

慈菇下胚轴毛的形态发育研究

施国新 徐祥生

(南京师范大学生物系)

摘要 慈菇种子萌发前,下胚轴基部的表皮细胞分化成生毛细胞。当下胚轴穿出种皮约1—2毫米时,生毛细胞的外壁向外突出,形成下胚轴毛。开始时,其顶端膨大,呈分泌毛状,后呈根毛状。下胚轴毛的主要功能是起固着作用。下胚轴毛发育后期,在其保留细胞核的膨大的基部和突起的毛状体之间形成一细胞壁,此时毛状体便开始萎缩脱落。下胚轴毛的基部重新形成完整的表皮细胞。

关键词 下胚轴;生毛细胞;下胚轴毛;慈菇

慈菇 (*S. sagittifolia* L.) 属泽泻科,是一种多年生的水生经济植物。有关慈菇的研究,过去已有若干详细报道^[1, 2, 3, 7];其中也有涉及到泽泻科其它属种的种苗形态研究的^[3, 5, 6]。由于慈菇种子的种皮具有一层坚硬的角质层(图版Ⅲ: 1),在自然环境条件下较难萌发,这给慈菇的种苗研究带来一定困难。目前尚未见慈菇种苗研究的详细报道。本文就慈菇种苗下胚轴毛的发生、发育和形态、结构的研究结果报道如下。

材 料 和 方 法

本研究材料是在室内萌发的慈菇幼苗,萌发用的种子于1985年11月采自苏州东山太湖边浅水塘内的成熟慈菇。采回的种子,先贮存于水生生物培养箱的水底(干燥贮存的种子未见萌发),到第二年3月取出,分批在培养皿内培养;部分种子经过机械处理,使种皮角质层有所破损,以此作为对照。温度保持在22℃±,用3000Lux全光照(种子在黑暗条件下培养也未见萌发)。机械处理的种子3天后,未处理的种子8天后,得到部分萌发的种苗,然后按不同苗期进行采样,在FAA液内固定,经石蜡包埋,制成7—10μm厚度的切片,用铁矾苏木色精;或番红—固绿二重染色,中性树胶封固。

观 察 结 果

慈菇为无胚乳种子。完整成熟的胚中可见到发育良好的下胚轴。单个子叶向远轴面弯曲,使整个胚体呈马蹄形。子叶的叶鞘包裹着胚芽,胚根由一团未分化的细胞组成。

慈菇种子的萌发,与 Van Tieghen 的关于胚器官的发育是胚根首先生长,形成主根,然后下胚轴伸展的模式有所不同。由于慈菇种子的胚根在萌发时分化迟缓,所以萌发时下胚轴首先伸长,穿破珠孔端的种皮,这就成为种子萌发的第一步(图版Ⅲ: 3)。

慈菇下胚轴象其它原始类型的单子叶植物下胚轴一样,位于胚体中央,它有贮藏营养的

本研究得到李正理教授的帮忙,特此致谢!

本研究为国家自然科学基金项目。

作用。在胚胎阶段,下胚轴中富含淀粉颗粒,成为幼苗发育时的主要营养来源。

在下胚轴突破种皮前,其基部的表皮细胞开始向生毛细胞转化,这些细胞的核明显增大,核仁清晰可见,细胞质变浓,淀粉粒大量消耗(图版Ⅲ:2)。当下胚轴突破种皮时,生毛细胞内仅能见到少量残存的淀粉粒。下胚轴穿出种皮约1—2毫米时,生毛细胞的外壁向外突出,形成下胚轴毛(图版Ⅲ:9)。此时的胚根细胞尚未出现分裂;下胚轴中央的原形成层束还处于静止状态。随着下胚轴的急剧伸长,胚根细胞逐渐分裂和分化,形成初生根(图版Ⅲ:5)。下胚轴毛初形成时顶端膨大成球形,类似分泌毛结构(图版Ⅲ:6),在伸长过程中,顶端平展前伸,形成根毛状。

三叶期前的幼苗主要依赖下胚轴毛固着在水下培养基质上,使苗趋向直立状态。下胚轴毛一般伸长达3—5毫米,为单细胞结构,它由膨大的基部和突起的毛状体组成,细胞核始终保留在基部(图版Ⅲ:5,10,14)。在光镜下,突起的毛状体中仅可见到细胞质,一些细胞器和大液泡。在下胚轴毛发育后期,具细胞核的膨大的基部与突起的毛状体之间产生一细胞壁;此时,突起的毛状体便开始萎缩脱落,而膨大的基部则成为一个完整的表皮细胞(图版Ⅲ:14,15)。下胚轴毛产生区域,在形态上稍向外突出,成为一圈隆起的部分,称之为根颈区(collet)(图版Ⅲ:5,15)。

为检验生毛细胞的发育特性,在种子萌发过程中,生毛细胞区域人工保留种皮;在这一情况下可以发现,尽管下胚轴伸长,胚根发育成初生根,但生毛细胞并没有发育成下胚轴毛,而生毛细胞分化的数量却有增多现象(图版Ⅲ:4);去除种皮后,尽管下胚轴中央的原形成层束已分化成中柱各部分结构,但生毛细胞还能形成短而细弱的下胚轴毛(图版Ⅲ:7),寿命要比正常的下胚轴毛短得多。

下胚轴的表皮细胞,以及以下3—5层皮层细胞在光的照射下均可产生大量叶绿粒,使下胚轴成为深绿色,但在下胚轴生毛细胞及其发育成的下胚轴毛中则未见叶绿粒的发生。有时在生毛细胞群中可见到个别未分化成生毛细胞的表皮细胞,其结构与下胚轴表皮细胞相同。

在20厘米深水萌发试验时,可见到下胚轴伸长达5—6厘米,其细胞拉长达浅水萌发时下胚轴细胞长度的20倍左右,而生毛细胞未见拉长,但形成的下胚轴毛在数量上趋向减少,初生根发育更趋延迟;在见光情况下,下胚轴中叶绿粒发育不良,甚至无叶绿粒形成。在下胚轴拉长过程中,耗尽了全部贮藏淀粉,形成的幼苗黄而弱,往往在三叶期前即便死亡。

在下胚轴早期的横切面上,可见到一层表皮细胞,表皮下为3—5层皮层薄壁细胞(图版Ⅲ:8);下胚轴成熟后,皮层细胞破生成通气腔(图版Ⅲ:11)。初生根在外观上可见到二种类型的表皮细胞,一种为方形的小型细胞,将来形成根毛;另一种细胞体积大,长方形,此种细胞不形成根毛,为一般的根表皮细胞。在初生根的横切面上,表皮下二层细胞排列紧密,无细胞间隙(图版Ⅲ:12,13),这二层细胞称为外皮层(exodermis)。外皮层内为皮层细胞,初生根成熟时,皮层细胞破生成通气腔(图版:13)。

讨 论

Arber, A. 和 Lieu, S. M. 等分别对泽泻科其它几个种的种苗外部形态进行了描述;把种子萌发后在根颈区(collet)形成的毛称为发育良好的根毛^[3, 5, 8]。但我们在对慈菇下胚

轴的研究中, 发现这一区域产生的所谓“根毛”, 实质上是下胚轴基部的表皮细胞经分化成生毛细胞后其外壁成毛状突起, 我们称之为下胚轴毛 (hypocotylar hairs)。这部分细胞的分化在种子萌发前已经完成, 一旦下胚轴穿出种皮, 生毛细胞就立即形成下胚轴毛。从下胚轴毛产生区域的横切面上可以看到其内部结构与下胚轴横切面的结构一致, 而与初生根的横切面结构有极大的差别, 这说明下胚轴毛是着生在下胚轴上的。

鉴于慈菇种子的萌发是在水中进行的, 实质上并不缺水, 所以, 下胚轴毛的主要功能只能是起固着作用。这与泽泻科种苗初生根的延迟发育是相适应的, 它对苗的早期固着起了主要的作用, 也是对流动性水环境长期适应的结果。

慈菇种苗下胚轴毛与根毛的起源及形成方式有一定的区别。在慈菇种苗的初生根上, 根毛发育良好, 它是一种小型表皮细胞分化形成的, 根毛产生区段, 内部中柱各部结构已分化成熟。下胚轴毛的产生集中在下胚轴基部的特化表皮细胞, 即生毛细胞; 下胚轴毛形成时, 中柱部分仍为原形成层束结构, 初生根还没有开始发育。在下胚轴毛突起的毛状体中未见细胞核, 而根毛中细胞核则存在于突起的毛状体中。下胚轴毛中的细胞核始终保留在其膨大的基部; 在下胚轴毛发育后期, 膨大的基部与突起的毛状体之间形成一细胞壁, 毛状体萎缩脱落后, 其基部则形成一完整的细胞, 成为正常的表皮细胞; 而根毛则为整体脱落。下胚轴毛在种苗的一定时期内可与初生根的根毛同时存在, 但其突起的毛状体早于根毛脱落, 这时幼苗的固着作用已由初生根及其根毛所代替。一般幼苗出现 5—6 条不定根时, 初生根和下胚轴则趋于死亡。

下胚轴毛在泽泻科、水鳖科等种苗中普遍存在, 在较原始的水生单子叶植物种苗中具有一定的代表性。据报道, 下胚轴毛也发生在某些水生双子叶植物的种苗中^[4]。这对研究水生植物种苗对水环境的适应性及植物的系统演化具有一定的参考价值。同时也可作为植物分类学上的一个重要形态特征。

参 考 文 献

- [1] 李正理等, 1958: 慈菇形态之研究 I, 根系之解剖。植物学报, 7: 71—86。
- [2] 徐祥生等, 1984: 慈菇形态研究 (三), 胚和胚乳发育及种子形成。南京师范大学学报, 1: 78—82。
- [3] Arber, A., 1920: Water Plants. A study of aquatic angiosperms. Cambridge.
- [4] Klebs, G., 1885: Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung. Untersuch. Bot. Inst. Tübingen I: 536—635.
- [5] Lieu, S. M., 1979: Growth forms in the *Alismatales* I. *Alisma triviale* and species of *Sagittaria* with upright vegetative axes. Can. J. Bot. 57: 2325—2352.
- [6] Lieu, S. M., 1979: Growth forms in the *Alismatales* II. Two rhizomatous species: *Sagittaria lancifolia* and *Butomus umbellatus*. Can. J. Bot. 57: 2353—2373.
- [7] Stant, M. Y., 1964: Anatomy of the *Alismataceae*. J. Linn. Soc. (Bot.), 59: 1—42.

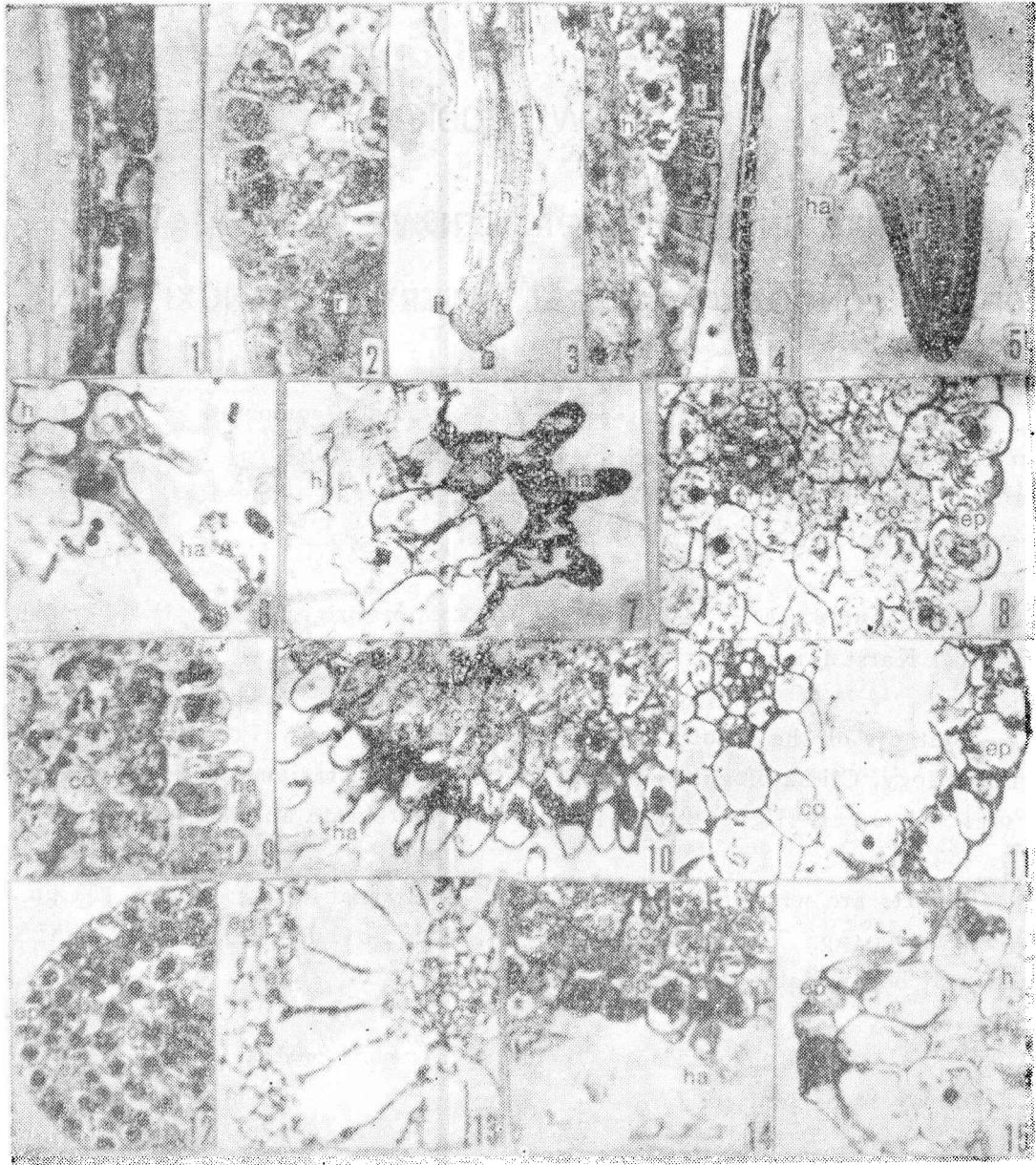
STUDIES ON THE DEVELOPMENTAL MORPHOLOGY OF HYPOCOTYLAR HAIRS OF *SAGITTARIA SAGITTIFOLIA* L.

Shi, Guo Xin and Xu, Xiang Shen

(Department of Biology, Nanjing Normal University)

Abstract. The epidermal cells of the proximal end of hypocotyl of *Sagittaria sagittifolia* L. differentiate into trichoblast before seed germination. When hypocotyl emerges out of the seed coat for 1—2 mm., wall of trichoblast cell projects outward and transforms into hypocotylar hair. The main function of hypocotylar hair is for anchoring the young seedling under water temporarily. In the beginning of hypocotylar hair formation, the tip of the hair enlarges a little, showing the character of a secretory cell. Later on the hair elongates in the form of a root hair. In the later stage of its development, a cell wall is formed between the nucleated expansive portion and the projecting trichome. After the trichome begins to wither and cast off, the basal portion renews a complete epidermal cell.

Key words hypocotyl; trichoblast; hypocotylar hair; *Sagittaria sagittifolia* L.



C. 角质层; CO. 皮层; ep. 表皮; ex. 外皮层; ha. 下胚轴毛; r. 初生根; t. 生毛细胞。

1. 种皮纵切面, 示角质层×350;
2. 下胚轴基部纵切面, 示生毛细胞和淀粉粒×140;
3. 种子萌发纵切面×14;
4. 下胚轴基部纵切面, 示种皮抑制了下胚轴毛的形成×140;
5. 下胚轴基部和初生根纵切面×35;
6. 下胚轴毛顶端膨大, 呈分泌毛状×140;
7. 下胚轴基部纵切面, 示种子萌发9天后, 受种皮抑制的生毛细胞在去除种皮后所形成的弱下胚轴毛×140;
8. 下胚轴横切面×140;
9. 下胚轴基部横切面, 示下胚轴生毛细胞开始形成下胚轴毛×140;
10. 下胚轴基部横切面×140;
11. 下胚轴发育后期横切面, 示通气腔形成×140;
12. 初生根发育早期横切面, 示外皮层×140;
13. 初生根发育后期横切面, 示通气腔形成×140;
14. 下胚轴基部横切面, 示下胚轴毛膨大的基部重新成为完整的表皮细胞×140;
15. 下胚轴基部纵切面, 示生毛区域突起成为根颈区×140。