

单细胞藻类 对营养盐类的吸收

孙灵毅 王力勇 徐惠章
(烟台市水产研究所, 山东 264000)

单细胞藻类作为贝、虾、刺参、海胆等海洋经济动物幼体的基础饵料,直接关系到人工育苗的成败。因此,研究单细胞藻类的生长与环境因子的相关性十分重要。影响藻类生长的环境因子很多,如光照、温度、盐度、pH 值、碳源、营养盐、微量元素等,本文着重探讨单细胞藻类(以下称单胞藻)对营养盐的吸收。

1. 单胞藻对氮的吸收

从植物对营养物质吸收同化的功效来看,利用还原态氮更经济。当藻类的细胞处于生长期,水中的 $\text{NH}_4 - \text{N}$ 常被大量消耗而 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 和 $\text{NO}_2 - \text{N}$ 被利用不多。这种吸收率的差异还表现在受环境条件的制约上:如低温、弱光照将大大抑制对 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 的吸收,而对吸收 $\text{NH}_4 - \text{N}$ 的影响相对小得多。 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 被吸收后在植物细胞内须还原为 $\text{NH}_4 - \text{N}$ 才能用于氨基酸合成,而 $\text{NH}_4 - \text{N}$ 可直接被利用。目前工业生产的化肥主要是尿素和铵盐,价格低廉、来源广,单细胞藻类对尿素和铵盐的利用优于对硝酸盐的利用。另外,藻类在生长旺盛期大量吸收水中的 HCO_3^- 离子,导致培养液中 pH 值升高,铵盐是生理酸性盐,有助于降低培养液的 pH 值,利于藻类生长;尿素也可提供一定的碳源。

陆田生认为,浮游植物是海水中游离氨基酸的消耗者,即使在硝酸盐充足的情况下也会吸收它。McCarihy 测定了浮游植物对尿素的吸收,发现所吸收的尿素量占总氮量的 28%。徐立等指出,氨基酸浓度是影响藻类生长率的重要因素,

氨基酸、尿素和生活污水中的有机氮可以作为藻类的氮源,能被藻类间接或直接利用。

2. 单细胞藻类对磷的吸收

磷是藻类增殖必需的营养源。陈慈美等认为,当介质中有机磷、无机磷均丰富时,藻类主要利用无机态磷;而无机磷贫乏时也吸收部分有机磷。这种选择性的吸收差异,使有机磷向无机磷转化的速率及转化增量的大小有可能引起不同藻类之间的演替。有时,磷的促生长(单因子实验)效果不明显,可能与磷的“超前消费”(藻类以体内储存的磷维持生长)有关。

氮与磷的比值对藻类的生长有较大的影响。当营养盐总水平能满足浮游植物生长时,海洋浮游藻类的氮磷吸收比基本上遵循 Riedfield 比值 16:1,因此常用此比值来判断浮游植物受营养盐相对限制的情况;也可作为水体中植物受氮或磷限制的重要指标。高氮/磷值(如 >30)意味着受磷限制;低氮/磷值(如 <5)意味着受氮限制。中肋骨条藻(*Skeletonema*)在氮/磷值等于 16 时生长速度最快,细胞增殖的数量最高。氮/磷值大于 16 状态下的生长速度要优于氮/磷值小于 16,说明其生长主要受到氮的限制;然而,藻细胞内碳水化合物和蛋白质的合成和积累却在氮磷比小于 16 状态下高于氮磷比大于 16 时。这说明,细胞的快速生长与分裂,对能量消耗的增加不利于物质的储存。另一方面,磷元素参与多种物质的合成以及酶的合成,可溶性蛋白和碳水化合物的合成受磷的影响较大。

收稿日期:2002-12-03; 修回日期:2003-02-27

作者简介:孙灵毅(1963-),女,高级工程师。现从事海洋经济动物育苗和单细胞藻培养。

主要研究方向:单细胞藻的兼养培养以及其它经济动物育苗饵料的研制。

张青田等在等鞭金藻(*Isochrysis*)的实验中,发现,当氮、磷浓度较低时,它们的浓度变化对藻类增殖的影响较大,即随着氮、磷浓度的增大,增殖速率明显增大;而当氮浓度为100或磷浓度大于5时,浓度对增殖的影响差异不大。这说明,在达到最适营养盐浓度前,等鞭金藻的增殖速率与营养盐的浓度呈正相关;当超过最适浓度后,营养盐浓度升高并不能产生更高的增殖速率。在试验浓度范围内,最高的氮、磷水平反而使该藻增殖速率有所下降,但未出现抑制现象。唐森铭发现了限制性营养盐的转换现象,在硅藻培养中可溶性无机氮和硅盐消耗比磷快,当这二种营养盐的浓度降到缺乏时,便抑制藻类生长,成为限制因子。

3. 单细胞藻类对铁的吸收

铁是藻类细胞色素和多种酶的组成成分。铁盐有无机铁和有机铁(柠檬酸铁)二种形式,被藻类吸收、利用的铁是三价铁, Fe^{2+} 在溶液中被氧化为 Fe^{3+} ,因此不论加 Fe^{3+} 或 Fe^{2+} ,最后都以 Fe^{3+} 的形式吸收。铁离子在pH值高时与磷酸根离子结合产生沉淀,为避免这一现象,可在加无机铁时先加EDTA钠盐,使之与铁离子螯合,EDTA钠盐与铁离子的浓度之比为2:1。陈慈美认为,胶体水合氧化铁可作为海水藻类生长所需的铁源。铁对藻类生长的影响取决于藻类的有效吸收,以及它转化为生物活性物质的速率。在总铁浓度小于 10^{-5}mol/L 的介质中,随着铁含量的增大,藻类的有效吸收增加;且对络合态 $\text{Fe}^{3+}-\text{EDTA}$ 的吸收及藻类生长速率均大于胶态铁(总铁浓度相同)。当介质中铁浓度小于 10^{-8}mol/L 时,铁则成为藻类生长的限制因子。

4. 碳源

碳是构成藻体的主要元素,而碳源在单胞藻培养中常被忽略。在低密度单胞藻的培养中,可以用通气和搅拌的办法让空气中的二氧化碳不断补充被吸收的 HCO_3^- ;但在高密度培养中,碳源就

可能成为生长的限制因子,必须使用碳肥。碳肥可以用碳酸氢钠(即小苏打),但更有利的是通二氧化碳。因为藻细胞在进行光合作用时吸收培养液中的 HCO_3^- ,引起介质中的pH值增高,从而使磷和铁等发生沉淀;且pH值增高也会抑制藻的生长。通入 CO_2 不但增加碳源,亦可降低pH值。碳酸氢钠是一种生理碱性盐,以它作为碳源会增加培养液的pH值。确定合理的 CO_2 使用量可用pH值作为标志,调节 CO_2 的通入量,使培养液的pH值保持在7.5~8.5之间。

5. 微量元素

微量元素作为辅助因子参与生物的生化反应,促进藻类生长。这些元素包括Zn、Mn、Cu、Mo和Co,在每升海水中以毫克的量加入,对藻类的生长有利。为了避免沉淀,通常也先加EDTA钠盐螯合,配成母液,然后再使用。

单细胞藻类的生长是藻细胞与外界环境相互协调的过程,也是生物有机体与无生命环境之间不断进行物质交流与循环的过程。诸多环境因子中的一个或几个不适宜,都会引起生长迟缓或停滞。

参考文献

1. 梁英,麦康森,孙世春等. 不同的营养盐浓度对三角褐指藻生长的影响. 海洋湖沼通报,1999(4):43~47
2. 张青田,张兆琪,董双林. 氮、磷对金藻的增殖效应. 海洋湖沼通报,2002(2):45~51
3. 朱从举,齐雨藻,郭晶弼等. 铁、氮、磷、维生素 B_1 和 B_{12} 对海洋原甲藻的生长效应. 海洋与湖沼,1994,25(2):168~172
4. 李铁,史致丽,李俊等. 营养盐对中肋骨条藻和新月菱形藻部分生化组成和性质的影响. [J]海洋与湖沼,2000,31(3):239~244
5. 金德祥. 生物饵料培养. 65~71. 北京:农业出版社,1995.
6. 张海滨,孙世春,麦康森等. 微藻异养培养技术的研究进展. 海洋湖沼通报,2000(3):51~59

发稿编辑 朱大白

校对 汤惠明

欢迎订阅《水产科技情报》杂志

本刊邮发代号4—204,每册定价4.00元,全年订费24.00元。

编辑部地址 上海市佳木斯路265号 邮政编码 200433 联系人 侯妙福
电 话 (021)65483215×631,636,65489796 传 真 (021)65489796