

条斑紫菜吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的研究

II. 吸收速率与温度的关系*

李芻芷 丛仁义 孟兆才

(中国科学院海洋研究所)

为阐明条斑紫菜对 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的吸收特点, 作者在第一部分工作中重点讨论了紫菜在不同浓度 $\text{NH}_4\text{-N}$ 培养液中吸收速率的变化情况及通气的作用^[1]。本文主要研究温度对吸收的影响并对不同浓度和不同温度下的吸收速率作了比较。

一、材料与方 法

第一部分工作用完整的小紫菜作材料, 由于其生长季节短, 选材较困难, 因此改用紫菜圆片做材料。选用同一人工养殖区的生长期藻体, 从叶片中部用直径为 1.45cm 的打洞器打下圆片, 放在无菌低氮海水中通气培养 48 小时后进行实验。

每个处理用培养液 200ml, 紫菜圆片 10 片, 在通气培养瓶中进行实验。实验过程中不停地通入过滤空气, 气流量约为 500ml/min。培养瓶置于玻璃恒温水浴箱中, 水浴箱两侧有日光灯照明, 光照强度约为 10,000lux。

从外海采的低氮海水经过滤、紫外线灭菌后, 加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 配成不同浓度的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 培养液。

分析方法与第一部分相同。吸收速率以一小时为单位时间, 测定吸收一小时前后培养液中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量的变化, 计算吸收量。

实验是在 1979, 1980 两年的 2—5 月间进行的。

二、实 验 结 果

因这部分工作所用的实验材料是从藻体的一部分取下来的紫菜圆片, 为尽量减少由于材料本身所造成的实验误差, 在进行温度实验以前, 首先做了藻体不同部位吸收速率的比较实验和生长于两个不同肥力海区的紫菜吸收速率的比较实验。

不同部位实验是选取完整的生长盛期的紫菜, 按其长度等分成三部分, 从每一部分的中区叶面平坦处打下一圆片。每 10 片相同部位圆片为一组, 分别进行吸收实验。培养液浓度为 $300\mu\text{g/l}$ $\text{NH}_4\text{-N}$ 。温度为 10°C 。每个处理重复 6 次。结果如图 1。

实验表明, 藻体的不同部位对 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的吸收速率有明显差别。紫菜叶片上部的吸

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 881 号。

收稿日期: 1982 年 7 月 1 日。

收速率最高,下部最低。以干重计,下部每克藻体在一小时内吸收约 $500\mu\text{g N}$, 而上部每克藻体可吸收近 $1500\mu\text{g}$ 的 N , 几乎比下部高出二倍。

不同海区紫菜吸收速率的比较实验是选用两个不同肥力海区生长的紫菜。其中较贫瘠海区海水的含氮量一般在 $30\mu\text{g/l}$ 左右。生长在这样海区海水的紫菜色泽较淡,后期略呈黄色。较肥的一个养殖区含氮量一般不低于 $80\mu\text{g/l}$,紫菜呈黑紫色,有光泽。来源于不同海区的紫菜吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的速率有很大的差别。生长在瘦区的藻体吸收速率远较肥区的高,在不同浓度下都有同样明显的差别。(见图 1)

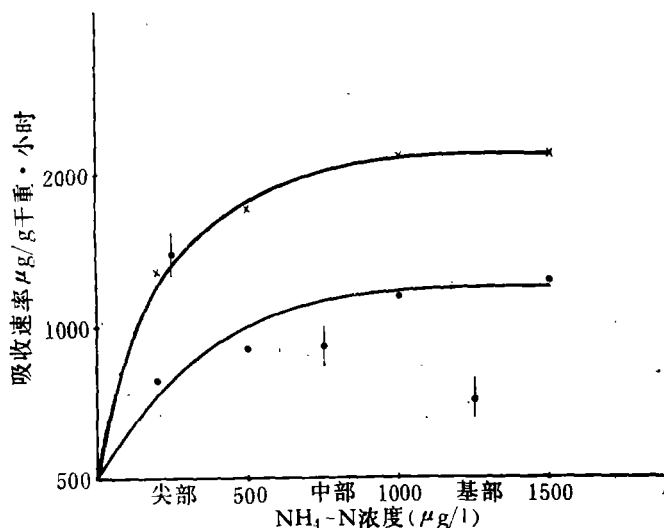


图 1 温度对紫菜吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 速率的影响

× 较瘦区紫菜 ● 较肥区紫菜

在比较了不同来源的材料和藻体不同部位的吸收速率的基础上,注意了不仅选用同一养殖区的材料,而且从同一部位打片进行了不同温度和不同浓度下的吸收实验。温度从 5°C 到 35°C 间隔 5°C 。培养液浓度从 $50\text{--}1000\mu\text{g/l}$ 之间取 7 个浓度,分别为 $50, 100, 200, 300, 500, 750, 1000\mu\text{g/l}$ 。结果如图 2。图 2 上每个点是 3—7 次实验结果的平均值。

实验结果表明,随着温度的增高,吸收速率也相应增大;但当温度高达 35°C 时,吸收速率即突然降低。在 30°C 以下,虽然温度每提高 5°C 吸收速率都有所增加,但增加的幅度各不相同, 10°C 上升至 15°C 时增加的幅度最大, 20°C 以上增加的幅度较小。

在不同温度下,吸收速率的浓度曲线的趋势亦有所不同。当温度为 5°C 和 10°C 时,浓度约在 $200\mu\text{g/l}$ 时吸收速率达到饱和;当温度提高到 15°C 时,吸收速率达到饱和的浓度增高到 $400\mu\text{g/l}$; 20°C 以上,在实验所用的浓度范围内吸收未达到饱和。

35°C 的吸收情况较特殊。在低浓度下的吸收速率比在其他温度下的吸收速率都低,但随着浓度的增高,吸收速率即有较快的增加。在实验的最低浓度 ($50\mu\text{g/l}$) 下,藻体内的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 即有所释出。

为说明问题,我们又作了吸收一小时后的释出实验。

实验材料分成两组,分别放在 30°C 和 35°C 的不同浓度的培养液中吸收一小时,然后

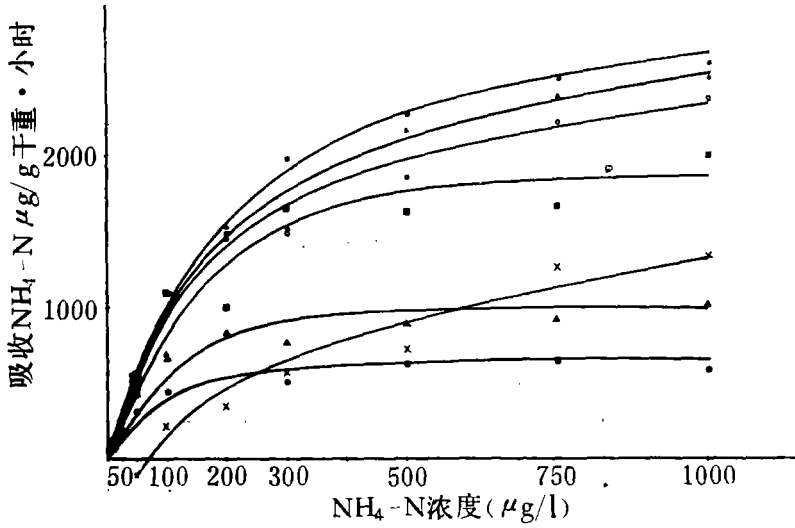


图2 藻体不同部位及不同肥力海区紫菜吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 速率的比较

● 5°C ▲ 10°C ■ 15°C ○ 20°C △ 25°C □ 30°C × 35°C

将实验材料取出，用无菌低氮海水快速冲洗掉表面沾附的培养液后再分别放入 30°C 和 35°C 的低氮海水中一小时，然后测定低氮海水中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的增加量，并计算藻体内的释出量。实验结果如图 3。

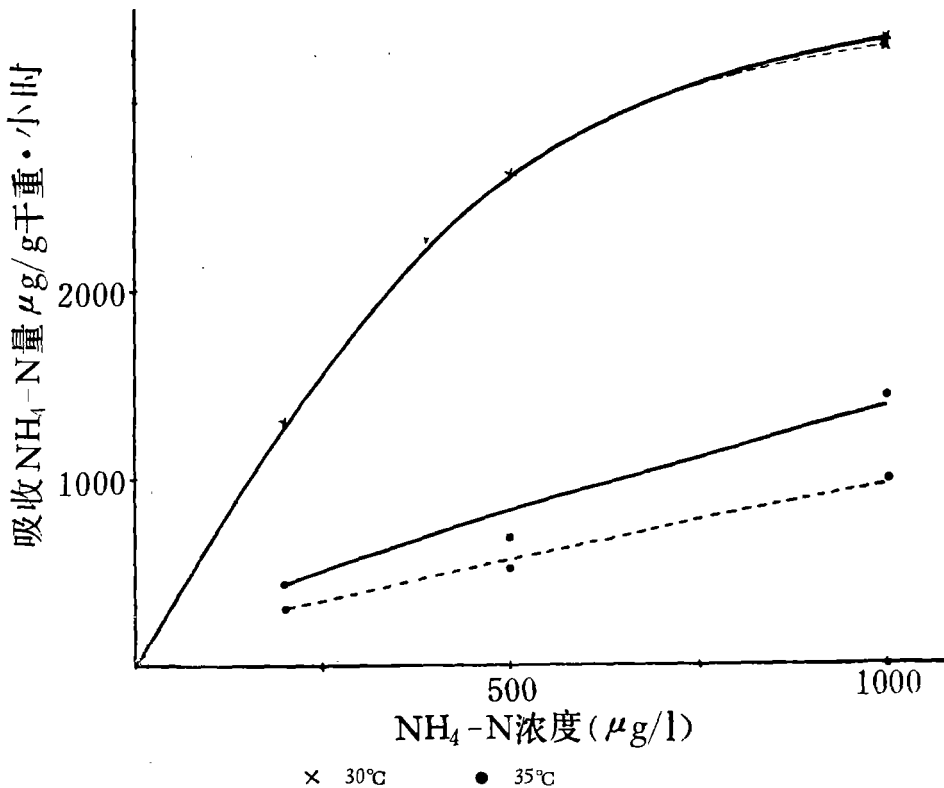


图3 紫菜在不同温度下吸收 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 量与释出量的比较

从图 3 可以看到, 在 30°C 时吸收一小时的藻体, 放到低氮海水中一小时, 在外界溶液浓度突然变低的情况下, 藻体内的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 基本不释出。而在 35°C 下, 藻体却释出其吸收量的 30% 左右。

三、讨 论

藻体不同部位的吸收实验说明, 生长期的条斑紫菜从体尖部到体下部的吸收能力是逐渐降低的。Jerry A. Topinka 用螺旋墨角藻 (*Fucus spiralis*)^[7] 做的不同部位吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的实验也得与此相似的结果: 藻体前端幼嫩组织的吸收速率高, 下部较老的叶片吸收速率低, 柄部最低。螺旋墨角藻在褐藻门中是较高级的种类, 而紫菜在红藻中则是较低级的。条斑紫菜藻体构造简单, 是由单层细胞组成的膜状叶片。表面看来, 藻体各部位细胞没有明显的差别, 但不同部位在生理特性和生长速度方面不尽相同。例如其生殖细胞的形成就是从上部边缘开始, 逐渐向下延伸的, 一般基部不形成生殖细胞。看来正是由于其生长速度和生理功能的不同而形成各不同部位对 N 素的需要不同, 因而吸收能力也不相同。

不同海区生长的紫菜吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的速率有明显的差别, 贫瘠海区紫菜的吸收能力远比相对肥区的紫菜强。这可能是因为贫瘠的海区中由于氮供应的不足, 藻体中碳与氮的比例 (C/N) 必然较肥区的紫菜高, 也就是说, 藻体内有大量的光合产物可以与 N 相结合, 因此, 瘦区紫菜吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的速率也相对的高。

温度在 30°C 以下, 条斑紫菜吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的速率随温度的增加而增高。但在不同温度范围内吸收率增加的幅度大不相同, 10°C 上升到 15°C 时, 吸收速率增加最多。温度超过 20°C 以后, 吸收速率仅有较小的增加。

温度高达 35°C 时, 吸收情况比较特殊: 在各种浓度下吸收速率均较低。随着外液 $\text{NH}_4\text{-N}$ 浓度的增加, 吸收率几乎呈直线增加。而当外液浓度突然降到极低时, 原来吸收的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 则释出 30% 左右。说明 $\text{NH}_4\text{-N}$ 之进入藻体或从藻体内释出及进入藻体的数量都在一定程度上取决于外液的浓度。这表明温度达到 35°C 以后, 藻体细胞质膜的主动选择作用减弱, 出现了被动的吸收现象。

从以上实验结果可以看到条斑紫菜对 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的吸收速率和浓度的关系曲线是一条可饱和的曲线类型。在达到饱和以前, 吸收速率是随浓度的变化而变化的。吸收速率与营养盐浓度的关系习惯的延用 Michaelis-Menten 式来表示:

$$v = V_{\max} \cdot \frac{S}{K + S}$$

v 为吸收速率, S 为营养盐浓度。式中两个主要参数: V_{\max} 是最高的吸收速率, K 是在吸收速率达到 $\frac{1}{2}V_{\max}$ 时的营养盐浓度。一般说来, 各种藻类有不同的 K 和 V_{\max} 值, 可以用来比较不同藻类吸收率的潜在能力, 也可以推算出某种藻在某一浓度下的吸收速率。在大型藻类方面如螺旋墨角藻 (*Fucus spiralis*)^[7], 叶江蓠 (*Gracilaria foliifera*)^[2,3], 钩沙菜 (*Hypnea musciformis*), 巨藻 (*Macrocystis pyrifera*)^[4], 和刺松藻 (*Codium fragile*)^[5], 等已被用来进行过 $\text{NH}_4\text{-N}$ 吸收的研究, 有些也测定了 K 和 V_{\max} 值。在这些报告中, 有

的已注意到温度所引起的 K 和 V_{max} 两个参数值的变化^[5,7]。从条斑紫菜的吸收实验可以明显的看出,温度的变化会引起 K 和 V_{max} 值较大幅度的变化。例如, 15°C 比 10°C 的最高吸收速率 V_{max} 值高出约一倍, K 值高出约一倍半。这样大的差别甚至可以超过种间的差别。也曾有人试图将 Michaelis-Menten 等式加进温度变化的参数^[6], 但问题是, 从以上实验结果可以看到, 除温度外, 原生长海区的营养盐浓度及藻体的不同部位都能影响两个参数的值。除此以外, 其他未知的影响因子还会很多, 故如果运用 Michaelis-Menten 式也只能对测定出两个参数值的特定环境进行推算, 而难以用来做不同种藻类吸收能力的比较。

参 考 文 献

- [1] 李纫芷、丛仁义、孟兆才, 1980. 条斑紫菜吸收 NH_4-N 的研究 I. 培养液浓度和通气量对吸收的影响. 海洋与湖沼 11(4): 358—361.
- [2] DeBoer, J. A., H. J. Guigli, T. L. Israel et al., 1978, Nutritional studies of two red algae. I. Growth rate as a function of nitrogen source and concentration. *J. Phycol.* 14(3): 261—266.
- [3] D'Elia, C. F. and J. A. DeBoer, 1978. Nutritional studies of two red algae. II. Kinetics of ammonium and nitrate uptake. *ibid.* 14(3): 266—272.
- [4] Haines, K. C. and P. A. Wheeler, 1978. Ammonium and nitrate uptake by the marine macrophytes *Hypnea musciformis* and *Macrocystis pyrifera*. *ibid.* 14(3): 319—324.
- [5] Hanisak, D. M. and M. M. Harin, 1978. Uptake of inorganic nitrogen by *Codium fragile* subsp. *tomentosoides* (Chlorophyta). *ibid.* 14(4): 450—454.
- [6] Goldman, J. C. and E. J. Carpenter, 1974. A kinetic approach to the effect of temperature on algae growth. *Limnol. Oceanogr.* 19: 756—766.
- [7] Topinka, J. A., 1978. Nitrogen uptake by *Fucus spiralis*. *J. Phycol.* 14(3): 241—247.

THE UPTAKE OF NH_4-N BY *PORPHYRA YEZOENSIS* II. RELATION OF ABSORPTION TO TEMPERATURE*

Li Renzhi Cong Renyi and Meng Zhaocai
(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

Ammonium uptake by *Porphyra yezoensis* was examined and found to be of saturation type nutrient kinetics under 30°C, although V_{max} and K_s changed correspondently. In case the temperature was elevated to 35°C, *Porphyra yezoensis* could not carry on normal uptake, some passive equilibration appeared between the tissue and the medium.

*Contribution No. 881 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.