

两种陀螺藻囊壳的微细结构和元素组成分析

王全喜¹ 刘洪家² 张大维³

(1. 上海师范大学生物系, 上海 200234; 2. 浙江大学生命科学院, 杭州 310029; 3. 哈尔滨师范大学生物系, 哈尔滨 150080)

摘要:利用从自然界水体中采集到的标本为材料, 对2种陀螺藻的囊壳的微细结构和元素组成进行分析比较, 结果表明:组成陀螺藻囊壳的主要矿物质元素是硅(Si)、铁(Fe)和铝(Al), 并含有少量的镁(Mg)、锌(Zn)、钙(Ca)等元素。囊壳的表面形态是不规则的, 不宜作为分类依据。

关键词:陀螺藻属; 囊壳; 元素组成; 微细结构

中图分类号:Q494.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3207(2003)04-0402-003

陀螺藻属(*Strombomonas*)是1930年Deflandre根据囊壳的形状不同从囊裸藻属中分离出来的一个类群^[1], 目前世界上记录的种约有50余种, 我国有30余种^[2]。自从该属建立后, 被大多数学者所采用^[1,2]。但是, 根据囊壳的形态进行分类是人为的分类^[3], 如何对该类群进行自然分类是许多学者关心的问题。1975以后, 许多学者利用扫描电镜、透射电镜、X-射线、微电子衍射等现代手段对囊裸藻属和陀螺藻属的囊壳超微结构、元素组成及发育等进行了研究, 探讨它们与系统分类的关系^[4-9], 但至今为止, 尚未有满意的工作。囊壳在分类中的作用如何? 陀螺藻属是否成立? 它与囊裸藻属的分类依据是什么? 都需要进一步的研究。作者近年来在这方面也做了一些工作^[9], 本文以从自然水体中采到的2种陀螺藻标本为材料, 对囊壳的微细结构和元素组成进行比较分析, 探讨囊壳的微细结构和元素组成及其在系统分类上的意义和作用, 为该属的系统分类提供资料。

1 材料和方法

1.1 材料 采自黑龙江省的哈尔滨市郊、五常县的各种自然水体, 并用5%福尔马林现场固定。

1.2 光镜观察 将所采标本在光镜下观察、分离, 用重蒸馏水洗净, 在显微镜(Olympus BH2)下观察照相。

1.3 扫描电镜观察 将光镜下鉴定、照相的标本移

到扫描电镜用的铜台上, 用双面胶粘牢, 自然干燥, 离子溅射仪上喷金, 扫描电镜(HITACHI S-520)下观察、照相。

1.4 元素组成分析 将扫描电镜观察的材料置于JEDL JXA-840型扫描电镜下, 用能谱仪(OXFORD-ISIS300)进行元素组成分析。

2 结果分析

2.1 块茎陀螺藻 *Strombomonas tuberosa* var. *conspersa*(Skv.)Defl

光镜观察:囊壳长椭圆形, 略侧扁, 前端具一矮领, 后端变细, 具一不明显尾尖, 侧面观稍弯曲。囊壳长27—29 μm , 宽10—13 μm (图1)。

电镜观察:囊壳表面具不规则的瘤状颗粒, 大颗粒2.7—2.9 μm , 小颗粒直径仅0.2 μm (图2)。

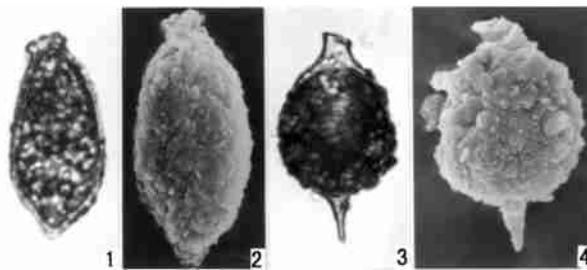


图1—2 块茎陀螺藻的囊壳形态特征(1. $\times 1300$; 2. $\times 1650$)

图3—4 具瘤陀螺藻的囊壳形态特征(3. $\times 1500$; 4. $\times 2000$)

Figs. 1—2 Morphology characters of envelopes of *S. tuberosa* var. *conspersa*(Skv.) Del. (1. $\times 1300$; 2. $\times 1650$); Figs. 3—4. Morphology characters of envelopes of *S. verrucosa* (Daday) Del. (3. $\times 1500$; 4. $\times 2000$)

收稿日期: 2002-03-10; 修订日期: 2002-04-25

基金项目: 上海市高等学校科技发展基金项目(99D005)资助

作者简介: 王全喜(1956—), 男, 河南省台前县人; 教授; 主要从事淡水藻类生物学的研究。

元素组成:组成囊壳的矿质元素主要是硅(Si)和铝(Al),而硅的含量最高,含有少量的铁(Fe)、镁(Mg)、锌(Zn)、钙(Ca)等(图 5)。从图 5 可以看出各种元素在囊壳上的相对含量,其中硅的相对值达到 2900,铝的相对值是 1800,铁的相对值是 400。从分析(图 6—9)的结果可以看出几种元素的相对量的多少,而且可以清楚地看出铁、硅、铝在囊壳上的分布是均匀的。

2.2 具瘤陀螺藻 *Strombomonas verrucosa* (Daday) Defl

光镜观察:囊壳陀螺形或梯形,前端具领,直向或略斜,领口平截或斜截,有时呈开展状,具齿刻,后面具一短小尖尾刺,有时略弯,黄色或褐色。囊壳长 21—37 μm ,宽 10—28 μm ,领高 4—7 μm ,宽 3.5—4 μm ,尾刺长 2—4.5 μm (图 3)。

电镜观察:囊壳表面具不规则的瘤状颗粒(图 4)。

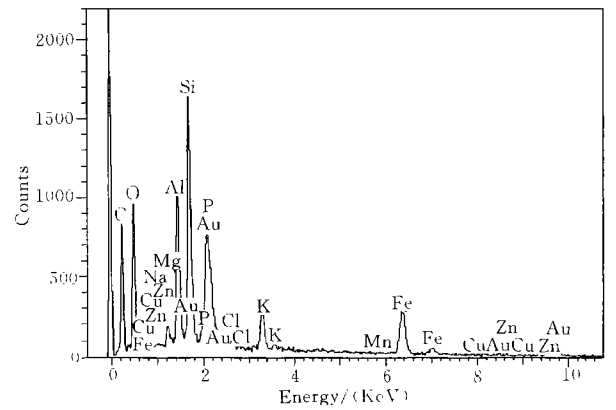


图 5 块茎陀螺藻的囊壳能谱分析图

Fig.5 SEM-EDS of envelopes of *S. tuberosa* var. *conspersa*

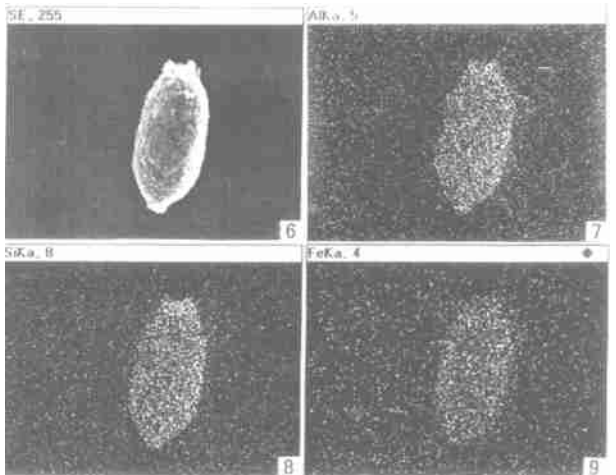


图 6—9 元素铁、硅、铝在块茎陀螺藻囊壳上的平面分布情况
Figs. 6—9 Plane distribution of Fe, Si, Al in envelopes of *S. tuberosa* var. *conspersa*

元素组成:组成囊壳的矿质元素主要是硅(Si)和铝(Al),硅的含量最高,此外含有少量的铁(Fe)、锌(Zn)等(图 10)。从图 10 可以看出各种元素在囊壳上的相对含量,其中硅的相对值是 800,铝的相对值是 300,铁的相对值是 150。作者也做了面分析(图略),硅、铁、铝在囊壳上的分布也是均匀的。

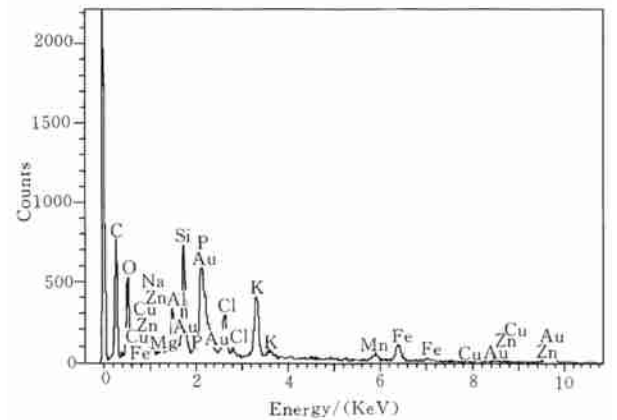


图 10 具瘤陀螺藻的囊壳能谱分析图

Fig.10 SEM-EDS of envelopes of *S. verrucosa*

3 讨论

有关陀螺藻属的囊壳元素组成的报道不多, Dunlap 等以 *Strombomonas conspersa* 为材料,做超薄切片的元素分析(ET-EDS),测得主要矿质元素是锰(Mn)和铁(Fe)^[6]; Conforti 等用 ET-EDS 和 SMT-EDS 技术,做了 *S. deflandrei* 和 *S. planctonica* 两种的囊壳元素组成分析,测得的主要元素是硅(Si)、铁(Fe)和铝(Al)^[4]。作者以自然水体中采集的标本为材料,对 2 种陀螺藻的囊壳元素组成进行了分析,从结果看,组成囊壳的矿质元素主要是硅(Si)、铝(Al)和铁(Fe),还含有少量的镁(Mg)、锌(Zn)、钙(Ca)等元素,而锰(Mn)的含量未能测出,这个结果与 Conforti 等的结果相似。

Conforti 首先报道了硅在囊壳中的存在,尤其在陀螺藻中,硅的含量占绝对优势。但他认为囊壳中的硅并非组成元素,硅主要存在于囊壳的“颗粒”中,这些颗粒是外源的砂粒,是由原生质体分泌胶质吸附环境中的砂粒而成。在本文结果中,硅是组成陀螺藻囊壳的最主要的矿质元素,在囊裸藻属中也普遍存在。关于硅是否像 Conforti 所讨论的存在于外源的砂粒中,还是以其他形式结合在囊壳上,作者做了 2 个种的矿质元素表面分布分析,从这些分析中可以看出,硅在囊壳上的分布较均匀,但在有颗粒的地方更为集中,硅在囊壳中的作用是复杂的,有待于

进一步的研究。

关于陀螺藻囊壳的表面纹饰,在光镜描述中常用颗粒状、瘤状、疣状等,但在电镜下观察,其囊壳表面是不规则的,上面吸附许多颗粒,用光镜的描述形态是不确切的,用表面“纹饰”作为分类标准也是不正确的。

参考文献:

- [1] Deflandre G. *Strombomonas*, nouveau genre d'Euglenaceae[J]. *Arch. Protistenk*, 1930, **69**: 551—614
- [2] Shi Z X, Wang Q X, Xie S L, et al. Flora Algarum Sinicarum Aquae Dulcis Tomus VI Euglenophyta[M]. Beijing: Science Press, 1999. [施之新, 王全喜, 谢树莲等. 中国淡水藻志 第六卷 裸藻门. 北京: 科学出版社, 1999]
- [3] Pringsheim E G. Observations on some species of *Trachelomonas* grown in culture[J]. *New Phytol.*, 1953, **52**: 93—113, 238—266
- [4] Conforti V, Walne P L, Dunlap J R. Comparative ultrastructure and elemental composition of envelopes of *Trachelomonas* and *Strombomonas* (Euglenophyta)[J]. *Acta Protozoologica*, 1994, **33**: 71—78
- [5] Donnelly L S, Walne P L, Dunlap J R. Cytological and taxonomic studies of the Euglenales. I. Ultrastructure and envelope composition in *Trachelomonas* spp[J]. *Br. Phycol. J.*, 1986, **21**: 387—397
- [6] Dunlap J R, Walne P L, Kivic P A. Cytological and taxonomic studies of the Euglenales. II. Comparative microarchitecture and Cytochemistry of envelopes of *Strombomonas* and *Trachelomonas*[J]. *Br. Phycol. J.*, 1986, **21**: 399—405
- [7] West L K, Walne P L. *Trachelomonas hispida* var. *coronata* (Euglenophyceae) III. Envelope elemental composition and mineralization [J]. *J. Phycol.*, 1980, **16**: 583—591
- [8] Wang Q X, He Q, Bao W M. Observations on some species of *Trachelomonas* from Harbin with SEM [J]. *Bull. Bot. Research*, 1992, **12**(3): 293—300. [王全喜, 何群, 包文美. 哈尔滨产几种囊裸藻扫描电镜观察. 植物研究, 1992, **12**(3): 293—300]
- [9] Wang Q X, Liu H J, Zhang D W. Fine structure and elemental composition of envelopes of *Trachelomonas scabra* var. *ovata* Playf. [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2000, **24**(6): 669—671. [王全喜, 刘洪家, 张大维. 糙纹囊裸藻卵圆变种囊壳的微细结构及元素组成分析[J]. 水生生物学报, 2000, **24**(6): 669—671]

FINE STRUCTURE AND ELEMENTAL COMPOSITION OF ENVELOPES OF TWO SPECIES OF GENUS *STROMBOMONAS*

WANG Quan-Xi¹, LIU Hong-Jia² and ZHANG Da-Wei³

(1. Department of Biology, Shanghai Normal University, Shanghai 200234; 2. College of Life Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029; 3. Department of Biology, Harbin Normal University, Harbin 150080)

Abstract: In the present paper, fine structures and elemental compositions of envelopes of 2 species of genus *Strombomonas* from natural freshwater bodies were studied. All algae were collected from different kinds of natural freshwater bodies in suburbs of Harbin city and Wuchang county and fixed with 5% formalin on the spot. In the laboratory, the specimens were separated and cleaned with redistilled water, then took pictures under light microscope (Olympus BH2). The materials for scanning electron microscopy studies were mounted onto the metal stubs with double-sided adhesive tape, dried naturally, coated with gold in an ion sputter coater, observed and took pictures under scanning electron microscope (SEM) (HITACHI S-520). After the materials were examined under SEM, they were moved to another SEM (JEDL JXA-840) to analyze their elemental compositions by energy spectrometer (OXFOD-ISIS300). The result showed: (1) Silicon (Si), aluminium (Al) and iron (Fe) were major mineralizing elements that composed of envelopes and trace magnesium (Mg), zinc (Zn) and calcium (Ca) were contained, but manganese (Mn) was not detected. Element Si was the most important among all mineralizing elements of envelopes of *Strombomonas*, it also appeared in envelopes of *Trachelomonas* generally. In order to confirm element Si existed in exogenous sands or combined onto envelopes in other ways, superficial distribution of mineralizing elements of 2 species were analyzed. The analyses showed that the distribution of element Si was relatively uniform on envelopes but was rather concentrated on particles. So the function of element Si among envelopes was complex and need further study. (2) In the studies under light microscope, granulate, tuberculate or verrucate ornamentations of envelope were used in the character description of *Strombomonas* usually. The surfaces of envelopes of *Strombomonas* were irregular and adsorbed with some particles under SEM. It was not definite to describe the envelopes of *Strombomonas* by those characters under light microscope and it was not definite regard “ornamentation” as taxonomic criterion too.

Key words: *Strombomonas*; Envelopes; Elemental composition; Fine structure