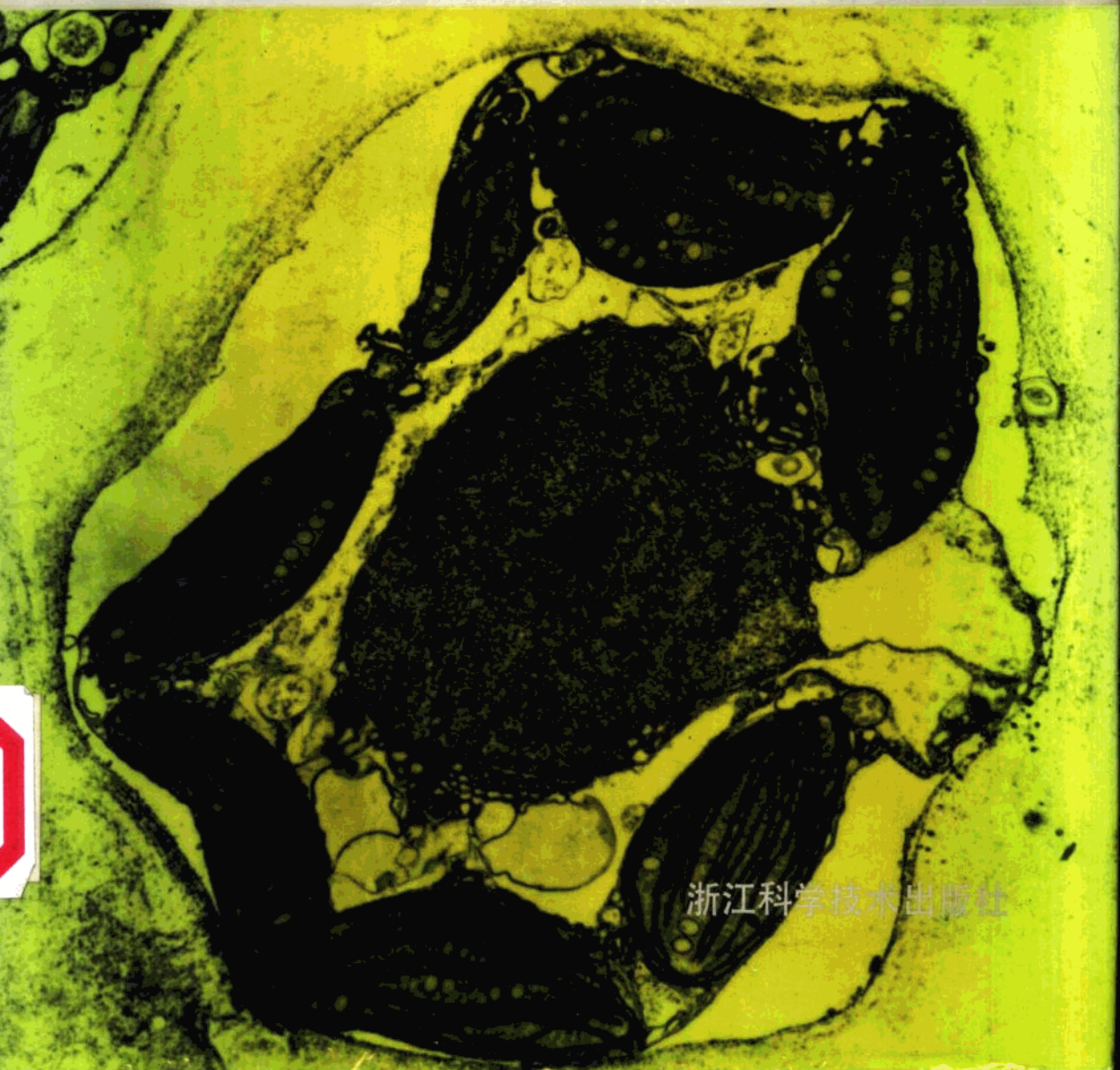


中国经济海藻 超微结构研究

STUDY ON ULTRASTRUCTURE OF ECONOMIC
SEAWEEDS IN CHINA

主编 王素娟



浙江科学技术出版社

责任编辑 刘 彦
封面设计 潘孝忠

中国经济海藻超微结构研究

王素娟 主编

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16

印张：16.5 插页：4 字数：198,000

图版120面

1991年11月第一版

1991年11月第一次印刷

印数：1—1,000

ISBN 7-5341-0313-4/S·43

定 价：20.00 元

序 言

建国以来我国海藻研究从分类学、形态学、生理生态学到栽培学等领域都有很大进展。尤其是对海带栽培技术研究的突破性进展，建立了我国独特的栽培技术和理论体系，在世界上享有很高的声誉。其他海藻类的栽培亦正向深度和广度发展。

自从电子显微镜问世以来，即在生物学和医学领域中得到广泛应用，成为研究细胞形态结构、功能和诊断病理的重要手段，使一些基础理论的研究工作被推进到更新更深的阶段。应用这一工具研究海藻形态的工作始于50年代，以后不断发展，不但在解决分类学问题上做出了贡献，而且应用于形态研究方面也解决了一些在光学显微镜下难以解决的问题。因此，可以认为，电子显微镜的应用将是今后研究海藻所必不可少的现代化工具。

由上海水产大学王素娟教授主编的《中国经济海藻超微结构的研究》是我国第一本应用电子显微镜研究海藻的图书。该书介绍了作者7年来的研究工作，特别选择了我国主要栽培种类和有经济价值的种类，进行了多方面的研究。书中提供了120版图，约365幅超微结构照片，这些照片质量高，其中有些照片在国内外尚未见过，具有较高学术价值。该书收集了不少国外文献资料，撰写了红藻、褐藻、绿藻3章的概论，内容丰富，重点突出，图文并茂，对我国海藻学研究的深入发展将起着有益的作用。本书适用于高等院校生物系和有关科研部门作为参考书。

王素娟

前 言

20世纪30年代末,电子显微镜的发明把科学研究带到了更微观的未知领域。随着电子显微镜的广泛应用,大大地丰富了对客观世界的认识,特别是在生物学和医学方面,电子显微镜已成为一种不可缺少的重要研究工具。作为生物学的一个分支——藻类学也不例外地应用电子显微镜进行各方面的研究。早在50年代,国外就开始用电子显微镜研究海藻。70年代初,Dodge(1973)《藻类超微结构》一书问世,总结了近20多年的藻类超微结构研究的成果。1973年,Duckett和Peel,以及Garbary在《红藻和褐藻分类的现代方法》一书中,分别用透射电子显微镜和扫描电子显微镜进行红藻分类学的超微结构研究。1981年,Brawlog,S.和Wetherbee,R.在《海藻生物学》的第七章“细胞学和超微结构”中,对前两书所述及的藻类超微结构以及当时最新的研究工作做了介绍。此外,其他文献及专著中均有涉及到藻类的超微结构,例如, Lee, R. E. (1980) 编著的《Phycology》一书中,按系统分类阐述了海藻超微结构; Fickett-Heaps, J. D. (1975) 在《Green algae》中对某些目、科、属、种进行了全面描述,其中有些是以超微结构为主而阐述的。总之在这30多年中,藻类超微结构的研究发展很快,开始以营养细胞为主体作研究,进而发展到受精生物学研究、果孢子体的发育以及核的分裂研究等。

中国的海藻资源非常丰富,尤其是在藻类养殖方面发展迅速。自1950年后,随着资源开发利用,海藻的分类学、实验生物学、养殖学都有很大发展。但藻类超微结构研究发展还比较慢,甚至在某些方面还是空白。因此,在农业部水产司的支持与资助下,从1981年起上海水产大学海洋藻类实验室开始了海藻超微结构的研究。由于工作量大、涉及面广,在较短的时间内,不可能全面开展,所以我们首先选择了养殖上有重要经济价值的种类——海带、裙带菜、巨藻、4种紫菜、4种江蓠、石花菜作为主要研究对象;同时,还选择了在我国地理分布上有重要代表性,目前正在开发利用或者将来具有开发潜力的种类,如鹿角菜、羊

栖菜、角叉菜、红翎菜、鹧鸪菜、山东马尾藻等,以及普遍性种类,如绿藻中的2种进行研究。我们在对上述种类的研究基础上,编写成书。全书中,我们对所做的13属海藻的超微结构的研究进行了较详细的阐述,力求内容具有系统性,从营养细胞的结构到生殖细胞结构,结合细胞原生质体培养及组织培养进行研究,对某些种类的超微结构变化提出一些见解,以期对日益受到重视的海藻生物技术提供一定的基础资料。此外,为适应广大读者的需要,我们还特别编写了红藻、褐藻、绿藻的概论,在这3节中,我们尽量引用了国内外最新有关文献,对生物学基础知识作了一些介绍,供大家参考。

本书以图版为主研究藻类超微结构,并加以文字描述。全书共有120面版图,合计365幅海藻超微结构照片,这些照片是从约2400张照片中选出来的(朱家彦为本书提供了6张照片)。照片拍摄前要经过藻类的采集、培养、制片处理及上镜观察等复杂的研究过程,照片拍摄完毕,再进行图片整理。除制片、拍摄之外,图片制作的其他工作,王素娟、徐志东完成绿藻、褐藻和红藻的17种;王素娟和周一红完成绿藻、褐藻、红藻的5种,及羊栖菜和海带繁殖器官的补充工作;刘凤贤参加了石花菜和角叉菜材料的收集及其部分电子显微镜的观察。制片及全部电子透射照片拍摄由俞永富完成,唐佩珠完成电子扫描照片的拍摄。文字描述:俞永富和唐佩珠编写第一章;王素娟和徐志东编写第二、第三章(其中鹧鸪菜以及江蓠的部分内容由周一红编写;刘凤贤编写第四章及石花菜、角叉菜、巨藻和海带配子体世代;何培民编写红藻与褐藻的有丝分裂和减数分裂);朱家彦编写紫菜壳孢子囊枝与壳孢子的内容。刘凤贤为部分线条图提供了底图。本书在整理、编写过程中,孙云龙为绿藻概论、周一红和何培民为褐藻、红藻提供了不少资料,并帮助我们做了大量工作,作者在此深切致谢。

王素娟

1989年12月

英文缩略词注解

Af=anterior flagellum	前鞭毛
An=antheridium	精子囊
Av=attached vesicle	附着泡
B=B type vesicle	B型泡
Bb=balled body	球形体
C=chloroplast	色素体
Ccl=central concentric lamellae	中央圆膜体
Ce=chloroplast envelope	色素体被膜
Cer=chloroplast-endoplasmic reticulum	色素体内质网被膜
Cof=conchocelis filament	丝状藻丝(壳斑藻营养藻丝)
Cos=conchosporangia	膨大藻丝
Cls=concentric lamini form structure	同心层形结构
Cm=cap membrane	塞帽膜
Co=conceptacle	生殖窝
Cp=carposporangium	果孢子囊
Cv=core vesicle	核心囊泡
Dw=dividing wall of tetrasporangium	四分孢子囊分裂壁
Er=endoplasmic reticulum	内质网
F=flagellum	鞭毛
Fbb=flagellar base body	鞭毛基体
Fs=floridean starch	红藻淀粉
FV=fibrillar vesicle	纤维囊泡
G=Golgi body	高尔基体
H=hole	孔洞
IT=internal thylakoid	内类囊体
Ls=liposome	脂质体
M=mitochondria	线粒体
Ma=mastigoneme	鞭茸
Mu=mucilage	胶质
N=cell nucleus	细胞核

Nm=nuclear membrane	核膜
Np=nuclear pore	核孔
Nu=nucleolus	核仁
Ob=osmiophilic body	嗜铁体
Oo=Oogonium	卵
P=pyrenoid	蛋白核
Pa=paraphysis	隔丝
Pcl=peripheral concentric lamellae	围周膜体
Pf=posterior flagellum	后鞭毛
Ph=physode	藻泡
Pit=pit connection	孔状联系
Pla=plasmodesmata	胞间连丝
Plg=plastoglobulus	质体小球
Pm=plasmic membrane	质膜
Ps=phycobilisome	藻胆体
PT=peripheral thylakoid	围周类囊体
Pv=phagocytic vesicle	吞噬泡
Ri=ribosome	核糖体
S=storage material	贮藏物质
Sf=starch fusion	淀粉粒融合
Sg=starch grain	淀粉粒
Sip=sieve plate	筛板
Sp=spermatium	精子
Spt=spermatangium	精子囊
Ss=starch-sheath	淀粉鞘
SV=striped vesicle	条纹囊泡
T=tube	管子
Thy=thylakoid	类囊体
Tpm=tetrasporangial mother cell	四分孢子囊母细胞
V=vacuole	液泡
W=cell wall	细胞壁

Wh=whiplash

尾鞭

Ws=wall streak

壁条纹层

Zp=zoospore游动孢子

目 录

序 言

前 言

英文缩略词注解

中国经济海藻超微结构图版····· (1)

第一章 海藻超微结构制片技术

····· (121)

第二章 红藻类····· (126)

一、红藻的超微结构研究概况····· (126)

(一) 红藻门的细胞结构····· (126)

1. 红藻的细胞壁、细胞膜····· (127)

2. 红藻的色素体····· (128)

3. 红藻淀粉····· (132)

4. 红藻的孔状联系····· (132)

5. 红藻的线粒体····· (134)

6. 红藻的高尔基体····· (134)

7. 红藻的内质网····· (135)

(二) 红藻繁殖器官的超

微结构····· (135)

1. 红藻果孢子体····· (135)

2. 红藻果孢子的发生····· (136)

3. 红藻的雄配子····· (137)

4. 红藻四分孢子和单孢子的
发生····· (138)

(三) 红藻的有丝分裂和减数

分裂····· (138)

1. 有丝分裂····· (138)

2. 减数分裂····· (139)

二、紫菜属超微结构的研究····· (140)

(一) 紫菜叶状体的内部

构造····· (141)

(二) 紫菜属有性生殖器官

超微结构的研究····· (142)

1. 精子囊器的发生和精子囊

的超微结构····· (142)

2. 果胞····· (143)

3. 受精作用····· (143)

4. 果孢子形成过程····· (143)

5. 果孢子····· (143)

(三) 紫菜丝状体的超微

结构····· (144)

1. 果孢子的萌发····· (144)

2. 营养藻丝的构造····· (144)

3. 壳孢子囊枝····· (145)

4. 壳孢子····· (146)

(四) 紫菜无性繁殖器官的

超微结构····· (146)

三、石花菜的超微结构····· (148)

(一) 石花菜的一般形态结

构和生殖····· (148)

1. 石花菜的形态结构····· (148)

2. 石花菜的生殖····· (148)

(二) 石花菜的超微结构····· (149)

1. 石花菜营养体的超微结构····· (149)

2. 石花菜四分孢子囊发育的超
微结构····· (150)3. 石花菜果孢子囊发育的超
微结构····· (150)

四、江蓠属超微结构的

研究····· (151)

(一) 江蓠属藻体营养细胞的

超微结构····· (153)

1. 芋根江蓠····· (153)

2. 真江蓠····· (154)

3. 扁江蓠····· (155)

4. 龙须菜····· (156)

5. 四种江蓠内部超微结构的
比较····· (156)

(二) 江蓠繁殖细胞的结

构····· (157)

1. 江蓠囊果与果孢子····· (157)

2. 江蓠产胞丝的结构····· (158)

3. 江蓠四分孢子囊的形成····· (158)

4. 江蓠精子囊的超微结构····· (159)

(三) 江蓠孢子的萌发····· (159)

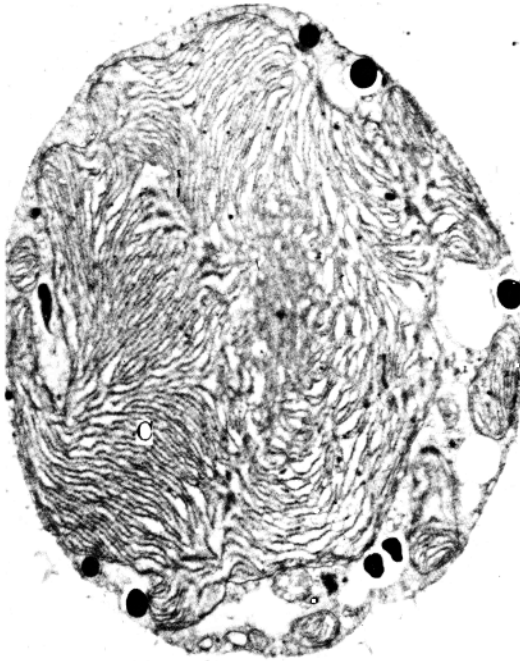
1. 江蓠果孢子的超微结构····· (159)

2. 江蓠果孢子的萌发····· (159)

五、细弱红翎菜的超微结构	(159)	2. 海带的柄部	(183)
(一) 细弱红翎菜营养细胞		3. 海带的生长部	(184)
的超微结构	(160)	4. 海带的中带部	(185)
1. 细弱红翎菜的表皮细胞	(160)	(二) 海带孢子囊与游动孢子	
2. 细弱红翎菜的内皮层细胞	(161)	的超微结构	(187)
3. 细弱红翎菜的髓部细胞	(161)	1. 海带孢子囊的超微结构	(187)
(二) 细弱红翎菜繁殖器官		2. 海带的游动孢子	(187)
的超微结构	(162)	(三) 海带配子体世代	(190)
六、黄海角叉菜的超微结构	(163)	1. 海带雌配子体	(190)
(一) 黄海角叉菜一般形态		2. 海带雄配子体	(192)
结构和生殖	(163)	3. 海带雌、雄配子体细胞与细	
(二) 黄海角叉菜的超微		胞器的比较	(192)
结构	(164)	三、巨藻的超微结构	(193)
1. 黄海角叉菜营养体髓部		(一) 巨藻的孢子体世代	(193)
细胞	(164)	1. 巨藻的叶片	(194)
2. 黄海角叉菜四分孢子囊		2. 巨藻的茎部	(195)
母细胞	(165)	(二) 巨藻的配子体世代	(196)
3. 黄海角叉菜果孢子囊	(165)	1. 巨藻的雄配子体	(196)
七、鹧鸪菜的超微结构	(166)	2. 巨藻的雌配子体	(197)
(一) 鹧鸪菜叶状营养		四、裙带菜的超微结构	(197)
细胞	(167)	(一) 裙带菜藻体各部分的	
(二) 鹧鸪菜假根细胞	(167)	超微结构	(199)
(三) 鹧鸪菜的四分孢子的		1. 裙带菜的叶片	(199)
发育	(168)	2. 裙带菜的中肋	(199)
(四) 鹧鸪菜的果孢子的		3. 裙带菜的假根	(200)
发育	(169)	4. 裙带菜的柄部	(200)
第三章 褐藻类	(170)	5. 裙带菜的筛管与喇叭细胞	(201)
一、褐藻超微结构研究概况	(170)	(二) 裙带菜孢子囊叶与孢子囊	
(一) 褐藻的细胞结构	(170)	和游动孢子	(201)
1. 褐藻的细胞壁	(170)	1. 裙带菜的孢子囊叶	(201)
2. 褐藻的色素体和蛋白核	(171)	2. 裙带菜的游动孢子	(202)
3. 褐藻的线粒体	(172)	五、羊栖菜的超微结构	(203)
4. 褐藻的内膜系统(包括高尔基		(一) 羊栖菜藻体各部分营养	
体、内质网和囊泡)	(172)	细胞的超微结构	(207)
5. 褐藻的胞间连丝和筛管	(173)	1. 羊栖菜的丰枝	(207)
6. 褐藻的微管、微丝和鞭毛	(175)	2. 羊栖菜的气囊	(207)
(二) 褐藻配子囊和游动孢		3. 羊栖菜的假根	(208)
子囊的发生	(178)	4. 羊栖菜的胞间连丝	(208)
(三) 褐藻的受精	(179)	(二) 羊栖菜生殖器官的超	
(四) 褐藻的有丝分裂和减		微结构	(209)
数分裂	(179)	1. 羊栖菜雌性生殖器官的超	
二、海带超微结构	(181)	微结构	(209)
(一) 海带孢子体世代	(181)	2. 羊栖菜雄性生殖器官的超	
1. 海带的假根	(181)	微结构	(210)

六、山东马尾藻叶片的超微结构	(211)
(一) 未经培养的山东马尾藻叶片细胞内部的结构	(211)
1. 表皮细胞	(211)
2. 皮层细胞	(212)
(二) 培养一个月的山东马尾藻叶片切段各层细胞内部结构的变化	(212)
1. 表皮细胞	(213)
2. 皮层细胞	(213)
3. 髓部细胞	(213)
七、鹿角菜的超微结构	(214)
(一) 鹿角菜藻体营养细胞的超微结构	(214)
1. 鹿角菜的表皮细胞	(215)
2. 鹿角菜的皮层细胞	(215)
3. 鹿角菜的髓部细胞	(216)
4. 鹿角菜的胞间连丝	(216)
(二) 鹿角菜的生殖窝	(217)
1. 鹿角菜的生殖窝	(217)
2. 鹿角菜的卵囊	(217)
3. 鹿角菜的精子囊	(218)
4. 鹿角菜的隔丝	(218)
第四章 绿藻类	(219)
一、绿藻超微结构研究概况	(219)
(一) 绿藻细胞结构	(219)
1. 绿藻细胞壁	(219)
2. 绿藻的胞间连丝和隔膜塞栓	(219)
3. 绿藻的叶绿体和蛋白核	(221)
4. 绿藻的细胞核、微体、有丝分裂和胞质分裂	(222)
5. 绿藻的高尔基体、囊泡、内质网、线粒体	(225)
6. 绿藻的鞭毛、鞭毛器和眼点	(226)
(二) 绿藻生殖	(228)
1. 绿藻的无性生殖	(228)
2. 绿藻的有性生殖	(228)
二、孔石莼的超微结构	(229)
(一) 孔石莼的一般形态结构、生殖与生活史	(229)
(二) 孔石莼营养体的超微结构	(230)
(三) 孔石莼生殖细胞的超微结构	(230)
三、管浒苔的超微结构	(232)
(一) 管浒苔的一般形态结构和生殖	(232)
(二) 管浒苔营养体的超微结构	(232)
四、肠浒苔的超微结构	(232)
(一) 肠浒苔的一般形态结构	(232)
(二) 肠浒苔营养体的超微结构	(233)
参考文献	(234)

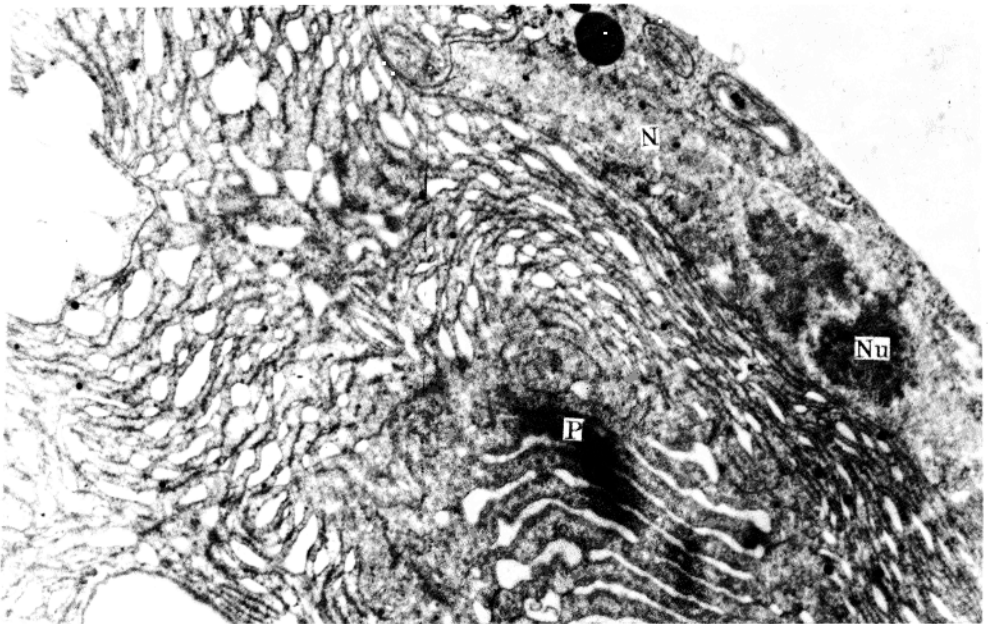
中国经济海藻超微结构图版

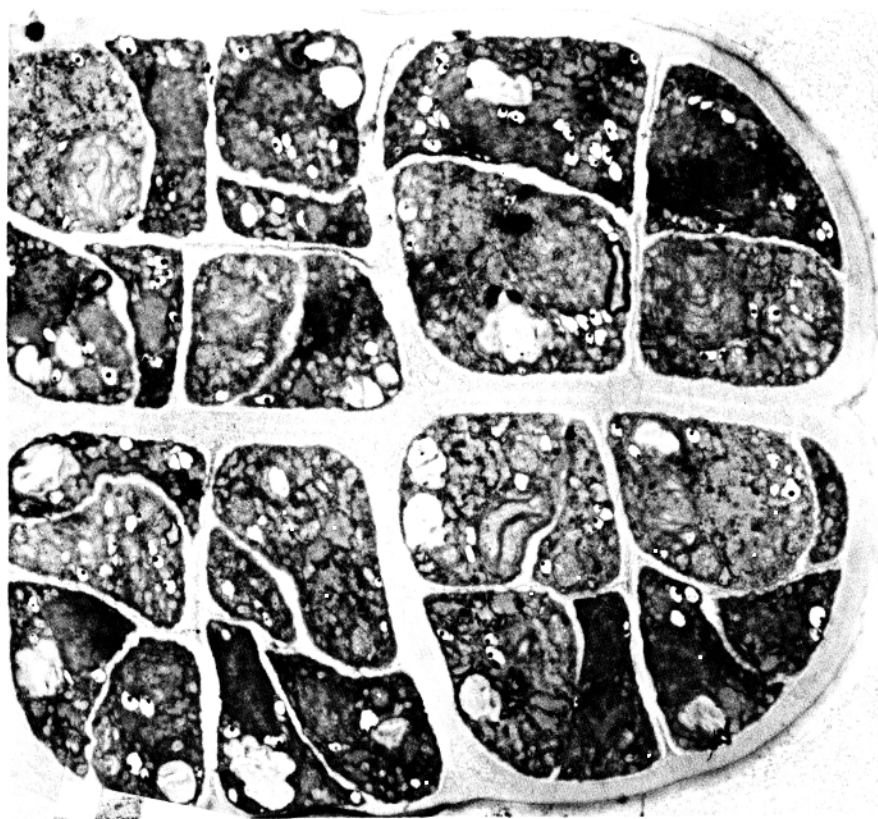


▶ 图版 2 坛紫菜原生质体粘连成双
 ◀ 图版 1 坛紫菜原生质体 示星状色素体、脂质体 ($\times 8200$)

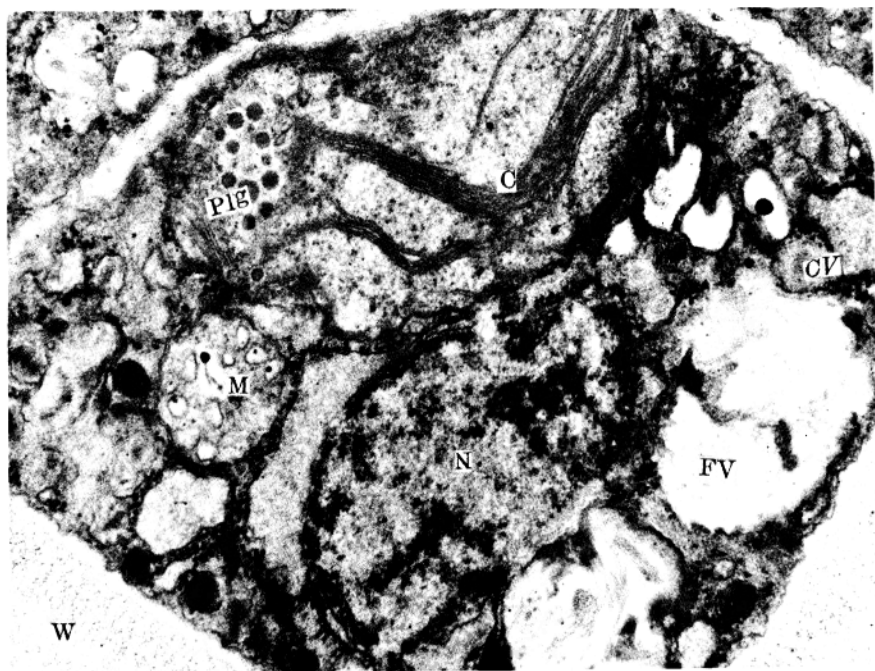


▼ 图版 3 坛紫菜原生质体 示细胞核、核仁、蛋白核。 ($\times 16700$)





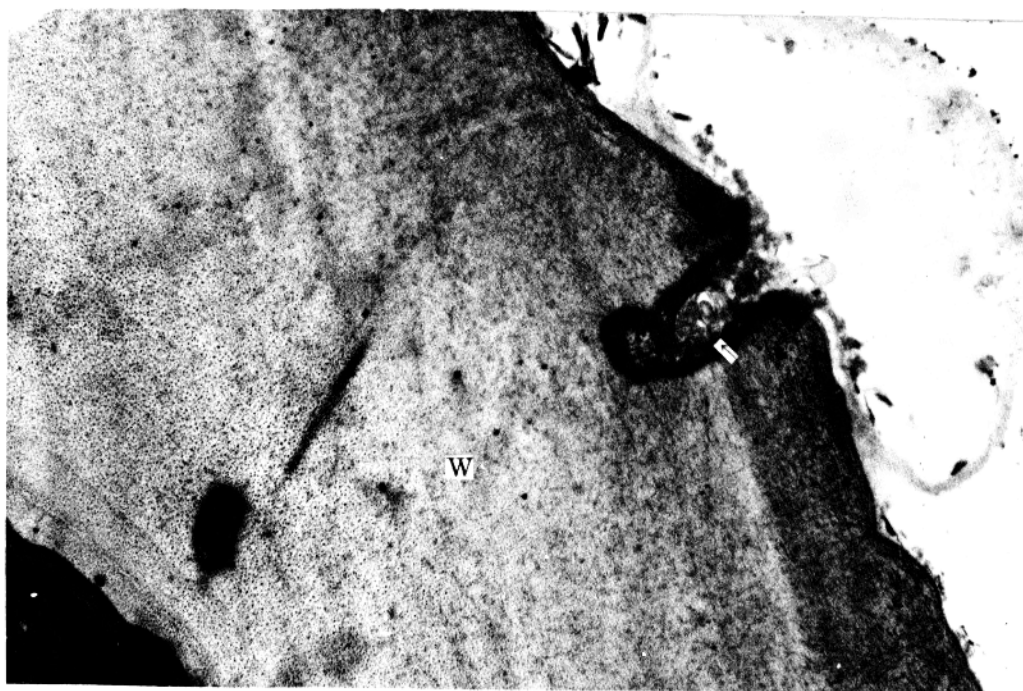
W



W

▲图版4 坛紫菜分裂成16层的精子囊器的切面观 (一半的图相) 示细胞分裂的方式 ($\times 3600$)

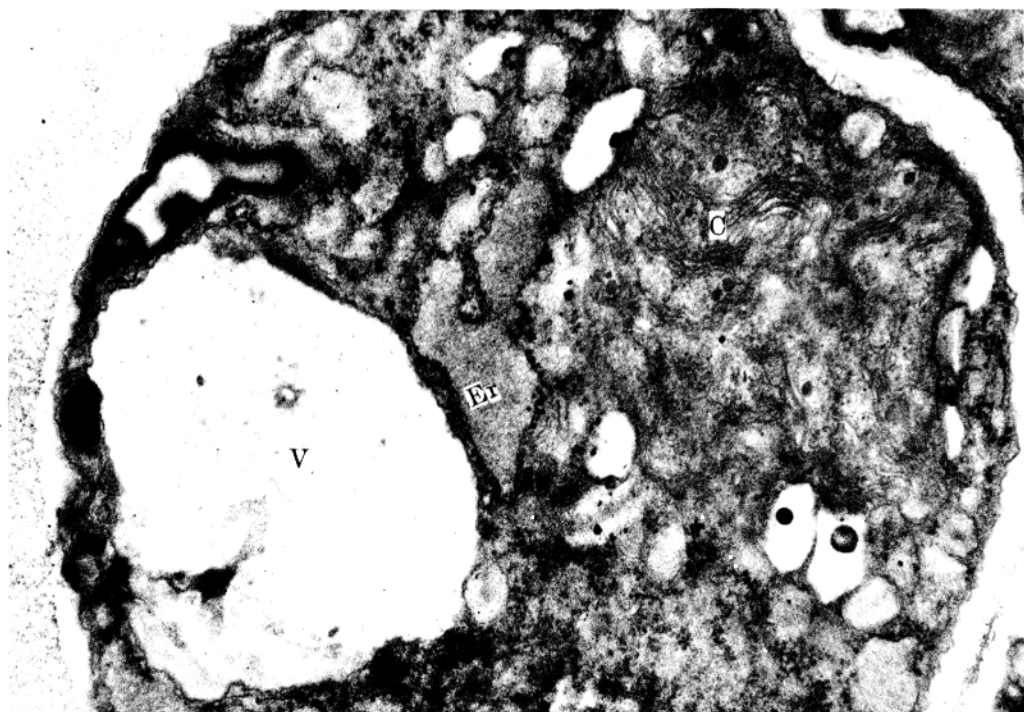
◀图版5 坛紫菜精子囊的放大图相 示色素体、大小囊泡线粒体 ($\times 34000$)



▲图版6 坛紫菜精子附着在藻体上 示细胞器进入受精管 (箭头) ($\times 18200$)

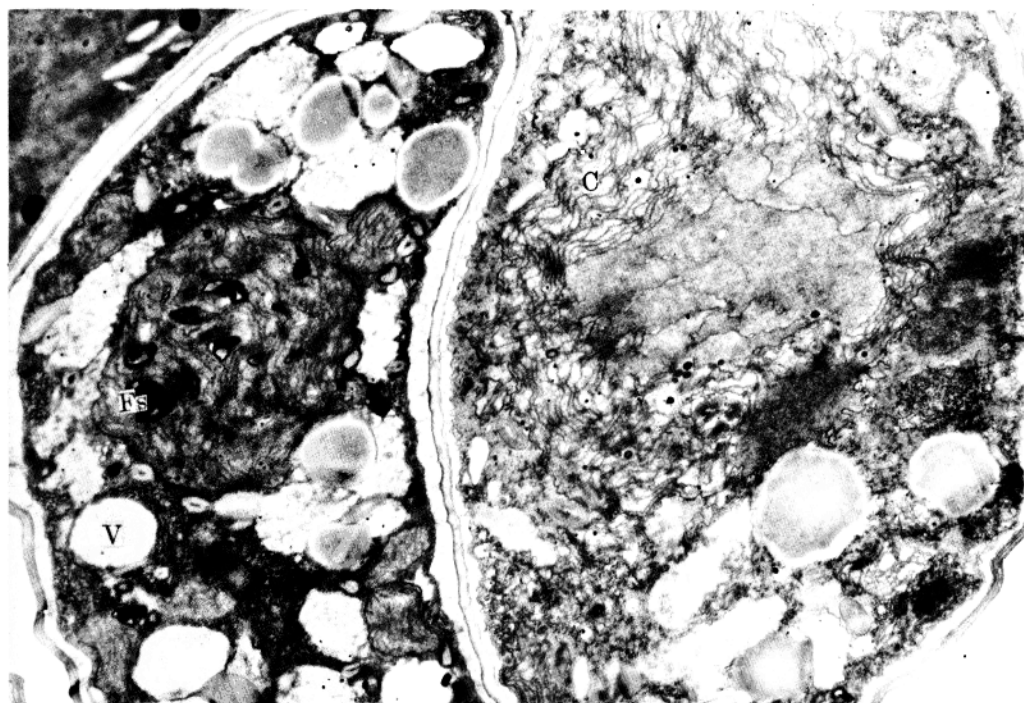
▼图版7 坛紫菜精子内容物进入受精管道内示各种细胞器 (箭头)

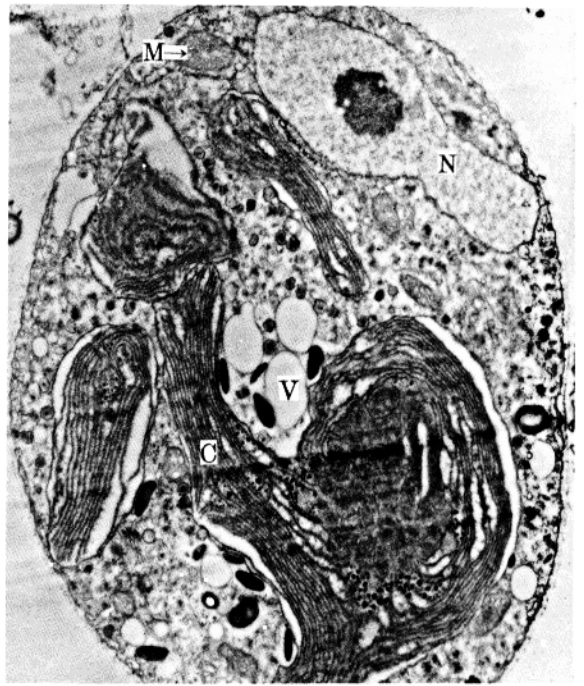




▲图版 8 坛紫菜精子囊 示大小囊泡, 色素体, 粗面内质网。

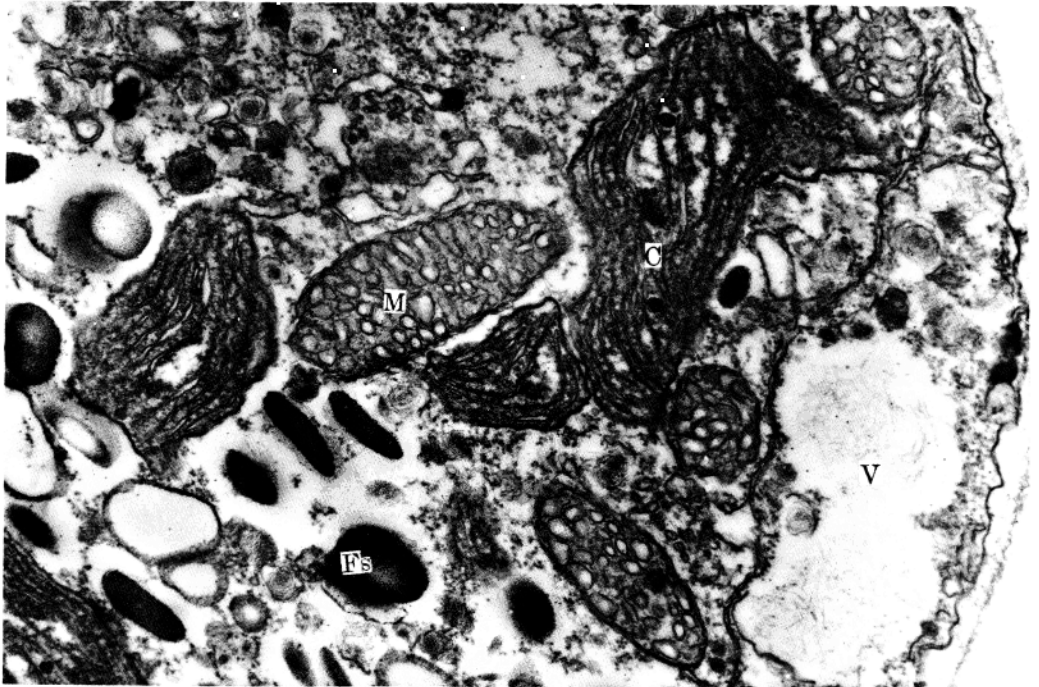
▼图版 9 坛紫菜果孢子囊示色素体、红藻淀粉、大小囊泡 ($\times 14900$)

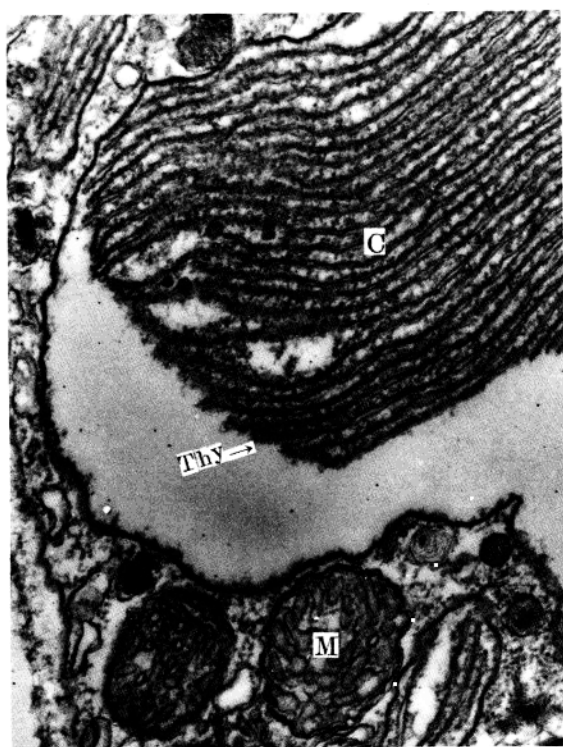




▲图版10 坛紫菜精子囊内容物进入受精管内； ▲图版11 坛紫菜放出的果孢子 示核、色素体 (×8200)

▼图版12 坛紫菜果孢子 示线粒体、大小囊泡的愈合及红藻淀粉 (×24000)





▼图版15 坛紫菜果孢子 示小囊泡结构 (×36380)



▲图版14 半叶紫菜果孢子萌发管顶端
(已长出新壁、箭头) (×277.50)

◀图版13 坛紫菜果孢子 示无围周类囊体。

