

文章编号: 1006-446X(2004)11-0027-04

不同生长时期盐藻无机元素分析

王溪森^{1,2} 谢小龙^{1,2} 赵利^{1,2} 王莉¹ 李毅^{*1}

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要: 测定了对数生长期和稳定期盐藻中 10 种无机元素 K、Na、Ca、Mg、P、Cu、Zn、Fe、Mn、Se 的含量。结果表明, 稳定期盐藻中 K、Ca、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn、Se 的含量比对数生长期都有不同程度的增加, Na、P 的含量反而降低。

关键词: 盐藻; 无机元素; 对数生长期; 稳定期

中图分类号: Q 949.212 **文献标识码:** A

盐生杜氏藻 (*Dunaliella salina*) 简称盐藻, 隶属于绿藻门团藻目盐藻科杜氏藻属, 绿色单细胞。盐藻在海水、咸水湖、盐池中生活, 适应性很强, 繁殖快。盐藻营养丰富, 蛋白质含量高, 因无细胞壁, 营养成分容易被吸收。在一定条件下盐藻细胞中能积累大量的甘油、 β -胡萝卜素。盐藻中 β -胡萝卜素含量最高可达干重的 14%^[1], 远远高于其它动物和植物体内的含量, 是 β -胡萝卜素的极好天然产源。盐藻具有很大的开发应用价值。李淑清等^[2]对内蒙古吉兰泰杜氏盐藻的无机元素进行过测定, 但不同生长期的盐藻中无机元素的变化情况未见报道。本文对对数生长期和稳定期的盐藻中的 K、Na、Ca、Mg、P、Cu、Zn、Fe、Mn、Se 10 种无机元素进行了测定比较, 为盐藻的开发利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 样品

盐藻 (*Dunaliella salina*) 藻种购于中国海洋大学藻种库, 编号 C42。

在培养瓶中一次性培养盐藻, 当盐藻生长处于对数生长期时, 离心藻液即得到对数生长期的盐藻; 培养条件不变继续培养, 当盐藻生长进入稳定期后, 离心藻液得到的盐藻即是稳定期的盐藻。

1.2 仪器

日立 180/80 原子吸收光谱仪; XDY-I 型无色散原子荧光光谱仪; 751G 型分光光度计。

1.3 样品处理和元素分析

将盐藻样品放入适量的去离子水中充分混匀, 离心, 重复 3 遍。洗净的盐藻在干燥箱中 60℃ 干燥, 取出研磨粉碎备用。

准确称取样品 2.000 0 g, 放入高温电炉于 500~550℃ 灰化 4 h, 取出冷却后加入 10 mL (HNO₃) = 50% 的 HNO₃ 溶液, 加热溶解灰分, 转移至 100 mL 容量瓶中用无离子水定容。此溶

基金项目: 2001 年中科院中组部“西部之光”人才培养计划项目; 2003 年国家科学技术部农业科技成果转化资金项目

* 通讯作者: 李毅, 研究员, 电话: 0971-6143282, Li Yi@mail.nwipb.ac.cn

收稿日期: 2004-10-22

液以火焰原子吸收光谱法测定 K、Na、Ca、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn 元素。

准确称样 0.100 0 g, 置于 100 mL 消化瓶中, 加 8 mL 浓硫酸, 轻轻摇匀, 放置过夜后, 加 5 mL 高氯酸, 然后放置于电热板上消解 3~4 h, 直至消解液为 1~2 mL, 冷却后定容。吸取 10 mL 样品液, 放入 50 mL 容量瓶中, 加 2 滴二硝基酚指示剂, 用 6 mol/L NaOH 溶液中和至微黄色, 准确加入 5 mL 钼锑抗显色液, 用无离子水定容, 稳定后测元素 P 含量。

另准确称取 1.000 0 g 样品于 50 mL 烧杯中, 加入 5 mL HNO₃, 放置 3~4 h 后, 在电热板上低温消化 1 h, 加入 2 mL H₂O₂, 再加热消化至体积 1~2 mL, 加入 2.5 mL HCl 加热溶解盐类, 转移至 25 mL 容量瓶中用无离子水定容, 此溶液用氢化物原子荧光光谱测定 Se 元素。

2 结果与讨论

2.1 结果

盐藻中 10 种无机元素的测定结果见表 1。

表 1 盐藻无机元素测定结果

| 元 素 | w/ 10 ⁻⁶ | | P |
|-----|---------------------|-------------------|-------|
| | 对数生长期 | 稳定期 | |
| K | 7 965.50 ±18.36 | 8 184.50 ±10.82 | <0.01 |
| Na | 8 268.50 ±17.54 | 7 834.70 ±29.84 | <0.01 |
| Ca | 10 223.70 ±121.29 | 11 046.00 ±202.71 | <0.01 |
| Mg | 5 702.70 ±33.16 | 6 488.70 ±18.63 | <0.01 |
| P | 9 361.50 ±9.08 | 9 151.70 ±23.86 | <0.01 |
| Cu | 7.40 ±0.15 | 9.61 ±0.06 | <0.01 |
| Zn | 28.33 ±0.11 | 41.11 ±0.35 | <0.01 |
| Fe | 493.40 ±2.31 | 533.20 ±2.63 | <0.01 |
| Mn | 9.76 ±0.06 | 11.57 ±0.07 | <0.01 |
| Se | 0.07 ±0.00 | 0.12 ±0.00 | <0.01 |

稳定期比对数生长期盐藻中 10 种无机元素含量增加百分比见图 1。其计算如下:

$$\text{增减比例}(\%) = \frac{\text{稳定期元素含量} - \text{对数生长期元素含量}}{\text{对数生长期元素含量}}$$

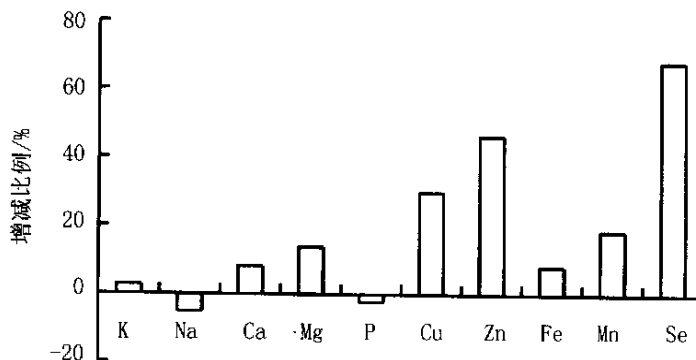


图 1 稳定期比对数生长期元素含量增减比例

2.2 讨 论

(1) 稳定期盐藻中 10 种无机元素 K、Na、Ca、Mg、P、Cu、Zn、Fe、Mn、Se 的含量与对数生长期相比差异极其显著, P 均小于 0.01。K、Ca、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn、Se 的含量都有不同程度的增加。其中, K 含量增幅最低, 为 2.75%; Se 含量增幅最大, 高达 67.65%; Na、P 的含量反而降低, 分别降低 5.25%、2.24%。

(2) K、Na、Ca、Mg、P 是人体必需的 5 种宏量元素^[3]。K 离子对酸碱平衡的调节起着重要作用^[4]。Ca 除作为人体骨骼和牙齿的主要组成成分外, 还具有增强毛细血管壁致密度、降低其通透性、抗炎消肿等作用^[5]。Mg 是人体多种酶的辅基和激活剂, 能提高酶的活性, 加速新陈代谢, 提高免疫力。缺 Mg 可引起动脉粥样硬化和心律失常^[6,7]。Mg 含量高可降低神经系统的兴奋性, 松弛扩张血管, 降低血压, 有利于防止心血管疾病^[8]。稳定期盐藻中 Mg 的含量高达 0.65%, 比对数生长期提高了 13.78%。K 和 Na 在生物学过程中是相互作用的。高 K 低 Na 有利于防治心血管疾病, 对癌症也有一定的预防作用^[9]。稳定期盐藻与对数生长期相比, K 含量上升而 Na 含量反而下降, K 比 Na 的含量高 4.27%, 其高 K 低 Na 的特性有利于人体健康。

(3) 盐藻中人体必需微量元素 Cu、Zn、Fe、Mn、Se 的含量丰富, 特别是 Fe 的含量可高达 496.3~528.0 mg/kg。微量元素在人体中起着非常重要的生理作用。Cu 可维持中枢神经系统功能, 与色素形成有关; 缺 Cu 儿童较健康儿童更易患近视^[10]。Zn 是多种酶的组成成分, 缺 Zn 可引起体内一系列代谢紊乱, 生理功能异常, 生长和智力发育障碍^[11]; 缺 Zn 还可降低 DNA 的损伤修复功能^[12]。Fe 是人体内含量最高的必需微量元素, 参与重要的生理过程, 影响机体的能量代谢, 体内 Fe 缺乏或铁利用不良时, 则会出现缺铁症或缺铁性贫血^[13,14]。Mn 作为金属辅基为 MnSOD 活性所必需^[15,16], Mn 可增强胰岛素的生物学作用。Se 具有抑制细胞凋亡的作用^[17,18], Se 在人体抗癌过程中起着十分重要的作用^[19]。

盐藻中无机元素含量高, 各元素间含量比例合适, 可作为补充人体无机元素来源之一。尤其是盐藻中人体必需微量元素 Cu、Zn、Fe、Mn、Se 的含量丰富, 其高 K 低 Na 的特点更有利于人体健康, 盐藻进一步开发利用的价值较大。从不同生长时期盐藻中各无机元素含量的变化情况来看, 利用稳定期的盐藻更合适, 同时也能提高盐藻产量。

参考文献:

- [1] 姜建国, 姚汝华. 五种盐藻生化组成及 β -胡萝卜素异构体分析 [J]. 华南理工大学学报 (自然科学版), 1997, 25 (10): 38~41.
- [2] 李淑清, 索全伶, 杨伟. 内蒙古吉兰泰杜氏盐藻营养成分的研究 [J]. 内蒙古工业大学学报, 2000, 19 (1): 22~24.
- [3] 李琼芳, 莫海洪, 张穗娟. 微量元素在生命体中的最适浓度 [J]. 广东微量元素科学, 2003, 10 (10): 14~17.
- [4] 李泽鸿, 姚玉霞, 李振华. 五种中草药中七种元素含量测定 [J]. 广东微量元素科学, 2002, 9 (8): 59~61.
- [5] 金海燕, 张金起, 王永明. 吉林长白山野生百花中微量元素的分析 [J]. 广东微量元素科学, 2002, 9 (6): 63.
- [6] 孔祥瑞. 必需微量元素的营养、生理及临床意义 [M]. 合肥: 安徽科技出版社, 1982. 102~105.
- [7] 何志谦. 人类营养学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1988. 257, 320~330.
- [8] 董顺福. 元素镁的分析方法及其进展 [J]. 广东微量元素科学, 2000, 7 (10): 7.

- [9] 乌云, 陈海燕. 火焰原子吸收法测定三种天然色素中的八种无机元素 [J]. 广东微量元素科学, 2003, 10 (12): 43~44.
- [10] 李海鸥. 深圳市宝安区儿童头发中微量元素含量与儿童眼病关系的研究 [J]. 广东微量元素科学, 2003, 10 (12): 32~34.
- [11] 李刘东, 陈培基, 杨贤庆, 等. 即食麒麟菜的营养价值与食用安全性 [J]. 营养学报, 2004, 26 (4): 311~313.
- [12] 高国, 黄连珍, 李涛, 等. 锌对 D-半乳糖诱导的衰老小鼠学习和记忆行为的影响 [J]. 营养学报, 2004, 26 (2): 98~102.
- [13] 孟凡德, 赵全芹, 刘学启, 等. 紫菜多糖铁 () 配合物的制备及其理化性质 [J]. 华西药理学杂志, 2001, 16: 34~35.
- [14] 孙长颢, 孙文广, 付荣霞, 等. 铁对肥胖大鼠骨骼肌解偶联蛋白基因表达的影响 [J]. 营养学报, 2003, 25 (4): 348~352.
- [15] Paynter D I. Changes in activity of the manganese superoxide dismutase enzyme in tissues of the rat with changes in dietary manganese [J]. J Nutr, 1980, 110: 427~447.
- [16] DeRose G, Keen CL, Leach R M, et al. Regulation of superoxide dismutase activity by dietary manganese [J]. J Nutr, 1980, 110: 795~804.
- [17] 郭玲, 薛安娜, 王淑琴, 等. 超氧阴离子自由基诱导 NIH3T3 细胞损伤和凋亡及抗氧化营养素防护作用研究 [J]. 营养学报, 1999, 21: 163~165.
- [18] 高键, 薛安娜. 营养素防护同型半胱氨酸致 ECV304 细胞损伤和凋亡 [J]. 营养学报, 2004, 26 (3): 192~195.
- [19] 陈兆和, 杨德忠. 微量元素对老年人健康的作用与危害 [J]. 广东微量元素科学, 2002, 9 (8): 1~6.

Analysis on the Content of Inorganic Element in *Dunaliella salina* of Different Phage

WANG Xi - sen^{1,2}, XIE Xiao - long^{1,2}, ZHAO Li^{1,2}, WANG Li¹, LI Yi¹

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Science, Xining 810008, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The content of 10 kinds of inorganic elements (K, Na, Ca, Mg, P, Cu, Zn, Fe, Mn, and Se) in *Dunaliella salina* of logarithmic phage and stationary phage was determined. The results showed that the content of K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn and Se in *Dunaliella salina* of stationary phage was higher than that in *Dunaliella salina* of logarithmic phage, yet the content of Na and P in *Dunaliella salina* of stationary phage was lower than that in *Dunaliella salina* of logarithmic phage.

Key words: *Dunaliella salina*; inorganic element; logarithmic phage; stationary phage