

第一章 粮油籽粒与质量检验

粮油籽粒是指各种粮油作物的果实和种子。各种粮油籽粒的形态结构与化学成分有共性也有个性；有的对储藏稳定性有利，有的则不利。因此，掌握不同种类粮油籽粒的形态、结构、化学物质组成、理化性质、生物化学变化，正确鉴别粮油的种类、品种和等级，充分发挥各种有利因素，控制和克服不利因素，对于采用合理的储藏方法，改善储藏条件，增进储粮的稳定性，都是非常必要的。

第一节 粮油籽粒的形态结构

一、粮油籽粒的细胞结构

粮油籽粒是由细胞组成的。细胞是粮油籽粒等有机体生命活动的基本单位，粮油籽粒的各种生命活动都在细胞内进行，各种营养成分，如淀粉、蛋白质、脂肪、维生素等也储存在细胞中，各种生理、生化变化均发生在细胞中。

（一）粮油籽粒细胞的形态

粮油籽粒的细胞形态是多种多样的，在显微镜下观察切片可以看到，有球形、长方形、柱形、纺锤形、管形、多角形及不规则形等（参见图1-1-1）。

不同的粮油籽粒的细胞形态不同，甚至同一个籽粒不同部

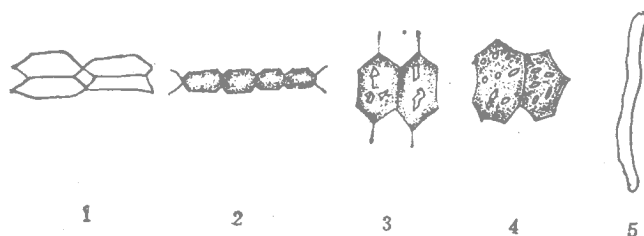


图 1-1-1 谷物籽实细胞的形态

1. 大麦粒的横细胞 2. 稻谷的糊粉层细胞 3. 玉米胚乳中的淀粉细胞
4. 花生子叶的细胞 5. 小麦果皮的管状细胞

位的细胞形状也有显著差异。如小麦籽粒顶端的果皮细胞近似球形，中果皮细胞呈细长形，糊粉层细胞近似方形。

细胞的大小差别很大，有的肉眼可见，有的则需借助显微镜才能看到。

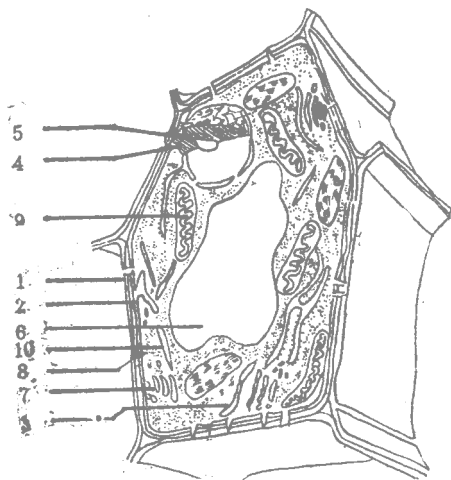


图 1-1-2 植物细胞模式图

1. 细胞壁 2. 细胞膜 3. 内质网 4. 核
5. 核仁 6. 液泡 7. 高尔基体 8. 胞间连丝
9. 线粒体 10. 微管微丝

（二）粮油籽粒细胞的构造

粮油籽粒细胞的形态和大小虽然有很大差别，但它们的基本构造是相似的，都是由原生质体和外围的细胞壁两大部分构成。在光学显微镜下观察，可以看到细胞膜，膜内有细胞质、细胞核、质体和线粒体等部分（参见图 1-1-2）。

（三）细胞各部分的生理机能

1. 细胞壁

细胞壁是绝大多数植物细胞所特有的结构。细胞壁是由细胞质、细胞核在新陈代谢过程中分泌的纤维素、半纤维素、果胶等物质组成，它包围在整个细胞的外面。粮粒果皮与种皮细胞的细胞壁主要由纤维素和果胶组成，胚乳细胞的细胞壁主要由半纤维素组成。

细胞壁的功能主要是保护细胞内部组织，维持细胞一定形态，使生理活动能顺利进行。

细胞壁具有可透性和变态性。可透性是指物质能透过细胞壁内外的性质；变态性是指细胞为适应生活的需要，变化其形态的性质。如稻谷的内颖和外颖的细胞壁含有很多硅，以增强保护作用，就是细胞壁的矿物质化变态；蓖麻籽种皮为坚硬的角质，玉米的种皮也是一层薄的角质，这都是细胞壁的角质化变态所致。

2. 原生质体

原生质体是由有生命的生活物质——原生质所组成。原生质是一种无色、半透明，具有粘性和弹性的胶体状物质，它的成分极为复杂，主要由蛋白质、核酸、类脂、糖类所组成，还有微量的酶、生长激素、抗菌素等复杂的有机物，以及无机盐和水。

原生质体包括细胞质、细胞核、质体与线粒体、液泡、细胞膜和内含物。

(1) 细胞质

细胞质是无色、半透明、有弹性、结构极其复杂的胶体。任何细胞都有细胞质，它是生命的物质基础。细胞质的生理功能主要是进行生命活动，它可以新陈代谢，细胞质的新陈代谢就产生了生命现象。

细胞质有以下主要特性：亲水性、流动性、半透明性、溶

胶状态与凝胶状态的互变性及逐渐衰老等特性。

(2) 细胞核

细胞核为半透明的稠密胶体，能在显微镜下看到，染色后观察更清楚，通常呈球形或椭圆形，存在于细胞质内。组成细胞核的主要成分是核蛋白、类脂、酶和其他成分。

细胞核可分为核膜、核质和核仁三部分。核膜包在最外面，核膜内充满了核质，在核质内有一个至数个小球体，此球体就是核仁。

细胞核是遗传物质存在的地方，也是遗传物质复制的地方，由此决定蛋白质的合成，控制细胞整个生命活动，所以细胞核被认为是细胞的控制中心，在细胞的遗传和代谢方面起主导作用。

(3) 质体和线粒体

质体是绿色植物所特有的细胞器，一般呈圆形、盘状或卵圆形，它的成分主要是蛋白质和类脂，并含有各种不同的色素。质体可分为叶绿体、白色体和杂色体三种。

叶绿体的功用是进行光合作用，制造葡萄糖。

白色体主要功用是将葡萄糖转变成淀粉或积累淀粉，也能合成脂肪。

杂色体主要含有叶黄素、胡萝卜素等。植物果实和种子成熟时的颜色变化，就是叶绿体转变为杂色体的结果。

线粒体呈线状、粒状或杆状，主要由蛋白质和磷脂组成，并含有许多酶。细胞呼吸主要在线粒体内进行，能将糖和脂肪酸氧化，产生二氧化碳和水，并释放能量。因此，线粒体是细胞释放化学能的主要场所。

(4) 液泡

液泡一般呈泡状，表面是单膜，泡内所含的液体为细胞液。

细胞液是成分极复杂的混合液，细胞在新陈代谢过程中所产生的各种液体物质大都混合在细胞液中。

液泡的主要功能是调节细胞质和其他部分的水分和浓度，调节细胞的渗透压，使细胞吸收或放出水分，储藏各种营养物质和生命活动过程中所产生的废物。

(5) 细胞膜

质膜、核膜、各种细胞器膜和液泡膜都叫细胞膜。都是选择性的半透膜，能让水通过，但溶解在水中的物质，根据细胞的生理需要，有些可以通过，有些不能通过，有些通过速度快些，有些通过速度慢些。这对物质的吸收、运输和排泄起着重要作用。

(6) 内含物

在细胞质里，除细胞器外，还包含有各种各样的内含物质，如维生素、激素、抗生素、营养储存物（淀粉、脂肪、蛋白质）、色素和废物等。粮食细胞中的内含物主要是营养储存物，它是人类的主要营养物质。淀粉以淀粉粒的状态存在于白色体中，脂肪以液体点滴存在于细胞质和细胞液中，蛋白质则以蛋白质粒的状态存在于细胞质、细胞核中，也能以溶液状态存在于许多小液泡中。种子成熟时，液泡中水分减少，蛋白质就沉淀析出，每个小液泡变成一个蛋白质小颗粒，称为糊粉粒。在禾谷类粮食中糊粉粒聚集在胚乳外层的细胞中，称为糊粉层。豆类是无胚乳种子，两片肥大的子叶中也充满了糊粉粒，但无糊粉层。

二、粮油籽粒的基本结构

粮油种类繁多，各种粮油籽粒形状复杂多样，但大多数粮粒的基本结构有共同性，一般都由皮层、胚、胚乳三个主要部分组成。

(一) 粮油籽粒果实的类型

粮食、油料都是粮油作物的籽实，一般而言，凡是收割后带有果皮的作物籽实叫果实；脱去果皮只有种皮的籽实叫种子。从植物学上讲，果实是指植物花中雌蕊的子房发育而成的籽实，如小麦、玉米等；种子是指植物子房中的胚珠发育而成的籽实，如豆类等。

不同作物的粮油籽粒，由于形成和发育过程不同，因而成熟后其果实也不一样，主要有颖果、瘦果、荚果、角果、蒴果五种（参见图1-1-3）。

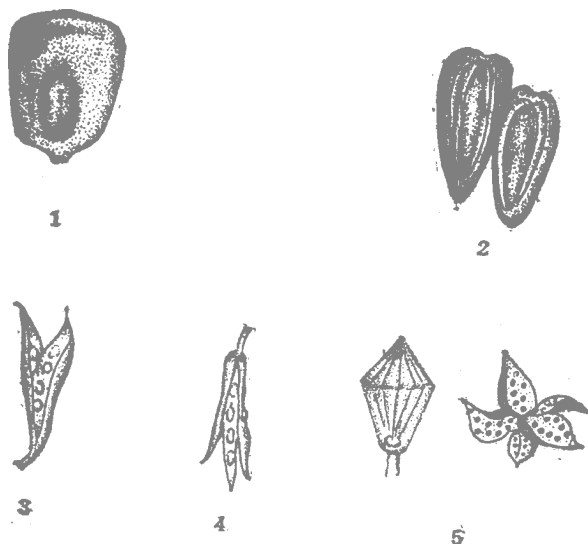


图 1-1-3 粮食作物的各种果实

1. 颖果 2. 瘦果 3. 荚果 4. 角果 5. 蒴果

1. 颖果

果内只有一粒种子，果皮与种皮连接不易分离，成熟时不裂开（如稻谷、小麦、玉米等）。

2. 瘦果

果内只有一粒种子，果皮和种皮脱离，但成熟时不裂开（如向日葵、荞麦等）。

3. 荚果

荚果的果壳为果皮，成熟时果皮沿着果荚的背腹两缝裂开，内有数粒种子着生在果皮上（如各种豆类）。

4. 角果

角果有两室，两室之间有隔膜，种子连在隔膜的边缘上（如油菜籽的果实）。

5. 蒴果

蒴果有一至几室，成熟时从几处裂开，每室有一或几粒种子（如芝麻的果实）。

（二）粮油籽粒的基本结构

绝大多数粮油籽粒结构基本上由皮层、胚、胚乳三个主要部分组成。

1. 皮层

皮层是粮油籽粒的保护组织，包括种皮和果皮两种，若是种子就只有种皮；若是果实则为果皮和种皮。皮层包围在胚和胚乳的外面，对湿、热、虫、霉有一定的抵御作用，有利于粮油储藏。成品粮比原粮储藏稳定性差，不耐保管，就是因为失去皮层保护的缘故。

2. 胚

胚是未发育的幼小植物体，也是粮油籽粒生理活动最强的部分。胚由胚根、胚茎、子叶、胚芽四部分组成，种子萌发后，胚根、胚茎和胚芽分别形成植物的根、茎、叶及其过渡区。

禾谷类粮食只有一片子叶较发达，属单子叶植物；豆类和油料则有两片肥大的子叶，属双子叶植物。

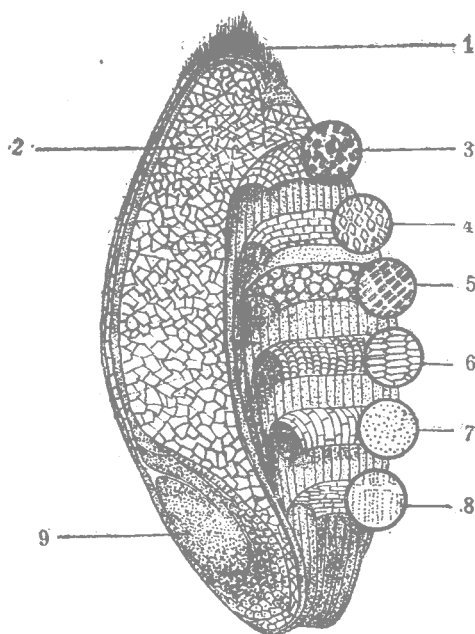


图 1-1-4 小麦籽粒纵切面

1. 冠毛 2. 胚乳 3. 糊粉层 4. 珠心层 5. 种皮
6. 内果皮 7. 外果皮 8. 表皮 9. 胚

结构参见图 1-1-4。

必须指出，粮食中的薯类既不是果实，又不是种子，其食用部分是植物的块根或块茎，它们是由根或茎积累养分膨大而成的，其实质是变态了的根或茎，其营养成分主要是淀粉和水分，极易霉变，是最难储存的粮种。

三、主要粮油籽粒的形态结构

(一) 禾谷类粮食的形态结构

1. 小麦

3. 胚乳

胚乳是储藏营养物质的组织，在禾谷类粮食籽粒萌动发芽时提供生长养分，它是人类食用的主要部分。禾谷类粮食的胚乳很发达，占整个粮粒很大比例，其中富含淀粉和蛋白质。

豆类 and 大部分油料，在发育过程中胚乳被消耗吸收，成为无胚乳种子。无胚乳种子的养分储存在胚中。

典型粮油籽粒

小麦籽粒是不带内外颖的颖果（参见图 1-1-5），粒形为卵圆形或椭圆形，顶端生有茸毛。背面隆起呈半圆形，基部细小，胚部着生在皱缩部分内。腹面较平，中央有一条凹陷的纵沟称为腹沟。粒面横断面呈心脏形或近三角形。

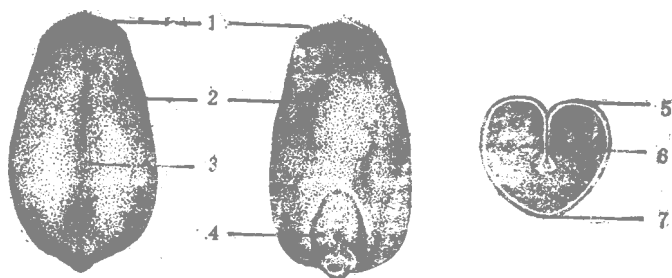


图 1-1-5 小麦籽粒形态

1. 麦毛 2. 胚乳 3. 腹沟 4. 胚 5. 腹面 6. 腹沟 7. 背面

小麦籽粒由皮层（包括果皮和种皮）、胚乳和胚组成。皮层在籽粒最外层起保护胚和胚乳的作用，皮层有白色和红色两种。胚乳是麦粒主要的储藏物质部分，其外面为糊粉层，内部是淀粉细胞。糊粉层的胞腔内充满了细小的糊粉粒，淀粉细胞内含有淀粉粒，且含有多量的面筋。小麦胚位于麦粒背面的基部。胚与胚乳的连接部分有盾形肉质的子叶（吸收层），水分往往通过胚柄，一直内渗到胚孔，然后经由盾片（吸收层）或糊粉层渗入胚乳。因此，胚部较粮粒的其他部位容易吸湿受潮。

2. 稻谷

稻谷籽粒是带壳的颖果，由颖壳和糙米（颖果）两部分组成（参见图 1-1-6）。颖壳包括外颖、内颖和护颖。外颖和内颖呈船形，表面着生茸毛。外颖比内颖大，包住内颖，形成内外颖重叠。外颖表面有五条隆起的脉迹，颖尖伸长成芒（有的无

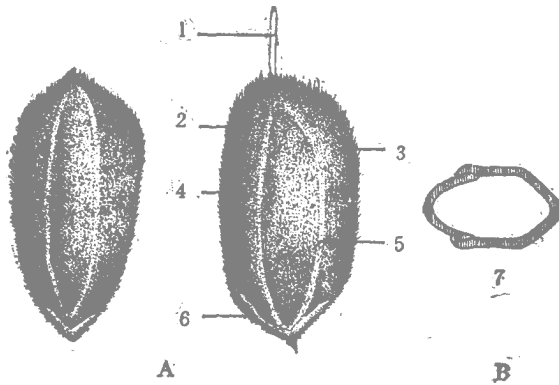


图 1-1-6 稻谷籽粒形态

A. 外形

B. 内外颖钩合横断面

1. 芒 2. 内颖 3. 外颖 4. 内外颖重叠处 5. 脉迹 6. 护颖

芒)，内颖表面有三条脉迹，颖尖无芒，极少数有芒成双芒稻。护颖成披针状，共有两片着生在内外颖基部。稻谷的颖壳对糙米起保护作用，可防止虫霉侵害和湿热影响、机械损伤等。

稻谷脱去谷壳便是糙米。糙米由皮层（包括果皮和种皮）、胚乳（包括外胚乳、糊粉层和胚乳）、胚（包括胚芽、下胚轴、胚根和一片子叶）所组成。胚位于米粒腹部，在糙米粒上把有胚的一面叫腹部，无胚的一面叫背面。米粒表面共有五条纵向沟纹，背面的一条叫背沟，两侧各有两条称米沟。有的米粒在腹部或米粒中心部位表现出不透明的白斑，称为腹白或心白。凡腹白或心白大的米粒，其结构疏松，硬度低，碎米率高，品质较差。糙米再经加工碾去皮层和胚，留下的胚乳即为食用的大米。

3. 玉米

脱粒后的玉米属颖果。粒形有马齿形、方形、米粒形等。

粒色有黄、白、红、紫、黄褐等色，以黄、白两色最多（参见图 1-1-7）。

玉米粒由皮层、胚乳和胚三部分组成。皮层包括果皮和种皮，组织紧密而厚实，且有光泽，重量约占整粒重量的 6~8%。玉米胚乳占整粒重的 78~85%，主要成分是淀粉，其次还含有一定数量的蛋白质。胚乳的外层是糊粉层，占籽粒重的 8~10%。玉米胚特别发达，约占籽粒体积的三分之一，占全粒重的 8~15%，所含脂肪占整个籽粒脂肪含量的 77~89%，而且含有较多的蛋白质和可溶性糖。所以，玉米胚部极易吸湿和遭受虫霉侵害，玉米是原粮中最难保管的粮种之一。

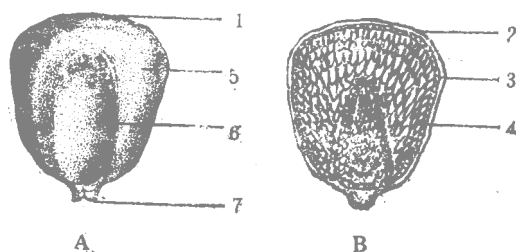


图 1-1-7 玉米籽粒形态

A. 外形

B. 纵切面

1. 冠部 2. 果皮 3. 种皮 4. 糊粉层 5. 胚乳 6. 胚 7. 基部

4. 高粱

高粱籽粒是带壳的颖果（参见图 1-1-8）。壳包括两片护颖和内、外颖。护颖比内、外颖大，内颖是很小的薄膜，有时完全消失，果的大部分裸露在护颖的外面。脱去护颖后的高粱籽粒属颖果，一般为圆形、椭圆形或卵形，顶端稍尖，基部钝圆。其颜色因品种不同而异，通常有粉红、淡黄、暗褐、白或白黄等多种。

高粱籽粒由皮层、胚乳和胚三部分组成，皮层包括果皮和种皮，果皮在最外层，细胞完全角质化，是一层很坚硬的组织；果皮内是种皮，含有色素和丹宁。胚乳由糊粉层和淀粉细胞组成，淀粉细胞被淀粉粒所充满，主要成分是淀粉，其次是蛋白质。胚乳外层部分大多是角质胚乳，中间部分是粉质胚乳。胚位于基部，长形，其长度约达籽粒的一半。高粱经碾制加工后的成品即为高粱米。

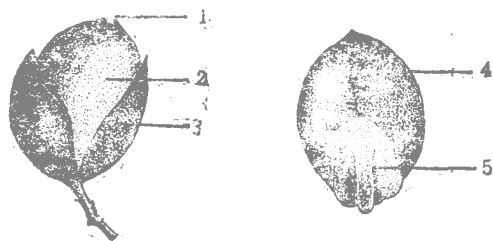


图 1-1-8 高粱籽粒形态

1.花柱迹 2.高粱米 3.护颖 4.胚乳 5.胚

(二) 豆类种子的形态结构

1. 大豆

大豆的果实为荚果，豆荚内所含的籽粒为种子。大豆种子呈椭圆形、长椭圆形、扁圆形等。种皮颜色有黄、青、黑、褐、紫等色。大豆种子正面有种脐，种脐上端有一小点称合点，合点与种脐之间有种脊，种脐下端有一小孔，发芽孔下面是胚根、胚芽的透视处（参见图 1-1-9）。

大豆种子的结构与禾谷类粮食不同，大豆是双子叶无胚乳种子，子叶很发达。豆粒由种皮和胚两部分组成。种皮是包覆在豆粒外层的保护组织，并且较坚韧耐磨，如这层破裂后，很易吸湿。胚由子叶、胚芽、胚根组成，其中子叶占整个籽粒重量的90%，是大豆营养物质的主要储存处，含有丰富的蛋白质

和脂肪，一般不含淀粉，但也有某些品种含有少量淀粉或含有比较多的淀粉。

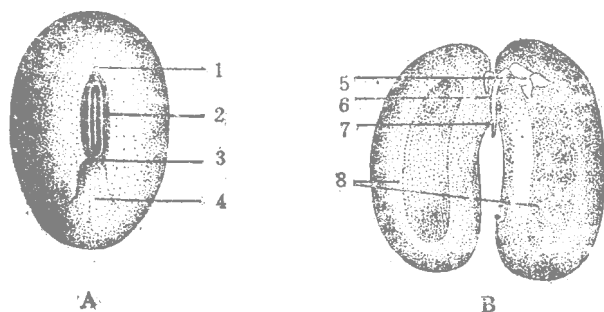


图1-1-9 大豆籽粒形态

A. 大豆正面

B. 子叶张开

1. 合点 2. 种脐 3. 珠孔 4. 胚根透视处 5. 胚芽 6. 胚茎 7. 胚根 8. 子叶

2. 蚕豆

蚕豆的果实属荚果，豆荚内所含的籽粒为种子。种子扁平椭圆形，微有凹凸，基部有一黑色种脐（参见图1-1-10）种皮有青绿、灰白、黄褐、紫、黑等色，以黄褐色为多见，随储藏时间延长而褐色逐渐加深。



图 1-1-10 蚕豆籽粒形态

A. 外形

B. 纵切面

1. 种皮 2. 子叶 3. 胚茎 4. 胚芽 5. 胚根

蚕豆种子由种皮和胚两部分组成。种皮较厚，种皮之内是两片肥大的子叶，子叶基部包藏胚（胚根、胚茎和胚芽）。子叶中富含淀粉和蛋白质。

3. 绿豆

绿豆的果实属荚果，果内含有 11~14 粒种子。种子短圆柱状，棱角钝圆，大多为暗绿色，但也有花黑或花绿、黄棕或紫棕色的，种子外面常有蜡质，脐白色而突出（参见图 1-1-11）。

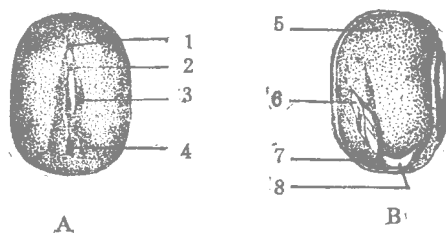


图 1-1-11 绿豆籽粒形态

A. 外形

B. 纵切面

1. 合点 2. 种脊 3. 种脐 4. 珠孔 5. 子叶 6. 胚芽 7. 胚茎 8. 胚根

绿豆可根据脐的长短分为短脐和长脐两种。短脐绿豆的特征是脐短（不及籽粒之半）；长脐绿豆的特征是脐长（达籽粒长度的一半以上）。绿豆种子是由种皮和胚（包括子叶、胚芽、胚茎和胚根）两部分组成。绿豆种子中含有丰富的淀粉和蛋白质。

4. 豌豆

豌豆的果实属荚果，内含有数粒种子。豌豆种子为球形（参见图 1-1-12），表面光滑或皱缩，有黄白、黄绿、绿、灰、褐、红、斑褐、斑灰等色。种子结构分为种皮和胚（包括子叶、胚芽、胚茎和胚根）两部分。种子中含有蛋白质、淀粉、脂肪等。

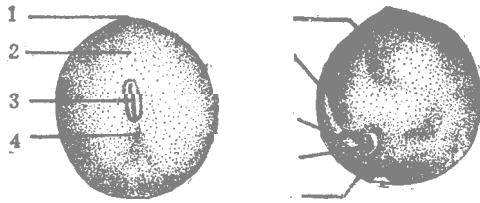


图 1-1-12 豌豆籽粒形态

A. 外形

B. 纵切面

1. 合点 2. 种脊 3. 种脐 4. 珠孔 5. 子叶 6. 胚根 7. 胚茎 8. 胚芽
9. 种皮

(三) 油料作物籽粒的形态结构

1. 葵花籽

葵花籽为向日葵的果实。葵花籽属瘦果，长卵形或椭圆形；外被果皮（皮壳），木质较坚硬，易开裂；里面是种子（参见图 1-1-13）。葵花籽可以分为食用型、油用型和中间型三种。食用型特征是籽实大，瘦果为长而稍窄，长约 15~25 毫米，色泽多是白底而有灰黑色条纹，果壳厚而有棱，皮壳率 40~60%。油用型特征是籽实小，瘦果较宽而短，长约 8~15 毫米，色泽多为黑、灰、暗紫色或灰色带黑色条纹，籽实饱满，皮壳薄而硬，皮壳率 20~30%。中间型介于食用型和油用型之间，其大小和形状比较接近子油用型。

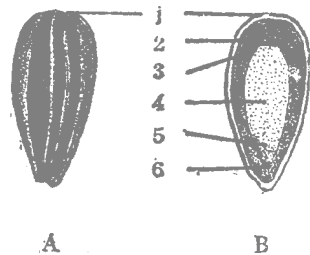


图 1-1-13 葵花籽籽粒形态

A. 外形

B. 纵切面

1. 果皮 2. 子房腔 3. 种皮
4. 子叶 5. 胚茎 6. 胚根

葵花籽种子一头钝圆一头尖，稍扁平，由种皮和胚组成。

种皮为玻璃状柔膜，易脱落。胚由子叶、胚根及胚芽组成。葵花籽的脂肪和蛋白质含量均较高，且质量好。

2. 油菜籽

油菜籽的果实属角果，细长约 4~5 厘米，呈扁圆形或圆柱形，成熟时易裂开，内含种子（即油菜籽）10~30 粒。种子球形，有黄、红、褐、黑、黑褐等色，并带有浅色的种脐（参见图 1-1-14）。种皮革质而坚硬，种皮下有一层很薄的胚乳组

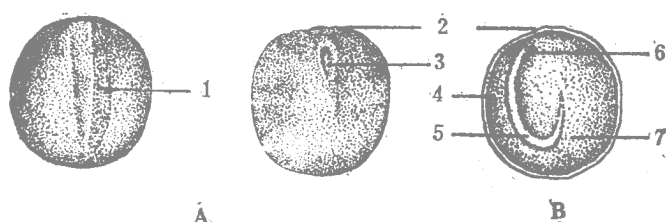


图 1-1-14 油菜籽籽粒形态

A. 外形

B. 纵切面

1. 沟纹 2. 种皮 3. 种脐 4. 胚乳 5. 胚根 6. 胚茎 7. 子叶

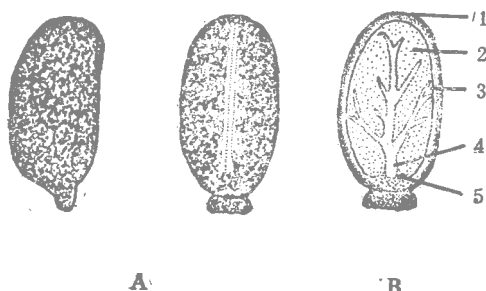


图 1-1-15 蓖麻籽籽粒形态

A. 外形

B. 纵切面

1. 种皮 2. 子叶 3. 胚乳 4. 胚芽 5. 胚根

织。脱去种皮和胚乳即为两片肥大的子叶，其中一片包住另一片，有胚根和胚茎，胚芽则不明显。

3. 蓖麻籽

蓖麻籽的果实为蒴果，通常为三室，每室有一粒种子（即蓖麻籽），成

熟后每室裂开为两瓣。蓖麻籽呈椭圆形，背面稍隆起，腹面平滑或微有凸起（参见图 1-1-15）。

种子由种皮、种阜、胚乳和胚几部分组成。种皮硬而脆，表面光滑，富有光泽，呈浅红、暗红、浅栗、暗栗、浅灰、暗灰等色，并嵌有白、浅灰及粉红等网状花纹。种阜在种子基部。胚乳白色，其中央为胚。胚有两片很薄的子叶，子叶上有明显的叶脉。在靠近种阜的一端有胚根、胚轴和胚芽。

4. 花生

花生果属荚果，有茧形、葫芦形、斧头形、串珠形和曲棒形等形状，表面有凹凸不平的网络结构，呈淡黄色，果内一般

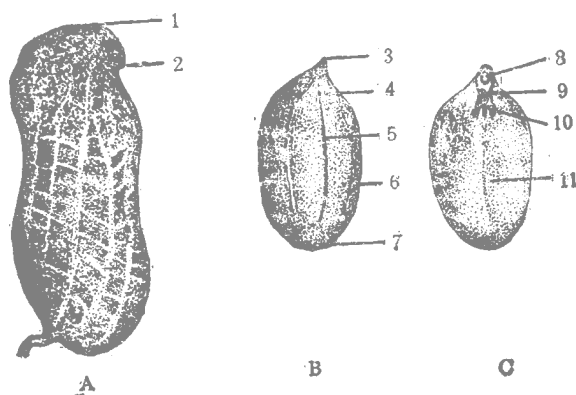


图 1-1-16 花生籽粒形态

A. 外形

B. 整仁

C. 半仁

1. 果皮 2. 喙 3. 发芽孔 4. 种脐 5. 纵脉 6. 种皮 7. 合点 8. 胚根
9. 胚茎 10. 胚芽 11. 子叶