

内 容 简 介

本书较系统而全面地介绍了作物种子的基础知识、种子贮藏和种子检验的理论及技术。全书分为种子的形态和构造、化学成分、休眠、萌发、呼吸与寿命、物理性、清选和干燥、贮藏技术、品种纯度检验和播种品质检验等十一章。书中收集了国内外研究成果和科技资料。

本书可作为农业院校和种子训练班的教材，以及种子工作人员的参考书。

2015/01

作物种子学

浙江农业大学种子教研组编

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本850×1168 1/32 印张：9 字数：220,000

1981年10月第 一 版

1982年6月第二次印刷

印数：10,001—15,000

统一书号：16221·24

定 价：1.20 元

责任编辑：江莉莉

封面设计：李其良

目 录

| | |
|---------------------------|--------|
| 绪论 | (1) |
| 一、种子的涵义 | (2) |
| 二、作物种子学的内容和任务 | (3) |
| 第一章 种子的形态和构造 | (6) |
| 第一节 种子的植物学分类 | (6) |
| 一、根据胚乳有无分类 | (6) |
| 二、根据植物形态学分类 | (7) |
| 第二节 主要作物种子的形态、构造和解剖 | (9) |
| 第二章 种子的化学成分 | (24) |
| 第一节 种子的主要化学成分及其分布 | (24) |
| 一、种子的主要化学成分 | (24) |
| 二、农作物种子化学成分的分佈 | (26) |
| 第二节 种子水分 | (27) |
| 一、种子中水分的状态 | (27) |
| 二、种子的平衡水分及其影响因素 | (29) |
| 第三节 种子的营养成分 | (32) |
| 一、糖类 | (32) |
| 二、脂类 | (33) |
| 三、蛋白质 | (38) |
| 第四节 其他化学成分 | (40) |
| 一、维生素 | (40) |
| 二、色素 | (41) |
| 三、矿物质 | (42) |

| | |
|--------------------------|--------|
| 四、特殊化学成分 | (43) |
| 第五节 种子化学成分的影响因素 | (44) |
| 一、环境条件对粉质种子化学成分的影响 | (45) |
| 二、环境条件对油质种子化学成分的影响 | (46) |
| 第三章 种子的休眠 | (49) |
| 第一节 种子休眠的原因 | (49) |
| 一、种子休眠的意义 | (49) |
| 二、种子休眠的原因 | (50) |
| 第二节 禾谷类种子的休眠 | (52) |
| 一、禾谷类种子的休眠期 | (52) |
| 二、禾谷类种子休眠的原因 | (55) |
| 第三节 棉花、油菜种子的休眠 | (56) |
| 第四节 硬实 | (57) |
| 一、硬实的分布 | (57) |
| 二、硬实发生的原因及有关因素 | (59) |
| 第五节 种子休眠的控制 | (60) |
| 第四章 种子的萌发 | (64) |
| 第一节 种子的萌发过程 | (64) |
| 一、吸胀 | (64) |
| 二、萌动 | (67) |
| 三、发芽 | (68) |
| 第二节 种子萌发期间的生物化学变化 | (73) |
| 一、种子萌发过程的代谢特点 | (73) |
| 二、主要贮藏物质的转化 | (74) |
| 三、萌发的能量 | (77) |
| 第三节 种子萌发的生理条件 | (78) |
| 一、种子的休眠 | (78) |
| 二、种子的新陈度 | (79) |
| 三、种子的饱满度 | (79) |

| | | |
|-----|-----------------------|---------|
| 第四节 | 种子萌发的生态条件 | (80) |
| 第五节 | 主要农作物和杂草种子的萌发特性 | (85) |
| 第五章 | 种子的呼吸与寿命 | (91) |
| 第一节 | 种子的呼吸 | (91) |
| 一、 | 种子呼吸的基本概念 | (91) |
| 二、 | 种子呼吸的性质 | (92) |
| 第二节 | 影响种子呼吸强度的因素 | (93) |
| 第三节 | 种子的寿命 | (100) |
| 一、 | 种子寿命的基本概念 | (100) |
| 二、 | 种子寿命的差异 | (101) |
| 三、 | 种子衰老和死亡过程中的变化 | (102) |
| 第四节 | 延长种子寿命的技术措施 | (103) |
| 第五节 | 陈种子的利用 | (105) |
| 第六节 | 种子寿命的预测 | (106) |
| 一、 | 应用对数直线回归方程式预测 | (107) |
| 二、 | 应用种子生活力列线图查算 | (108) |
| 第六章 | 种子的物理性 | (111) |
| 第一节 | 容重和比重 | (112) |
| 第二节 | 密度和孔隙度 | (116) |
| 第三节 | 散落性和自动分级 | (118) |
| 第四节 | 导热性和热容量 | (125) |
| 第五节 | 吸附性和吸湿性 | (129) |
| 第七章 | 种子的清选和干燥 | (133) |
| 第一节 | 种子清选的原理 | (133) |
| 第二节 | 种子的清选机械和方法 | (141) |
| 一、 | 淌筛 | (141) |
| 二、 | 固定式振动筛 | (142) |
| 三、 | 除杂除稗振动筛 | (143) |

| | |
|---------------------------|-------|
| 四、5XZ-1.0型重力式种子精选机 | (144) |
| 五、5XF-1.3 A型种子复式精选机 | (145) |
| 第三节 种子干燥原理 | (148) |
| 一、种子干燥的基本原理 | (148) |
| 二、影响种子干燥的内在因素 | (150) |
| 第四节 种子干燥的方法 | (151) |
| 一、自然干燥法 | (151) |
| 二、人工机械干燥法 | (152) |
| 第八章 种子贮藏技术..... | (157) |
| 第一节 种子的贮藏条件 | (157) |
| 第二节 种子仓库及其设备 | (160) |
| 一、仓地选择及建仓标准 | (160) |
| 二、仓库设备 | (165) |
| 第三节 种子入库前的准备 | (168) |
| 一、种子入库的标准与分批 | (168) |
| 二、清仓和消毒 | (169) |
| 第四节 种子的入库..... | (171) |
| 一、袋装堆放 | (171) |
| 二、散装堆放 | (173) |
| 第五节 种子贮藏期间的管理 | (174) |
| 一、种子温度和水分的变化 | (174) |
| 二、种子的发热 | (175) |
| 三、合理通风 | (177) |
| 四、管理制度 | (178) |
| 第六节 主要农作物种子的贮藏方法..... | (180) |
| 一、水稻种子的贮藏方法 | (180) |
| 二、小麦种子的贮藏方法 | (185) |
| 三、油菜种子的贮藏方法 | (188) |
| 四、棉花种子的贮藏方法 | (190) |

| | |
|------------------------|-------|
| 第九章 种子检验与种子标准化 | (192) |
| 第一节 种子检验的含义和内容 | (192) |
| 第二节 种子标准化的含义和内容 | (195) |
| 第三节 种子检验的方法步骤与程序 | (197) |
| 第十章 品种纯度检验 | (200) |
| 第一节 品种纯度检验的意义与内容 | (200) |
| 第二节 鉴别品种的主要性状 | (201) |
| 第三节 品种纯度田间检验 | (212) |
| 一、田间检验时期 | (212) |
| 二、田间检验方法 | (213) |
| 第四节 品种纯度室内检验 | (217) |
| 一、种子形态鉴定 | (217) |
| 二、种苗形态鉴定 | (218) |
| 三、化学鉴定 | (219) |
| 四、物理鉴定 | (221) |
| 五、解剖鉴定 | (222) |
| 六、田间小区种植试验 | (223) |
| 第十一章 种子播种品质的检验 | (225) |
| 第一节 扦样 | (225) |
| 一、扦样前的准备 | (226) |
| 二、扦取小样的方法 | (226) |
| 三、原始样品的配制 | (230) |
| 四、平均样品的配制 | (230) |
| 第二节 种子净度测定 | (234) |
| 一、好种子与废种子、杂质的区分 | (234) |
| 二、种子净度测定方法 | (236) |
| 第三节 种子发芽试验 | (243) |
| 一、发芽试验的设备 | (243) |

| | |
|----------------------|---------|
| 二、发芽试验方法 | (248) |
| 三、幼苗鉴定和结果计算 | (253) |
| 第四节 种子生活力测定 | (254) |
| 一、物理机械法 | (255) |
| 二、化学药剂处理法 | (258) |
| 三、生物化学法 | (260) |
| 第五节 种子水分测定 | (267) |
| 一、电烘箱测定法 | (267) |
| 二、隧道式快速烘箱测定法 | (271) |
| 三、电子仪水分测定法 | (272) |
| 第六节 种子千粒重和容重测定 | (275) |
| 一、种子千粒重测定方法 | (275) |
| 二、种子容重测定方法 | (279) |

绪 论

种子是整个植物界从低等的菌藻植物到高等的被子植物经过亿万年进化过程的产物。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，被子植物却占了99.5%以上。因此，种子植物基本上可以被子植物为代表，而被子植物在地球上的出现，是植物界发展过程中一个巨大的飞跃。由于种子这种繁殖器官对植物种类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。由喜温到耐寒，由耐湿到抗旱，由木本到草本，由多年生到一、二年生，形成了植物界的空前昌盛时期。

种子在地球上出现，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提高也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，建立和丰富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。

我国是一个农业古国。我们的祖先通过长期的辛勤劳动，在播种、收获和保藏作物种子方面，积累了丰富的经验。例如，在《汜胜之书》的收种篇中记述：“取麦种，候熟可获，择穗彊者斩束立场中之高燥处，曝之极燥，无令有白鱼，有辄扬治。取干艾杂藏之，麦一石，艾一把，藏以瓦器竹器；顺时种之，则收常倍。”概括了作物种子采收与贮藏的技术要点。毫无疑问，我国

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农业分不开的。

一、种子的涵义

种子在植物学上是指种子植物从胚珠发育而成的繁殖器官，一般须经过有性过程。从植物界世代交替的生理现象来看，种子植物具有很大的特点，即通常所见的植物体，从数厘米高的杂草以至数十米高的林木都属于孢子体世代（无性世代）；而配子体世代（有性世代）则隐藏在花器中，为肉眼所不易见，且其发育持续时间，一般都非常短促。种子通常须经配子体所产生的雌雄配子的融合作用而形成，是有性过程的产物；但就种子本身而言，则已经是一个非常幼嫩的新孢子体，它将亲代的遗传特性传递给后代，起了承先启后的桥梁作用。

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被利用作为播种材料的植物器官都称为种子。严格地说，为了与植物学上的种子有所区别，应称为“农业种子”；但在习惯上，农业工作者为了简便起见，都笼统称为种子。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，大体上可分为以下三大类。

（一）真种子

包括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（及十字花科中的各种蔬菜）、黄麻、亚麻、蓖麻、烟草、胡麻（芝麻）、瓜类、茄子、番茄、辣椒、苋菜、茶、柑桔、梨、苹果、银杏以及松柏类等。

（二）类似种子的干果

包括某些作物的干果，成熟后不开裂，可直接作为播种材

料。如禾本科作物的颖果（小麦及玉米等为典型颖果，而水稻与皮大麦因外部还包着稃壳，在植物学上称为假果）；荞麦、大麻、苧麻以及菊科植物（如向日葵和除虫菊等）的瘦果；伞形科植物（如胡萝卜和芹菜等）的双悬果；山毛榉科植物（如麻栎和板栗等）和藜科植物（如甜菜和菠菜等）的坚果；黄花苜蓿和乌足豆的荚果；此外还包括蔷薇科植物带有木质化内果皮的核果等，其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很相类似，所以在作物学上往往称为“子实”。而禾谷类作物的子实有时也称为“谷实”或“谷物”。

（三）根茎类及某些植物的营养器官

包括各种根茎类作物的自然无性繁殖器官，如甘薯和薯蓣（山药）的块根，马铃薯和菊芋的块茎，芋艿和慈菇的球茎，葱和蒜的鳞茎，甘蔗和木薯的地上茎，莲的根茎（藕）以及苧麻的吸枝等。以上这些作物中，大多数亦能开花结子，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，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，才直接利用种子作为播种材料。

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。

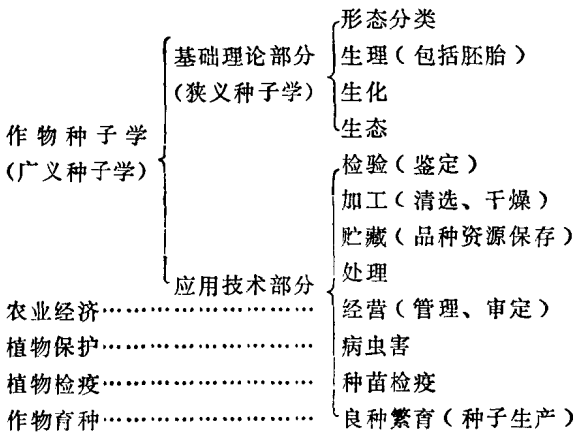
二、作物种子学的内容和任务

作物种子学是研究作物种子的特征、特性和生命活动规律的一门应用科学。狭义说，它是植物学的一个分支，从生物学观

点阐明植物种子各种生命现象的变化和发展规律，从基础理论方面加深对种子的理解。广义而言，除上述内容外，还包括种子的应用技术，将科学理论与农业实践紧密联系起来，以提高生产效率。

作物种子学是以农作物种子为主要对象，主要内容包括基础理论和应用技术的主要环节——种子检验与种子贮藏两个部分。它是农学专业的一门专业基础课，也是一门直接为农业生产服务的应用技术课。

种子学和生物学以及农业方面的其他学科是有密切联系的。它们之间的关系可图示于下。



作物种子学的主要任务，是为农作物种子生产提供科学理论依据和先进技术措施，以提高作物种子的产量和品质。具体说，作物种子学的任务，可归纳为以下几点：

1. 根据作物种子的特征特性(包括细胞组织解剖)，对各种农作物不同类型的种子进行鉴定。
2. 根据规定的标准，应用感官和仪器，对生产上作为播种材料的农作物种子进行检验，以确定其品质的优劣。

3.根据各种农作物种子的化学成分，确定其贮藏特性与工艺品质，从而评定其使用价值。

4.根据作物种子的生理特性与生态关系，揭示其生命活动的基本规律，从而在实践上对作物育种与栽培提供有效的控制途径。

5.根据种子对各种处理方法的反应，确定其使用的步骤和范围。

6.根据种子的生理生化特点与物理性质，确定在加工和贮藏上的合理技术措施。

总之，作物种子学是一门比较年青的学科，它的理论是建立在其他自然科学的基础上的，如植物学（包括形态，解剖，分类，生理生态，胚胎等），生物化学，物理学，生物统计学以及遗传学，微生物学等。因此，为了很好掌握作物种子学这门课的内容，充分发挥它在农业生产上的指导作用，必须同时掌握各门基础课的知识。

第一章 种子的形态和构造

种子的形态构造，是鉴别种和品种的重要依据，同时和清选、分级及安全贮藏有密切关系。同一科属的农作物种子，不但在形态上非常近似，在化学成分上和生理特性方面亦往往有共同之处。因此，种子在形态学上的分类，可以表明农作物种子各个类型的共同特点，对种子的鉴定和利用具有一定参考价值。

第一节 种子的植物学分类

植物学上一般根据胚乳的有无，将种子进行分类，有些种子虽有少量胚乳（或称为胚乳遗迹），如十字花科、锦葵科、豆科的某些属，也都列入无胚乳种子。这种分类有助于对种子的识别、检验和利用，在生产实践中，还应该根据种子的形态特征，进行比较详细的分类。现将两种主要的分类方法介绍于下。

一、根据胚乳有无分类

（一）有胚乳种子

此类种子均具胚乳，根据胚乳和子叶的发达程度以及胚乳组织的来源，又可分为以下三种类型。

1. 内胚乳发达：在有些植物中，胚只占据种子的一小部分，其余大部分为内胚乳。这类植物很多，如禾本科、大戟科、蓼科、茄科、伞形科等植物的种子。

2. 内胚乳和外胚乳同时存在：这类植物很少，如胡椒、姜等。

3. 外胚乳发达：这类植物在胚的形成过程中，消耗了所有的内胚乳，但由珠心层发育而成的外胚乳却被保留了下来，如苋科、藜科等。

(二) 无胚乳种子

在种子发育的过程中，营养物质由内胚乳和珠心转移到子叶中，因此，这类植物种子的胚较大，有发达的子叶，而内胚乳和外胚乳几乎不存在，只有内胚乳及珠心残留下来的1~2层细胞，其余部分完全被成长的胚所吸收。如十字花科、豆科、葫芦科、锦葵科、蔷薇科、菊科等，都属于这一类型。也有植物在种子内毫无胚乳的残留，如眼子菜科（其营养物质集中贮藏在下胚轴内）。

二、根据植物形态学分类

农业种子从植物形态学来看，往往包括种子以外的许多构成部分，而同科植物的种子常常具有共同特点。现根据这些特点，将主要科别的种子归纳为以下五个类型。

(一) 包括果皮及其外部的附属物

禾本科 (Gramineae)：颖果，外部包有稃（即内外颖，有的还包括护颖），植物学上常称为假果，如稻、大麦（有皮大麦）、燕麦、二粒小麦 (*Triflicum dicoccum*)、斯卑尔脱小麦 (*T. spelta*)、莫迦小麦 (*T. macha*)、薏苡、粟、黍稷、蜡烛稗、苏丹草。

藜科 (Chenopodiaceae)：坚果，外部附着花被及苞叶，如甜菜、菠菜。

蓼科 (polygonaceae)：瘦果，花萼不脱落，成翅状或肉质，附着在果实基部，称为宿萼，如荞麦、食用大黄。

(二) 包括果实的全部

禾本科 (Gramineae): 颖果, 如普通小麦、黑麦、玉米、高粱、裸大麦。

棕榈科 (Palmaceae): 核果, 如椰子。

蔷薇科 (Rosaceae): 瘦果, 如草莓。

豆科 (Papilionaceae): 荚果, 如黄花苜蓿 (金花菜)。

大麻科 (Cannabaceae): 瘦果, 如大麻。

荨麻科 (Urticaceae): 瘦果, 如苧麻。

山毛榉科 (Fagaceae): 坚果, 如栗、榉、栎、榭。

伞形科 (Umbelliferae): 悬果, 如胡萝卜、芹菜、茴香、防风、当归、羌萎等。

菊科 (Compositae): 瘦果, 如向日葵、菊芋、除虫菊、苍耳、蒲公英、橡胶草等。

睡莲科 (Nymphaeaceae): 莲。

(三) 包括种子及果实的一部分 (主要是内果皮)

蔷薇科 (Rosaceae): 桃、李、梅、杏、樱桃。

桑科 (Moraceae): 桑、楮。

杨梅科 (Myricaceae): 杨梅。

胡桃科 (Juglandaceae): 胡桃、山核桃。

鼠李科 (Rhamnaceae): 枣。

五加科 (Araliaceae): 人参、五加。

(四) 包括种子的全部

石蒜科 (Amaryllidaceae): 葱、葱头(洋葱)、韭菜、韭葱。

樟科 (Lauraceae): 樟。

山茶科 (Theaceae): 茶、油茶。

椴树科 (Tiliaceae): 黄麻。

锦葵科 (Malvaceae): 棉、洋麻、苘麻。

番瓜树科 (Cariaceae): 番木瓜。

葫芦科 (Cucurbitaceae): 南瓜、冬瓜、西瓜、甜瓜、黄瓜、葫芦、丝瓜。

十字花科 (Cruciferae): 油菜、甘蓝、萝卜、芜菁、芥菜、白菜、大头菜、荠菜。

苋科 (Amaranthaceae): 苋菜。

蔷薇科 (Rosaceae): 苹果、梨、蔷薇。

豆科 (Leguminosae): 大豆、菜豆、绿豆、小豆、花生、刀豆、扁豆、豇豆、蚕豆、豌豆、豆薯、猪屎豆、紫云英、田菁、三叶草、紫苜蓿、苕子、紫穗槐、胡枝子、羽扇豆。

亚麻科 (Linaceae): 亚麻。

芸香科 (Rutaceae): 柑、桔、柚、金桔、柠檬、佛手柑。

无患子科 (Sapindaceae): 龙眼、荔枝、无患子。

漆树科 (Anacardiaceae): 漆树。

大戟科 (Euphorbiaceae): 蓖麻、橡皮树、油桐、乌桕、巴豆、木薯。

葡萄科 (Vitaceae): 葡萄。

柿树科 (Ebenaceae): 柿。

旋花科 (Convolvulaceae): 甘薯、蕹菜。

茄科 (Solanaceae): 茄子、烟草、番茄、辣椒。

胡麻科 (Pedaliaceae): 芝麻。

茜草科 (Rubiaceae): 咖啡、栀子、奎宁。

松科 (Pinaceae): 马尾松、杉、落叶松、赤松、黑松。

(五) 包括种子的主要部分 (种皮的外层已脱去)

公孙树科 (Ginkgoaceae): 银杏。

第二节 主要作物种子的形态、构造和解剖

种子的很多性状可作为鉴别植物种和品种的依据, 如种子的

形状、大小、颜色；种子表面的光滑度，表皮上茸毛的有无、稀密及分布状况；胚和胚乳的部位；种脐的形状、大小、凹凸、颜色及着生部位等。此外，根据某些作物种皮的组织解剖特点，也可以鉴定种子的真实性，如大豆、豌豆的品种间，十字花科的不同种及品种之间，其栅状细胞及柱状细胞的形态有显著差异。因此，在用其他方法难以鉴定真实性的情况下，可以应用解剖学的方法。

现将主要作物种子的形态构造和解剖分述于下。

（一）水稻

稻的子实称稻谷，由米及稃壳两部分构成。稃壳包括护颖及内外稃，护颖是着生在籽粒基部的一对披针形的小片，内外稃各一片包裹着整个籽粒，其顶端称稃尖。在很多品种中，外稃尖端延伸为芒。各品种的护颖、内外稃和芒所具的颜色、特征及稃尖的颜色，可以作为鉴定品种的依据。

糙米为一颗真正的果实，胚部被外稃所包裹。习惯上米胚所在的一侧称腹面，另一侧叫背面（禾本科其他作物的子实恰好相反）；背上有一条纵沟，在米粒两侧又各有两条纵沟，称侧纵沟。纵沟部位与其稃壳上的维管束相对应。

米粒（糙米）由皮层（包括果皮和种皮）、胚乳及胚三部分组成。果皮包括表皮、中层（中果皮）、横细胞和管状细胞；种皮以内是糊粉层，再里面是由淀粉细胞组成的胚乳。表皮由一列细胞组成，中果皮有6~7列细胞，其下的横细胞是两列细长的细胞，内含叶绿粒。管状细胞是一列细长的纵向排列的细胞层，下面紧靠着一层种皮细胞，红米的色素就含在这层细胞内。在种皮的下面还残留着一层薄薄的珠心层的遗迹，细胞不明晰；其下的组织为内胚乳，其外层为糊粉层，包含1~2层大形细胞，其内部充满糊粉粒及脂肪，易和其他各层细胞区别开来。糊粉层以内的胚乳由薄壁细胞所组成，其内部充满着淀粉粒。