

生物科学
生物技术
系 列

SEED SCIENCE

普通高等教育“十三五”规划教材

种子学

刘子凡 主编
魏云霞 邹江 副主编



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

种子学

刘子凡 主 编

魏云霞 邹 江 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材是在长期教学、科研的基础上，经过多年的积累，参考国内外种子科学领域研究进展和成果编写而成的。内容包括绪论，种子的形态构造与成熟，种子的化学成分，种子活力、劣变与寿命，种子的休眠与萌发，种子的加工，种子的贮藏、种子的检验等。本教材是一本研究、生产、管理内容系统全面、理论完善、资料新颖、技术先进的新教材。

本书可作为高等农林院校植物生产类及种子科学相关专业的教材，也可供种子科技工作者及农业技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

种子学/刘子凡主编. —北京: 化学工业出版社,
2015.12

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-25349-1

I. ①种… II. ①刘… III. ①作物-种子-高等学校-
教材 IV. ①S330

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 240371 号

责任编辑: 赵玉清

文字编辑: 何 芳

责任校对: 王素芹

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{1}{4}$ 字数 350 千字 2016 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

编写人员

主 编	刘子凡	海南大学农学院
副主编	魏云霞	中国热带农业科学热带作物品种资源研究所
	邹 江	琼台师范高等专科学校旅游管理系
参 编	付玲玲	海南大学农学院
	罗文杰	海南大学农学院



前 言

种植业是整个农业的基础，而种子行业又是种植业的基础，没有种子，就不可能进行农业生产，种子是农业生产的第一保证。种子学是研究种子特征、特性及其生命活动规律，为农业生产服务的一门应用科学。随着我国农业生产的快速发展及种子工程的实施，种子基础理论的研究在农业持续发展中的作用日趋重要。随着生物技术的日新月异，种子产业的快速发展，对种子科学提出了新的要求。

本教材是在长期教学、科研的基础上，经过多年的积累，在自编讲义的基础上，参考国内外种子科学领域研究进展和成果编写而成的。全书共分八章，第一章绪论，由刘子凡和邹江编写；第二章种子的形态构造与成熟，由魏云霞编写；第三章种子的化学成分，由刘子凡编写；第四章种子活力、劣变与寿命，由付玲玲编写；第五章种子的休眠与萌发，由罗文杰编写；第六章种子的加工，由刘子凡编写；第七章种子的贮藏，由魏云霞编写；第八章种子的检验，由刘子凡和邹江编写。本书着重种子学的基本理论、关键技术的一般规律和普遍适用性，并增加了热带作物种子学的相关知识。

本书综合参考了国内外大量种子学及相关学科的专著、教材和论文，在此谨向各相关作者致以诚挚的谢意。本书的编写得到了中西部高校提升综合实力工作资金项目和海南省高校教改重大项目（Hujgzd2014-01）的经费支持。在编写过程中得到了海南大学黄东益教授、王凤阳教授、黄家权教授、袁潜华研究员等的关心与支持，在此表示深深的谢意！

由于编者水平有限，书中会有许多不足之处需要改进，衷心希望各位老师、学生和有关科研工作者提出宝贵意见，以便在今后的工作中进一步改正、完善和提高。

编者

2015年8月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 种子的概念与作用	1
一、种子的概念	1
二、种子在农业生产中的作用	2
三、种子学的概念	4
第二节 种子学的发展	4
一、中国近代种子科学的发展	4
二、我国种子管理体制、机构的建立及沿革	7
三、种子工作的概况	9
第二章 种子的形态构造与成熟	16
第一节 种子的形态构造	16
一、种子形态多样性	16
二、种子的基本构造	18
第二节 种子的成熟	20
一、种子成熟的概念	20
二、种子成熟过程的变化	21
三、环境条件对种子成熟的影响	22
四、种子的后熟	23
五、影响种子后熟的因素	23
六、未成熟种子的利用	24
第三章 种子的化学成分	26
一、种子中的主要化学成分及其差异	26
二、水分	28
三、糖类	29
四、脂类物质	31
五、蛋白质	32
六、种子中的生理活性物质	34
七、种子中的其他化学成分	35
八、影响种子化学成分的因素	35
第四章 种子活力、劣变与寿命	38
第一节 种子活力	38
一、种子活力概念的提出	38

二、种子活力的实质	39
三、影响种子活力的因素	42
四、种子活力的生理生化基础	43
五、种子活力的分子基础	43
第二节 种子的劣变	45
一、种子劣变的概念	45
二、种子劣变的不可避免性和不可逆性	45
三、种子老化过程中的生理生化变化	46
四、影响种子劣变的因素	48
五、保持和提高种子活力的对策	49
第三节 种子寿命	51
一、种子寿命的概念及分类	51
二、影响种子寿命的因素	52
三、决定种子寿命的生理机制	54
四、种子寿命的预测	55
五、陈种子的利用	57
第五章 种子的休眠与萌发	58
第一节 种子的休眠	58
一、种子休眠的相关概念	58
二、种子休眠的意义	59
三、种子的休眠类型	59
四、种子休眠机理	61
五、种子休眠机理的研究方法	63
六、种子休眠的破除方法	65
第二节 种子的萌发	67
一、种子萌发的过程	68
二、种子萌发的生理生化基础	69
三、种子萌发的外界条件	74
四、种子萌发期间的能量转变	76
第六章 种子的加工	77
第一节 种子的物理特性	77
一、种子的容重和比重	78
二、种子堆密度和孔隙度	79
三、种子的散落性和自动分级	80
四、种子的导热性和热容量	84
五、种子的吸附性和吸湿性	87
第二节 种子加工	91
一、种子加工的一般过程	91
二、种子干燥	92
三、种子清选与分级	98

四、种子的包衣·····	103
五、种子的包装·····	105
第七章 种子的贮藏·····	107
第一节 种子的呼吸·····	107
一、种子呼吸的特点·····	107
二、种子的呼吸强度与呼吸系数·····	107
三、影响种子呼吸的因素·····	108
第二节 种子贮藏的管理·····	111
一、种子在贮藏期间温度和水分的变化·····	111
二、种子贮藏中品质的变化·····	112
三、微生物对种子贮藏的影响·····	112
四、仓虫对贮藏种子的危害及控制·····	113
五、种子的贮藏库与入库·····	114
六、种子贮藏管理·····	117
第三节 种子的贮藏特性·····	123
一、概念·····	123
二、顽拗性种子的主要特征·····	124
三、顽拗性种子与生态因子的相互关系·····	126
四、确定种子贮藏习性的方法·····	127
第四节 种子的贮藏技术·····	133
一、普通贮藏法·····	133
二、密封贮藏法·····	133
三、低温除湿贮藏法·····	133
四、超干贮藏·····	134
五、种子超低温贮藏·····	137
六、顽拗性种子的贮藏·····	140
第八章 种子的检验·····	141
第一节 中国种子检验科学技术及检验机构的发展·····	141
一、中国古代检验种子的技术和方法·····	141
二、中国近代种子检验机构及种子检验科学技术的发展·····	141
三、中国现代种子检验机构、规程和检验科学技术的发展·····	142
第二节 扦样·····	144
一、扦样的概念·····	144
二、种子批的概念·····	144
三、样品的概念·····	145
四、扦样原则·····	145
五、种子扦样员职责·····	146
六、扦样器具与使用方法·····	146
七、从种子批扦样的程序·····	148
八、多容器种子批异质性测定·····	155

第三节 种子的净度分析	157
一、种子净度分析的目的与意义	157
二、种子净度分析的一般程序	157
三、其他植物种子数目测定	164
第四节 种子发芽试验	166
一、发芽试验的目的和意义	166
二、有关术语	167
三、发芽介质与发芽床	168
四、发芽条件及其控制	171
五、标准发芽试验方法	176
六、休眠种子发芽试验方法	180
七、快速发芽试验方法	182
八、幼苗鉴定标准	182
第五节 种子水分测定	184
一、种子水分的性质与水分测定的关系	184
二、油分性质与水分测定的关系	185
三、烘干减重法水分测定程序	185
四、烘干减重法水分结果计算与表示	187
第六节 种子重量测定	187
一、种子千粒重的含义	187
二、千粒重测定的目的和意义	187
三、测定程序	188
第七节 品种真实性及品种纯度测定	189
一、品种真实性和纯度鉴定的基本条件	190
二、品种真实性和纯度鉴定的原理和依据	190
三、室内检验	192
四、田间检验	194
五、田间小区种植鉴定	196
第八节 种子健康测定	197
一、未经培养的检验	197
二、培养后的检查	198
三、其他方法	198
四、结果表示与报告	198
第九节 种子生活力与活力测定	198
一、种子生活力的测定	198
二、种子活力测定原理及方法	206
第十节 种子质量评价与检验证书	211
一、种子质量评价的方式	211
二、我国种子检验证书	215
参考文献	218

第一章 绪 论

第一节 种子的概念与作用

种子作为人类主要的生活资料 and 最重要的农业生产资料，自古以来就受到人们的重视。“春种一粒粟，秋收万颗籽”，人类的衣、食、住、行都直接或间接与种子有关，“国以农为本，农以种为先”，农业的基础在于种植业，种植业的延续与发展依赖于种子。即使在科学技术相对发达的今天，人类粮食的 80% 仍直接取自植物种子。同时由于种子具有传宗接代的再生产性能，使种子成为万物繁衍、农林生产的最基本生产资料。可以说，正是种子以及种子的生产、利用，孕育了人类的古近代文明。种子是农业科技进步的重要载体。据统计，种子在农业科技进步贡献率中的比例在发达国家已达到 60% 以上。

一、种子的概念

在不同的领域，种子的概念也不同。

1. 植物学上的种子

种子在植物学上是指由胚珠发育而成的繁殖器官，一般需经过有性过程。

2. 栽培学上的（农业）种子

在农业生产上，种子是最基本的生产资料，其含义要比植物学上种子广泛得多。凡是农业生产上可直接作为播种材料的植物器官都称为种子，为了与植物学上的种子有所区别，后者称为“农业种子”更为恰当，但在习惯上，农业工作者为了简便起见，统称为种子。一般情况下，我们所讲的种子多是指农业生产上所用的各种农作物的播种材料。目前世界各国所栽培的作物包括大田作物、园艺作物和森林树木等几方面，播种材料种类繁多，大体可分为以下四类。

（1）真正的种子 即植物学上所指的种子，它们都是由胚珠发育而成的。包括有豆类（少数除外）、棉花、油菜及十字花科的各种蔬菜、黄麻、亚麻、烟草、瓜类、茄子、番茄、辣椒、茶等。

（2）果实型种子 某些作物的干果，成熟后不开裂，可以直接用果实作为播种材料。如禾本科作物的颖果（小麦、玉米等为典型的颖果，而水稻因外部还包着稃壳，在植物上称为假果）；菊科植物（如向日葵、除虫菊等）的瘦果；伞形科植物（如胡萝卜、芹菜等）的双悬果。在这些干果中，颖果与瘦果在生产上占有十分重要的地位，由于它们内部仅包含一颗种子，而在外形上却和真种子类似，所以在作物学上往往称为“子实”，意为种子的果实（子实与真种子均可称为籽粒）。而禾谷类作物的子实有时也称为“谷实”或“谷物”。

（3）营养器官 有些种类的植物除种子和果实能形成新个体外，营养器官也能形成新个体，而有些植物在一定的生存条件下只能用营养器官繁殖后代。例如：马铃薯、菊芋的地下块茎；甘薯、山药的地下块根；大葱、大蒜、百合的地下鳞茎；莲藕、姜、草莓的地下根茎；金针菜的根系分株；荸荠、慈菇和芋的地下球茎；甘蔗的地上茎以及苎麻的吸枝等都属

营养器官。以上这些作物，多数亦能开花结子，并可供繁殖用，但在农业生产上一般均利用其营养器官进行种植。由这些营养器官形成的新个体常能显示其特殊的优越性，只有在少数情况下，如进行杂交育种时，这些植物才直接利用种子。

(4) 繁殖孢子 食用真菌有野生的，也有人工栽培的，种类很多。食用菌的繁殖基本上都是依靠孢子。如野生的“猴头”，在干燥之后呈淡黄色块状，表面布以子实层，子实层上着生许多孢子，成熟了的孢子能随风飘荡，落到邻近树上的树洞里或枯枝上，当遇有适宜的环境条件后便会迅速发育，生长出新的“猴头”来。又如栽培蘑菇的生活周期就是孢子—一次菌丝—二次菌丝—子实体原基—子实体—孢子的世代交替过程。

3. 《种子法》中的种子

《种子法》中所称种子是指农作物和林木的种植材料或者繁殖材料，包括籽粒、果实和根、茎、苗、芽、叶等。

4. 包衣种子

“包衣种子”(encapsulated seed)即用人工方法包裹一层胶质的天然种子。根据种子包衣所用材料性质(固体或液体)不同，包衣种子可分为丸化种子(pelleted seed)或种子丸(seed pellets)和包膜种子(encrusted seed)。国际种子检验协会(ISTA)对丸化种子的定义：“为了精密播种，发展的一种或大或小的球形种子单位，通常做成在大小和形状上没有明显差异的单位种子。丸化种子添加的丸化物质可能含有杀虫剂、染料或其他添加剂”。对包膜种子的定义：“有点像原有种子形状的种子单位，其大小和重量的变化范围可大可小。包壳物质可能含有杀虫剂、杀菌剂、染料或其他添加剂”。

5. 人工种子

随着体细胞杂交、基因工程、组织培养等现代生物科学技术的飞速发展，世界范围内都在致力于“人工种子(artificial seed)”的研究。人工种子的概念于1978年在第四届国际组培会上由美国生物学家 Murashige 首次提出。“人工种子”又称合成种子(synthetic seed)、人造种子(man-made seed)或无性种子(somatic seed)，与上述提及的种子概念不一样，是指通过组织培养，诱导产生体细胞胚(培养物)，再用有机化合物加以包裹，并具有一定的强度，由此而获得的可以代替种子的人工培养物。目前研制成的人工种子由人工种皮、人工胚乳和体细胞胚(培养物)三部分组成。

1983年，美国遗传公司申请专利，日本麒麟啤酒股份公司参与开发。20世纪80年代中期，美、日、法相继开展研究，欧洲共同体将其列入尤里卡计划；我国自1985年开始进行人工种子研究。目前，已研制成功的有胡萝卜、苜蓿、芹菜、花椰菜、花旗松、天竺葵、山茶、番茄、黄连、西洋参、橡胶等。

人工种子研制意义重大、前景广阔，但困难很多。有国际社会的广泛关注和科学技术的进一步发展，人工种子将有望成为新世纪农业科学领域的重大成果并造福于人类。

在农业生产上，不论何种作物的种子，都是前后两季作物的联系桥梁，每个作物品种所具有的生物学特性和优良经济性状都必须通过种子传递给后代。因此，前季作物的种子对下季作物的生长发育、适应环境的能力以及产量的丰歉等，都具有决定性作用。

二、种子在农业生产中的作用

古今中外从事农业的生产者无不重视种子的改良、研究和推广。早在西汉时期，刘向在《说苑·杂言》中就有“田者择种而种之”的记述。南北朝后魏贾思勰撰《齐民要术》中写道：“种杂者，禾则早晚不均”，阐述了种子混杂会导致产量低而米质差，要“选好穗纯色

者”，单收单繁，作为种子。

种植业是整个农业的基础，而种子行业又是种植业的基础，种子的性能直接决定了各类作物的产量与品质。专家预言：“种子将成为今后国际农业竞争乃至国际经济竞争的新焦点”。美国前国务卿基辛格曾说：“谁控制了石油，就控制了所有国家；谁控制了粮食，就控制了人类；谁控制了货币，就控制了全球经济”。因此，种子产业就成为农业最重要的基础产业，也是现代农业领域中最值得关注的行业之一。种子也是农业发展阶段的标志。原始社会，人们只知道利用野生品种，出现了原始社会。奴隶社会、封建社会只是自然选种，出现了传统农业。到了现代农业阶段，人们运用现代遗传学，开发杂交优势，利用生物工程、细胞工程等新技术培育良种，优良品种对农业的贡献越来越高。当代世界各国更是把种子工作放在突出位置，以种子的突破推动农业的飞跃。可以说一部农业发展史就是农业科技进步史，也是一部种子改良史。真抓农业就要真抓科技，真抓科技就要真抓种子，抓住了种子就抓住了关键和要害。

1. 良种是重要的基本生产资料

种子与化肥、农药、机械、水利不同，它是农业生产最基本的生产资料。所谓栽培，就是要依据农作物品种的特征特性，创造一个有“吃”、有“喝”、有“住”的舒服的生长发育条件。没有种子，栽培就没有对象，农业生产也就无从说起。种子是植物之源，是有生命的生产资料，它本身具有生命物质所特有的遗传功能、生理机能和自我调节机能，只有通过生产过程才能转化为农业生产力。推广良种是充分利用自然、有效改造自然的一项根本性的生物技术。良种具有的这种适应效应是任何其他生产资料所不可替代的。

有些特殊的农业生产条件用人工、机械、化肥等手段均不能利用和改造时，使用特殊的品种却可以见效。如农业生产中经常遇到不利的环境条件，如旱、涝、低温、盐碱、病虫害等。通过品种选育，如抗盐筛选、抗病育种、抗虫育种等，可有效地提高作物对不良环境的适应性及抵抗能力，实现农业生产的高产、稳产。

2. 良种是决定作物产量品质的内因

农业生产不论采用什么先进工具或应用何种现代化技术，都必须通过种子才能发挥作用。除种子外，各种增产措施的运用总有一定的局限性，如施肥量、灌水次数与数量、农药喷洒的遍数等都是有限量的。唯独品种改良的增产潜力几乎可以说是无穷近的。种子生产的规模、种类及数量质量与农业生产的规模、结构和产品的数量质量密切相关。据国内外专家测算，近几十年，世界粮食增产大约 30% 来自扩大耕地，70% 来自提高单产，在提高单产中，更新与更换新的良种要占诸因素的 20%~40% 甚至更多。

世界上不少国家往往因为一个新的优良品种的更换，带来农业产量的大突破，从而改变了自身的生活方式。由游牧到定居，奠定了古代文明的基础。20 世纪 30~50 年代美国杂交玉米的育成和推广，60 年代墨西哥矮秆小麦和菲律宾矮秆水稻的育成以及 70 年代我国杂交水稻的培育成功，使世界粮食产量大幅度提高，在很大程度上解决了世界上特别是第三世界人民的吃饭问题，缓解了人口爆炸的威胁，被全世界推崇为“第二次绿色革命”。现在已在迎接或说已经开始的“第三次绿色革命”，也是通过利用、改善和创造种子来实行的。英国最先利用基因工程的方法成功地提高了谷类种子的蛋白质和赖氨酸含量；日本人利用体细胞杂交培育出了具有马铃薯 (potato) 和番茄 (tomato) 两种作物结实特性的“马番茄 (pomato)”；美国用远缘杂交的方法培育出了蛋白质含量高达 26.5% 的“超级蛋白小麦”；利用基因导入的方法培育抗虫棉、抗虫玉米已广泛应用于生产。太空系列作物品种亦有很多报道。

随着市场经济的发展及人民生活水平的提高，人们对各种农产品的品质要求越来越高。栽培技术、环境条件都是影响品质的重要因素，但提高品质，最关键的措施还在于采用优质的品种。近年来我国苹果品质提高很快，这主要得益于苹果的品种改良，占主导地位的“国光”苹果大面积地被“富士”等优质苹果所取代。当前广大育种工作者越来越注重专用品种的选育，如鲜食玉米、高油玉米、面包专用粉小麦等，更进一步地满足了不同消费者对品质的需求。

3. 良种是实施农业科学技术的载体

科技兴农，良种是中心环节。推广应用良种，不仅可以获得直接的增产效果，而且对促进农业技术进步、推动耕作制度改革、实现农业产品结构调整以及种植区域的扩大和复种指数的提高，均可发生连锁效应。如杂交稻的大面积推广应用，就使各国的水稻生产发生了一场革命。可以说，杂交水稻生产是现代化农业高科技的综合应用，它为专业化制种、大面积年年采用新种子、实行精量播种、开展工厂化育秧、推行模式化高产栽培和农业机械化等各项技术的发展，开辟了广阔的前景，也有力地推动了农业技术服务专业化、商品化、社会化的迅速发展。“科技兴农，良种先行”，“解决农业问题要靠科技，科技的重点又在种子，农业和粮食的希望在于种子”。

三、种子学的概念

种子植物的生活史可简单地归结为“从种子到种子”的过程。没有种子，就不可能进行农业生产，种子是农业生产的第一保证。学习种子学的目的是及时提供种类齐全、数量充足、质量优良的农作物种子，为农业生产服务。一方面瞄准农业生产实际，分析、探讨、解决生产中存在的实际问题；另一方面，立足种子科学基础研究，为解决实际问题奠定理论基础。

种子学是研究种子特征、特性及其生命活动规律，为农业生产服务的一门应用科学。它包括基础理论部分种子形态学、种子发育学、种子生理学、种子生态学、种子生物工程等；技术应用部分则包括种子贮藏、种子加工、种子检验和种子生产等。其中技术应用部分也是种子产业的重要组成环节。

种子学是一门既古老又年轻的科学，早在农业发生之初的远古时期人们就开始了种子的汰劣选优、检验、加工、贮藏等的实践。但种子学作为一门学科被系统研究还时间很短，只不过刚刚一百多年的历史。尤其最近的一个半世纪，种子学得到了快速的发展。

第二节 种子学的发展

一、中国近代种子科学的发展

1. 中国近代种子科学的奠基

由于封建社会的历史条件限制，我国近代科学研究开始较晚，种子科学尤其如此。原中国植物学会理事长汤佩松教授于 1931 年在国外发表研究小麦种子萌发生理，陈封怀教授于 1940 年发表的报春属种子形态分类的研究论文，以及王伏雄教授于 1951 年发表《种子》一书，在当时被视为我国近代最早的种子科学文献和专著。

1934 年前后，李继侗教授在清华大学进行了银杏胚发育及其人工培养的研究。从 20 世纪 40 年代开始，罗宗洛教授较系统地研究了锰、锌、铜等多种微量元素对种子发芽的促进作用及其机理。汤佩松、李继侗、罗宗洛 3 位教授，是我国著名的植物学和植物生理学的奠

基人，他们虽然不是专门从事种子研究，但是，他们的研究成果在种子生理学领域里很受重视，早已作为重要参考文献引入国外种子生理学的重要著作之中。20 世纪 30~50 年代涉及种子科学研究工作的还有罗士韦教授、王伏雄教授、李正理教授、殷宏章教授、薛应龙教授和娄成后教授等，一系列有关种子科学的研究为我国近代种子科学的发展奠定了基础。

2. 中国近代种子科学的发展

我国首先从事种子生理研究的是原中国植物学会理事长汤佩松教授，他于 1931~1933 年在美国约翰·霍布金斯大学和哈佛大学生理学实验室进行了以小麦、羽扇豆和玉米种子为材料的一系列萌发生理、呼吸代谢的实验研究，其主要成就在于他摆脱了 Blackman “限制因子”定律的约束，科学地运用多因子的综合分析法，全面而深入地阐述小麦种子在不同通气、温度及时间情况下的发芽规律，并首次应用 Warburg 呼吸计于植物种子研究，查明种子呼吸的温度系数，进而探讨了氧、二氧化碳和光等多种因素与呼吸作用的关系，应用 Arrhenius 公式求得不同类型种子吸收 O_2 及释放 CO_2 的温度系数的差别，从而比较其中酶系统的不同。1934 年前后，李继侗教授在清华大学进行了银杏胚发育及其人工培养的系统研究，首次阐明了我国珍贵树种银杏胚发育、生长的条件，并指出种子萌发迟缓的原因不在于胚发育的不成熟，而是由于未成熟的胚乳需待后熟的缘故，这在当时也是一种新见解。从 20 世纪 40 年代开始，罗宗洛教授和他的学生们在研究植物矿质营养生理过程中，曾较系统地研究了锰、锌、铜等多种微量元素对种子发芽的促进作用及其机理，为种子处理应用于农林增产措施提供依据。

罗士韦教授和王伏雄教授开始于 20 世纪 40 年代初期的松树离体胚培养工作，以及后来王伏雄教授、李正理教授等分别开展一系列有关胚分化、发育及培养的理论技术的实验，其成果之意义不仅限于植物胚胎学，也同样在种子生理学上有很大的影响。我国在 20 世纪 30~50 年代涉及种子生理研究工作的还有殷宏章教授，他于 1941 年对油桐籽在贮藏过程中油质的变化规律、种子甲磷酸化酶的分布与淀粉形成的关系以及春化问题进行了若干研究；薛应龙教授和娄成后教授等（1946~1947 年）研究了 2,4-D 对种子萌发、呼吸的作用；通过电泳技术阐明了不同种类种子在其萌发初期所利用的物质是不一样的。

20 世纪 50 年代以后，赵同芳教授在上海植物生理研究所，以稻麦种子为材料，进行一系列有关贮藏、休眠生理的研究，其主要研究成果的独到之处在于：①用现代科学的方法证明“热进仓”古老经验的实际效果，并在此基础上对贮藏种子的安全含水量、品种间休眠特性、后熟期等问题进行系统研究，为改进种子和粮食贮藏技术提供理论依据；②将化学抑制应用于收获前穗上喷射以防止“胎萌”，为改善种子加工、贮藏开拓新途径提供线索；③查明小麦种子发育、休眠及萌发过程中末端氧化酶活性交替变化规律，可为种子休眠理论提供颇有意义的线索；④首先成功引进 TTC 等快速测定种子生活力的技术。

以郑光华为主的一些种子专家结合植物资源的收集、保存、利用和引种驯化工作，在有关种子生命力控制的原理和方法、休眠类型及克服休眠、促进萌发的方法，逆境发芽生理、快速测定发芽力及活力的原理与方法等方面进行了一系列的试验研究，其主要成果有：①以林木种子为材料，较系统研究短命种子的贮藏生理及保持其生命力、延长寿命的方法；②以耐干藏短命种子为材料，从呼吸代谢的角度探索其丧失生命力的机制问题；③结合实际需要，在解决若干园林植物种子发芽困难的同时，并掌握了一些种子休眠的规律，在 20 世纪 60 年代初期内源激素调控种子休眠的理论还未明确之前，从内外因综合制约及其相互关系的角度提出有关种子休眠机理的初步见解；④以包括 40 多个属的野生和栽培的豆类种子为

材料,较系统地研究了萌动初期对低温反应的不同类型及冷害过程中若干生理生化变化的规律,提出萌发低温冷害机制的膜变相位和能量平衡失调及其两者相互关系的见解;⑤在我国较早开展了种子生活力和活力的研究与测定工作。

中国科学院上海植物生理研究所唐锡华教授和他领导的研究小组在胚胎发育生物学的系列研究中取得不少成果与进展,为种子发育生理提供了极为有用的资料。中山大学傅家瑞教授根据水浮莲种子试验观察,已注意到感光性萌发与其内源抑制剂之间的可能关系,并且较早地注意到种子活力问题。山东农学院的蒋先明、陆仁清、王增贵、王根庆等以黄瓜、谷种、玉米种等为材料,对其进行了一系列干热处理、射线处理的研究。中国农业、林业高等教育机构,中国农业、林业科学研究院,以及各地农业、林业科技机构对种子处理、贮藏、检验、发芽以及播种各方面进行大量试验研究,积累了丰富的种子生物学资料。

由叶常丰教授领导的浙江农业大学种子教研组 1953 年在我国创设种子学课程,多年来在结合开设种子学、种子贮藏与检验等专业课程,培养专业人才的同时,也开展了大量科研工作,对种子贮藏、休眠与萌发等生理、生物学特性进行了系统的研究,获得具有理论与实用价值的科学资料。他们的成果已反映在该校编著的一整套《种子学》、《种子贮藏简明教程》及《种子检验简明教程》教科书中。20 世纪 70 年代《种子学》被规定为全国农业院校农学专业学生必需的选修课,标志着我国种子学科科研和教育体系初步建立。

3. 中国近代种子科学的发展

我国近代种子科学发生较晚,起点较高。我国近代种子科学文献资料中的大部分是由我国植物学家、农林园艺科技工作者所作的贡献,由于他们并非从发展种子学科考虑,而是把种子作为研究选材对象,有其各自的目的与要求,以致对某些问题不得从种子生理的角度深入下去,此种情况与我国长期以来在种子科技工作者之间缺少一个专业队伍的组织机构——种子学会有关,以致大家处于独立分散的工作状态,造成了各方面发展的不平衡。

比如我国在种子处理方面积累了丰富的经验与资料,但未能将其与休眠、萌发机理及逆境发芽生理相联系;萌发种苗中的呼吸代谢途径在理论上的重大成就是非常出色的部分,但在种子休眠与萌发交替过程中的代谢控制以及萌发的启动问题则很少涉及;又如过分片面注意种子生活力方面而忽视了更为重要的活力问题;对种胚的发育成熟与胚培养工作总是习惯认为它是胚胎学或形态学的范畴。因而在种子生理领域本身几乎无人过问,未能将其与种子休眠、萌发及种质、活力的控制更好地连接起来等。总之,我国种子生物学研究工作尽管起步较晚,在体系建设上还有待完善,但已经积累了丰富的经验与资料,为现代种子生物学的发展奠定了良好的基础。

4. 中国现代种子生物学的发展

20 世纪 80 年代以后,中国科学研究开始全方位地追赶世界水平,科学事业有了飞速的发展。种子科学研究虽然起步较晚,但在广大种子科学工作者的努力下取得了长足的进步。目前,虽然我国在种子研究方面的原创性科研成果较少,但基本能跟踪国际种子科学的研究前沿和热点,在譬如种子超干领域的研究工作中我们已处于世界前列。

在种子生物学尤其在种子生理研究方面,中国科学院植物所的郑光华先生和中山大学的傅家瑞先生毕生从事种子生理的研究工作,他和他们的团队一起对种子寿命、裂变、休眠、萌发、活力和贮藏特性等进行了系列研究,取得了丰硕成果,他们还非常注重对国外的研究情况进行介绍,积极推进参与国际交流,为中国的种子生理学研究和发展做出了突出贡献。中科院上海植物生理研究所的唐锡华研究员在种子发育方面进行了系统研究,并较早地将分

子生物技术应用到科学研究之中。浙江农业大学在叶常丰先生创立种子学科原有的基础上开展了进一步研究。颜启传长期从事种子教学和科研工作，他对种子活力、种子检验等的原理和方法进行了研究，比较注重现代技术的嫁接和应用，在中国较早把计算机技术、分子生物技术应用到种子科学研究。胡晋教授则在种子引发研究方面取得了一些进展。1978 年以来，山东农业大学在种子发育、种子活力测定、种子贮藏、种子纯度测定、种子处理方面进行了大量研究。高荣岐教授对种子的贮藏、萌发尤其是玉米种子发育及酶的活性进行了系列研究。尹燕桦教授主要对小麦种子在形成发育时期的化学成分及其调控和种子休眠萌发方面进行了深入研究。张春庆教授较早应用分子生物学方法从事种子检验技术研究，在多种作物的种子纯度检验研究中建立了自己的方法，取得了较重要的成果。中科院、中国农科院、中国林科院等有关研究单位，从各个方面对种子生物学进行了深入而系统的研究。华中农业大学、南京农业大学等院校则从遗传育种的角度对种子活力等有关性状进行 QTL 定位和有关基因克隆的研究。

二、我国种子管理体制、机构的建立及沿革

（一）我国种子管理机构的建立及发展

新中国成立后，1950 年农业部在粮食生产司内设种子处。其职能为：拟定全国粮食作物、油料作物和薯类、蔬菜良种普及计划；推动群众选种及优良品种繁殖推广工作；规划普及全国粮食作物良种及救灾种子的收购、贮藏和保管工作；促进全国粮食作物、油料作物和薯类、蔬菜种子鉴定工作；审查国内外种子调运、购销及交换等计划；制定种子管理各种法规。

1953~1954 年农业部机构调整，粮食生产司和工业原料司合并，成立农业生产总局，总局内设种子处。为了规范全国种子机构，种子处成立不久，开始起草《全国各级种子机构组织暂行办法》（草案），要求各大区、省、直辖市设种子局（处）。

为了加强种子行政管理，加快良种选育推广，适应农业发展需要。1956 年 2 月，经国务院批准，“同意在农业部内设立种子管理局和在各级农业部门设管理种子工作的机构”。农业部把分属粮食生产司、工业原料的种子业务和宣传总局的示范农场业务合并起来，于 1956 年 7 月成立了种子管理局，局内设良种繁育处、良种推广处、品种审查处和种子检验室。

1958 年，国务院同意农业部、粮食部报告，种子经营业务由粮食部移交农业部，各省、自治区、直辖市和地、县种子部门也接管了种子经营业务。至此，农业系统种子部门由原来的行政、技术体制形成了行政、技术、经营“三位一体”的体制。

1960 年农业部精简机构，撤销了种子管理局，粮食作物种子业务合并到粮油局，局内设种子处；棉花等经济作物种子业务仍归并到工业原料局。地方种子机构有的撤销，有的缩减编制。只有少数省、县保留原有机构。

由于种子机构撤并，工作削弱，农作物种子大量退化，农业产量和品质受到严重影响。因此，1962 年 11 月中共中央、国务院发出《关于加强种子工作的决定》，要求整顿、充实各级种子机构。1963 年初，农业部恢复种子管理局，各省、自治区、直辖市和专、县也逐步恢复和充实了种子机构。

根据国务院批转农林部《关于当前种子工作的报告》（国发 [1972] 78 号文件），1973 年 1 月农林部成立种子局。到 1978 年，省、地、县种子机构已基本恢复建立起来。

1978 年，国务院机构调整，农林分家，农业部仍保留种子局。

根据中央领导和国务院批转农林部《关于加强种子工作的报告》（国发 [1978] 97 号文件）关于“抓紧把种子公司建立起来，让农民每年都用上新种子”的指示精神，经国务院批

准，1979年7月25日农业部成立中国种子公司，与种子局合署办公，两块牌子、一套人马。各省、自治区、直辖市农业厅（局）和专、县农业局，在种子局（处、站）的基础上成立了种子公司。

1982年，国务院机构改革，农业部改为农牧渔业部，种子局改为事业性质的全国种子总站，与中国种子公司仍为一套人马、两块牌子，承担部分行政职能。农牧渔业部农业局设种子处。

1987年10月，为了改革种子工作政、事、企不分的体制，强化种子管理，促进种子企业发展，农牧渔业部决定，全国种子总站与中国种子公司分设。全国种子总站为部属事业单位，其主要职能是：参与全国农作物品种审定委员会的日常工作；组织全国农作物新品种区域试验和区试点建设；承担、指导种子检验机构、良种繁育推广体系的建设和管理；组织全国种子系统干部培训以及行政部门交办的其他工作。全国种子总站与农业部农业局种子处合署办公，共同承担行政、事业职能。

1995年，全国种子总站与植保、土肥、推广三个总站合并，成立全国农业技术推广服务中心。中心内种子业务设三个处，即良种繁育处、种子质量检验处、种子行业指导处。至此，有关种子工作的政、事、企彻底分开，农业部农业司种子处承担种子行政职能，全国农业技术推广服务中心承担种子事业职能，中国种子公司为企业单位。

1998年，农业部机构改革，农业司改为种植业管理司，种子处与植保处合并，改为种子处。

（二）我国品种审定机构的建立及发展

根据国务院文件精神 and 农业部等有关部委的要求，20世纪60年代中期，山西、黑龙江、山东、江苏、上海等省、直辖市率先开展省、市级品种审定工作。70年代有17个省、自治区、直辖市先后成立了品种审定委员会。80年代末，除海南省外，各省、自治区、直辖市都相继成立了农作物品种审定委员会。经过较长时间的酝酿筹备，农业部决定1981年成立全国农作物品种审定委员会。

1. 第一届全国农作物品种审定委员会

1981年12月，农业部在北京召开第一届全国农作物品种审定委员会成立大会。品种审定委员会的委员由各有关单位推荐，农业部任命。第一届任命了197名委员，并决定成立水稻、小麦、玉米、高粱、谷子、甘薯、马铃薯、棉花、大豆、油料、蔬菜等专业审定小组。会议讨论了1982年工作计划，审议了《全国农作物品种审定试行条例》（草案）（以下简称《条例》），交流了科研育种、区域试验、品种审定、繁育推广等工作经验。为了适应农业全面发展的需要，常委会第一次会议还决定抓紧筹建烟麻、果茶、糖料、药材花卉四个专业组。

1982年上半年，农牧渔业部颁布了《全国农作物品种审定试行方法》、《品种区域试验管理办法》（以下简称《办法》）。品种审定委员会常委会和各个专业小组按会议的要求和《条例》、《办法》的规定，开展区域试验、生产试验，组织现场考查，审定新品种370多个。同时积极探索总结全国品种审定工作的新路子、新办法、新经验。

2. 第二届全国农作物品种审定委员会

1989年，全国农作物品种审定委员会换届，成立第二届全国农作物品种审定委员会。第二届审定委员会增加茶叶、蚕桑、烟麻三个委员会，新建糖料、果树两个专业委员会，加上原有的11个专业组，共14个专业委员会。委员增加到350多名。11月在北京召开第二