

研究简报

紫菜和石莼对酸耐受力的研究

II. 不同 pH 对条斑紫菜和孔石莼光合作用和细胞结构的影响

高尚德 赵焕登

(山东海洋学院, 青岛)

提要 用温度为 20℃、pH 值从 2—8 的自然海水处理藻体 20 分钟后放入正常的自然海水中, 测其光合作用速率。两种藻体的净光合作用速率随海水的 pH 值降低而降低; 条斑紫菜可耐受 pH 值为 3 的酸度, 而孔石莼却受到严重伤害。用 pH 为 3 的海水处理藻体, 其光合作用速率随处理时间的延长而降低, 孔石莼在 14℃ 条件下, 30 分钟降为负值, 在 20℃ 条件下, 10 分钟降为负值; 不同时间和温度处理的条斑紫菜均未出现负值。用 pH 为 3 的海水处理过的条斑紫菜和孔石莼, 藻体放入 pH 为 8.2 的自然海水中培养 7 天后, 条斑紫菜细胞结构正常; 而孔石莼的细胞结构受到严重伤害, 细胞壁分离解体, 色素体破坏。

植物能耐受很广的 pH 范围, 但在过酸或过碱的环境中就会死亡^[8-10]。不同植物其耐酸力也不同^[3,5-7]。条斑紫菜和孔石莼对酸的耐受力与陆地植物有近似的阈值^[1]。

本实验用 pH 值从 2—8 的海水分别处理条斑紫菜和孔石莼, 以光合作用速率作指标进一步研究了两种海藻对酸的耐受力, 目的在于了解其耐酸力的差异性, 从而选择能杀死孔石莼而对条斑紫菜生长无害的 pH 范围, 以达到清除紫菜养殖中的绿藻的目的。

一、材料和方法

实验用的材料条斑紫菜 (*Porphyra yezoensis* Ueda) 和孔石莼 (*Ulva pertusa* Kjellm) 系 1984 年 3 月采自青岛中港大坝。1985 年重复实验时, 采自青岛栈桥附近潮间带。选择健壮、色泽鲜艳的个体, 用过滤海水洗净后培养备用。

所用海水经煮沸并用药棉过滤, 其不同 pH (pH 2—8) 是用盐酸调配的。

实验时, 把备用藻体用打孔器打成直径为 0.8cm 的圆片, 然后用过滤消毒海水洗净, 用滤纸吸去表面水分; 随机取样, 以 20 片为一组, 分别放入不同 pH 的海水中, 置于 20℃ 的保温箱中, 20 分钟 (不同时间处理的除外) 后, 用 pH 为 8.2 的过滤消毒海水充分漂洗, 除去酸液, 再放入 100ml 小碘瓶中 (碘瓶用虹吸方法充满含有 2.5mmol NaHCO₃·L⁻¹ 的过滤消毒海水) 以塞子盖紧, 放在 2500lx 日光下 3 小时 (室温 11℃); 然后, 用 Yr-C 测

氧仪直接测定碘瓶中的相对含氧量。

条斑紫菜和孔石莼在 pH 为 3 的海水中不同时间处理的光合作用强度,是用氧电极法^[2,4]把直径为 0.8cm 的藻体圆片直接放在反应杯中(反应杯中放入 pH 为 3 的含有 2.5 m mol $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ 的过滤消毒海水),先后在 14, 20°C 下用 300W 钨丝灯作光源,在光强 2500, 6000lx 光照下测定的。

经酸处理后的藻体圆片,用 pH 为 8.2 的过滤消毒海水漂洗后,放在 200ml 烧杯中,在室温 10—13°C、光强 2500lx 的条件下培养 7 天,观察细胞结构的变化。

二、实验结果

1. 不同 pH 处理,对条斑紫菜和孔石莼光合作用的影响

用 20°C、pH2—8 的海水处理 20 分钟的条斑紫菜和孔石莼,其光合作用速率有明显的变化。从图 1 可以看出,用不同 pH 值的海水处理后,再放入正常的海水中,处理海水的 pH 值越低,光合作用速率越低。以 pH 为 8 的海水处理过的条斑紫菜和孔石莼光合作用速率作 100, 那么以 pH 值为 2 的海水处理的条斑紫菜和孔石莼,其光合速率均为 10% 左右;以 pH 为 3 处理的条斑紫菜为 45%, 而孔石莼约 20%, 以 pH 为 4—8 处理的条斑紫菜和孔石莼均随 pH 值的增加而增加。

2. 用 pH 值为 3 的海水不同时间处理后,紫菜和石莼在正常海水中的光合速率的变化

图 1 表明,用 pH 为 3 的海水处理的条斑紫菜和孔石莼,其光合速率差别很大。为了

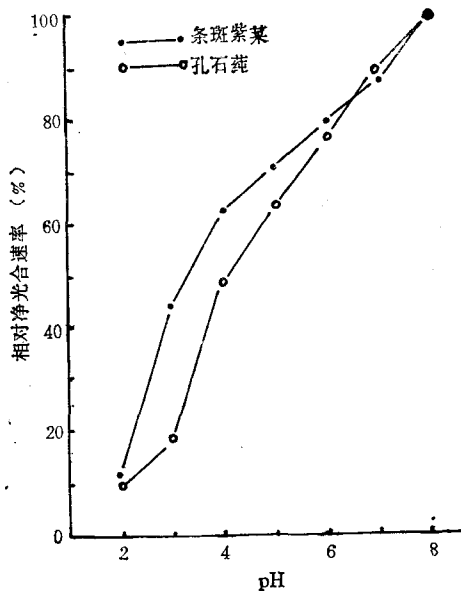


图 1 不同 pH 处理后,在正常海水中紫菜和石莼的净光合速率

Fig. 1 The rate of net photosynthesis of *Porphyra* and *Ulva* treated with different pH in normal sea water
(以 pH 8 处理的作 100)

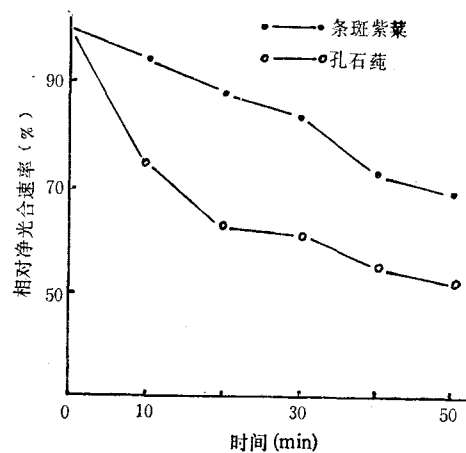


图 2 用 pH 值为 3 的海水处理不同时间后,在正常海水中条斑紫菜和孔石莼的相对光合速率

Fig. 2 The rate of relative photosynthesis of *Porphyra* and *Ulva* treated at pH3 for different time, in normal seawater

解两种海藻在 pH 值为 3 的海水中忍耐的时间,我们又测定了用同一 pH 值,但温度为 20℃ 的海水以不同时间 (10, 20, 30, 40, 50 分钟) 处理的两种藻的光合速率。实验结果表明 (图 2), 处理 20 分钟,两种藻的光合作用速率差别最大,其次是 10 分钟和 30 分钟; 40 和 50 分钟差别反而缩小。从图 2 中还可以看出,条斑紫菜随酸处理时间的延长,光合速率逐步下降,孔石莼在 20 分钟后,光合速率下降减慢。

3. 以 pH 值为 3 的海水处理不同时间,条斑紫菜和孔石莼光合速率的变化

为了解条斑紫菜和孔石莼在 pH 为 3 的海水中不同时间处理,其光合速率的变化情况,我们把藻体打成直径为 0.5cm 的圆片放入反应杯中,用氧电极法直接测定,比较不同时间处理两种藻在 pH 为 3 的海水中,当光强为 2500, 6000 lx 和温度为 14, 20℃ 条件时,其光合作用的变化结果见图 3, 4, 5。从图 3 可看出,在相同温度 (14℃) 和相同光强 (6000 lx) 的条件下,在 pH 3 的海水中两种藻的光合作用率是不一样的,条斑紫菜的净光合速率均为正值,孔石莼在 30 分钟后,变为负值。从图 4 可看出,在 pH 3 的海水中,在相同温度 (20℃) 下,孔石莼分别在 6000 lx 和 2500 lx 光照条件下,10 分钟内均随时间的延长净光合速率急剧下降;在两种光强下,放 O_2 量减少趋势大体一致,10 分钟约降为 $-10 \mu \text{mol } O_2/\text{g 鲜重} \cdot \text{h}$, 20, 30, 40, 50 分钟约为 $-20 \mu \text{mol } O_2/\text{g 鲜重} \cdot \text{h}$ 。而条斑紫菜在 6000 lx 和 2500 lx 光强下处理不同时间,结果净光合速率均为正值;在 6000 lx 光强下的净光合速率大于 2500 lx 光强下的;在两种光强下,20 分钟前光合速率均急剧下降,20 分钟后,降为 $40 \mu \text{mol } O_2/\text{g 鲜重} \cdot \text{h}$ 左右。从图 5 可以看出,在 pH 值为 3 的海水中,孔石莼在光强 6000 lx, 温度 14℃ 条件下,10 分钟前净光合速率急剧下降,10—30 分钟间为零,40, 50 分钟均为负值;在 20℃ 条件下,10 分钟净光合速率就变为负值。而

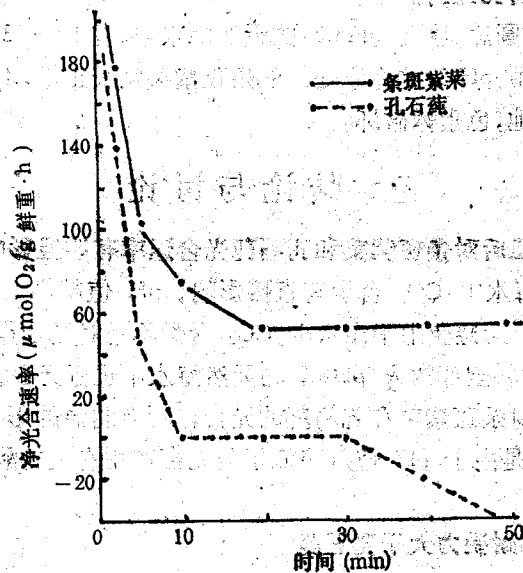


图 3 相同光强和相同温度条件下,在 pH 3 的海水中,两种藻的光合速率

Fig. 3 The rate of net photosynthesis of *Porphyra*, and *Ulva* in the seawater of pH 3, at the same light intensity and temperature

(温度为 14℃, 光强为 6000 lx)

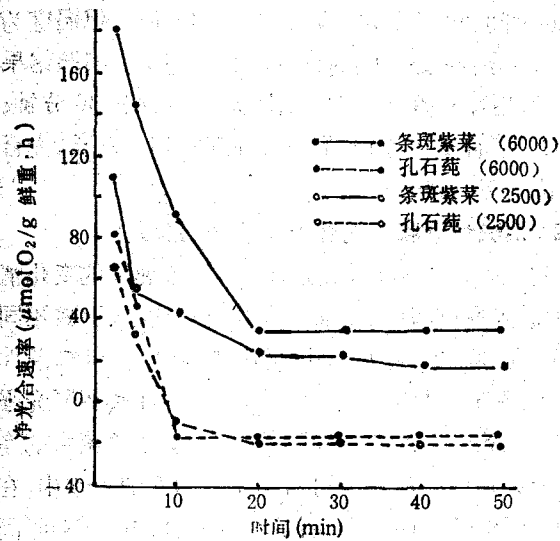


图4 同一温度(°C)不同光强(lx)条件下,在 pH 3 的海水中两种藻的光合速率

Fig. 4 The rate of net photosynthesis of *Porphyra* and *Ulva* in the seawater of pH 3, at the same temperature and different light intensity
(温度为 20°C)

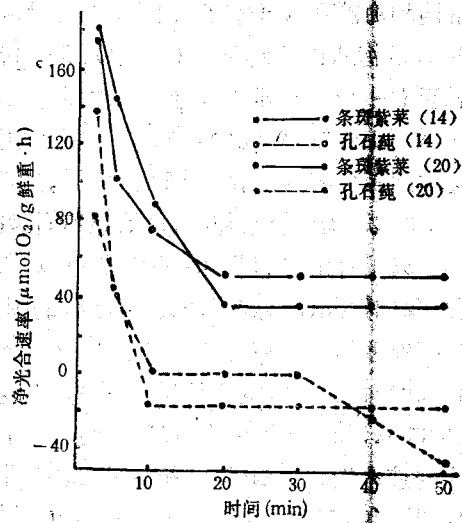


图5 同一光强(lx)不同温度(°C)条件下,在 pH 3 的海水中,两种藻的光合速率

Fig. 5 The rate of net photosynthesis of *Porphyra* and *Ulva* in the seawater of pH 3, at the same light intensity and different temperature
(光强为 6000 lx)

条斑紫菜在 20°C 和 14°C 条件下均为正值。

4. 酸处理后细胞结构的变化

用酸处理过的藻体圆片,放入 pH8.2 的天然海水中,在 10—13°C 室温下进行培养观察。培养 7 天后,发现用 pH3 的海水处理的条斑紫菜生长正常,而同样处理的孔石莼细胞壁解体,细胞结构松弛,色素体破坏。

三、结论与讨论

1. 不同 pH 酸处理后对条斑紫菜和孔石莼光合速率有明显影响

海水的 pH 值对海水中 CO₂ 含量有直接影响, pH 值越高, CO₂ 含量越低; pH 值越低 CO₂ 含量越高^[4]。为避免由于海水中 CO₂ 含量不同对光合作用的影响,我们用不同 pH 海水处理后把材料全部放入 pH8.2 的天然海水中进行光合作用。测定结果表明,不同 pH 的酸处理后,对条斑紫菜和孔石莼的光合作用有明显的影晌, pH 值越低光合作用速率越低,原因可能是由于 pH 值低降低了与光合作用有关的酶的活性或是叶绿素受到破坏而引起的。

2. 条斑紫菜对酸的耐受力大于孔石莼

条斑紫菜和孔石莼经 pH3 的海水处理后,其光合速率随处理时间不同而不同。条斑紫菜随处理时间的延长,光合速率逐步下降,在处理 20 分钟之间光合速率迅速下降,20 分钟后,下降减慢;而孔石莼处理 10 分钟后就降为负值。对两种藻不管处理时间多长,孔石莼下降的幅度都大于条斑紫菜,条斑紫菜处理后虽然光合速率有所下降,但放入正常海水

之后可以逐步恢复；而孔石莼不久就会死亡。由此可以看出，条斑紫菜对酸的耐受力大于孔石莼。

3. 酸度在 pH 3 时可使孔石莼生长受到严重伤害，而对条斑紫菜生长无害

条斑紫菜和孔石莼放入 pH3 的海水中，10 分钟内，光合速率均迅速下降，10 分钟后，下降减慢。条斑紫菜净光合速率始终保持正值；孔石莼在 14℃ 时 10—30 分钟为零，30 分钟后，降为负值。两种藻在 14℃ 和 20℃ 两种温度条件下，10 分钟后，温度越高，净光合速率越低，这说明温度越高，酸的伤害越明显。在 2500, 6000 lx 光强下，条斑紫菜净光合速率随光强降低有明显下降的趋势，而孔石莼无明显差异，这可能是孔石莼在 pH3 的海水中 10 分钟后，就失去了光合能力，所得负值纯属呼吸作用引起的。

从实验结果可以看出，条斑紫菜对酸的耐受力高于孔石莼。孔石莼是条斑紫菜养殖中的杂藻之一，在生产中是否可以用不同酸度处理，来清除杂藻尚须进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 赵焕登、高尚德，1987。紫菜和石莼耐酸力的研究 I. 不同 pH 对条斑紫菜和孔石莼呼吸作用和生长的影响。山东海洋学院学报 17(2): 67—71。
- [2] 李德耀、邱国雄、沈允钢，1982。氧电极法测定叶片光合作用的技术探讨。植物生理学通讯 5: 23—25。
- [3] Blinks, L. R., 1963. The effect of pH upon the photosynthesis of littoral marine algae. *Protoplasma* 57: 126—136.
- [4] Dromgoole, F. I., 1978. The effects of pH and inorganic carbon on photosynthesis and dark respiration of *Carpophyllum*. *Aquatic Botany* 4: 11—12.
- [5] Evens, L. S., N. F. Gmur and F. Dacosta, 1977. Leaf surface and histological perturbation of leaves of *Phaseolus vulgaris* and *Helianthus annuus* after exposure to simulated acid rain. *Am. J. Bot.* 64: 903—913.
- [6] Evens, L. S., N. F. Gmur, and J. J. Kelsch, 1977. Perturbation of upper leaf surface structures by simulated acid rain. *Env. Exp. Bot.* 17: 145—149.
- [7] Ferenbaugh, R. W., 1976. Effects of simulated acid rain on *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae). *Am. J. Bot.* 67: 168—172.
- [8] Johnston, J. W. Jr., D. S. Shriner, C. I. Klarer et al., 1982. Effect of rain pH on senescence, growth, and yield of bush bean. *Env. Exp. Bot.* 22: 329—337.
- [9] Lee, J. J., G. E. Neely, S. C. Perrigan et al. 1981. Effect of simulated sulfuric acid rain on yield, growth and foliar injury of several crops. *Env. Exp. Bot.* 21: 171—185.
- [10] Ranven, J. A. and F. A. Smith, 1974. Significance of hydrogen ion transport in plant cells. *Can. J. Bot.* 52: 1035—1047.

**STUDIES ON ACID TOLERANCE OF *PORPHYRA* AND *ULVA*
II. EFFECTS OF DIFFERENT pH ON THE PHOTOSYNTHESIS
AND CELLULAR STRUCTURE OF *PORPHYRA*
YEZOENSIS AND *ULVA PERTUSA***

Gao Shangde and Zhao Huandeng

(Shandong College of Oceanology, Qingdao)

ABSTRACT

Net photosynthesis was measured for *Porphyra yezoensis* and *Ulva pertusa* treated by natural seawater with different pH (pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8). Results were as follows:

The thalli was acid-treated for 20 min at 20°C, net photosynthesis rate of which in normal seawater (pH 8.2) was decreased with pH value treatment seawater decreasing; net photosynthesis rate of thalli treated by pH 3 for different time (10, 20, 30, 40, 50 min) at 20°C was decreased with acid treatment time increasing, that decreased for *Ulva* were all greater than *Porphyra* in different time; net photosynthesis of *Ulva* was negative value in the seawater of pH 3 after 10 min, but that for *Porphyra* was positive at all times; after 7 days, when thalli treated with seawater of pH 3 was cultured in normal seawater (pH 8.2) at 10—13°C, cellular structure of *Ulva* was markedly injured, but that of *Porphyra* grew normally.