



藻类的同步培养

H. 洛伦增 M. 赫塞

1. 引言

同步培养用于细胞研究已有 20 多年的历史, 现在总算有一些行之有效的方法了。多年来, 人们把注意力放在细菌和有纤毛生物 *Tetrahymena* 的同步培养和光合单细胞生物的生长方面。在本文中, 我们将综述一下藻类同步培养的基本原理, 试图就如何使单细胞藻类同步, 如何进行同步培养和如何获得最大生长速率做一概述。我们只讨论一下近年来的文献, 先前的文献已由 Kuhl 和 Lorenzen (1964); Lorenzen (1970); Pirson 和 Eorenzen (1966) 以及 Tamiya (1966) 做了评论。

2. 单细胞藻类同步培养的方法

对所用生物生理状态的了解, 是同步培养成功的重要前提, 如生长条件应能保证细胞迅速分裂并能尽量缩短在遗传上固定的世代交替时间。生物的大小、形状和在最适条件下的生理活动状况, 仅能代表个体差异(见 Czurda, 1935), 正体的或最大量的差异比个体差异更有意义。在特殊情况下, 细胞仍然能够生长, 但不能进一步进行细胞分裂(不可逆变异; 大型细胞)。

从这一点了解出发, 可以获得一些同步培养的方法。一些作者已经详细讨论了他们所采用的同步培养方法; 现将一些重要的同步培养方法、所用的生物和作者列于表 1。哪一种方法最好, 则取决于专门的研究课题。通常需用的方法是使其产生标准化的细胞, 这些细胞不受生长的抑制, 不受环境条件的影响。

某些单细胞藻类在对数生长期通常处于细胞分裂阶段, 也就是说, 细胞数目不断地以高速度增加, 另一方面, 在同步培养中细胞数目在相当长的时间内处于较稳定状态, 当细胞数目实际上增加的时候, 才有短时间的细胞释放。如果在对数生长期, 用新鲜培养基将培养物稀释, 然后将其放在一半或更大体积的新换

的培养基中, 则没有对数生长期, 培养物能继续以适当的速度生长。

人们把同步培养分为完全同步培养、部分同步培养或个别个体的同步培养 (Lorenzen, 1957), 最重要的是完全同步培养。其中所有细胞(或 98% 以上)在同一时间内发生爆发性的细胞分裂。在好的同步培养中, 这种爆发性的细胞分裂应该发生在少于细胞分裂周围的 10% 的时间内完成。虽然生长在复合有机培养基上无色的 *Polytomella agilis* 在 9°C 条件下生长(物质生产) 2 小时之后, 再培养在 25°C 下, 不到 2 小时细胞数目即可加倍 (Cantor 和 Koltz, 1971), 但就大多数藻类而言, 需要相当长的时间(细胞分裂周期的 30—50%) 才能使细胞数目加倍, 如裸藻 (Cook, 1971)。Meeker (1964) 用变胞藻 (*Astasia*) 获得同样结果。完全同步培养在自然条件下很少发生, 用适当的培养条件去诱导同步比较有用。实际上, 如果能使细胞在尽可能短的世代交替中持久的生长, 需要将它们放在最理想的条件之下, 既不能纵容, 也不能虐待。

用常规的实验室式的培养, 远远不能满足大量同步培养细胞的需要, 因为这种方法一天只能提供不到 5 升的培养物(大约 2—3 克干重的细胞)。为了解决这样一个问题, Dalmon 和 Gilet (1969) 采用 15 升的体积, 结果每代有 90% 的细胞发生了爆发性的细胞分裂。这样大体积培养的最大麻烦是, 在大容器中, 由于每个细胞互相遮光, 结果不可避免地造成光照的减少。还有一些不同的处理方法, 特别是离心法和过滤法, 然而, 这种方法影响细胞的生理状态, 在长期性的同步培养中, 除硅藻外不能采用。为了满足分析工作和细胞生理学研究的需要, 可在几星期后, 当细胞生长到足够数量时, 从中选择一定大小(大、中、小)细胞 (Werner, 1971), 人们还可以用此法来研究

表 1

单细胞藻类同步培养方法小结

处 理	藻	参 考
1. 饥饿到停止细胞分裂, 例如减少维生素, 微量营养或大量营养; LD 或 LL; 无机培养基。	裸 藻 (Euglena) 舟形藻 (Navicula)	Shlyk 和 Sukhover (1968) Darley 和 Volcani (1971)
2. 温度的改变 (即阻止细胞分裂的不适温度与最适温度的变化); LD 或 LL; 仅两代; 无机培养基。	衣 藻 (Chlamydomonas) 杜氏藻 (Dunaliella)	Rooney 等 (1971) Wegmann 和 Metzner (1971)
3. 能使细胞分裂期提前的温度的改变, 变换 LL 并稀释, 多代; 无机培养基。	组囊藻 (Anacystis) 裸 藻 (Euglena)	Lorenzen 和 Venkataraman (1969) Terry 和 Edmunds (1970)
4. 变换 LL 并稀释, 多代; 有机培养基。	裸 藻 (Euglena)	Padilla 和 Bragg (1968)
5. 变换 LD, 几代; 无机培养基。	椭圆小球藻 (Chlorella ellipsoidea) 栅 藻 (Scenedesmus) 衣 藻 (Chlamydomonas)	Tamiya 等 (1953) Komarek 等 (1968) Bernstein (1960) Kates 和 Jones (1967)
6. 变换 LD, 并稀释, 多代; 无机培养基。	小球藻 (Chlorella) 衣 藻 (Chlamydomonas)	Lorenzen (1957) Tamiya 等 (1961) Schlösser (1966)
7. 变换 LD, 并稀释, 多代; 有机培养基。	小球藻 (Chlorella)	Senger (1965)
8. 变换 LD, 并不断稀释; 无机培养基。	小球藻 (Chlorella) 栅 藻 (Scenedesmus)	Pfau 等 (1971) Bongers (1958)
9. 预先同步的 LD, 随后是 LL; 并稀释 2—3 次; 无机培养基。	小球藻 (Chlorella 7-11-05)	Baker 和 Schmidt (1964)
10. 不同的灯光, 白炽荧光 (在空气中), 加黄/红光 (在加 CO ₂ 的空气中); 3 代; 无机培养基。	衣 藻 (Chlamydomonas) 小球藻 (Chlorella) (Protosiphon)	Carroll 等 (1970) Carroll 等 (1970) Carroll 等 (1970)

有丝分裂期间细胞变小生理差别问题。

值得注意的是, 开始用同步培养条件处理, 然后改变生长条件, 使其不能维持同步, 这样比一次培养更有用, 已获得许多特有的资料 (见 Guerin-Dumartrait, 1970) 在衣藻 (Chlamydomonas) 细胞中, 可以诱导配子的产生, 在此过程中 (约 18 小时) 约 90% 的细胞质

及后来的质体核糖体都象降解大批 RNA 一样降解了。大多数中间类型被用在与性分化有关的 DNA 的合成上 (Siersma 和 Chiang, 1971)。

3. 永久同步培养的条件

一个好的同步培养, 应该能够提供细胞材料, 这些材料不仅在每代细胞数目上是均一

的, 而且在其他方面, 如干重和细胞内含物等方面, 也是均一的。如果不是这样, 连续培养几代后, 细胞就会有差异 (见 Bishop 和 Senger, 1971 利用栅藻并校正了 Senger 1970 的工作)。Galling (1970) 根据我们的方法, 获得了一些较好的同步培养的例子, 用这些方法培养的小球藻 (*Chlorella*), 其游离体和带束缚膜的多聚体都可以重复出现, Siersma 和 Chiang (1971) 还获得了衣藻的例子。在他们的工作中, 70 S 的叶绿体 RNA 和 79 S 的细胞质 RNA 的数量各代都是相同的, 就是说, 我们必须保证每个连续循环的细胞在形态学和生理学上相同。用这种方法, 我们能够测定千百万细胞的行为, 并可获得在尽可能短的世代交替中生长的标准化 (正常) 的细胞是如何起反应的资料。

图 1 说明了该方法和永久培养所得的结果, 表 1-A 表明小球藻细胞在 DNA 的合成和生物量没有进一步增加之前, 已获得了细胞分裂的能力 (又见 Spektorov 和 Nikolskaya, 1971)。如果细胞经不同时间的光照处理后, 则暗处理诱导的细胞分裂 (图 1-A 中照光期间的虚线) 发生在照光 7 小时之后, 而照光 12 小时之后, 后生的似亲孢子数目并没有进一步增加。值得注意的是, 照光和黑暗周期 (LD) 之比为 14:10 小时的情况下, 核分裂起始于照光 12 小时之后。

上面已谈到同步培养中尽量缩短每代时间的重要性, 如果发育不受每代发育的最短时间的限制 (小球藻约 20 个小时, 并且不能够通过光强度或光周期、温度、有机营养的加入等来缩短), 那么就是受细胞分裂的速率的影响 (Lorenzen 和 Schleif, 1966), 因此, 以任意的组合 (如 0.0, 0.1……0.9, 1.0) 来延长每代的时间是不可取的, 因为以这种方式得到的结果, 无法推断细胞生长的最适或不适应条件。我们还应考虑与整个细胞周期有关的各种条件, 甚至最适条件, 虽然, 我们并不了解每个发育阶段的最适条件, 但是, 我们可以通过外部条件的短期改变, 如在不同发育阶段加高营

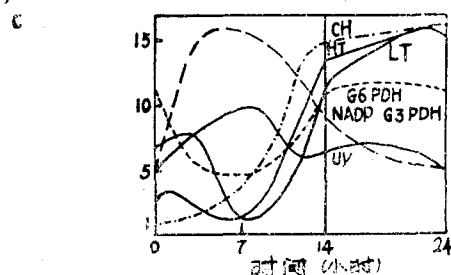
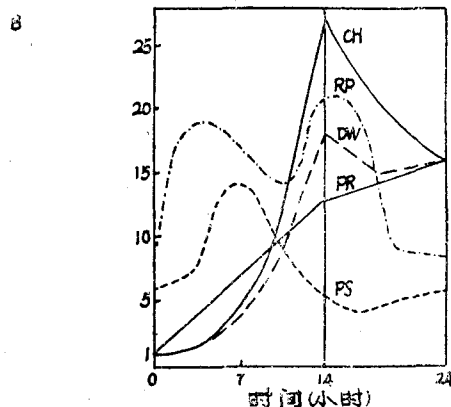
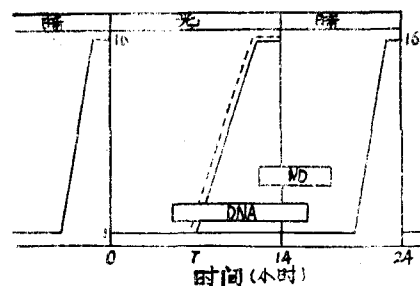


图 1 在永久、半连续 (每代释放后) 和同步培养中, 小球藻 211-86 的生长和代谢的互相作用

LD: 14:10; 温度: 32°C; 光强度 15,000 lx; 气体状态: 含 1.5% CO₂ 的空气; 无机培养基 pH 6.1-6.5。

养的浓度, 光强度的差别和高温等的改变, 来缩短细胞的周期。但这种做法实际上没有多少优点, 并且肯定会在不同程度上影响某些代谢过程。

此外, 还应提一下“不平衡生长”这一术语, “不平衡生长”可以导致不正常细胞的形成, 这一术语通常被某些作者看作同步培养的一个特点。不仅如此, 在缩短了每代周期的半连续培养中, 也可以提供不平衡生长和培养的理想条件, 以使同步培养可以连续进行数月。虽然 Galling (1970) 报道了同步培养中多聚体

细胞在一次连续培养中有所减少,但一般说来,同步培养可以很好的保存细胞器。

图1-A. LD 周期中细胞数目变化的时间过程。DNA代表大量 DNA 合成的时间;ND 代表四核分裂的时间;如果样品在照光 7 小时之后(诱导细胞分裂),在每小时的开头暗处理,那么光期中的虚线代表后来产生的细胞数目。

图1-B. 某些主要细胞成份及代谢活动相对变化的时间过程。CH——碳水化合物;PR——蛋白质;DW——干重;RP——呼吸;PS——光合作用(O_2 的释放)。

图1-C. 总叶绿素(CH)相对变化的时间过程;6-磷酸葡萄糖脱氢酶(G6PDH)及NADP-3磷酸葡萄糖脱氢酶(NADPG3-PDH)的专一活性;抗高温菌株($45^{\circ}C$, 20分钟)(HT);低温种($4.5^{\circ}C$, 2小时)(LT)和超紫外光(UV)。温度种的资料引自 Lorenzen(1963),UV 的资料引自 Taube(1970)。

4. 利用同步培养研究某些发育和生理问题

用同步培养方法已研究过许多细胞器的发育问题,Atkinson 等(1971)在研究小球藻时发现,每个发育阶段都能检出中心体(200nm),并发现只在似亲孢子形成的过程中它们才复制,另一方面,在第一次有丝分裂之前(光照10小时之后)可以看到微管状物,胞质分裂后,则不再出现。在衣藻中,微管状物参与叶绿体的和细胞质的分裂。胞质细胞器在12:12小时的 LD 中期,每4小时复制一次(Gould 和 Jones, 1968)。Schor 等(1970)曾在衣藻中观察到类囊体膜的周期性变化。叶绿体和细胞核的分裂开始于细胞质分裂之前,随着似亲孢子的分离和释放而结束。

Erben(1971)用同步培养的小球藻匀浆系统,对多肽的合成做了研究,结果表明,整个周期分成三个阶段(0—7, 8—16小时和其余时间)同步培养中,衣藻叶绿体的转录和复制,已由 Armstrong 等(1971)做了讨论。

在生活史中, DNA 的合成是很有趣的,同步培养的小球藻的 DNA 合成时间列于图1-

A 中,当然,这仅代表大量合成的情况,有一些证据表明叶绿体 DNA 的合成较早。新霉素(0.5mg/ml)能使小球藻 DNA 的合成减少约 25%;根据 Galling 和 Wolff(1972)的测定, RNA 的含量大约降低 15%,用这种处理对核酸的组成没有什么影响。Wanka 等证明需要 DNA 做为模板的特种蛋白质的合成也是如此,是同时发生的,可用专一性抑制剂抑制后,加以分离(Wanka等1972)。Gense-Vimon(1971)曾研究过同步培养的小球藻和紫球藻的 DNA 的变化问题,其结果表明,至少有三种类型的 DNA,核外(Satellite)DNA 在整个生活史中慢慢增加(Wanka, 1970),主要在10—18小时之间出现(图1)。根据 Schönherr 和 Wanka(1971)的测定, DNA 聚合酶似乎是不断增加,而 DNA 酶仅在小球藻和裸藻 DNA 合成的高峰期活性最高(Schönherr 等, 1970, Walther 和 Edmunds 1970)。

Kanazawa 等(1970)用同步培养法研究过硝酸盐还原的问题,他们发现,在黑暗中释放的似亲孢子能利用少量的硝酸盐和亚硝酸盐。同步培养的裸藻(Codd 和 Merrett, 1971)、纤维藻 Ankistrodesmus (Chang 和 Tolbert, 1970)、Gloeomonas (Badour 和 Waygood, 1971)的乙醇酸代谢问题也已做了研究。

图1-C 列出了光照中期两种酶的最大和最小活性的时间。Schmidt 等测定了很多酶。另外两个新的报告描述了异柠檬酸酶连续诱导力(Baechtel 等, 1970)和 1.5-二磷酸核酮糖羧化酶的可调性(Molloy 和 Schmidt, 1970)。异柠檬酸酶的增加与 DNA 的合成相平行。Foo 等(1971)将光自营和光异养的 Gloeomonas 同步培养在12:12小时 LD 的条件下,对整个生活史和叶绿体合成阶段的同一种酶进行了纯化,在 Gloeomonas 中,至今未发现异柠檬酸酶异构酶。McCullough 和 John(1972)用小球藻获得的结果表明,可找到一种控制这种酶再合成的方法,胞龄为12小时的细胞,再延迟 8 小时,才能合成那种酶。

Senger 和 Bishop(1969)观察了照光 8 小

时之后斜栅藻(*Scenedesmus obliquus*)的最高产氧量,并指出,这与最低需要量和最高效应有关。他们获得的时间进程与Lorenzen(1959)用小球藻所得的结果一致。在一个周期中,光合作用能力增加16倍,而细胞数目仅按2的因数增加(也见图1-B)。虽然小球藻高达15%的色素是在暗处合成的,但不经过光照的栅藻,其色素含量没有增加。

使小球藻高温品系7-11-05LD同步之后,在两个周期中采用连续光照,Reitz等证明有同样的脂肪酸(绝大多数是饱和的C₁₆和C₁₈的脂肪酸)存在,加不加葡萄糖都是这样。但加葡萄糖处理可使整个产酸水平降低。在同步的栅藻释放似亲孢子期间,Nelson等(1969)发现,乙醇酸的合成最低。

小球藻在DNA合成之前,对光照最敏感(Mampl等1971),但12小时之后,对热和冷刺激最敏感(见图1-C),Cechacek和Hillova(1970)报道了衣藻DNA的合成对光照敏感。正如Arnaud(1970)指出的那样,在光照情况下,m-RNA的合成发生在小球藻的光照周期的开始阶段。而核糖体RNA的合成最大值出现在暗处理的开始阶段。Cattolico和Jones(1972)利用Sonication的方法分离出一种稳定的高分子核糖体RNA,这种RNA中含有很多23-S rRNA。

蛋白质的合成见图1-B,蛋白质的合成在整个周期中都在进行,甚至在暗处也是如此,但照光的第一个小时是很重要的。在小球藻中,游离氨基酸和蛋白质氨基酸的水平有显著的不同。作为细胞全氮量百分数的蛋白质氨基酸,没有周期性变化,而游离氨基酸却有很大变化。大多数多肽氨基酸参入到低分子量的多肽中去(Hare和Schmidt,1970)。

尽管植物激素有一定效应,但没有任何证据说明植物激素对小球藻有影响,这一点,近年来已由Lien等(1971)用IES和赤霉素加以证实。

5. 周期性节律的影响

要获得好的同步培养和得到高产量,细胞

周期和节律必须很好地相互作用与协调,在这一环节上,生物钟的重要性,已由裸藻证实(Edmunds和Funch,1969;Terry和Edmunds,1970),一般问题已由Ehret和Wille(1970)加以讨论,原核生物蓝绿藻没有一定的节律性。

每代的时间约24小时,这本身不能证明该生物的节律性(Mitchell,1971),某些单细胞藻类在连续光照下,没有节律性。测定是否有内源节律性的最简单方法是,在稳定的条件下,未进行细胞分裂前,测定代谢上的节律性(Sweeney,1969)。

单细胞藻每代生存24小时,这一点可能是由于细胞分裂的周期性引起的,也可以看作内源生物钟,要不然,就是细胞的周期性受同样的有节律的生物钟的控制。关于用节律性来诱导同步的方法和作用,我们知道的不多,无疑,这种速度间歇(Pace-maker)受某些因素的影响,而不受能量供应的影响,Mihara和Hase(1971)曾讨论过衣藻叶绿体蛋白质合成的初始阶段。

小球藻子细胞的释放受与光照时间相一致的内源节律的影响,如果生物量达到一定程度,如果有条件进行有丝分裂,那么照光后20小时,这些细胞就释放出来。如果采用生长在不利条件下的同步细胞,那么其他细胞群子细胞的释放必须等待下一个“大门”,即在24小时之后,释放细胞之前。后一种情况产生的子细胞数目较多,其在大小上可能与最适条件下产生的细胞有所不同。有一些证据,即根据放在暗处的藻类没有节律性,而放在光下又可以产生节律性,可以解释同步的机制。

将小球藻培养在14:10小时的LD周期中,在稳定的32°C的条件下,可以产生似亲孢子,将其培养在暗处,连续通1.5%CO₂,也可以产生似亲孢子。Hence每3小时取样一次,将此样品放在另一个LD周期中,然后以计算细胞数目的方法来测定该周期中的生物量、叶绿素含量、粗蛋白质、碳水化合物和干重。完成后一个LD之后,再考虑暗期(等待时间)的

各个因素。这些结果(图1-A)表明,该藻的生物量的多少与等待时间的长短有一定的节律性。由等待时间的恒定条件(在暗处)所诱导的节律性是内源的。而最大生物量的出现与LD周期的起始条件无关。

内源节律的进一步证据是这样取得的——在14:10或16:16小时的光暗(LD)周期中同步培养,和在光—光(LL)处理之后,一直培养在暗处,所得的结果一样。后一个例子还表明,内源节律性与细胞的年龄无关。

从这些实验可以看出,暗期的起点起着诱导剂的作用(Zeitgeber)。如果等待时间的暗周期被少量光所作用,那么12小时之后,节律即消失;如果把弱光照下的藻类转到全暗处,又可以诱导内源节律(图2-B)。暗期的9—12小时之间生产量最大,而在12小时之后,生产量最小。进一步的实验表明,在LD的暗期中20 lx的光强度可使连续LD周期的生产力降到最小值(又见 Soeder 等, 1968), 平均生物产量是50—60%。14:10小时的LD周期,很难影响内源节律性,这一点与同步培养中的光、暗节律是一致的。连续12小时的光或暗处理,其生产力降低,这与正常的周期性处理,结果一致。全暗处理,可使生产力达最大值。

A. 培养一代之后,用新鲜的培养基将培

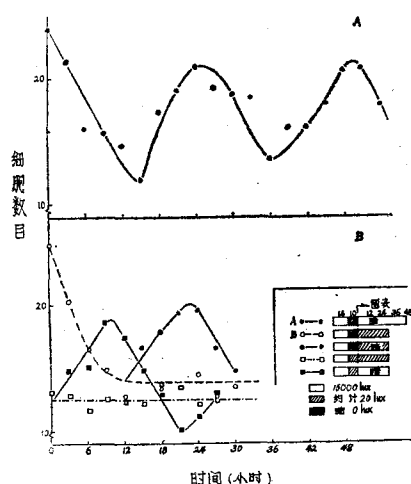


图2 小球藻在永久同步培养中细胞数目的变化 LD; 14:10 (15,000—0 lx), 温度: 32°C

养物稀释到标准的细胞数($1=1.56 \times 10^6$ 个细胞/升)并保存在黑暗中(等待时间),每隔3小时,取一个样品,放到全LD中,本LD中最后产生的似亲孢子数也已绘出。

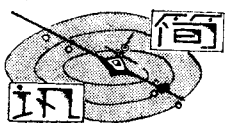
B. 说明如A, 光周期变化情况, 如图2所示。

6. 同步培养和高生产力

为了使单细胞的真核光合生物同步化,并获得高生产力,应当怎么办呢?必要前提是,在连续的光照或适合的LD周期中试验得到的适宜生长条件。在指数生长的LL周期,黑暗处理之后,便是细胞数目的增加(暗一段时间后,即下降),然后,加新鲜培养基,使细胞达到一定的密度,再照光,并用显微镜观察,在细胞数目没有再增加之前,再放暗处(光照期的前几个小时,已有一些细胞分裂了)。如果子细胞的释放在暗处已经完成,那么释放到一定数目或适当密度后,便开始一个新的或许是一个可调的周期。3—5代之后,培养物应该完全同步化。重要的是,培养物不要进行预先处理,因为用这样一种周期性处理很容易达到同步化。

空气中的CO₂浓度达到1%时,生产力增加很大,但高浓度的CO₂抑制了单细胞藻似亲孢子和游走孢子的释放,小球藻也是如此。光照期的初始阶段,对CO₂特别敏感,高浓度的CO₂可使子细胞数目降低(Grünberg 和 Galloway, 1970)。

细胞在暗期中,某些方面变的更加活跃。这样下一光期比LL周期每单位生物量放出更多的O₂,如果暗期中,照以弱光,这种现象则不发生。因此,完全黑暗,可以获得高生产力。另一方面,如果需要的话,例如人们希望细胞对某种因素有高的抵抗力,也可以获得低产量。在暗期中,加少许非光合作用光,可使内源节律消失(Hesse, 1971),这一点可以解释随着照光时间的增加,每小时光照所获得的生产力降低,或随着不适宜的光暗周期比率的增加而降低的原因。反之,暗处理至少10小



美国、加拿大海洋科学家 在青岛作学术报告

应中国科学院海洋研究所的邀请,美国、加拿大海洋科学家于1979年9—11月相继来青岛作学术报告,并和海洋科研工作者进行了广泛的接触和学术交流。

1979年9月17日至10月10日,美国科学院院士、科学院全国委员会会员、国务院无任所顾问、美国加州大学斯格里普斯海洋研究所所长尼仁伯格教授以及周载华博士、贝达教授在中国科学院海洋研究所作了学术报告。

在学术报告会上,尼仁伯格所长作了题为“遥感技术在海洋科学中的应用”和“深海钻探”的学术报告。尼仁伯格所长介绍了斯格里普斯海洋研究所用高频电磁波的布拉格散射和多普勒效应探测波浪和海流的最新研究成果;谈了海洋遥感的发展现状与存在的问题。尼仁伯格所长还详细介绍了十二年来由他主持的联合海洋地球深层取样机构所取得的重大进展。尼仁伯格所长还就我国如何开展海洋遥感工作,如何办好研究所提了很多有益的建议。

美籍海洋化学家周载华博士作了题为:“铅的地球化学”、“同位素稀释法”、“钽的海洋化学”和“国际海洋调查十年规划”等报告,周博士还与科研工作者进行了专题座谈。

地质年代化学家贝达教授讲学题目是:“氨基酸化石年代测定”、“应用氨基酸消旋测定化石贝壳的年龄”、“海水的有机化学”、“海水与其他天然水中的氨基酸”、“应用氨基酸消旋测定深海沉积物的年龄”、“深海沉积物中氨基酸成岩作用的反映”、“化石的消旋用于古温度指示”等。在讲学期间,贝达教授还将已处理过的样品,用日立835-30型氨基酸自动分析仪进行实际操作表演。到会的科学工作者认为,利用“氨基酸消

时之后,下一光期可以产生高生产力的细胞。

(岑作贵译自W. D. P. Stewart, 1974.

«Algal Physiology and Bioche-

mistry», Blackwell Scientific publications. p894—908. 张坤诚校)。

旋作用测定化石年代”法测定我国海洋化石的年代是很有意义的。

1979年10月29日至11月2日,加拿大国家研究委员会大西洋地区研究所所长、海洋微生物学家辛普森所长报告了加拿大国家研究委员会和大西洋地区研究所的机构设置、科研规划以及人材培养等情况;该所研究室主任、海藻学家麦克拉克伦博士作了题为“加拿大海藻工业”、“海藻培养基的发展”以及该所海藻学家陈钦明博士作了题为“红藻生活史”和“实验室内培养藻类的技术”等学术报告。此间,中外科学工作者进行了广泛的学术交流和讨论。辛普森所长与曾呈奎所长讨论研究了两个研究所关于学术交流、合作以及人材培养等问题。

国际海藻协会当选主席麦克拉克伦博士就第十一届国际海藻学术讨论会拟于1983年在青岛召开的有关问题,进行了实地了解和磋商。

根据辛普森所长等三人的申请,中国海洋湖沼学会下属的中国藻类学会已吸收辛普森所长、麦克拉克伦博士、陈钦明博士为会员。

11月9日,中国科学院海洋研究所为美国科学院院士、华盛顿卡内基研究院院长、著名的发育生物学家詹姆斯·埃伯特教授举行了学术报告会。埃伯特院长作了题为“海洋动物与医学的有关研究”和“发育的分子生物学基础”等学术报告。埃伯特院长的学术报告,引起了与会者的浓厚兴趣,他对大家提出的问题高兴地作了解答,并利用会议休息时间和会外交谈,同到会的研究人员进行了学术交流和讨论。中国科学院海洋研究所所长曾呈奎教授和美国华盛顿卡内基研究院院长埃伯特教授就发育生物学等学科有关问题进行了讨论和研究。

(赵士金)