



# 维生素E通过抗氧化作用及TGF-β /Smads通路调节海参 (*Apostichopus japonicus*) 体壁中的胶原蛋白含量

王紫彤, 徐如健, 杨宏兵, 李瑞学, 丁君, 常亚青, 左然涛\*

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

## 研究背景

海参 (*Apostichopus japonicus*) 因其高营养价值和独特的药用特性在全球水产养殖中备受关注。其体壁是主要的食用部位, 其中胶原蛋白占总蛋白质的70%, 直接影响海参的市场。维生素E作为一种抗氧化剂, 在抵抗体内自由基、增强抗氧化能力方面具有显著作用。此外, 研究表明维生素E对胶原蛋白沉积有积极影响, 能够显著增加动物肌肉中的胶原蛋白含量。然而, 目前关于维生素E对海参体壁中胶原蛋白合成的影响及其潜在机制仍然缺乏深入研究。胶原蛋白合成的调控与TGF-β/SMAD信号通路密切相关。维生素E可能通过调节TGF-β/SMAD信号通路对海参的胶原蛋白沉积产生影响。因此, 本研究旨在探索维生素E对海参体壁胶原蛋白合成、抗氧化能力及TGF-β/SMAD信号通路关键基因表达的影响, 并为理解维生素E对海参胶原蛋白合成的机制提供科学依据。

## 实验方法

### 养殖方法



本实验通过添加不同浓度的DL-α-生育酚乙酸酯 (DL-α-Tocopheryl Acetate), 将饲料分为四组, 维生素E含量分别为0 mg/kg、100 mg/kg、200 mg/kg和400 mg/kg。在每次投喂前, 将前一天准备的饲料与30%的蒸馏水混合, 揉成直径约为1.5 cm的球状固体饲料。每天上午7:00和下午4:30各投喂一次, 饲料的量根据海参的日常摄食量进行调整。

### 取样方法



从每组10只海参的背部中部切取1 cm × 1 cm的体壁组织块, 剥离肌肉组织后, 将3只海参的体壁样本切成5 mm × 5 mm的片段, 用无菌生理盐水冲洗后置于多聚甲醛中固定, 用于组织学观察。其余7只海参的体壁样本不带肌肉组织及色素层, 放入RNA酶无酶管中, 并储存在-80 °C以进行后续的基因表达和营养成分分析。

## 结果

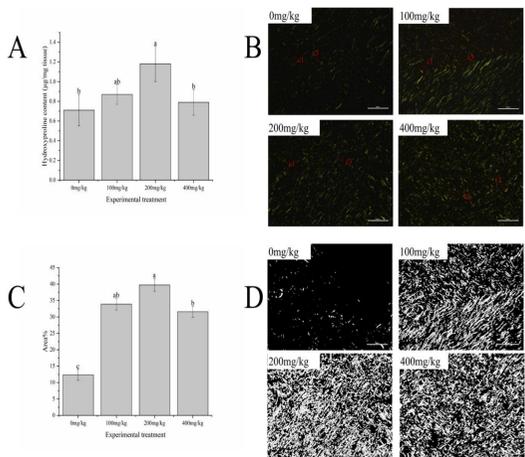


图1. 维生素E对海参体壁胶原含量以及胶原类型的影响

在200 mg/kg组中, 体壁的胶原纤维排列最为紧密有序, 而随着维生素E添加量的增加, 胶原纤维的相对面积百分比先升后降, 200 mg/kg组的胶原纤维面积显著高于对照组和400 mg/kg组。

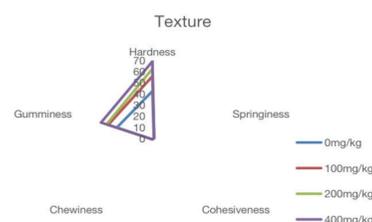


图2. 维生素E对海参体壁质地影响

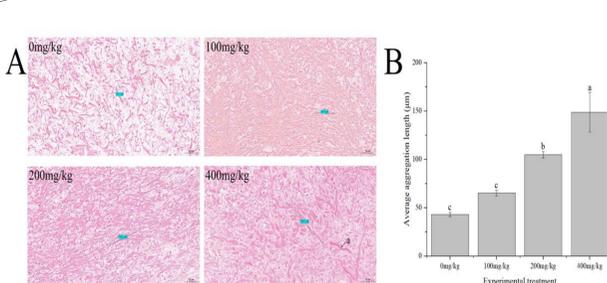


图3 维生素E对海参体壁胶原纤维形态的影响

在400mg/kg组中, 纤维聚集成束, 体壁硬度达到最高。且TGF-β/SMAD信号通路表达量显著降低。

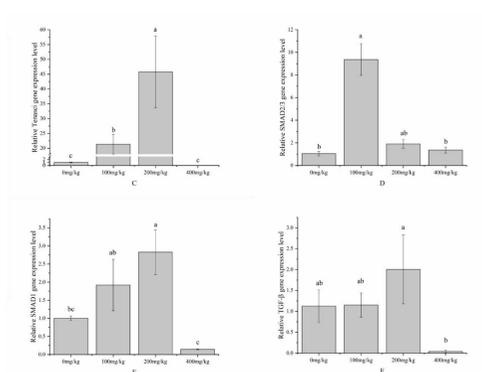


图4 维生素E对海参体壁TGF-β/SMAD信号通路的影响

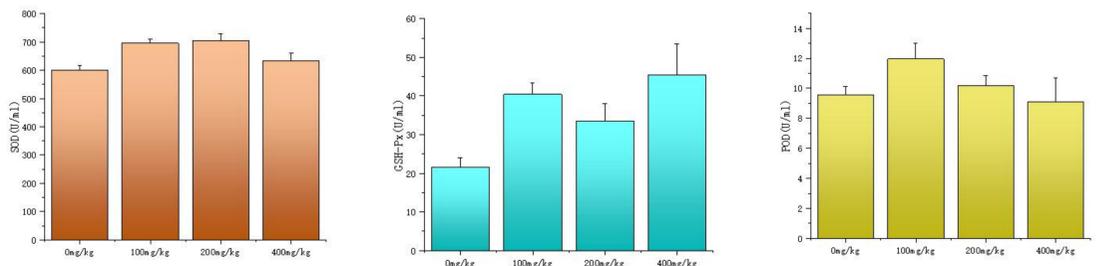


图5 维生素E对海参体壁抗氧化酶活性的影响

随着维生素E添加量的增加, 海参体壁中的SOD和POD活性先升高后降低, 其中200 mg/kg组的SOD活性显著高于对照组, GSH-Px在400 mg/kg组达到最高, POD则在100 mg/kg组达到最高, 但400 mg/kg组的POD活性低于对照组。

## 结论

- 在刺参饲料中添加200 mg/kg维生素E能够激活TGF-β /SMAD信号通路, 促进生长和Hyp合成, 并显著改善体壁质地。200 mg/kg维生素E还能够促进III型胶原蛋白的合成, 提升抗氧化酶活性, 增强胶原沉积和组织结构。
- 然而, 添加400 mg/kg维生素E会引发氧化应激, 抑制生长, 导致胶原纤维过度聚集, 体壁变硬, 这可能与TGF-β /SMAD信号通路的下调有关。
- 本研究表明, 优化刺参饲料中的抗氧化剂水平, 有助于提高胶原蛋白含量并改善感官质量。

作者简介: 王紫彤, 硕士研究生, E-mail:17325222382@163.com

通讯作者: 左然涛, 教授, 硕士生导师, E-mail: rtzuo@dlou.edu.cn; zuorantao@163.com

项目基金: 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: 2022RJ14; 辽宁省科技厅面上项目: 2023-MSLH-015; 辽宁省教育厅面上项目: LJKMZ20221096