



普通高等教育
“十一五”国家级
规划教材

植物学

(第2版)

主编 叶创兴 朱念德 廖文波 刘蔚秋 冯虎元

高等教育出版社

蔡泽坪

QQ: 494266605

Tel: 13909481919

课程交流群: 316349147



蔡泽坪

扫一扫二维码，加我QQ。

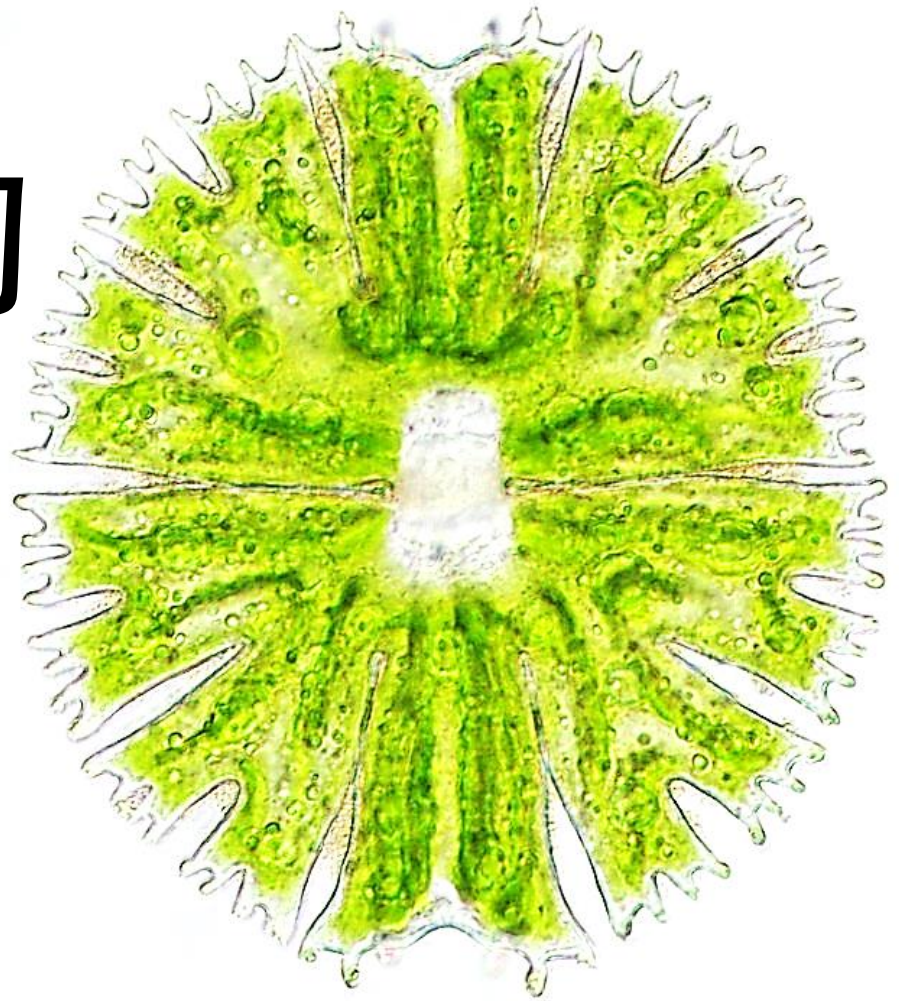


小树

扫一扫二维码，加入该群。

第五章

藻类植物



25 μm

© Dr. R. Wagner

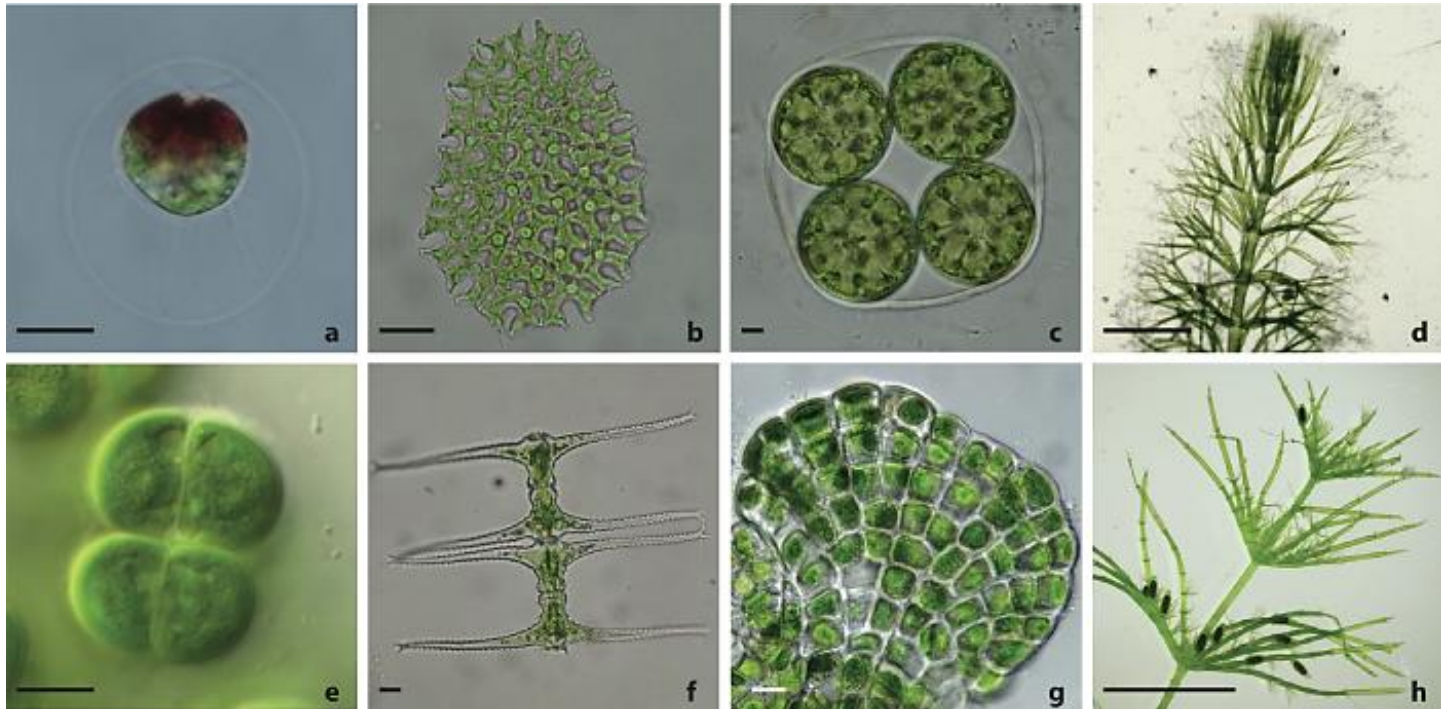
下篇
系统与演化植物学

Part II
Systematic and
Evolutionary
Botany

一、概论

藻类 (Algae): 是指一群具有光合作用色素、能进行放氧光合作用的**自养原植体植物**。

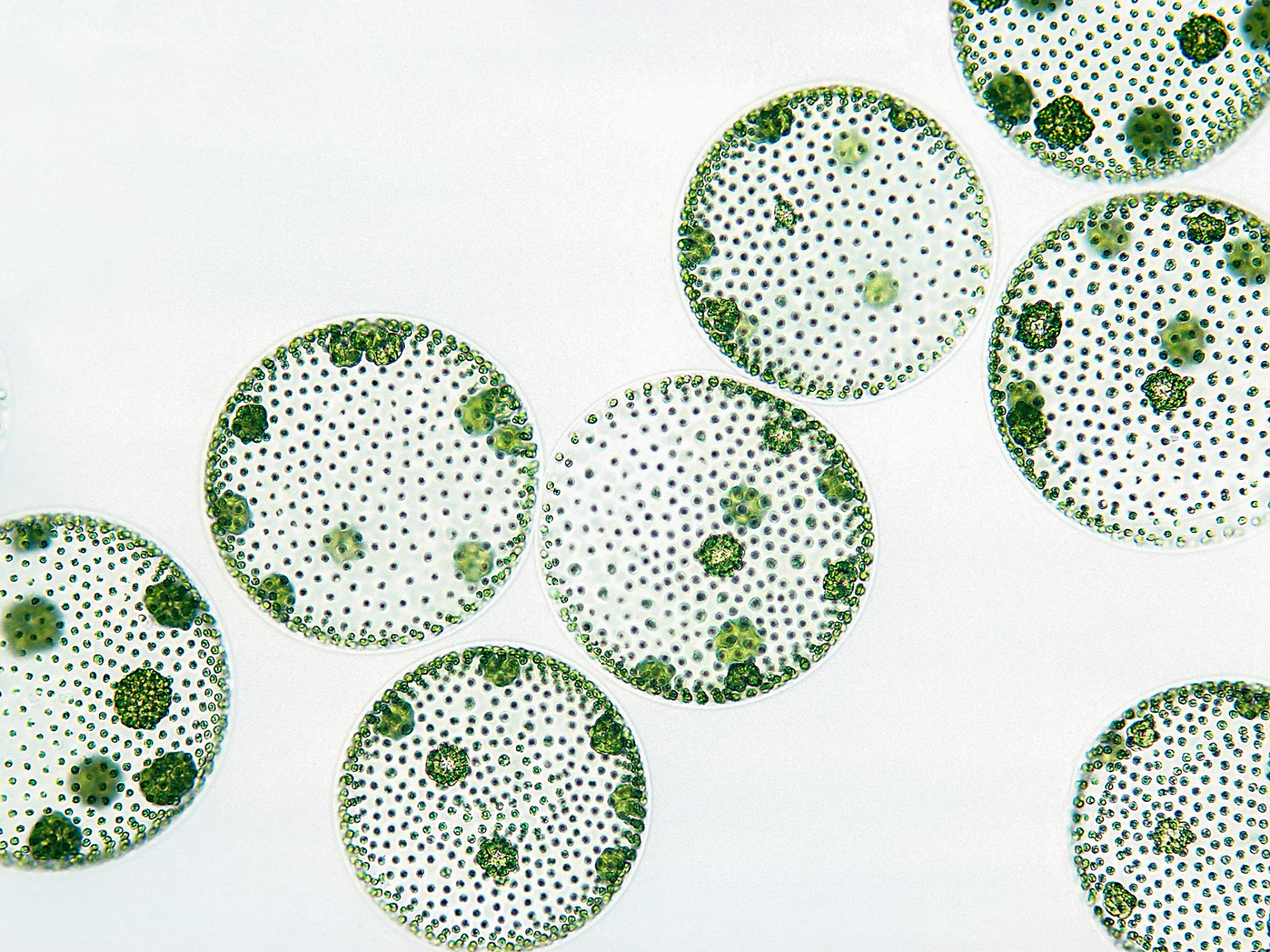
原植体植物: 植物体结构简单，为单细胞或者是多细胞的丝状体或叶状体，无根、茎、叶的分化。**低等植物也叫原植体植物。**

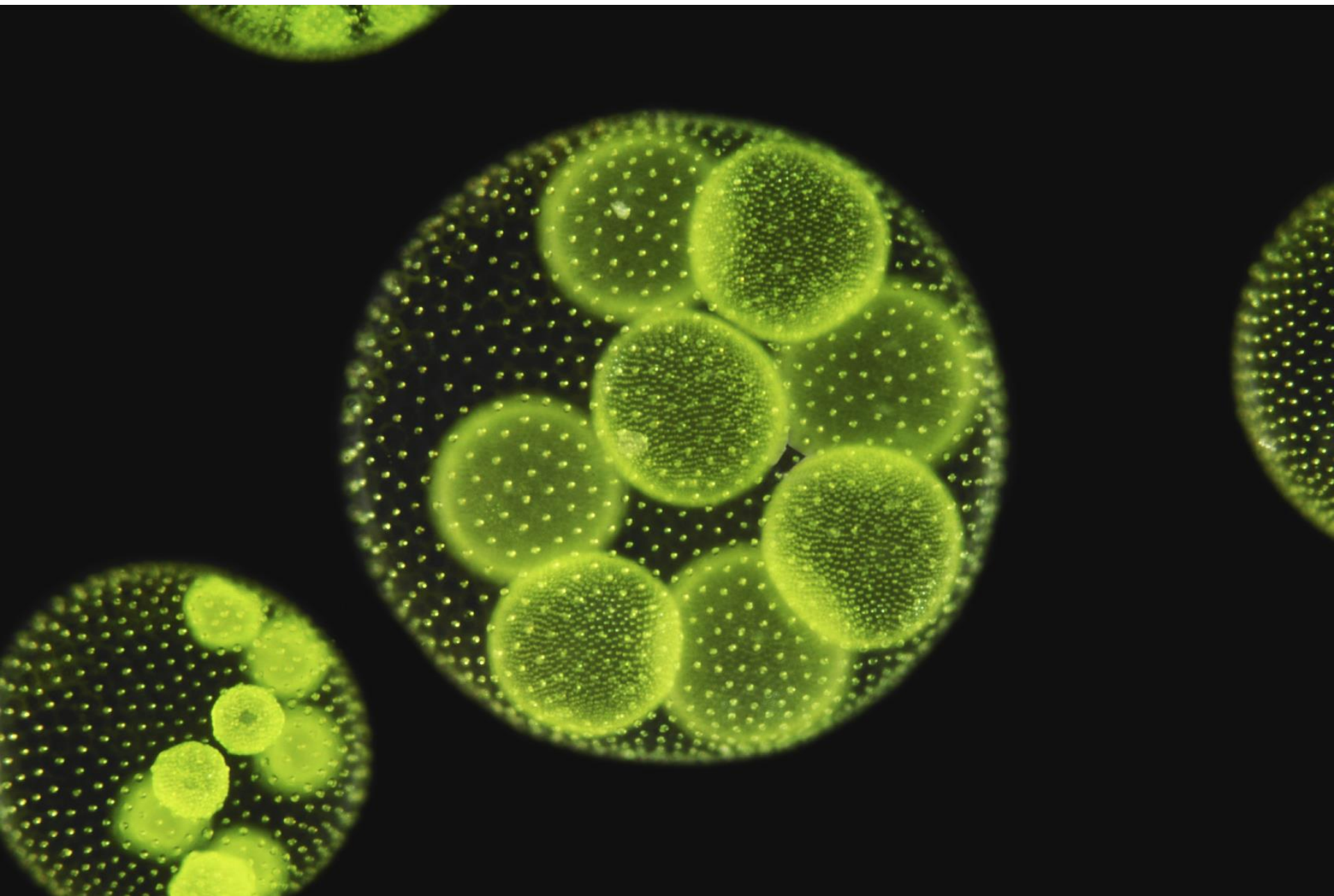


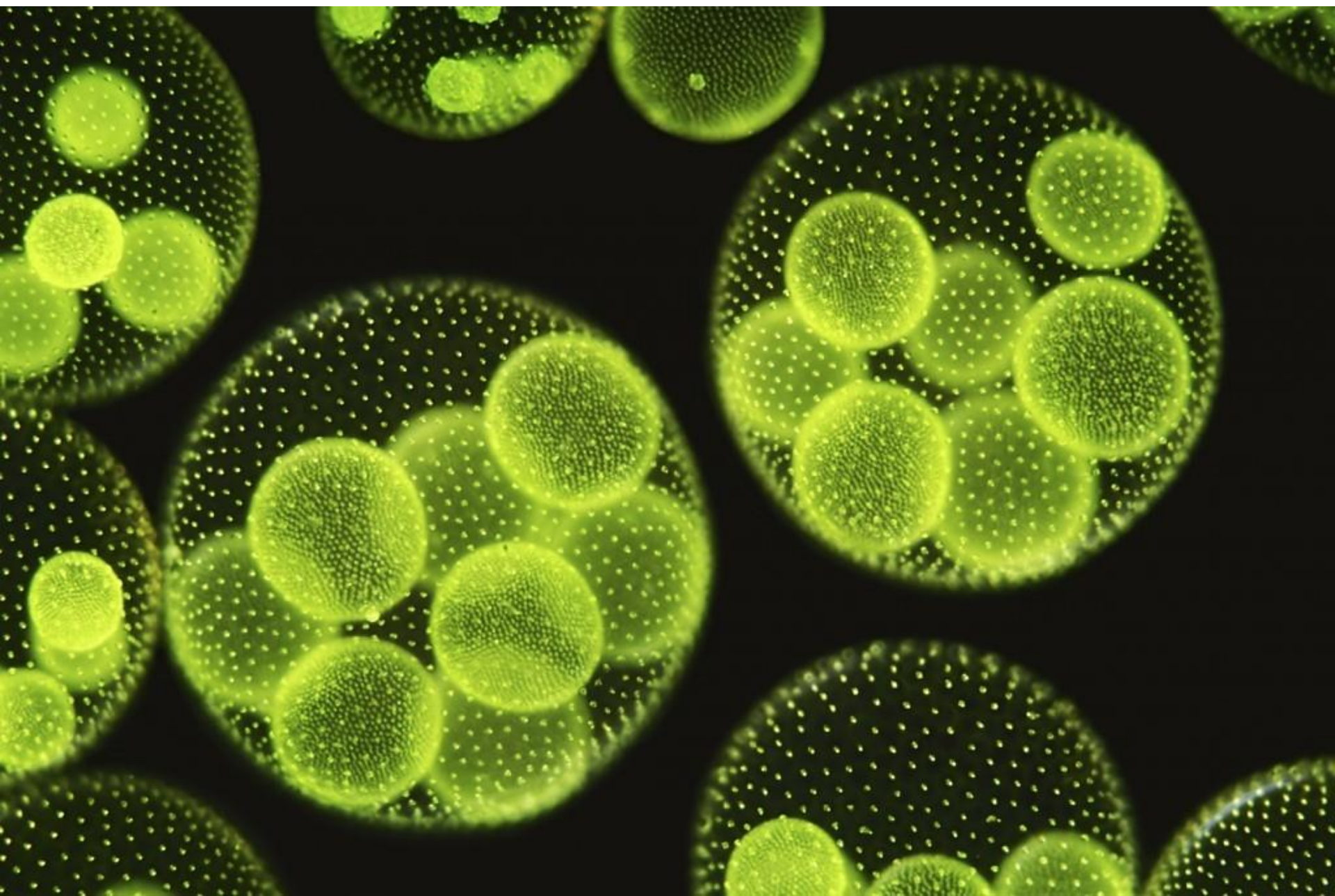
藻类形态构造差异很大，小的为单细胞，而大的肉眼可见，有些还具有较复杂的结构。

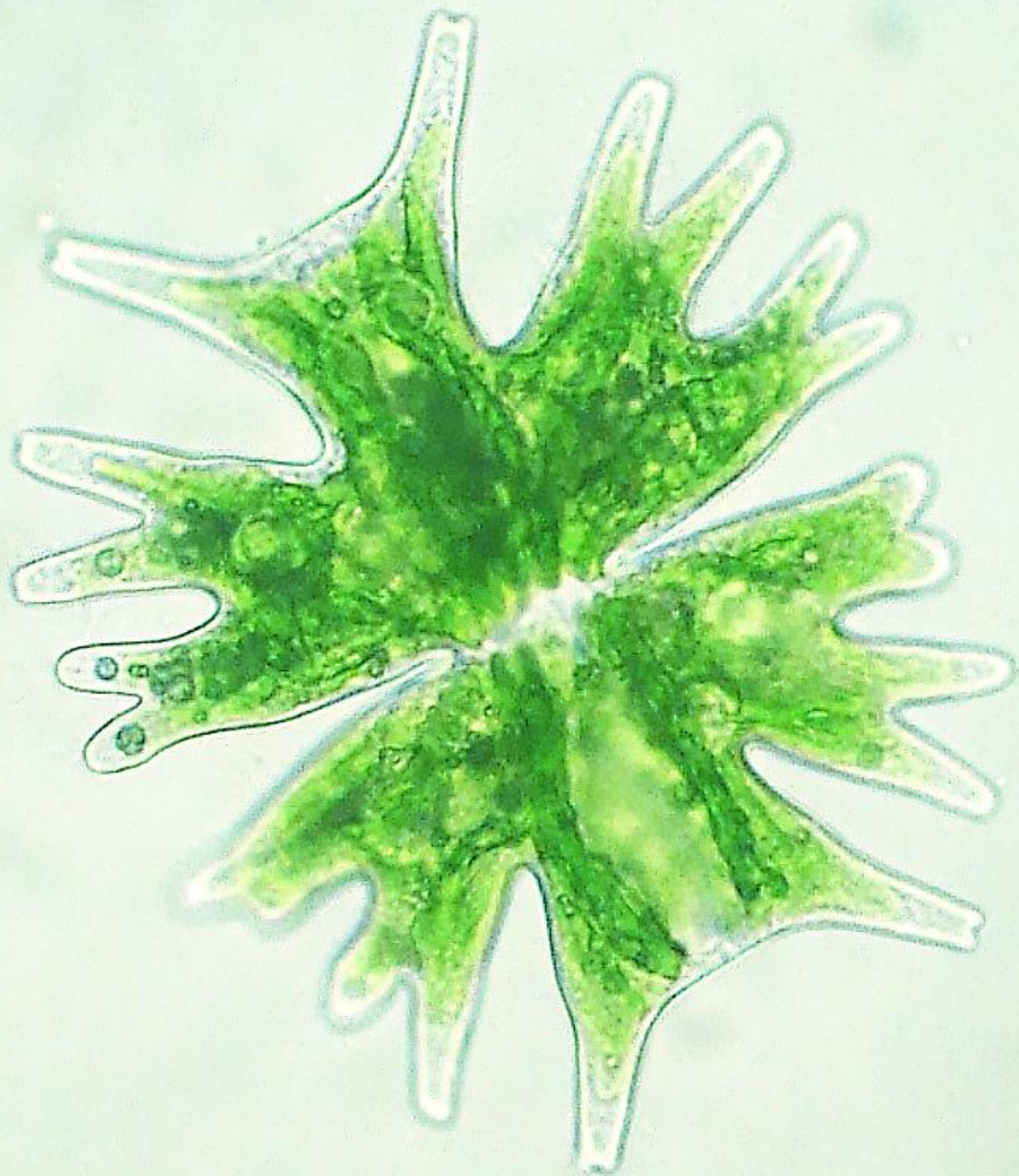
水华







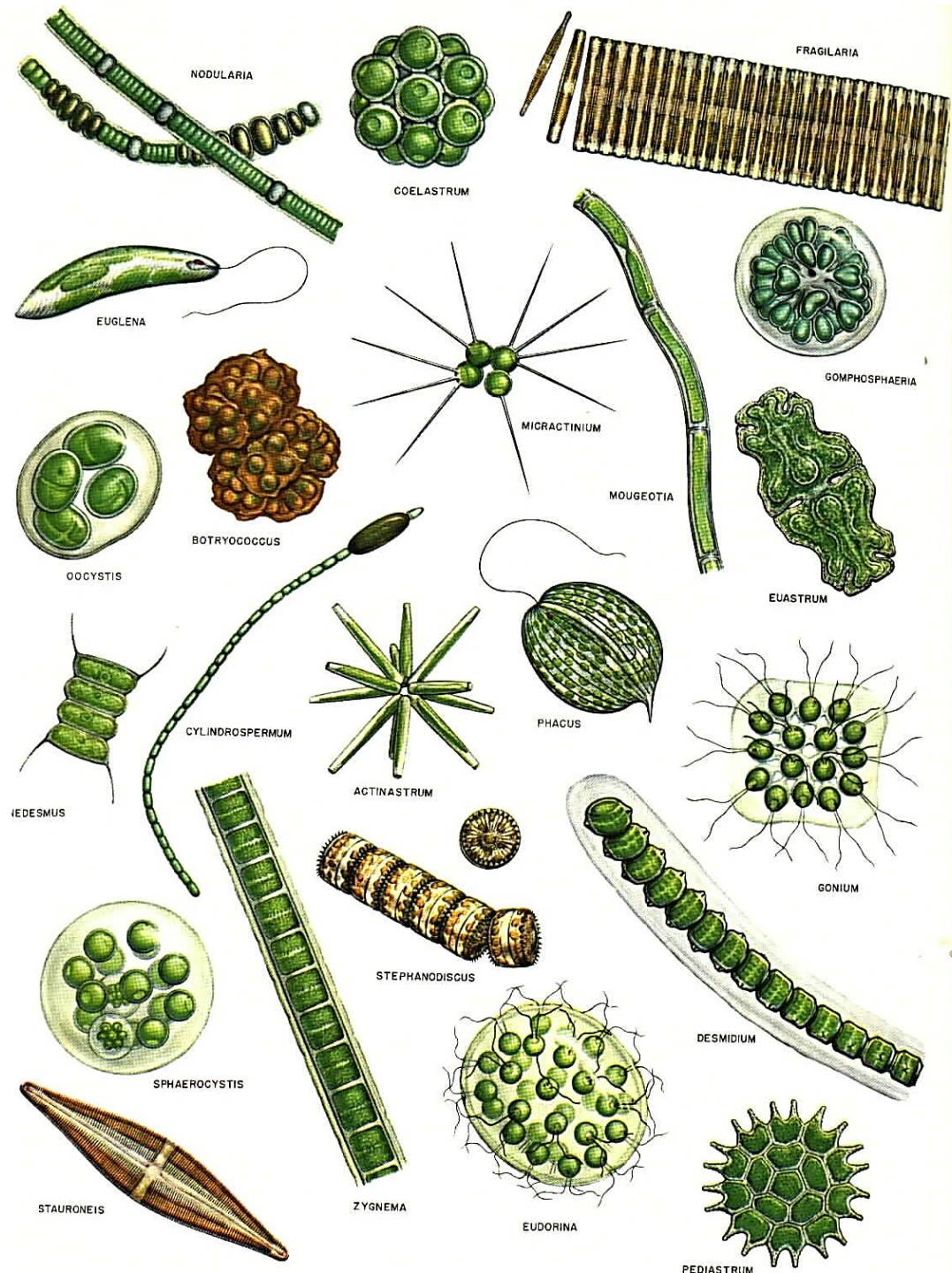
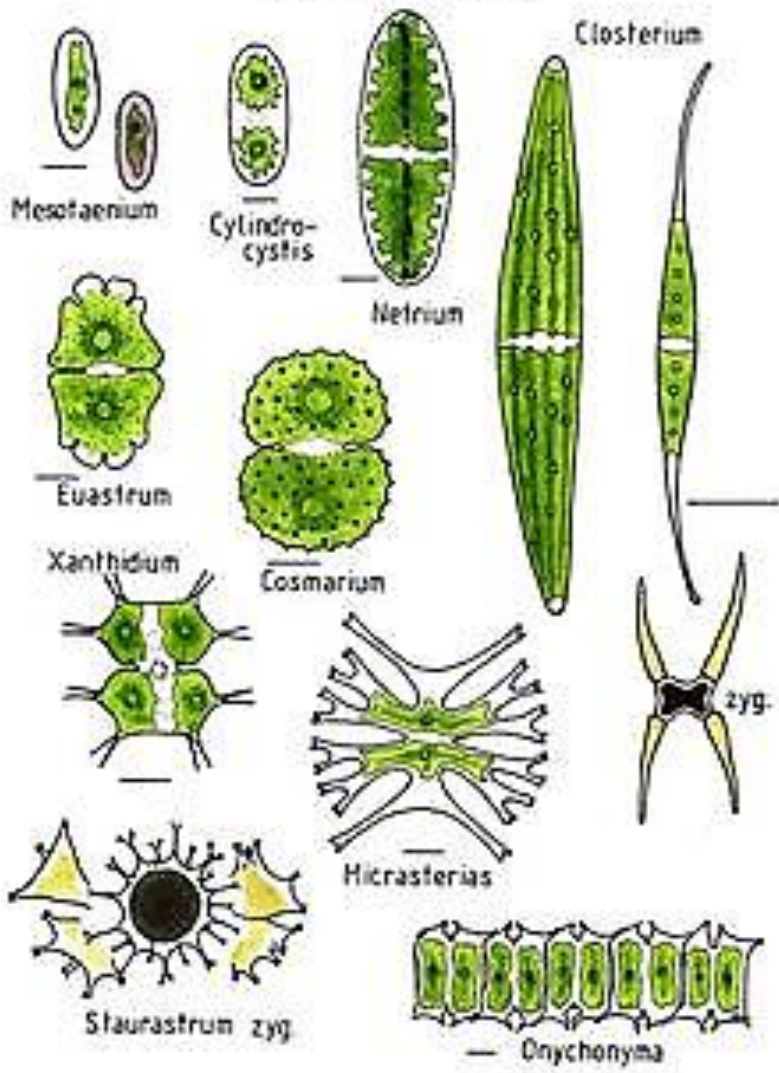








CONJUGALES - Desmids



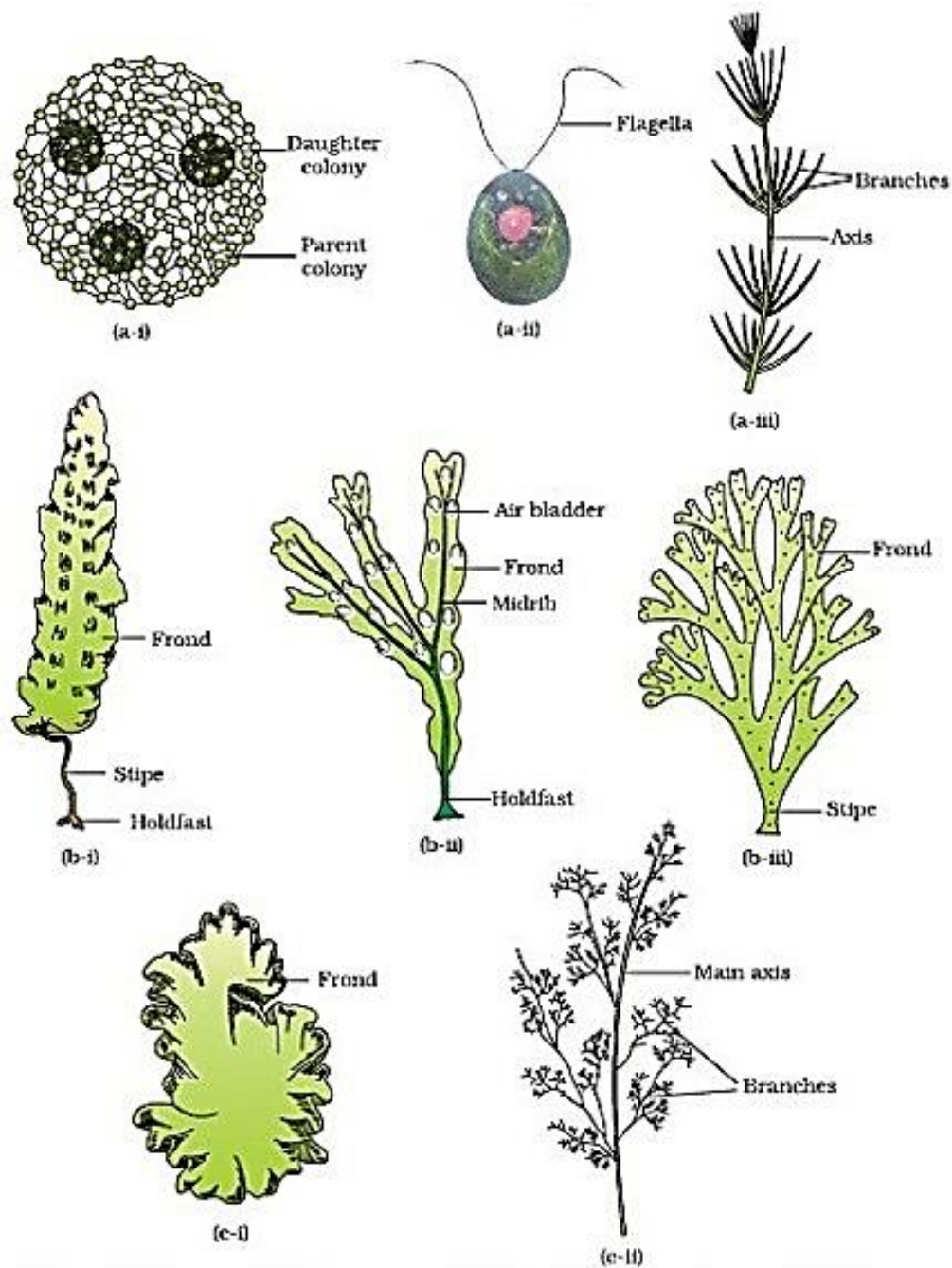
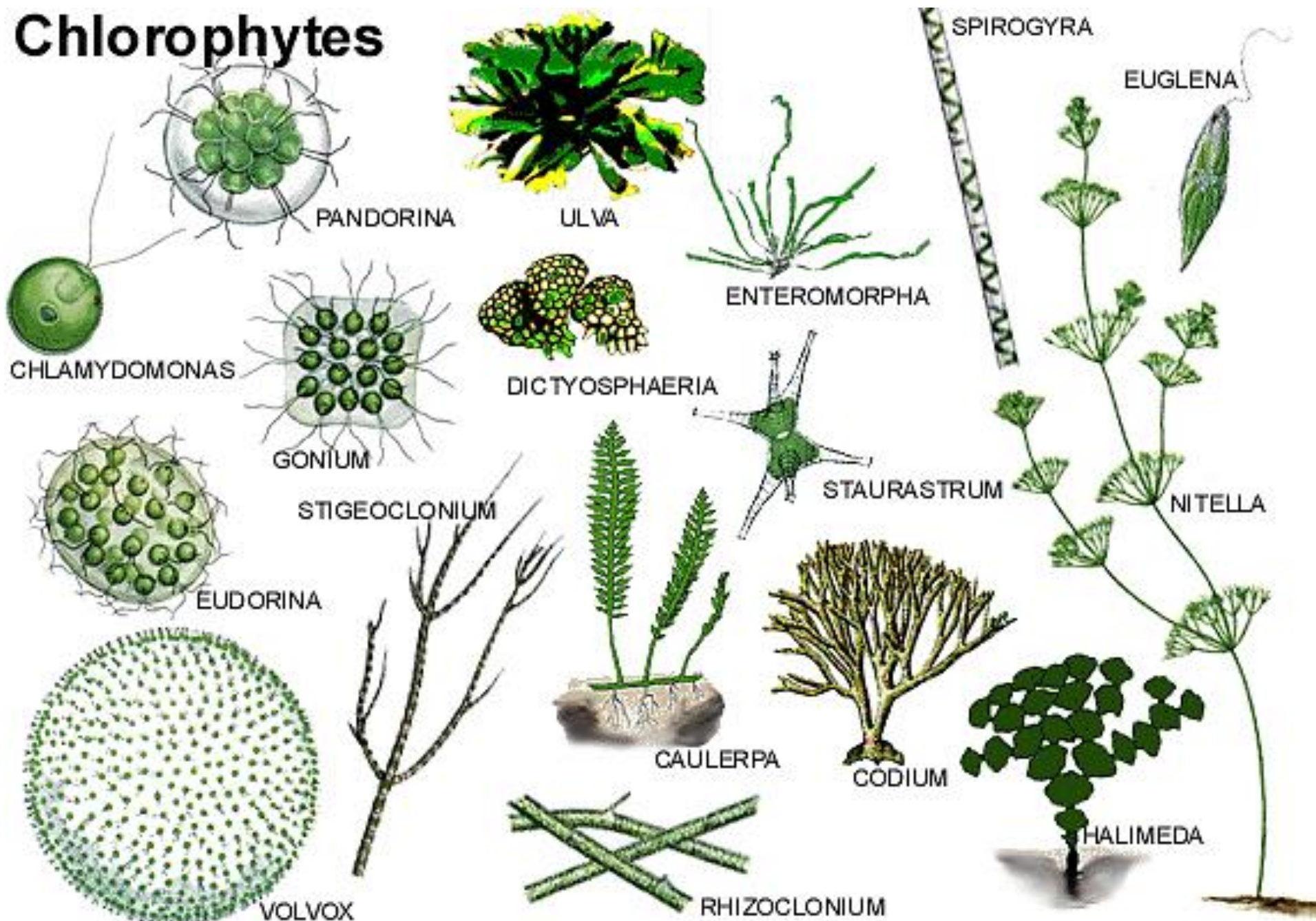


Figure 1. Algae : (a) Green algae (i) *Volvox* (ii) *Chlamydomonas* (iii) *Chara*
 (b) Brown algae (i) *Laminaria* (ii) *Fucus* (iii) *Dictyota*
 (c) Red algae (i) *Porphyra* (ii) *Polysiphonia*

Chlorophytes



藻类植物的分布：

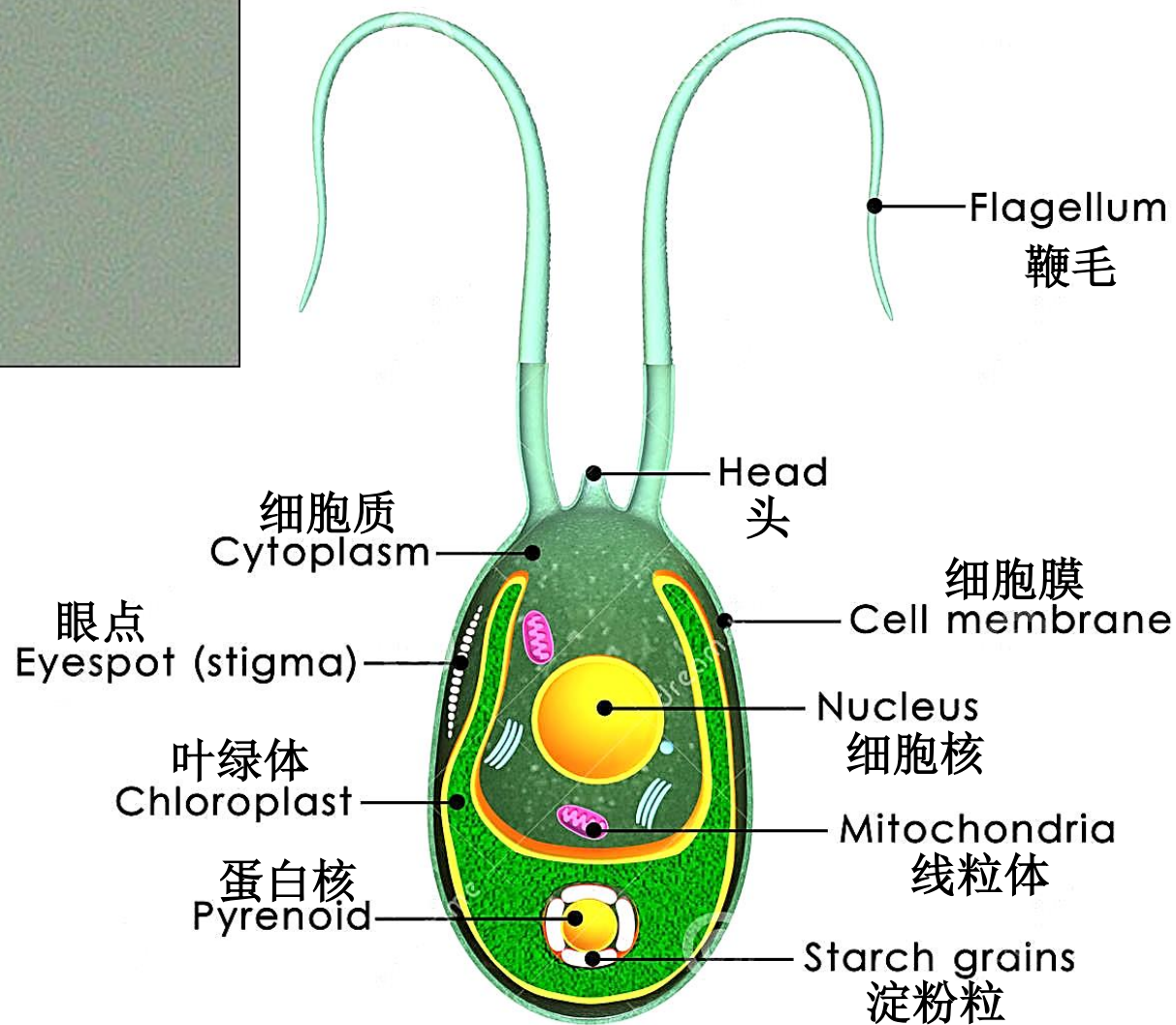
目前发现的近3万种藻类约90%生活在水中，如淡水、河口、半咸水或咸水湖、海水，甚至在50~80℃的温泉中。

它们有的行浮游生活，有的营固着生活，有些藻类生长于潮湿的岩石、墙壁、土表、树干上，这些种类称为亚气生藻，雪藻生活在雪山、冻原。一些藻类与真菌共生，形成地衣。少数藻类可寄生在动植物体内，少数藻类失去叶绿素，行腐生生活。



衣藻

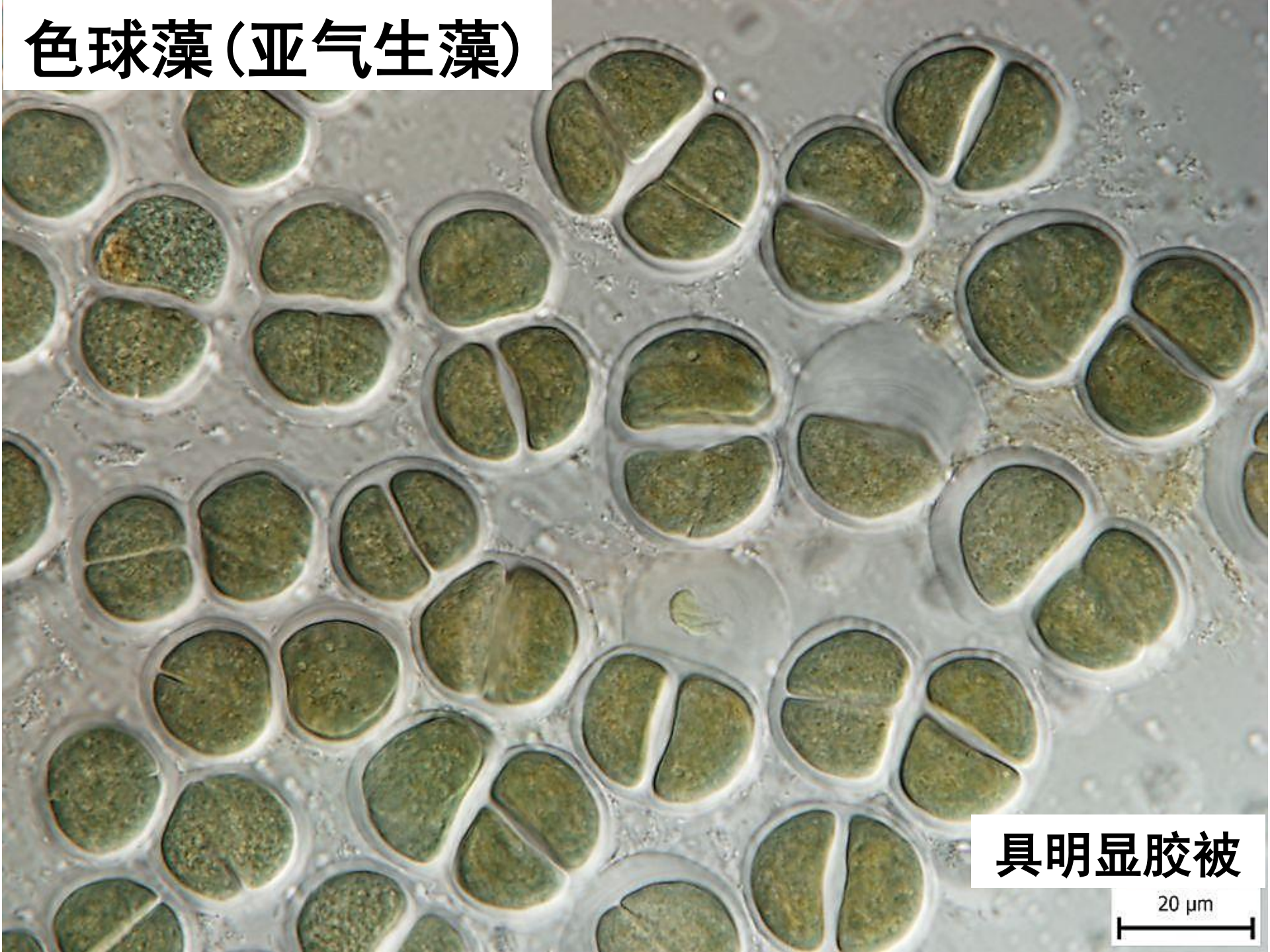
浮游生活



石莼(固着生活)



色球藻(亚气生藻)



具明显胶被

20 μ m





雪藻生活在雪山、冻原

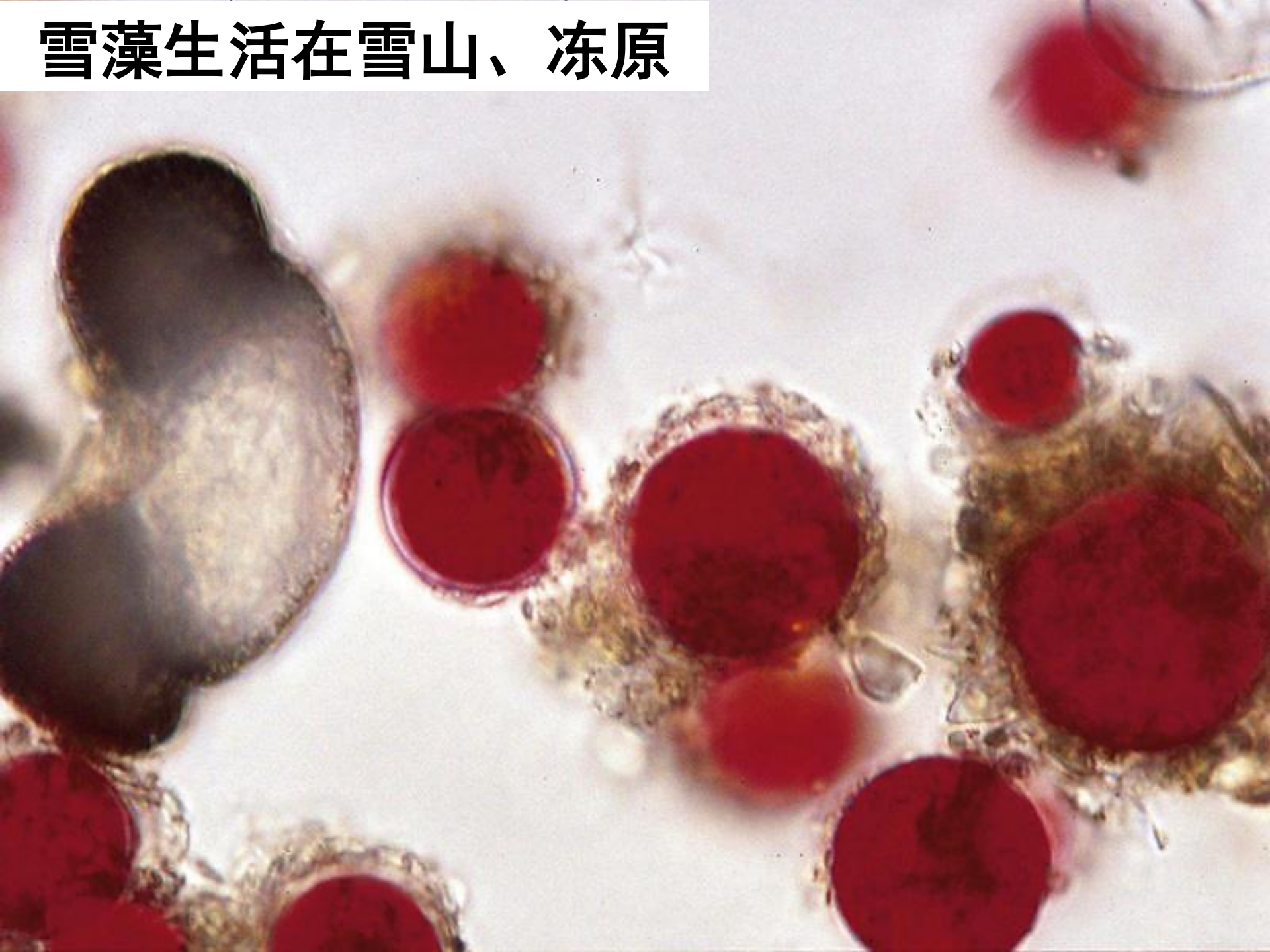
雪藻生活在雪山、冻原



雪藻生活在雪山、冻原



雪藻生活在雪山、冻原



小球藻属生长在动物水螅体内

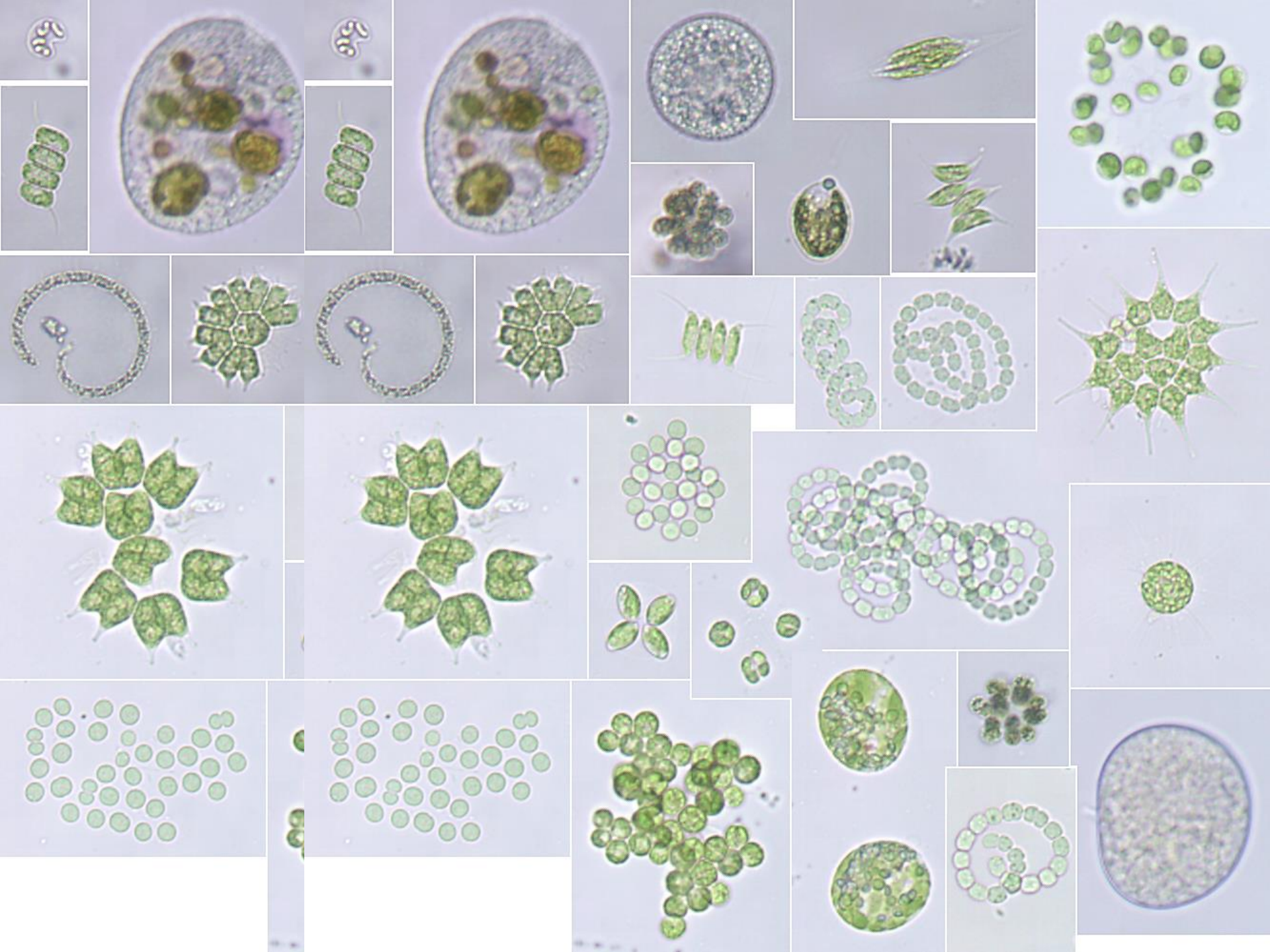


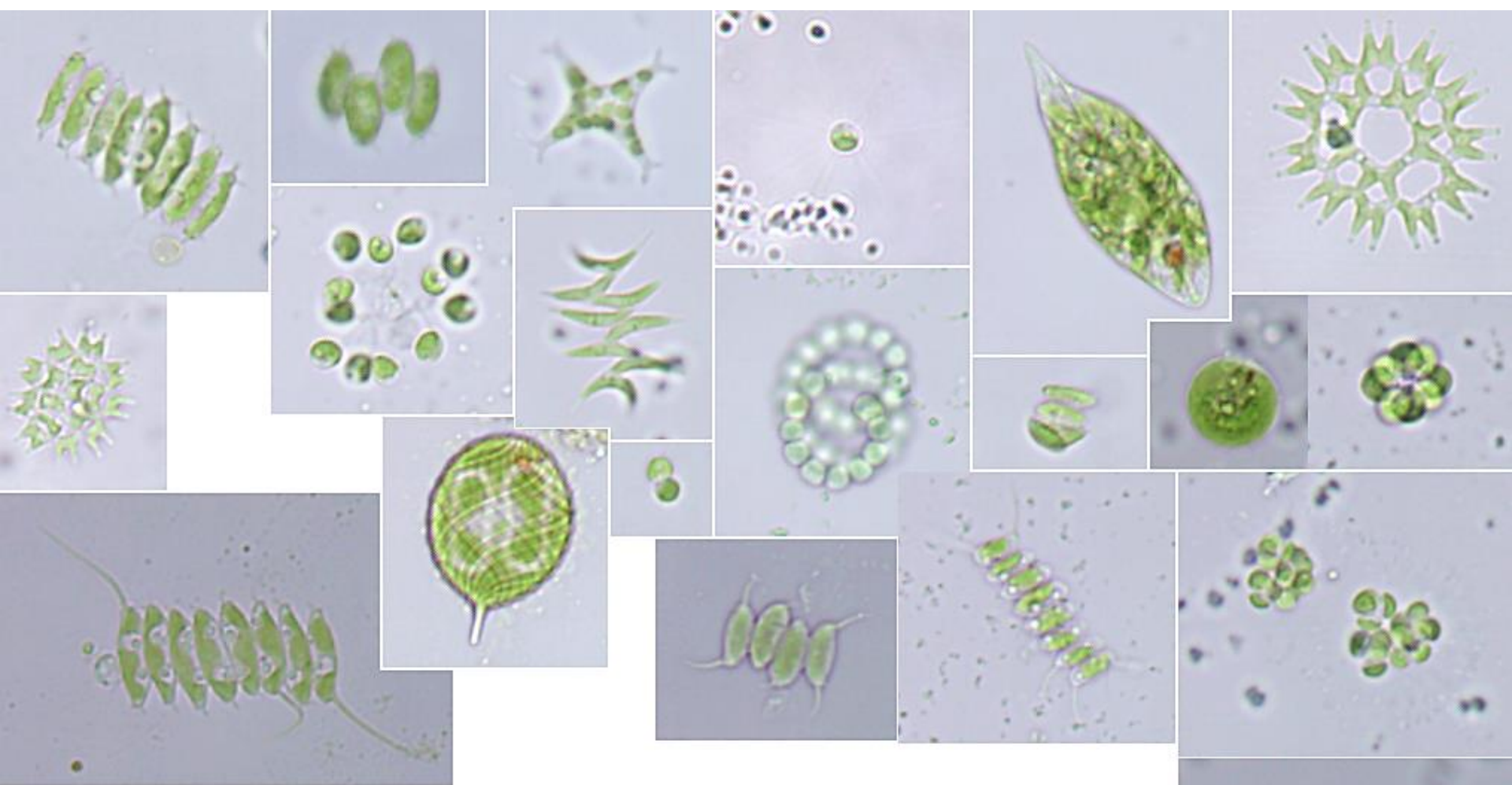
An aerial photograph of a residential neighborhood. In the upper left, there is a large green sports field with a red running track. Below it, a smaller blue rectangular pool is visible. The majority of the area is composed of residential buildings with grey roofs, interspersed with green trees. At the bottom, a wide, brownish river or canal flows horizontally. Two specific ponds are highlighted with red stars: one on the left side of the image and a larger one on the right side.

哪个湖藻类多？

抹茶湖

东湖





东湖藻类40倍



鲁丽丽

贰零壹柒•秋



藻类的繁殖方式:

藻类的繁殖方式包括**营养繁殖**、**无性生殖**和**有性生殖**。

▲**营养繁殖**:指营养体上的一部分由母体分离出来后又长成一个新个体的繁殖方式。

▲**无性生殖**:形成若干类型的**孢子**,如**游动孢子**、**静孢子**和**休眠孢子**等,孢子不经过两两结合直接发育成新的个体。

▲**有性生殖**:指植物体形成生殖细胞(**配子**),配子经过两两结合形成**合子**,由合子萌发形成新个体,或者由合子先形成**孢子**,再由孢子萌发成新个体的生殖方式。

植物体

4鞭毛游动孢子

形成2鞭毛配子

2鞭毛配子

配子结合

休眠合子

合子减数分裂

合子萌发

Bec/02

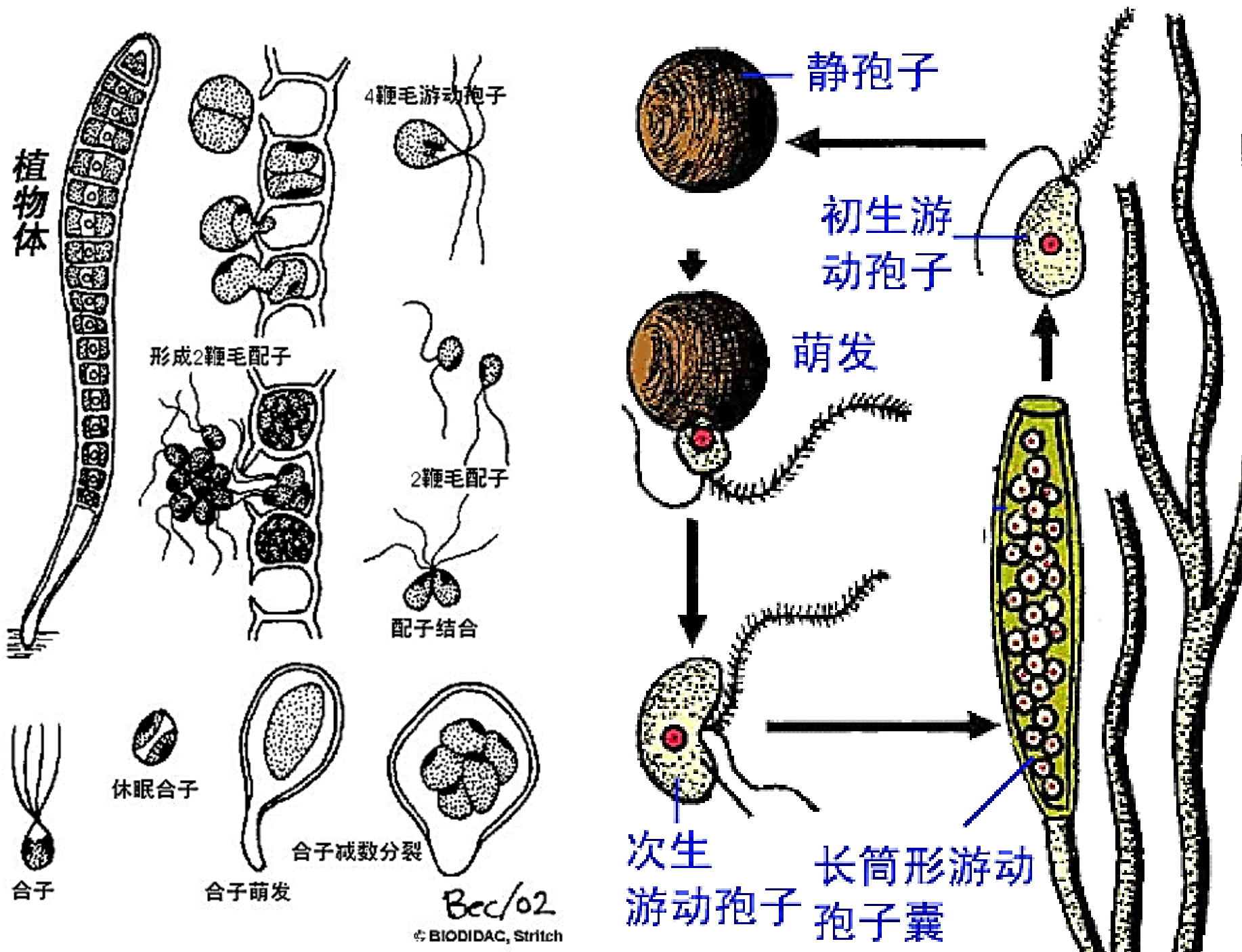
© BIODIDAC, Stritch

静孢子

初生游动孢子

萌发

次生游动孢子
长筒形游动孢子囊

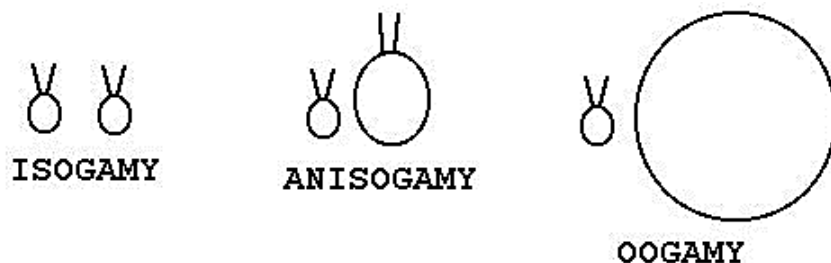


根据相结合的两个配子形状、结构、大小和运动能力(行为)等方面的差异,可分为**同配生殖**、**异配生殖**、**卵式生殖**3种方式。

▲**同配生殖**:雌雄配子形状、结构、大小和运动能力相同,配子同形。

▲**异配生殖**:雌雄配子形状、结构相同,但大小和运动能力不同,配子异形,大而运动能力迟缓的为**雌配子**,小而运动能力强的为**雄配子**。

▲**卵式生殖**:雌雄配子形状、结构、大小和运动能力都不相同,大而无鞭毛不能运动的称为**卵**(egg),小而有**鞭毛**能运动的称为**精子**。



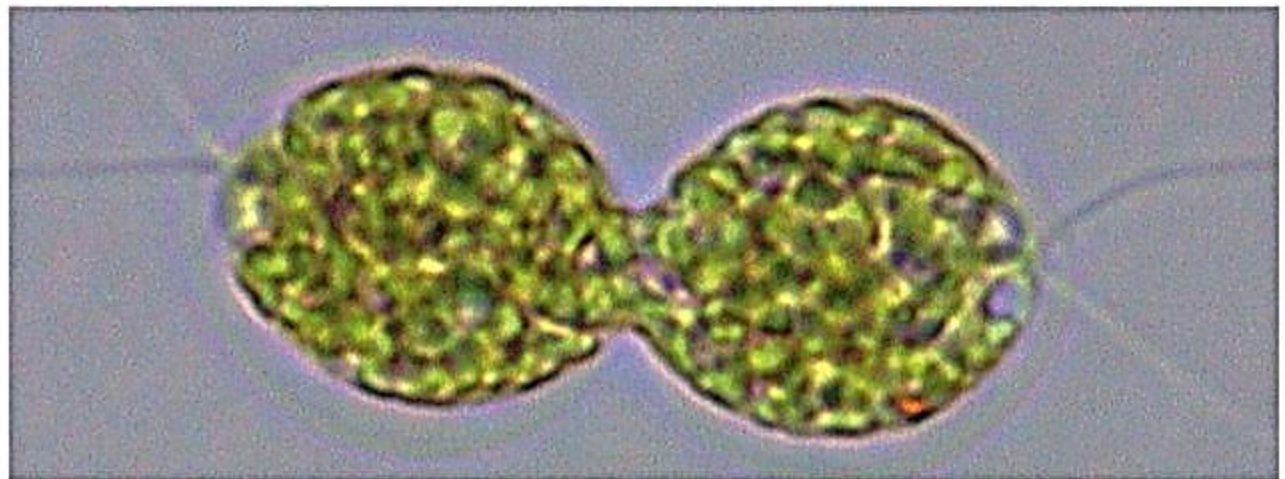
Isogamy (同配生殖)

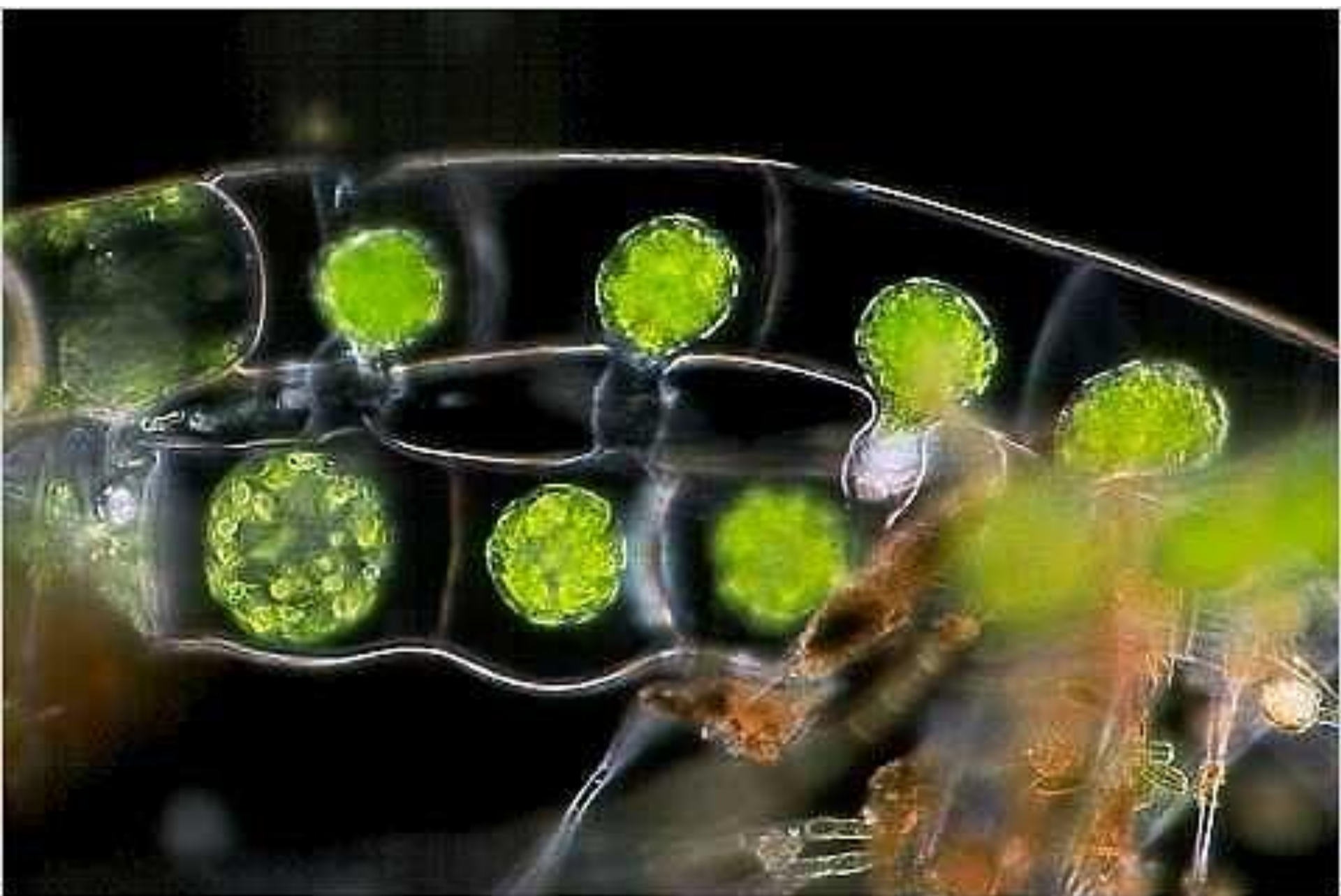
- When gametes are of equal size
- Organisms such as the green alga *Chlamydomonas reinhardtii* have two *mating types* that produce **isogametes**

雌雄配子形状、结构、大小和运动能力相同, 配子同形。

(A)

Two gametes of
the green alga
Chlamydomonas
reinhardtii fusing

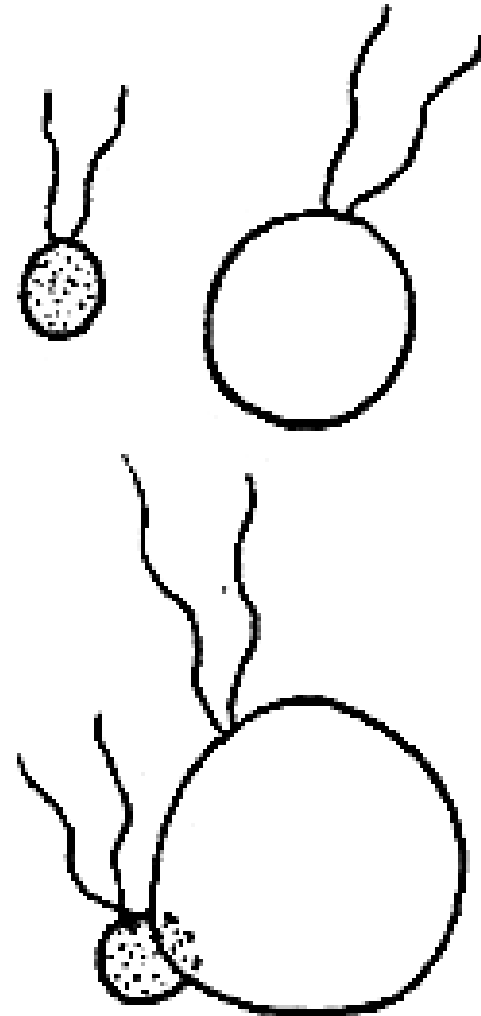




II) HETEROGAMY (异配生殖)

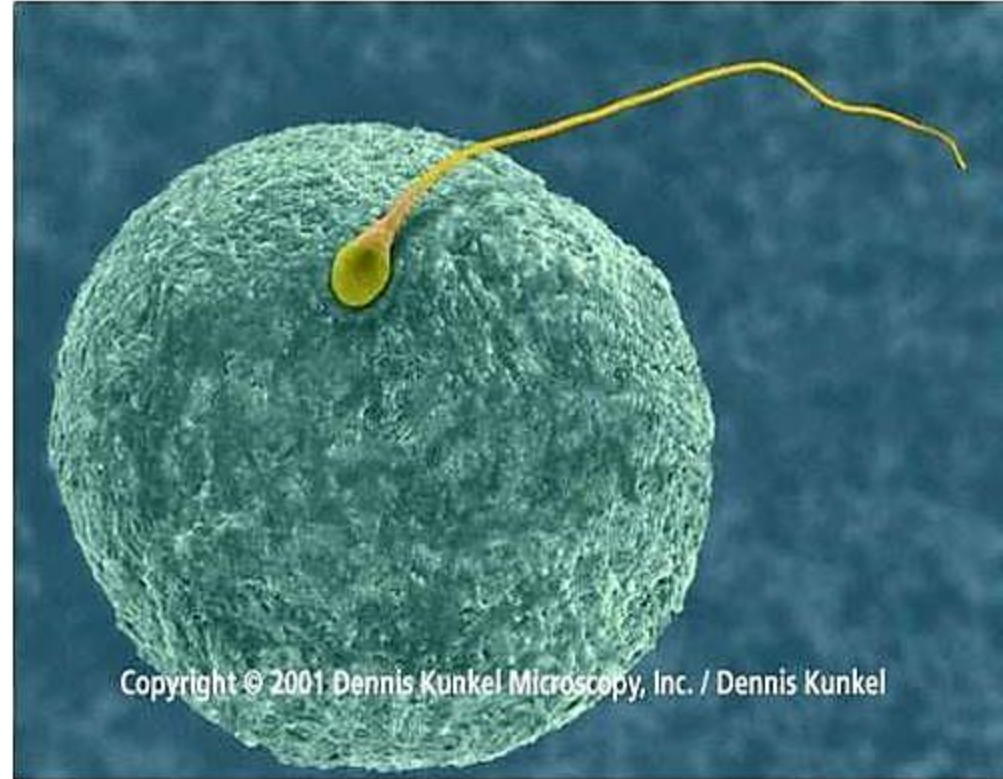
It is a condition of having differently sized male and female gametes.

雌雄配子形状、结构相同，但大小和运动能力不同，配子异形。



B) OOGAMY (卵式生殖)

The union of unlike gametes, usually a large non-motile female gamete and a small motile male gamete.



雌雄配子形状、结构、大小和运动能力都不相同。

藻类生活史类型及特点:

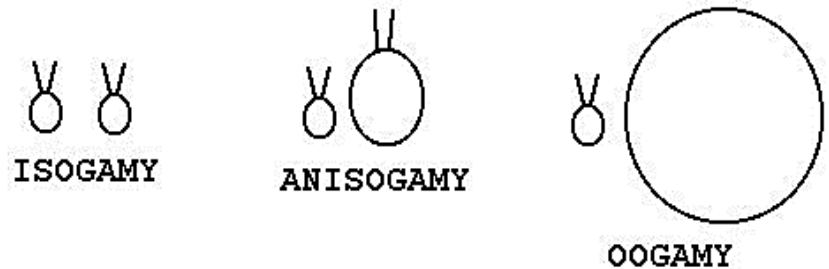
蓝藻和一些单细胞藻类仅存在营养繁殖, 有性生殖存在于大多数真核藻类, 它从无性生殖发展而来, 沿着同配、异配和卵式生殖的方向演化。

在有性生殖过程中, 由于减数分裂所发生的时间不同, 以及形成的植物体的核相差异, 形成了3种不同的生活史类型:

(1) 合子减数分裂型

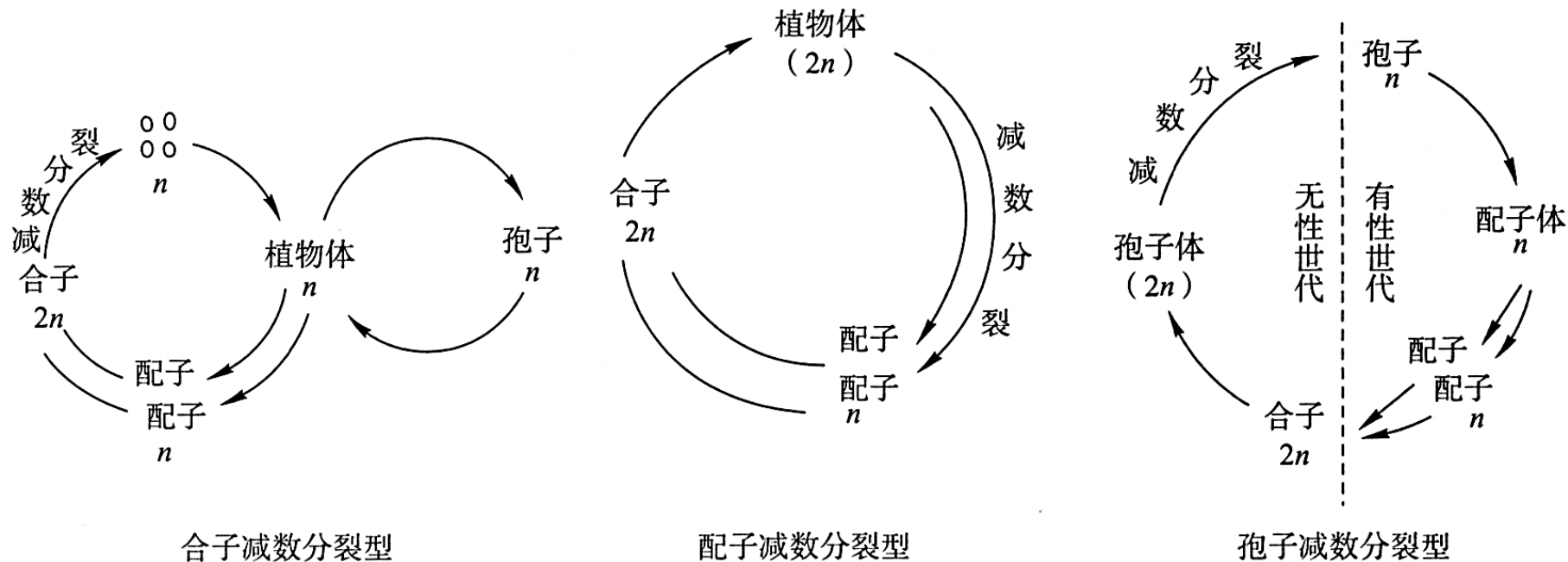
(2) 配子减数分裂型

(3) 孢子减数分裂型

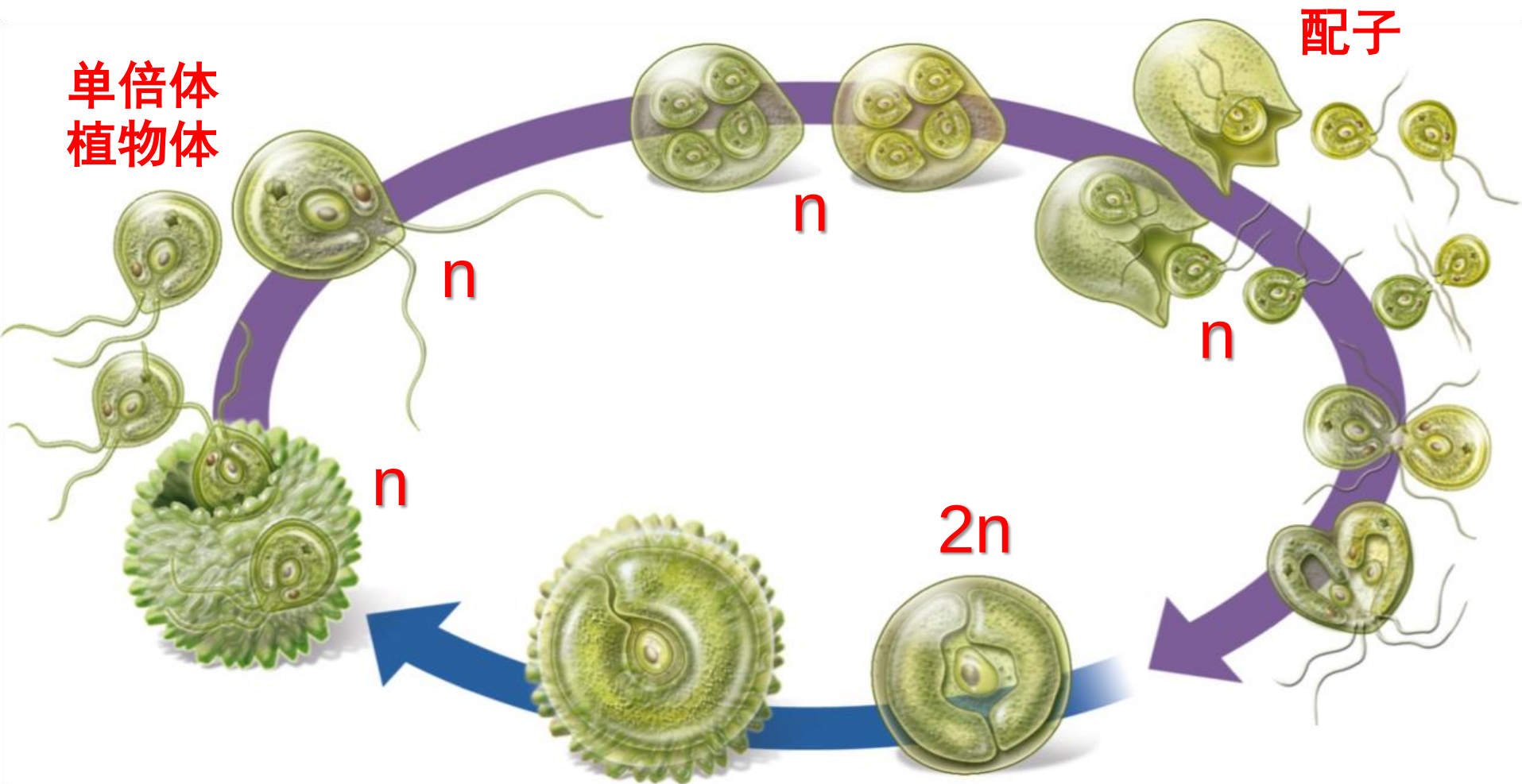


(1) 合子减数分裂型的生活史：减数分裂在合子萌发时发生，生活史中合子是唯一的双倍体阶段，**只有1种单倍体植物体**，该类型藻类植物体既可产生配子，也可产生孢子，孢子直接萌发成新个体，配子结合形成合子。

☆ 图5-1 藻类主要生活史类型示意图

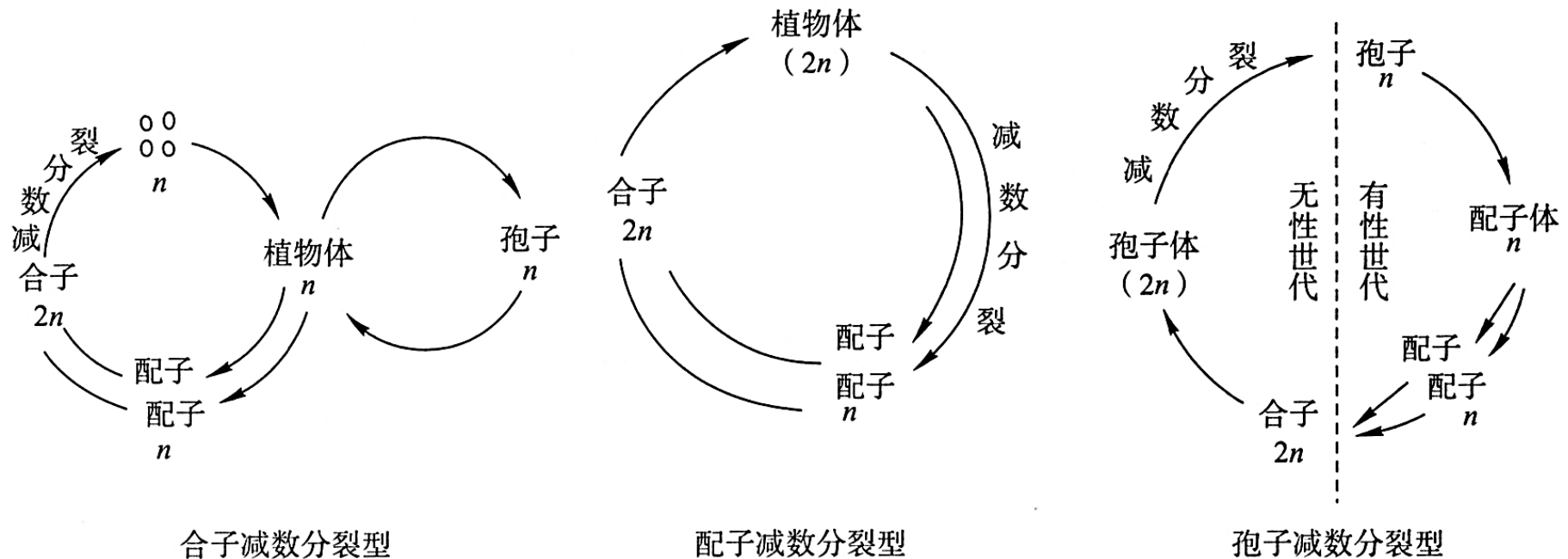


合子减数分裂型

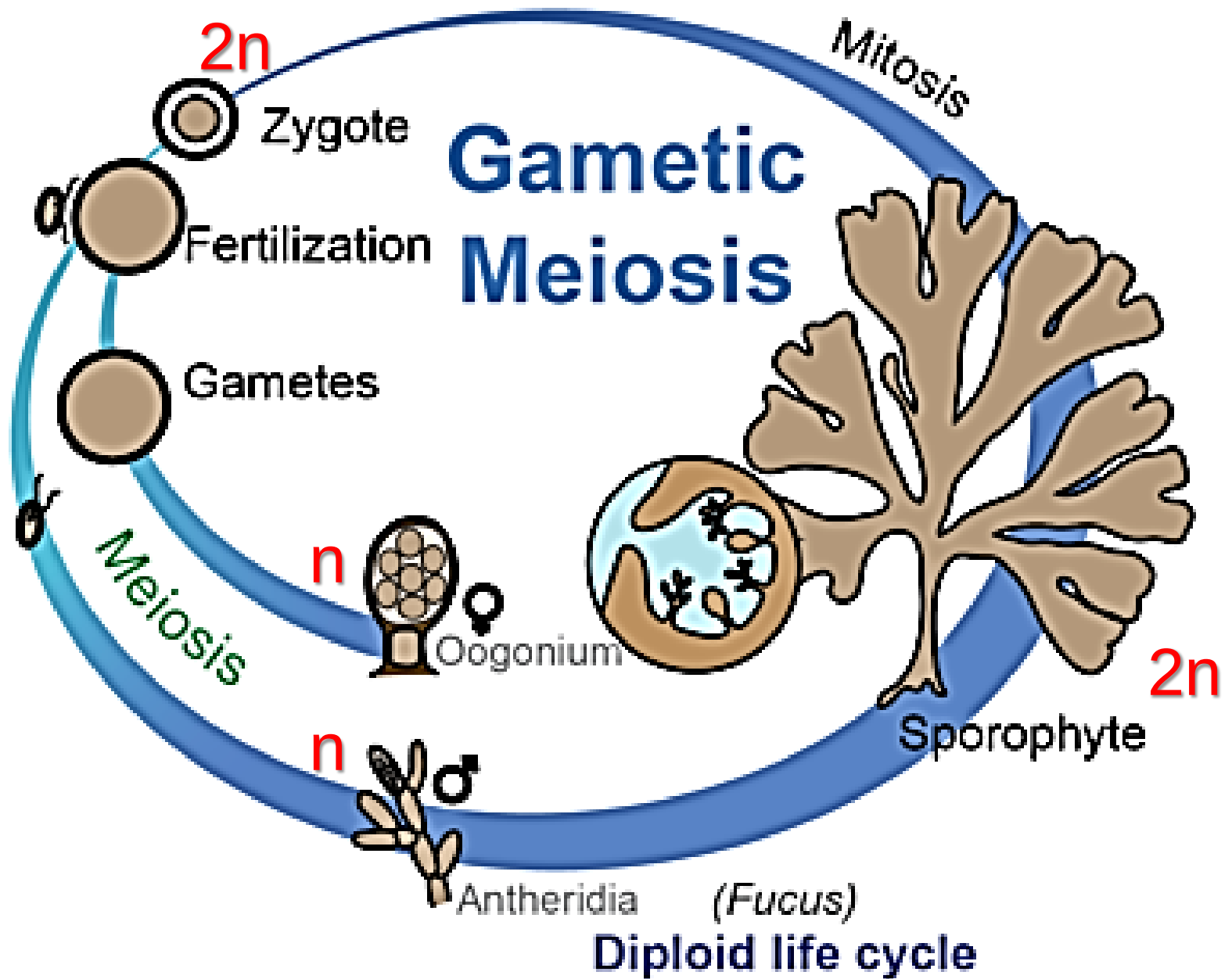


(2) 配子减数分裂型的生活史：减数分裂在配子囊形成配子时发生，生活史中配子是唯一的单倍体阶段，只有1种双倍植物体。

☆ 图5-1 藻类主要生活史类型示意图

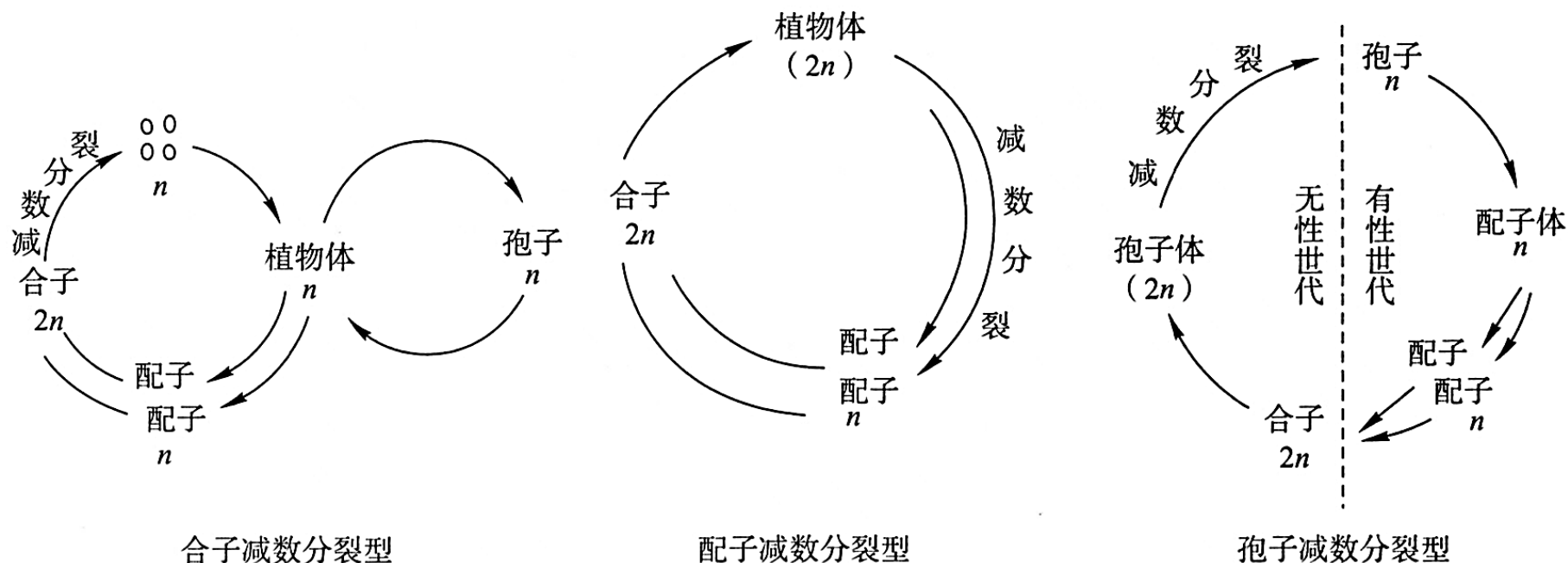


配子减数分裂型



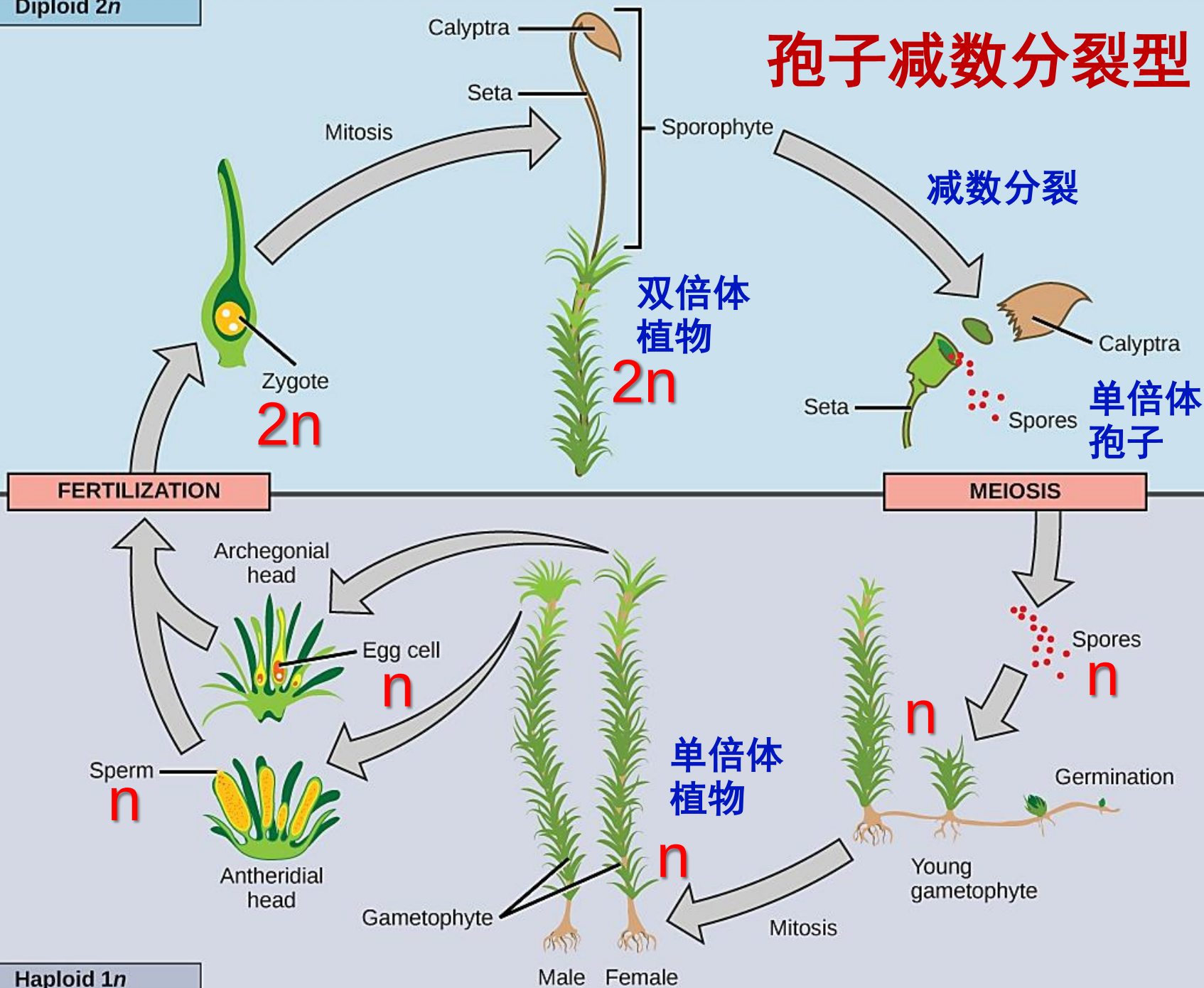
(3) 孢子减数分裂型的生活史：生活史中单倍体和双倍体的植物体交替出现，合子萌发时不发生减数分裂，而形成1个双倍体植物，双倍体植物进行无性生殖，在孢子囊内形成孢子时进行减数分裂，产生孢子，再萌发形成单倍体植物，单倍体植物进行有性生殖。

☆ 图5-1 藻类主要生活史类型示意图



Diploid $2n$

孢子减数分裂型

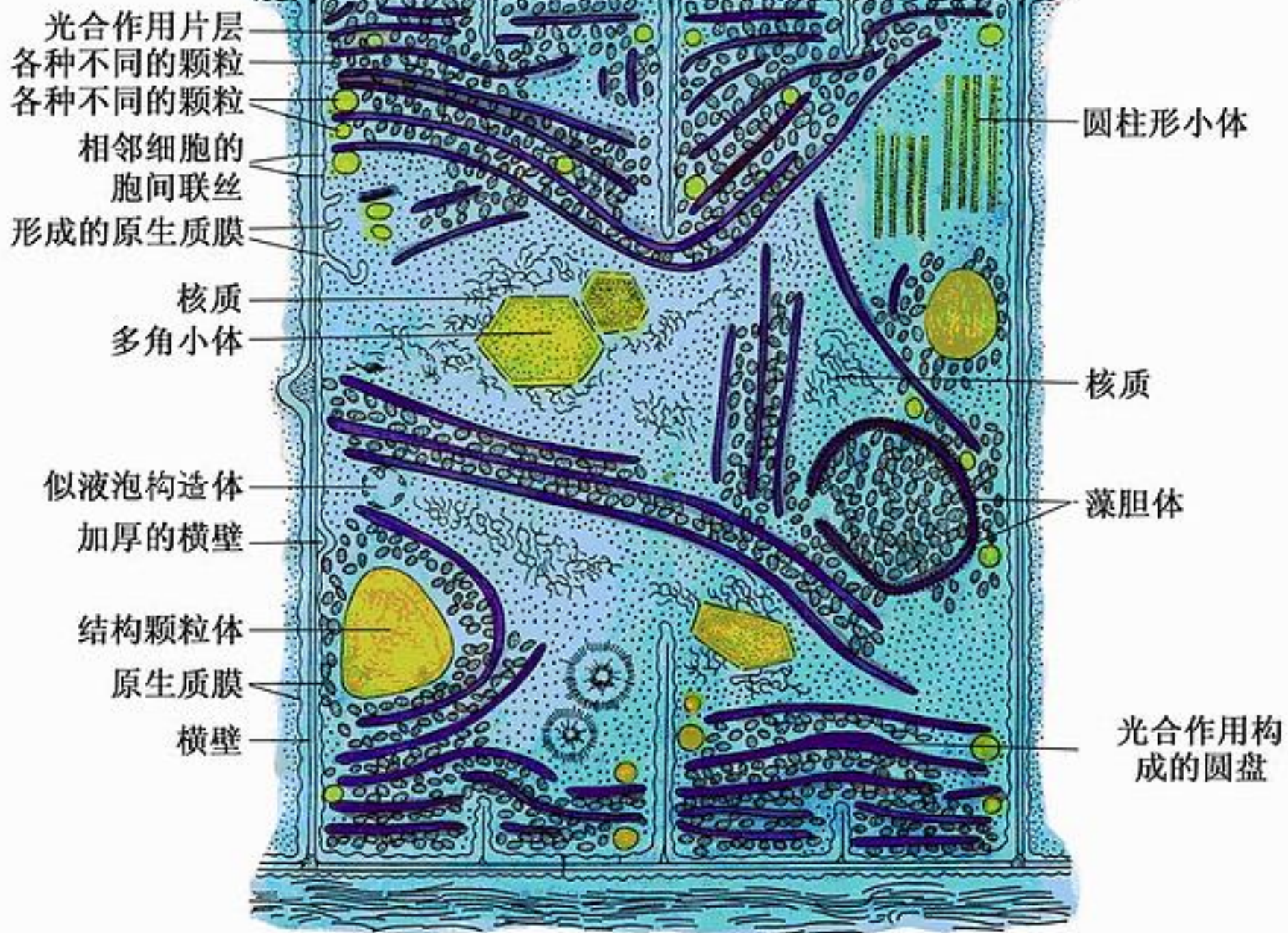


Haploid $1n$

二、藻类的分类

蓝藻门、原绿藻门、灰色藻门、红藻门、金藻门、定鞭藻门、黄藻门、硅藻门、褐藻门、隐藻门、甲藻门、裸藻门和绿藻门，共13个门。

蓝藻门:



蓝藻和细菌同属**原核生物**,以细胞直接分裂的方式进行繁殖。蓝藻亦称**蓝细菌**。

▲蓝藻与其他细菌的差别主要表现在三方面:

- ①蓝藻含叶绿素a, 光合作用产生氧;
- ②蓝藻含藻蓝蛋白和藻红蛋白;
- ③有些种类既能固氮又能产生氧气。

最古老的蓝藻化石据认为有31亿年的历史,因此推测在**35亿~33亿年前**就出现了蓝藻。**是地球上最早出现的古老生物之一。**

蓝藻作为早期的光合自养型生物,通过吸收 CO_2 放出 O_2 ,因而在**生物演化史的早期具有极重要的意义。**

在适宜条件下,蓝藻迅速生长,形成厚垫状的丝状体。此外,在富营养基质的水体中,有些浮游蓝藻大量繁殖并聚集于水面,形成“**水华**”,由于**藻细胞死亡分解消耗大量氧气**,有些**水华藻类还会产生毒素**,因此“水华”对水体生态系统危害极大。







*
抹茶湖

红藻门:

多数红藻为多细胞, 构成简单的**丝状体**、假薄壁组织的**叶状体**或**枝状体**等, 在较高等的类群中有类似组织的分化。



叶状体

枝状体

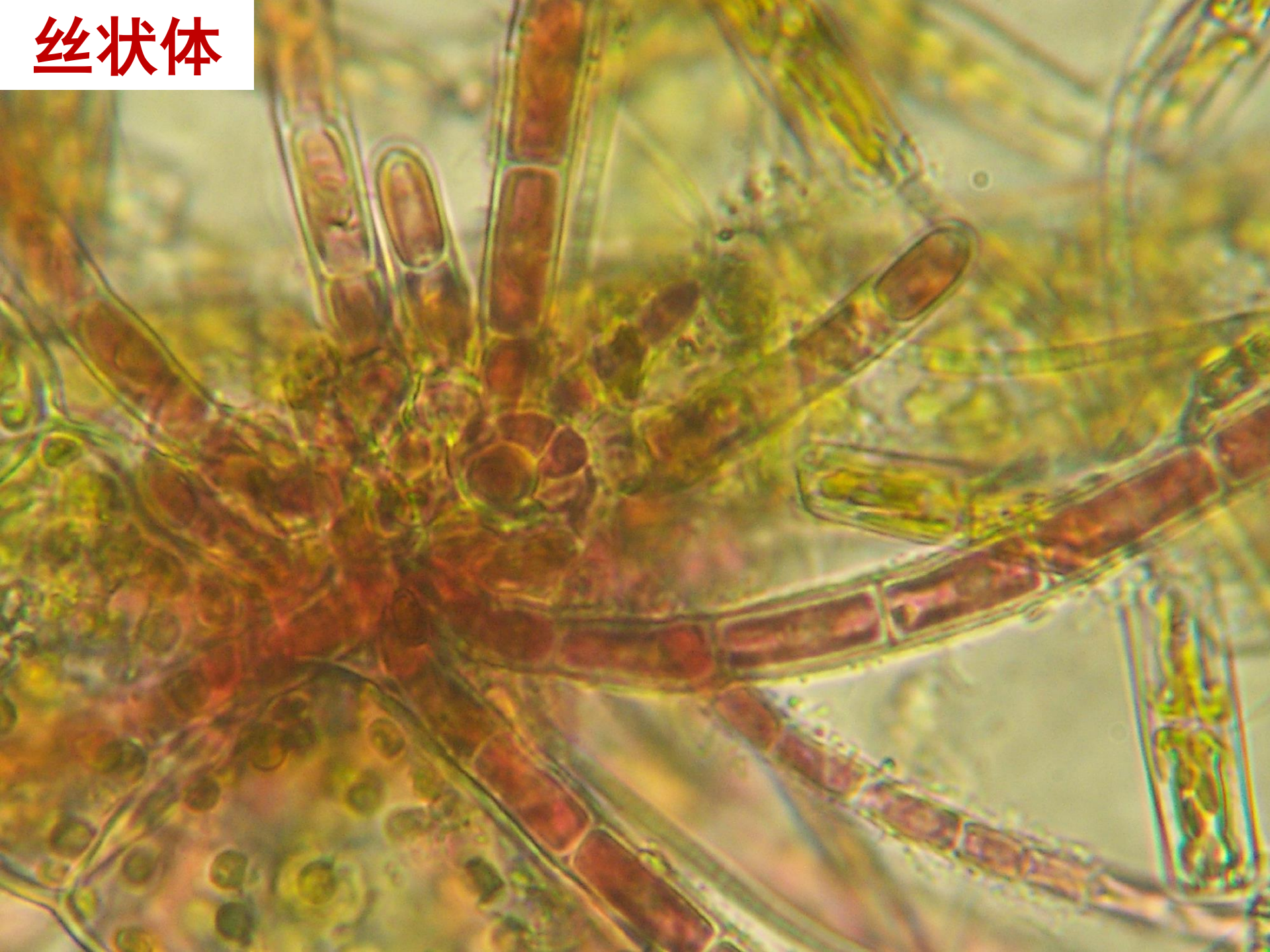


枝状体

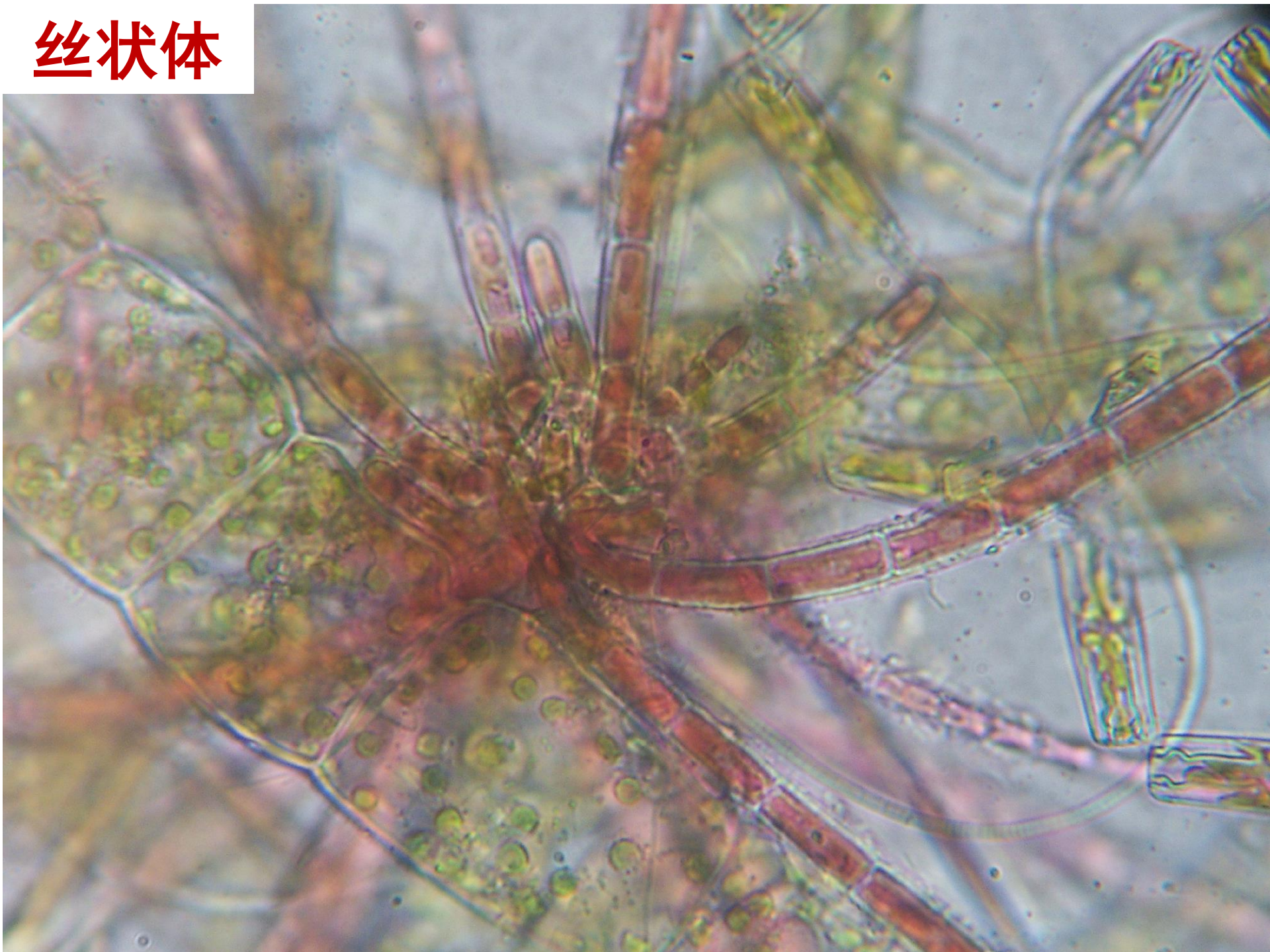




丝状体

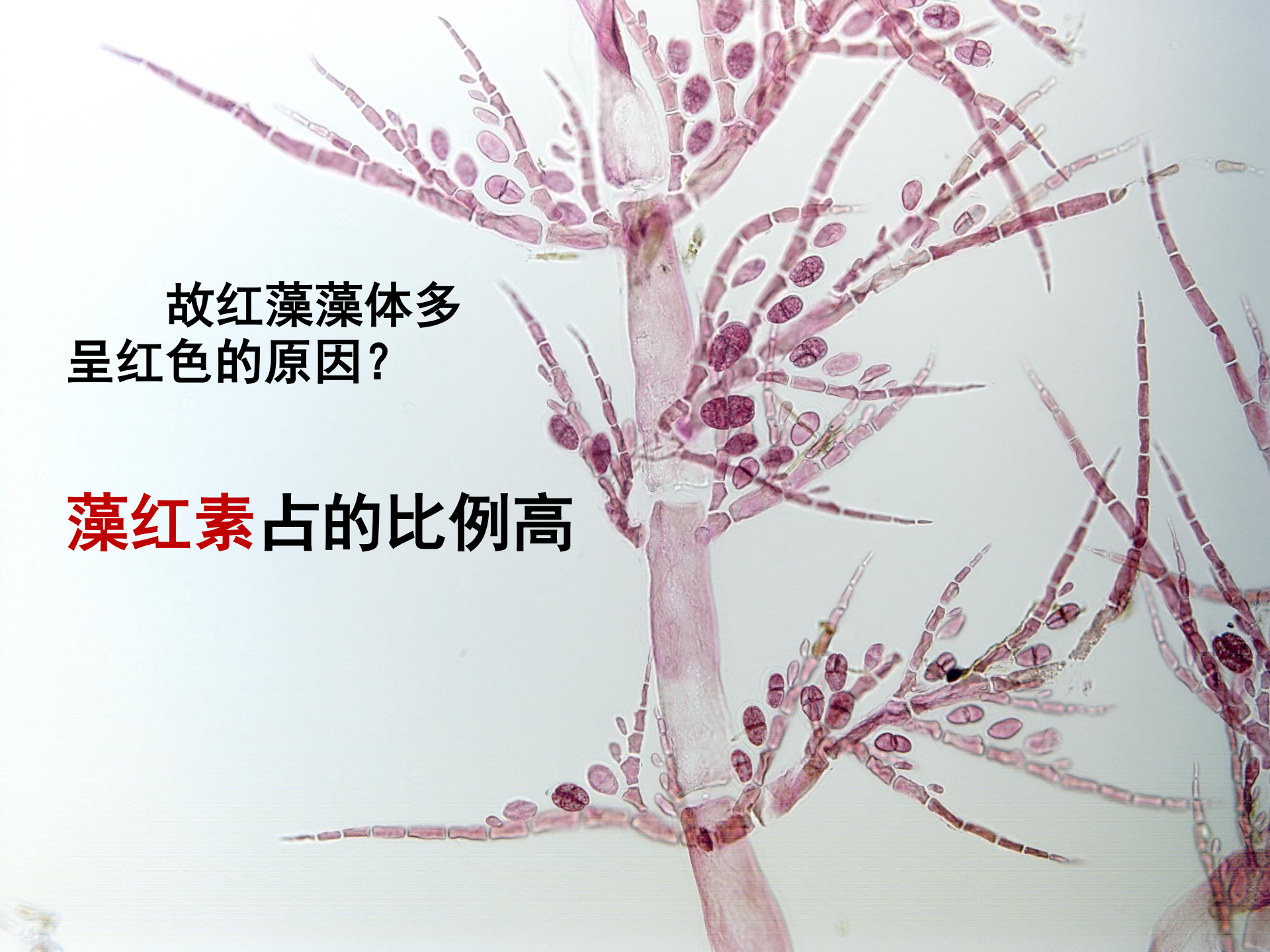


丝状体



故红藻藻体多
呈红色的原因？

藻红素占的比例高



红藻门是较古老的一群藻类, 化石出现于19亿年前的**寒武纪**。

与蓝藻相比, **蓝藻为原核生物, 红藻为真核生物**; 在植物体态以及有性生殖等方面, **红藻门都远比蓝藻门更进化**。



以紫菜为例：

紫菜为**紫菜属**植物的统称，种类多，主要有**条斑紫菜**、**坛紫菜**、**甘紫菜**等。21世纪初中国紫菜产量跃居世界第一位。



藻体为紫红色、紫色或紫蓝色**叶状体**。以**固着器**生于海滩岩石上。



紫菜的种植



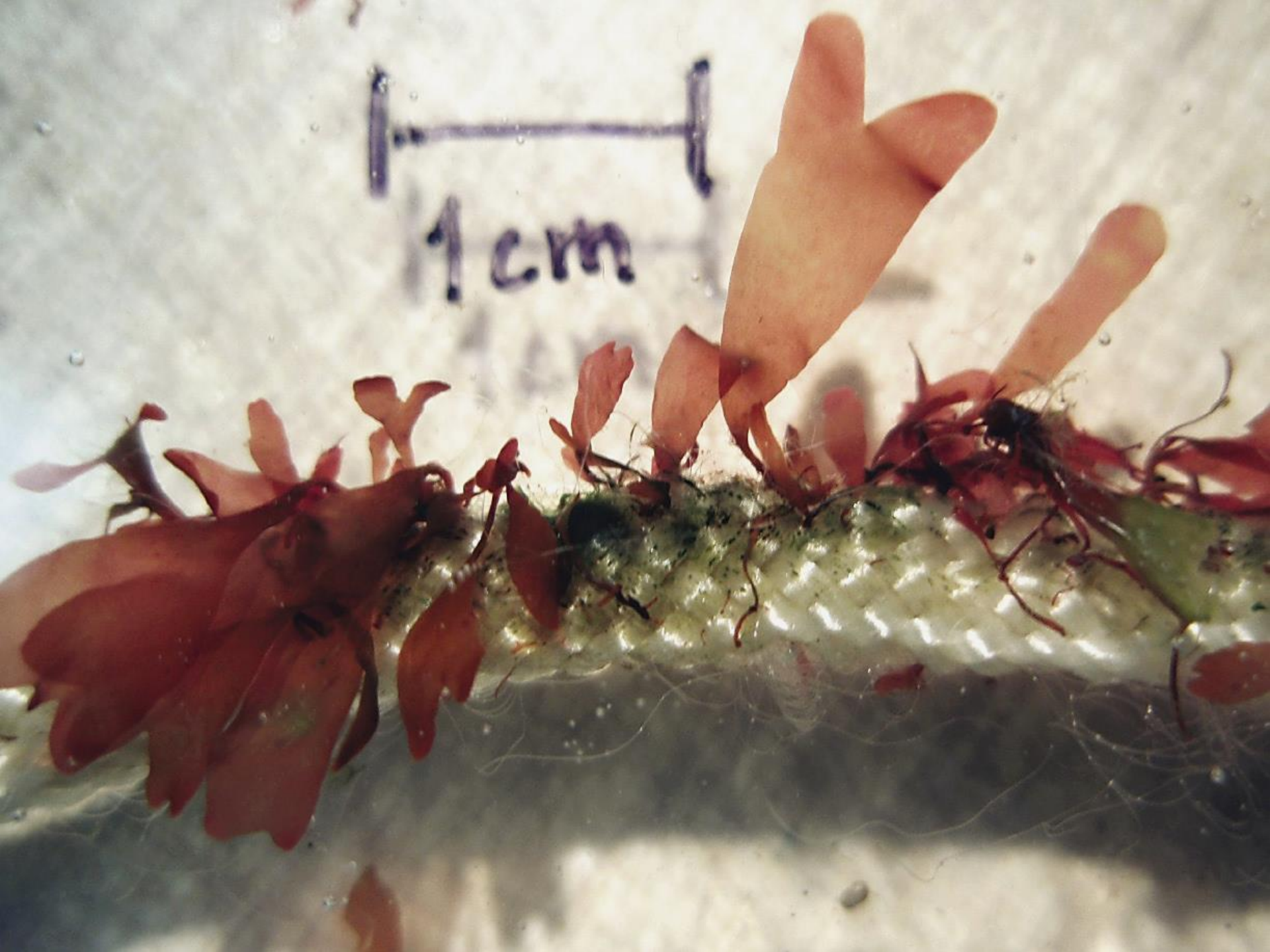


紫菜的
种植

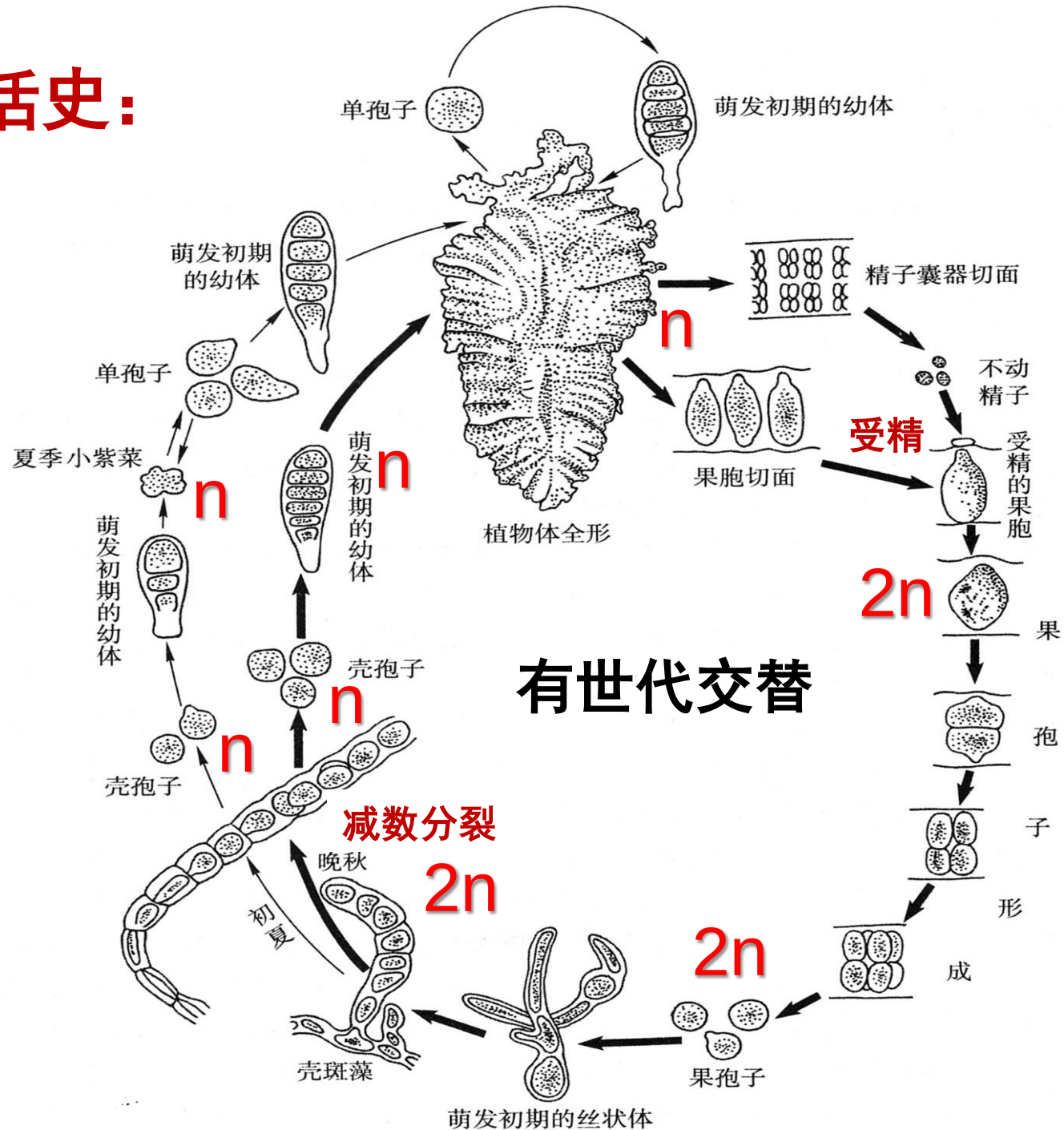




1 cm



紫菜生活史:



金藻门:

藻体为单细胞、群体或分枝丝状体。单细胞及一些群体种类营养细胞前端有鞭毛，终生能运动。能运动的金藻多无细胞壁。



单细胞

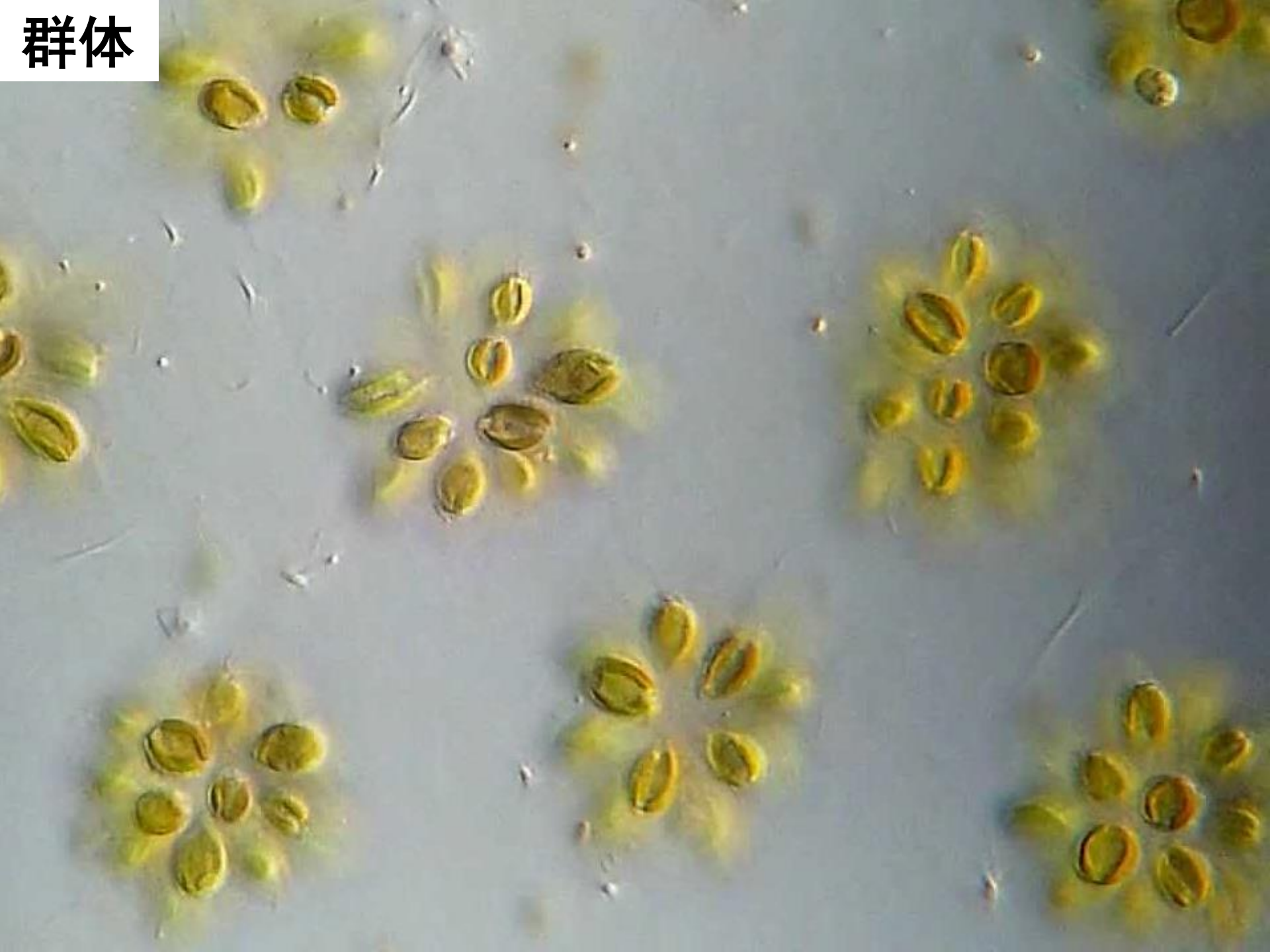


单细胞

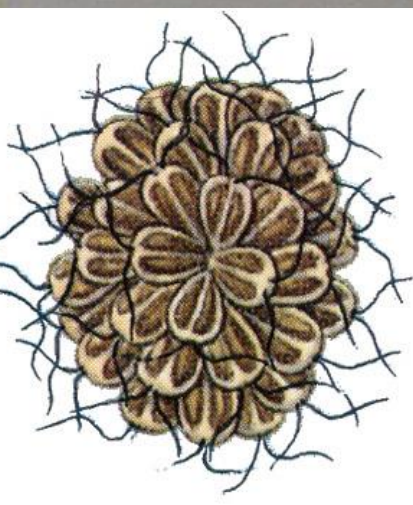


20 μm

群体



群体



50 μ m

分枝丝状体



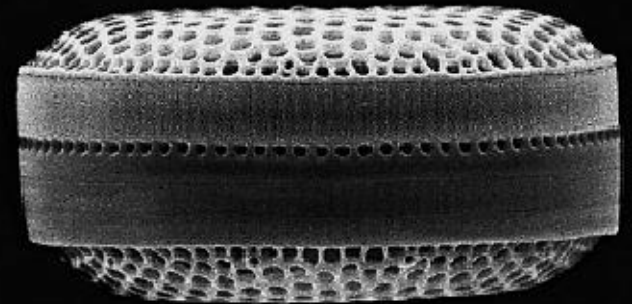
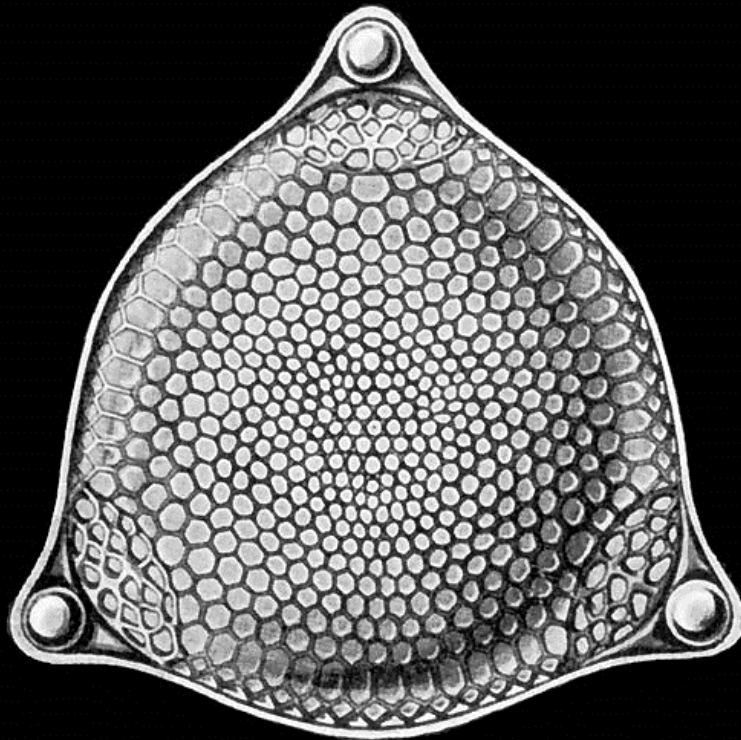
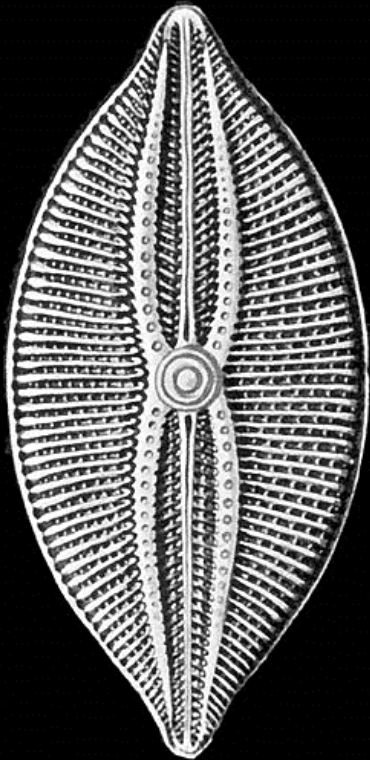
特征：

金藻叶绿素含量较少，**胡萝卜素、叶黄素含量较多**，因此载色体呈黄绿色、橙黄色、褐黄色、金棕色。因此**金藻又常被称为金黄藻类**。

一些种类具鞭毛能运动，因此金藻门最初被列入动物界原生动物门中。

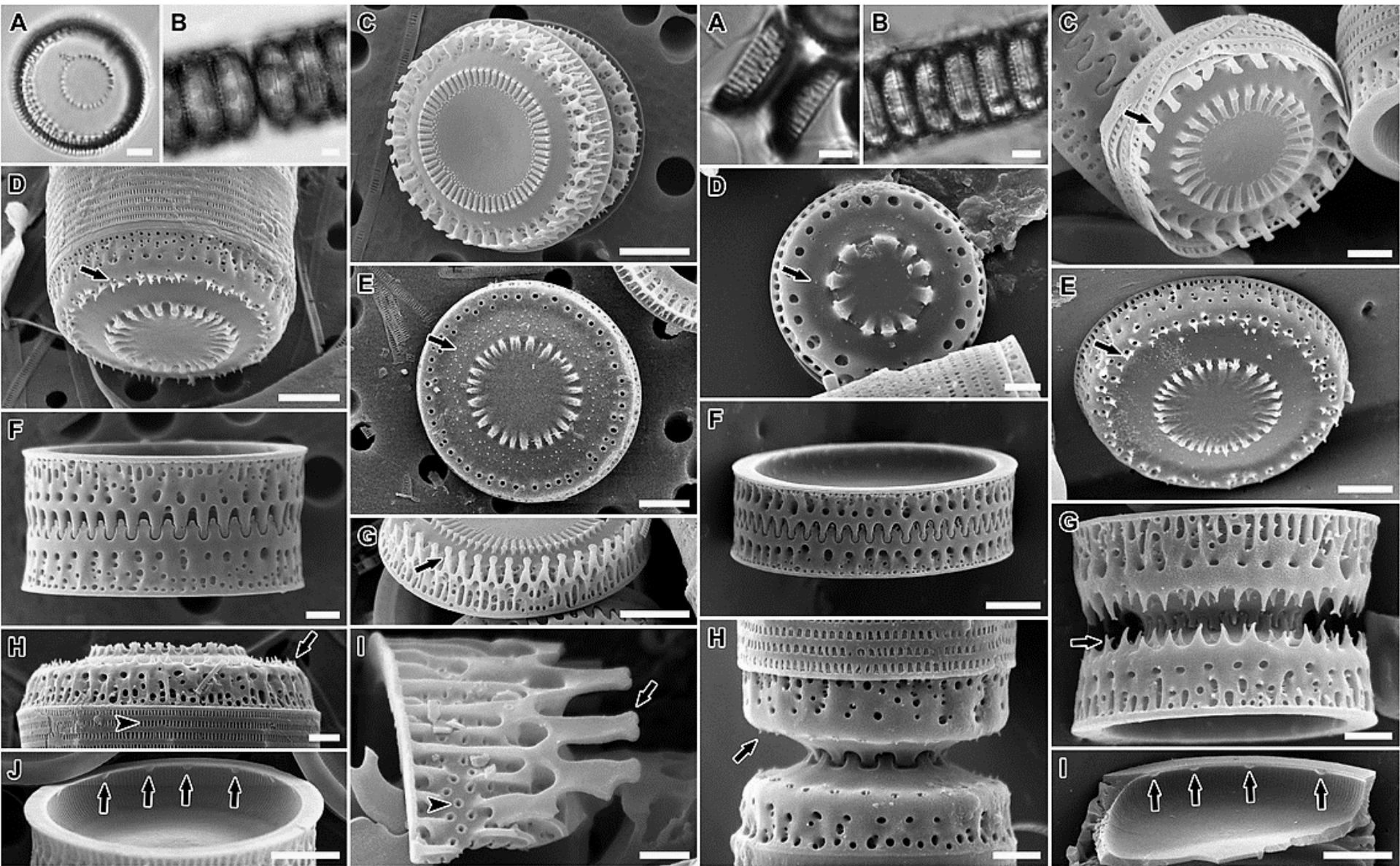
硅藻门:

细胞壁成分分为**硅质**和**果胶质**, **无纤维素**。硅质在外, 较厚, **主要为二氧化硅**。硅藻细胞壁由两个套合的半片组成, 半片称为**瓣**。形态上, 外面的半片(瓣)称为**上壳**, 里面的半片(瓣)称为**下壳**。



辐射硅藻类(中心硅藻类)

辐射对称

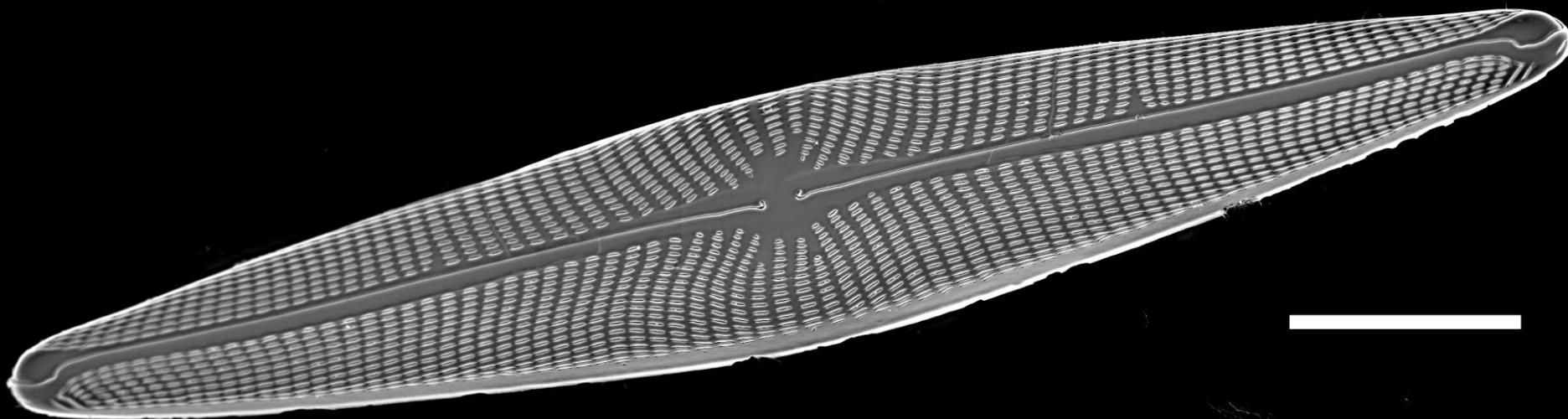
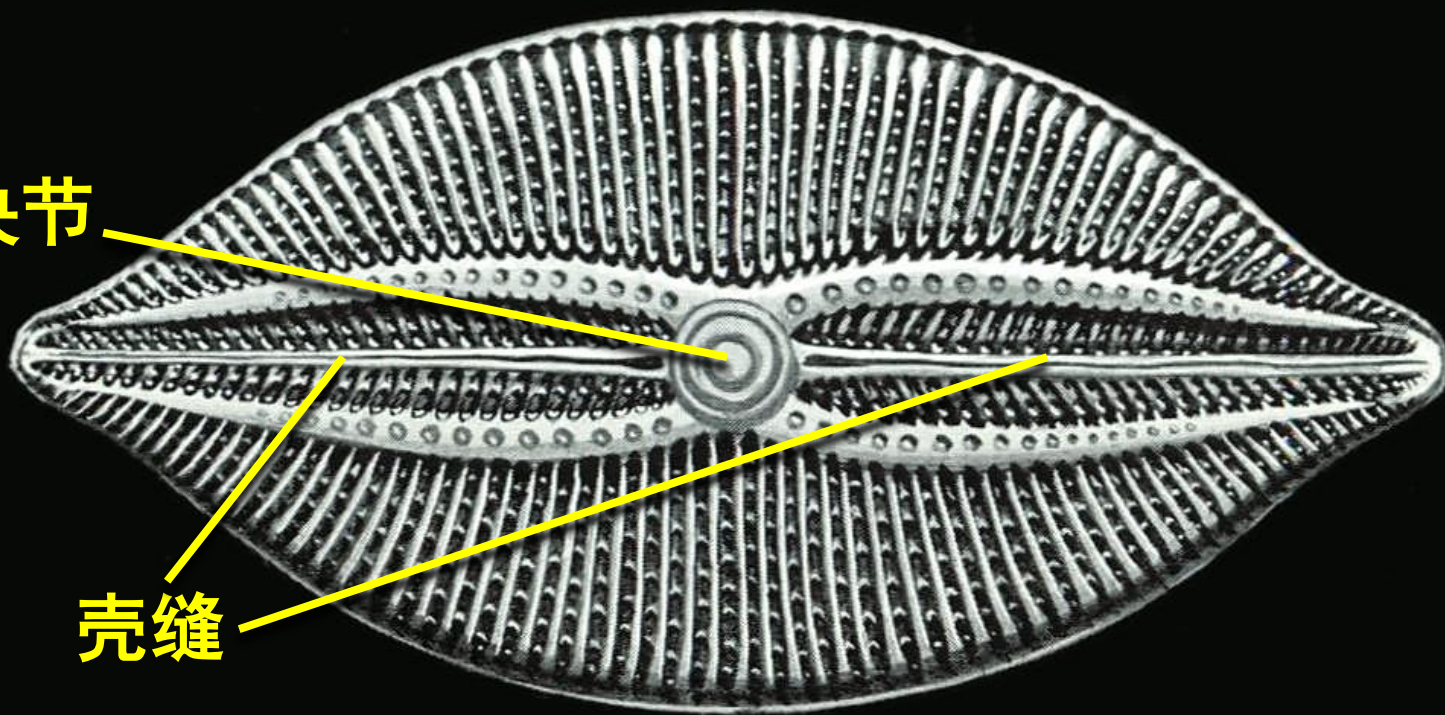


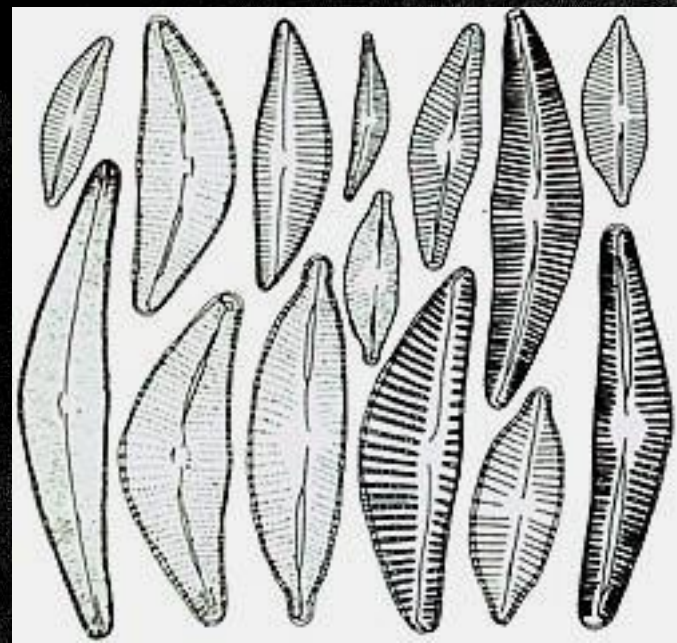
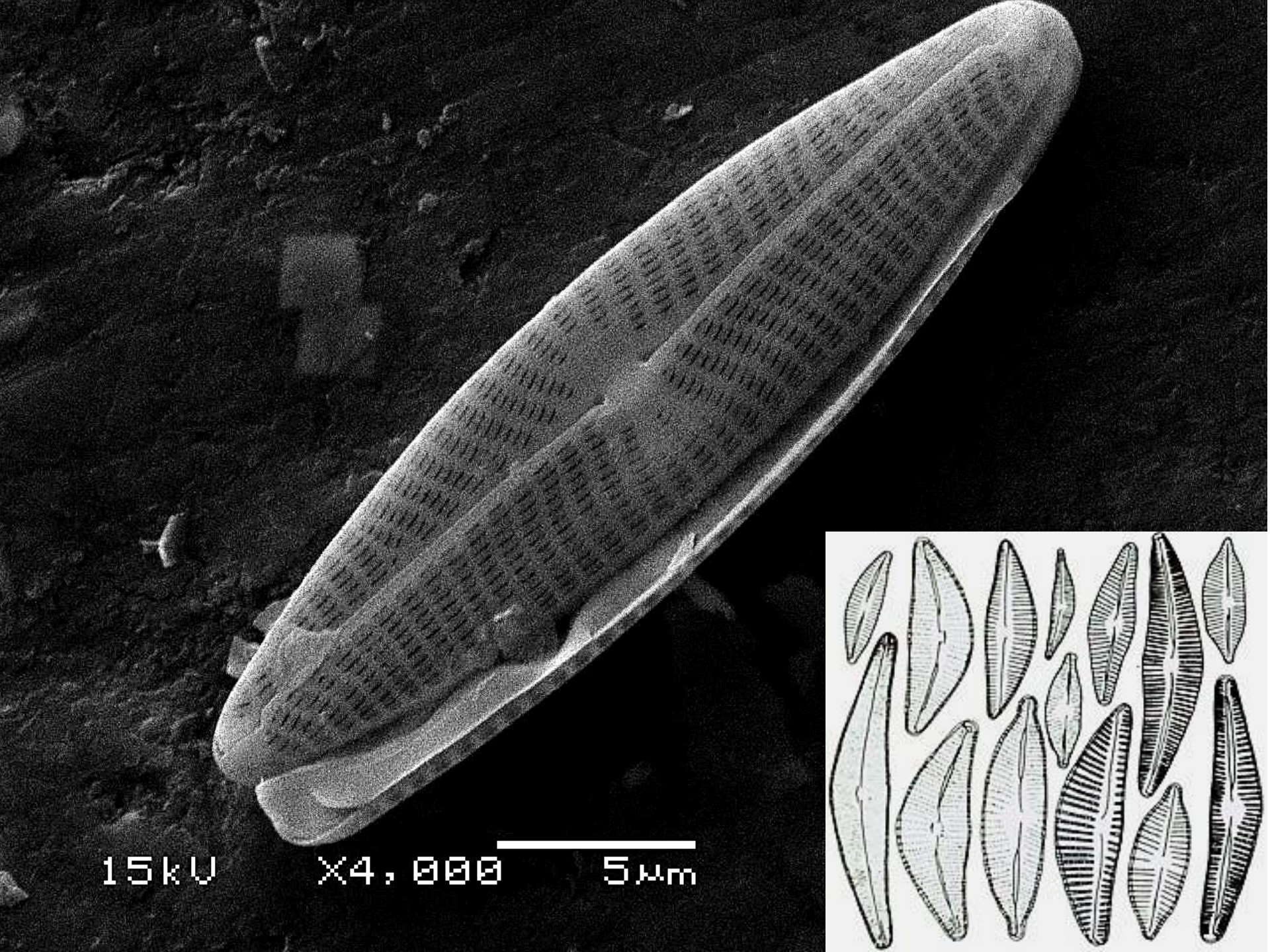
羽纹硅藻类

两侧对称

中央节

壳缝







硅藻门的地位：

硅藻在**侏罗纪**出现，**白垩纪和第三纪**为鼎盛时期，至今藻体仍为单细胞或群体。硅藻曾归入金藻门中，但**特殊的细胞壁套合结构，与金藻门有很大不同。**

化石硅藻在石油勘探、地层划分和对比，以及古地理、古气候及古生态的研究方面有重要的科学意义，以硅藻壳体为主形成的**硅藻土是重要的工业原料。**

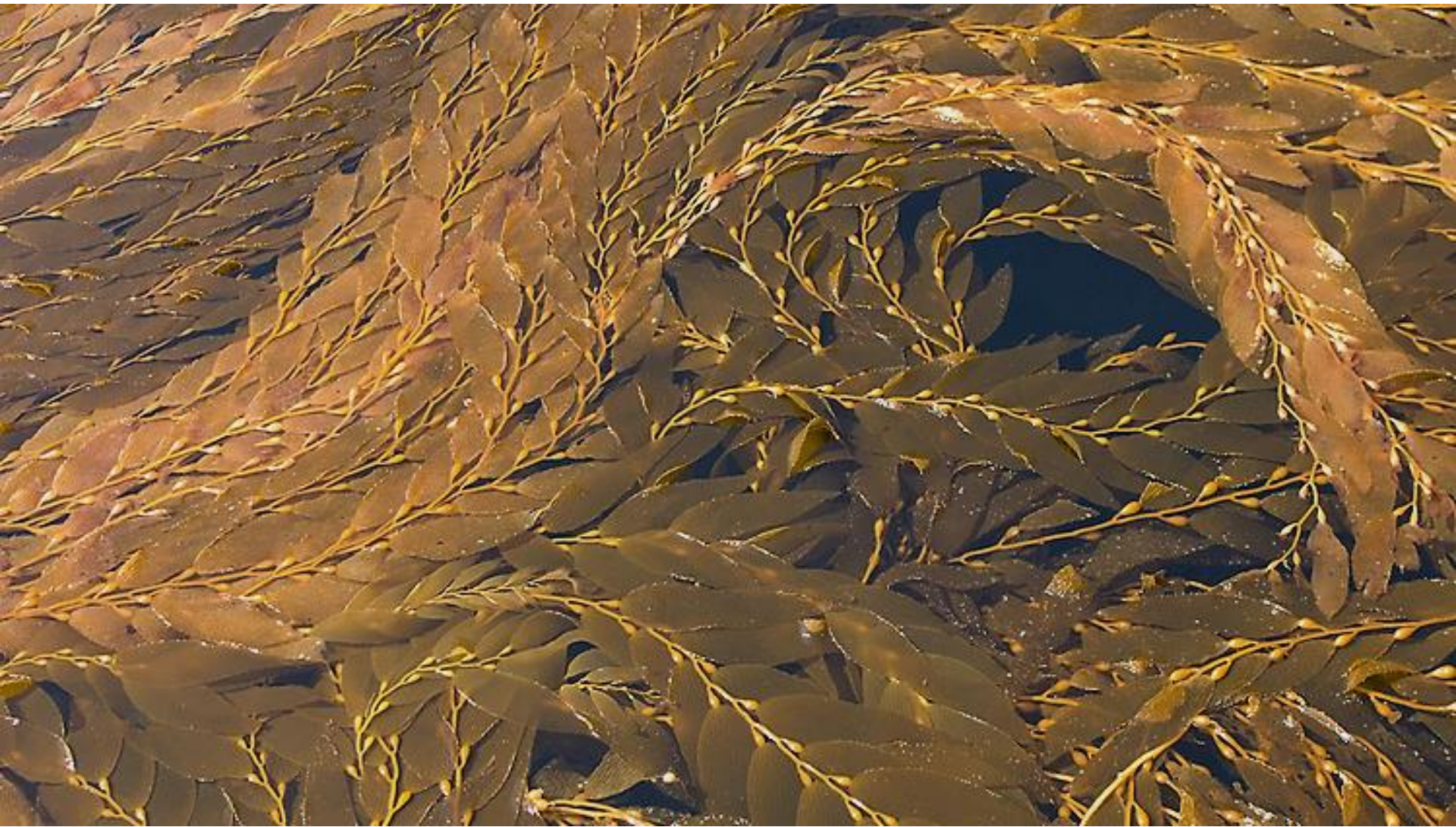
侏罗纪：公元前1亿9960万年到1亿4550万年，恐龙的鼎盛时期。

褐藻门:

植物体为多细胞体, 具一定形态, 大形。褐藻光合色素以墨角藻黄素含量最大, 使藻体呈褐色。墨角藻黄素利用短波长光的能力, 光合作用能力极强。



褐藻门是固着生活的底栖藻类，绝大多数生长于海洋，很多种类体型较大。褐藻门属于冷水藻类，寒带海中分布最多。



很多种类**体型较大**, 如**巨藻**, 形成所谓的**海底森林**。



巨藻



© Roger Carlson
RogerCarlsonPhotography.com

成熟的巨藻一般有70米~80米长，最长的可达到500米



在适宜的条件下，一棵巨藻每天可生长30厘米~60厘米



巨藻不论在长度上，还是生长速度上，都称得上是“世界之最”



PHILLIP COLLA
OCEANLIGHT.COM



固着器圆柱状



具有气囊使藻体上半部漂浮水面



具有气囊使藻体上半部漂浮水面







海带

海带属约30种，分布在北冰洋、北大西洋、北太平洋及非洲南部海洋，长达数米。海带为本属常见种类。



中国北部沿海及浙江、
福建沿海大量栽培，产量居
世界第一。



其末端有固着器，用以附着在岩石、棕绳上，以固着整个藻体



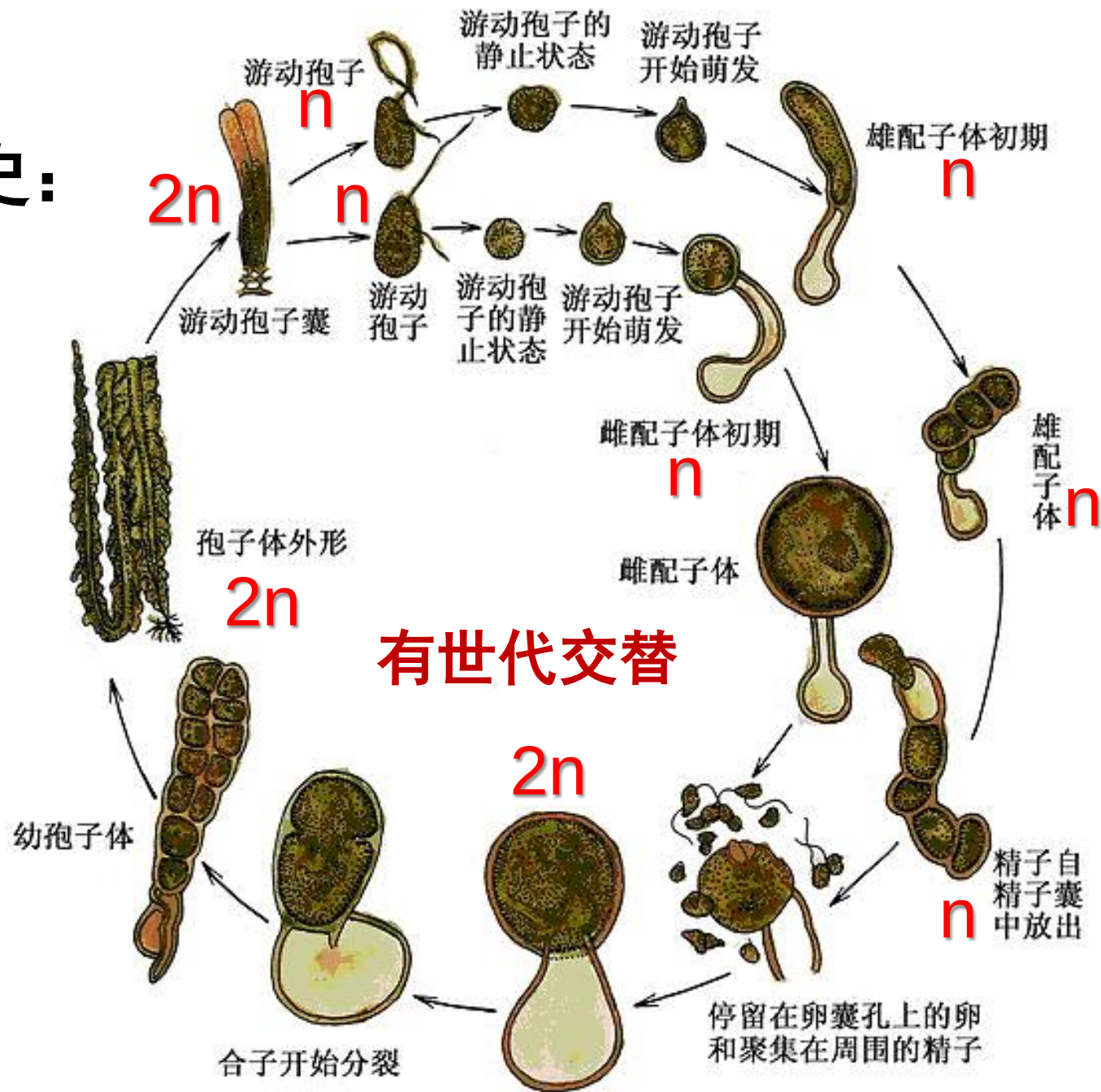
11月上旬分苗，夏、秋采收，由海中捞出，晒干





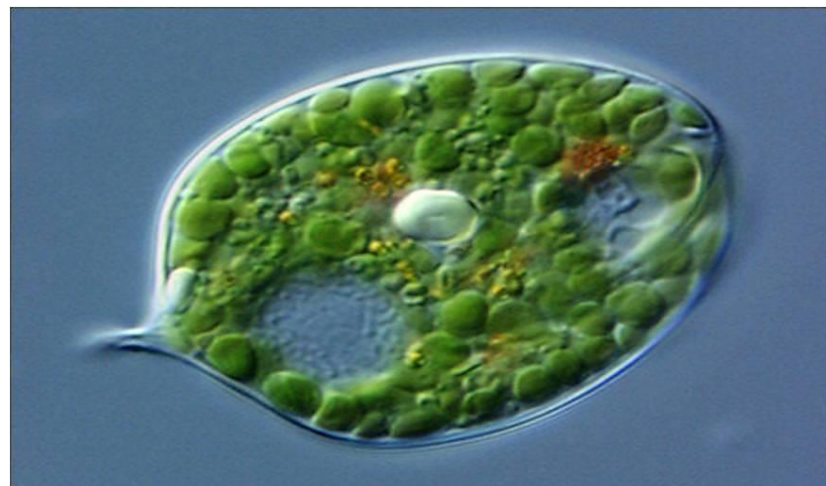


海带的生活史:



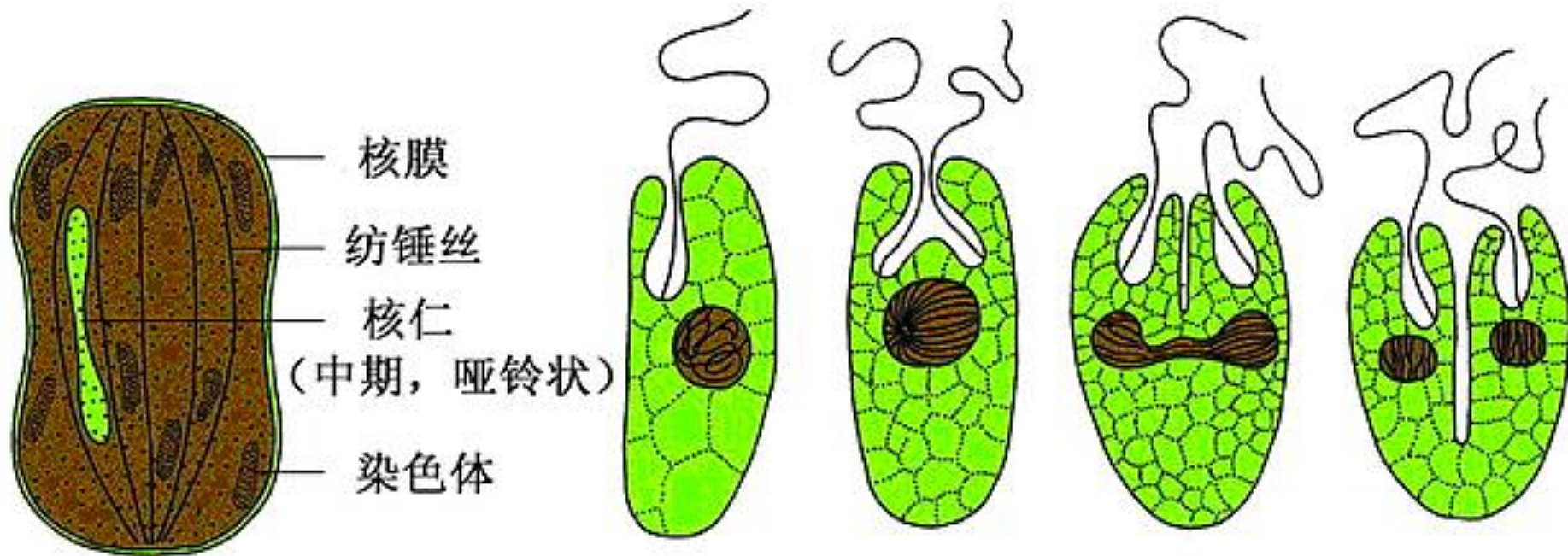
裸藻门:

除柄裸藻属外，皆为无细胞壁，具有鞭毛、能游动的单细胞体。





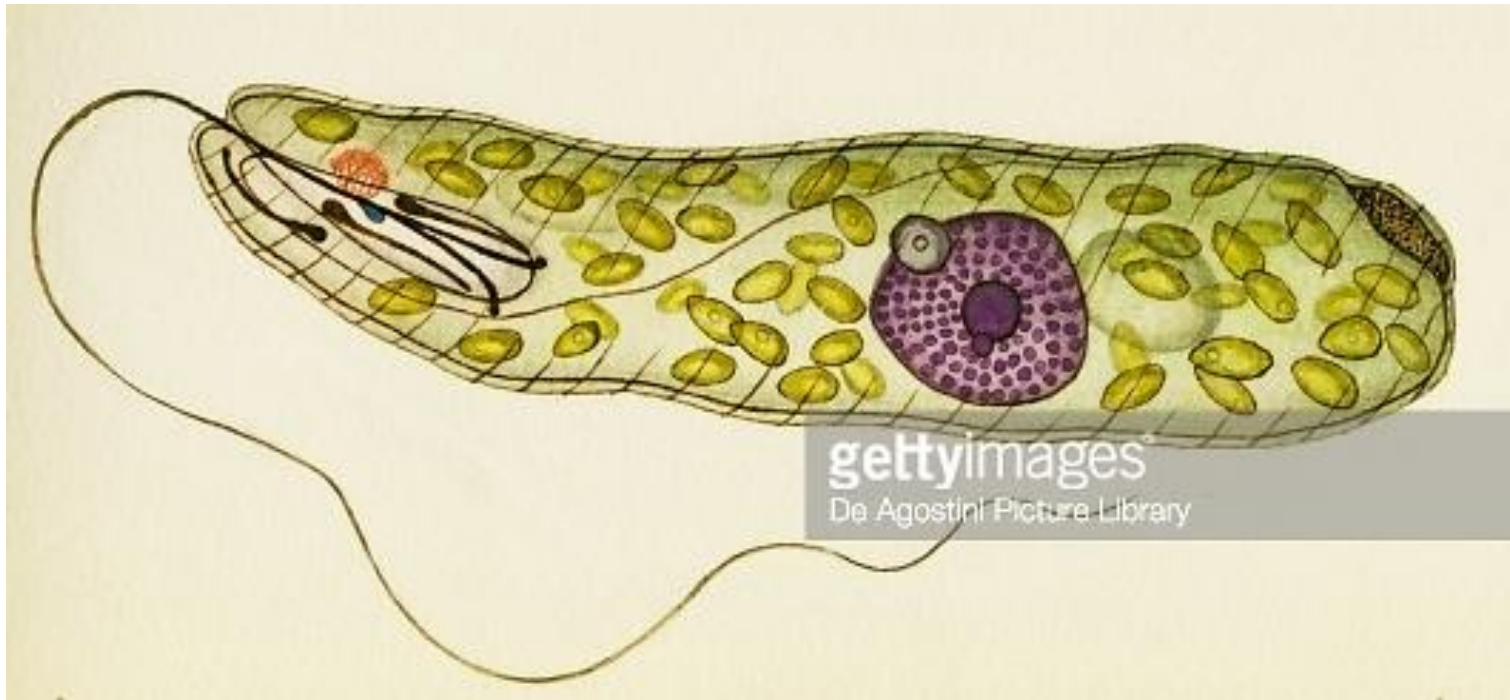
裸藻以细胞纵裂的方式进行繁殖。分裂开始时,着生鞭毛的一端发生凹陷,在2~4h内完成。



裸藻细胞核有丝分裂及细胞的纵裂繁殖示意图

由于裸藻兼具动物和植物的特性, 对于其起源和分类地位一直存在争议。

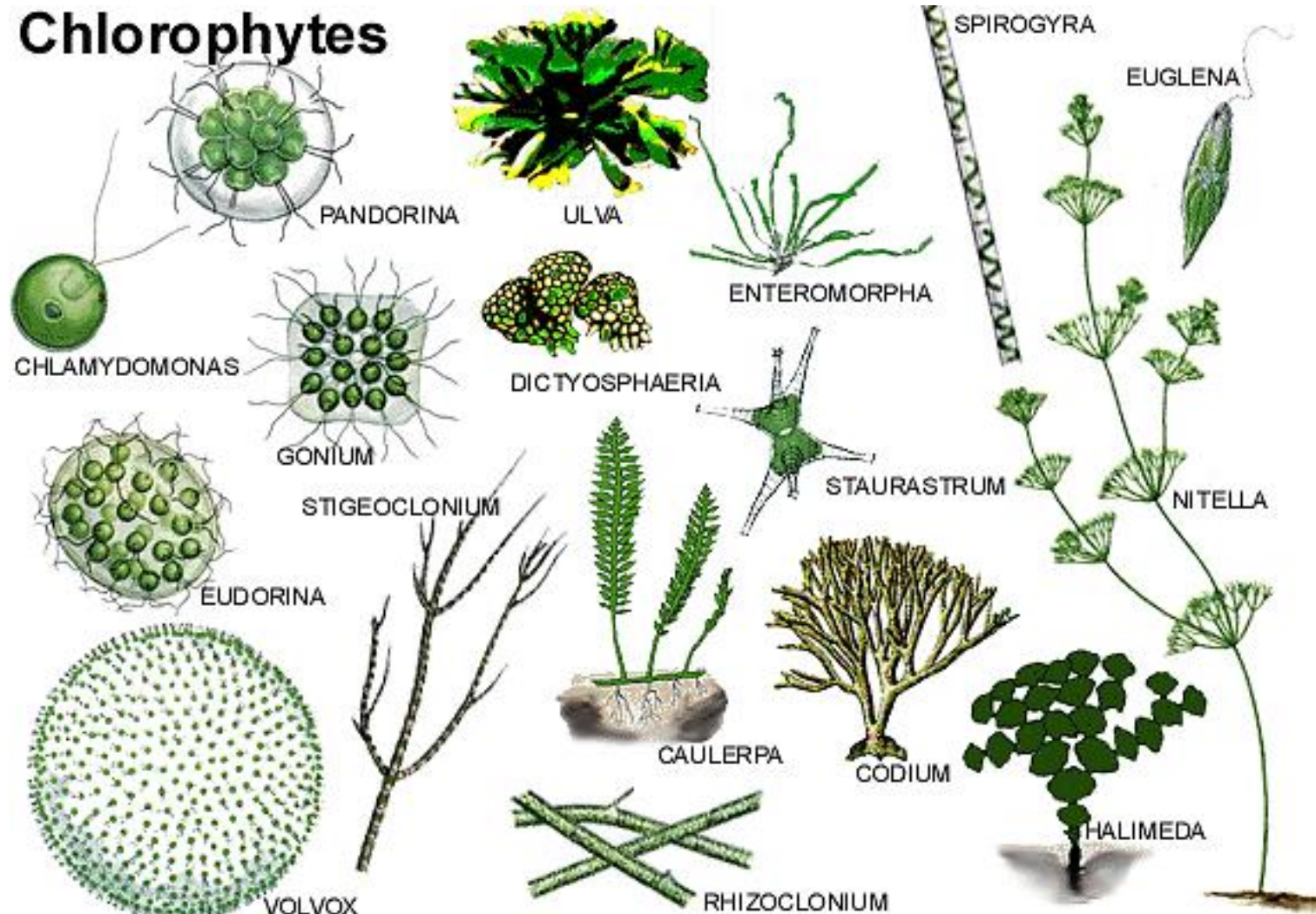
不少证据可以证明绿色裸藻是经内共生演化而来的。吞食性的无色裸藻与原生动物中的动基类具有同源性, 这说明绿色裸藻是由吞噬性的无色裸藻与绿藻共生演化后发展而成的。



绿藻门:

藻体多种多样, 包括单细胞、群体、丝状体、叶状体、管状体及多核管状体等。

Chlorophytes



特征：

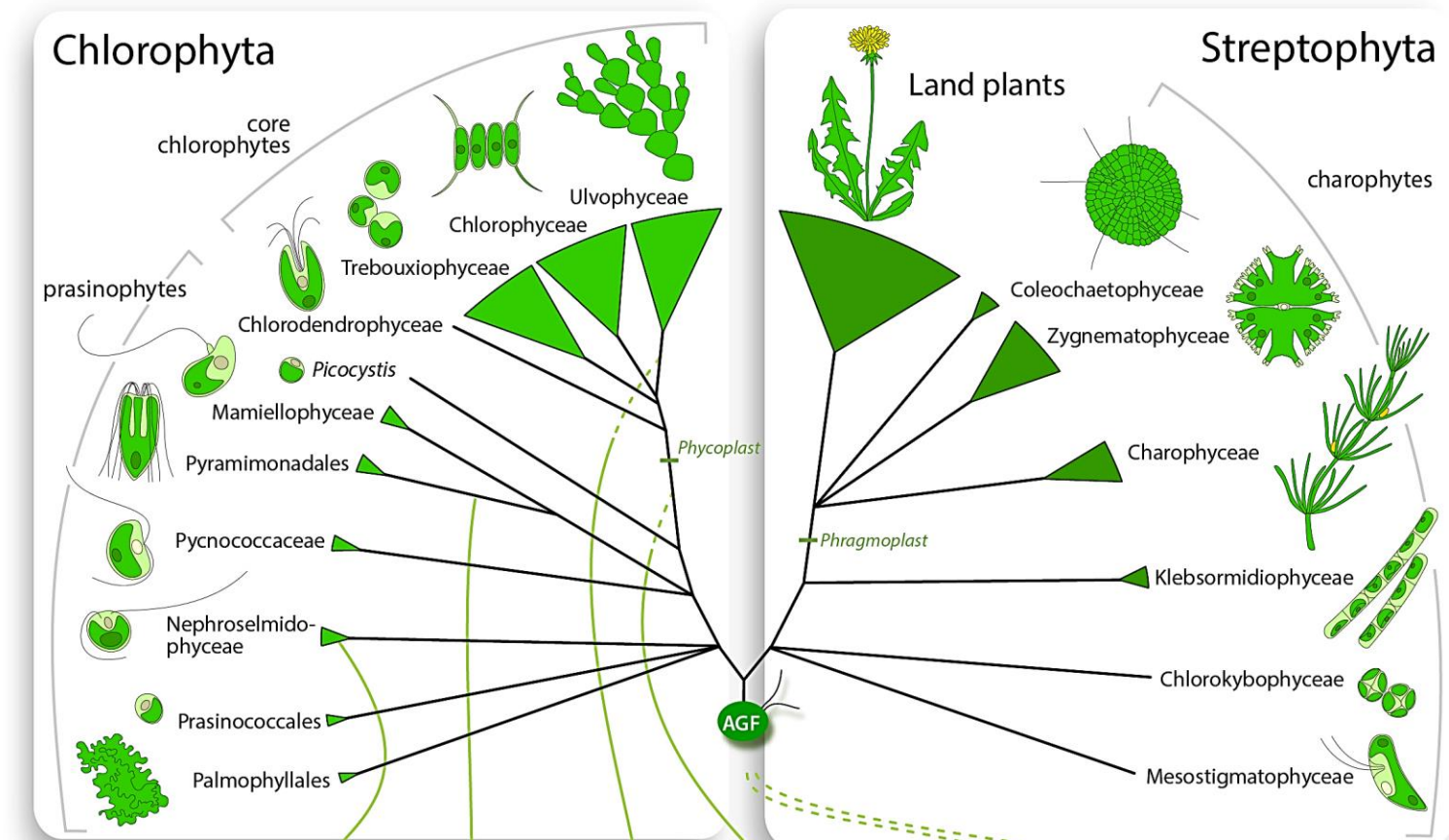
绝大多数绿藻的营养体不能运动。

与高等植物相似：(1) 细胞壁分两层，内层主要为纤维素，(2) 载色体具双层载色体膜，含叶绿素a、叶绿素b、胡萝卜素、叶黄素等，其中叶绿素含量较多。



绿藻门的地位：

绿藻的化石在14亿~12亿年前就已出现。绿藻和高等植物之间有很多相似之处,如有相同的光合色素及光合产物,鞭毛都是尾鞭型,因此,绿藻被认为是高等植物的祖先,在植物界的系统发育中居于主干地位。



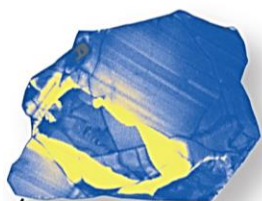
三、藻类植物的起源与演化

根据化石资料, 最早的**蓝藻与细菌化石**出现于大约**35亿年前**, 经过约10亿年, 真核生物开始出现。



地球诞生

Formation of Earth



Jack Hills Zircon

Late Bombardment



4.56 4 3.5 3 2.5 2 1.5 1 0.5 0 Ga

Hadean

地狱

Archean

太古代

Proterozoic

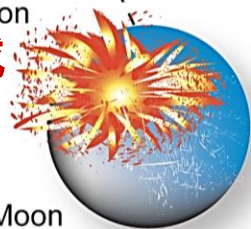
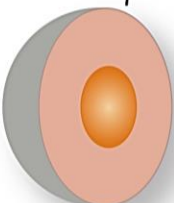
原生代

Phanerozoic

古生代
中生代
新生代

Core Formation

地核形成



Moon Formation
月球形成

Isua: Sediment
Isotopic Evidence for Life

生命同位素证据



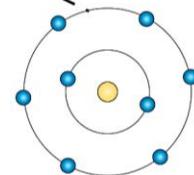
Acasta Gneiss

Apex Chert
Fossils



Rise in
Atmospheric
Oxygen

大气中的
氧气增加



Hard-shelled
Animals



Dinosaurs

恐龙



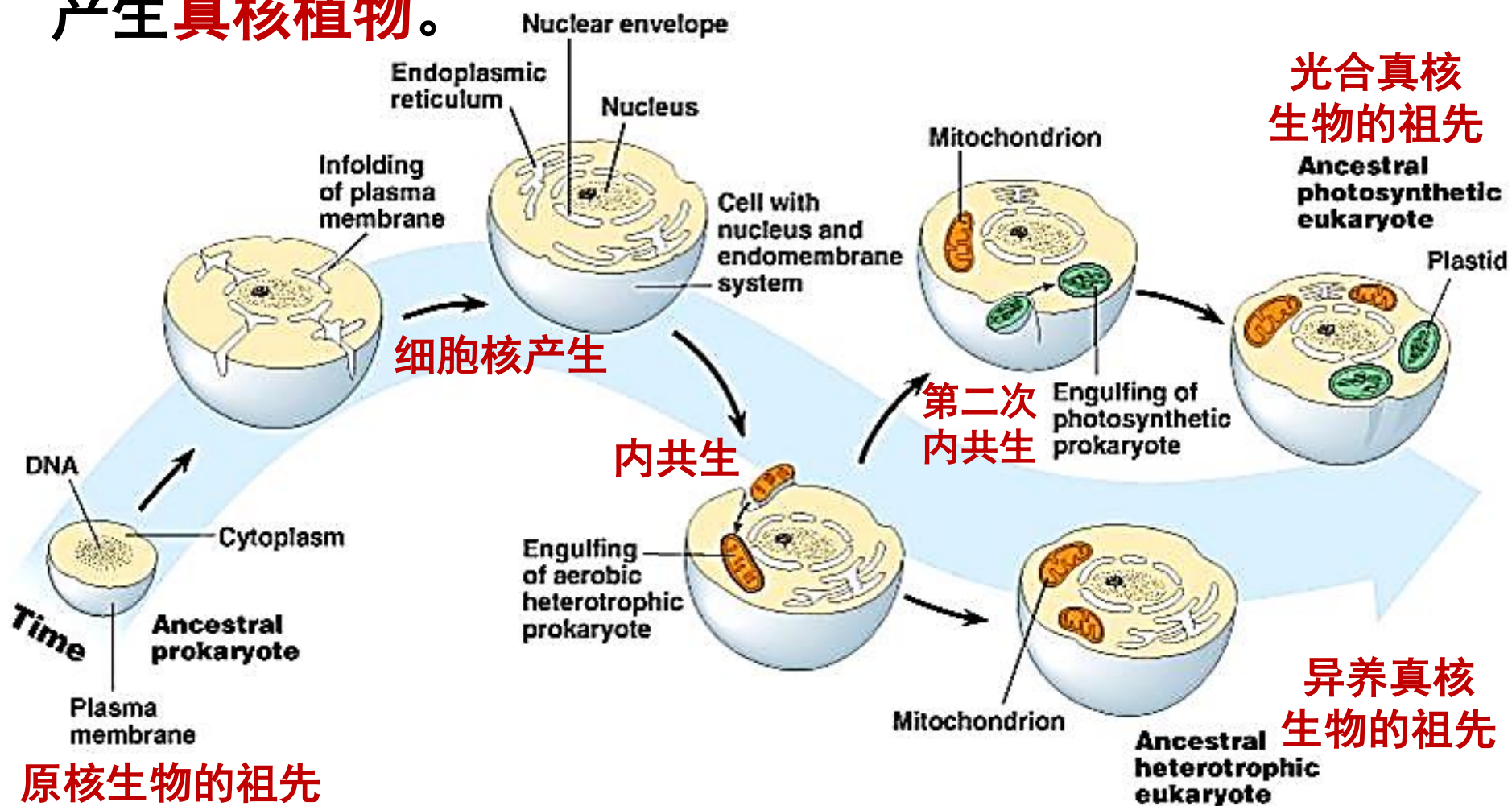
宇宙：大约150亿年。

恐龙：2亿3千万年前三叠纪晚期~6千5百万年前的白垩纪晚期。

人：如果从南方古猿算起，则有200~300万年。

内共生

一个早期的真核生物吞食了一个可进行有氧呼吸的细胞但并未消化它，经过数亿年的演化，形成了**线粒体**。第二次内共生则与具光合作用能力的蓝藻共生，产生**真核植物**。



四、藻类植物的生态学意义

- (1) 全球约一半的光合产物是由藻类所产生的, 仅海藻固定的有机碳素达 $13.5 \times 10^{10} \text{t}$;
- (2) 固氮蓝藻(及固氮细菌)等每年可固定氮素约 $1.7 \times 10^8 \text{t}$;
- (3) 藻类是水体食物网的基本环节, 是无数浮游生物、水生动物的饲料, 被称为“**原初生产者**”;
- (4) 在陆地生态系统中, 藻类在**维持水网营养、改造土壤基质、净化环境**等方面也间接地发挥着巨大的作用。

五、藻类植物的经济意义

1. 食用藻类
2. 藻类与渔业的关系
3. 藻类在农业上的应用
4. 藻类在工业及医药上的应用
5. 水质净化与监测

1. 食用藻类

藻类营养价值很高,藻体中含有糖类、蛋白质、脂肪、无机盐、各种维生素、有机碘,以及Ca,Na、Mg,K,P,S,I,Fe,Zn等元素。

- ▲蓝藻门供食用的有葛仙米、发菜、海雹菜等;
- ▲绿藻门供食用的有溪菜、刚毛藻、水绵、石莼、礁膜、浒苔、海松;
- ▲褐藻门供食用的有海带、铁钉藻、鹅肠菜、裙带菜、海蒿子、羊栖菜、鹿角藻、绳藻;
- ▲红藻门供食用的有紫菜、海索面、石花菜、海萝、麒麟菜、鸡毛菜、江篱等。

蓝藻门——发菜(又称发状念珠藻)



发菜是一种能固氮的光合原核生物。



大量产于中国**内蒙古**自治区、**宁夏**回族自治区和**甘肃**、**青海**、**陕西**等省的**干旱**和**半干旱**地区。



生长缓慢，在野外，一年仅能够增长6%。

国家 I 级重点保护野生植物 (国务院1999年8月4日批准)



才让扎西

蓝藻门——葛仙米(珍珠菜)

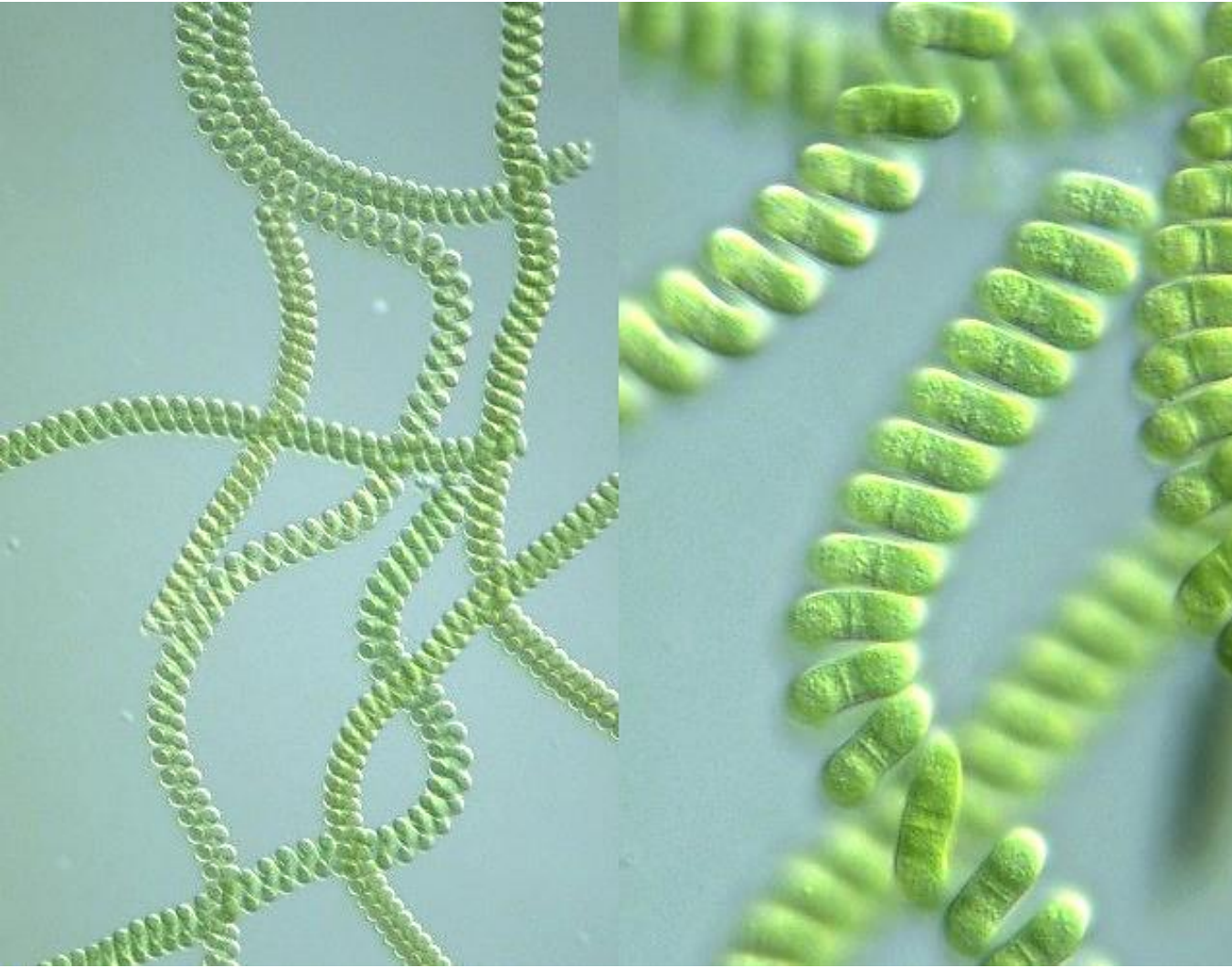


葛仙米藻体呈胶质状、**球状**或其他不规则形状



蓝藻门——螺旋藻

呈疏松或紧密的有规则的螺旋旋形弯曲，形如钟表发条，故而得名。



已人工培养并大面积机械化生产。

FORNIDA 活力达

推荐

螺旋藻片
SPIRULINA TABLETS

净含量: 200克
(0.25g × 800片)

2桶装 共1600片

¥106.00 包邮 2251人付款

【2桶共1600片 400g】活力达云南程海湖天然螺旋藻精片 官方正品

≡ 活力达活力康源专卖店 北京

天猫母亲节 5.3-5.8

純クロレラ
クロレラ
CHLORELLA
ファインクロレラ

3月量 ¥159

FINE官方海外旗舰店

¥179.00 包邮 1222人付款

正品FINE小球藻破壁绿藻片1500片 螺旋藻片日本直邮3个月装

≡ fine海外旗舰店 日本

天猫国际 险

绿A GREEN-A

天然螺旋藻精片
Natural Spirulina Tablet

¥318.00 包邮 964人付款

绿A天然螺旋藻精片 0.5g*12片*50袋

≡ 绿a官方旗舰店 云南 昆明

险 认

康恩贝 CONBA

螺旋藻片
SPIRULINA TABLETS

净含量: 105克
(0.25g × 420片)

¥48.30 包邮 533人付款

CONBA/康恩贝 程海湖R螺旋藻片 0.25g/片*420片

≡ 康恩贝官方旗舰店 浙江 金华

险 认

康恩贝 CONBA

螺旋藻片
SPIRULINA TABLETS

净含量: 105克
(0.25g × 420片)

¥89.00 包邮 117人付款

绿A GREEN-A

天然螺旋藻精片
Natural Spirulina Tablet

净含量: 0.5g × 200片

¥81.30 1139人付款

汤臣倍健 BY-HEALTH

SPIRULINA 螺旋藻

净含量: 100g
(0.5g × 200片)

¥268.00 包邮 312人付款

绿A GREEN-A

1000粒大盒实惠装 多买多送 限时抢购

¥228.00 包邮 389人付款

2. 藻类与渔业的关系

一方面，小型藻类是水生经济动物如**鱼、虾等的主要饵料**。海岸带及海水中生长的大型藻类，也是**鱼类产卵和哺育幼鱼的良好场所**。

另一方面，藻类也会对渔业带来巨大危害。绿球藻和直链藻属常**附生在鱼的皮肤上和鳃部，使其化脓致死**。“水华”，消耗水里大量氧气。某些水华和赤潮种类还能**分泌毒素**。

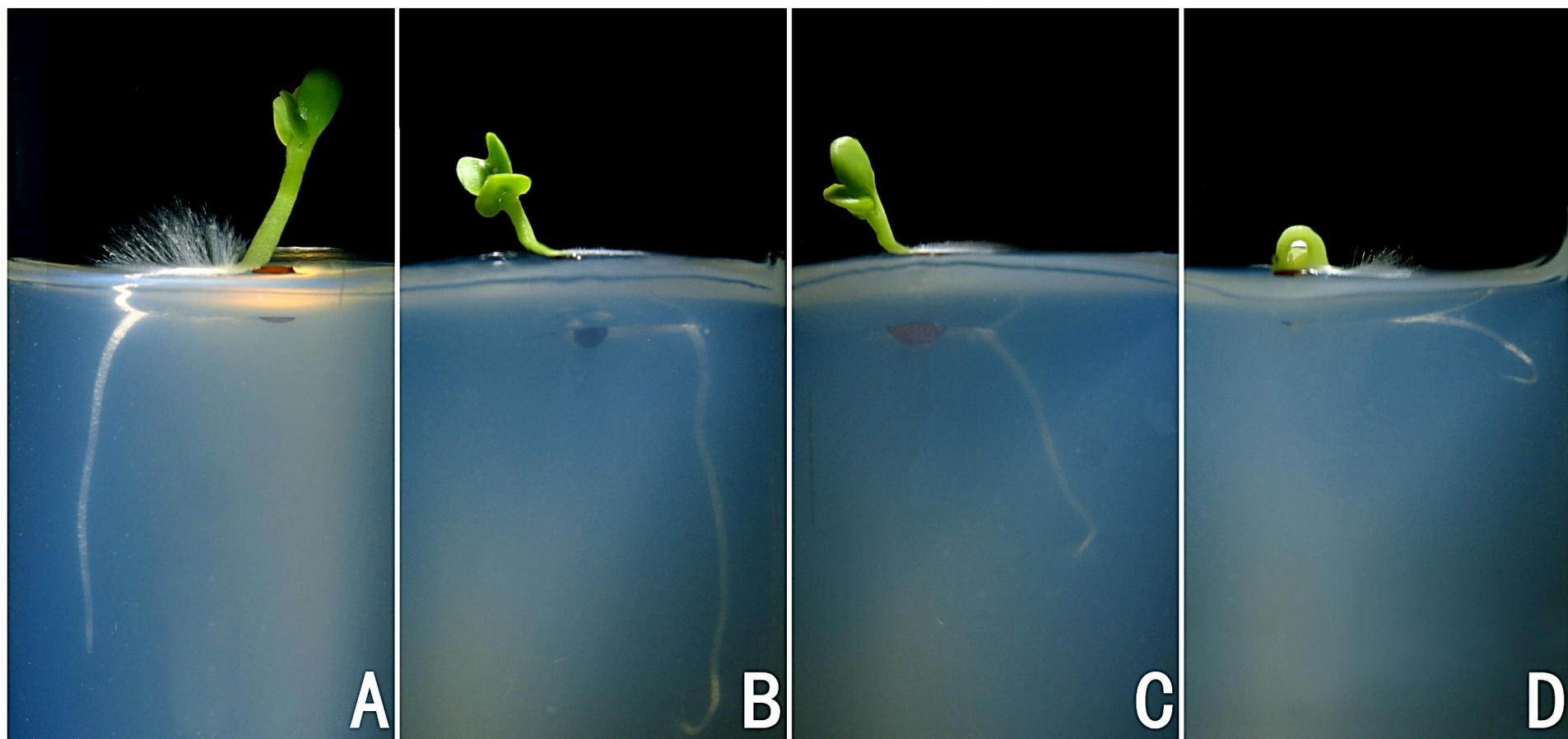
3. 藻类在农业上的应用

藻类大量死亡后沉到水底, 积累后形成有机淤泥, 可作肥料。固氮藻类能固定空气中的氮素。

固氮蓝藻(及固氮细菌)等每年可固定氮素约 $1.7 \times 10^8 \text{t}$ 。

4. 藻类在工业及医药上的应用

褐藻、红藻的许多种类可提取藻胶、琼胶、卡拉胶等。琼胶在医学上和生物学上可作各种微生物和组织培养的培养基。



果冻（主要原料：卡拉胶，水，白砂糖，海藻酸钠）

卡拉胶又称为鹿角菜胶、角叉菜胶，是从天然麒麟菜等海藻中提取的天然多糖胶体。



5. 水质净化与监测

- ▲藻类在水体自净过程中的作用主要是通过进行光合作用向水体提供氧气, 促进细菌的活动, 以加速废水中有机物的分解; 分解过程中所产生的二氧化碳又可在藻类的光合作用过程中被利用而排除。
- ▲藻类还可吸收、积累有害元素。
- ▲有些藻类对水体中的污染物等非常敏感, 可以通过分析藻类植物组成的种类、性质和数量来推测、评价、监测和预报水质。

小 结

藻类植物多为光合自养生物，大部分生活于水体中，对维持地球生态系统的平衡起着重要作用。藻类生活史类型多样，原始类型仅具营养繁殖或无性生殖，而具有有性生殖藻类的生活史根据其减数分裂发生的时期又可分为合子减数分裂型、配子减数分裂型和孢子减数分裂型，其中孢子减数分裂型生活史具有世代交替。藻类植物的分门主要依据细胞结构、鞭毛有无、细胞壁成分、所含色素及光合产物等，其中蓝藻和原绿藻是没有真正细胞核的原核生物，其余各门藻类都是真核生物，但其中的甲藻和裸藻细胞核属于中核类，又被称为中核生物。金藻、黄藻和硅藻具有相似的光合产物及细胞结构，可能存在一定的联系。绿藻、褐藻和红藻在生殖及体型上较复杂。在系统演化上，绿藻和红藻为初级内共生的产物，而裸藻、金藻、黄藻、硅藻和褐藻等则属于次级内共生的产物。

思考题

1. 藻类有哪些共同性状？分为几个门？分门的依据是什么？
2. 为什么说蓝藻是最原始、最古老的一群植物？它和红藻具有什么关系？
3. 裸藻门在结构上有何特殊性？它是如何起源的？
4. 金藻门、甲藻门、硅藻门和黄藻门有哪些相同及不同之处？
5. 轮藻的原植体形态结构与有性生殖器官的结构有何特异之处？
6. 试述绿藻门的纲、目分类依据，绿藻的体型、生殖和生活史的演化趋势。
7. 藻类植物有性生殖有几种方式，它们之间的演化关系如何？
8. 绿藻门植物在哪些方面表现出与高等植物的亲缘关系？
9. 红藻门、褐藻门植物各有哪些体型？有哪些生活史类型？其生境特征如何？
10. 什么叫世代交替？是否所有植物都具世代交替？具有有性生殖的植物是否一定有世代交替？
11. 植物的减数分裂发生在哪些时期？这对植物的生活史类型有什么影响？试举例说明。
12. 简要说明藻类的系统演化路线。