

农学基础科学 发展战略

中国农业科学院 编著



中国农业科技出版社

农学基础科学发展战略

中国农业科学院 编著

中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

内 容 提 要

农学基础科学是农业应用科学和技术不断发展的推动力,也是高新技术产生和发展的基石。该书由中国农业科学院卢良恕研究员牵头,组织专家、教授按 21 个分支学科撰写发展战略研究报告,各分支学科专家的选择既注意到学术上的权威性,又考虑到在科研、教育、管理等系统的代表性。所阐述的内容全面,重点突出,具有一定的深度和广度,科学性、实用性较强。可供农业科研,特别是农学与有关基础学科的科技领导干部、科技管理人员、科技工作者参考。

* * *

农学基础科学发展战略

中国农业科学院 编著
责任编辑 赵学贤 高湘玲
技术设计 马丽萍

* * *

中国农业科技出版社出版
北京海淀区白石桥路 30 号 邮政编码 100081
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
河北省香河县印刷厂印刷

* * *

开本:850 毫米×1168 毫米 1/32 印张:13.5 字数:367 千字
1993 年 12 月第一版 1993 年 12 月第一次印刷

印数:1—3000 册 定价:15.00 元

ISBN 7-80026-546-3/S·379

主编人员 卢良恕 甘晓松

信迺詮 林志亮

各分支学科编写人员按目录顺序

1. 作物种质资源

娄希社等 (中国农业科学院品种资源研究所)

2. 作物遗传育种

王琳清 (中国农业科学院原子能农业利用研究所)

3. 作物生理生化

王学臣 (北京农业大学)

4. 耕作栽培

佟屏亚 (中国农业科学院作物育种栽培研究所)

5. 农业土壤

黄鸿翔 (中国农业科学院土壤肥料研究所)

6. 作物营养与施肥

林葆 (中国农业科学院土壤肥料研究所)

7. 农业微生物

葛诚 (中国农业科学院土壤肥料研究所)

8. 作物病理

周广和 (中国农业科学院植物保护研究所)

9. 农业昆虫

郭予元 (中国农业科学院植物保护研究所)

10. 生物防治

包建中 (中国农业科学院生物防治研究所)

11. 农田灌溉
林世皋等 (中国农业科学院农田灌溉研究所)
12. 核农学
黄彬 (中国农业科学院原子能农业利用研究所)
13. 农业气象
崔读昌等 (中国农业科学院农业气象研究所)
14. 农业环保
张耀民 (农业部环境保护科研监测所)
15. 农业生态
孙鸿良 (中国农业科学院作物育种栽培研究所)
16. 农业资源与区划
李应中 (中国农业科学院农业自然资源与区划研究所)
17. 农业生物技术
贾世荣等 (中国农业科学院生物技术研究中心)
18. 农业计算机应用
王世耆 (中国农业科学院计算中心)
19. 农产品加工
蔡同一 (北京农业大学)
20. 农业机械化
万鹤群 (北京农业工程大学)
21. 农业遗产
郭文韬 (中国农业科学院农业遗产研究室)

前 言

农业科学是以生命科学等为基础的应用科学,农业技术进步有赖于农业科学的发展。农学基础科学在农业科学技术中占有重要的战略地位。主要研究、揭示农业科学所涉及的自然规律及其原理,研究农业生产体系中的规律及其现象的本质。其目的是为充分合理利用和保护农业自然资源,协调作物与环境之间的关系,防止有害生物和不良环境对农业的破坏,以期获得农业生产的最优组合,提高农产品的产量和品质,及其生产效率,促进高产、优质、高效农业的发展,以满足人民生活日益增长的需要。

农学基础科学是农业应用科学和技术不断发展的推动力,也是高、新技术产生和发展的基石,忽视农业基础研究,必然会使整个农业科学出现头重脚轻根底浅、缺乏后劲和技术贮备的局面。因此,世界各国都十分重视发展农学基础科学。它的建立和发展,大大促进了农业的持续发展,与此同时,农学基础科学也得到了不断完善和进步。

为了加强农学基础科学研究,在明确农学基础科学发展状况和趋势的基础上,形成中近期发展本学科的战略思想,为国家发展与本学科有关的科学事业提供高水平的科学依据,以及为国家自然科学基金委员会项目指南的制定提供参考,由国家自然科学基金委员会组织,中国农业科学院卢良恕研究员牵头,开展了农学基础科学发展战略研究。研究组由10人组成,成员以专家为主,还有管理人员和情报人员,又由研究组聘请20余位专家、教授按作物种质资源、作物遗传育种、作物生理生化、耕作栽

培、农业土壤、作物营养与肥料、农业微生物、作物病理、农业昆虫、生物防治、农田灌溉、核农学、农业气象、农业环保、农业生态、农业资源与区划、农业生物技术、农业计算机应用、农产品加工、农业机械化及农业遗产等21个分支学科撰写发展战略研究报告。各分支学科专家的选择,既注意到学术上的权威性,又考虑到在科研、教育、管理等系统的代表性,以保证本项研究起到宏观战略引导作用。

本著作是根据国家自然科学基金委员会对发展战略研究报告的总要求,按分支学科提出既有学术深度,又有战略高度;既立足于分支学科的深入分析,又超越个别的或所从事的分支学科,突出横向的交叉综合,力求达到把握学科全局高度的科学报告。报告的主要内容和任务是:明确本分支学科发展的国内外动态、趋势,调查了解国内研究状况、条件和需求,及各分支学科在科学发展和科技、经济、社会发展中的地位、作用,从而把握学科发展全局,确定学科发展的中、近期战略目标、重点和优先发展领域,并对必须采取的重大步骤和措施提出建议。

本书各分支学科所阐述的内容全面,重点突出,具有一定的深度和广度,科学性、实用性较强。可供农业科研,特别是农学与有关基础学科的科技领导干部、科技管理人员、科技工作者参考,亦可供农业大专院校有关专业的师生阅读、参考。

各分支学科初稿完成后,曾广泛征求有关专家的意见。因此,本发展战略研究报告是经过认真调查研究,多次征求意见,反复讨论修改而完成的,是集体劳动的结晶。在此,谨向为本战略研究提供素材和提出宝贵意见的专家、教授表示衷心感谢。恳切希望广大读者对本书提出宝贵意见,以便使之不断充实、完善,发挥更大作用。

编著者

目 录

作物种质资源	(1)
作物遗传育种	(21)
作物生理生化	(50)
耕作栽培	(60)
农业土壤	(85)
作物营养与施肥	(102)
农业微生物	(120)
作物病理	(138)
农业昆虫	(154)
生物防治	(171)
农田灌溉	(186)
核农学	(205)
农业气象	(223)
农业环保	(246)
农业生态	(266)
农业资源与区划	(294)
农业生物技术	(324)
农业计算机应用	(351)
农产品加工	(370)
农业机械化	(389)
农业遗产	(403)

作物种质资源

一、种质资源学科在我国农业发展中的地位和作用

亲代传递给子代的遗传物质称种质,携带各种种质的材料称种质资源,又称遗传资源或基因资源,俗称品种资源。生存于自然界的作物种质资源,主要包括农家品种、改良品种、国外引进品种、重要的育种品系和遗传材料,以及作物野生种和野生近缘植物等。

从地质时期直到现在,没有绿色植物就意味着没有任何生命,进一步说,也就没有现在的人类社会。在生物圈的循环系统中,植物,尤其是绿色高等植物,能够直接利用太阳能,并把太阳能固定下来,保存于不同形式和水平上,为其他生物提供食物和创造生存环境。因此,合理利用和保护植物遗传资源的多样性,必将成为解决人口不断增加、环境逐渐恶化、食物日趋短缺、生态平衡失调的希望所在。

作物种质资源,尤其是古老的地方品种和野生近缘植物,目前只有部分被人们研究、利用,大量种质资源的价值尚待发现,一旦科学技术水平达到能充分发掘利用优异种质潜在的价值,必将在农业生产和人民生活等方面发挥巨大作用,其社会、经济效益是难以估量的。

(一)丰富多彩的作物种质资源为培育作物优良品种提供了亲本材料

广东省从水稻品种南特号中选出矮脚南特后,以矮脚南特、矮仔粘等为矮源,选育出一大批矮秆高产品种。台湾省利用矮秆地方品种低脚乌尖育成台中本地1号。这些地方水稻矮源的合理利用,使我国水稻矮化育种处于国际领先地位。引进的农垦号和IR系统水稻品种,斯字棉和岱字棉,玉米品种金皇后及自交系MO₁₇,小麦品种碧玉麦、欧柔、南大2419、阿夫、阿勃、早洋麦、胜利麦、洛夫林10号,以及糖料作物甜叶菊等或直接利用或作为育种材料,都在不同时期对作物增产发挥了很大作用。在杂种优势利用方面,发现并成功利用了野生稻的败育类型,加之IR系统等栽培水稻品种作恢复系,从而较快地在我国实现了大面积推广杂交稻,对水稻增产起了重大作用。高赖氨酸玉米、双低油菜、低酚棉花、高蛋白大麦等品种的应用,有力地推动了上述作物营养品质育种的进展,并收到了明显的效益。

(二)种类繁多的作物种质资源为培育适应不良环境条件的作物品种奠定了物质基础

50年代,美国大面积发生大豆孢囊线虫病,对美国的大豆生产造成严重威胁。美国科学家从世界各地收集来的3000多份大豆资源中,进行抗孢囊线虫病的筛选,找到一份从我国收集的抗源北京黑豆。随后通过杂交将北京黑豆的抗病性转移到新育成品种中去,从而大大减轻了孢囊线虫病的危害。在我国和世界许多地区,水是限制农业生产发展的重要因素,为解决这一难题,科学家们筛选和培育了一批耐旱品种,以适应干旱、少雨地区的需要,并获得较好收成。盐碱瘠薄地在世界各地大量存在,但不同作物和作物的不同品种,耐盐碱性有很大差异,目前我国已筛选或培育出一些在盐碱环境中繁茂生长的小麦、水稻等作物的品种,从而有效地扩大了耕种面积,并获得较好收成。有些地区酸性土壤正在扩大,但一些耐酸的小麦,却能在含铝较高的酸性

土壤上茁壮生长。因此选用适合环境的作物或作物品种代替处理环境,既可节约成本,又能增加产量。据估计,地球上的臭氧层正以每年 0.1% 的速度变薄。臭氧层变薄紫外线辐射增强,使作物植株变矮,叶变厚,粒变小,生物产量降低。但不同品种之间对紫外线的敏感程度不一样,因而,国际水稻研究所正在从已收集到的近 10 万份水稻种质资源中筛选,以期找出对紫外线不敏感的品种用以生产,或将其作亲本选育出新品种,以适应改变了的环境。科学家预言未来世界农业的成功,取决于具有能适应各种环境改变的作物品种,而这样的品种要依赖于遗传资源多样性。

(三)多种多样的作物种质资源,为人类生产和生活的多方面需要提供物质基础

据估计,全球存在的植物有 25~30 万种,约有 5 万种可以食用,目前仅有数千种被人们开发利用。我国农业生产上经常种植的作物有 600 余种,它涉及人类的食物、衣着、畜禽饲料、工业原料、多种药物和环境美化等方面。我国目前已发现药用植物 6000 多种,从中可提取有效的药物。如以银杏叶提制防治心脑血管疾病的药品风靡欧洲药物市场。利用生物资源防制作物病虫害效果好、副作用小,有着广阔的发展前景。

(四)量大、面广的作物种质资源,为生物技术等生物科学发展创造了有利条件

在农业科学和农业生产高度发展的今天,生物技术在一定程度上决定着未来农业的命运。因此,国内外都十分重视和大力支持这项研究工作。目前,生物技术飞速发展,已研究出许多新型产品,创造了巨大的经济效益。人们如此重视生物技术,主要是希望生物技术制造和改变生物产品,以获取更大的好处。但是,生物技术的基本源泉是植物遗传资源。至今人类还不能人工创造基因,而只能依赖于存在自然界里的各种遗传资源所蕴含

的基因,这些各具特色的生物遗传资源,能源源不断的为生物技术提供有用的基因。当然,作物种质资源也为研究作物起源、进化、分类、遗传提供基本材料。因此,作为生物资源重要组成部分的作物种质资源研究,努力贯彻执行“广泛收集、妥善保存、综合评价、深入研究、积极创新、充分利用”的方针。在安排和做法上,以作物为中心,收集保存为基础,研究利用为重点,搞好分工协作,重视国际交流,逐步建立符合农业生产、作物育种和生物技术发展需要的作物种质资源研究工作体系,必将最大限度地发挥作物种质资源的利用潜力,使我国作物种质资源事业持续发展,以满足迅速发展的国民经济的需要。

二、国内外发展现状与展望

人类从利用作物种质到研究作物种质,经历了漫长的历史。运用近代科学知识对作物种质资源进行研究并提出相应理论的,首推瑞士 A. 德堪多(De Candolle)。1882年他发表了植物多样性集中分布在某些地理区域的论点。认为大部分栽培植物包括各种谷类、豆类、瓜类、桑、果树、蔬菜等,起源于旧大陆。英国 C. R. 达尔文(Darwin),通过历时五载的环球考察和采集,在1859年出版的《物种起源》一书中提出以自然选择为基础的进化学说,对生物的遗传、变异作出科学的解释。1926年原苏联 H. H. 瓦维洛夫发表了世界栽培植物起源中心学说。中国丁颖于20世纪50年代,提出关于中国栽培稻起源及其演变的新见解。至于植物多样性的存在,正不断受到胁迫的论点,则是美国 H. V. 哈兰(Havlan)于20世纪30年代提出的,从而强化了人们对收集、保存和研究种质资源紧迫性的认识,并促进其在世界各国的发展。

(一)国外作物种质资源研究状况

多年来很多国家高度重视作物种质资源工作,其中以原苏联和美国的工作历史较久,规模较大,内容较深,掌握种质资源的数量也较多。原苏联对国内外作物种质资源的考察收集工作始于1923年。1924年成立全苏应用植物和新作物研究所,1930年改为全苏植物栽培研究所(ВИП),所长瓦维洛夫曾先后组织约200次考察,到过亚、非、南欧、北美、南美等洲60多个国家,收集约15万份作物种质资源。美国本土原有作物种类很少,除向日葵、草莓、越桔、美洲山核桃等少数几种作物和果树外,其它食用和纤维作物几乎都是从国外引进的。1776年独立以后,通过驻外使节、海关、人员来往、学术交流、专业考察等渠道积极开展种质资源收集工作。1900年以来,先后派遣200多个考察队到作物多样性中心进行采集。60年代以来,许多国际农业研究中心也先后做了大量工作。1974年国际植物遗传资源委员会(IBPGR)的建立,进一步促进了全球作物种质资源的收集和保存。据统计,目前全世界收集并保存在种质库中的种质资源总数已达260万份,估计重复份数占60%左右,实际为130万份。保存资源较多的国家有美国35.5万份,原苏联34.4万份,日本18.1万份,印度7.2万份。到1990年为止,全世界的种质保存设施已从1974年的8个种子库,发展到106个(0℃以下)。迄今超低温液态氮保存成功的材料已达百余种,美国到1988年已贮存40属、90种、2395份品种。日本利用液态氮,已在苹果、梨、桃、猕猴桃、葡萄等果树花粉保存方面获得成功。试管苗保存方法已在芭蕉、甘薯、柑桔、可可、甘蔗等作物上进行。主要用于野生种及近缘野生植物的原位保存,其办法是建立自然保护区或天然公园,日本天然公园和自然保护区总数有700余个,占国土面积的20%,美国占10%,而我国仅占0.4%。

在作物种质资源深入研究方面,充分利用占有的大量种质

资源,进行农艺性状、品质以及抗逆性鉴定,以期筛选或培育出高产、优质、抗病虫害、抗逆能力强、适应范围广的品种或材料,供生产或育种利用。通过染色体组型或不同蛋白的多态性分析,研究作物的分类和亲缘关系。利用电泳法,显示每个种和品种的特异谱带,揭示特异谱带和品种质量、营养价值等方面的关系。同时,还运用这些谱带指标鉴定作物品种的纯度,用来解决同名异种和同种异名等种质资源工作中常遇到的难题。近年来,利用 RFLP 进行种质遗传多样性鉴定基因标记及起源演化研究。通过遗传转化,进行基因转移从而克服种间远缘杂交存在的遗传障碍,使亲缘关系较远,甚至几乎没有亲缘关系的两种生物的遗传物质进行交换和重组,产生新的作物或品种。最近,美国科学家提出了一个新概念——核心种质(Core Collection),即通过各种先进手段,包括电泳分析、限制性内切酶片段长度多态性(RFLP)标记、基因组印迹法(genomic blot analysis)分析,对种质资源进行深入研究;从大量的资源中进行性状的鉴别和划分,找出各种性状的遗传源,以少量资源来代表大量资源的遗传多样性。

(二)我国作物种质资源工作进展情况

50年代,在全国范围内共征集到53种大田作物近21万份材料,蔬菜地方品种约1.5万份。由于当时缺乏集中保存条件,只好分散在全国各地保存。1978年中国农业科学院作物品种资源研究所的建立,1979年全国作物品种资源工作会议的召开,标志着我国的作物种质资源工作进入了一个新的发展阶段,作物种质资源工作体系的雏形初步形成。从70年代末开始,根据国家科委和农业部的联合通知,在全国范围开展了有组织有领导的群众性种质资源补充征集活动,并在一些重点地区进行作物种质资源的综合或单项考察,加上从世界各地的引种,使我国作物种

质资源总数达到 35 万份以上。我国作物种质资源保存,70 年代以前,普遍采用酒坛、陶罐或用干燥器保存种子。条件稍好的建有种子库房自然通风保存。这些保存方法的最大缺点是环境温度无法控制,种子贮存条件随环境变化而变化,一般种子保存长则 10 余年,短则 1~2 年。为了维持种子生活力,南方每隔 1~2 年,北方每隔 2~3 年繁殖一次,消耗大量人力、物力和财力,并且容易造成混杂或损失。70 年代后期,我国引进国外种质贮藏新技术,先后建立了 10 余座地方种质库和 2 个国家长期库,使我国作物种质资源实现了低温、干燥的现代化保存。截止 1992 年,我国长期贮藏的种质资源已达 24 万多份,分属 29 科,164 属、473 种(含亚种),保存数量跃居世界前列。目前,许多科研单位开展了资源中期保存。同时还对多年生作物和无性繁殖作物,如果树、茶、桑、甘薯、野生稻、野生花生、苧麻、水生蔬菜等建立了 25 个国家种质资源圃(含 2 个分圃),保存种质资源 2.1 万多份。此外,还开展了超低温保存和茎尖保存等方面的研究。

作物种质鉴定评价研究,“七五”期间对主要糖、棉、油等 21 种(类)作物进行了农艺性状、品质、抗逆、抗病虫性鉴定,获得单项或几项性状优异种质 20000 余份。此外,还完成了茶、桑、果树、橡胶和其它热作 5 种(类)多年生和无性繁殖作物农艺性状、品质、抗性和细胞学鉴定。通过鉴定共获得优异种质 800 余份。在我国首次建成了拥有 1259 万个数据项的大容量、功能齐全、性能稳定的作物种质资源数据库系统,使我国作物种质信息开始进入现代化管理阶段。

在种质资源基础性工作和研究方面,改进了作物品质鉴定中多种测定方法;完善和规范化了作物种质资源抗逆鉴定方法和指标;制定了粮食作物种质资源抗 45 种病虫的统一鉴定方法和标准;提出了我国作物种质资源信息处理规范;解决了 42 种蔬

菜、23种大田作物或近缘植物生活力检测方法；摸清了165种作物不同干燥温度和干燥时间的规律；建立了适合我国国情的种子入库加工处理流程和种质库管理技术；掌握了甘薯、马铃薯、茎尖试管苗保存技术；研究了超低温（-196℃）保存玉米、黑麦、桃、梨花粉技术，以及甘蔗茎尖、猕猴桃茎段和茎芽，玉米、糜子愈伤组织及红豆草无性细胞系超低温保存技术；摸索出破除野生大豆、野生稻及部分近缘植物种子发芽障碍的有效方法。各作物还在鉴定评价的基础上，初步开展了种子低温贮藏特性、生理、生化变异与遗传研究，以及作物抗性机理、性状遗传、作物分类、起源、演化等方面的研究。

（三）国内外的差距和发展展望

建国以来，尤其是党的十一届三中全会以后，作物种质资源工作，得到了国家有关部门的重视和支持，种质资源数量从少到多，种质资源贮存库从无到有，种质资源利用从科研到生产，取得了举世瞩目的成就。但由于我国作物种质资源研究起步较晚，科技人员数量不足，工作基础薄弱，仪器设备落后等方面原因，与世界发达国家相比，还存在一定差距。在收集方面，种质资源大户美国其大多数是从国外收集来的，原苏联从国外收集来的数量也占较大比重，而我国在已入长期库的20多万份种质资源中，国外来的只有2万多份。至今，我国如何从国外获得较多种质资源问题尚未得到解决。对野生种、野生近缘植物和一些小作物的种质资源搜集也没有引起足够重视。在鉴定评价方面，尽管做了大量基础性、服务性工作，积累了不少鉴定数据，但基本上还是停留在表型上，未能深入研究性状表现与控制性状的基因，以及基因的传递和变异规律，尤其是优异性状遗传源的研究，从而在一定程度上限制了遗传资源多样性的广泛应用，也是造成种质资源丰富而育种材料贫乏相互矛盾的主要原因。在研究体系

方面,美国有一套健全的管理机构,并把作物种质资源工作作为一项基本国策,从联邦到州都制定有相应的法规和条例,以保证作物种质资源持续稳定地发展。而我国至今没有一个完整健全的工作体系,一旦失去国家攻关项目的支持,从中央到地方形成的协作网络就会解体,原有的种质资源人员也会散失,研究工作不够深入,信息交流不够通畅,利用不够充分的问题将更难以解决。因此,必须总结经验,加强宣传,坚定信心,创造条件,大胆探索,不断开拓,力争把我国作物种质资源工作深入持久地开展下去。我国有着得天独厚的自然条件,作物种质资源种类繁多,各具特色,用途广泛,是一个名符其实的资源古国,资源大国和资源富国,只要领导重视,充分调动广大作物种质资源科技人员的积极性和创造精神,就会做出新的更大成绩,从而早日跨进世界种质资源强国的行列。

三、国内外发展趋势与特点

据专家们推测,今后世界上的农业科学技术将划分为两大类。一类是常规农业科学技术,重点开展提高光能利用率的高光效育种;增进豆科作物的固氮能力,培植非豆科作物的固氮性能;改善作物对养分的吸收效率;充分发挥微生物在农业生产上的作用;研究解决作物在逆境下的综合抗性技术,增强对干旱、洪涝、病虫害、杂草等的抵御能力;利用激素促进作物的生长发育;改进产品质量,培育出适合多种需要的高产、优质、低耗作物良种。另一类是高新农业科学技术,主要是利用基因重组技术,导入野生种、栽培种植物中具有高抗病虫性、抗逆性等方面的基因,用来培育抗病虫、抗不良环境的高产、优质新品种;应用细胞融合或体外授精方法进行远缘杂交培育新品种;采用无性系离