

不同生态因子对坛紫菜自由丝状体 早期生长和光合作用活性的影响

陈国宜 张小平 周鸿侨 张敬国

(上海水产学院)

提 要

本文研究了光照、温度、pH 和比重对实验室采集的果孢子和室温自然光下培养的丝状体光合作用活性的影响。发现果孢子和丝状体的光合作用活性,在 7000Lux 以下,随着光照的增强而提高;水温在 10—25°C 之间,光合作用活性随温度上升而提高;pH8.0 和比重 1.025 时,光合作用活性分别达到最高值。这与同期测定的果孢子萌发势和丝状体的长势的培养结果一致。

丝状体的培养是紫菜人工养殖生产的重要环节。要培养好丝状体必须了解它的生长发育同环境的关系。早在六十年代,本田^[1]就研究了果孢子萌发的最适条件;黑木^[2]通过恒温培养实验,对丝状体生长与水温的关系进行研究;尾形^[3]和 Iwasaki^[4]也提出丝状体生长对光强的要求;曾呈奎^[5]在研究不同种类丝状体与温度关系时,发现各个种类有其形成和放散壳孢子的适温范围;任国忠^[6],郑宝福^[7],陈美琴^[8]也分别报导过丝状体的不同生长发育阶段对温度、光照和营养的要求。然而,这些报告都是以条斑紫菜和甘紫菜的贝壳丝状体为研究对象,迄今尚未见到对紫菜自由丝状体生理实验的研究报告。随着紫菜养殖生产的发展,坛紫菜自由丝状体已在某些单位进行生产性采苗。因此,探索紫菜自由丝状体在各种生态条件下的生长规律,无疑是一项值得重视的课题。我们在 1982 年 2 月至 5 月间,研究了在不同光强、温度、pH 和比重条件下,坛紫菜果孢子的萌发势,丝状体的生长速率以及果孢子和早期丝状体的光合作用活性。

材 料 和 方 法

1. 材料来源、培养自由丝状体的海水和所用器皿

以福建平潭野生的坛紫菜为种菜。种菜选回后放入冰箱中于 -10°C 下保存。试验所用海水取自东海外海,比重 1.020—1.022, pH 7.8—8.1, 均经沉淀和加热消毒处理。生态培养用的海水按文献^[3]的方法加入营养盐,使培养海水的含氮量为 11ppm,含磷量为 2.25ppm、含铁量为 1ppm、含维生素 B₁₂ 量为 0.1ppb。培养瓶用 500 毫升三角瓶或 500 毫升方缸,在培养瓶中放入 2 片载玻片,使果孢子附着萌发,以测定果孢子的萌发势

和丝状体的生长速率。

2. 丝状体的培养与测定

试验时取种菜少许,按参考文献[3]的方法,进行种菜的去污处理,和采集果孢子。对孢子计数后置于不同生态培养液中培养。果孢子萌发10天和15天后,测定其萌发势和生长速率。

光照试验的光源是日光灯,光强通过光源与培养瓶的距离来调节光强梯度为500、1000、2000和3000Lux。照度用ST-II型照度计测量。各组之间用黑纸隔开,互不干扰。

温度的试验是把培养瓶放入装有由温度指示控制仪、电热管和电动搅拌器所构成的恒温装置的玻璃水族箱(300×175×175毫米)中进行培养。试验分为10°C、15°C、20°C和25°C四组进行。由于试验时室温已超过10°C,故10°C组则采用人工加冰的方法调节温度,误差为±1°C。

pH的试验,是在Gomoris' Tris缓冲培养液中进行。将培养液的pH值调整到7.0、7.5、8.0、8.5和9.0,分五组试验。由于培养液具有缓冲能力,故果孢子悬液放入后pH变化很小。

比重的试验,是把果孢子悬液投入一定量的培养海水中,然后加入预先准备好的浓缩海水或蒸馏水,分别准确地把比重调至1.015、1.020、1.025、1.030和1.035。

上述的温度试验采用100W日光灯提供3000Lux光强;光照试验和温度试验每日的光照时间为12小时;比重和pH试验均在玻璃培养箱中,进行室温自然光下培养。所有试验都在避菌操作条件下进行。

3. 光合作用活性的测定

按照文献[6]的方法,用薄膜氧电极测定果孢子和丝状体在各种试验中放氧量的变化。培养海水的温度由反应瓶夹套中的流动恒温水控制在±0.2°C之内。使用日光灯提供照明,通过移动反应瓶与光源的距离调节不同光强,用250×350×450毫米的黑铁皮箱紧盖反应瓶的方法来获得黑暗的条件。测定不同温度、pH和比重等的光合作用时,光强一律采用5000Lux强度。除不同温度试验外,一律控制在20°C恒温。测定果孢子光合作用时,每次投入的孢子密度为100万个/毫升;测定丝状体的光合作用时,投15—20毫克湿重的丝状体。

果孢子测定前的处理:孢子经计数后用离心机以4000转/分的转速离心5分钟,收集孢子。为了防止孢子悬液中其它生物呼吸耗氧而产生误差,离心后加入培养海水,搅散孢子团进行洗涤,然后重新离心。如此反复三次。经上述处理的果孢子按一定密度稀释后,置于反应瓶中即可测其光合作用活性。

丝状体测定前的处理:刮下在白磁盘中培养2个月的丝状体,用滤纸吸干水分后,以分析天平称取15—20毫克,然后放于各组pH或比重培养海水中培养3天,使其适应该生态环境。测定前同样用离心法收集丝状体,然后放于反应瓶中测定。

光合作用活性的计算:根据单位时间内记录笔描记呼吸作用和光合作用的变化格数,扣除各种温度下培养液的离心水中电极耗氧的变化格数,以及可能由于残存微生物耗氧

的下降格数。用 Winkler 碘量法标定记录纸一格相当的氧的微升数，然后换算成藻体光合作用氧的释放量。以每毫克湿重丝状体或每百万孢子在单位时间内的放氧量表示其总光合作用活性。总光合作用活性为呼吸作用强度与净光合作用强度的代数和。

4. 预备性试验

(1) 不同曝光日数的果孢子光合作用的测定 把当天采收的果孢子分成三份，一份当天测定，另二份放在室内光亮处分别使其曝光 1 天或 3 天后测定，结果如图 1。从图 1 看出，不同曝光日数的果孢子的光合作用活性显然不同。曝光 1 天和曝光 3 天的光合能力表现较为一致，而未曝光的则相对降低。为了避免测定误差，正式试验所测光合作用的果孢子，曝光均在 1 天以上。

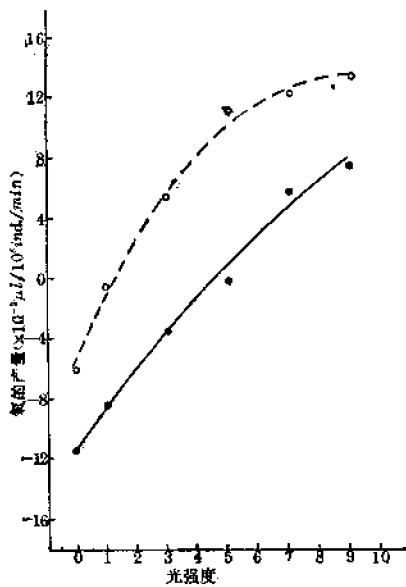


图 1 果孢子曝光天数对光合作用的影响
●—●：未曝光；○---○：曝光 1 天；
○...○：曝光 3 天；
光强度单位：1000Lux

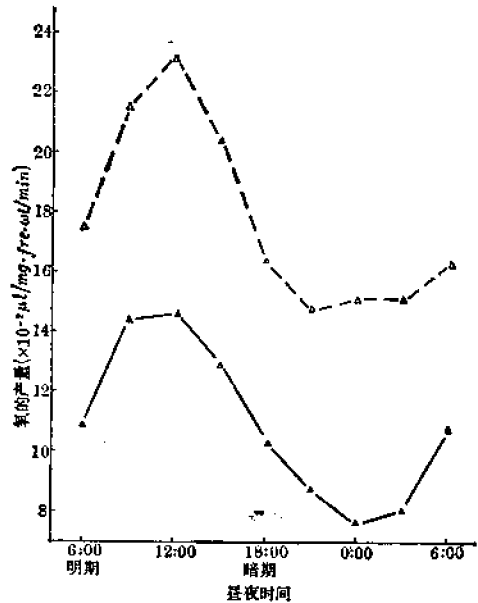


图 2 丝状体光合作用的日周期变化
▲—▲：净光合作用活性；△...△：表观光合作用活性

(2) 丝状体光合作用的日周期变化 丝状体的光合作用具有明显的日周期变化，如图 2。从图 2 看出丝状体的光合作用活性，曝光期的中间高，黑暗期的中间低。为了防止丝状体日周期变化的影响，在正式试验时各组光合作用活性的测定，都在每日的同一时间进行。

(3) NaHCO_3 对丝状体光合作用活性的影响 取两份等重的丝状体材料，一份含有 5mM NaHCO_3 的培养海水，另一份不加 NaHCO_3 ，分别测其光合作用活性。从图 3 看出，加入 NaHCO_3 培养的丝状体的光合作用活性比不加 NaHCO_3 的显著增强。说明 NaHCO_3 能给丝状体光合作用提供足够的碳源。正式试验时，为了防止反应瓶中高密度丝状体对碳源的迅速消耗对正常光合作用产生的影响，所以全部采用含有 5mM NaHCO_3 的培养海水。

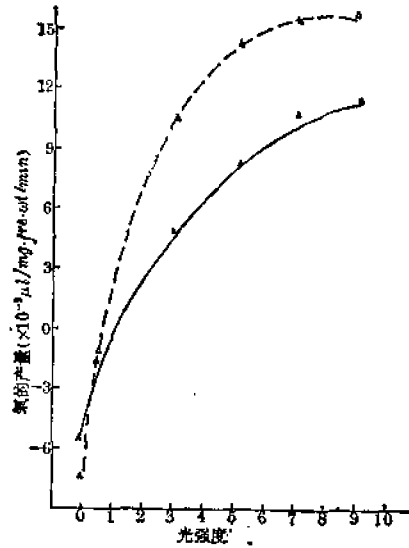


图3 NaHCO₃ 加入对丝状体光合作用的影响
▲—▲: 不加 NaHCO₃; △---△: 加 NaHCO₃;
光强度单位: 1000Lux

结 果

1. 不同光强对果孢子和丝状体的影响

光照强度对果孢子萌发、丝状体生长及光合作用活性有明显的影响(表1、图4)。从图4看出,光强在7000Lux以下,果孢子和丝状体的光合作用活性随着光照的加强而增强,到达7000Lux时的光合作用活性最强,继续提高光强,丝状体的光合作用活性下降。果孢子的光合作用饱和光强要比丝状体高。然而,正如表1指出的,果孢子在500—3000Lux均能萌发生长,以2000Lux萌发势最高,而丝状体则随着光照增强,其生长长度和分枝数也相应增加。

表1 不同光强对果孢子萌发和丝状体生长的影响

实验日期	测定项目	光强Lux			
		500	1000	2000	3000
4月13日至 4月28日	R	7.6	5.4	14.3	11.4
	n	7.7	14.3	2.0	5.4
	L	354	360	408	463
	M	4—5	5—6	7	8—9

*. R: 果孢子的萌发势(%); n: 镜检时每视野未萌发孢子数; L: 丝状体主枝长度μ; M: 丝状体分枝数。以下各表同。

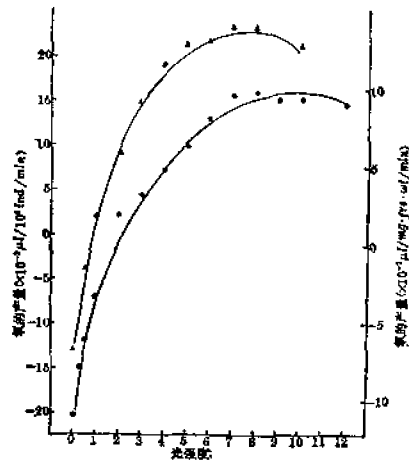


图4 不同光强对果孢子和丝状体光合作用的影响
●—●: 果孢子的光合作用; ▲—▲: 丝状体的光合作用;
光强度单位: 1000Lux

2. 不同温度对果孢子和丝状体的影响

如表 2 图 5 所示，果孢子的萌发和丝状体的生长及它们的光合活性，在 10—25℃ 范围内均随着温度的升高而增大。但在 20℃ 以上，丝状体光合作用放氧量上升的趋势不如 20℃ 以下明显。从表 2 还可看出，随着温度的增加，培养系统中未萌发的具有活力的孢子数相应地减少。

表 2 不同温度对果孢子萌发和丝状体生长的影响

实验日期	结果测定项目	温度(℃)			
		10	15	20	25
3月23日 至 4月7日	R	0.86	0.92	1.12	1.64
	n	26.2	16.4	4.0	0
	L	125	222	297	278
	M	2-3	3-4	4-5	5-6

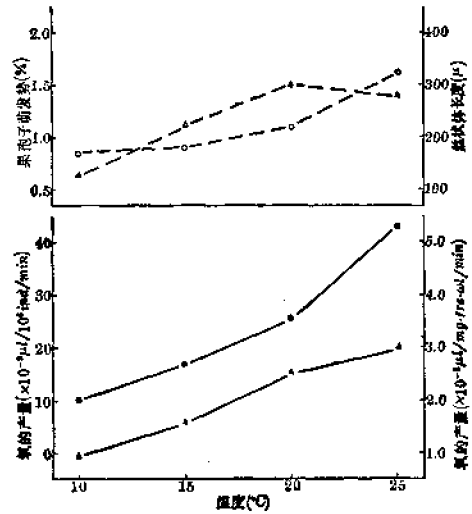


图 5 不同温度对果孢子和丝状体的影响

●—●:果孢子的光合作用; ▲—▲:丝状体的光合作用;
○—○:果孢子的萌发势; △—△:丝状体的生长长度。

3. 不同pH值对果孢子和丝状体的影响

果孢子和丝状体的光合作用活性在 pH8.0 达到最高值。pH 偏低和升高，光合作用下降。果孢子的萌发势也同样在 pH8.0 最高，丝状体的生长长度在 pH8.5 时略高于 pH8.0，但分枝数仍是 pH8.0 时最多(表 3, 图 6)。

表 3 不同 pH 对果孢子萌发和丝状体生长的影响

实验日期	结果测定项目	pH				
		7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
5月6日 至 5月16日	R	3.64	6.77	9.10	8.55	6.74
	n	1.7	6.6	7.6	10.2	7.9
	L	128	144	149	154	105
	M	2-3	2-3	3-4	2-3	1-2

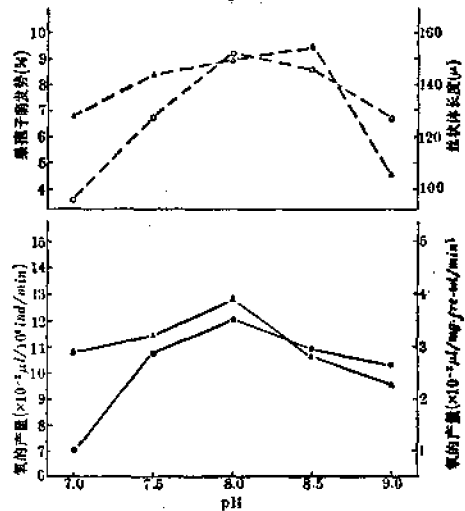


图 6 不同 pH 对果孢子和丝状体的影响

●—●:果孢子的光合作用; ▲—▲:丝状体的光合作用;
○—○:果孢子的萌发势; △—△:丝状体的生长长度。

4. 不同比重对果孢子和丝状体的影响

果孢子和丝状体的光合作用活性在比重1.025时达到最高值；果孢子在 1.020 比重下萌势最高，但 1.025 比重下果孢子的存活数最多。丝状体在 1.020 比重下生长长度略高于 1.025，但分枝数表现在比重 1.025 最多(表4, 图 7)

表 4 不同比重对果孢子萌发和丝状体生长的影响

实验日期	测定项目	比重				
		1.015	1.020	1.025	1.030	1.035
4月16日 至 5月1日	R	9.51	11.35	10.4	8.14	6.47
	n	9.8	11.3	31.5	8.9	16.5
	L	174	250	265	267	168
	M	1-2	2-3	3-4	3	2-3

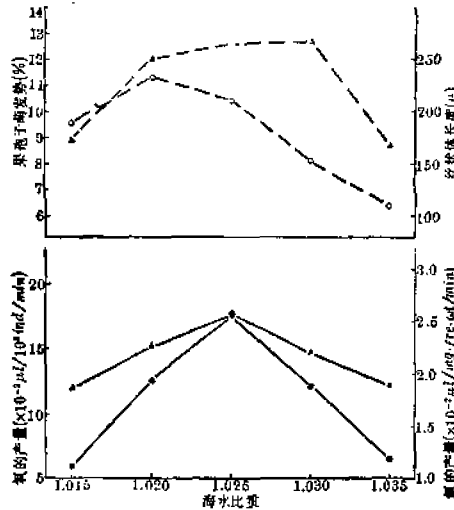


图 7 海水不同比重对果孢子和丝状体的影响
●—●果孢子的光合作用；▲—▲丝状体的光合作用；
○—○果孢子的萌势；△—△丝状体的生长长度。

讨 论

1. 果孢子的光合作用活性与曝光日数有密切关系。试验结果指出,果孢子的光合作用活性随着曝光日数的增加而增强。曝光 1 天和曝光 3 天的光合活性表现较为一致,而未曝光的果孢子光合作用活性显著降低。对果孢子萌发生态观察也可发现,随着培养日数的增加,果孢子的颜色,从浅红逐渐变为深红色。植物的光合作用活性与植物细胞内光合色素的含量有关,而其中叶绿素从原叶绿素转变成叶绿素需要有光的存在。无疑,果孢子的光合作用过程需要一定时间的“光诱导”。试验结果也暗示了这一点。

2. 丝状体光合作用活性具有一定的日周期性。试验结果表明,当丝状体在 2000Lux 光强, 12 小时光照和 12 小时黑暗交替的情况下培养,光合作用活性显示出光期中间最大,暗期中间最低的节律。这一结果与所观察到的叶状体的光合作用^{[14][16]} 极为一致。作者在研究坛紫菜壳孢子放散的日周期性时也发现,壳孢子放散有类似光合作用这样的节律性,不同的是壳孢子不能在夜间放散。人们所知,内源节律是植物生命活动中普遍存在的现象,通常被认为是外因周期长期作用的结果。紫菜长期生存在昼夜交替的生态环境下,无疑地这种外因周期对它产生效应。大房刚^[14]的工作也进一步证明了紫菜叶状体的细胞大小和藻蓝素含量的日周期变化。叶状体的昼夜节律是由内部生理节奏引起的,因此紫菜丝状体光合作用日周期变化也可能是由内源节奏引起的。

3. 用来培养的海水中, 碳素的含量对丝状体光合作用有很大的影响。众所周知, 光合作用是植物光合器中的色素吸收光能把二氧化碳和水合成有机物, 贮藏能量并且放出氧气的过程。藻类的光合作用不象陆生植物那样能直接吸收气体 CO_2 , 而是吸收溶解于水中的 CO_2 。天然海水中, 由于空气中 CO_2 的不断溶入, 使 CO_2 以各种形态构成了一个平衡系统。在大水池培养贝壳丝状体, 一般不发生因碳源的短缺而影响光合作用的问题。可是在玻璃瓶内培养自由丝状体时, 由于水体小, 藻体密度大, 气体交换较慢, 碳源的供应远远不能满足丝状体正常光合作用的要求, 造成丝状体不能迅速生长。试验结果(图 3)也间接地说明了这一点。从我们的生态培养也观察到, 在含有 10mM NaHCO_3 的培养海水中, 丝状体的光合作用产生的氧气泡大大地多于没有加 NaHCO_3 的, 而且加入 NaHCO_3 的, 培养 20 天后, 藻体颜色从浅红色明显地变为紫红色, 丝状体群落也显著增大。这些结果都说明在碳源足够的情况下能提高丝状体的光合作用活性, 有效地促进丝状体生长。因此, 我们建设在培养丝状体时, 可施加适当的 NaHCO_3 , 为丝状体的光合作用过程提供足够的碳源。

4. 光强对丝状体的光合作用有很大的影响。早期丝状体的光合作用在 $500\text{--}7000\text{Lux}$ 范围内随着光强的提高而增强。这似乎表明丝状体生长在 7000Lux 光强下达到最高效率。已有报导指出, 某些藻类的生长速度同光照的关系曲线具有类似光饱和和曲线的形状, 并且其光合作用饱和光强要高于生长的饱和光强^[17]。可能这一情况在藻类中具有普遍性。然而有些研究结果^{[18][19]} 已证明丝状体在 3000Lux 左右达到最高生长点, 也有的学者认为丝状体生长在 6000Lux 光强下仍然适合^[7]。事实上研究光强对丝状体生长的影响时, 还必须结合考虑培养时的温度、营养和碳源。在营养不足、碳源缺乏的情况下, 片面地提高光强势必造成丝状体生长不良的结果。本试验的生态培养结果(表 1)也说明了丝状体生长在 3000Lux 达到最高效率。这一点与一些学者的报导^{[6][16]} 颇为一致。另外根据我们的试验还观察到杂藻的污染主要与温度有关, 光强次之。因此, 生产上为了防止杂藻的污染, 除了严格进行种菜的去污处理外, 在营养充足, 碳源丰富时可适当提高光强促进丝状体早期迅速生长。使其长满瓶壁, 达到抑制杂藻附着生长的目的。从果孢子光合作用——光强曲线看来, 似乎表明果孢子必须在 2000Lux 以上光强才能积累干物质。事实上在培养丝状体时, 果孢子在 250Lux 的低光强下仍然可以萌发。这进一步暗示着果孢子萌发除了与所接受的光量有关外, 还必须要有氧的存在。在原叶绿素形成期, 只有氧的存在才能进行。Neeb^[21] 在研究用强光诱导水网藻 (*Hydrodictyon reticulatum*) 形成孢子时发现, 孢子形成过程中, 在紧接着一个光合作用短暂突发之后, 氧的消耗显著提高。呼吸作用的加强意味着氧化产生 ATP 的增加。而 ATP 的产生可能与孢子的“激活”有关。因此孢子有着较高的光合作用补偿点, 只能说明孢子在萌发前期呼吸作用的旺盛和对光的广泛适应。自然海区未脱离种菜的果孢子能忍受 1万 Lux 以上的强光仍不致死亡也说明了这一点。根据上述果孢子萌发对光的广泛适应, 并考虑到简化育苗手续, 一般不必在果孢子萌发期间给予强光处理。基于上述原因, 我们认为早期培养自由丝状体的光强一般控制在 3000Lux 比较适宜。

5. 温度对丝状体的光合作用有较大的影响。由于光合作用过程包括光化学反应和暗酶反应两个阶段。其中温度对光化学反应一般不发生影响, 而暗反应与温度有密切的关

系。在一定温度范围内,温度升高能促进植物体内的酶反应,使光合作用活性提高。另外植物对温度的适应也是一个重要的因素。紫菜丝状体通常生活在3—10月间,从整个生活阶段看,大体可归于温水海洋藻类。因此它比起叶状体更能适应较高的温度。试验结果表明,在10—25°C范围内,果孢子的萌发势和丝状体的生长速率以及它们的光合作用活性都随着温度的升高而增大,两者上升趋势较为一致。从图5还反映出在20°C以上温度条件下,丝状体光合作用放氧量上升的趋势不如20°C以下明显,表现在该温度范围内,丝状体的生长长度也有所下降,但分枝数仍然有所增加(如表2)。这说明20—25°C是丝状体早期生长的最适温度。试验结果还指出,果孢子萌发势和光合作用活性曲线在20—25°C范围内仍然急剧上升。这似乎表明,该温度对果孢子萌发是最有利的。但从生态试验(表2)观察到,培养系列中随着温度的升高,未萌发孢子数逐渐减少,以10—15°C下果孢子的存活数最多,这些孢子将继续萌发成丝状体。因此认为10—15°C是果孢子萌发的最适温度。这些结果与一些学者的研究结果^{[3][11]}相一致。

6. pH值对果孢子和丝状体的光合作用活性有影响。在pH8.0时果孢子和丝状体的光合作用活性最强,pH7.5和8.5时略为下降,pH7.0和9.0时明显下降。自然海区海水的pH通常在7.5—8.6范围,一般处于8.0—8.2左右,这样看来,pH7.5—8.5范围果孢子和丝状体光合作用活性变化的规律是紫菜在系统发育中适应海区环境的结果。pH7.0和9.0已超过了它们适应的范围,因而光合作用活性明显下降。果孢子和丝状体对pH的适应范围也反映在我们的生态培养实验中。果孢子的萌发和丝状体生长速度与光合作用活性的变化有一致性。这些试验结果与*P. unguata*对pH的要求颇为相近^[9]。

7. 比重对丝状体光合作用具有一定的影响。自然海区的丝状体由于长期浸没在海水中,海水的渗透势比较稳定,所以它能忍受的渗透势变化范围较小。一旦外界的渗透势升高或降低时,丝状体细胞内的自由水就要发生变化^[12]。这种变化必然影响细胞的正常生理活动^[13],表现在光合作用也有所下降。试验结果指出,比重1.025时果孢子和丝状体的光合作用活性最强;比重下降或升高光合作用相应减弱。这与叶状体的光合作用^[10]相一致。由于自然海区海水的比重一般在1.020—1.025之间,丝状体生长在这种环境下的适应结果使它表现在该比重下光合作用活性最强。从生态的试验结果(表4)也说明了果孢子萌发势在1.020—1.025最高;丝状体生长在比重1.025最好。这与前人的一些报导相符^{[8][11]}。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所藻类实验生态组、藻类分类形态组,1978。条纹紫菜的全人工养殖。科学出版社。
- [2] 任国忠等,1979。温度对条纹紫菜丝状体生长发育的影响。海洋与湖沼,10(1):28—38。
- [3] 陈国宜,1980。关于坛紫菜自由丝状体的培养和直接采苗的研究。水产学报,4(1):19—29。
- [4] 陈美琴等,1979。不同氮肥对条纹紫菜丝状体生长发育的影响。海洋与湖沼,10(1):39—45。
- [5] 林大华等,1979。坛紫菜人工养殖。福建人民出版社。
- [6] 李德耀、叶济宁,1980。薄膜氧电极的制作与呼吸或光合抑制的测定。植物生理学通讯,(1)35—40。
- [7] 郑宝福等,1980。培养光强对条纹紫菜丝状体生长发育的影响。海洋与湖沼,11(4):360—363。
- [8] 曾呈奎等,1963。温度因子对不同种类紫菜的壳孢子形成和放散的影响的比较研究。植物学报,11(3):261—271。
- [9] 廖金凤、江永楠,1979。杉叶紫菜丝状体生长之研究。台湾水产学会刊,6(2):59—65。

- [10] 黄海水产研究所紫菜组, 1979. 坛紫菜与条斑紫菜养殖. 农业出版社.
- [11] 本田信夫, 1962. アマノリ類の养殖における人工採苗に関する研究. 岡山水試臨時報告, 67.
- [12] 黒木宗尚, 秋山和夫, 1966. 数種のアマノリの系状体の生長、成熟と水温. 東北水研研究報告, (26):77—89.
- [13] 尾形英二, 1961. ノリ系状体の生長に関する研究. 水講研究報告, 10(3):423—500.
- [14] 大房ウ, 1979. アマノリの日變化に関する生理的研究—I. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 43(3): 245-249.
- [15] Iwasaki, Hideo, 1961. The life-cycle of *Porphyra tenera* in vitro. *The Biological Bulletin*, 121(1): 173-187.
- [16] Oobusa T., 1980. Diurnal Rhythm in the Rates of Cell Division, Growth, Photosynthesis of *Porphyra yezoensis* Cultured in the laboratory. *Botanica Marina*, 23: 1—5.
- [17] Sorokin & Krauss, 1958. The Effects of light Intensity on the Growth rates of Green Algae. *Plant Physiol*, 33: 109-113.
- [18] O. Stocker, 1960. Plant-water relationships in arid and semi-arid condition. *Unesco*, 63-104.
- [19] Reed et al., 1980. The influence of variations in salinity upon photosynthesis in the marine algae *Porphyra purpurea*. *Pflangenphysiol*, 98(2): 183-188.
- [20] Go & Son., 1976. Studies on laboratory culture of free-living conchocelis of *Porphyra* and methods of monospore liberation. *Bull. Korean. Fish. soc.*, 9(1): 56-60
- [21] Neeb, O., 1952. *Hydrodictyon* Als objekt einer vergleichenden untersuchung physiologischer Grossen, *Flora* (Jena), 139: 39-95.

**THE EFFECT OF SOME ECOLOGICAL FACTOR ON THE
PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF FREE-LIVING
FILAMENTS IN EARLY STAGE OF
*PORPHYRA HAITANENSIS***

Chen Guoyi, Zhang Xiaoping, Zhou Hongqiao and Zhang Jingguo

(Shanghai Fisheries College)

Abstract

The effect of light intensity, temperature, pH and density of sea water in the photosynthetic activity of carpospores and free-living filaments was studied by using the oxygen electrode method. The results obtained are summarized as follows:

1. The photosynthetic activity of carpospores depends on the time of exposure to light, the activity of carpospores those not exposed to light is much lower than those exposed to light for 1—3 days.

2. The activity of free-living filaments shows periodic alternation when cultured under 12hr/12hr light-dark cycle, with the peak value in the middle of the light phase and the valley in the middle of the dark phase.

3. The activity is greatly raised when 5mM NaHCO₃ is added to sea water, indicating the need for standardizing the measuring condition.

4. The activity of both carpospores and the filaments shows a linear relationship-

to light intensity over the range from 500 to 7000 Lux. While the activity of the filaments decreases when the intensity above 8000 Lux, whereas that of carpospores does not fall until 12,000 Lux.

5. Within the temperature range of 10—25°C, the activity of carpospores and filaments increases.

6. The activity of carpospores and the filaments reaches to the highest point at pH 8.0, less at 7.5 and 8.5, at 7.0 and 9.0 reaches to the lowest.

7. For both stages, the highest activity appears at the sea water density of 1.025.

The results obtained are consistent with the germinating rate of carpospores and the growth rate of the filaments, as well as the ecological observation.