

# 维生素C通过TGF- $\beta$ /Smads通路介导胶原蛋白合成促进光棘球海胆摄食

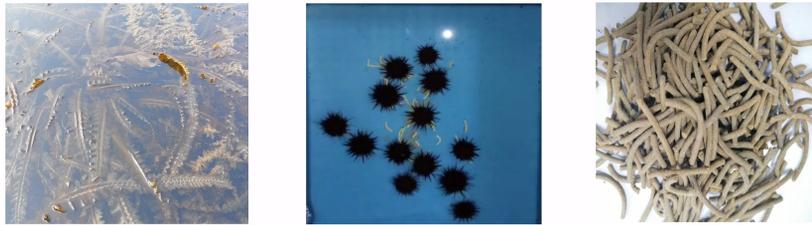
刘海静, 宫攀科, 苟丹, 曹佳豪, 邸维啸, 丁君, 常亚青, 左然涛\*

大连海洋大学农业农村部北方海水增养殖重点实验室, 大连海洋大学, 大连, 116023, 中国

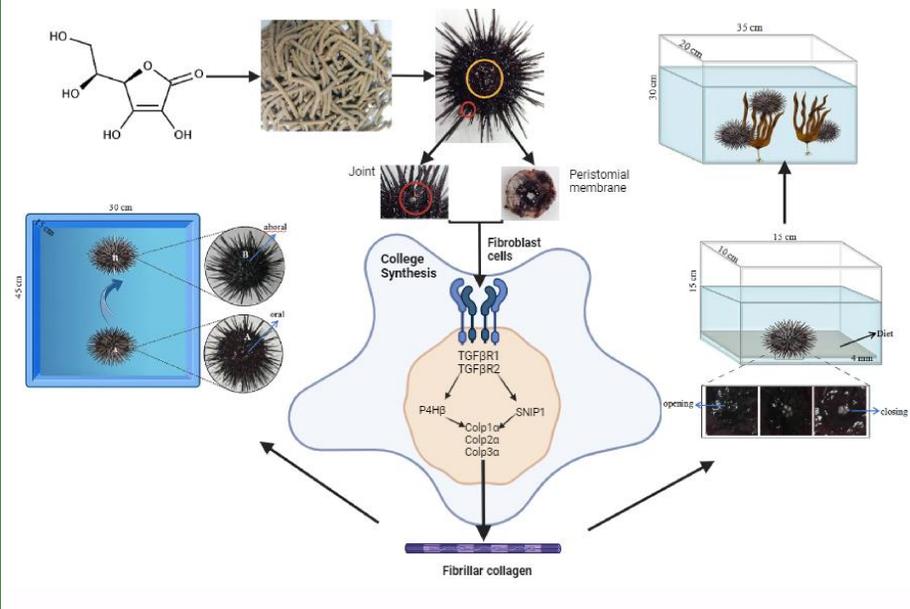
## 研究背景

光棘球海胆(*Mesocentrotus nudus*)因其性腺营养丰富、味道鲜美, 现已成为我国主要海胆养殖品种之一。增加摄食量是实现海胆快速生长的关键。摄食量的增加与摄食器官功能的改善密切相关, 而足够的胶原蛋白是支持其功能所必需的。

维生素C是维持水生动物正常生长性能、摄食量和饲料转化率所必需的重要微量营养素。此外, 研究表明维生素C对胶原蛋白合成至关重要, 能显著增加动物牙齿、关节和肌肉中的胶原蛋白含量。然而, 目前关于维生素C对海胆摄食器官中胶原蛋白合成的影响和潜在机制仍不清楚。胶原蛋白的合成受到TGF- $\beta$ /Smads途径的调控。因此, 本研究旨在探讨维生素C通过TGF- $\beta$ /Smads通路介导胶原蛋白合成促进光棘球生长和海胆摄食。



## 材料与方 法



## 结果

### 一、摄食和生长

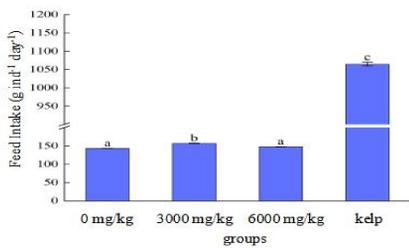


图1 维生素C对海胆摄食量的影响

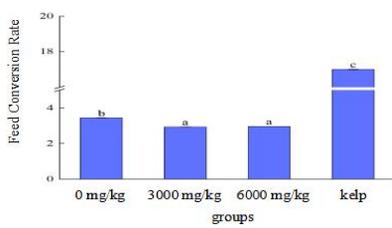


图2 维生素C对海胆饲料转化率的影响

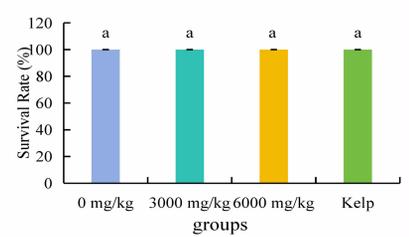


图3 维生素C对海胆存活率的影响

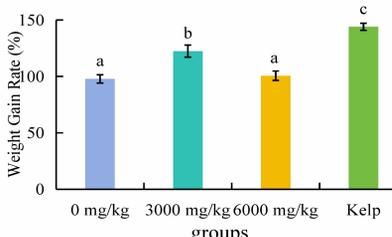


图4 维生素C对海胆增重率的影响

## 结果

### 二、运动和摄食行为

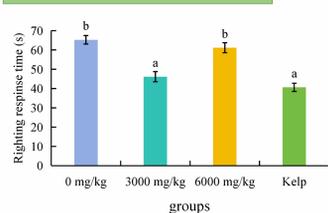


图5 维生素C对海胆翻正行为的影响

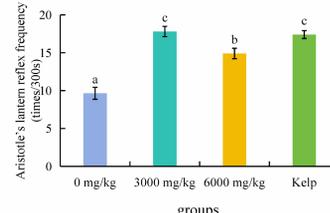


图6 维生素C对海胆亚里士多德提灯咬合的影响

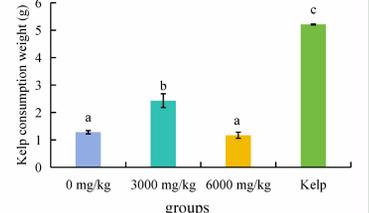


图7 维生素C对海胆海带块消耗量的影响

### 三、胶原蛋白含量和分布

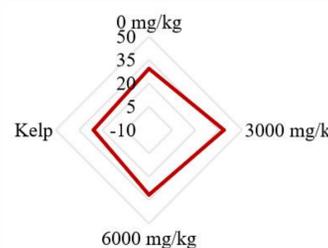


图8 维生素C对海胆关节胶原蛋白含量的影响

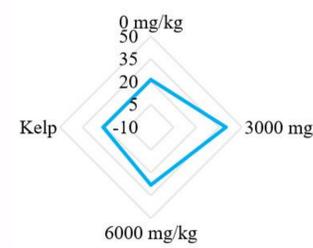


图9 维生素C对海胆亚里士多德提灯胶原蛋白含量的影响

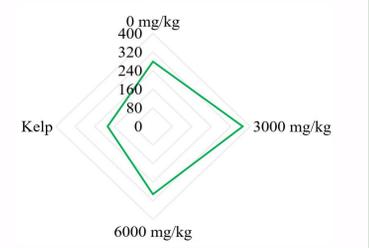


图10 维生素C对海胆围口膜胶原纤维面积的影响

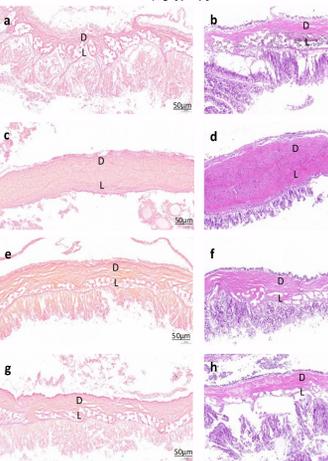


图11 维生素C对海胆围口膜胶原蛋白含量的影响

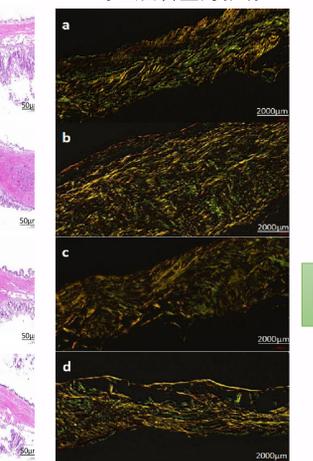


图12 维生素C对海胆围口膜胶原纤维组成的影响

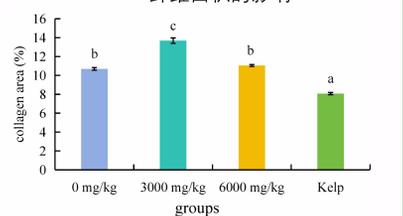


图13 维生素C对海胆围口膜组织结构的影响

### 四、胶原蛋白合成相关基因表达

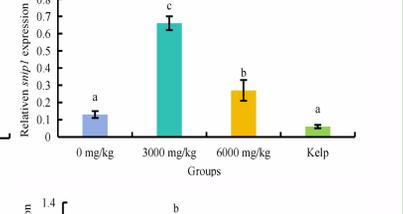
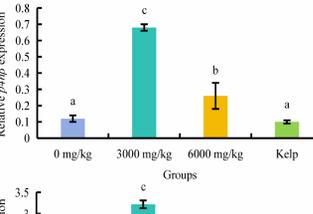
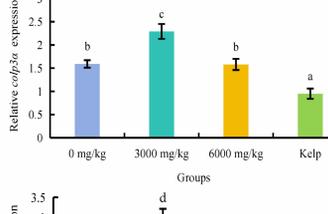
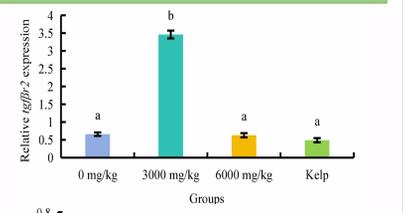
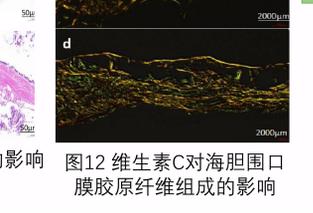
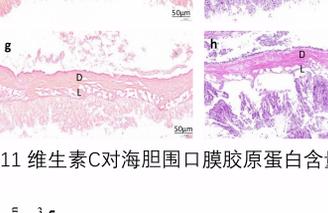


图14 维生素C通过TGF- $\beta$ /Smads通路对胶原蛋白合成相关基因表达的影响

## 结论

- 3000 mg/kg 维生素C显著提升了海胆的摄食量和生长迅速。
- 3000 mg/kg 维生素C显著增强了海胆的运动和摄食能力, 包括翻正行为速度、亚里士多德提灯咬合频率和海带块消耗量。
- 3000 mg/kg 维生素C显著增加了海胆围口膜、关节、亚里士多德提灯的胶原蛋白含量。同时, 围口膜纤维胶原面积最大, 排列最为紧密。
- 3000 mg/kg 维生素C显著提高了海胆围口膜中colp1 $\alpha$ , colp2 $\alpha$ , colp3 $\alpha$ , tgfb1, snip1, tgfb2和p4 $\beta$ 的表达量。
- 综上, 维生素C有助于促进海胆生长和摄食, 这可能是通过TGF- $\beta$ /Smads通路增加海胆围口膜、关节和亚里士多德提灯中的胶原蛋白合成实现的。

作者简介: 刘海静, 硕士研究生, E-mail: lhajing@hotmail.com

通讯作者: 左然涛, 教授, 研究生导师, E-mail: rtzuo@dlou.edu.cn

项目信息: 辽宁省“兴辽英才计划”青年拔尖人才(XLYC2203036), 大连市杰出青年科技人才项目(2022RJ14), 辽宁省自然科学基金(2023-MSLH-015), 辽宁省教育厅自然科学基金(LJKMZ20221096)