

硫酸铵对条斑紫菜生长和单孢子形成、 放散与附着的影响

李世英 王继成

(中国科学院海洋研究所)

提要 作者研究了 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的浓度对条斑紫菜生长和单孢子形成、放散与附着的影响。在室内培养条件下,条斑紫菜的生长和单孢子形成、放散、附着要求的营养条件不完全一致。当硫酸铵的浓度增加到一定量时紫菜的生长受到抑制;低浓度时,单孢子的放散、附着少;高浓度时,单孢子放散、附着的多。

在海藻栽培中,为促进藻体快速生长需进行定时定量施肥。氮肥是主要的肥源。氮肥种类多,不同种类施加的量不同。一般说来,紫菜生长快慢与海水中含氮量多少密切相关。但是在生产中有人曾发现,当氮肥加到一定量时,对藻类生长并没有促进作用。为何出现这种现象?至今还没有见到解释。

另一方面,在条斑紫菜单孢子作为紫菜栽培的苗源时,氮素营养对单孢子的形成、放散和附着有何影响,也未见到报道。

根据以上问题,本实验即采用海藻栽培中常用的氮肥— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 做为氮源,探讨几种 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度对条斑紫菜生长和其单孢子形成、放散和附着的影响。

一、实验材料与方法

实验用的小紫菜全是从人工栽培的紫菜网上采到的。选择紫菜时,挑选个体大小相近、叶片边缘完整、镜检藻体都没有形成任何孢子和精子的个体。

将选好的紫菜按15或20株为一组,逐株测量每组藻体长度,然后用滤纸吸干藻体表面水分,称取各组藻体鲜重。称重时调整藻体大小,尽量使每组重量接近一致。把称好重量的

藻体分组放在低氮海水中暂养备用。

实验用光源为40W日光灯,侧面照光,光强为8500—9100米烛,每日照光9小时。照光时通气,黑暗时停止通气,通气量为34L/h。培养水温为17—18℃左右。培养液用低氮海水(海水中含 NH_4^+N 一般约在 $16\text{mg}/\text{m}^3$)配制而成。培养液浓度为1、10、50、 $100\text{mg}/\text{l}^{-1}$ 和空白对照5种。

实验是在500ml通气瓶内加入不同浓度的培养液300ml,放置在长方形玻璃恒温水槽中,用过滤空气通气培养。培养液是每3天更换1次。

实验期间每3天测量1次藻体长度,每6天称1次鲜重,并检查小紫菜放散单孢子的情况。

表1 不同浓度培养液对紫菜生长的影响

Tab. 1 The effect of different concentrations of culture solution on the growth of porphyra

紫菜长度 ¹⁾ (cm)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度 (mg/l^{-1})			
	对照	100	1000	10000
测量日期				
1979.4.3.	1.38	1.41	1.58	1.57
1979.4.11.	2.63	1.75	0.48	全部死亡

1) 20株紫菜的平均长度。

况。单孢子放散量的检查方法是先将各瓶内的紫菜取出,然后从瓶内取出水样计算单孢子数。取样后,再在瓶内放入约 1cm² 的筛绢 3 块,通气附着单孢子,1 小时后取出筛绢用海水反复冲洗,再在显微镜下计单孢子附着数量。

二、实验结果

1. (NH₄)₂SO₄ 浓度对紫菜叶状体生长的影响

实验材料采自瘦区的人工栽培紫菜网上的

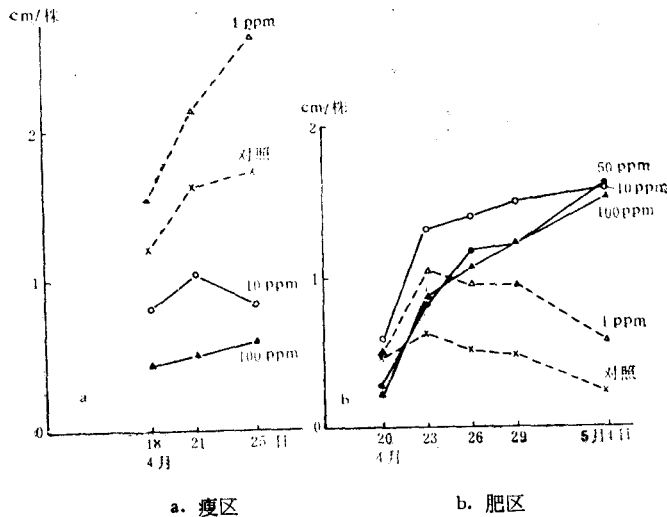


图 1 紫菜在不同浓度的培养液中生长状况

Fig. 1 The length increase of *porphyra* in different concentrations of culture solution

表 2 不同浓度培养液对单孢子放散的影响 (I)

Tab. 2 The effect of different concentrations of culture solution on the discharge of monospores (I)

单孢子数 (个/ml)	(NH ₄) ₂ SO ₄ 浓度 (mg l ⁻¹)					
		对照	1	10	50	100
检查日期						
1980.4.24		38	40	58	37	12
26		8	24	53	333	165
28		3	11	32	120	165
30		2	2	18	162	48
5.2		0	1	24	31	18
4		0	0	18	30	12
6		0	0	14	10	10
总 计		51	78	217	723	430

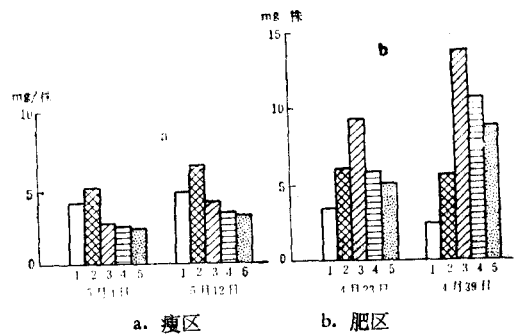
小紫菜,首先采用 100、1000、10000ppm 培养液和对照进行培养实验,经过 8 天的培养后,10000ppm 培养液中的小紫菜全部死亡,1000 ppm 生长也不好,100ppm 尚好,其中以对照为最好(表 1)。

继而又用 1、10、50、100ppm 和对照 5 种培养液进行培养实验。当观察到紫菜大量放散单孢子后,实验就告结束。结果见图 1a 和图 2a。

从图中看出,瘦区取来的材料在各种培养液中培养时,均以 1ppm 培养液中的紫菜生长最快,对照次之,10、100ppm 浓度的紫菜生长最慢(图 1a)。该结果与同年 5 月 4 日重复实验的结果基本一致(图 2a)。

但是从肥区取到的紫菜,在同样浓度的培养液中培养时,发现紫菜的最快生长浓度为 10ppm,50 和 100 ppm 的生长稍慢,而 1ppm 以下的,紫菜生长速度明显减慢;称重结果重量,显著下降。由此看来,不同肥度的海水中生长的紫菜,它们最快生长浓度是不同的(图 1b,图 2b)。

紫菜的颜色和紫菜细胞的大小,结构也因培养液的不同而发生变化。1ppm 和对照组小紫菜颜色呈以淡绿至腊黄色,细胞大,细胞内液胞大。在 10ppm 以



1. 对照; 2. 1ppm; 3. 10ppm; 4. 50ppm; 5. 100ppm

图 2 紫菜在不同浓度培养液中的鲜重增长

Fig. 2 The weight increase of *porphyra* in different concentrations of culture solution

上浓度的紫菜为紫红至紫褐色、细胞小、细胞内液胞小。

2. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度对紫菜单孢子的形成、放散和附着的影响

在上述培养条件下, 对每株紫菜做了显微镜下检查。当发现紫菜放散单孢子时, 进行单孢子的放散和附着检查。

从贫瘠海区中取来的紫菜, 培养一段时间后, 镜检发现藻体基部有附着萌发的小紫菜。而各种浓度的附着量也不同。如 1979 年 5 月 12 日、16 日两次检查, 均以 10mg l^{-1} 培养液中小紫菜基部附着单孢子长成的小紫菜最多, 50mg l^{-1} 次之, 100 和 1mg l^{-1} 只有个别小紫菜附着生长, 对照中没有见到单孢子附着生长。

用尼龙筛绢作为孢子附着基质时, 也是以 10ppm 的为最多, 50mg l^{-1} 次之, 1mg l^{-1} 和对照中只见个别萌发的小紫菜, 100mg l^{-1} 中没有见到。由此看来, 10 、 50mg l^{-1} 培养液中附着的孢子多, 而对照、 1mg l^{-1} 、 100mg l^{-1} 的附着量显著

减少。

在此观察基础上, 又取了肥沃海区中的紫菜进行同样实验。结果见表 2、3、4。

从表中看出, $10-100\text{mg l}^{-1}$ 培养液中单孢子放散、附着最多, 而 1mg l^{-1} 、对照中单孢子的放散和附着量明显降低, 甚至不放散。

为进一步了解单孢子形成、放散和附着同营养浓度的关系是否一致, 我们从人工栽培的紫菜中选取大小 4cm 正在放散单孢子的藻体, 随机各取两株放入培养瓶内, 每瓶加培养液 100ml , 通气放散单孢子, 放散时间为 3h , 然后计算单孢子数。同时也做单孢子附着数量检查。我们又取 10 、 100mg l^{-1} 培养液中培养的正放散单孢子的小紫菜做放散、附着实验。结果均见表 5。

从表 2—5 中可看出: 1. 单孢子放散量的多少与紫菜放散单孢子时所处的营养浓度无关, 而是取决于紫菜形成单孢子的数量。因为从表 2 和表 3 看到对照、 1mg l^{-1} 处理中没有或很少放散单孢子; 而在表 5 中的对照、 1mg l^{-1} 内小紫菜则大量放散单孢子。之所以有这样差别, 就是因为前者所用的实验材料和后者不同的缘故。前者是用没有形成任何孢子和精子的、边缘完整无缺的小紫菜, 这些藻体在不同浓度的培养液中培养几天后才形成和放散单孢子; 在不同浓度中单孢子放散量也显著不同。但后者是用已形成并正在放散单孢子的小紫菜在不同浓度培养液中放散单孢子, 而单孢子放散量并没有随浓度不同而有规律的改变, 而是随着材料的改换放散量有改变。从这些实验结果分析, 足以证明单孢子放散量的多少, 同营养浓度没有明显关系, 而同紫菜叶状体形成单孢子的数量紧密相关。2. 单孢子附着也同放散相似, 同营养浓度关系不明显, 而同紫菜形成单孢子数量的多少有关。如表 4 中, 不同营养浓度培养过的小紫菜, 单孢子附着有明显不同, 低浓度少, 而高浓度多。但是从表 5 中单孢子附着量的百分率来看, 则与营养浓度的变化关系不大。这一结果也同样说明单孢子附着和营养浓

表 3 不同浓度培养液对单孢子放散的影响(II)

Tab. 3 The effect of different concentrations of culture solution on the discharge of monospores (II)

单孢子数 (个/ml)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度 (mg l^{-1})					
		对照	1	10	50	100
检查日期						
1982.3.6		0	0	644	880	270
7		0	0	830	430	600
8		0	0	1494	1760	1804
平均		0	0	989.3	1023.3	891.3

表 4 不同浓度培养液对单孢子附着量的影响

Tab. 4 The effect of different concentration of culture solution on the adherence of monospores

单孢子数 ¹⁾ (个/ 视野)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度 (mg l^{-1})					
		对照	1	10	50	100
检查日期						
1980.3.28		1.16	2.26	27.76	13.92	9.60
4.3		0.02	0.10	0.15	0.42	0.25
共 计		1.18	2.36	27.91	14.34	9.85

1) 视野面积: 0.23mm^2 。

表5 不同浓度培养液中单孢子附着与放散量(%)
Tab. 5 The adherence percentage of monospores in different concentrations of the culture solution (%)

检查日期	紫菜来源	(NH ₄) ₂ SO ₄ 浓度 (mg l ⁻¹)				
		附着与放散量(%)	对照	1	10	50
1982.2.16	自然海区人工栽培	14.7	5.8	15.6	14.3	10.5
2.17	自然海区人工栽培	8.4	4.2	2.1	3.8	1.3
2.26	自然海区人工栽培	8.7	4.0	6.3	8.0	3.1
3.10	室内培养	5.2	4.1	2.4	0.9	2.3
3.11	室内培养	8.7	5.0	1.6	1.3	1.6

度无明显关系,而同单孢子的形成紧密相关。

三、讨 论

1. 从上述结果来看,在室内培养条件下,紫菜生长和单孢子形成、放散和附着所要求的营养条件并不完全一致。两种海区中培养的小紫菜同样在不同浓度培养液中培养时,虽然生长最快的氮浓度不同,但是当(NH₄)₂SO₄浓度增加到一定量时,它们的生长不但不随浓度的增加而相应的加快,甚至对紫菜生长起抑制作用。这种情况的出现,是由于氮素除作为营养物质外,还有通过生长素的作用而影响生长的缘故^[3]。至于是否由于藻体内NH₄⁺积累过多而抑制藻体生长,进而产生毒害作用的结果;这一问题尚待做进一步的探讨。该现象在其他水生植物中也有表现。如红萍在高浓度的硫酸铵中生长缓慢^[2]。这表明NH₄⁺的抑制生长的作用。在眼子菜(*Potamogeton lucens*)的培养中也有类似的结果,不但抑制生长,甚至有毒害作用^[4]。这种NH₄⁺致死藻体的现象,在我们实验中也曾见到。

2. 在实验室培养条件下,不同浓度的培养液中培养的小紫菜放散和附着的单孢子数量明显不同。低浓度的放散,附着单孢子少,有时不放散附着。而高浓度的放散量、附着量明显多。为何在低浓度培养的小紫菜放散单孢子数量有时很少,有时没有,这主要是由于不同时期取来的小紫菜发育基础不同的缘故。如2月取回的

紫菜,在培养过程中,对照和1mg l⁻¹培养液基本上没有放散单孢子;而在4月取紫菜培养时,则在两种培养液中都有单孢子形成放散,但是放散量均比10mg l⁻¹以上的浓度明显少得多。如果取正在放散单孢子的小紫菜做放散、附着,不同营养浓度中紫菜叶状体放散和附着单孢子的数量无显著差异。放散和附着量的多少乃随小紫菜个体的更换而引起数量的变化,而不是随营养浓度的改变而数量上有所增减。因此我们认为在不同(NH₄)₂SO₄浓度培养液中培养小紫菜,只是对其形成单孢子有影响,而单孢子的放散和附着则同N浓度的高低无明显关系。

在生产实践中,利用单孢子做为苗源时,采孢子的成功与否,与紫菜叶状体放散单孢子的多少是密切相关的。特别是在贫瘠海区中栽培紫菜时,如何选好种菜是一个突出的问题。我们可以用浸泡施肥或其他施肥方法,来促进种紫菜生长和发育。另一方面在紫菜栽培中,采单孢子时,也应以海区的肥度而决定其附苗密度。如在贫瘠海区中,采苗密度应适当加大。

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. 条斑紫菜的人工养殖. 科学出版社, 第51—53页。
- [2] 尤崇杓等, 1981. 氮素营养对红萍生理特性的影响. 植物生理学报 7(2): 97—105。
- [3] 坂村徹著, 1963. 植物生理学(下卷). 科学出版社, 第207—208。
- [4] Litav, M. and Y., Lehrer, 1978. The effects of Ammonium in water on *Potamogeton lucens*. *Aquatic Botany* 5(2): 127.

THE INFLUENCE OF THE VARIOUS CONCENTRATIONS OF $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ON THE GROWTH OF THALLI OF *PORPHYRA YEZOENSIS* AND THE FORMATION, DISCHARGE AND ADHERENCE OF MONOSPORES

Li Shiying Wang Jicheng

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

Growth and development of thalli of *P. yezoensis* are influenced by various environmental conditions. Apart from the temperature and light the nutrient is also a very important factor. The present paper deals with the relationship between the growth and the formation, discharge and adherence of monospores of thalli and nitrogenous fertilizer. The results of the experiment are summarized as follows:

1. Thalli of porphyra growing in different marine environments require different $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ contents. The concentration of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ demanded by thalli of porphyra is lower in the poor region than in the fertile region.

2. The nutrition condition for forming monospores of porphyra thalli collected from both poor and fertile region are usually similar. More monospores are formed by thalli above the $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ concentration of 10 mg/l, but few or none are formed below 1 mg/l. Therefore related to the concentration of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. The formation of monospores are closely.

In order to get more monospores, it would be necessary to keep a certain concentration of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ in the medium.

3. The quantity of the discharge and adherence varies with the number of monospores formed. The effect of the nutrient concentration on the discharge and adherence of monospores is not evident.

4. The color of both the control and the 1 mg/l thalli will turn from purplish red to light green or candle yellow, but in 10—100 mg/l medium they remain purplish red.

5. The vacuoles in vegetative cells are larger and more in number in both the control and the one in 1 mg/l medium. The vacuoles of the vegetative cells in 10—100 mg/l medium can hardly be seen. These phenomena agree with those in nature.