

研究简报

盐度和营养盐对礁膜配子体发育的影响^{*}

THE EFFECTS OF SALINITY AND NUTRITIVE MATERIAL ON THE GAMETOPHYTE DEVELOPMENT OF *MONOSTROMA NITIDUM*

陈昌生 章景荣 张振皎^{*}

(厦门水产学院, 361021)

Chen Changsheng, Zhang Jingrong and Zhang Zhenjiao

(Xiamen Fisheries College, 361021)

关键词 礁膜, 配子体, 发育, 盐度, 营养盐

KEYWORDS *Monostroma*, gametophyte, development, salinity, nutritive material

礁膜 (*Monostroma nitidum*) 是我国重要的经济海藻之一, 隶属于绿藻门, 绿藻纲, 石莼目, 礁膜科, 礁膜属。礁膜广泛分布于我国的东南沿海, 生长在内湾静水处的岩石上或具有泥砂的石块上。日常所见的礁膜叶状体是配子体, 为膜状, 呈绿色或黄绿色, 体软并具光泽。礁膜是绿藻中食用价值最高的一种^[1], 体软味美, 我国南北沿海居民有食用。日本人也喜食“紫菜酱”(原料以礁膜为主, 掺入少量紫菜, 加入调味料, 高压烹煮而成)。此外, 礁膜还具有一定的药用价值, 如清热化痰, 利水解毒以及降低胆固醇的作用^[2]。目前, 国内尚未进行礁膜的人工栽培, 有关礁膜的报道较少, 因此, 我们开展了礁膜的栽培生物学的系列研究, 本文先着重介绍礁膜配子体的发育与盐度、营养盐的关系。

材料与方 法

1. 材料来源及处理 礁膜采自集美整园潮间带的中高潮区。挑选藻体完整、健壮、绿色、大小相近、尚未成熟的藻体(未形成配子囊)。先用过滤海水冲洗二遍, 去除杂藻和泥砂, 再用毛笔和消毒海水逐株洗刷干净。然后用刀片将藻体边缘部分切去, 结合显微镜观察, 使试验的藻体全部是营养细胞。用纱布反复多次吸干叶片表面的水份后称重, 各组试验的藻体为1.0g(17—20株/g), 每组试验的株数大致相同。

2. 盐度试验 用自然海区盐度为27.2‰的过滤海水, 另加蒸馏水或当地海区的盐卤分别配制盐

*: 本项目由福建省自然科学基金会提供资助。

*: 张振皎同志现在烟台水产技术推广中心工作。

收稿年月: 1991年11月, 1992年7月修改。

度为 7.4, 14.0, 20.5, 27.2, 33.8, 40.4% 及 0% (蒸馏水) 的培养液, 然后分别加入 $\text{NO}_3\text{-N}$ (用 NaNO_3 配制) 和 $\text{PO}_4\text{-P}$ (用 NaH_2PO_4 配制) 母液, 使其浓度为 10ppm 和 1ppm, 然后加入称重后的藻体进行培养, 培养的光照强度为 3000 lx, 温度为 20~21°C。

3. 营养盐试验

(1) 低氮磷海水的制备 将洗刷干净的浒苔置于盛有过滤海水的大盆中, 在自然光下培养 2 天, 每天搅拌 2 次, 使浒苔吸收海水中的氮磷。用 260 目筛绢网过滤, 滤液加热至 80°C 左右, 然后冷却至室温使用。经测定水中氮的含量低于 $5 \cdot 10\text{mg}/\text{m}^3$, 磷的含量低于 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(2) 氮的浓度试验 低氮磷海水中分别添加 $\text{NO}_3\text{-N}$ 原液, 使 N 的含量达到 1, 5, 10, 15 及 0ppm (对照组)。然后分别加入藻体培养观察。

(3) 磷的浓度试验 低氮磷海水中分别添加 $\text{PO}_4\text{-P}$ 原液, 使培养液中磷的含量分别为 1, 5, 10, 15 及 0ppm (对照组), 然后分别加入藻体培养观察。

(4) 氮磷的混合使用 低氮磷海水中先添加 10ppm 的 $\text{NO}_3\text{-N}$, 然后加入 $\text{PO}_4\text{-P}$, 使 P 的浓度分别为 0.5, 1, 3, 5, 10, 15ppm。另外一组, 在加入 10ppm 的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 之后, 分别加入甘油磷酸钠母液, 使其浓度为 0.5, 1, 3, 5, 10, 15ppm, 然后分别观察这两种磷肥 (不同的氮磷比) 对配子体发育的影响。

(5) 观察方法 以上各组试验主要观察了配子体的颜色变化, 配子囊形成所需的时间, 配子囊形成的面积大小, 藻体重量的增减以及计算所产生的配子数量等。为了减少试验误差, 每组试验均重复, 结果基本一致。

结 果

(一) 盐度对配子体发育的影响

礁膜的配子体经过 4~5 天培养后, 藻体边缘的营养细胞经过质的变化形成配子囊, 其颜色由绿色变成黄绿色或土黄色, 然后由边缘慢慢扩展到藻体的中央, 基部细胞一般不形成配子囊。在适宜的条件下, 配子囊放散出配子, 配子大小为 $3\sim 5\mu\text{m}$, 具有两根鞭毛, 可在水中游动。在不同的盐度下, 配子体发育程度不同。从表 1 可以看出, 除了淡水之外, 盐度从低到高, 配子体都能发育形成配子囊。盐度为 7.4% 时, 培养 5 天, 藻体边缘一小圈由绿色变为土黄色, 但形成的配子不多, 仅为 14×10^7 个/g·鲜重。随着盐度的增大, 配子体的发育加快, 产生的配子数量也逐渐增多, 适宜的盐度为 14.0~27.2%。在这盐度范围内培养 5 天, 藻体边缘明显转变成土黄色, 形成配子囊, 尤其是盐度为 20.5% 时, 形成的配子囊面积最大, 产生的配子数量高达 1.94×10^8 个/g·鲜重, 比低盐组多 12.9 倍, 而且藻体由于大量放散配子, 其重量减少了 35%。当盐度高于 33.8% 时, 藻体颜色明显加深, 显得硬厚老成, 且藻体边缘形成的配子囊面积较小, 产生的配子数量也显著减少。例如, 当盐度为 40.4% 时, 所产生的配子数量仅占盐度为 20.5% 组的 3.5%。

表 1 盐度对配子体发育的影响

Table 1 The effect of salinity on the development of gametophyte

盐 度 (%)	0	7.4	14.0	20.5	27.2	33.8	40.4
试验前藻体重量 (g)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
产生的配子数量 ($\times 10^7$ 个/g·鲜重)	0	14.0	54.4	193.6	8.5	9.6	6.8
配子放散后的藻体重量 (g)	1.05	0.95	0.75	0.65	0.70	0.70	0.80

注: 培养天数为 5 天; 温度为 20~21°C; 光强 5000lx; 每克藻体为 19~20 株。

(二) 营养盐对配子体发育的影响

在培养液中添加氮或者磷都能促进配子体发育形成配子囊。氮的浓度在 7~15ppm 范围内,配子体发育较快,配子囊形成的面积较大,尤其是 10ppm 时,所产生的配子数量达最多,高达 9.76×10^8 个/g·鲜重。从表 2 可以看出,磷的浓度大小对配子体发育的影响趋势和氮的大致相同。在 10ppm 时所产生的配子数量高达 1.24×10^9 个/g·鲜重,比 1ppm 组的多近一倍,比 5ppm 组的多 44.8%。当磷的浓度增大到 10ppm 以上时,所产生的配子数量不仅没有增加反而减少。从氮和磷单独对礁膜配子体发育的影响来看,在相同的浓度下,磷的作用所产生的配子数量比氮的多 27% 左右。说明了磷对配子体发育的作用效果更明显。

表 2 氮、磷浓度大小对配子体发育的影响

Table 2 The effect of concentration of N, P. on the development of gametophyte

营养盐种类	NO ₃ -N				PO ₄ -P				对照组
	1	5	10	15	1	5	10	15	
浓度 (ppm)									0
试验前藻体重量 (g)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
产生的配子数量 ($\times 10^7$ 个/g·鲜重)	63.2	66.0	97.6	83.6	66.0	85.6	124.0	62.4	46.0
配子放散后的藻体重量 (g)	0.70	0.75	0.60	0.70	0.70	0.65	0.55	0.85	0.70

不同氮、磷浓度比的试验是根据氮源研究的适宜含氮浓度,在低氮磷海水中添加 NO₃-N 原液,浓度为 10ppm,然后再加磷酸配成不同浓度的系列组。结果从表 3 可以看出,不同的氮磷浓度比对配子体发育有着不同程度的影响。当 N:P=10:0.5 时,所产生的配子数量较少,仅为 29.5×10^7 个/g·鲜重,配子放散后,藻体重量没有减少。当两者的比例增大到 10:3 时,产生的配子数量比前项 (10:0.5 组) 多 262%,而且放散后,藻体重量明显减少 15%。但是,随着氮磷浓度比的继续增大,礁膜所产生的配子数量不仅没有增加,反而减少,例如在 N:P=10:10 时,所产生的配子数量比 N:P=10:3 组的少了一半。从表 4 不难看出,甘油磷酸钠(有机磷)对礁膜配子体的发育有明显的促进作用,即使甘油磷酸钠的浓度为 0.5ppm,藻体产生的配子数量比对照组的多 20.8%。当甘油磷酸钠浓度增大到 3ppm 时,配子囊的面积明显增大,放散出来的配子数量比对照组的多 218%。从甘油磷酸钠和磷酸二氢钠这两种磷肥对配子体发育的影响来看,前者的作用比后者大,例如在相同的 3ppm 浓度下,甘油磷酸钠作用所产生的配子数量比磷酸二氢钠的多 41%。

表 3 不同的氮磷浓度比对配子体发育的影响

Table 3 The effect of different N, P. proportion on the development of gametophyte

NO ₃ -N(ppm)	10	10	10	10	10	10
PO ₄ -P(ppm)	0.5	1	3	5	10	15
试验前藻体重量 (g)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
产生的配子数量 ($\times 10^7$ 个/g·鲜重)	29.5	54.5	105.5	57.5	52.0	25.5
配子放散后的藻体重量 (g)	1.05	0.90	0.85	0.90	0.90	1.00

表 4 两种磷肥对配子体发育的影响
Table 4 The effect of two phosphorus on the development of gametophyte

磷 源	甘油 磷酸 钠					磷酸二氢钠	对 照 组
	0.5	1.0	3.0	5.0	10.0		
浓度 (ppm)						3.0	0
产生的配子数量 ($\times 10^7$ 个/g·鲜重)	64.0	101.0	171.5	109.5	95.0	121.0	53.0

注: 氮的浓度为 10ppm。

讨 论

礁膜在淡水中不能发育形成配子囊。在淡水中培养 5 天,除了局部细胞死亡外,大部分营养细胞由绿色变为黄绿色或淡黄色,尚未死亡。此时,若将藻体移入正常海水(比重为 1.020)中培养,藻体颜色逐渐变绿,恢复为深绿色,经 5 天左右的培养,藻体也能形成配子囊,放散出的配子数量(1.06×10^6 个/g·鲜重),仅次于 20.5% 的盐度组。由此可见,礁膜耐低盐的能力很强,在低比重的雨季里,不会引起礁膜的死亡。从礁膜的自然分布来看,良好的生长海区也大多是靠近河口或者有内陆水流入的海域。这充分证实了礁膜是属于沿岸性半咸水种类,对盐度较大幅度的变化具有较强的适应能力。

根据我们多年进行的潮间带海藻资源调查来看,河口区,海水一般比较肥沃,各种营养盐含量丰富,礁膜生长快,个体大,光泽好,藻体一般呈绿色或深绿色。相反,在盐度偏高的外海区,礁膜个体小,色浅,一般呈黄绿色,这主要是海区贫瘠的缘故。礁膜在生长发育中,需要一定的营养盐供机体代谢需要,不同的生长发育时期对营养盐的种类、浓度要求也不同。我们在礁膜配子体发育过程中 单施氮肥或磷肥都有促进配子体发育成熟,但是磷对发育的作用比氮大。氮、磷混合使用的适宜浓度比为 10:3,这和氮、磷单独使用的浓度并不相同,说明了氮和磷对礁膜配子体发育的促进作用与介质中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 两者之间的比例关系具有密切联系。据报道,在紫菜自由丝状体的培育过程中,各种形态的氮素化合物都可利用,作为磷肥,低浓度 (1ppm) 的无机磷或有机磷均可利用,如以甘油磷酸钠作为磷源则更有利于形成双分孢子。从我们的试验来看,有机磷对礁膜的配子囊形成有明显促进作用,而且在相同浓度下,有机磷的作用效果比无机磷更明显。从甘油磷酸钠对紫菜、礁膜的作用来看,有机磷能有效促进一些海藻的生长发育。

礁膜配子体的繁殖盛期是在 4~5 月。根据我们多次采集和观察发现,礁膜的配子囊形成与天气有关。在西南风有雾的天气里,礁膜可在短时间内大量成熟,而在东北风的天气里很难采到成熟的藻体。成熟的配子囊在干露和降温刺激下,配子大量放散出来,因此,在选择礁膜种菜时应抓紧在温度偏高的南风天进行。

参 考 文 献

- [1] 李勿苙等,1980。条斑紫菜吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的研究。海洋与湖沼,11(4):358~361。
- [2] 李伟新等,1982。海藻学概论,192—194。上海科技出版社。
- [3] 章景荣,陈昌生,1986。细基江蓠繁枝变型的生长与比重的关系。厦门水产学院学报,7(2):1~8。
- [4] ——,1990。细基江蓠繁枝变型的生长与光强的关系。厦门水产学院学报,12(2):15~20。
- [5] 曾呈奎等,1962。中国经济海藻志,34~36。科学出版社(京)。
- [6] ——,1985。海藻栽培学,5~7。上海科技出版社。
- [7] 缪国荣等,1979。海藻养殖,376~377。农业出版社(京)。
- [8] 西川博,1983。ヒトエグサ人工育苗试验。长崎县水产试验场事业报告书。