐文修教授具体负责组织本书的编写工作。编写人员具体分工是:第一章,万素梅、徐文修;第二章,刘建国、王家平;第三章,汤秋香、李大平;第四章,汤秋香、唐江华、苏丽丽;第五章,陈国栋;第六章,郭伟锋;第七章,徐文修、房彦飞、张娜;第八章,张伟、徐文修;第九章,刘建国、王家平;第十章,刘建国、张伟。全书由徐文修、唐江华负责统稿。新疆农业大学王芳教授对书稿进行了全面审阅,在此致以衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误,敬请专家、读者提出宝贵意见和建议,以便再版时改进。

编者

2017 年 8 月

目录

第一章 绪论	1
第一节 农业的起源与历史	1
第二节 农业发展现状、特点及趋势	6
第三节 农学	16
复习思考题	18
第二章 农业资源与农业区划	19
第一节 农业资源的概念及合理利用	19
第二节 新疆农业资源状况及开发潜力	23
第三节 农业区划	31
复习思考题	41
第三章 农业生产及农业生态系统	42
第一节 农业生产的实质和特点	42
第二节 农业结构	45
第三节 农业生态系统	52
复习思考题	62
第四章 农作物栽培理论基础	63
第一节 作物及其生产概论	63
第二节 作物的生长发育和产量形成	68
第三节 作物品质及其形成	75
第四节 作物生产与环境条件	80
复习思考题	89
第五章 主要农作物栽培技术	90
第一节 小麦栽培技术	90
第二节 玉米栽培技术	105
第三节 棉花栽培技术	111
第四节 水稻栽培技术	118

第五节 甜菜、油菜栽培技术	122
复习思考题	127
第六章 农作物育种与种子生产技术	128
第一节 品种与农业生产	128
第二节 作物育种的理论基础与方法	133
第三节 种子生产技术	151
第四节 种子加工与检验	155
复习思考题	158
第七章 农田种植制度	159
第一节 作物布局	159
第二节 种植模式	166
第三节 作物轮作与连作	176
复习思考题	181
第八章 农田土壤管理	182
第一节 土壤耕作	182
第二节 土壤培肥	194
第三节 农田灌溉	203
复习思考题	210
第九章 农田防护	212
第一节 防水蚀	212
第二节 防风蚀	216
第三节 防污染	220
第四节 农田草害及防除	224
第五节 植物病虫鼠害防治	232
复习思考题	243
第十章 作物生产现代化	244
第一节 作物生产现代化的概念和特征	244
第二节 作物生产机械化	245
第三节 作物生产设施化	247
第四节 作物生产智能化	251
第五节 作物生产标准化	254
第六节 作物生产安全化	258
复习思考题	262
参考文献	263

第一章 绪论

第一节 农业的起源与历史

一、农业的概念

农业(agriculture)是人类社会最古老也是人类社会最基本的物质生产部门。农业生产是人类有意识地利用农业生物的生长机能以获得生活必需的食物和其他物质资料的经济活动。

人类对农业生产技术的探索一刻都没停止过,可以说没有农业就没有人类社会的存在与发展。在我国最早的甲骨文里就有关于农业的文字记载。英文农业(agriculture)一词,原出自拉丁文,agri是土地,culture是耕作栽培之意,agriculture即为耕作土地栽培作物,其意义与我国的农业相同。在此概念的基础上,提出农业就是人们利用动植物体的生活机能,把自然界的物质和能量转化为人类所需的食物、工业原料和生物能源的过程。广义农业包括种植业、林业、畜牧业、渔业、副业五种产业形式。狭义农业是指种植业,包括生产粮食作物、经济作物、饲料作物和绿肥等农作物的生产活动。随着农业范畴的不断扩大,现在对农业的定义是:农业是人类通过社会生产劳动,利用自然环境提供的条件,促进和控制生物体(包括植物、动物和微生物)的生命活动过程来取得人类社会所需要产品的生产部门。

二、农业的起源与发展阶段

(一)农业的起源

据古人类学家研究,人类的历史大约可追溯到300万年以前,而农业大约是在新石器时代的初期才出现的,距今约1万年的历史,在出现农业以前的数百万年的漫长岁月里,人类的祖先依靠采集、狩猎维持生活。在长期的采集、狩猎活动中逐渐积累了某些有用植物生长发育的知识,同时也观察到丢弃在居住地周围的野生种子和果实残余同样可以发芽、生长、开花、结实,此后人们就在住所附近种植植物,并不断地重复这一过程,最终把可食用的野生植物驯化为农作物。这就是最简单、最原始的农业——种植业的开始。随着农业的出现,家畜的饲养在狩猎的基础上也产生了。

农业的出现是在不同地区各自独立发生的。凡是有人居住的地方,在条件成熟以后,都不可避免地由采集、狩猎向农业转变。目前学术界一般认为,西亚(中东)、东亚和中美洲等是世

界农业起源的三个中心：

(1) 西亚的底格里斯河和幼发拉底河流域，还有古埃及的尼罗河流域是世界农业最早的发生地。

当欧洲还处在中石器时代时，西亚就已经进入新石器时代，出现了农业的萌芽，并逐步转向种植和饲养。农业开始产生于西亚的丘陵地区，后期向两河流域的冲积平原转移，继而扩展到爱琴海周围地区，在三大洲的交界地方形成了该农业起源中心。

(2) 东亚农业起源中心位于黄河流域、长江流域、恒河流域和东南亚地区。

最早发生的地区是黄河流域和长江流域。黄河流域土壤疏松肥沃，气候温暖干燥，为以种植谷子、大豆为特色的原始旱地农业的发生、发展提供了良好的自然条件；长江流域气候温暖湿润、雨量充沛，为以水稻种植为特色的原始水田农业的发展创造了条件。

(3) 中美洲的墨西哥除驯化玉米外，还培育了甘薯、马铃薯、花生、向日葵、辣椒、南瓜等一大批在当今世界上受到广泛利用的作物。

农业的出现是人类历史上的第一次革命。它不仅为原始社会的发展准备了必要条件，而且为人类社会以后的发展提供了可能性。有了农业，人类才能最终摆脱迁移不定的生活，实现较长时期的定居，乡村和城市的形成、财富和文化的积累才有可能；有了农业，人类才能逐步结束“饥则求食，饱则弃余”的状态，出现较为稳定的剩余产品，手工业、商业和科学技术的进一步发展才有了基础。所有这些又导致了私有制和阶级社会的产生，这是人类社会进一步发展的必然过程。农业的出现改变了整个人类社会的经济面貌，对人类历史发展的方向产生重大而深远的影响，可以说没有农业就没有现代的文明。

(二) 农业的发展阶段

虽然各个国家、各个地区农业生产出现的早晚不同，发展的快慢也不一样，但是纵观世界农业生产的发展过程大都经历了以下几个阶段：

1. 原始农业(原始社会末期和奴隶社会时期)

原始农业阶段指的是从人类摆脱了采集、狩猎生活并能依靠自己的劳动来增加食物的农业发展阶段。这一阶段人类刚刚学会种植作物，没有多少生产知识，使用的工具以磨制石器工具为主，生产过程简单粗放，采用的耕作方法是以“刀耕火种”为主的撂荒制，劳动方式多以简单协作的集体方式来进行生产，生产力非常低下，完全是通过对自然资源的掠夺性开发获取人类有限的生活资料，但是它基本完成了主要农作物和家畜的驯化，积累了重要的农业生产经验，同时把农业生产传播到了与近代人类足迹范围基本相当的区域。可以说，原始农业的发生发展为以后传统农业的发展和当今现代农业的发展奠定了重要的基础。

2. 传统农业(封建社会时期)

传统农业阶段指的是从畜力和铁制农具出现以后，到大机器使用以前这一时期的农业发展阶段。在西方开始于希腊、罗马时期，在我国则产生于春秋战国时期。这一阶段经历了大约 2 000 年的时间，与原始农业相比，传统农业阶段的生产有了质的飞跃，铁制工具的应用和推广，使劳动生产力得到极大的提高；同时农业生物资源在世界范围内实现了广泛交流，从而为当地合理利用资源提供了适应的作物；耕作制度由原始社会的撂荒转向休闲，并进一步发展到以豆类作物或牧草并配合土壤耕作、施肥等的养地手段与禾谷类或工业原料等大田作物轮作种植的“轮种制”，土地用养结合，边用边养，显著提高了土地生产率。尽管如此，这主要还是依

靠农业生产系统内部的物质和能量进行循环转换,即土地仍然是最重要的农业资源,资金全靠自身积累,能量全靠自己提供,肥料是农业生产的废弃物和副产品,基本上是取之于地,还之于地,并没有从外部输入多少物质和能量,农业生产主要是为满足生产者的需要,所以是一种封闭或半封闭自给自足的自然经济。但也正是传统农业的发展,进一步增加了农业剩余产品的数量,从而可以维持更多的非农人口,因而在更大的范围内促进了手工业和商业的发展。随着手工业和商业的不断发展,非农人口数量的不断增加,而且向中心地带集中,从而形成了城市,更为重要的是传统农业的发展导致了国家的兴起,并为工业革命准备了必要条件。

3. 现代农业(始于19世纪中叶)

现代农业是指工业化以来高资本、高能量、高技术投入并以商品生产为主要特征的农业生产体系。首先发生于欧洲和北美洲,可分为三个时期:从19世纪到20世纪初,是传统农业向现代农业转变的过渡时期;从20世纪初到20世纪50年代,是现代农业的确立时期;20世纪50年代后,是现代农业的发展时期。

现代农业与传统农业相比,其整个生产过程都是建立在现代科学技术基础之上的,机械工业、能源工业和化学工业的迅猛发展为农业生产提供了新的、更大规模的物质、能量来源,农业生产的各种作业等全部或大部分实现农业机械化,并向联合作业和自动化、智能化方向发展;农业的耕作制度实行了种植和栽培的集约化,最大限度地提高了单位土地面积的利用率和生产率;人们在调节和控制动植物生产环境方面取得了前所未有的主动权,而且获得了“改造”动植物遗传特性的能力,人们对农业自然再生产过程的干预能力达到了空前的广度和深度。同时,农业生产的专业化、社会化程度更大,农业生产与农产品加工、销售以及农业生产资料的生产、供应之间的联系日益密切,促进了各种农、工、商一体化经营形式的出现和发展。这一切为农业的扩大再生产提供了十分有利的条件,使现代农业的发展速度远远超过传统农业。它不仅满足了人口加速增长对食物数量方面的需求和经济增长导致的对食物质量和花色品种的需求,同时还提供了日益增多的工业原料。

加快现代农业建设步伐,有利于解放和发展农村生产力,提高农业综合生产能力与效益,促进农村经济社会全面发展;有利于引进工业技术成果,提高农业发展质量,增强城乡之间、工农之间的交流与互动,实现城乡协调发展;有利于合理利用资源,保护和改善生态环境,增强农业可持续发展能力,促进人与自然和谐共处。现代农业取得巨大成就的同时,也给人类与社会的进一步发展带来了严重的问题,并面临着严峻的挑战,例如能源危机、环境污染、土地退化等问题,对于这些问题,人类应客观地分析,并积极寻找解决问题的有效途径。

三、农业在国民经济中的地位和作用

(一) 国民经济的部门划分

现代国民经济是一个复杂庞大的体系,为了比较清楚地认识和分析国民经济活动,人们根据社会生产活动的历史发展顺序以及社会生产活动与自然之间的关系,对国民经济进行了产业结构的划分,产品直接取自于自然界的部门称为第一产业,对初级产品进行再加工的部门称为第二产业,而为生产和消费提供各种服务的部门称为第三产业。这是一种国际上比较通用的产业结构划分方法,但各国划分产业的具体标准不尽相同。我国对三种产业的划分标准如下:

第一产业为农业。农业中包括种植业、林业、牧业和渔业。

第二产业为工业和建筑业。工业中包括采掘工业、制造业、自来水、电力、蒸汽、热水、煤气。

第三产业为第一、第二产业以外的其他各业。由于第三产业包括的行业多、范围广,可以进一步分为两大部门、四个层次。两大部门即流通部门和服务部门,其中服务部门可细分为三个层次,与流通部门合在一起成为四个层次。四个层次的具体划分如下:

第一层次:流通部门,包括交通运输、邮电通信、商业、饮食业、物质供销和仓储业等。

第二层次:为生产和生活服务的部门,包括金融、保险、地质普查、房地产、公用事业、居民服务、咨询服务、综合技术服务,农、林、牧、渔、水利服务业和水利业,公路、内河(湖)航道养护业等。

第三层次:为提高科学文化水平和居民素质服务的部门,包括教育、文化、广播电视、科学研究、卫生、体育和社会福利等。

第四层次:为社会公共需要服务的部门,包括国家机关、党政机关、社会团体、军队、警察等。

(二)农业在国民经济中的地位和作用

农业是人类利用生物有机体的生命活动,将外界环境中的物质和能量转化为各种动植物产品的生产活动。在人类社会发展史上,农业是出现最早的一个物质生产部门,是人类社会再生产的起点,随着农业的发展和农业剩余产品的增加,才逐渐形成部门繁多的国民经济体系。因此农业是国民经济的基础,也是国民经济的一个有机组成部分,在国民经济发展过程中,农业具有无法替代的重要作用。

1. 农业是人类赖以生存和发展的基础

农业是人类的衣食之源和生存之本。直到目前为止,维持人类生理机能所必需的各类物质只能依靠农业。农业生产利用作物光合作用吸收太阳能和自然界的无机物质来生产粮食等植物性产品,然后再利用动物的消化合成功能进一步将植物性饲料转化动物性产品。尽管现代科学的发展十分迅速,但我们还将长期依赖农业生产以维持自身的生存和发展。

2. 农业是其他物质生产部门独立和发展的基础

农业曾经是人类社会的唯一生产部门。随着农业生产力的提高,人们生产的农产品在满足农业劳动者自身的需要后出现了剩余,手工业逐渐从农业部门分离出来成为独立的生产部门。随着农业和手工业的进一步发展和分离,商品交换的范围和规模不断扩大,从而导致商业也形成独立的经济部门。之后,人类社会又经过了数千年的发展,社会分工不断扩大,新的生产部门不断形成并独立出来。但是,人类社会分工的任何发展,都依赖农业生产力的提高和剩余农产品的增加。只有农业劳动生产的农产品在满足本部门 and 已有部门现有劳动力再生产的需要以后还有剩余,新的非农业产业部门才有独立发展的可能。

农业生产力的高低,农业所能提供剩余产品的多少,在很大程度上决定了非农业生产的发展速度。当然,工业部门需要的许多生产资料可以从本部门或者其他非农业生产部门获得,因而在一定时期内工业部门有相对独立发展的可能。但是,从长远来说,工业劳动力的追加及其再生产总要受到农业提供基本生活资料能力的限制。因此,非农业产业部门的发展最终要受农业发展的制约。

3. 农业是非物质生产部门存在和发展的基础

国民经济是一个国家生产部门、流通部门和其他非物质生产部门的总体。随着生产的发

展和生活水平的提高,人们的需求在不断发生变化。物质消费的重要性在逐渐下降,而精神文化方面的追求则逐渐增长。由于社会的需要,科学、文化、教育和卫生等部门先后出现并发展起来,政府等社会公共部门在维持经济、社会秩序方面的功能以及收入再分配方面的功能也不断增强。但是,这些非物质生产部门的形成依赖农业生产力的提高,其进一步发展同样依赖农业生产力的提高,只有农业剩余产品不断增加,才能使越来越多的人能够脱离农业,从而使科学、文化、教育、卫生和其他公共部门得以独立出来并获得进一步发展。

四、农业生产的基本特征

从经济再生产过程与自然再生产过程的有机交织这一基本特征出发,可以归纳出农业有别于其他生产部门的几个主要特征。

(一)土地的特殊重要性

土地是农业生产中不可替代的最基本的生产资料。在其他部门的生产过程中,土地仅仅是劳动的场所,而在农业生产中,土地不仅是劳动场所,更是提供动植物生长发育所需的基本生活资料的主要来源,是动植物生长发育的重要环境条件。因此,土地在农业生产中不仅是劳动手段,而且是劳动对象。土地的数量、质量和位置都是农业生产的重要制约因素。正因为土地在农业生产中的特殊重要性,我国将保护耕地作为基本国策之一,要求全国各地、各部门在经济建设过程中切实保证不减少基本农田,同时尽力提高现有土地生产率。

(二)自然环境的强大影响

与工业生产不同,农业生产主要在广阔的田野上进行;同时农业生产又是动植物再生产过程,因而必然受自然环境的强大影响。现有动植物的生长发育特点主要是长期自然选择的结果。成功的人工选择和其他合理的人为措施首先必须适应自然环境,才能在有限的范围内改变局部小环境。

自然环境的影响,首先表现为各地区具有不同的气候、地形、土壤和植被等自然条件,从而形成各地独特的农业生产类型、品种、耕作制度和栽培管理技术。因此,农业生产的社会分工不仅表现为生产过程的分工,更表现为生产地域的分工,即农业生产具有强烈的地域特性。如果我们正视自然环境的影响,因地制宜地进行农业生产布局,建立合理的农业区域生产结构,通过发展社会主义市场经济,在各地区间交换农产品,就可以充分合理地利用各地区的自然资源,加快农业生产的发展速度,增加农产品的有效供给。反之,如果我们无视自然环境的影响,人为地画地为牢,片面地追求各地区农产品生产和消费自给自足,就不可能充分利用有限的自然资源,就会降低农业生产的发展速度,减少农产品的供应。

自然环境的影响还表现为农业生产的波动性。自然界大范围的长周期变化或人为作用变化,如地质变化、温室效应和臭氧层的破坏等无疑都会对农业生产产生长期影响。不过,这种影响往往要通过长期积累才能在农业生产上反映出来。短期的影响主要来自气候的变化,尤其是灾害性天气,如旱、涝、风、雹等,可能导致农业生产年度间的剧烈变化。病虫害的暴发往往与气候的变化有关,可能导致严重减产。因此,防灾减灾在农业生产上具有特殊意义。主要的防灾减灾措施包括加强预测预报、建设水利工程、培育抗逆性强的动植物品种、生产类型多样化、综合防治病虫害、发展设施农业、建立合理的农产品储备体系等。

(三)农业生产的周期性和季节性

农业生产的周期长,生产时间和劳动时间不一致,同时具有较强的季节性。农业生产周期取决于动植物的生长发育周期,通常长达数月以至数年。动植物的生长发育贯穿整个生产过程,但人类的劳动并不需要持续整个生产过程。对于大多数种类的农业生产来说,农业劳动时间即人类劳动作用于劳动对象的时间,仅占动植物生长周期的一部分。由于动植物生长发育的周期受光、热、水、气等自然条件的影响,各种农业生产的适宜时间通常固定在一定的月份,劳动时间也集中在这些月份中的某些日期。

上述情况决定了农业生产中劳动力和其他生产资料利用的季节性、资金支出的不均衡性和产品收获的时效性。农业生产的季节性,一方面表明根据农时安排生产的重要性,要不违农时地进行农事活动,节令不饶人;另一方面表明农户多种经营和兼业经营的必要性,要合理组织生产活动,全年均衡有效地利用生产资料和劳动力,减少季节性的影响,做到人尽其力,物尽其用。多种经营和兼业经营不仅可以比较充分地利用剩余劳动力和剩余劳动时间以增加生产,同时也可以利用其经营收入弥补资金支出不平衡和农产品收获间断所造成的收支缺口。

农产品大多数是鲜活产品,生产的季节性与消费的连续性存在明显的矛盾。因此,需要进行适当地保鲜贮藏和加工,以便保持其使用价值,使之符合消费者的需要。

(四)农业生产的社会性

农业是社会大系统的有机组成部分,农业生产既是自然再生产过程,同时又是经济再生产过程。一方面人类对农产品的需要、政策导向、经济物质的投入、市场容量与远近、价格因素、国民素质的高低等直接影响着农业生产,需要深入研究和遵从社会经济规律。另一方面由于农业在国民经济中的特殊重要性和在市场经济条件下,农业生产决策风险大,因此,需要建立和完善能够减少决策风险的各种制度和措施,例如市场信息发布和预测、农业生产保险、农产品储备、保护价格等,以稳定农业生产供应。

第二节 农业发展现状、特点及趋势

一、世界农业发展状况

(一)发展现状

农业是国民经济的基础,无论是过去、现在,还是将来,农业一直是世界关注的热点问题。由于农业的特殊地位及对其他经济部门的重要作用,各个国家高度重视农业生产的发展。纵观 20 世纪以来的世界农业发展历程,世界农业发展最主要、最伟大的成就之一就是基本养活了地球上近 70 亿的人口。1955—2015 年的 60 年间,世界及主要国家的谷物产量均有较大幅度增长,无论单产还是总产均增长 1 倍至数倍。数据分析表明,1961—2015 年世界肉类生产增长速度高于谷物生产增长速度;2015 年肉类产量增加到 3.2 亿 t,人均肉类产量增长速度高于人均谷物产量增长速度。农产品供求总量基本平衡,从而保证了世界人口的不断增长、生存和发展。

世界谷物产量的持续增长得益于世界谷物播种面积的增加和单产的提高,其中单产提高占所增产量的78%。在各项增产措施中,优良品种的选育推广、农田化肥的增施和灌溉面积的扩大是世界主要农作物单位面积产量增加的三大关键性技术措施。而遗传育种技术的不断创新与发展以及在动植物良种选育中的成功应用,为推动世界农业生产的重大突破发挥了极其重要的作用。第一次突破是20世纪30年代美国杂交玉米的推广,使玉米单产由过去的 $1\,500\text{ kg/hm}^2$ 增加到 $5\,250\text{ kg/hm}^2$;第二次突破是20世纪40年代由美国育种家布劳尔所培育出的矮秆、高产、抗锈、耐肥、抗倒伏并具有广泛适应性的墨西哥小麦品种,推广之后,墨西哥小麦单产从原来的 750 kg/hm^2 提高到 $3\,750\text{ kg/hm}^2$,并由此掀起了一场“绿色革命”;第三次突破是20世纪60年代菲律宾国际水稻研究所培育的矮秆、早熟、高产的水稻品种IR-8,并首先在东南亚一带推广,一季稻的产量可达 $9\,000\sim 9\,750\text{ kg/hm}^2$,被誉为“奇迹稻”,使推广地带的农业有了较大改观;第四次突破是20世纪90年代以来,中国科学家袁隆平带领的科研团队,实现了杂交水稻单产从 $10\,500\text{ kg/hm}^2$ 、 $12\,000\text{ kg/hm}^2$ 、 $13\,500\text{ kg/hm}^2$ 到 $15\,000\text{ kg/hm}^2$ 的四次突破,于2014年测产的 6.6 hm^2 (百亩)稻田水稻平均单产达 $15\,091.5\text{ kg/hm}^2$,创世界水稻高产纪录;第五次突破是近30年迅速发展的转基因作物,如防棉铃虫的棉花、防除草剂的大豆等。目前世界公认品种改良占农业科技进步的比重为30%左右。增施化肥对产量的提高要起40%~60%的作用。据国外的一些研究报道,世界平均增施 15 t/hm^2 化肥增产的粮食为 96.6 t ,美国 160.2 t ,印度 88.2 t ,这说明化肥在世界粮食生产中的作用是显著的。正因为如此,世界化肥施用量每年呈上升的趋势,1939年全世界化肥消费量仅900万t,1975年已达9000万t,1997年达1.37亿t,2008年达1.61亿t,2013年达1.84亿t。据联合国粮农组织(FAO)最近发布的《2018年世界化肥趋势和展望》报告,到2018年全球化肥使用量将会超过2亿t。

当然,世界农业在作物病虫害的防治、农业生产的机械化、农产品储藏加工、农业的信息化管理和现代化建设等方面均取得了长足发展和巨大进步。

(二) 存在问题

1. 世界农业生产的不平衡加剧

农业生产的不平衡与自然条件的差异有关,但主要由于发达国家和发展中国家综合经济实力不同,从而导致农业现代化水平及对农业资源的利用水平不尽相同。不平衡的现实表现是:一方面,经济发达国家农产品过剩;另一方面,发展中国家农产品消费短缺。在农产品中最为重要的粮食生产上,这种不平衡表现得尤为突出。

世界谷物的净进口地区是亚洲、非洲、拉丁美洲各国,甚至号称“面包篮子”的拉丁美洲近年也变成了谷物净进口地区,而谷物的净出口国则集中在北美洲和澳大利亚。美国是世界上最大的谷物出口国,谷物生产量的25%~30%供出口之用,其谷物出口量占世界谷物出口总量的40%左右。其次为欧盟,其谷物出口量占世界谷物出口总量的10%左右。阿根廷、澳大利亚、加拿大等3国谷物出口量占世界谷物出口总量的20%左右。欧洲进口谷物是用来做饲料。总之,尽管大量出口,但欧盟、美国、澳大利亚等发达国家和地区的农产品仍然过剩,特别是奶类、肉类等畜产品过剩严重。

就居民营养状况分析,20世纪90年代初期,每人每天摄取的热量,发达国家平均为 $14\,700\text{ kJ}$,其中35%来自动物食品,而发展中国家平均为 $10\,100\text{ kJ}$,其中来自动物食品的仅占8%;每人每天摄取的蛋白质,发达国家平均为 105 g ,而发展中国家仅为 58 g 。据统计,发展中

国家严重营养不良的总人数在 4.5 亿以上(不包括中国)。1978 年以前,我国居民每人每日能量、蛋白质和脂肪的供应量分别为 7 600 kJ、45 g 和 27 g。以中国营养学会推荐的营养标准(每人每日摄入 10 000 kJ 能量和 70 g 蛋白质)来分析,1978 年以前的能量营养和蛋白质营养均未达到标准。根据联合国粮农组织(FAO)确定的营养最低限基准(成年男子为 9 600 kJ)估算,那时我国相当一部分人处于营养不良状态。1978 年以后,人群的膳食构成和居民的营养状况有了明显改善,居民每人每日能量、蛋白质和脂肪的供应量分别达到 10 900 kJ、70 g 和 65 g,已相当于或接近世界平均水平,并超过了亚洲和发展中国家平均水平的 10%左右。

就农业资源而言,发展中国家的耕地面积比发达国家要多(发达国家耕地面积 $6.75 \times 10^8 \text{ hm}^2$,发展中国家为 $7.79 \times 10^8 \text{ hm}^2$),其他资源也丰富,但是由于对合理利用资源的认识不明确,开发资源的手段有限,以及人口增长过快等原因,资源平均给每个人带来的收益较低,从而造成世界农业生产的不平衡。

粮食问题是人类面临的全球性问题之一,世界各国都认识到粮食问题是关系 21 世纪全球的安全性问题。数据显示,2005 年以来,全球食品价格累积上涨超过了 75%。而 2007 年全年,全球粮食价格则呈飙升之势,全年飙升了 40%。FAO 以各国主要的出口品种为基础统计得出全球米价指数(以 1998—2000 年为基数 100)从 2007 年 3 月至 2008 年 3 月,从 130 上升到 216,升幅高达 66%左右。进入 4 月价格上涨速度进一步加快。2017 年 FAO 等多家机构在布鲁塞尔联合发布了《2017 年全球粮食危机》报告。报告指出,全球各地 2015—2016 年间面临严重粮食不安全的人口从 8 000 万猛增至 1.08 亿。农业生产的不平衡,对 21 世纪世界农业的发展也提出了严峻的挑战。

2. 资源短缺和人口增长的矛盾日益突出

据 FAO 统计,目前世界各国的总面积(包括内陆水域)为 $133.9 \times 10^8 \text{ hm}^2$,其中土地面积(不包括内陆水域)为 $130.7 \times 10^8 \text{ hm}^2$,内陆水域面积约为 $3.2 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 。在土地面积中,耕地占 1/10,牧场草地占 2/10,森林和林地占 3/10,其余为非农活动的用地以及荒地和荒漠等。

由于人口增长,世界人均耕地面积从 1950 年的 0.51 hm^2 下降到 2012 年的 0.25 hm^2 ,而且耕地质量呈下降趋势。据统计,由于侵蚀和其他形式的土壤退化,以及毁田他用,全世界每年丧失的农田多达 1 000 万 hm^2 ,即使现有灌溉农田中,有 20%的面积盐化,10%因严重盐化而减产。土壤退化导致世界人均耕地面积减少。因人类的滥砍滥伐,森林占全球土地面积的比例已从 1990 年的 31.6%(41.28 亿 hm^2)下降至 2015 年的 30.6%(39.99 亿 hm^2)。近年来,森林面积仍继续以每年 2 000 hm^2 的速度在减少,其中热带雨林每年以 8 万 hm^2 的速度减少。

地球上约有 31.6 亿 hm^2 牧场,世界资源研究所分析了 32 个国家和地区,其中 14 个国家和地区的牧场面临严重退化,9 个处于中度退化,另外 9 个退化较轻。在中国北方可利用的 2.2 亿 hm^2 牧场中,近 15 年平均产草量下降 30%~50%,内蒙古则下降 40%~60%,目前仍以每年 133 万 hm^2 的速度在退化,这均由于自然因素,如长期干旱,风蚀,水蚀,鼠、虫害等和人为因素,如过牧、滥垦、过伐等原因造成。

据测算,到 2025 年仅世界城市居民将增加 1 倍(50 亿)。生活在非洲、亚洲和中东缺水地区的人口将增至 30 亿以上,其中 40%的人口将因缺水而得不到足够的口粮。

3. 生态日渐恶化,环境污染加重

20 世纪以来,在世界农业生产快速增长的同时,对资源的大规模损害也在不断扩大。据

统计,因人类对土地不合理的利用而导致退化的土地每年达 500 万~600 万 hm^2 ,每年因物理侵蚀作用毁坏的土地有 600 万~700 万 hm^2 ,每年有近 100 万 hm^2 的灌溉土地因强度盐渍化而丧失生产力。此外,尚有约 5 000 万 hm^2 的非灌溉土地因受灌溉及次生盐渍化的间接影响而丧失生产力。目前全世界已经荒漠化或正在荒漠化的地区遍及世界五大洲的 110 多个国家,全球 1/5 的人口受到荒漠化的侵害,1/4 的陆地面积已不同程度的荒漠化,而且每年仍以 $(5\sim 7)\times 10^4 \text{hm}^2$ 的速度不断扩大。由于人类滥伐森林,开垦草原,湿地干枯,使生物物种消失加速,仅有文字记载的近 2 000 年间,有 1 100 多种兽类、130 多种鸟类已从地球上消失,其中 1/3 是近 50 年来消失的;全世界约有 25 000 种植物和 1 000 多种脊椎动物濒临绝种,生物多样性明显下降。同时,温室效应与全球变暖,臭氧层破坏,有毒化学品和固体废料污染,大气污染和酸雨以及水和海洋污染等环境问题日益突出。随着生态的日益退化和环境污染的不断加重,各种各样的灾害正频繁严重威胁着人类的生存和健康,危及世界农业和经济的可持续发展。

二、中国农业发展状况

(一) 中国农业取得的成就

中国是世界上农业最早的三大起源中心之一,黄河流域和长江流域为我国农业发生最早的地区。据考古学家研究,我国农业出现在新石器时代的早期,距今约有 1 万年的历史,到了距今 2 000 多年的春秋战国时期,我国农业作为一个社会生产部门逐渐摆脱原始状态开始进入了传统农业发展阶段,秦汉以后至明清之际,我国农民提出了因地制宜、多种经营、地力常新的农学思想,形成了精耕细作、合理种植的传统,创造了间作、套种的多熟种植制度,发明了育秧移栽、种植绿肥、水稻烤田、生物防治、果树嫁接、小麦移栽、带肥下种等栽培技术,建造了铁犁、带耕架、风扇车和风力水车等农用工具,完成了都江堰、郑国渠、灵渠等水利工程。这些先进的农业技术,不仅使我国农作物单位面积产量一直较高,而且使我国成为保持传统农业长久不衰的唯一国家,并在各个方面长期处于世界领先的地位,但到了近代,特别是鸦片战争以后的 100 年里,西方许多国家将自然科学与工业方面的成就运用于农业,使本国的农业走向机械化、化学化高度发展的现代农业的时候,中国却因闭关自守与西方发达国家的差距逐渐加大,甚至中国农业中一些传统优势也丧失殆尽,日益受到外国同类产品的冲击。

1949 年后我国农业进入了一个崭新的发展时期,农业生产得到了迅速恢复和逐步发展,生产水平显著提高。尤其是 1978 年之后,中国农业得到飞速发展,在农业生产、农村经济、农业科技等方面均取得举世瞩目的成就。

改革开放 40 年以来,我国农村产业结构调整取得了历史性成就,摆脱了前 40 年超稳定的局面,我国乡镇企业、农村服务业蓬勃发展,进入农业人口向第二、第三产业大规模转移的阶段。据中国国家统计局资料,1952 年,我国乡村劳动者占 93.29%,非农业产业劳动者包括乡村党政群管理人员在内,只占 5.08%。1978 年,中国城镇人口占 17.9%,乡村人口占 82.1%。2016 年,中国城镇人口上升至 57.4%,乡村人口下降至 42.6%。1978 年,中国就业人口中,农业占 70.5%,工业占 17.3%,第三产业占 12.2%。2016 年,中国就业人口中,农业就业人口下降至 27.7%,工业就业人口上升至 18.8%,第三产业就业人口上升至 43.5%。

改革开放 40 年,我国农民收入得到了极大提升,收入来源结构发生了巨大变化。1978 年,中国农民人均年纯收入为 134 元,2016 年,中国农民人均可支配收入达到 11 149 元。1978

年,中国农村没有解决温饱的农民总量大概是 2.5 亿人,到 2011 年底没有解决温饱农民的数量减少到不足 1 000 万人。2010 年中国的贫困人口为 1.66 亿,2014 年下降到了 7 017 万,贫困发生率从 17.2% 下降到 7.2%,2020 年我国将全面建成小康社会。

中国不仅人口众多,可用耕地资源有限,而且耕地存在减少的趋势,使中国农产品生产保障问题更为严峻。但是,从 1978 年实行改革开放后的 14 年,粮食总产量的年增长幅度达到 2.7%,尤其是前六年的平均增长速度高达 5%。据中国国家统计局资料,1978 年改革开放前,我国粮食总产量在 3 000 亿 kg 多一点,2007 年,中国粮食总产量达到 5 015 亿 kg,30 年内粮食增产 60% 以上。2000 年至今,中国花生和水果产量上升至世界各国产量的第 1 位。中国用占世界约 9% 的耕地生产了占世界 25% 左右的粮食产量,解决了占世界 21% 左右人口的吃饭问题。自 2007 年以来,我国基本具备了年产 5 亿~6 亿 t 粮食的综合生产能力,2015 年我国粮食总产达 6.21 亿 t。

据统计,中国 2008 年优质小麦种植比例已达到整个种植面积的 64% 以上。特制二等以上的精制小麦粉占小麦粉总产量的 65%;标准一等米以上的精米占大米总产量的 88%,特等大米在大米中所占比重达到 33.9%。根据国家质检总局资料,近年我国米、面、酱油、醋基本粮食产品国家监督抽查合格率达到 90% 以上,出口粮食产品合格率达 99% 以上。2007 年上半年我国消费量最大的粮食加工品等前 10 类食品的抽查合格率均达 95% 以上。目前,我国市场上销售的粮食产品,无论是内在品质还是外观质量,都有明显改善。我国粮食产品质量整体水平的提高,较好地满足了经济社会持续快速发展的需要和广大人民群众日益增长的消费需求,增强了我国粮食产品和粮食企业的国际竞争力。

中华人民共和国成立特别是实施改革开放以来,努力加强现代农业的基础设施和技术体系建设,使农业机械化水平和农田水利、交通、通信等现代农业基础设施条件得到了显著的提高。2016 年我国主要农作物耕种收综合机械化率超过 65%,农机总动力达 11.44 亿 kW,农业机械化发展呈现农机规模有增长、结构有优化、薄弱环节有突破的特点;市场需求大、供给缺口大的大中型拖拉机、联合收获机、插秧机、烘干机等保有量远高于普通农机增速,农业机械化正向着全面、全程、高质、高效发展;完善农田水利工程,确保农业用水、促进节水。2016—2017 年度全国冬春农田水利基本建设计划完成总投资 4 158 亿元,投放机械 3.25 亿台(套)。未来我国将进一步加大现代农田水利建设力度,到 2020 年全国农田有效灌溉面积将达到 0.667 亿 hm^2 (10 亿亩),节水灌溉工程占有效灌溉面积的比例达到 60% 以上。农业信息化水平显著提高,成为农业发展的“加速器”。据统计,2016 年信息进村入户试点扩大至 26 个省份的 116 个县,益农信息社达到 2.4 万个。试验示范省份达到 8 个,推介农机精准作业、温室环境自动监测与控制、水肥药智能管理等 426 项技术、产品和应用模式。

通过多年的努力建设,目前,我国已初步形成了包括现代农业生物育种和良种繁育技术、高效缓释肥料施用技术、高效节水浇灌技术、设施和工厂农业生产技术、农产品深加工技术、高效病虫害综合防治技术、农业物联网技术等系列现代农业技术体系。这些技术储备将在未来 3~5 年形成系列的成熟技术和育种成果,既可为现代农业高技术产业提供持续的技术支撑,又可进一步提升我国现代农业的产业化水平。

(二) 问题与对策

1. 调整农业结构,增加农民收入

近几年来,农民收入增长缓慢,城乡收入差距扩大已成为我国当前农村经济工作的一个突