



自主创新，方法先行

农业科学方法丛书

作物科学方法

樊龙江 曹永生 刘旭等 编著



科学出版社

科技部创新方法工作资助

自主创新,方法先行

农业科学方法丛书

作物科学方法

樊龙江 曹永生 刘旭等 编著



科学出版社
北京

内 容 简 介

本书是在科技部创新方法工作重点研究课题“作物科学方法研究”成果的基础上加工凝练而成。全书共5章,系统总结了生物进化论、遗传学、生态学、土壤学、气候气象学等与作物科学密切相关学科的共性方法,论述了作物种质资源、遗传育种、栽培耕作方法演进与基本规律以及现代科学方法创新对作物科学方法的影响,剖析了作物种质资源、遗传育种、栽培耕作方法典型案例,并预测作物种质资源、遗传育种、栽培耕作领域发展趋势及前沿方法。

本书可供从事作物科学工作的科研人员和管理人员,以及大专院校相关专业的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

作物科学方法 / 樊龙江等编著. —北京:科学出版社,2011

(农业科学方法丛书)

ISBN 978-7-03-032405-4

I. ①作… II. ①樊… III. ①作物-农业科学-科学方法 IV. ①S3-03

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第193519号

责任编辑:王海光 孙青 王静 / 责任校对:包志虹

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2011年9月第一次印刷 印张:14 3/4

印数:1—2 000 字数:328 000

定价:60.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《农业科学方法丛书》

总编委会

主任 刘旭

副主任 (以姓氏笔画为序)

张峭 曹永生(常务) 樊龙江 戴小枫

委员 (以姓氏笔画为序)

丁小霞 马丽萍 石明桢 付长亮 刘旭

刘蓉蓉 刘瀛弢 孙宝利 李培武 李滋睿

吴春明 邹先定 张江丽 张峭 张辉

陆建中 陈冬冬 周国民 郑云飞 赵满来

钮一成 姜俊 曹永生 寇丽梅 游修龄

翟良 樊龙江 戴小枫 魏利青

《作物科学方法》

编写委员会

主 编 刘 旭

副主编 樊龙江 曹永生 吴春明

编 委 樊龙江 张文英 陈 欢 严广号 李泽峰

白雪飞 吴三玲 吴春明 刘 旭 曹永生

审稿人 姜希祉 曹永生

总 前 言

党中央、国务院高度重视科技创新在经济和社会发展中的关键作用,做出了建设创新型国家的重大战略决策。创新方法工作是中国政府为加快国家创新体系建设,促进科学方法创新而采取的一项重大举措,其意义重大。农业科学方法研究是创新方法工作的重要组成部分。

全面提高我国农业科技自主创新能力,充分发挥农业科技创新对我国农业发展的支撑作用,是保障我国粮食安全、建设现代农业和推进新农村建设的战略选择。农业科学技术创新有赖于农业科学思维、方法和工具的创新,农业科学技术发展的历程表明,每一次农业科学技术的重大突破都源于农业科学方法的创新。农业科学方法的创新已成为农业科学技术发展与进步的重要动力,从一定意义上说,谁掌握了最先进的农业科学方法,谁就掌握了农业科学技术发展的优先权。农业科学研究受时空地域、生命周期等的影响,有其特殊性,农业科学技术创新须要依赖相对独特的农业科学方法;同时,农业研究对象的愈益复杂、研究问题的愈益综合,不确定性、非线性过程、自组织演化等性质使得以自然简单性和方法还原论为特征的传统研究范式正面临全面挑战,要求建立新的科学思维、方法和工具。

农业科学方法研究紧紧围绕国家重大需求,以农业科学方法的演进、前沿和发展趋势为主线,以农业科学思维、方法和工具创新为重点,坚持农业科学认识论、方法论和实践论相结合,农业科学还原论和整体论相结合,立足中观、兼顾宏观和微观,采用阶段分析方法,突出重点,有序推进农业科学方法研究。

《农业科学方法丛书》的编撰出版,是科技部创新方法工作的重要任务之一。农业科学方法研究得到了科技部科研条件与财务司、农村科技司和中国 21 世纪议程管理中心的大力支持和具体指导,并得到中国农业科学院的全力支持及全国有关科研单位、高等院校的大力协助,在此谨致诚挚的谢意。

由于时间紧、任务重、缺乏经验,书中难免有疏漏之处,恳请读者批评指正,以便修订。

《农业科学方法丛书》

总编委会

2011 年 3 月

前 言

作物科学方法研究是农业科学方法研究的重要组成部分。作物科学方法研究紧紧围绕粮食安全等国家重大需求,归纳总结作物种质资源、遗传育种、栽培耕作的共性方法和特征方法,反映当代作物科学整体性、宏观性、系统性和动态性的综合研究方法,探讨作物科学方法本身形成、演变以及发展趋势的一般规律以及方法创新的途径,通过梳理、挖掘和集成,形成作物科学的主要科学方法,初步形成作物科学方法体系,创新作物科学方法和工具。本书是在作物科学方法研究成果的基础上加工凝练而成。

全书共5章。第一章是绪言,论述了作物科学方法的概念和范畴;第二章是作物科学的共性方法,系统总结了生物进化论、遗传学、生态学、土壤学、气候气象学等与作物科学密切相关学科的共性方法;第三章是作物种质资源方法,论述了作物种质资源方法演进与基本规律、现代科学方法创新对作物种质资源方法的影响,剖析了作物种质资源方法典型案例,预测了种质资源保护和利用领域发展趋势及其前沿方法;第四章是作物遗传育种方法,论述了作物遗传育种方法的演进与基本规律、现代科学方法创新对遗传育种方法的影响,剖析了遗传育种方法典型案例,预测了遗传育种领域发展趋势及其前沿方法;第五章是作物栽培耕作方法,论述了作物栽培耕作方法演进与基本规律,剖析了作物栽培耕作方法重大变革案例,预测了作物栽培耕作前沿技术和发展趋势。

本书内容丰富,资料翔实。可供从事作物科学工作的科研人员和管理人员,以及大专院校相关专业的师生阅读和参考。

本书编写过程中,参考了国内外相关文献,由于篇幅所限,书中仅列主要参考文献,在此一并致谢。由于编著者水平有限,不足和疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编著者

2011年3月

目 录

总前言	
前 言	
第一章 绪言	1
第一节 作物科学方法的概念和范畴	1
一、作物科学方法的概念	1
二、作物科学方法的范畴	1
第二节 作物科学方法的形成	3
一、作物科学的产生	3
二、传统作物科学方法的形成	7
三、现代作物科学方法的形成	8
第三节 作物科学方法的作用	10
一、作物科学方法对作物生产的贡献	10
二、作物科学方法对作物科学的贡献	13
三、方法创新推动作物科学方法发展	16
第二章 作物科学的共性方法	18
第一节 生物进化论	18
一、生物进化论基本内容	18
二、生物进化论的应用	21
第二节 遗传学	26
一、遗传学基本内容	26
二、遗传学的应用	28
第三节 生态学	32
一、生态学基本内容	32
二、生态学的应用	34
第四节 土壤学	37
一、土壤学方法基本内容	37
二、土壤学的应用	40
第五节 气候气象学	43
一、气候气象学基本内容	43
二、气候气象学的应用	46
第三章 作物种质资源方法	51
第一节 作物种质资源的概念	51
一、作物种质资源的界定	51

二、作物种质资源的作用	53
三、我国种质资源保护利用面临的挑战	56
第二节 种质资源方法演进与基本规律	61
一、作物种质资源方法的演进	62
二、作物种质资源方法演进的规律	79
第三节 现代科学方法创新对作物种质资源方法的影响	81
一、保护生物学——低温保存技术与种质保存	81
二、作物信息学——信息技术与种质管理	82
三、分子生物学——分子鉴定与基因挖掘	84
第四节 作物种质资源方法案例分析	88
一、资源保护：中国农作物种质资源收集保存评价与利用	88
二、资源利用和创新：“繁六”及其衍生系在小麦育种的应用	89
第五节 种质资源保护和利用领域发展趋势预测及其前沿方法	91
一、多种保存技术的集成方法	91
二、基于表型组学的种质资源利用方法	93
三、基于基因组学的种质资源利用方法	95
四、多种技术集成的种质创新方法	97
第四章 作物遗传育种方法	100
第一节 作物遗传育种的概念	100
一、作物遗传育种的界定	100
二、作物遗传育种的作用	102
三、作物遗传育种方法现状与问题	105
第二节 遗传育种方法的演进与基本规律	109
一、育种主要方法及其演进	109
二、育种方法改进基本规律	120
第三节 现代科学方法创新对遗传育种方法的影响	126
一、现代工程技术对育种方法的影响	126
二、生物统计技术对育种方法的影响	130
三、分子生物学技术对育种方法的影响	133
四、信息技术对育种方法的影响	139
第四节 遗传育种方法案例分析	143
一、小麦细胞工程育种	143
二、玉米杂交优势利用育种	146
第五节 遗传育种领域发展趋势的预测及其前沿方法	150
一、转基因育种	150
二、分子设计育种	154
三、技术集成——常规与分子育种方法的结合	159

第五章 作物栽培耕作方法	163
第一节 作物栽培耕作的概念	163
一、作物栽培耕作的界定	163
二、作物栽培耕作的作用	165
三、作物栽培耕作现状与面临的挑战	165
第二节 栽培耕作方法演进与基本规律	168
一、作物栽培耕作方法演进	168
二、作物栽培与耕作方法演进的基本规律	187
第三节 作物栽培耕作方法重大变革案例剖析和启示	192
一、地膜覆盖	192
二、化学调控	193
三、工程设施	196
第四节 作物栽培耕作前沿技术和发展趋势	197
一、应对气候变化的作物栽培耕作新方法	197
二、精准栽培	201
三、设施栽培	206
四、技术集成——中低产田改造技术	211
主要参考文献	215

第一章 绪 言

第一节 作物科学方法的概念和范畴

一、作物科学方法的概念

自然辩证法告诉我们,科学方法论是关于科学的一般研究方法的理论。它探索方法的一般结构,阐述它们的发展趋势和方向以及科学研究中各种方法的相互关系。狭义科学方法论仅指自然科学方法论,即研究自然科学中的一般方法,如观察法、实验法、数学方法等。科学方法是认识自然或获得科学知识的过程,它通常包括在步骤上比较系统的、有序的、合乎逻辑的科学各门类所使用的程序、手段、技巧、模式等。科学方法源远流长,从科学先驱亚里士多德的《工具论》,到培根的《新工具》和笛卡儿的《方法论》,对科学的发展均发挥了重要作用。技术方法寓于技术研究和技术开发活动中,是技术研究和技术开发过程中所采取的手段、途径和行为方式中的可操作的规范或模式(吴彤,2000)。技术方法包含一些有别于科学方法的特点,如技术方法具有更强的实践性、更强的社会性和更强的综合性。农业作为一个产业和一个实践性、综合性很强的学科领域,其科学方法或科学方法论,主要是关于农业科学一般途径的规律性总结,是对农业各门学科方法的系统概括和研究,其涉及的主要是技术方法。作为农业最主要的组成部分,作物生产和科学研究构成了世界范围内最重要的社会实践活动。广义上说,我们可以把作物科学方法定义为有助于作物科学进步和作物生产水平提高的科学思维、方法或规范。

作物科学方法是科学技术方法体系的有机组成部分。如果我们把作物科学方法放到这一体系中,作物科学方法(包括农业科学方法)是对科学技术方法的一种“中观”水平上的总结和概括。如果我们将之与百度地图搜索相比较,作物科学方法是在“市”的视野或层次上对作物科学方法进行概括(图 1-1)。所以,本书致力于提炼作物科学方法的一般发展规律和发展趋势,它将有别于相对抽象的农业哲学方法和相对宏观的农业科学方法,也有别于作物具体科学技术方法的描述。

二、作物科学方法的范畴

从方法应用的普适性来看,作物科学方法可分为共性方法和特征方法等(表 1-1)。这些方法在方法论特征上有所差异,其应用范围自然有所不同。在科学技术层面上,共性方法其实是一种基础性方法或科学方法,这类方法往往提供的是基础理论或观点,具有广泛的适用性,指导整个作物产业。所以作物科学方法的共性方法往往是一些生物学基础理论学科方法(详见第二章)。例如,我国著名小麦育种学家赵洪璋在长期的小麦杂交育种实践中,综合利用了生物进化论、遗传学和生态学等共性方法,形成了一整套别具一格

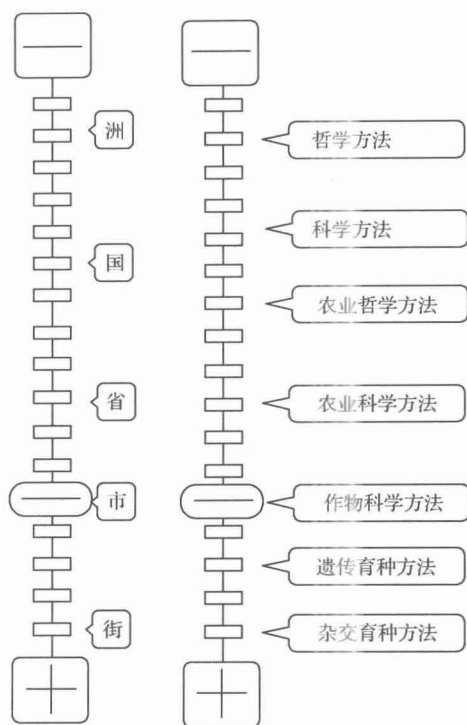


图 1-1 作物科学方法的“百度(Baidu)地图”

本书在科学方法体系中“市”层次,即中观水平上对作物科学方法进行回顾和概括

的学术观点和育种方法。他开展试验往往材料精,面积小,过程短,成效高,以“少而精”著称于中国育种界。

表 1-1 作物科学方法的层次

分类依据		方法举例
适用性	方法论特征	
共性方法	基础性方法	生物进化、遗传学、生态学
特征方法	应用性方法	低温保存方法、杂交育种方法、精耕细作方法
集成方法	综合性方法	基因组学方法

特征方法是一种应用性方法或技术方法。根据作物科学主要范畴,我们大致可以把作物科学特征方法分为作物种质资源方法、遗传育种方法和栽培耕作方法。这三类方法从不同的途径促进了农业科学的进步和生产力的提高:①通过对作物重要种质的有效管理,直接促进了作物种子的使用和规范,进而促进了作物生产;重要种质的收集、保存和利用,促进了育种方法的改进,即保证了作物遗传资源丰度,为作物育种提供了更多的选择对象;②作物育种方法的发明和改进极大提高了供作物品种选育的效率和水平,通过育种方法的改进获得的新作物品种极大促进了作物生产;③栽培耕作方法是通过作物生产环节(环境)的优化和改进,提高作物生产水平。本书第三章至第五章将分别介绍这些特征方法。

集成方法是一种综合性方法,即利用现有各类方法,取各方法之所长,获得目标的最

优结果。综合性是技术方法的显著特征之一,所以某种意义上说,综合性方法也属于技术方法范畴。随着科学进步速度的加快,竞争的加剧,综合性方法已成为目前作物科学方法中一种重要的方法类型。这类方法往往在传统方法基础上引进现代最新科学技术方法。例如,基因组学方法,该方法包含了测序技术、生物信息学技术、分子进化技术等新技术,然后结合传统种质资源保护利用方法和育种方法,形成技术集成的基因组学种质创新方法和全基因组选择的育种新方法等。

第二节 作物科学方法的形成

一、作物科学的产生

作物即栽培植物,是指对人类有价值并为人类有目的种植栽培和利用的植物(董玉琛和郑殿升,2007)。狭义的作物概念是指粮食作物、经济作物和园艺作物;广义的作物泛指粮食、经济、园艺、牧草、绿肥、林木、药材、花草等一切人类栽培的植物。我国目前生产和利用的作物种类繁多。根据中国农学会遗传资源学会编著的《中国作物遗传资源》(1994)一书,共收录 643 种,其中,粮食作物 32 种,经济作物 69 种,蔬菜作物 119 种,果树作物 140 种,观赏植物 139 种,牧草和绿肥作物 83 种,药用植物 61 种。而根据最新陆续出版的《中国作物及其野生近缘植物》(董玉琛和刘旭主编)各分卷,其中,粮食作物 14 种,经济作物 87 种,牧草和绿肥作物 95 种。这些作物部分起源于中国,同时相当数量是从国外引进的。例如,卜慕华(1981)在《我国栽培作物来源的探讨》罗列了自西汉张骞以来 100 余种从中东、欧洲和美洲等地引入的作物。

作物是人类祖先从野生植物驯化而来的。在高等植物 25 万个物种中,人类大约已驯化利用 3000 种,而约 150 种被集约种植。大约在 1 万年前,人类开始选择野生植物种植和驯化,如此持续了约 7000 年,而后驯化活动逐渐减少(Briggs et al., 1976)。最初的驯化和育种活动是一种无意识活动,但它迅速加快了野生种向作物演化的速率。作物驯化有三个重要过程,首先我们的祖先采集植物种子,同时将种子带离植物原生境种植,使这些植物在人类居住地繁殖;然后在农田种植过程中通过不断选择,去除植物一些野生性状,如落粒性等;最后通过人工选择使植物保留或产生一些对植物在自然环境下生存不利但对人类有用的性状,如果实或种子变大等。同时作物在栽培过程中,也会产生选择压,使一些基因型频率发生变化,起到改良数量性状的作用(Xu, 2010; 樊龙江等, 2011)。随着交流频繁,通过引种等途径,各种作物在世界范围内传播和种植。也就是说,大约在有历史记载前,我们目前重要食用或应用的作物均已被驯化。一般认为最先驯化的植物是禾谷类粮食作物(如大小麦、黍粟、水稻等),蔬菜和纤维作物(如麻)稍后,然后是绿肥、油料作物、块根、果树等作物,最后是药用和花卉作物,而饲料作物、部分果树、花卉和各种工业用植物(如橡胶树)则是有文字记载以后才被驯化的(Briggs et al., 1976; 游修龄, 2008)。驯化后的植物(作物)一般株型和种子变得较大,种子发芽迅速而一致,谷类作物果实不开裂、不落粒,种子或果实有特殊色泽,毛刺芒等防卫结构消失,食用和饲用作物品质改良,变成一年生习性等。由此可见,人类作物育种历史的最大成就发生在几千年前,这说起来多少使我们现代育种家们汗颜。

我国作为世界四大文明发源地之一,植物很早就被驯化并用于生产。例如,在7000~8000年前,考古发现在黄河流域已驯化并广泛种植了粟和黍,在钱塘江流域的河姆渡地区驯化和种植了水稻等(Fuller et al., 2009; Lu et al., 2009)。进入夏商周时期,甲骨文和典籍记载,如《诗经》和《夏小正》等,使得我国作物演变得比较清晰。粮食作物在商周文献中往往以“谷”泛称,先有“百谷”之称(见《诗经》),后来才有“九谷”、“八谷”、“六谷”之称,最后概括为“五谷”(陈文华, 2007)。“百谷”之称反映了远古时期人们采集并食用很多野生谷类植物,后来经过不断种植和筛选而集中种植若干谷物,因而就有了“九谷”、“八谷”、“六谷”等称呼。“五谷”一词最早见于《论语》:“四体不勤,五谷不分,孰为夫子?”“五谷”一般是指当时几种主要粮食作物的代名词,并不十分确指哪五种作物,如《周礼》中有“黍稷菽麦稻”,但在《楚辞》中有“稻稷麦豆麻”等。我国先秦时期的粮食作物主要是黍、稷、粟、麦、稻、菽、麻等;大体上说,夏商时期我国以黍稷为主;到了周时期,则更重视粟菽的种植。我国历史上一个有趣的谷类作物菰,其当时为“六谷”之一,其种子叫胡(雕)米,在古代文献中有大量赞美其美味的诗词。但后来由于水稻的兴起,菰逐渐被取代。但菰并未从我们的食谱中消失,菰由于一种真菌侵染会发生茎部膨大现象,我们先人发现其膨大茎很鲜美,然后将其驯化为一种蔬菜——茭白,致使我们现代人只知茭白而不识菰米了(游修龄, 2010)。除了上面的主要粮食作物外,《诗经》还提及韭菜、萝卜、葫芦、竹笋、花椒、榛、桃、李、梅、杏、枣、桑等20多种蔬菜、果树等作物。秦汉至魏晋南北朝时期,根据北魏《齐民要术》提及的栽培植物种类已达到70多种,分为谷物、蔬菜、果树和林木4类,其中已收有粟品种86个,水稻品种24个(梁家勉, 1989)。该时期出现了甘蔗、薏苡、柑橘、荔枝、龙眼等现代重要作物,从西域引进了包括蚕豆、苜蓿、葡萄、石榴、橄榄等作物。隋唐宋时期,《食疗本草》已记载160多种作物,出现了莴苣、菠菜等引进作物。元明清时期,19世纪的《植物名实图考》,已包括52种谷类、176种蔬菜和102种果树作物。在明末清初引进了甘薯、玉米、马铃薯、番茄、辣椒、烟草、花生、向日葵、甘蓝、花椰菜等重要作物(董玉琛和郑殿升, 2007)。我国主要粮食和经济作物来源见表1-2。

表 1-2 我国主要粮食和经济作物来源

种类	名称	英文名	学名	驯化地	传入时期	文献*
谷类	粟(谷子)	foxtail millet	<i>Setaria italica</i>	中国	—	1,2
	黍(糜子,稷)	common millet	<i>Panicum miliaceum</i>	中国	—	1,2
水稻	rice		<i>Oryza sativa</i>	中国(粳) 印度等地(籼)	—	3
小麦	wheat		<i>Triticum aestivum</i>	中东	史前	4
大麦	barley		<i>Hordeum vulgare</i>	中东和伊朗	史前	5
高粱	sorghum		<i>Sorghum bicolor</i>	非洲	南北朝	4
玉米	maize		<i>Zea mays</i>	南美洲	明代	6
黑麦	rye		<i>Secale cereale</i>	中东和伊朗	近代	4
荞麦	buckwheat		<i>Fagopyrum esculentum</i>	中国	—	4
燕麦	oat		<i>Avena sativa</i>	中亚	唐代	4
薏苡	job's tear		<i>Coix lachrymal-jobi</i>	印度、缅甸	汉代	4

续表

种类	名称	英文名	学名	驯化地	传入时期	文献*
油料	大豆	soybean	<i>Glycine max</i>	中国	—	1
	油菜	rapeseed	<i>Brassica napus</i>	东欧—土耳其	史前	4
	花生	peanut	<i>Arachis hypogaea</i>	南美洲	明代	1,4
	芝麻	sesame	<i>Sesamum indicum</i>	非洲	周朝	1,4
	向日葵	sunflower	<i>Helianthus annuus</i>	美国	明代	4,10
根茎	马铃薯	potato	<i>Solanum tuberosum</i>	南美洲	明代	1,4
	甘薯	sweet potato	<i>Ipomea batatas</i>	南美洲	明代	1,4
	木薯	cassava	<i>Manihot utilis</i>	南美洲	清代	1,4
	薯蓣(山药)	chinese yam	<i>Dioscoria batatas</i>	中国	—	1,4
	芋	taro	<i>Colocasia antiquorum; escolenta</i>	东南亚	史前	1
纤维	棉花	cotton	<i>Gossypium</i> ssp.	亚洲、美洲	史前	4
	大麻	hemp	<i>Cannabis sativa</i>	中亚	周朝	4
	苧麻	ramie	<i>Boehmeria nivea; utilis</i>	中国	—	1
蔬菜	黄瓜	cucumber	<i>Cucumis sativa</i>	喜马拉雅山南	南北朝	4
	西瓜	watermelon	<i>Citrulus vulgaris</i>	非洲	宋代	4
	葫芦	bottle gourd	<i>Lagenaria leucantha</i>	非洲、亚洲	史前	4,7
	茄子	eggplant	<i>Solanum melongena</i>	印度	史前	4
	番茄	tomato	<i>Lycopersicum esculentum</i>	南美洲	明代	4,10
	白菜	Chinese cabbage	<i>Brassica pekinensis</i>	中国	—	4
	芥菜	brown mustard	<i>Brassica juncea</i>	中国	—	4
	莴苣	lettuce	<i>Lactuca sativa</i>	中东	汉代	4
	芹菜	celery	<i>Apium graveolens</i>	欧洲、北非	史前?	4
	菠菜	spinach	<i>Spinacia oleracea</i>	亚美尼亚、伊朗	汉代	4
	萝卜	radish	<i>Raphanus sativus</i>	东欧—中东	史前	4
	胡萝卜	carrot	<i>Daucus carota</i>	中亚	元代	4
	花菜	cauliflower	<i>Brassica oleracea</i>	欧洲	清代	4
	丝瓜	loofah	<i>Luffa cylindrica</i>	亚热带	明代	4
	茭白(菰)	jiaobai	<i>Zizania latifolia</i>	中国	—	8
	辣椒	redpepper, chilli	<i>Capsicum annum</i>	南美洲	明末	4
	葱	spring onion	<i>Allium fistulosum</i>	中国	—	4
	生姜	ginger	<i>Zingiber officinale</i>	中国、印度、 印度尼西亚	—	4
	大蒜	garlic	<i>Allium sativum</i>	中亚	汉代	4

续表

种类	名称	英文名	学名	驯化地	传入时期	文献*
其他	烟草	tobacco	<i>Nicotiana tabacum</i>	南美洲	明代	4,9
	甘蔗	sugar cane	<i>Saccharum officinarum</i>	巴布亚新几内亚	汉代	4
	甜菜	sugar beet	<i>Beta vulgaris</i>	中亚	南北朝?	4
	苜蓿	alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	中亚	汉代	4
	紫云英	milk vetch	<i>Astragalus sinicus</i>	中国	/	4
	蚕豆	broad bean	<i>Vicia faba</i>	欧洲	汉代	1,4
	小豆	adzuki bean	<i>Phaseolus angularis</i>	中国	/	4

* 资料来源: 1. 游修龄, 2008; 2. Lu et al., 2009; 3. Fuller et al., 2009; 4. 星川清亲, 1981; 5. Morrell et al., 2007; 6. 万国鼎, 2005; 7. Erickson et al., 2005; 8. 游修龄, 2010; 9. 佟道儒, 1997; 10. 王象晋, 1621。

可以这样说,“农学”的出现标志着作物科学的产生。闵宗殿等在《中国古代农业科技史图说》(闵宗殿等, 1989)中认为我国“农学”出现在战国时期,他们认为《吕氏春秋》中《上农》等 4 篇内容相当丰富而且自成体系,反映了战国时期的农业生产经验已经开始达到了农学的水平。他们的定义是有道理的。我国到了战国时期,农田精耕细作技术已经出现,铁农具和畜力开始使用,最重要的是作物“嘉种”(良种)的概念开始形成。当时人们不仅扩大了作物种植种类(品种的概念),而且还知道成熟饱满的种子可以使作物出苗粗壮穗大粒多。《诗经》中记载“诞降嘉种”一说,也就是说当时人们已有了作物良种的概念。更为重要的是当时的人们已形成作物品种的概念,知道种植可用同一作物的不同类型种子,如黍和粟的不同类型或品种。不仅如此,《管子》中还记载当时已设有专职官员“司稼”负责掌管各类作物品种,并确定不同品种所适宜种植的土壤和地域。这是现代作物品种区域品比试验的雏形。中国古代文献中首次提及的相当于现代品种概念的文献见于《地员篇》。该篇罗列了适宜 5 种水稻土壤(五隐、五壤、五墟、五舄、五桀)的 10 余种水稻品种,如稜稻、黑鹅、马秣、白稻、邯鄲等(游修龄和曾雄生, 2010)。由此可见,在战国时期,作物科学的几个重要方法,即作物种质资源保护与利用、作物遗传育种和作物栽培与耕作均已初现端倪,这预示着传统农业科学已产生,虽然当时还没有使用“农学”一词。

目前在文献中能查到的最早使用“农学”一词者为明末徐光启(曾雄生, 2008)。其在《农政全书》中评价元朝王祯撰写的农书时首次使用了“农学”一词。他将农分为 4 个不同门类,即农官、农政、农学和农业,不同门类由不同的人群来从事,设置农官是国家的事,办理农政是官员的事,研究农学是士人(知识分子)的事,而从事农业生产是农民的事。在徐光启之前,只有“农家”这一称号。农家最初是指春秋战国时期的诸子百家之一,他们信仰的是传说中农业的创始人神农氏,主张“君臣并耕”,这与儒家的理念或主张截然不同。儒家主张劳心者治人,劳力者治于人,即统治者是不用去亲自从事农业生产的。可以说,农家是古代三教九流中最重要的一个学术流派之一。

农学的概念和范畴在秦汉以后随着科学技术的发展也在不断丰富和扩大。当代的农学已涵盖了包括作物科学在内其他生物科学(动物和微生物),具体科学技术的范畴也更加细化和广泛。可以说,当代作物科学已涵盖了作物资源、育种、栽培、加工、储运、安全等

方面。当代作物科学的根本任务已包括探索作物生长发育、产量与品种形成规律和作物重要性状遗传规律;研究作物育种技术和培育优良品种,创新集成高产、优质、高效、生态、安全栽培技术体系,并相互配套应用于作物生产,为农业可持续发展,保障粮食安全和农产品有效供给提供可靠的技术支撑(中国作物学会,2008)。

二、传统作物科学方法的形成

如上所述,作物科学方法包括共性方法、特征方法等。作物科学共性方法(如生物进化论、遗传学和生态学)往往是在国际科学技术发展的大背景下逐步形成的,而作物科学的特征方法往往有地域特征,各国作物科学方法的形成也具有其自身的独特性。以下仅对我国作物科学特征方法的形成进行回顾和总结。

作物科学特征方法其实很早就已被我们的祖先发明并使用,最早可以追溯到新石器时代。选择育种是人类使用的最早作物科学方法之一,利用这个科学方法,我们的祖先驯化了大量野生植物。根据农业科学研究的基本规律,任何一个作物品种的产生必须具备两个必要条件:①利用特定科学实验方法或工具产生变异或产生新变异类型;②利用特定科学实验方法或工具观察和评价变异,即评价新产生的变异与原有状态水平的差别或新类型变异是否成功或有效。也就是说作物品种的产生需具备两套独立的研究方法或工具,一类方法或工具是用来产生变异,另一类方法或工具是用于评价变异。在作物驯化过程中,古人是从野生植物中选出不落粒、穗大或早熟等单株或果实作为来年种子,这些单株与其他植株在产量与熟期等方面跟原有群体植株存在差异,所以驯化选择过程其实是产生变异的过程,是一种作物科学方法(所谓产生变异方法)。这样年复一年的选择,最终将野生植物驯化成作物或育成理想的作物品种。我们现代的品种田间品比试验是另一套对应的研究方法(所谓观察和评价变异方法),该方法是对产生的遗传变异(新品种)进行评价,如果新品种优于老品种,则新品种替代老品种。当然我们祖先对最初期选择作物的评价方法是很粗放的,采用的是最简单的目测方法。由此可见,我们的祖先在很早就开始由无意识到有意识地使用作物科学方法,直至创造作物科学新方法。

如果我们根据作物科学方法中主要特征方法之一——育种方法为标志,可以把作物科学方法大致分为传统或经验作物科学方法和现代作物科学方法(表 1-3)。从时间上看,我国传统作物科学方法大约在 1 万年前到公元 1840 年,其中 1 万年前至春秋时期(公元前 770~前 476 年)是准备期,而战国时期(公元前 475~前 221 年)是中国农学开始形成的时期,也是对作物科学方法开始有所认识并进行总结和收集的起始点(以《吕氏春秋》中《上农》等 4 篇为代表)。这个时期作物育种方法是以留种选育为其唯一方法,即通过选择优良单株、单穗或单粒来作为来年种子改良作物品种,所利用的遗传资源均来自自然变异。相对于传统作物科学方法,现代作物科学方法中育种方法已摆脱选择育种手段,有性杂交育种和杂交优势利用技术的出现和应用是其标志性事件。