



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

(second edition)

INTRODUCTION TO AGRONOMY

农学概论 (第二版)

李存东 主编



科学出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

农学概论

(第二版)

李存东 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书结合近 10 年来农业科技的发展情况对第一版的一些数据和内容进行了修订和补充。保留了第一版章节如绪论,作物的起源、分类和分布,作物生长发育与产量和品质形成,作物与环境,作物的遗传改良,作物生产技术,作物病、虫、草害与防治,种植制度,农产品贮藏与加工等内容,并增加了生态农业、农业信息技术与精准管理等方面的内容。为了更好地了解和掌握本书的知识与理论,要求读者具备基本的植物学、土壤学、植物生理学、生物化学等理论知识。同时,本书所涉及的作物生产实践性很强,建议读者或学生注重理论联系实际,灵活学习和运用本书所包含的理论知识与技能。

本书涉及的领域较广,与作物生产结合紧密,适合农业院校非农学专业学生选用,同时也可供农业工作者和大专院校教师与研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

农学概论 / 李存东主编. —2 版. —北京: 科学出版社, 2018.2

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-03-053702-7

I. ①农… II. ①李… 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 137605 号

责任编辑: 丛楠文 茜 / 责任校对: 杜子昂

责任印制: 师艳茹 / 封面设计: 铭轩堂

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

保定市中华美凯印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 2 月第 二 版 印张: 18

2018 年 2 月第一次印刷 字数: 433 000

定价: 58.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

编委会名单

主 编 李存东 (河北农业大学)

副主编 戴廷波 (南京农业大学)

杨武德 (山西农业大学)

张凤路 (河北农业大学)

赵全志 (河南农业大学)

编写人员 (按姓氏拼音排序)

陈国兴 (华中农业大学)

戴廷波 (南京农业大学)

杜金哲 (青岛农业大学)

黄元财 (沈阳农业大学)

李存东 (河北农业大学)

李绍长 (石河子大学)

刘连涛 (河北农业大学)

刘铁梅 (华中农业大学)

马富裕 (石河子大学)

孙红春 (河北农业大学)

王宏民 (山西农业大学)

王睿辉 (河北农业大学)

谢国生 (华中农业大学)

严定春 (中国农业科学院)

杨武德 (山西农业大学)

张 静 (河南农业大学)

张凤路 (河北农业大学)

张丽娟 (青岛农业大学)

张永江 (河北农业大学)

张永丽 (山东农业大学)

赵全志 (河南农业大学)

主 审 李雁鸣 (河北农业大学)

冯光明 (河北农业大学)

前 言

农学是一门服务于种植业的综合性很强、涵盖范围很广的应用学科。本书依据编者多年的教学实践经验和授课对象的特点，主要述及与大田作物生长发育密切相关的作物遗传规律、生育规律、环境效应、栽培技术、种植制度、病虫草害等方面的内容，旨在使读者从总体概貌对农学有一个较全面系统的认识和了解。与以往同类型的教材相比，本书增加了“生态农业”“农业信息技术与精准管理”和“农产品贮藏与加工”相关内容，以突出农作物与环境之间的互作关系和作物生产的生态效应，加强农学与其他学科的衔接和交叉，拓展农业科技工作者的视野。

农学的研究对象是大田作物，具有生物特性特点。影响作物生长发育的因素很多，且关系复杂。我国幅员辽阔，作物类型丰富，生态气候多样，决定了本书内容广泛，其编写和学习有较大的难度和灵活性。学习本书要求读者具备基本的植物学、土壤学、植物生理学、生物化学等学科的理论知识，以利于读者对本书所涉及内容的理解和掌握。

“农学概论”可作为农业院校非农专业学生的主要选修课程之一。在学习过程中，可根据学生的具体情况对授课内容进行精心选择，重点介绍基本概念、共性理论和关键技术原理，注意提高学生对主要作物生物学规律的理性认识，增强学生举一反三的能力。同时，应结合各地大田作物生产实践，在教学过程中及时补充鲜活的案例，增强农学课程的生动性和实用性。

本书共 11 章，第 1 章由李存东编写，第 2 章由杨武德编写，第 3 章由孙红春、黄元财、张永丽编写，第 4 章由杜金哲、张丽娟编写，第 5 章由王睿辉、谢国生编写，第 6 章由张凤路、陈国兴、黄元财编写，第 7 章由王宏民编写，第 8 章由戴廷波、刘连涛编写，第 9 章由刘铁梅、李绍长编写，第 10 章由马富裕、张永江、严定春编写，第 11 章由赵全志、张静编写。

河北农业大学李雁鸣教授、冯光明教授对全部书稿进行了认真审阅，并提出了许多宝贵意见；在本书的编写和出版发行过程中，科学出版社给予了大力协助与支持，在此谨表衷心感谢。

本书由多年主讲“农学概论”课程的教师通力合作编写而成。因编者水平所限，不足之处在所难免，敬请专家、读者批评指正。

编 者

2017 年 3 月

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 农业的基本概念	1
1.1.1 农业的含义	1
1.1.2 农业的组成	1
1.1.3 农业的地位和作用	2
1.1.4 农业系统观	3
1.1.5 我国农业发展历程	3
1.1.6 我国传统农学思想	4
1.1.7 现代农业的含义与特征	4
1.1.8 西方现代农业的优点和问题	6
1.1.9 我国发展现代农业的基本战略	6
1.2 农学概况	7
1.2.1 农学的概念与范畴	7
1.2.2 农学的地位与作用	7
1.2.3 农学的性质	8
1.2.4 农学的特点	9
1.2.5 作物学与农学的关系	10
1.2.6 作物生产特点	10
1.2.7 作物生产与粮食安全	11
1.2.8 我国作物生产发展战略	15
1.3 农学发展前景展望	16
1.3.1 农学与农业信息技术	16
1.3.2 农学与生态农业	16
1.3.3 农学与都市农业	17
1.3.4 农学与可持续农业	17
1.3.5 农学与生物技术	18
1.3.6 农学与农业机械化	18
1.3.7 农学与农业产业化	18
1.4 “农学概论”的教学特点	19
1.4.1 “农学概论”的课程性质	19
1.4.2 “农学概论”的教学方法	19
第2章 作物的起源、分类和分布	20
2.1 作物的起源和传播	20
2.1.1 作物的概念	20

2.1.2 作物的起源	20
2.1.3 作物的起源中心	20
2.1.4 作物的传播	22
2.2 作物的分类	23
2.2.1 根据作物用途和植物学系统相结合分类	23
2.2.2 根据作物的生物学特性分类	24
2.2.3 按植物科、属、种分类	24
2.3 作物的分布与生产	27
2.3.1 作物分布与环境条件	27
2.3.2 世界作物分布与生产及粮食贸易	28
2.3.3 中国作物分布与生产和生产发展概况及面临的问题	33
第3章 作物生长发育与产量和品质形成	40
3.1 作物的生长发育特性	40
3.1.1 作物的生长与发育概念及进程	40
3.1.2 作物的温光反应特性及阶段发育	41
3.1.3 作物的生育期	42
3.1.4 作物的生育时期	43
3.1.5 作物的物候期	43
3.2 作物的器官建成	44
3.2.1 种子形态和萌发	44
3.2.2 营养器官的建成	46
3.2.3 生殖器官的建成	48
3.2.4 器官生长的相关性	49
3.3 作物产量形成	50
3.3.1 生物产量、经济产量与经济系数	50
3.3.2 作物产量构成因素及其相互关系	51
3.3.3 作物产量形成过程及影响条件	52
3.3.4 作物产量潜力及增产途径	53

3.4 作物品质形成	55	4.6.4 作物的有机养分	102
3.4.1 作物产品品质及其评价指标	55	4.7 作物与土壤	103
3.4.2 作物品质的影响因素	56	4.7.1 土壤和土壤肥力	103
3.4.3 提高作物产品品质的途径	58	4.7.2 土壤的形成与中国土壤的 分布	104
3.5 作物的群体特征	60	4.7.3 土壤的主要性质及其对作物的 影响	105
3.5.1 作物群体的基本概念	60	4.7.4 土壤的改良	110
3.5.2 作物群体结构与指标体系	61	第5章 作物的遗传改良	112
3.5.3 作物群体的源、库、流概念及其 关系	61	5.1 作物性状改良的遗传学基础	112
第4章 作物与环境	63	5.1.1 遗传学基本概念	112
4.1 作物的环境	63	5.1.2 遗传学基本定律	113
4.1.1 作物的生态因子	63	5.1.3 数量性状及其遗传	116
4.1.2 作物的生态适应性	65	5.2 作物的繁殖方式及其育种 特点	117
4.1.3 作物生长的环境调节	67	5.2.1 作物的繁殖方式	117
4.2 作物与光照	68	5.2.2 不同繁殖方式作物的育种 特点	118
4.2.1 光照强度对作物的影响	68	5.3 作物改良的材料基础——种质 资源	119
4.2.2 光照时间对作物的影响	72	5.3.1 种质资源的概念	119
4.2.3 光谱成分对作物的影响	74	5.3.2 种质资源工作	120
4.3 作物与温度	75	5.4 作物的遗传改良	121
4.3.1 温度变化的规律	76	5.4.1 作物品种的概念与类型	121
4.3.2 作物生长发育的温度要求	78	5.4.2 作物遗传改良的任务	123
4.3.3 积温及无霜期	80	5.4.3 作物育种目标的内容及制订 原则	123
4.3.4 温度对作物的影响	81	5.5 传统作物育种方法	124
4.3.5 温度逆境对作物的危害及防御 措施	83	5.5.1 作物育种的有关方法	124
4.4 作物与水分	86	5.5.2 引种	125
4.4.1 水分对作物生产的重要性	87	5.5.3 选择育种	127
4.4.2 作物对水分的需求特点	87	5.5.4 杂交育种	128
4.4.3 水分逆境对作物的影响	89	5.5.5 杂种优势利用	132
4.4.4 提高作物水分利用效率	92	5.5.6 远缘杂交育种与染色体工程	136
4.5 作物与空气	93	5.6 现代育种技术	137
4.5.1 作物与氧气的关系	93	5.6.1 作物生物技术的概念及范畴	137
4.5.2 作物与二氧化碳的关系	93	5.6.2 植物组织培养技术与细胞工程 育种	137
4.5.3 作物与氮气的关系	96	5.6.3 植物转基因育种	138
4.5.4 大气环境与作物的关系	96	5.6.4 分子设计、标记辅助选择与聚 合育种	139
4.5.5 风速对作物的影响	97		
4.6 作物与营养	97		
4.6.1 作物必需的营养元素	98		
4.6.2 必需矿质营养元素的生理作用 及缺素症状	98		
4.6.3 作物的需肥规律	101		

5.6.5 传统育种与现代育种的关系·····	141	7.1.1 有害生物及生物灾害·····	181
5.7 作物种子生产管理与现代种子 产业·····	141	7.1.2 有害生物及生物灾害对农业生产 的威胁·····	181
5.7.1 作物品种审定制度与组织 体系·····	141	7.1.3 有害生物防治策略·····	182
5.7.2 作物种子检验与现代种子 产业·····	143	7.2 植物病害与防治·····	182
5.7.3 作物品种退出机制·····	145	7.2.1 植物病害的概念·····	182
第 6 章 作物生产技术 ·····	147	7.2.2 植物病害的种类及症状·····	182
6.1 土壤耕作技术·····	147	7.2.3 病原物·····	184
6.2 播种技术·····	150	7.2.4 病原物的侵染过程和病害的 流行·····	186
6.2.1 播前技术·····	150	7.2.5 植物病害的防治方法·····	187
6.2.2 田间播种技术·····	151	7.3 作物虫害与防治·····	189
6.2.3 播后技术·····	154	7.3.1 昆虫的特征及为害·····	189
6.3 育苗移栽技术·····	154	7.3.2 昆虫的生物学特性·····	190
6.3.1 育苗移栽的意义·····	154	7.3.3 昆虫的主要习性·····	192
6.3.2 育苗方式·····	155	7.3.4 昆虫与环境条件·····	193
6.3.3 苗床管理·····	156	7.3.5 作物虫害的防治·····	194
6.3.4 移栽技术·····	157	7.4 作物草害与防治·····	196
6.4 科学施肥技术·····	157	7.4.1 农田杂草的危害·····	196
6.4.1 肥效的影响因素及提高途径·····	158	7.4.2 农田杂草的种类·····	196
6.4.2 养分作用规律·····	159	7.4.3 农田杂草的主要特性·····	197
6.4.3 作物需肥特性·····	160	7.4.4 农田草害的综合防除·····	197
6.4.4 合理施肥原则·····	161	7.5 专家系统在作物病、虫、草害 防治中的应用·····	198
6.4.5 肥料种类和施肥技术·····	161	第 8 章 种植制度 ·····	200
6.4.6 测土配方施肥推荐施肥技术·····	163	8.1 种植制度与作物布局·····	200
6.5 合理灌溉技术·····	164	8.1.1 种植制度的概念和特点·····	200
6.5.1 作物的需水规律·····	165	8.1.2 资源与种植制度·····	200
6.5.2 合理灌溉指标·····	165	8.1.3 作物布局的含义与生产意义·····	202
6.5.3 节水灌溉方法·····	166	8.1.4 作物布局的影响因素·····	203
6.5.4 排水技术·····	168	8.1.5 作物布局的原则·····	209
6.6 生长发育调控技术·····	168	8.1.6 我国的作物布局·····	210
6.6.1 人工调控技术·····	168	8.2 复种·····	212
6.6.2 化学调控技术·····	169	8.2.1 复种的概念与意义·····	212
6.6.3 地膜覆盖技术·····	172	8.2.2 复种的条件·····	214
6.7 收获、处理和贮藏·····	176	8.2.3 我国主要复种方式·····	215
6.7.1 收获技术·····	176	8.3 间、套作·····	216
6.7.2 收后处理·····	177	8.3.1 间、套作的概念与意义·····	216
6.7.3 贮藏技术·····	178	8.3.2 间、套作效益原理·····	218
第 7 章 作物病、虫、草害与防治 ·····	181	8.3.3 间、套作技术特点·····	219
7.1 有害生物及其防治策略·····	181	8.4 轮作与连作·····	222

8.4.1 轮作·····	222	10.2.6 网络技术·····	247
8.4.2 连作·····	224	10.2.7 专家系统技术·····	248
第9章 生态农业 ·····	227	10.2.8 自动控制技术·····	249
9.1 生态农业的产生与发展·····	227	10.2.9 模拟模型技术·····	249
9.1.1 国外生态农业的产生与发展·····	227	10.3 农业信息技术的应用 ·····	250
9.1.2 中国生态农业的产生与发展·····	228	10.3.1 农业信息资源的发布·····	250
9.2 生态农业原理·····	229	10.3.2 农业生产管理的信息化应用·····	254
9.3 生态农业技术及模式·····	231	10.3.3 农业信息的获取与处理技术 应用·····	259
9.3.1 生态农业技术·····	231	第11章 农产品贮藏与加工 ·····	263
9.3.2 生态农业的几种典型模式·····	235	11.1 概述·····	263
9.4 生态农业设计与评价·····	239	11.1.1 农产品及农副产品贮藏与 加工·····	263
9.4.1 生态农业设计·····	239	11.1.2 农产品贮藏与加工在国民经 济中的地位·····	264
9.4.2 生态农业评价·····	241	11.1.3 发展农产品贮藏加工的意义·····	264
第10章 农业信息技术与精准 管理 ·····	243	11.1.4 我国农产品贮藏加工存在的 问题·····	265
10.1 农业信息技术和农业信 息化·····	243	11.2 粮食产品的贮藏加工·····	265
10.2 农业信息技术的支撑技术·····	243	11.3 油料纤维产品的贮藏加工·····	271
10.2.1 全球定位系统·····	244	11.3.1 油料产品的贮藏加工·····	271
10.2.2 遥感技术·····	244	11.3.2 纤维产品的贮藏加工·····	273
10.2.3 地理信息系统·····	246	主要参考文献 ·····	275
10.2.4 无线传感器网络技术·····	246		
10.2.5 多媒体技术·····	247		

“农学概论”是一门涵盖农业基本知识、基本理论与基本技能，且综合性与概括性很强的课程，兼具基础性与应用性双重属性，通常为农业院校非农专业学生所开设。本章包含农业的基本概念、农学概况和农学发展前景展望等内容，在章末简述了本课程的教学特点。

1.1 农业的基本概念

1.1.1 农业的含义

农业是人类社会最古老，也是最基本的物质生产部门。农业发展的历史，也是人类利用、改造自然的历史，没有农业的发展就没有人类社会的发展。农业是指人类通过农业技术措施，充分利用自然和经济条件，调控农业生物的生命活动过程，以取得人类生活需要的产品的生产活动，以及附属于这种生产的各个部门的总称。概括地讲，农业就是人类利用生物生长发育过程来取得动植物产品的社会生产部门。

由于农业生产的对象是农业生物，包括动植物和微生物，因此实践中就形成了包括种植业、林业、畜牧业和渔业在内的广义的农业概念。又由于农业劳动者通常附带从事一些简单的农副产品加工，以往中国的统计口径中将这些活动与采集、狩猎一道作为副业，并将其视为农业的一个组成部分，即人们通常所说的广义农业，包括“农（种植）、林、牧、副、渔”五业。然而，我国自改革开放以来，随着乡村工业和其他非农产业的迅速发展，农副产品加工已远远超出副业（即附带生产活动）的范围，成为某些地方的主导产业，于是，我国农业的统计分类自 1993 年起不再包括副业。由此可见，农业的范围和所包含的部门，在不同的时代，甚至不同的国家是不同的，在一定程度上反映着社会发展的进程。

1.1.2 农业的组成

农业是由农业生物和农业生物赖以生长发育、繁殖及发生遗传变异的自然环境及人类的生产劳动三部分组成。其中，农业生物是经过自然选择、人工驯化和培育的动植物和微生物有机体，是农业三个组成部分的主体。农业生物既是人类认识的对象，也是人类利用和改造的对象，是人类长期劳动的结晶。农业生物所生存的环境，既是农业的生产环境，又是制造农产品的场所。人类的劳动则是通过培育、选择农业生物和调控农业生产环境，促进农业生物与环境之间的物质循环和能量转化，力求实现农业高产、优质、

高效、生态安全的生产活动。理想的农业生产是高效的农产品生产与和谐、平衡的生态环境的有机结合，两者缺一不可。理想的农业生产就是要通过农业生物、外界环境和人类生产劳动的相互协调和综合作用，以合理的物质和能量投入，在不破坏生态环境的前提下最大限度地获取人们所需要的产品，从而获得理想的物质和经济效益。任何以破坏环境为代价来谋取短期经济效益的生产活动都是不可取的，是不能持续的。

1.1.3 农业的地位和作用

国民经济是由多部门构成的庞大、复杂的系统，农业则是整个国民经济的基础。农业具有基础地位的根本原因，在于它是提供人类基本生存物质的一个特殊生产部门，具有不可替代性。此外，农业既为国民经济的其他部门提供原料，又从其他部门获得生产资料和农村人口消费的非农生产物资。农业的地位和作用具体体现在如下几个方面。

1. 农业是人类赖以生存的基础 衣、食、住、行是人类生存和生活的基本要素，而农业是满足人类衣、食需求的主要部门。人类历史发展至今，维持人体机能所必需的生活物资，如粮、油、糖、肉、蛋、奶、果、药、茶等主要来源于农业。此外，虽然目前化纤工业已高度发达，但是世界上还没有任何一个国家完全用化纤取代农业所生产的棉、麻和毛等天然纤维。并且，随着世界能源日趋短缺，化纤工业的原料——石油供不应求将成为这一产业的限制因素，以天然纤维为原料的纺织业将具有广阔的发展前景。总之，没有农业提供食物和衣物原料这些基本生活物资，人类就难以生存，社会再生产也不可能进行。

2. 农业是国民经济各部门独立与发展的基础 农业曾经是人类社会的唯一生产部门，国民经济其他部门的产生都是以农业生产的发展、劳动生产率的提高和剩余产品的增加为前提的。只有当农业生产率提高，剩余农产品大大超过农业劳动者个人需要的时候，其他部门才能够从农业中独立出来。农业劳动生产率越高，为社会创造的剩余产品及剩余价值越多，才越有利于其他部门或产业的发展。就世界范围而言，农业的发展水平、速度和规模，在一定程度上决定着其他产业的发展速度和规模。随着农业的发展，农业生产以外的经济、文化活动不断加强，科学技术不断进步，生产工具日益改良，从而进一步增加了农业剩余产品的数量和种类，解放了更多的农业劳动力，为其他部门的发展提供了必要条件。正是由于农业和其他部门的相互合作与促进，才形成了当今丰富多彩的世界。

农业在国民经济发展过程中的主要作用归纳为：① 提供了人类生存必不可少的生活资料；② 提供了其他部门发展所需要的部分原料；③ 提供了其他部门发展必不可少的劳动力；④ 农业、农村的市场需求成为其他部门发展的强大动力；⑤ 农业资金、土地等向非农部门的转移成为这些部门发展的重要因素。对于许多发展中国家而言，出口农产品是获取外汇以进口本国工业化所必需的机械设备和技术的主要途径。

3. 农业在改善人们生活环境中具有重要作用 随着经济的发展，人们生活水平的不断提高，生活质量的改善越来越受到人们的重视，优美的生活环境是反映人们生活的重要方面。植树造林、建立自然保护区、城市绿化等农业活动在创造优美生活环境

中具有重要作用。中国农村近年来兴起的休闲农业、旅游农业或观光农业，就是通过保护或创造优美的环境给人们提供身心享受，成为农业生产部门的重要组成部分，其在国民经济发展中的作用已被当今发达国家的成功做法所证实。

1.1.4 农业系统观

由于农业是经济再生产过程和自然再生产过程的统一体，因此，农业既是国民经济系统的一个组成部分，也是自然生态系统的一个组成部分。农业的发展与科技进步密切相关，因而农业还是科学技术系统中的组成部分。与此同时，农业自身分为种植业、林业、畜牧业和渔业等部门，并且各部门均包含着社会、政治和文化等方面的内容，说明农业本身也是一个结构、规模、功能复杂的大系统。同时，不仅农业大系统内部各产业、各部门之间互相联系，各产业、各部门也分别与外部系统相联系，而且都具有复杂的结构，并可进一步细分为更小的子系统。

1.1.5 我国农业发展历程

1. 农业技术的萌芽时期 在新石器时代农业开始出现，农业技术开始萌芽，使用的是木、石、骨等材料制成的工具，采用的是刀耕火种技术和撂荒耕作，生产上只重视种和收两个环节，农业技术相当原始粗放。我国北方栽培的主要农作物是耐旱的黍和粟（谷子），南方是耐涝的水稻。

2. 农业技术的初步发展时期 公元前 21 世纪至公元前 771 年的夏商西周时期，奴隶社会已开始，农具材料已由木、石、骨发展到青铜，开创了使用金属农具的新纪元。在农业技术上，出现了除草、除虫、灌溉等措施，形成了作物类型和良种概念，以及作为农业技术基本内容的耕作、栽培、育种措施。土地使用已由撂荒耕作制发展为休闲耕作制，蔬菜、果树和经济林已开始人工栽培种植，我国的农业技术已开始脱离原始状态，进入一个新的发展时期。

3. 精耕细作技术的发生时期 公元前 771~前 221 年的春秋战国时期，奴隶制开始没落，地主经济有了很大发展。表现为，土地所有权日趋集中，经营单位不断分散，形成了小农经济。由于经营范围非常狭小，我国的农业生产走上了以提高单位面积产量为主的道路，从而形成了以精耕细作为特点的农业技术。这一时期，铁农具和畜力在农业中的应用为提高耕作效率和耕作质量创造了条件，使精耕细作技术的形成成为可能，其特点为深耕熟耨、多粪肥田、不违农时、连年种植等，在保持和提高地力的基础上使土地得到更好的利用。

4. 北方旱地精耕细作技术的形成时期 公元前 221 年至公元 589 年的秦汉至南北朝时期，我国的政治、经济、文化中心主要在地势平坦、土壤疏松、适宜开垦经营农业的黄河中下游，所以，黄河中下游成为我国最早进行农业开发的地区。这一地区比较干旱，降雨少且主要集中在夏秋季，春季因干旱多风，难以正常播种。尽管这时期进行了大规模农田水利建设，但不能从根本上缓解整个北方农田的干旱问题，由此逐步发展了耕作保墒技术，形成了以耕、耙、耨、锄为中心的抗旱耕作法和区田、带田等抗旱栽培技术。

5. 南方水田精耕细作技术的形成时期 589~1368年的隋唐宋元时期,由于北方战乱,人口大量南移,加速了南方的开发,江南逐渐成为了全国的经济中心。我国南方高温多雨,灌溉方便,适宜种植水稻,水田耕作栽培技术相应发展起来,包括以耕、耙、耖为中心的耕作技术,以培育壮秧为中心的栽培技术和以耘、耨为中心的田间管理技术,形成了以水田精耕细作为特色的历史时期。同时,由于人口的增加,出现了耕地不足的矛盾,促进了梯田和一年二熟制的形成。

6. 精耕细作技术的深入发展时期 1368~1840年的明清时期,我国人口急剧增加,人多地少成了全国性矛盾。为此,人们开始大力推广多熟种植,发展间作、混作、套作和轮作,提高复种指数;为了提高单位面积产量,一些精细化程度较高的技术,如套犁深耕、看苗施肥、小麦移栽、砂田栽培等都先后在这一时期形成;采用多种经营的办法缓解耕地不足,从而形成了我国最早的人工生态农业;这时期还大力从国外引进一些高产作物,如玉米、甘薯、马铃薯等,来缓解粮食不足。至此,我国精耕细作的农业技术已基本定型。

1.1.6 我国传统农学思想

我国传统的农学思想以“天时、地利、人和”的统一为核心,这在许多著名的古代著作中都有精辟论述。例如,《吕氏春秋·审时篇》指出:“夫稼,为之者人也,生之者地也,养之者天也。”《淮南子》强调:“上因天时,下尽地财,中用人力,是以群生遂长,五谷蕃殖。”《汜胜之书》总结为:“凡耕之者本,在于趋时、和土、务粪泽,早锄、早获。”《齐民要术》则有“顺天时,量地利,则用力少而成功多。任情返道,劳而无获”的著名论述。这些论述和观念将农学理论和辩证唯物主义的哲学思想有机结合,反映了作物生产的客观规律,具有永恒的指导意义。

在上述农学思想指导下,形成了我国的传统农艺技术,其核心内容为:① 精耕细锄,粪多力勤,少种多收;② 因地制宜,轮作、复种和间、混、套作相结合,以盗天地之时利,提高光热水土资源的利用率;③ 辨土施肥,用养结合,地力常新壮;④ 以粮为纲,多种经营,农牧结合。这是基于我国人多地少、农业资源相对缺乏、自然灾害频繁的国情,通过精耕细作,提高复种指数,进而提高单位面积土地的生产力,以满足人们日常生活对农产品的基本需求,从而维护社会稳定。同时,我国传统农业注重对农业资源的有效利用和合理保护,利于实现农业的可持续发展和生态环境的平衡。

1.1.7 现代农业的含义与特征

现代农业是指应用现代科学技术、现代生产资料和科学管理方法的社会化农业,在农业发展史上是指最新发展阶段的农业,主要指目前经济发达国家和地区的农业。

我国现代农业可概括为:以保障农产品供给、增加农民收入、促进可持续发展为目标,以提高劳动生产率、资源产出率和商品率为途径,以现代科技和装备为支撑,在家庭经营基础上,在市场机制与政府调控的综合作用下,农工贸紧密衔接,产加销融为一体,多元化的产业形态和多功能的产业体系。

1. 现代农业的优点 与传统农业相比,现代农业具有较大的竞争优势和良好的发展前景,这是由于现代农业具有传统农业不可比拟的优点。

1) 建立在现代自然科学基础上的农业科学技术的形成和推广,使农业生产技术由经验转向科学,这反映在育种、栽培、饲养、土壤改良、植保畜保等主要农业科学技术迅速提高和广泛应用上。

2) 农业机器的研发及广泛应用,使农业由手工畜力农具生产转变为机器生产,投入农业的能源显著增加,电子、原子能、激光、遥感技术及人造卫星等也开始运用于农业。

3) 良好的、高效能的农业生态系统逐步形成。

4) 农业生产的社会化程度有很大提高,农业生产过程同加工、销售及生产资料的制造和供应紧密结合;农业企业规模扩大,管理方法显著改进。

5) 大幅度地提高了农业劳动生产率、土地生产率和农产品商品率,使农业生产、农村面貌和农户行为发生了重大变化。

2. 现代农业的主要特征 衡量一个特定区域内农业所处的发展阶段和发展水平,需要从多个角度入手,包括农业生产率、生态效应、商业化水平、生产条件、劳动者素质、组织管理水平、配套政策等。据此分析,现代农业应具备如下典型特征。

1) 具备较高的综合生产率,包括较高的土地产出率和劳动生产率。农业成为一个有较高经济效益和市场竞争力产业,这是衡量现代农业发展水平的最重要标志。

2) 农业成为可持续发展产业。广泛采用生态农业、有机农业、绿色农业等生产技术和生产模式,实现淡水、土地等农业资源的可持续利用,使农业本身成为一个良好的可循环的生态系统。

3) 农业成为高度商业化的产业。农业主要为市场而生产,具有很高的商品率,通过市场机制来配置资源。农业现代化水平较高的国家,农产品商品率一般都在90%以上,有的产业商品率可达100%。

4) 实现农业生产物质条件的现代化。以比较完善的生产条件、基础设施和现代化的物质装备为基础,集约化、高效率地使用各种现代生产投入要素,从而达到提高农业生产率的目的。

5) 实现农业科学技术的现代化。广泛采用先进适用的农业科学技术、生物技术和生产模式,改善农产品的品质,降低生产成本,以适应市场对农产品需求优质化、多样化、标准化的发展趋势。

6) 实现管理方式的现代化。广泛采用先进的经营方式、管理技术和管理手段,使农业生产的产前、产中、产后形成比较完整的、紧密联系的、有机衔接的产业链条,且具有很高的组织化程度。

7) 实现农民素质的现代化。具有较高素质的农业经营管理人才和劳动力,是建设现代农业的前提条件。

8) 实现生产的规模化、专业化、区域化。以此降低公共成本和外部成本,提高农业的效益和竞争力。

9) 建立与现代农业相适应的政府宏观调控机制。建立完善的农业支持保护体系, 包括法律体系和政策体系等。

1.1.8 西方现代农业的优点和问题

当今世界, 西方发达国家农业的现代化程度已很高, 主要表现在土地产出率、资源利用率和劳动生产率均达到了相当高的水平。特别是由于遗传育种、矿物质营养和动力机械三大农业技术的推动, 大大加快了由传统农业向现代农业的转变。然而, 这种现代农业是以大量消耗石油资源为前提的, 又被称为“石油农业”, 其结果是对石油这种不可再生资源的大量消耗及对生态平衡的严重影响, 因此是和可持续农业发展道路相悖的。目前, 西方发达国家也在反思和矫正这种现代农业模式的缺陷。

1.1.9 我国发展现代农业的基本战略

我国早在 20 世纪 60 年代就提出农业现代化包括良种化、水利化、机械化和化学化 4 个目标。农业“四化”目标的提出与实施, 在我国由传统农业向现代化农业转变的过程中发挥了积极作用, 为提高农业科技水平, 促进生产发展做出了重要贡献。在我国人口压力巨大、人均资源极为短缺、农业生态环境日益恶化的情况下, 实现可持续发展的现代农业尤为重要。为此目标的实现, 应达成如下战略性共识。

1. 增加农业投入是发展现代农业的关键 加大对“三农”(农村、农业、农民)的投入力度, 建立促进现代农业的投入保障机制具有重要的战略意义。增加对农业的投入, 体现工业反哺农业、城市支持农村的方针, 既要看投入的增量与总量, 更要看在财政收入大幅度增加的情况下, 用于农业的支出占财政总支出的比例是否增加。此外, 为增加对发展现代农业的投入, 应强调投资主体多元化, 特别应强调各级政府的投资主体。

2. 发展现代农业的根本出路在于扩大经营规模 提高土地产出率、资源利用率、农业劳动生产率是现代农业的基本特征, 其根本出路在于扩大经营规模, 即适度规模的种植与养殖、机械化作业替代人畜力作业。在目前我国仍然以规模狭小的小农经济为主体的情况下, 一方面通过建立健全农业合作组织、政府及民间的服务组织, 为农民提供全方位的社会化服务, 增加规模效益; 另一方面则需要转移农业多余劳动力到非农产业, 为扩大经营规模创造条件。逐步扩大农村社会保障覆盖面, 是依法有序地促进农村土地使用权流转、形成适度经营规模的重要条件。

3. 用现代技术改造农业是发展现代农业的重要环节 在由传统农业向现代化农业转变的过程中, 工程技术、化学技术、信息技术等现代技术发挥了巨大作用。然而, 实现可持续发展的现代农业, 应突出生物技术。因为农业本身就是生物性产业, 大力开发、使用生物技术可以为人们提供优质安全的农产品, 可以充分利用农业的副产品或废弃物, 可以发展可再生的生物质能源, 可以改造中低产田以及沙荒地、盐碱地, 可以改善农村生态与生活环境, 可以促进农业功能的多元化, 包括经济功能、生态功能、能源功能、保健功能、文化功能等, 使我国悠久的传统农业文明与现代农业文明有机结合,

产生新的农业文明。

1.2 农学概况

1.2.1 农学的概念与范畴

农学是农业科学中的一个重要分支,其萌芽于农业起源之初,伴随着人类对农业技术的探索和生产经验的积累过程而成长,因而可以说农学是一门最古老的学科。在我国出土的新石器时代文物中,已有石制和骨制的斧、铲、刀、镰等生产工具和石碾盘等加工工具,并发现了炭化的黍、稷、粟、稻等农作物,标志着当时已有农耕文化的存在。西汉时期的《淮南子》一书中就有二十四节气的描述,而用农历的节气指示农时,以适时耕种是我国的首创,在生产中发挥了重要的作用,至今已有2000余年的沿用历史。我国和世界现存最完整的古农书《齐民要术》,系统总结了西汉末年至北魏时期500余年黄河流域的农业生产经验,其中提出了一条农业生产中必须遵循的基本原则:“顺天时,量地利,则用力少而成功多。任情返道,劳而无获。”可见,我国古代劳动人民从生产实践中总结、积累了科学而丰富的农学理论和知识,不仅在指导后人农业生产中发挥了巨大作用,也成为全人类的宝贵文化遗产。

尽管农学知识积累几乎和农业起源同步,但农学作为一门学科的诞生至今尚不足200年。通常认为,英国的泰尔(A.B.Thear, 1752~1828)是倡导将农学作为一门以农业为研究对象的学科的始祖。他在《合理农业的原理》(1815)一书中,提倡把传统的冬粮—夏粮—休闲的一年一熟轮作休闲制,改为冬粮—芜菁—夏粮—苜蓿的复种轮作制度,以发展饲料生产和畜牧业,为农田提供厩肥,保证作物养分的供给,其中包含着重要的耕作学原理。

以细胞学说(T. Schwann, 1839)、矿质营养学说(von Liebig, 1840)、进化论(C. R. Darwin, 1859)、孟德尔遗传规律(G.J.Mendel, 1865)为代表的近代生物科学的飞速发展,使得传统的农业科学也在20世纪初逐步分化、发展成为一个门类齐全的科学技术体系。随着该体系中各分支学科的独立与完善,农学的范畴也由原来代表农业科学的整体演变为农业科学的一个分支。目前而言,农学(agronomy)通常是指农作物生产理论与技术,其核心学科是作物栽培学与耕作学。但是作物生产是一个复杂的系统工程,涉及多学科领域,除作物种植制度和作物栽培技术外,还应涵盖有关作物品种改良、植物营养、农田生态和植物保护等学科的基础知识。概括地讲,农学是在分析作物与环境关系并综合相关学科基础理论知识前提下,研究作物生产理论,提高作物生产技术的一门综合性学科。

1.2.2 农学的地位与作用

农业是国民经济的基础部门,种植业是农业中直接把光能转化为化学能并贮存到作物产品的初级产业,也是畜牧业和渔业的原料生产部门,在一定程度上决定着农业的整

体发展水平。因此,种植业是农业的核心,一般在各国农业中占的比例较大,在我国人多耕地少的国情下更是如此。农学的研究对象即种植业的对象——作物,研究的成果能够直接用来指导作物生产,以促进作物生产的高产、高效,以及作物与生态环境的协调,因此,农业在国民经济中的重要地位和作用在一定程度上反映了农学的重要性。

1.2.3 农学的性质

从宏观角度讲,农学的研究对象是整个种植业,因此农学的学科性质由种植业的性质所决定,主要体现在下列几方面。

1. 农学是以自然科学为主,并与社会科学密切联系的一门应用学科 农学是研究、指导农业生产的核心学科之一。农业生产是人类利用作物有机体的生命活动来取得产品的生产部门的总称,其生产水平不仅取决于生产的自然条件,如土壤、温、光、水、肥等因素,还取决于生产的社会条件,如生产规模、工具、方法和劳动质量等。因此,农业生产是自然再生产和经济再生产相结合的过程。这就决定了农学应借助于化学、数学、物理学、生物学、遗传学、生态学等自然科学的基本原理和方法,研究作物如何通过利用太阳能,把无机物转化为有机物,把太阳能转化为化学能并贮存在作物产品中的生物学规律。同时,农学中用来改变作物生长发育环境的技术措施的确定,还受劳动者的素质、生产规模、经济水平、劳动工具等社会、经济因素的影响。农业生产的这种性质,决定了农学研究必然受自然科学和社会科学的双重影响。

2. 农学是服务于种植业的一门综合性学科 鉴于我国人多耕地少的国情,如何在有限的耕地上不断提高作物产量和品质是种植业面临的首要任务,而种植业的效益则是决定能否实现农业可持续发展的重要因素。因此,高产(high yield)、优质(superior quality)和高效(high efficiency)是我国种植业的唯一选择,也是农学研究的主要目标。种植业是一个由环境—作物—社会相互交织的复杂系统,涉及多学科的原理与知识。而作物高产、优质、高效三方面通常又难以统一,并且其主次关系也会随社会经济的发展水平而发生变化。因此,只有从系统科学的观点来分析作物生产及农学学科,综合运用和集成各个相关学科的研究成果,才能使农学的研究与发展符合种植业的发展方向,发挥促进国民经济的作用。

3. 农学也是以可持续农业发展为目标的一门生态学科 粮食不足、能源短缺与环境污染是我国乃至世界面临的严峻挑战,成为目前及今后长时期内经济发展和人们生活水平提高的制约因素。从农业尤其是种植业和环境的关系来看,一方面,种植业在环境保护及生态平衡方面发挥着重大和不可代替的作用。因为植物在光合作用过程中吸收了大气中的二氧化碳,放出了氧气,使大气成分得以更新、净化,还能防风固沙、涵养水源、调节气候,从而既改善了人们的生活环境,又保护了农业资源。另一方面,在农业的发展和农业现代化进程中会引起生态失衡、环境污染等问题,其中农药、除草剂和化肥的过量投入是主要诱因。另外,虽然农业所需的自然资源大部分都是可再生的,但由于我国北方半干旱地区过于依赖灌溉而导致地下水资源超量开采,地下水位逐年降低,生态平衡受到威胁。因此,在农业生产和农学研究中要牢固树立生态保护意识,力争在