

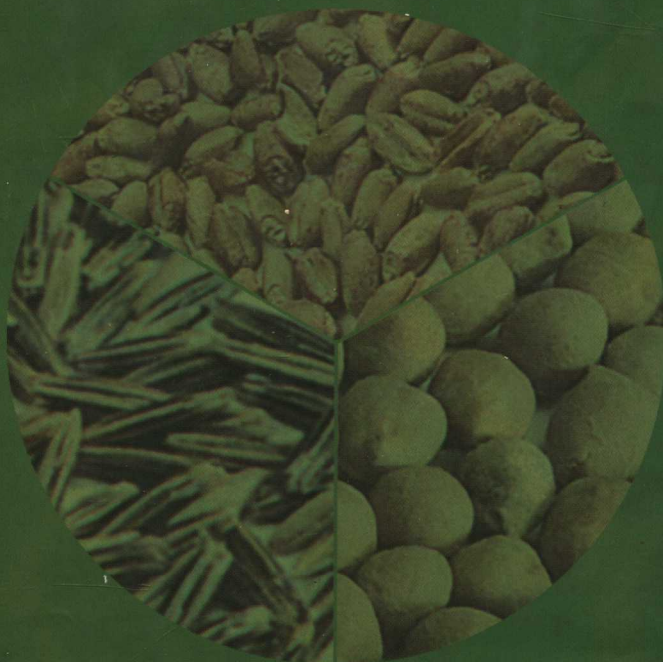


面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

种子学

颜启传 主编

植物生产类专业适用



中 国 农 业 出 版 社

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21 st Century

种子学

颜启传 主编

植物生产类专业适用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

种子学/颜启传主编. —北京: 中国农业出版社, 2001.5

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-109-06674-6

I. 种... II. 颜... III. 作物-种子-高等学校-教材
IV. S 330

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 22828 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 伍 斌

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 6 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 3 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 36 插页: 1

字数: 868 千字

定价: 56.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

ZRX-300D
智能人工气候培养箱



- 微电脑全数码控制
- 温度、湿度、时间、光照试验程序任意设置
- 自动变温、测温、控温
- 自动测湿、加湿、控湿
- 自动变时及时差纠正
- 自动光照跟踪
- 一体化高分子传感器
- 高效臭氧消毒装置
- 超、欠温度报警
- 多重网络保护
- 大视窗，运动车轮

技术指标：

控温范围：5~45℃
控温精度：±1℃
控湿范围：50%~95% RH
控湿精度：±5% RH
变温速度：±30min
标准光照强度：≥3500lx
(另可按用户需求增加光强度)
控制方式：自动
最大功率：260W
工作电压：220V, 50Hz

ZGX-258A
智能光照培养箱



- 微电脑全数码控制
- 温度、时间、光照试验程序任意设置
- 自动变温、测温、控温
- 自动光照跟踪
- 自动变时和时差纠正
- 超、欠温报警
- 多重网络保护
- 高效臭氧消毒
- 大视窗，运动车轮

技术指标：

控温范围：5~45℃
控温精度：±1℃
变温速度：±30min
标准光照强度：≥3500lx
(另可按用户需求增加光强度)
控制方式：自动
最大功率：260W
工作电压：220V, 50Hz

图1 全新试验培养设备



ZRX-1A

智能人工气候室

设计先进 用料讲究 达到国外同类产品水平



技术指标:

控温范围: $5 \sim 45^{\circ}\text{C}$
 控温精度: $\pm 1^{\circ}\text{C}$
 控湿范围: $50\% \sim 95\%\text{RH}$
 光照强度: $\geq 4000\text{lx}$
 变温速率: $\pm 30\text{min}$
 控制方式: 全自动
 消毒方式: 臭氧和紫外光
 最大功率: $2250 \sim 3750\text{W}$
 工作电压: $220\text{V}, 380\text{V}, 50\text{Hz}$

图2 ZRX-1A 智能人工气候室



图3 新型种子培养皿

专利号: ZL96 2 29658.9

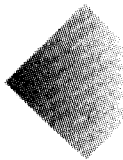


图4 JFS-13A 旋风式粉碎磨

- 物料粉碎过程中不发生机械摩擦, 不产生热量, 不减少水分、蛋白质、脂肪等含量。
- 粉碎细度高, 达 $60 \sim 80$ 目
- 快速连续进料和出料
- 符合(满足)陈化粮检测和小麦全麦面粉筋测定前期处理要求

技术参数:

驱动功率: 370W 单相 220V
 叶轮转速: 10000r/min
 传动方式: 高技术复合材料平型传动带
 出料速度: $10 \sim 14\text{kg/h}$
 粉碎细度: $60 \sim 80$ 目



前

言

种子学是研究植物种子的特征特性和生命活动规律的基本理论和农业生产应用技术的一门应用科学技术。当今随着种子科学研究的不断深入和应用技术的快速发展,通常将种子学(Seed Science),扩展为种子科学原理和技术(Principles of Seed Science and Technology)。从广义而言,种子学应包括种子科学的基础理论和应用技术。其基础理论部分包括种子形态特征、发育成熟、化学成分、生理生化、种子劣变和寿命、种子休眠与发芽、种子活力等内容,这是应用技术和开发新技术的理论基础。应用技术部分包括种子生产、种子加工(清选、干燥、处理、引发、包衣、包装)、种子鉴定、种子检验、种子贮藏和种子管理等内容,这是直接为农业生产服务的实际应用技术。所以种子学是植物生产类专业的一门主干课程。

本教材由中华农业科教基金资助编写。根据我国创建种子工程和推进种子科学技术现代化发展的要求,并遵照全国高等农业院校教学指导委员会作物学科组的意见,在1993年全国统编教材的基础上,吸取国内外种子科学技术的最新研究成果和实践经验,并借鉴美国(Principles of Seed Science and Technology)教材和实验提纲上的内容,重新进行系统,全面更新,增加种子生产原理和技术,种子加工原理和技术,种子法制和管理三章和最新检测技术的12个实验内容,使本教材能够更好地配合我国实施种子工程和种子科学技术现代化发展的需要,面向21世纪,适应培养新一代种子科学技术人员。

本教材分有绪论;种子生物学和生理生化基础、种子生产原理和技术、种子加工原理和技术、商品种子和种质资源贮藏原理和技术、种子检验原理和技术、种子法制和管理等七章。每章内容既阐述基本原理,又介绍国内外最新研究成果和实用技术;既考虑内容的系统性,又注重概括精炼;既照顾当前的教学需要,又着眼种子科学未来的发展。

本教材最后还附有精选和实用的23个实验指导。特别注重培养学生的动手能力和实际操作技能的培训,并使先进性、科学性、理论性和实践性很好的统一,以适应培养21世纪的种子科技新人才,以适应种子科研、生产、管理部门工作的需要。

编著者

2000年10月



前 言

第一章 绪论	1
第一节 种子的涵义	1
第二节 种子学的发展	2
第三节 种子学的内容和任务	4
第四节 种子学与其他学科的关系	5
第五节 种子学在实施种子工程中的作用	5
主要参考文献	6
第二章 种子生物学和生理生化基础	7
第一节 种子的形成和发育成熟	7
一、种子形成发育的一般过程	7
二、几种主要作物种子的形成和发育	11
三、种子发育的异常现象	14
四、种子的成熟	16
第二节 种子形态和构造	32
一、种子的一般形态构造	32
二、种子的植物学分类	39
三、主要作物种子的形态结构	41
第三节 种子化学成分及其利用	49
一、种子的主要化学成分及其分布	49
二、种子水分	52
三、种子的营养成分	55
四、种子生理活性物质	60
五、种子的其他化学成分	63
第四节 种子休眠及其调控	64

种 子 学

一、种子休眠的原因(类型)和机理	64
二、禾谷类种子的休眠	71
三、豆类种子的休眠(硬实)	73
四、其他作物种子的休眠	75
五、种子休眠的调控	76
第五节 种子寿命和劣变衰老	79
一、种子寿命的概念和差异性	79
二、种子寿命的影响因素	81
三、种子衰老的原因及机理	84
四、陈种子的利用	86
五、种子寿命的预测	87
第六节 种子萌发及其生理生化变化	91
一、种子萌发的过程	91
二、种子萌发的生理生化过程	94
三、种子萌发的生态条件	97
四、促进种子萌发的方法	101
第七节 种子活力的理论和测定方法	103
一、种子活力的概念和意义	103
二、种子活力的生物学基础	106
三、种子活力测定	110
四、种子活力测定技术的发展趋向	117
第八节 种子技术的创新发展	118
一、种子引发机理及其研究进展	118
二、种子超干贮藏的原理和技术	121
三、种子超低温贮藏的原理和技术	123
四、遗传操纵技术	126
主要参考文献	126
第三章 种子生产原理和技术	128
第一节 种子生产的概念和意义	128
一、种子繁殖和生产	128
二、品种和优良品种推广	129
三、种子级别的分类	131
四、纯系学说和种子生产	132
五、杂种优势理论和杂种优势利用	133
第二节 种子生产原理和生态条件	139
一、品种混杂退化的原因	139

二、品种混杂退化的表现和危害	140
三、防杂保纯的基本措施	140
四、作物的繁殖方式与种子生产特点	140
五、种子生产的生态条件	142
六、种子生产基地	143
第三节 自花授粉作物种子生产技术	143
一、水稻种子生产技术	143
二、小麦种子生产技术	159
三、大豆种子生产技术	162
第四节 异花授粉作物种子生产技术	164
一、玉米种子生产技术	164
二、油菜种子生产技术	172
第五节 常异花授粉作物种子生产技术	183
一、棉花种子生产技术	183
二、高粱种子生产技术	189
第六节 薯类种薯生产技术	191
一、无性繁殖的遗传和生产原理	191
二、马铃薯种薯生产技术	193
三、甘薯种苗生产技术	200
第七节 蔬菜种子生产技术	202
一、大白菜种子生产技术	202
二、西瓜种子生产技术	207
三、黄瓜种子生产技术	210
四、番茄种子生产技术	213
第八节 牧草和草坪种子生产技术	216
一、牧草及牧草种子的概念和意义	216
二、豆科牧草紫苜蓿的种子生产技术	222
三、禾本科牧草无芒雀麦种子生产技术	224
四、草坪种子生产技术	226
五、草地早熟禾种子生产技术	229
第九节 花卉种子生产技术	230
一、花卉植物的概念和分类	230
二、花卉种子生产技术	235
主要参考文献	239
第四章 种子加工的原理和技术	241
第一节 种子加工的涵义及其在农业生产上的意义	241

种 子 学

一、种子加工的涵义	241
二、种子加工的内容	241
三、种子加工的目的	241
四、种子加工在农业生产上的意义	241
第二节 种子清选、精选原理和技术	242
一、种子清选、精选的目的意义	242
二、种子清选、精选原理	242
三、种子清选、精选机械和要求	256
第三节 种子干燥的原理和方法	258
一、种子干燥的目的和必要性	258
二、种子干燥特性	259
三、种子干燥原理和干燥过程	262
四、种子干燥方法	265
五、种子加热干燥机械	272
六、种子加热干燥操作技术	275
七、电子计算机在种子干燥中的应用	278
第四节 种子处理和包衣技术	279
一、种子处理和包衣的目的意义	279
二、普通种子处理方法	279
三、种子包衣技术	283
第五节 种子包装材料 and 包装技术	292
一、种子包装的意义和要求	292
二、包装材料的种类和特性及选择	293
三、防湿容器包装的种子安全含水量	294
四、包装标签	296
五、包装机械和包装方法	296
六、包装好种子的保存	297
第六节 种子加工厂和机械设备	297
一、种子加工成套设备和种子加工厂概述	297
二、典型种子加工工艺流程	298
第七节 种子商品的特性和价值	301
一、种子商品的概念	301
二、种子商品的特性	301
三、种子商品的价值	302
四、种子的品牌和商标	302
主要参考文献	303

第五章 商品种子和种质资源贮藏原理和技术	304
第一节 种子贮藏原理	304
一、种子的呼吸作用	304
二、种子的贮藏条件	310
第二节 种子的物理特性	311
一、容重和比重	312
二、密度和孔隙度	314
三、散落性和自动分级	315
四、导热性和热容量	320
五、吸附性和吸湿性	322
第三节 种子仓库害虫和微生物及其防治	324
一、仓库害虫及其防治	324
二、种子微生物及其控制	334
第四节 种子仓库及其设备	342
一、仓地选择及建仓标准	342
二、仓库设备	344
第五节 种子的入库工作	346
一、种子入库前的准备	346
二、种子的入库	348
第六节 常温仓库种子贮藏期间的变化和管理	349
一、种子温度和水分的变化	349
二、种子的结露和预防	350
三、种子的发热和预防	352
四、合理通气	353
五、管理制度	354
第七节 低温仓库种子贮藏和管理	355
一、低温仓库的基本要求	355
二、设备管理特点	356
三、技术管理特点	356
四、技术档案管理	357
第八节 主要农作物种子的贮藏方法	357
一、水稻种子的贮藏方法	357
二、小麦种子的贮藏方法	362
三、玉米种子的贮藏方法	363
四、油菜种子的贮藏方法	366
五、棉花种子的贮藏方法	367

六、蔬菜种子的贮藏方法	368
第九节 顽拗型种子贮藏	370
一、顽拗型种子的生理特性	370
二、顽拗型种子的贮藏特性	372
三、顽拗型种子的贮藏方法	373
四、顽拗型种子的分类	374
第十节 种子贮藏的计算机管理	375
一、种子贮藏计算机应用开发系统类型	376
二、种子安全贮藏专家系统的开发和应用	377
第十一节 作物种质资源保存	378
一、种质资源保存的意义	378
二、种质资源保存的条件和要求	379
三、种子入库操作处理	380
四、种质资源保存方法	382
五、作物资源核心种质库的构建	383
六、电子计算机在种质资源管理上的应用	386
主要参考文献	388

第六章 种子检验原理和技术

第一节 种子检验发展史和种子检验规程	390
一、种子检验的概念和意义	390
二、种子检验发展史	392
三、种子检验规程	394
四、GB/T3543.1~7-1995 农作物种子检验规程简介和总则	395
第二节 扦样	398
一、扦样的目的和原则	398
二、仪器设备	399
三、扦样方法	403
四、混合样品的配制	409
五、送验样品的分取	409
六、送验样品的包装和发送	409
七、样品的保存	410
第三节 净度分析	410
一、净度分析的目的意义	410
二、净种子、其他植物种子和杂质区分总则	410
三、净度分析方法	413
四、结果报告	419

附件 A: 有释壳种子的构造和种类	419
第四节 种子发芽试验	420
一、发芽试验的目的意义	420
二、发芽试验设备和用品	420
三、破除休眠种子的处理方法	423
四、控制发芽条件	424
五、发芽试验方法	425
六、幼苗鉴定	433
第五节 真实性和品种纯度鉴定	439
一、真实性和品种纯度鉴定的有关定义术语和目的意义	439
二、品种鉴定的原理和依据	440
三、真实性和品种纯度鉴定的监控途径和方法	443
四、实验室鉴定方法	444
五、农作物田间检验	458
第六节 种子水分测定	462
一、种子水分的定义和测定的重要性	463
二、种子水分测定的理论基础和要求	463
三、种子检验规程规定的种子水分测定方法	465
四、电子水分仪速测法	468
第七节 种子生活力测定的原理和方法	470
一、种子生活力的概念和测定意义	470
二、种子四唑染色法	471
第八节 种子健康测定	485
一、种子健康测定的目的和重要性	485
二、种子健康测定的仪器设备	486
三、测定程序	486
四、结果表示与报告	488
第九节 种子重量测定	488
一、种子千粒重的涵义及测定的必要性	488
二、电子自动种子数粒仪	489
三、测定方法	490
四、规定水分千粒重的换算	491
第十节 包衣种子检验	491
一、包衣种子检验的必要性	491
二、扦样	491
三、包衣种子净度分析	492
四、包衣种子发芽试验	493

种 子 学

五、丸化种子的重量测定和大小分级	494
第十一节 种子检验数据的计算机处理	494
一、种子检验数据计算机处理的必要性	494
二、种子检验数据计算机处理软件编制说明和特点	494
三、种子检验原始数据登记表	495
四、系统要求环境	496
五、系统启动及菜单操作方法	496
主要参考文献	499

第七章 种子法制和管理

500

第一节 种子质量和种子标准化	500
一、农业现代化和农民对种子质量的要求	500
二、种子标准化的概念和内容	500
三、种子质量分级标准	501
第二节 种子法规	502
一、种子法规产生的原因和历史	502
二、种子法规的宗旨和目的	503
三、种子质量管理的法规体系	503
第三节 种子认证的概念和程序	506
一、种子认证的概念	506
二、种子认证的历史和发展	506
三、新品种发放和生产步骤	506
四、种子认证工作程序	507
第四节 我国种子管理工作	508
一、种子管理体系	508
二、种子检验体系	508
三、新品种审定管理	508
四、种子生产的质量管理	509
五、种子质量的抽检监督	509
六、种子案件的依法处理	509
第五节 种子产业计算机辅助管理系统的开发和应用	509
一、计算机辅助管理的概念	509
二、计算机辅助管理系统的开发与应用	510
主要参考文献	511

附：种子学实验指导

512

实验一 主要植物种子的形态和构造	512
------------------------	-----

实验二 种子平衡水分的测定	513
实验三 种子品质测定	514
实验四 种子生产原理和技术	524
实验五 种子清选和精选机械原理和方法	525
实验六 种子干燥原理和机械	526
实验七 种子包衣机械和方法	526
实验八 种子引发的效应	527
实验九 种子散落性测定	527
实验十 种子仓库类型及种子贮藏管理	528
实验十一 扦样	529
实验十二 种子净度分析	530
实验十三 种子休眠特性鉴定和发芽试验方法	533
实验十四 种子生活力的四唑染色测定	539
实验十五 种子活力测定	541
实验十六 种和品种的种子形态和化学鉴定方法	542
实验十七 种和品种的幼苗形态和荧光鉴定方法	544
实验十八 ISTA 小麦和大麦种子醇溶蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳鉴定品种的标准程序	546
实验十九 玉米种子盐溶蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳鉴定	548
实验二十 水稻和玉米种子聚丙烯酰胺凝胶同工酶电泳鉴定	551
实验二十一 品种真实性的 RAPD 分子标记分析	553
实验二十二 种子水分测定标准和电子仪器速测法	554
实验二十三 种子检验数据的计算机处理	559

第一章 绪 论

种子是整个植物界从低等的菌藻植物到高等的种子植物经过长期系统演化过程的产物，由于种子这种繁殖器官对植物的繁衍和传播具有特殊的优越性，所以能保证种子植物群落在各种不同的生态条件下广泛的分布和长期生存，并不断产生新的类型和增强适应能力，在任一纬度和海拔高度，除了长年冰封雪压之处，几乎都有种子植物存在，包括草本或木本，多年生或一二年生，种类繁多，形成了植物界的空前昌盛时期。目前地球表面的植被中，种子植物占很大优势，而种子植物中，被子植物占了99.5%以上。因此，种子植物基本上可以被子植物为代表。

种子在地球上的出现和发展，同样也加速了动物界的发展过程，以至对人类社会文化的启蒙与发展起了明显的推动作用。古代劳动人民在长期生产实践过程中探索到种子的奥秘，掌握其特性，加以利用，建立和发展了农作物生产的科学——作物栽培学。随着生产经验的积累，逐渐掌握了作物种子的选留技术，并且创造了许多新品种，为进一步发展农业生产奠定了基础。特别是随着现代农业科学的发展，通过生物工程技术，育成许多具有特殊性状的转基因品种、原生质融合品种、组织培养品种等种类，创造了大量新类型的种子，同时也开发了诸如种子色泽清选、静电分离、种子包衣、种子引发、超低温保存、超干贮藏、计算机应用、品种的生化标记和分子标记鉴定等许多新技术，快速推进种子科学技术现代化的发展。

中国是一个农业古国，我们的祖先通过长期的辛勤劳动，在选种播种、收获和保藏、种子处理方面，积累了丰富的经验。毫无疑问，中国古代光辉灿烂的文化，是和我们的祖先能利用种子建立世界上最早的古代农业分不开的。

第一节 种子的涵义

种子在植物学上是指由胚珠发育而成的繁殖器官。在农业生产上，种子是最基本的生产资料，其涵义要比植物学上的种子广泛得多。凡是农业生产上可直接用作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。目前世界各国所栽培的作物，包括农作物、园艺作物、牧草和森林树木等种类，播种材料种类繁多，大体上可分为以下三大类和人工种子。

(一) 真种子 真种子系植物学上所指的种子，它们都是由胚珠发育而成的，如豆类（除少数例外）、棉花、油菜及十字花科的各种蔬菜、黄麻、亚麻、蓖麻、烟草、芝麻、瓜类、茄子、

番茄、辣椒、苋菜、茶、柑橘、梨、苹果、银杏以及松柏类等。

(二) 类似种子的干果 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（小麦及玉米等为典型的颖果，而水稻与皮大麦果实外部包有稃壳，在植物学上称为假果）；向日葵、荞麦、大麻、苕麻的瘦果；伞形科（如胡萝卜和芹菜）的分果；山毛榉科（如板栗和麻栎）和藜科（如甜菜和菠菜）的坚果；黄花苜蓿和鸟足豆的荚果以及蔷薇科的内果皮木质化的核果等。在这些干果中，以颖果和瘦果在农业生产上最为重要。这两类果实的内部均含有1颗种子，在外形上和真种子也很类似。所以，往往称之为子实，意为类似种子的果实。禾谷类作物的子实有时也称为谷实，而子实及真种子均可称之为子粒。

(三) 用以繁殖的营养器官 许多根茎类作物具有自然无性繁殖器官，如甘薯和山药（薯蓣）的块根，马铃薯和菊芋的块茎，芋和慈姑的球茎，葱、蒜、洋葱的鳞茎等。另外又如甘蔗和木薯用地上茎繁殖，莲用根茎（藕）、苕麻用吸枝繁殖等。上述这些作物大多亦能开花结实，并且可供播种，但在农业生产上一般均利用其营养器官种植，以发挥其特殊的优越性。一般在进行杂交育种等少数情况下，才直接用种子作为播种材料。

在农业生产上，种子是农业生产循环中的桥梁，每个作物品种所具有的生物学特性和优良性状，都必须通过种子传递给后代。因此，种用作物的种子对每季作物的生长发育、适应环境能力以及产量的高低和产品质量的优劣等，都具有决定性的作用。从遗传育种的角度来说，作为品种资源予以保存以待利用的种子称为种质（germplasm）。通过人类长期的劳动实践，当今世界上已拥有许多种质资源库和大量丰富的种质资源。我国通过广泛的考察、征集和引种，现有各种作物种质资源30万份，这是世界各国人民的共同财富，其良好的保存和利用是育种工作和农业生产持续发展无可取代和必不可少的基础工作。

(四) 植物人工种子 这是指将植物离体培养中产生的胚状体（主要指体细胞胚），并包裹在含有养分和具有保护功能的物质中而形成，在适宜条件下能够发芽出苗，长成正常植株的颗粒体。也可称为合成种子（Synthetic Seeds）、人造种子（Man-made Seeds）或无性种子（Somatic Seeds）。由于人工种子与天然种子非常相似，都是由具有活力的胚胎与具有营养和保护功能的外部构造（相当于胚乳和种皮），而构成适用播种或繁殖的颗粒体，因而得名为人工种子。

由于天然种子的繁殖和生产受到气候季节的限制，并且在遗传上会发生天然杂交和分离现象，而人工种子在本质上属于无性繁殖。因此，具有许多优点：①可用于自然条件下不结实或种子很昂贵的特种植物得以快速繁殖；②繁殖速度快，如用一个体积为12L的发酵罐，可在20多天内生产胡萝卜体细胞胚能制作1000万粒人工种子，可供几十公顷地种植；③可固定杂种优势，使 F_1 代杂交种多代使用等。

第二节 种子学的发展

种子学是一门后起的学科，1876年奥地利科学家Nobbe（诺倍）在德国首次发表了种子科技方面的巨著《种子学手册》，而被推崇为种子学的创始人。在此前后，许多杰出的科学家对种子科学作出了引人注目的贡献，如Nawashin（1898）对被子植物双受精的研究，Sachs（1859，1865，1868，1887）对种子成熟过程中营养物质累积变化的报道，De Vries（1981）揭示后熟与