

全国高等学校农林规划教材

种子生物学

胡 晋 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

全国高等学校农林规划教材

种子生物学

胡 晋 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

内 容 提 要

本教材吸收了国内外种子生物学的基础理论和最新研究进展,结合我国种子科技实践编写而成;内容包括绪论、种子的形态构造和分类、种子的化学成分、种子的形成发育和成熟、种子休眠及其调控、种子萌发、种子活力、种子寿命、种子加工处理生物学基础、种子贮藏生物学基础、顽拗型种子生物学、种子新技术及其研究进展。本教材是一本内容系统、理论完整、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以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

种子生物学/胡晋主编. —北京:高等教育出版社, 2006.5

ISBN 7-04-019504-6

I. 种... II. 胡... III. 种子-生物学-高等学校-教材 IV. Q945.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第049646号

策划编辑 李光跃 责任编辑 张晓晶 封面设计 张楠 责任绘图 朱静
版式设计 王艳红 责任校对 殷然 责任印制 张泽业

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 23.25
字 数 570 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年5月第1版
印 次 2006年5月第1次印刷
定 价 26.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19504-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

编审人员

- | | | |
|-----|----------|----------|
| 主 编 | 胡 晋 | (浙江大学) |
| 副主编 | 王建华 | (中国农业大学) |
| | 胡伟民 | (浙江大学) |
| 编 者 | (姓氏笔画为序) | |
| | 王州飞 | (南京农业大学) |
| | 许如根 | (扬州大学) |
| | 何丽萍 | (云南农业大学) |
| | 宋文坚 | (浙江大学) |
| | 张文明 | (安徽农业大学) |
| | 张红生 | (南京农业大学) |
| | 张志胜 | (华南农业大学) |
| | 姚大年 | (安徽农业大学) |
| | 高荣岐 | (山东农业大学) |
| 主 审 | 颜启传 | (浙江大学) |
| 参 审 | 官春云 | (湖南农业大学) |

前 言

种子生物学是研究植物种子的特征特性和生命活动规律及种子加工处理、贮藏的一门应用学科。种子是最基本的农业生产资料,没有种子就不可能从事农业生产。农业现代化的发展,离不开种子科学技术。种子生物学为植物生产和种子检验、贮藏、处理加工和繁殖生产提供了科学理论基础,因此,种子生物学又是植物生产类专业的一门重要课程。

随着我国农业生产的快速发展,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。希望本教材的出版能为我国农业生产及种子科学和种子事业的发展,为提高我国种子科学的教学、科研水平起一定的作用。

本教材是在长期教学、科研的基础上,参考国内外种子科学领域研究进展和成果编写而成的,是学习和掌握其他种子课程的基础。内容包括绪论、种子的形态构造和分类、种子的化学成分、种子的形成发育和成熟、种子休眠及其调控、种子萌发、种子活力、种子寿命、种子加工处理生物学基础、种子贮藏生物学基础、顽拗型种子生物学、种子新技术及其研究进展等十二章。全书除了阐述种子生物学的基本理论和技术外,还介绍了种子生物学的新进展,如人工种子的研究进展、种子引发研究进展等。书后附有汉英拉专业词汇对照及索引。

参加本书编写的人员及分工如下:第一章由胡晋编写,第二章由宋文坚编写,第三章由王建华编写,第四章由张红生、王州飞编写,第五章由何丽萍编写,第六章由胡伟民编写,第七章由姚大年、张文明、胡晋编写,第八章由高荣岐编写,第九章由宋文坚、胡晋编写,第十章由许如根编写,第十一章由张志胜编写,第十二章由胡晋编写,最后由胡晋进行统稿。

本书可作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。

本书的出版,得到高等教育出版社有关编辑的大力支持和帮助,在此深表谢意。感谢颜启传教授、官春云院士对本书的审阅。对本书所引用的参考文献的作者,在此致以谢意,他们的研究结果丰富了本书的内容。

由于编写时间仓促,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2005年11月18日

于杭州华家池

目 录

第一章 绪论	1	一、糖类	64
第一节 种子的概念	1	二、脂质	67
第二节 种子生物学的内容和任务	3	三、蛋白质	69
第三节 种子生物学的发展	4	第四节 种子的生理活性物质	72
第四节 种子生物学在农业生产中的 作用	6	一、酶	72
思考题	7	二、维生素	73
主要参考文献	7	三、植物激素	74
第二章 种子的形态构造和分类	10	第五节 种子的其他化学成分	77
第一节 种子的一般形态构造	10	一、矿物质	77
一、种子的外表性状	10	二、色素	78
二、种子的基本构造	15	三、种子毒物和特殊化学成分	78
第二节 主要作物种子的形态结构	20	思考题	81
一、主要农作物种子的形态构造	20	主要参考文献	81
二、主要蔬菜作物种子的形态构造	30	第四章 种子的形成发育和成熟	83
三、果树、林木、牧草、花卉等种子的形态 构造	37	第一节 种子形成发育的一般过程	83
第三节 种子的植物学分类	45	一、受精作用	83
一、根据胚乳有无分类	45	二、种子的形成发育	91
二、根据植物形态学分类	45	第二节 几种主要作物种子的形成和 发育	96
思考题	47	一、小麦种子的形成和发育	96
主要参考文献	47	二、水稻种子的形成和发育	98
第三章 种子的化学成分	49	三、棉花种子的形成和发育	98
第一节 种子的主要化学成分及其 分布	49	四、油菜种子的形成和发育	99
一、种子的主要化学成分	49	五、蚕豆种子的形成和发育	99
二、农作物种子主要化学成分	51	第三节 种子发育的异常现象	101
三、影响种子化学成分的因素	53	一、多胚现象	101
第二节 种子水分	56	二、无胚现象	102
一、种子中水分的存在状态	56	三、无融合生殖和无性种子	102
二、种子的临界水分和安全水分	57	第四节 种子的成熟及其调控	104
三、种子的平衡水分	58	一、种子的成熟阶段	104
第三节 种子的营养成分	64	二、种子成熟过程中的变化	106
		三、种子成熟的调控	117
		四、环境条件对种子成熟的影响	121
		思考题	124

主要参考文献	124	三、氧气	172
第五章 种子休眠及其调控	126	四、光	173
第一节 种子休眠的原因和机制	126	五、其他生态因素	174
一、种子休眠的意义	126	思考题	175
二、种子休眠的原因	127	主要参考文献	175
三、种子休眠的机制	133	第七章 种子活力	177
四、种子休眠基因的分子水平研究	136	第一节 种子活力的概念和意义	177
第二节 禾谷类种子的休眠	138	一、种子活力问题的提出及发展过程	177
一、休眠原因及休眠的起始	138	二、种子活力的概念	180
二、休眠期及其影响因素	139	三、种子活力的重要意义	181
第三节 豆类种子的休眠	140	第二节 种子活力的生物学基础	183
一、硬实的生物学意义及分布	140	一、影响种子活力的因素	183
二、硬实发生的原因及相关因素	140	二、种子活力与种子劣变的关系	187
第四节 其他种子的休眠	142	第三节 种子活力测定原理及方法	189
一、棉花	142	一、种子活力测定方法的分类和选用	189
二、油菜	143	二、发芽试验测定	190
三、向日葵	143	三、逆境试验测定	192
四、甜菜	143	四、生理生化测定	198
五、蔬菜类	143	五、种子活力测定技术的发展趋向	202
六、观赏植物类	144	思考题	203
七、药用植物类	145	主要参考文献	203
第五节 种子休眠的调控	147	第八章 种子寿命	206
一、延长种子休眠期	147	第一节 种子寿命及其差异性	206
二、缩短和解除种子休眠	147	一、种子寿命的概念	206
思考题	150	二、种子寿命的差异	209
主要参考文献	151	第二节 种子寿命的影响因素	210
第六章 种子萌发	154	一、影响种子寿命的内在因素	210
第一节 种子萌发的过程	154	二、影响种子寿命的环境条件	212
一、吸胀	154	第三节 种子衰老及其机制	215
二、萌动	155	一、种子衰老概念	215
三、发芽	156	二、种子衰老的形态特征	216
四、成苗	156	三、种子衰老的生理生化变化	216
第二节 种子萌发的生理生化变化	158	第四节 陈种子的利用	221
一、种子萌发过程中的代谢特点	158	一、陈种子利用的现实意义	221
二、种子萌发过程中主要贮藏物质的 转化利用	160	二、陈种子利用中应注意的问题	222
三、呼吸作用和能量代谢	165	第五节 种子寿命的预测	222
第三节 种子萌发的生态条件	169	一、利用对数直线回归方程式及其 列线图预测种子寿命	222
一、水分	169	二、修正后的种子寿命预测方程及其 列线图	226
二、温度	170		

思考题	231	一、通风的目的	294
主要参考文献	231	二、通风的方式和原则	295
第九章 种子加工处理生物学		第五节 种子耐藏性的预测	295
基础	234	一、加速老化方法	295
第一节 种子的吸附性和吸湿性	234	二、预测效果	296
一、吸附性	234	思考题	296
二、吸湿性	235	主要参考文献	296
第二节 种子清选原理	236	第十一章 顽拗型种子生物学	299
一、种子清选的含义和目的意义	236	第一节 顽拗型种子研究意义和	
二、种子清选的原理	237	鉴定	299
第三节 种子干燥原理	245	一、顽拗型种子的含义	299
一、种子干燥特性	245	二、顽拗型种子研究的意义	299
二、种子干燥原理和过程	249	三、顽拗型种子的鉴定	300
三、种子干燥方法	250	第二节 顽拗型种子的生物学特性	300
第四节 种子处理	257	一、干燥脱水易损伤	300
一、吸湿-回干	257	二、易遭冷害和冻害	302
二、有机溶剂渗透	258	三、寿命短,不耐贮藏	302
三、生长调节剂处理	258	四、属大型和大粒种子	302
四、物理因素处理	260	五、多属于热带植物	303
五、药剂处理	261	第三节 顽拗型种子的贮藏特性和	
六、种子包衣	268	方法	303
思考题	272	一、顽拗型种子的贮藏特性	303
主要参考文献	273	二、贮藏顽拗型种子的关键措施	304
第十章 种子贮藏生物学基础	276	三、顽拗型种子的贮藏方法	305
第一节 种子的呼吸作用	276	四、重要作物顽拗型种子的贮藏	308
一、种子呼吸概念和部位	276	第四节 顽拗型种子的种类	313
二、种子呼吸的性质	277	一、低度顽拗型种子	313
三、种子的呼吸强度和呼吸系数	278	二、中度顽拗型种子	314
四、影响种子呼吸强度的因素	278	三、高度顽拗型种子	314
五、呼吸与种子贮藏的关系	283	思考题	315
第二节 种子的后熟作用	284	主要参考文献	315
一、种子的后熟	284	第十二章 种子新技术及其研究	
二、种子后熟期间的生理生化变化	285	进展	316
三、影响后熟的因素	285	第一节 种子引发及其研究进展	316
四、后熟与种子贮藏的关系	286	一、种子引发概念	316
第三节 种子贮藏期间的变化	287	二、种子引发的机制和效应	316
一、种子温度和水分变化	287	三、种子引发方法及技术	317
二、种子的结露	289	第二节 种子超干贮藏研究进展	320
三、种子的发热	292	一、种子超干贮藏概念和意义	320
第四节 种子贮藏期间的通风	294	二、种子超干贮藏的研究概况	321

三、种子超干贮藏理论基础和原理	322
四、种子超干贮藏的技术关键	322
第三节 种子超低温贮藏研究进展	322
一、种子超低温贮藏的概念和意义	322
二、不同种类种子对液氮低温反应的 差异	323
三、种子超低温贮藏的技术关键	325
第四节 植物人工种子研究进展	326
一、植物人工种子的概念和优点	326
二、植物人工种子的制备方法与技术 要求	327
三、植物人工种子技术存在的问题	330
四、植物人工种子的应用前景	331
第五节 种子生活力和活力非破坏性 测定研究	331
一、非破坏性测定种子生活力和活力的	

意义	331
二、非破坏性测定种子生活力和活力的 方法	331
第六节 顽拗型种子研究进展	333
一、种子顽拗性的评价	333
二、种子脱水敏感性/耐性的机制	333
三、顽拗型种子的贮藏	338
第七节 种子认证历史和发展	338
一、种子认证概述	338
二、种子认证方案	340
三、种子认证程序	343
思考题	345
主要参考文献	345
汉英拉专业词汇对照及索引	350

第一章

绪 论

种子是最基本的农业生产资料,没有种子就不可能从事农业生产。种子还为人类和动物提供了不可缺少的食物。地球上的植物种类有50多万种,其中种子植物占半数以上。种子植物中,绝大部分是被子植物,裸子植物仅有700余种。因此,种子植物基本上可以被子植物为代表。种子的这种繁殖器官对植物的繁衍和传播具有特殊的优越性,因此能保证种子植物群落在各种不同的生态条件下广泛地分布和长期生存,并不断产生新的种型并增强适应能力,使地球上的植被呈现丰富的多样性。

种子植物在地球上的出现,可认为是植物进化史上一大飞跃,同时也加速了动物界的进化和发展过程,以至对人类社会文明的发展起了明显的推动作用。没有种子,就不可能有栽培植物;没有种子,农业就不会发展;没有农业的发展,也就不可能产生工业,不可能产生城市。古代劳动人民在长期生产实践过程中探索到种子作为繁殖器官的奥秘,并掌握其特性,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。随着现代科学技术的发展,科学家通过生物工程技术,育成许多具有特殊性状的品种,创造了大量新类型的种子,同时也对种子的寿命、休眠、成熟、萌发、贮藏以及处理等方面有了深入的了解和研究,极大地推进了种子生物学的发展。

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、处理种子方面,积累了丰富的经验。毫无疑问,我国古代光辉灿烂的文化,是与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 种子的概念

种子在植物学上是指由胚珠(ovule)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种子概念广泛得多。凡是农业生产上可直接利用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,笼统称为种子。目前世界各国所栽培的作物,包括农作物、园艺植物、牧草和森林树木等种类,播种材料种类繁多,大体上可分为三大类和人工种子。

(一) 真正的种子

这一大类系植物学上所指的种子,简称真种子。它们都是由母株花器中的胚珠发育而来,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) 类似种子的果实

这一大类在植物学上称为果实(fruit),大部分为小型的干果。其内部含有一颗或几颗种子,而外部则由子房壁发育而成的果皮(pericarp)包围着,在某些植物中果皮的外面还附有花器的其他部分发育而来的稃壳或苞片、花萼等附属物。一些作物的干果,成熟后往往不开裂,可以直接作为播种材料。主要包括以下几种。

1. 颖果

禾本科作物所产生的种子都属于这一种,子房(ovary)一室,含种子一粒,在种子外部包有薄薄的果皮,和种皮密接在一起,不易分离,如小麦、玉米等。颖果有时在果皮外部还包有稃壳,如水稻和大麦等,这类带有稃壳的颖果在植物学上称为假果(pseudocarpic fruit)。

2. 瘦果

这种干果的内部也含有一粒种子,但果皮和种皮容易分离,包括许多不同科的农作物种子,如荞麦、大麻、向日葵、苎麻和葛苳等。

3. 其他

主要有伞形科(如胡萝卜、芹菜和茴香)的分果(schizocarp),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(如桃、李、枣、胡桃和椰子)等。此外,有些木本植物的翅果也直接用子播种。

在这些果实中,以颖果和瘦果(achene)在农业生产上最为重要。这两类果实的内部均含有一颗种子,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) 营养器官

这一大类主要包括根茎类作物用于繁殖的自然无性繁殖器官,如甘薯和山药(薯蕷)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)、苎麻用吸枝繁殖等。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 余万份,这是世界各国人民的共同财富,对其良好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本条件。

(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)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)。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,并适用于播种或繁殖,因而得名为人工种子。

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,因此人工种子具有许多优点:①使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。据报道,如用一个体积为12 L的发酵罐,在20多天内生产的胡萝卜体细胞胚能制作1 000万粒人工种子,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。

第二节 种子生物学的内容和任务

种子生物学是研究植物种子的特征特性和生命活动规律及种子加工处理、贮藏的一门应用科学。从狭义而言,种子生物学是从生物学观点阐明植物种子各种生命现象的变化及其与环境条件的联系,从基础理论方面加深对种子的认识。内容包括种子形态特征、种子化学成分、种子生理生化、种子成熟、休眠、种子发芽、种子寿命和种子活力等内容。广义而言,种子生物学除上述内容外,还包括种子的应用技术,将种子科学理论与农业实践紧密联系起来。还包括种子处理加工(清选、干燥、处理和包衣)、种子贮藏等生物学基本原理内容。

观察各种类型种子的各部分形态特征,可为种子清选、干燥、贮藏、鉴定、检验分级以及播种前的预措等生产环节,提供技术保证与理论根据。深入了解种子休眠、后熟和发芽生理特点,不但是做好种子检验(seed testing)工作的理论基础,同时在生产实践上对保证农作物全苗、齐苗、壮苗和实现大面积平衡高产也有重大意义。研究种子的化学组成和呼吸生理,对种子的合理贮藏、加工及综合利用,延长种子寿命,保存品种资源和选育优良品种,提高营养价值及食用、工艺品质等方面均具指导作用。因此,种子生物学既是植物生产类专业的一门重要专业基础课,又是一门直接为农业生产服务的课程。

种子生物学的主要任务是为植物生产和种子检验、种子贮藏、种子处理加工和种子繁殖生产提供科学理论依据,以最大限度地提高作物生产及种子生产的产量和质量。

具体说,种子生物学的任务主要可归纳为以下几方面:

①根据种子生理生化特性和遗传机制与生态关系,阐明各种作物种子形成、发育、成熟、休眠及萌发特性和激素调控机制,从而为作物生产和种子生产提供有效的调控管理技术措施。

②根据种子的形态特征、化学成分、水分特性、呼吸代谢和活力特性,为种子的合理和安全加工技术提供理论依据和实用技术;并为种子利用提供营养价值及加工工艺的参考依据。

③根据种子的形态结构、理化特性、生命活动和寿命的特点,阐明其贮藏特性,制定出种子合理、安全的包装和贮藏管理措施。

④根据种子是有生命的生物有机体和作为播种材料的特性,制定合理的管理措施,确保全面利用优良品种的优质种子,推动农业现代化和农业可持续发展。

种子生物学的理论是建立在其他自然科学的基础上的独立科学体系,如以植物学(包括形态、解剖、分类、生理生态及胚胎等)、化学(主要是有机化学和生物化学)、物理学、生物统计学以

及遗传学、分子遗传学、种子病理学、农业昆虫学和微生物学等作为基础。因此,为了很好理解和掌握种子生物学课程的内容,充分发挥它在农业生产上的指导作用,必须首先掌握各门基础课的知识;另一方面,种子生物学的理论知识又是许多其他学科的重要理论基础,因此它可以在广阔的范围内为农业和工业生产服务。近年来,随着自然科学的迅速发展,与农业生产技术的不断进步,种子科学的内容和涉及的范围愈来愈广,但种子科学的中心问题一般都与种子生物学有关,因此,种子生物学可视为种子科学的核心,是其他种子课程的基础。种子生物学与其他学科之间的关系可以用图 1-1 表示。

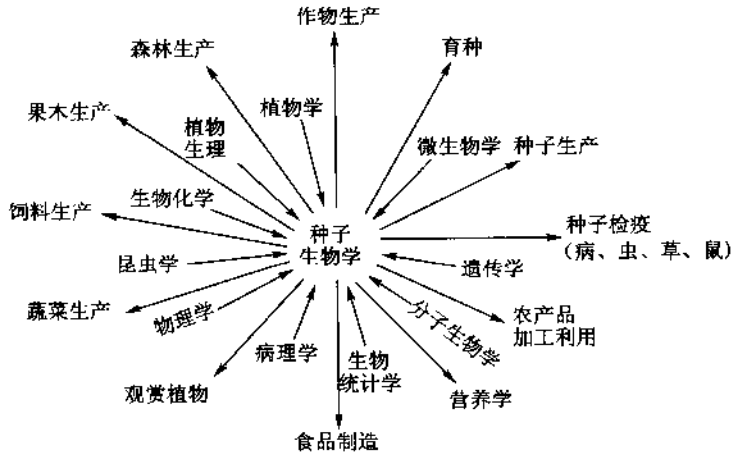


图 1-1 种子生物学与其他学科的关系

第三节 种子生物学的发展

种子生物学源自种子学。种子学是一门后起的学科。19 世纪初叶,欧洲各国的自然科学加速发展,在生物学、农学、森林学和畜牧学等飞跃发展的基础上,农作物种子的科技知识亦相应不断累积,日趋完善。从事这方面研究的学者和发表的著作亦随之猛增。其中最早一部关于种子的专著是 Gaertner 父子(1788—1805)用拉丁文编写的《植物的果实与种子》一书,对果实和种子的形态方面的研究做出了历史性的贡献。稍后,德国 Friedrich Nobbe 教授于 1869 年在德国 Tharandt 创办了世界上第一所作物种子实验室,开展种子形态解剖和生理等方面的研究工作(叶常丰,戴心维,1994)。他归纳了前人的工作成就和总结了他本人多年的研究成果编成种子科技方面的空前巨著《种子学手册》(Handbuch der Samenkunde)。该书于 1876 年在德国出版,被公认为当时种子文献中的权威著作,被种子科技界作为鉴定种子品质的依据和标准达 50 多年之久。自该书出版后,种子学开始以一门新兴学科的面貌出现在生物科学和农学的领域中,因而以后的植物学家一致推崇 Nobbe 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做出了引人注目的贡献,如 Detmer(1880)出版了《种子萌发的比较生理学》,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(1891)揭示后熟与温度的关系,

Haberlandt (1874) 等对种子寿命的长期研究, 以及一些作者关于种子发芽的许多有价值的报道, 其代表人物如 Wiesner (1894, 关于萌发抑制物质)、Gieslar (1883, 关于光对发芽的影响和光谱的作用) 及 Kinzel (1907, 关于光对发芽的作用) 和 Sachs (1860, 1862, 1887, 关于发芽温度和发芽生物学) 等。

20 世纪是种子科学迅猛发展并推动世界各国种子工作及农业生产前进的重要时期。1931 年 ISTA (国际种子检验协会) 颁发了世界第一部国际种子检验规程, 促进了国际种子的贸易和交流, 1934 年日本科学家近藤万太郎的《农林种子学》问世, 对种子界的影响很大。

在 20 世纪中叶, 种子科学方面突破性的发现及重要著作不少, 如 Borthwith 等 (1952) 对光敏色素的报道, 美国 Crocker 和 Barton (1957) 的《种子生理学》, 被认为是现代种子生理学的第一部权威性论著。苏联科学家柯兹米娜的《种子学》(1960), 什马尔科的《种子贮藏原理》(1957), 我国叶常丰等的《种子学》(1961) 及《种子贮藏与检验》(1961), 都对种子生物学的发展做出了贡献。20 世纪 60—80 年代, 种子生理方面的研究取得了许多成就, 如光敏色素的发现, 种子休眠的内源激素学说和呼吸代谢途径学说, 赤霉素和壳梭孢素对种子萌发生理的独特效应, 以及种子“渗调”技术和其他各种处理和播种的新技术等。《种子生物学》(Kozlowski, 1972)、《种子休眠与萌发的生理生化》(Khan, 1978) 以及《种子萌发的生理生化》(Bewley 和 Black, 1982) 等专著对种子生物学以及种子生理学各个方面的进展和成就, 特别是 20 世纪 60 年代以来取得的突破和进展进行了全面的反映。傅家瑞的《种子生理》(1985)、郑光华等的《实用种子生理学》(1990) 和《种子活力》(1991)、毕辛华和戴心维主编的《种子学》(1993)、颜启传主编的《种子学》(2001) 等著作对我国种子科学和种子生物学的普及和发展起了积极的作用。

近年来随着科学技术的快速发展, 种子科学的发展也达到了更高的阶段, 在休眠、萌发的生理生态及机制, 种子生命活动及劣变过程中的亚细胞结构变化和分子生物学, 种子活力的分子基础, 种子代谢和发育, 顽拗型种子的特性, 种子寿命的预测及种质资源保存等方面的研究均达到了一定的深度。许多种子科学家已为世界各国所熟知, 若干研究机构已成为对种子科学尤其是种子生物学的发展具有突出贡献并具较大影响力的单位。如英国的 Reading 大学农学系、英国皇家植物园, 美国马里兰州贝尔茨维尔的国家种子研究实验室、康奈尔大学的作物与土壤科学系和园艺系、俄亥俄州立大学农学系、柯林斯堡的国家种子贮藏实验室、艾奥瓦州立大学种子科学中心、加州大学戴维斯分校种子生物技术中心, 丹麦 Wageningen 大学种子科学中心, 以色列希伯来大学, 巴黎第六大学植物生理与应用实验室, 德国 Hohenheim 大学农学系, 加拿大卡尔加里大学生物系的植物生理研究组, 马来西亚的马来大学农学系等。国际种子检验协会 (ISTA)、美国官方种子分析家协会 (AOSA) 和国际植物遗传资源研究所 (IPGRI) 对推动世界各国种子科技和种子生物学的发展也都发挥了极为重要的作用。

我国是一个农业古国, 又是世界上最大的植物起源中心之一, 我们的祖先通过长期的辛勤劳动, 在播种、收获和保藏、处理种子方面, 积累了丰富的经验和知识。我国最早的古农书, 汉朝的《汜胜之书》是公元前 1 世纪对当时农业生产的经验总结, 在书中记有麦、豆等种子发育成熟过程以及采收、贮藏、播前处理。例如, “麦种候熟可获, 择穗大疆者, 斩、束、立场中之高燥处, 曝使极燥”。关于麦种的虫害防治则采用“取干艾杂藏之, 麦一石, 艾一把, 藏以瓦器竹器”。说明我国古人在 2 000 多年以前就已创造了药物保存种子和防病灭虫的方法。该书“漉种篇”还记述将种子裹上粪肥以作种肥之用, 可看成目前广泛应用的种子“丸化”技术的萌芽。公元 6 世纪 30

年代,北魏的《齐民要术》中关于作物采种、留种技术及保藏种子的方法都有十分宝贵的记载。《齐民要术》中对于防虫则采用日晒后趁热入仓,即“窖麦法,必须日晒令干,及热埋之”。这个方法经过20世纪50年代全国科研与粮食保管单位共同验证,它不但防治虫害,而且有利于保持种用和食用品质,对于保管小麦作物尤为适宜,至今仍在应用。对保藏种子的适宜条件也有所记述,例如当时已知板栗不耐干燥,需湿沙混藏,并且要防冻。“栗:初熟,出壳,即于屋里埋著湿土中。埋必须深,勿令冻澈。若路远者,以韦(皮革)囊盛之。停二日以上,见乃日者,则不复生矣;至春二月,悉芽生而种之。”实际上已提出了顽拗型种子的贮藏问题。总结农业生产、记载有关种子技术的书籍,我国历代都有,比较著名的如唐代的《四时纂要》、元代的《农桑衣食撮要》、明代的《农政全书》等。可见我国古代早就将有关种子方面的知识作为农业生产知识的重要内容。

新中国成立前,种子工作已经起步,在种子生理方面的研究已有报道,在种子检验和贮藏等方面摸索到了一些经验。中华人民共和国成立以后,种子工作迅速发展,对我国种子学的学科建立、科研发展和理论传播提出了迫切的要求,我国的科学家和广大种子工作者在科研和生产实践中累积了许多资料,为学科的建立、发展和完善奠定了基础。自20世纪50年代以来,由叶常丰先生领导的原浙江农业大学种子教研室对主要禾谷类作物和油菜种子的休眠萌发生理、贮藏特性及品种鉴定进行了系统的研究,尤其近年来,紧密结合农业生产实际,研究了杂交稻种子穗萌机制,并发明了“九二〇”增效剂、抗穗萌剂和“克黑净”等提高杂交水稻种子产量和质量的药剂,在世界上首次应用液氮保存完整顽拗型茶籽获得成功并长成植株,液氮保存杂交水稻花粉获得成功。浙江农大合并进入浙江大学后,在种子引发、种子包衣技术、品种生化标记鉴定技术、种子活力、种子逆境萌发的生理代谢以及计算机在种子检验上应用等方面又有较深入的研究,沙引发技术和油菜包衣技术获得国家发明专利,对推动种子科学的发展,具有较大的理论与实践意义。中国科学院北京植物园的郑光华等在研究休眠类型、破除休眠促进萌发、逆境发芽生理、活力的测定方法以及大豆种子超干贮藏等方面进行了广泛的研究,获得了丰硕的科研成果。此外,中山大学生物系的傅家瑞等对一些顽拗型种子和农作物种子的萌发生理、种子活力和贮藏生理的研究,赵同芳在上海植物生理研究所对稻麦种子的贮藏休眠生理、抗菌剂“401”保持贮藏种子品质和防止穗发芽等方面的研究,上海植物生理研究所唐锡华等在胚胎发育生物学方面的系列研究,都为丰富种子科学的宝库做出了较大的贡献。

我国的种子学课程于1953年在浙江农学院(原浙江农业大学前身)创设,作为种子研究生的一门重点课程,1955年开始作为该校农学专业本科生的必修课。叶常丰是这门课程的创始人。由于我国种子工作发展的需要,他主编的种子科学方面的教材(《种子学》1961年出版,1980年修订;《种子贮藏与检验》1961年出版;《作物种子学》1981年出版)成为当时全国种子工作者的必需参考书和在职进修干部的课本,20世纪70年代种子学课程被规定为全国农业院校农学专业学生的必修课。随着种子科学的发展,种子生物学课程应运而生。相信随着种子生物学课程的普遍设置与发展,将对推进我国的种子工作和农业生产发挥重要的作用。

第四节 种子生物学在农业生产中的作用

种子是活的生产资料。高质量的种子是农业增产的关键因素。众所周知,生产上的良种是指优良品种的优质种子,而优质的种子必须是纯净一致,饱满完整,健康无病虫,活力强,要做到

这些,就要在种子检验、加工与贮藏上下功夫。

良好的贮藏条件和科学的加工与贮藏管理方法可以延长种子的寿命,提高种子的播种品质,保持种子的活力,为作物的增产打下良好的基础。反之,如果种子贮藏工作没做好,轻则使种子生活力、活力下降,发芽力低到不能作为种用,重则整仓种子发热、霉烂、生虫,不能转商,也不能作为人畜的食用料,给生产上播种带来困难,使经济上遭受重大损失,给农业生产带来巨大损失。而种子检验是确保种子质量的重要环节。通过种子检验,对种子质量作出正确的评价,才能按国家种子分级标准,按质论价,优质高价,劣质低价,还可防止伪劣种子进入市场,保护国家和农民的利益,而且对质量欠好的种子,可针对检验结果所发现的问题,提出处理意见,采用适当的处理措施,改善和提高种子质量。通过种子检验,掌握种子水分、杂质和病虫等情况,就可根据贮藏和仓库条件,或运输途经路线和目的地的气候条件等因素,制定科学、安全的贮藏措施和运输方法。而种子生物学是以上这些工作的基础,为以上工作的开展提供基础理论和技术基础。

1995年,我国提出创建种子工程。实施种子工程的目的是为了加速建设我国现代化种子产业,提高我国良种的综合生产力、推广覆盖率和市场占有率,提高种子的商品质量和科技含量,促进农业和农村经济持续快速健康发展。实施种子工程的目标是建立起适应社会主义市场经济体制的现代化种子产业发展体制和法制管理体制,实现种子生产专业化、育繁推一体化、种子商品化、管理规范化和种子集团企业化。种子工程的主要内容包括新品种选育和引进、种子繁殖和推广、种子加工和包装、种子推广和销售及宏观管理等五个方面,具体包括种质资源收集和利用,新品种选育和引进,品种适应性区域试验,新品种审定和管理,原种繁殖,良种生产,种子加工精选,种子包衣,种子挂牌包装,种子贮藏保管,种子收购销售,种子调拨运输,种子检疫,种子检验和种子管理等内容。

种子生物学能为种子工程提供种子科学的基础理论依据和先进实用技术,为我国的种子产业和农业发展发挥重要的作用。

思考题

1. 农业种子应该包括哪些类型?
2. 种子生物学在农业生产上有何作用?
3. 种子生物学包含哪些内容?

主要参考文献

- 1 毕辛华,戴心维.种子学.北京:农业出版社,1993
- 2 傅家瑞.种子生理.北京:科学出版社,1985
- 3 高荣岐,张春庆.种子生物学.北京:中国科学技术出版社,2002
- 4 韩建国.实用牧草种子学.北京:中国农业出版社,1997
- 5 胡晋.农作物种子繁育员.北京:中国农业出版社,2004
- 6 胡晋.现代种子经营和管理.北京:中国农业出版社,2004