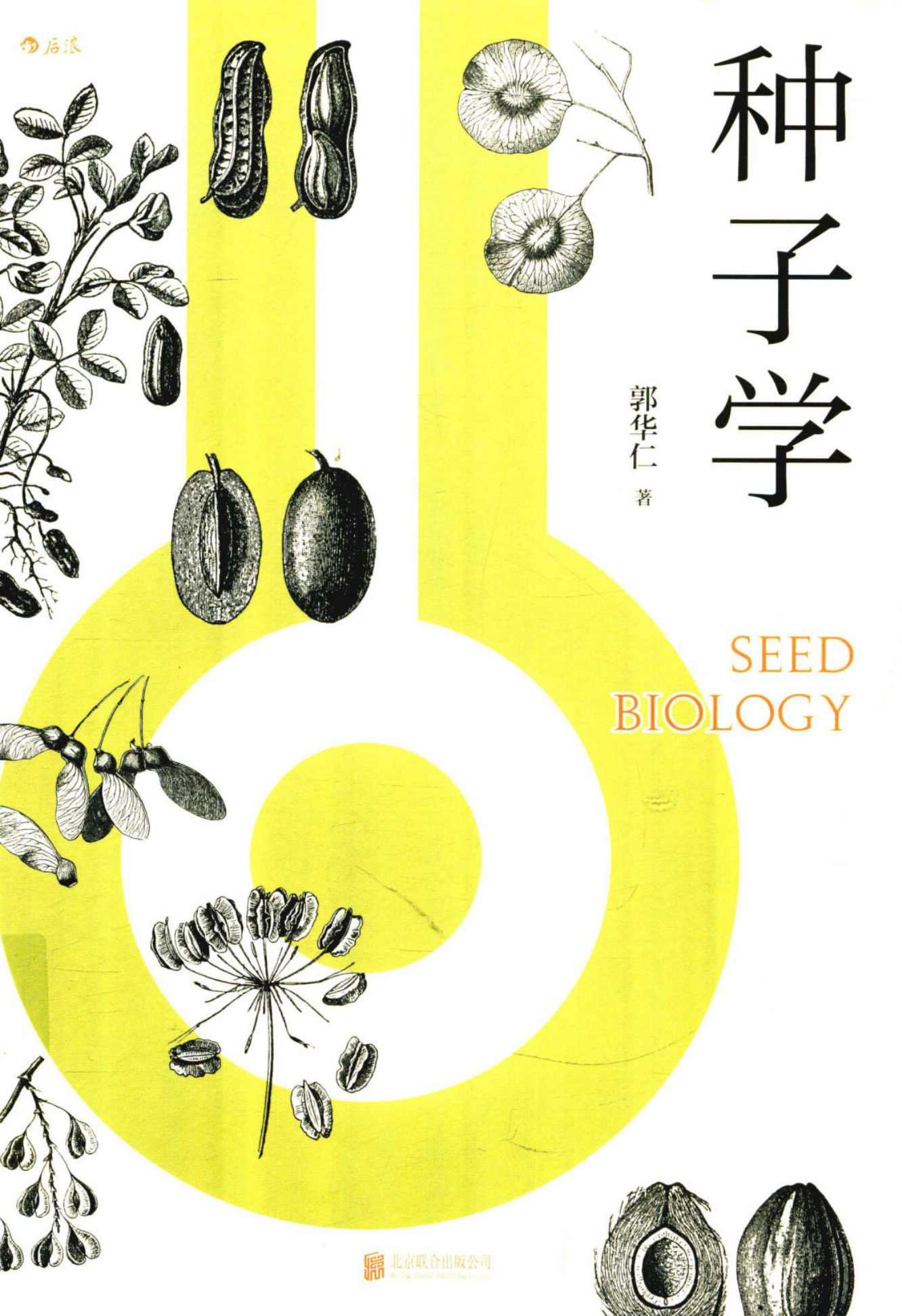


后浪

种子学

郭华仁 著

SEED
BIOLOGY

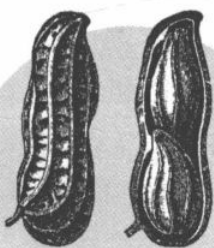


北京联合出版公司
Beijing United Publishing Co., Ltd.



种子学

郭华仁 著



后浪

图书在版编目 (CIP) 数据

种子学 / 郭华仁著. -- 北京 : 北京联合出版公司,

2019.11

ISBN 978-7-5596-3428-3

I. ①种… II. ①郭… III. ①作物—种子—研究
IV. ①S330

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第142535号

本书简体中文版由台湾大学出版中心授权银杏树下(北京)图书有限责任公司出版

种子学

著 者: 郭华仁

选题策划: 后浪出版公司

出版统筹: 吴兴元

编辑统筹: 郝明慧

责任编辑: 咎亚会 夏应鹏

特约编辑: 张 杰

营销推广: ONEBOOK

装帧制造: 墨白空间·张静涵

北京联合出版公司出版

(北京市西城区德外大街83号楼9层 100088)

北京飞达印刷有限责任公司印刷 新华书店经销

字数432千字 787毫米×1092毫米 1/16 22.5印张

2019年11月第1版 2019年11月第1次印刷

ISBN 978-7-5596-3428-3

定价: 68.00 元

后浪出版咨询(北京)有限责任公司常年法律顾问: 北京大成律师事务所

周天晖 copyright@hinabook.com

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书部分或全部内容

版权所有, 侵权必究

本书若有印装质量问题, 请与本公司图书销售中心联系调换。电话: 010-64010019

序

多数种子可耐干燥而不失生命力，得以逃避恶劣的环境，在繁殖过程中又通过遗传特性的排列组合，增加后代变异，以适应新的环境。在植物界，相对于苔藓类与蕨类植物，裸子与被子植物之所以能更为扩散，凭借的利器就是种子。

为了繁衍后代，种子在成熟期间会蓄积养分，提供幼苗初期生长所需。这个特性让人类学会播种，从而发展出以农业为根基的文明。现在占全球耕地面积约 45% 的禾谷类、约 16% 的油料类、约 16% 的豆类以及约 3% 的蔬菜类等，这些作物大多用种子来播种生产，除了蔬菜，这些作物也常以种子的形态供人类食用。

以上所提两个方向就是本书撰写的着眼处。

作者 1974 年在台湾大学农艺学研究所硕士班选读陈炯崧教授的种子学，开始接触到种子科技。修习博士学位时有较长的时间将科兹洛斯基 (Kozlowski) 的《种子学》(*Seed Biology*) 上、中、下三册读过一遍，也钻研了不少第一手学术论文，因此任职台湾大学之初就得以接棒讲授种子学概论。

种子学兼顾学术与实用，作者三十多年的研究领域涵盖种子发芽、休眠、寿命、生态与种子清理、检查，后来又及于品种权、种源权、基因改造种子管理等相关议题。《种子学》的写作始于 1996 年，不过正式撰稿则在 2009 年再次休假时展开，因工作的关系，作者直到退休前两年才较能专注，终于在今年 5 月将书稿委交台湾大学出版中心编辑出版。

种子学领域浩瀚，非一人所能尽。本书只能以讲授内容作为骨架，然后多方涉猎文献予以增添。近年来分子生物学方面的论文较多，因非作者所长，也因篇幅与时间的限制，仅选择若干重要的研究成果加以介绍，各方遗珠就另待高明。早期撰写时，作者并没有考虑到出版时引用的问题，未能即时记录文献，虽然正式撰稿时尽量搜寻，仍有部分出处无法找到。即使如此，所参考著作仍有 444 笔之多，提供读者做进一步的探讨。

生物本就多样，许多学说的形成都是先由少数物种甚或品种通过试验而得，再扩及其他品种或物种，在这样的观念探索过程中，学者逐渐对生物界的秩序加以归类。然而再怎样归类，例外总是会出现，此现象在种子科学上更为普遍，在阅读本书时宜加注意。也由于种子科技的

研究对象植物涵盖甚广，为了便于阅读，六百多种植物在正文都使用俗名，其拉丁学名则以对照表的形式附于书后。植物名称在单引号之内者为品种名称，少数微生物或动物则直接将拉丁学名书于文中。

科技书籍颇多外来专有名词，首次出现时会附加原文，其后出现则省略之。有些外文名词，特别是机构名称习惯上会用缩写，也是首次出现时挂上原文，其后就以缩写代之，需要时请参考缩略词对照表。正文所附的图表大抵来自期刊或专书，为方便阅读，图表的出处统一附于书末。由于原始图片取得不易，因此多半由 PDP 档案或者通过扫描复制，制版时容有不清晰之处，还请多包涵。至于书中难免有错谬之处，自是作者无所辞的责任。

感谢以下诸君与单位无偿提供图片档案：台湾大学的冯丁树教授、黄玲珑教授，“中央”研究院的简万能博士与沈书甄小姐，屏东科技大学的杨胜任教授与彭淑贞讲师，“科技部”周玲勤副研究员，乌拉圭潘帕（Pampa）联邦大学的克里斯蒂安-卡萨格兰德·德纳丁（Cristiane Casagrande Denardin）教授，英国伦敦大学的格哈德·勒伯纳（Gerhard Leubner）教授，美国华盛顿州立大学的琳达·乔克-斯科特（Linda Chalker-Scott）副教授，以及“中央”研究院植物暨微生物研究所、国际农业和生物科学中心（CAB International）、生物学家联盟（The company of Biologists Ltd）、约翰威利出版公司（John Wiley and Sons）、自然出版集团（Nature Publishing Group）、牛津大学出版社（Oxford University Press）、试验生物学协会（Society for Experimental Biology）等。感谢陈函君小姐协助绘图，罗振洋先生协助处理版权事宜，台湾大学出版中心的曾双秀小姐与蔡忠颖先生协助本书的出版。台湾大学图书馆电子期刊资源还算不少，大大减少了撰写时所花费的时间，也一并致谢。

最后作者要多谢师长、同人、农业界先进以及研究生的提携、指导与切磋。已故双亲的养育，以及爱妻淑媛的扶持，让我得以安心地工作，在此致上最深的感恩。

郭华仁

2015年9月10日

目 录

第 1 章	种子的构造	1
第一节	种子的定义	1
第二节	胚珠形态与种子形态	4
第三节	种子内部结构的归类	6
第四节	种被	9
第五节	胚乳	16
第六节	胚	19
第 2 章	种子的化学成分与物理特性	25
第一节	种子储藏养分及其分布	25
第二节	碳水化合物	28
第三节	蛋白质	31
第四节	脂质	39
第五节	其他成分	43
第六节	种子的物理特性	50
第 3 章	种子的发育与充实	55
第一节	胚与储藏组织的发育	55
第二节	种子的干重累积	59
第三节	淀粉的合成与组装	65
第四节	油脂的合成与组装	67
第五节	储藏性蛋白质的合成与组装	69
第六节	种子发育与植物激素	71
第七节	环境因素与种子充实	75

第 4 章 种子的发芽	79
第一节 发芽的定义	79
第二节 发芽的测量与计算	82
第三节 种子苗的形态	86
第四节 温度与种子发芽	91
第五节 水与种子发芽	94
第六节 氧气与种子发芽	99
第七节 蛋白质的分解与转运	101
第八节 碳水化合物的分解与转运	103
第九节 脂质的分解利用	107
第十节 其他物质的分解利用	109
第十一节 养分分解转运的控制	110
第 5 章 种子的休眠	117
第一节 休眠的定义	117
第二节 休眠的类型	118
第三节 温度与种子休眠	124
第四节 光与种子休眠	129
第五节 休眠的形成	137
第六节 休眠种子的发芽	141
第七节 休眠的机制：激素理论	145
第八节 休眠的机制：氧化理论	149
第九节 休眠的遗传与演化	151
第 6 章 种子的寿命	154
第一节 种子的寿命	154
第二节 正储型种子的储藏寿命	157
第三节 正储型种子的老化与死亡	165
第四节 异储型种子	168
第五节 中间型种子	170

第六节 异储型种子为何无法耐受干燥	171
第 7 章 种子生态学	175
第一节 野生植物的种子繁殖策略	175
第二节 种子的散播	176
第三节 土中杂草种子库	182
第四节 土中种子的休眠与萌芽	186
第五节 种子生态与杂草管理	194
第 8 章 种子产业与种子法规	198
第一节 国际种子产业	198
第二节 植物知识产权	204
第三节 种子管理法规	210
第 9 章 种子的生产	214
第一节 种子的繁殖系统	214
第二节 种子的繁种制度	216
第三节 采种田的选择	217
第四节 采种田的管理	219
第五节 种子的采收	224
第六节 其他	226
第 10 章 种子的清理调制与储藏	231
第一节 种子的质量	231
第二节 种子的干燥	232
第三节 种子的预备清理	233
第四节 种子的基本调制	234
第五节 种子的精选	236
第六节 种子的处理	239
第七节 种子的储藏	247

第 11 章 种子的检验	251
第一节 种子检验概观	251
第二节 取样	254
第三节 容许度与异质度	257
第四节 种子含水率测定	260
第五节 净度分析	261
第六节 品种检测及纯度检测	263
第七节 发芽检测	270
第八节 活度生化检测	275
第九节 发芽能力有关的其他检测	280
第十节 种子活势检测	281
第十一节 种子健康检测	289
第十二节 基因改造种子检测	291
第 12 章 种原库的种子技术	294
第一节 植物种原保育	294
第二节 种原库作业	296
引用文献	306
缩略词	332
植物名称	337
图表出处	347

第1章 种子的构造



种子由胚 (embryo)、胚乳 (endosperm) 及种被 (testa, 或称种皮, seed coat) 三部分构成, 此乃植物学的定义。但农学、生态学或者一般的所谓种子可以涵盖颖果 (caryopses)、瘦果 (achene)、谷粒 (grain) 等, 这些统称为散播单位 (dispersal unit)。马铃薯以块茎进行无性繁殖, 中文称为种薯, 有别于马铃薯的种子。英文称马铃薯种薯为 seed, 为了避免混淆, 种薯常以 seed potato 表示, 其种子则称为 true seed。

第一节 种子的定义

种子植物经过营养生长期之后, 在适当的时机或者环境下, 顶端分生组织分化形成花芽, 是为生殖生长之始。雌蕊基部膨大的部分称为子房 (ovary), 子房由一个或多个大孢子叶 (megasporophyll) 向内包围而成, 大孢子叶又称为心皮 (carpel), 心皮内含有一个或一个以上的胚珠 (ovule)。被子植物的胚珠包藏于子房之内, 裸子植物的胚珠则裸露于外, 并没有被果实包裹着 (图 1-1), 而是生长于球果之中, 或仅有种鳞 (seed scale) 保护着。

胚珠的表皮为珠被 (integument), 珠被将大孢子囊 (megasporeangium) 包围着, 大孢子囊之内为雌配子体 (megagametophyte 或 female gametophyte), 或称胚囊 (embryo sac)。胚珠由珠柄 (funiculus) 连接到子房内的胎座 (placenta)。

大孢子囊也称为珠心 (nucellus), 在胚珠的中心位置, 为双倍体的母体组织。发育时珠心可能增大, 但也可能仅为 1~3 个细胞层。珠心的作用可能是将养分传导到雌配子体。种子成熟后珠心细胞或消失, 或剩下若干层细胞, 少数发育成储藏养分的组织, 即外胚乳 (perisperm)。

珠心由一个或两个细胞层所包围, 这个细胞层即珠被。珠被发育时由大孢子囊基部开始细胞分裂, 向尖端进行, 最后在尖端留有一孔, 称为珠孔 (micropyle), 这是花粉两个精核进入胚囊的入口, 也是发芽时胚根的突出口, 那时就称为发芽孔。珠被基部, 即外珠被与内珠被相合处称为合点 (chalaza, 图 1-2), 位于珠孔的相对处。珠柄与珠被相连处称为珠脊 (raphe),

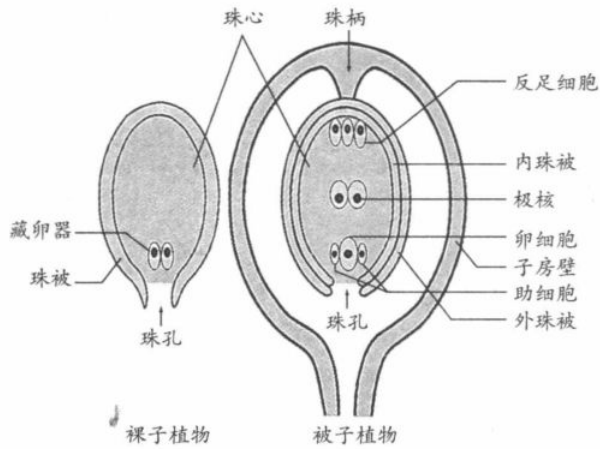


图 1-1 胚珠的构造

即成熟种子的种脊。维管束由子房经珠柄而止于合点，为养分、水分之供给途径。

大多数被子植物在珠心之内由一个大孢子母细胞 (megasporeocyte) 经减数分裂产生 4 个单倍体细胞，其中仅有一个具有生命力，再经过三次有丝分裂，形成 8 个单倍体核，即雌配子体 (图 1-1)。这 8 个核各有 4 个分在细胞的两端，然后每端各有 1 个核回到细胞的中间部位，成为 2 个极核 (polar nucleus)。胚囊接近珠孔处有 1 个卵细胞，卵细胞的两侧又各有 1 个助细胞 (synergid)。与卵细胞相对的远端有反足细胞群 (antipodal cells)，反足细胞的数量常为 3 个，向日葵有 2 个，菊属有 7 个，月见草属无之，而禾草类有超过 100 个 (Meyer, 2005)。

受精作用之后精核与卵细胞结合发育成为胚 (N+N)，另一个精核与两个极核结合发育成胚乳 (2N+N)。珠被发育成种被。种子发育成熟之后，珠柄与胎座断裂分离，在种被上留下略呈隆起或凹陷状的痕迹，称为种脐 (hilum)。基本上种子由胚、胚乳和种被三大部分构成 (图 1-2)，但许多种子成熟时胚乳已经不见或仅剩痕迹。

种子不同部位的遗传组成可能不同。被子植物在卵受精之时，另外一个精核与胚珠内两个极核结合而成三倍体的胚乳核 (endosperm nucleus)，因此胚乳的基本遗传结构是 2N (母本) + 1N (父本)。胚乳的主要功能是储藏养分，提供为胚生长之用。胚是卵与精核结合而成的，因此其遗传组成分别由父本及母本各取得一半 (N+N)。种被来自珠被，由于珠被是母体组织，因此种被的遗传组成和母体细胞相同 (2N)，不会表现出花粉带来的父本特征。

被子植物种子的三个部位不但在来源与遗传组成上截然不同，种子成熟后，其结构、成分

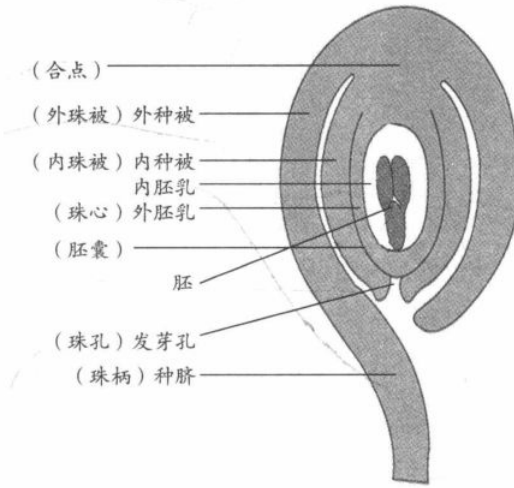


图 1-2 胚珠发育成种子示意图

与大小也互异，其中尤以胚乳与胚的相对大小在物种间差异甚大。裸子植物是在珠心之内发育出雌配子体，雌配子体非常微小，下端为原叶体，顶端则生有两个或多个藏卵器（archegonium），与游离核受精而形成胚。原叶体部分将来发育成养分储藏组织，有时也称为胚乳，但是仅为半倍体，而非被子植物的三倍体。

被子植物的种子之外有果皮（pericarp），果皮是由子房壁发育而成的。种子成熟经自然脱落或人为简单处理后，常可与果皮分离。然而有许多一果含一粒种子者，种子在成熟脱落之后，或经简单的处理后，仍与果皮共存。由于这些种子的自然传播或人为种植，皆以整粒果实为之，因此在一般或农业用语上仍常称之为种子，不过在植物学上是果实，因此以“种实”统称或许比较妥当。研究论文也常以种子涵盖各类种实，比较严谨的做法需要在注释上说明，阅读时则应留意文字中“种子”的含义。

植物学上的一果一粒种子的果实习称为种子者颇多，禾谷类作物如小麦，种子成熟时果皮与种被受挤压融合，两皮无法区分，是为颖果。水稻、大麦、薏苡等成熟脱落时，颖果之外尚附着有内外颖、护颖等母体结构。禾谷类种实常称为谷粒。

莢、向日葵的成熟果实，其种被和果皮虽没有融合，但种被甚薄而可以与果皮分开，不过分离的过程较复杂，而且显得不需要，因此仍以整个果实作为散播单位，称为瘦果。举例而言，咬食西瓜子时，吐弃的硬壳是种被，而吃向日葵子时，吐弃的硬壳则是果皮。

蓼科的酸模及荞麦，其瘦果在成熟时通常与花被（perianth）一齐掉落，因此整个散播单位有时直接称为 perianth。藜科的甜菜种子（果实）成熟时，花被木质化，连接两个或多个瘦果

成一团，英文称为种子球（seed ball），俗称的甜菜种子常含两个或多个瘦果，因此发芽或种植时，一粒种子常长出两本或多本甜菜幼苗。不过种子球一词也常用来指称外加物质于种子使成球形以利播种的产品。

莎草属、苋菜种子成熟时，其外包有一个薄膜囊，称为胞果（utricle），豆科的天蓝苜蓿种子也包有一个荚囊，成熟后与种子一起自然脱落。

果皮特化为翅状而借以散播者称为翅果（samara, pterocarpus fruit, 图 1-3），翅果通常由果皮或其他部位发育成翅状物将种子包围。杨胜任、陈心怡（2004）将台湾 29 科 50 属 108 种植物的翅果分成十大类，分别是：（1）假翅果（如阿里山千金榆）；（2）翅状胞果（如皱叶酸模）；（3）聚合翅果（如鹅掌楸属）；（4）分离翅果（如台湾三角槭）；（5）顶生翅果（如光蜡树）；（6）环生翅果（如台湾赤杨）；（7）具翅荚果（如小叶鱼藤）；（8）具翅蒴果（如台湾栾树）；（9）具翅瘦果（如假吐金菊）；（10）聚合蓇葖翅果（如梧桐）等。有些种子由种皮特化成翅状，称为具翅种子（详见第四节）。

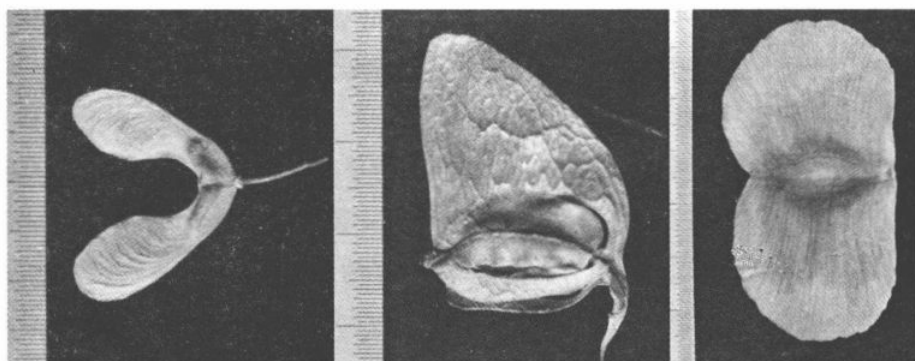


图 1-3 翅果

由左而右：分离翅果（双翅果的台湾三角槭）、具翅蒴果（台湾秋海棠）、翅状胞果（马尼拉榄仁）

第二节 胚珠形态与种子形态

种子由胚珠经过受精作用发育而成，种子的形态相当多样，不过常与所来自的胚珠有关，因此要了解种子的形态，宜先认识胚珠的形态。依照胚珠的形状，以及胚珠在子房中生长的位置，可以有各种类型。胚珠形态归类的主要根据是珠孔与合点的相对位置，以及珠柄的长度，一般可分为倒生、直生、曲生、横生、弯生与卷生（图 1-4）。

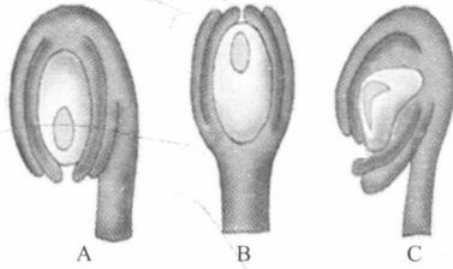


图 1-4 胚珠的形态

A: 倒生 B: 直生 C: 曲生

(一) 倒生胚珠 (anatropous embryo)

这是被子植物最普遍的胚珠型，有 204 科 (约 80%) 的植物属之，特别是合瓣花亚纲植物为然 (David, 1966)。此型的特征是胚珠呈直线形，合点在上端，珠孔朝下，接近珠柄与胎座的接合处，该接合处将来发育成种皮上的种脐。珠柄甚长，与珠被接合甚密，成隆起状的珠脊。由倒生胚珠发育成的种子，发芽孔与种脐相近，合点与种脐相对，两者之间以种脊相连。

(二) 直生胚珠 (orthotropous embryo)

此型的胚珠为直线形，珠柄甚短，珠孔朝上，合点在基部，而珠柄、合点、珠心与珠孔同一条直线上，在裸子植物较为普遍。被子植物仅约 20 科有之，如天南星科、半日花科、大风子科、胡桃科、茨藻科、胡椒科、蓼科、山龙眼科、荨麻科等。直生种子的种脐与发芽孔相对，而不见合点与种脊。

在倒生胚珠与直生胚珠两种形态之间，有许多种可能的珠型，较显著者有如下三种。

(三) 曲生胚珠 (amphitropous embryo)

胚珠甚为弯曲成拱状。珠柄较长，珠孔向一侧，合点在另一侧，如泽泻科、花蔺科有之，但有学者将此种珠型并于弯生胚珠之下。

(四) 横生胚珠 (hemianatropus embryo)

胚珠呈直线状，与珠柄的角度约在 90 度，毛茛科有之。

(五) 弯生胚珠 (campylotropus embryo)

胚珠略呈弯曲，珠柄甚短，珠孔向一侧或微向下，合点在基部，十字花科植物如芸薹属、芥属以及石竹科的女娄草属、麦仙翁属等有之。弯生种子的发芽孔、合点与种脐略为接近，而种脐居发芽孔与合点之间。豆科植物的胚珠弯曲，因而被列入弯生胚珠，但由于成熟的种脊常甚为发达，因此亦有人将豆科列为倒生型。

此外尚有各种中间形态，如直立弯生、直立拱生、侧立弯生、侧立拱生、横立弯生、横立拱生等。

(六) 卷生胚珠 (circinotropous embryo)

胚珠呈直线状，珠柄甚长，围着整个胚珠，并将胚珠倒转 180 度，使得珠孔朝上，仙人掌科、蓝雪科等有之。

第三节 种子内部结构的归类

自从约瑟夫·盖特纳 (Joseph Gaertner) 在 18 世纪后期出版了两卷本专书 *De Fructibus et Seminibus Plantarum*，对于种子的比较形态学做详细的描述之后，有关这方面的研究大抵都局限于较少数的科属。然而 A. C. M. 马丁 (A. C. M. Martin) 以徒手切片的技术，对 1,287 属的植物种子进行内部形态的比较研究，在 1946 年依种子构造提出其归类 (图 1-5)。他根据胚与胚乳的相对大小以及胚的大小、形态与位置，将种子的内部结构分为三大基本形态，即基部型、周边型和轴心型。基部型再分成四类，轴心型再分成七类。

种子内部构造有分类学上的意义，某一科植物的种子可能以某种类型为主。实际上例外的情形也常见，例如伞形科中，比较多的是线条胚，如胡萝卜，有些胚属于不全胚，如雷公根，若干为饭匙胚，如茴芹。

一、基部型胚 (basal embryo)

基部型的胚通常较小，而且局限于种子的底边，种子通常为中到大型，可分为四类。

(一) 不全胚 (rudimentary embryo)

不全胚的胚小，圆形到卵形，子叶很小，但有时亦稍大而近似小的线条亚型。单子叶植物的红根属及延龄草属为不全胚，双子叶植物则可以在冬青科、五加科、木兰科、罂粟科和毛茛科发现，但罂粟科和毛茛科有些属则较接近线条亚型。

(二) 底盘胚 (broad embryo)

底盘胚的胚位于种子的基部，略较不全胚者宽广，单子叶的谷精草科、灯芯草科、藁草科和葱草科有之。双子叶植物的睡莲科和三白草科亦可见到底盘胚，但胚部常不若单子叶植物同类型者那么宽。

(三) 头状胚 (capitate embryo)

头状胚仅见于单子叶植物，胚位于种子基部，具有类似颈部的头状结构，莎草科者属之，

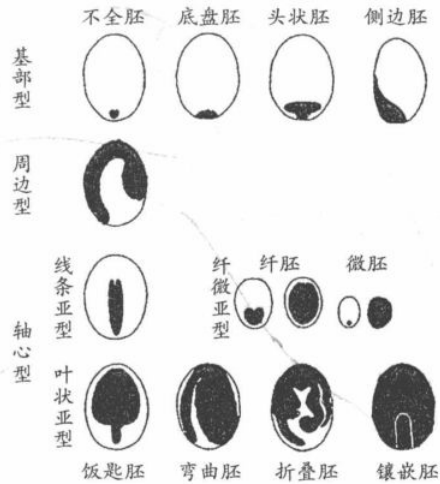


图 1-5 种子内部构造的归类

但本科内的若干属则为底盘胚或线条亚型，薯蓣属和紫露草属者亦类似头状型。

(四) 侧边胚 (lateral embryo)

侧边胚为禾本科特有，胚位于基部而偏向一侧。胚的相对大小变异甚大，大可占整个种子的 $1/2$ (如珍珠粟)。具有较大胚部者如芒刺格拉马草，其胚的长度可接近种子的长度，短者如阿肯色泥草的胚，仅约为种子长度的 $1/10$ 。

二、周边型胚 (peripheral embryo)

周边型胚的胚面积常占种子的 $1/4 \sim 3/4$ ，胚伸长弯曲，而一边紧接种皮，胚乳 (大多是外胚乳) 部分被弯曲的胚包围着。本型仅见于双子叶植物，番杏科、苋科、石竹科、商陆科、紫茉莉科等皆属之。蓼科及仙人掌科亦可列为本型，但例外较多。

三、轴心型胚 (axile embryo)

轴心型胚位于种子中央，可再分为三个亚型。

(一) 线条亚型 (linear embryo)

线条亚型的胚细长，其长度有底盘胚者的数倍之长。线条亚型的胚或直线或弯曲或卷曲，子叶没有扩充，胚若弯曲，也不与种皮接触，此与周边型胚者显著不同。本型在裸子植物、双子叶及单子叶植物皆有之，种子通常不很小。裸子植物大多数皆为线条亚型胚，如红豆杉科、银杏科、苏铁科、松科等都是直立的线条胚。单子叶植物如石蒜科、鸢尾科、百合科 (但猪牙花属例外，接近不全型)、雨久花科、铃兰科、粉条儿菜亚科等的植物也都是线条胚。此外，

美人蕉科的黄花美人蕉、姜科的马拉盖椒蔻姜、竹芋科的水竹芋等，其胚亦皆为线条亚型。棕榈科者通常介于线条亚型与底盘胚、不全胚之间。天南星科种子具胚乳者属于线条亚型，但不具胚乳者则非为典型的线条亚型，因此不易归类。

双子叶植物中，报春花科、茄科、越橘科、伞形科等经检查 39 属中 24 属为线条亚型，10 属为不全胚，5 属为饭匙胚。其他如紫金牛科、小二仙草科、第伦桃科、岩高兰科、番荔枝科、黄杨科、檀香科、桑寄生科、马兜铃科、海桐科、瓶子草科、茶藨子科、紫堇科等亦有之。

茄科的胚大多数是弯曲状的线条亚型胚，图 1-6 显示番茄不同品种中，胚部两片子叶的位置也可能大有不同，不过胚部未紧贴种皮则都一致。

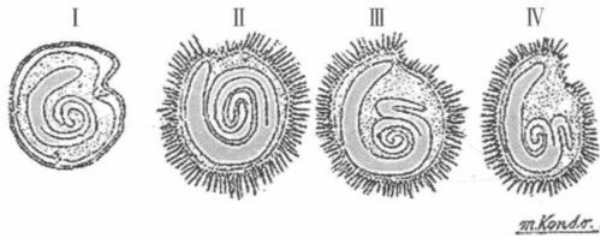


图 1-6 番茄胚的形状

I: 茄子 II: 'Yellow Plum' 番茄 III: 'Table Queen' 番茄
IV: 'Mikado' 番茄 (单引号内为品种名称。)

(二) 纤微亚型 (miniature embryo)

纤微亚型胚有纤胚 (dwarf embryo) 与微胚 (micro embryo) 两类，胚乳都没有淀粉。纤胚种子长度通常在 0.3~2 mm，长度可能与宽度相同。双子叶植物中桔梗科、虎耳草科具有微胚，但微胚不见于单子叶植物。

微胚种子更小，在 0.2 mm 以下，通常为球形，由 50~150 个细胞组成。纤胚在单子叶植物中仅见于兰科和水玉簪科，而双子叶植物中则见于水晶兰科与鹿蹄草科。

(三) 叶状亚型 (foliate embryo)

叶状亚型的胚通常为中型或大型，胚乳非淀粉性，胚部居种子之中，约占种子体积的 1/4 至全部，子叶扩张。本亚型可再分为四类。

1. 饭匙胚 (spatulate embryo)

饭匙胚直立，子叶扩张呈饭匙形，仅见于双子叶植物，主要是菊科、大戟科、木樨科、蔷薇科、荨麻科、马鞭草科、堇菜科、萝藦科、卫矛科、山茱萸科。此外长春花、凤仙花、胡麻、酢浆草、西番莲、蓝英花等属也皆为饭匙胚。