

## 芡实种子萌发期的生物学特性与结构解剖

施国新 徐祥生

(南京师范大学生物系)

**摘要** 本文描述了芡实种子的结构, 种子的萌发和幼苗的形态特征。成熟种子必须置于水中保存, 以增大胚体, 并完成后熟作用。外胚乳是种子萌发和幼苗生长的主要营养来源。萌发后在子叶叶柄基部外侧形成的突起结构可能起固着作用。

**关键词** 芡实; 种子; 萌发; 外胚乳

芡实 (*Euryale ferox* Salisb.) 属睡莲科; 是一种经济价值较高的水生草本植物。前人对芡实的研究虽有若干报道<sup>[1, 3, 5, 7, 8]</sup>, 但有关芡实的形态结构和发育过程的文献迄今还很少。近几年来, 我们对芡实的生长发育和形态结构进行了一系列的观察和研究, 取得了一些成果。本文着重报道芡实种子萌发期的发育特性和形态结构的初步研究结果, 为生产实践提供参考。

### 材料与方 法

研究用的芡实种子由苏州市娄葑乡提供, 品种为南芡。种子于水中萌发, 萌发前后分期取样; 供研究的材料用FAA(50%—70%)液固定, 石蜡包埋, 制成厚度为7—8微米的切片; 用铁矾苏木精染色; 并用番红、固绿染色作对照。部分切片采用Sharman的方法染色<sup>[9]</sup>。中性树胶封片。

### 观 察 结 果

**一、种子的形态结构** 芡实种子球形, 直径12—15毫米。种皮棕褐色, 坚硬, 厚2.3—3.5毫米, 表面有细颗粒状突起; 种皮的表皮细胞在纵切面上呈柱状, 排列紧密, 细胞壁厚, 骨质; 表皮层以下25—30层细胞在横切面上由于相互挤压而呈不规则球形, 细胞壁较薄; 最内方的10—15层细胞为长棱形, 呈挤压状, 无细胞间隙存在(图版I: 6)。种皮以外有膜质的假种皮, 是由珠柄的部分细胞经分裂发育形成的。种脐和种孔位于种子的同一端; 种脐细胞较大, 排列疏松, 外表面无细胞壁加厚的柱状细胞层。种孔直径约2毫米, 外为种孔盖所覆盖; 种孔盖颜色稍淡于种皮, 厚度约0.8毫米(图版I: 1); 种孔盖有与种皮相似的结构, 但中央具一圆形小孔(图版I: 5), 是种子吸水的主要通道。种孔盖的内方是一个圆锥形的胚, 由二片子叶, 胚芽, 胚轴和胚根几部分所组成。胚乳在成熟种子中仅残存2—3细胞

本研究为国家自然科学基金资助项目

层,并不起到营养贮藏的作用。由珠心细胞分裂后形成的外胚乳组织细胞内积累大量淀粉粒,是幼苗生长期的主要营养来源。

**二、种子的后熟过程** 芡实种子成熟时,胚体的形态建成已基本完成,但必须经过一段休眠期以完成它的后熟作用。这一时期的胚体仍不断继续增大体积,使子叶与外胚乳紧相贴近,这样子叶更直接地从外胚乳吸取营养,供幼苗成长。因此,供种用的成熟种子必须浸入水中保存,以满足种子在后熟过程中对水分的要求。由于芡实长期适应水生环境,种子保水能力较弱,一旦失水,易使幼胚受害而丧失萌发能力。所以,供作种用的种子置于水中保存是保证种子萌发的先决条件之一。

**三、种子的萌发及幼苗形成** 通过休眠期的成熟种子,在日平均温度16—18℃时,6—7天后便能开始萌发。萌发过程中首先可以观察到的变化是子叶叶柄的轴向伸长,由于子叶柄的明显伸长,把胚根、胚芽等部分挤出种孔,萌发开始。生产上把刚萌发的现象称为“破口”,“破口”时种孔盖完整地种孔处脱落。这时在子叶叶柄基部的外侧伸出四个白色乳头状突起,在胚根端观察作四方形排列,以后逐渐伸长,一般可达2.5毫米左右(图版I:1,2);也有的可产生多个突起,排列不规则(图版I:3,4)。随后上胚轴伸长,胚芽从二子叶的叶柄间伸出(图版I:2,8),这时的胚芽已具有三片幼叶和顶端的生长锥;第一幼叶成长的叶形如芽鞘,伸长后成线状不完全叶,基部具叶鞘,叶内无栅栏和海绵组织的分化,整叶仅有一条主脉。第二、三幼叶成长的叶片呈箭形,叶柄圆柱状,无叶鞘存在,平片中有栅栏和海绵组织的分化;在箭形叶的叶腋中具一大型鳞片,并在叶柄基部的外侧产生3—5条不定根,但在第一片成长叶的基部无不定根产生。当第一叶伸长达1厘米左右时,胚根开始发成为初生根(图版I:2,3,4)。初生根结构简单,在横切面上可观察到外表具一层表皮细胞,8—10层皮层细胞,内皮层上无凯氏带加厚,中央为一维管柱;根端具大型根冠。幼苗四叶期时,初生根已长达3—4厘米,并逐渐停止生长而死亡,此期幼苗已有9—13条长达3厘米以上的不定根。

**四、外胚乳在萌发过程中的营养作用** 芡实种子的胚乳在种子形成过程中未发现有淀粉积累的迹象。种子成熟时,胚乳细胞基本消失,仅有2—3层细胞残留,成膜状,而外胚乳则较为发达(图版I:7,8)。当种子萌发时,发育完全的子叶紧靠外胚乳,与子叶紧贴的几层外胚乳细胞中的淀粉粒解体(图版I:7)。推测解体后形成的营养物质通过残存的外胚乳细胞进入子叶。子叶由薄壁细胞组成,无淀粉粒积累,子叶中维管束全部分布于靠近外胚乳的一侧(图版I:8)。有利于由外胚乳输出的营养物质,通过子叶表层细胞直接进入维管束,供胚体萌发及幼苗生长所用。外胚乳的体积大,淀粉粒含量也多。到四叶期幼苗时,外胚乳的消耗尚不足十分之一。幼苗独立自养后,子叶叶柄腐烂断离,大部分外胚乳营养物质尚未被利用。

**五、子叶基部外侧突起的结构与发育** 种子萌发时,子叶柄基部外侧的表皮下几层细胞经分裂形成排列紧密、核相对较大,细胞质浓的小形细胞群(图版I:9)。当胚体下端突出种孔时,这些小形细胞迅速轴向伸长,叶柄的基部外侧形成明显的乳头状突起(图版I:10)。随着细胞伸长方向的改变,几在突起顶端和侧面产生若干小突起,类似分枝结构(图版I:2)。突起的形成完全是由于小形细胞的伸长和体积增大所致。在突起伸长过程中未发现有细胞的分裂现象,整个突起中并不出现维管束的分化。当初生根发育时,突起的伸

长便趋向停止。以后,当幼叶产生和不定根形成时,这类突起也随即萎缩,最后仅留下残痕。

## 讨 论

被子植物中具有外胚乳的植物不多见,目前仅观察到四个目中的部分植物具外胚乳<sup>[6]</sup>。在睡莲目中也只有五个属是具外胚乳的<sup>[7]</sup>。叶奕佐等<sup>[1]</sup>认为,芡实种子中的贮藏组织是胚乳,种子萌发所需的营养物质由胚乳供给。国内的一些文献亦都这样记载。经观察,芡实种子中积累大量淀粉粒的贮藏组织是由珠心细胞发育而来,所以属外胚乳。这与Khanna的观察结果<sup>[8]</sup>相一致。芡实的胚乳在种子发育后期大部分解体,成熟种子中仅在外胚乳和胚之间残留几层胚乳细胞,可能起到将外胚乳营养物质转输到胚体的媒介作用。与芡实同一科的莲,既无胚乳,又无外胚乳,萌发后仅靠子叶贮藏的养分供幼苗生长,幼苗四叶期时,子叶中的养分已被吸收殆尽,必须及时栽入土中或追加肥料<sup>[2]</sup>。芡实种子内则具备足够的养料可供幼苗生长。因此,外胚乳对保证种子萌发和幼苗发育具有十分重要的意义,其作用与胚乳相同。

芡实种子在萌发时,子叶柄基部外侧出现若干突起结构;对此,前人在研究中已有所发现<sup>[1,6]</sup>,但未作进一步研究,所以至今这类结构的作用和确切的名称尚无定论。叶奕佐等<sup>[1]</sup>观察到芡实种子萌发时胚体下端具五个小突起,正中的较长,四周的较短,并各在其顶端长出若干个更细小的突起。其实,作进一步观察就能发现,刚萌发时,最明显的是四周的突起首先伸长,而正中的是延迟发育的初生根,在它的顶端并无,也不可能有若干个小突起产生。初生根的发育有抑制突起伸长的现象。水生植物的种子在萌发时,往往可以形成各种形态不同的,赖以起到固着作用的特殊结构,以便与流动的水生环境相适应,芡实萌发时产生的这种突起结构,极可能是与这一作用相关连的。在水生植物中,象这样的结构形态尚属罕见。

芡实的下胚轴与胚根极度退化,以致在切片中很难察到下胚轴的确切位置。如果以子叶着生点以下,胚根以上这一段定为下胚轴<sup>[4]</sup>,则芡实无典型的下胚轴存在,这种现象在睡莲科中普遍存在<sup>[7]</sup>。初生根发育延迟,而不定根发育迅速,这与其它水生植物的根系发育情况相一致,是生活于水环境的适应性特征。

前人<sup>[1,3]</sup>在观察芡实幼苗形成时,认为最初长出的第一,二叶为箭形叶。经观察,萌发后产生的第一叶为线形叶,基部具叶鞘,包裹着幼叶及生长锥,起保护作用,其功能与禾本科植物的胚芽鞘似乎一致,所以常被认作鳞片,第二、三叶才是箭形叶。

## 参 考 文 献

- [1] 叶奕佐等, 1983: 芡实植物学特性的初步观察. 淡水渔业, (2): 28—32.
- [2] 陈维培等, 1985: 莲种苗形态和结构的初步研究, 南京师大学报, (2): 73—79.
- [3] 宋建华等, 1985: 苏州南芡. 江苏农业科学, (4): 28.
- [4] 李扬汉, 1985: 植物学. 163—164, 高等教育出版社.
- [5] Caspary, R. 1888: Nymphaeaceae. in Engler and Prantl, Die Natürlichen Pflanzenfamilien. 3 (2): 1—10..
- [6] Cronquist, A. 1981: An integrated system of classification of flowering

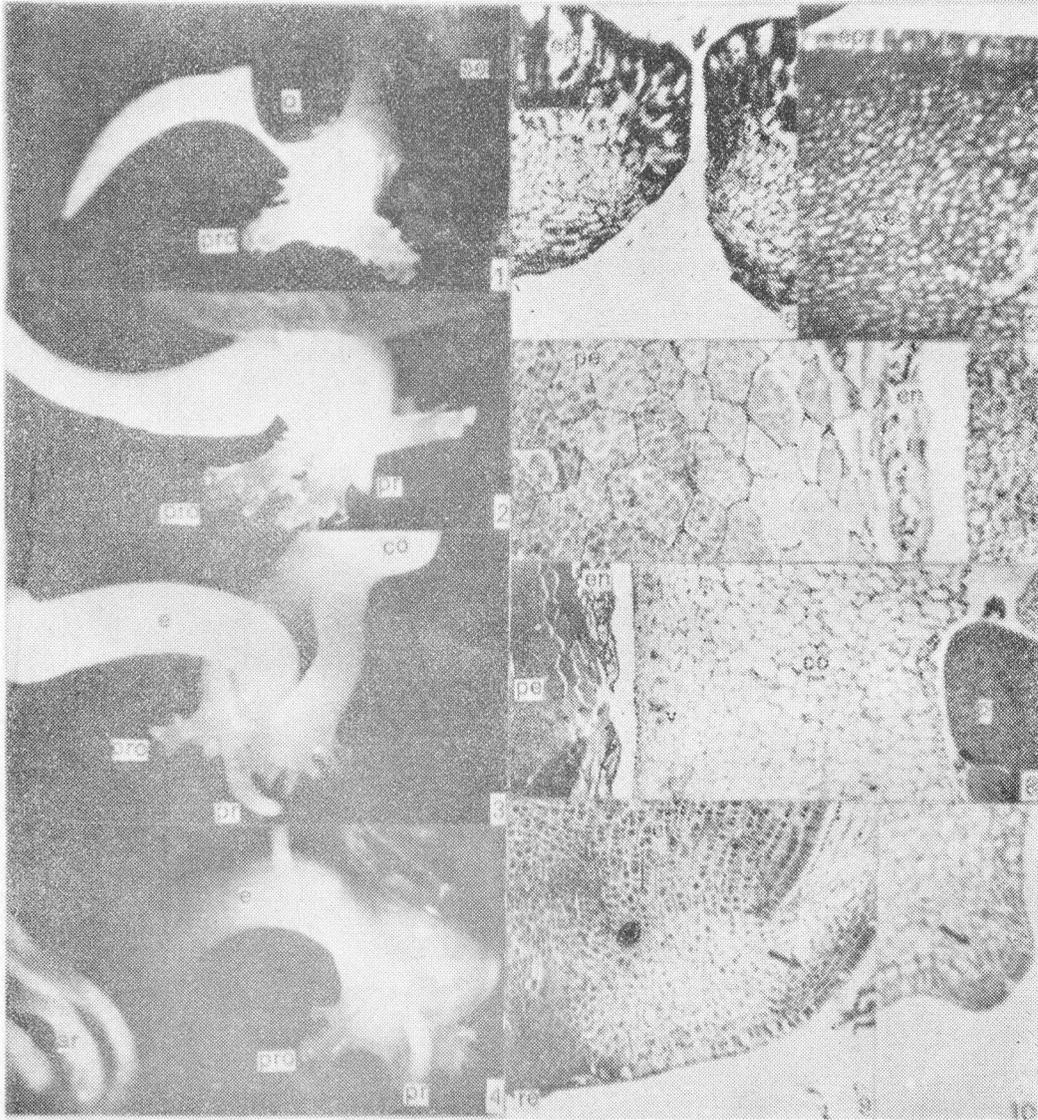
- plants. Columbia Univ. Press, New York.
- (7) Ito, M. 1937: Phytogenetic systematics of the Nymphaeales. Bot. Mag. Tokyo 100: 17—35.
- (8) Khanna, P. 1964. Morphological and embryological studies in Nymphaeaceae I. *Euryale ferox* Salisb. Proc. Ind Acad. Sci. B 69: pl. XI. 237—243.
- (9) Sharman, B.C., 1943. Tannic acid and iron alum with safranin and orange G in studies of the shoot apex. Stain Technology, 18 (3): 105—111.

## THE BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ANATOMICAL STRUCTURE OF THE SEED OF EURYALE FEROX SALISB. IN THE STAGE OF GERMINATION

Shi, Guo Xin and Xu, Xiang Seng  
(Nanjing Normal University)

**Abstract** The structure of the seed of *Euryale ferox* Salisb., its germination and morphogenesis of the young seedling are described in this article. Mature seeds have to be preserved in water for further enlargement of the embryo and hastening its after-ripening processes. The perisperm of the seed is the main structure for storing nutritive materials. Four or several protuberances may be found at the basal portion of abaxial sides of the petioles of cotyledons during seed germination which are believable for anchoring the young seedling to the bottom of water in its early development.

**Key words** *Euryale ferox* Salisb.; Seed; Germination; perisperm



ar, 不定根; co, 子叶; e, 上胚轴; en, 胚乳; ep, 表皮层; o, 种孔盖; p, 幼叶; pe, 外胚乳; pr, 初生根; pro, 突起; re, 胚根; s, 淀粉粒; se, 种子; sec, 种皮; v, 维管束。

1—4. 种子萌发的形态特征×12; 5. 种孔盖纵切面, 示进水孔(箭头)×132; 6. 种皮横切面×33; 7. 种子纵切面, 示外胚乳, 胚乳和子叶的相对位置×132; 8. 种子纵切面, 示子叶的结构×33; 9. 种子萌发前胚的纵切面, 示子叶柄基部远轴面集簇众多小形细胞(箭头)×33; 10. 小形细胞开始伸长, 形成乳头状突起(箭头)×45。