
东南大学研究人员发现细胞内消化藻类全新机制

作者：writer 来源：东南大学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/934.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

2018年6月6日，英国皇家科学会会刊(Proceedings of the Royal Society B)以历史最长篇幅(10页)，在线报道了东南大学陆祖宏、何春鹏师生等撰写的研究性论文《Phagocytic intracellular digestion in amphioxus (Branchiostoma)》，并被《自然》杂志以Highlight形式评论。

英国皇家科学会会刊是世界上最古老的科研杂志，是《自然》杂志索引名录的30个生物类期刊之一。这次发表东南大学陆祖宏、何春鹏师生的研究论文，发现了文昌鱼盲囊是一种执行细胞内消化机制的消化器官，第一次以直接证据，证明细胞内消化机制在多细胞动物的真实存在，否定了流行170多年的肝盲囊理论。这是生物学史上一次重大的理论突破。

细胞内消化方式通常被认为是单细胞动物特有的原始消化方式。学界普遍认为：多细胞动物以细胞外消化方式来消化食物。陆祖宏、何春鹏师生在10余年的脊椎动物肝脏、胰腺演化起源研究中，意外发现文昌鱼消化道(特别是盲囊部分)上皮细胞能够直接吞噬藻类等食物颗粒，并且能够对其进行有效的消化、吸收和利用。文昌鱼消化道上皮细胞通过强大的消化和免疫功能基因群，不但能够直接在细胞内部把藻类降解为氨基酸、寡肽、寡糖、寡核苷酸、脂肪酸、维生素和微量元素等营养物质，还能够有效降解藻毒素等有害物质，达到直接把藻类转化为可吸收、无毒害营养物质的目的(见下图)。

藻类的生态污染治理和有效利用一直是困扰全世界的科学难题。现有藻类处理方法成本高昂、技术路径曲折，实用性差。该论文报道的研究成果不仅加深了人们对脊椎动物的演化起源的认识，而且为藻类环境污染治理，藻类生物质的综合利用等指明了方向，如把藻类转化为饲料原料等应用。该成果将在生态环境治理、饲料产业结构等相关领域产生颠覆性变革。

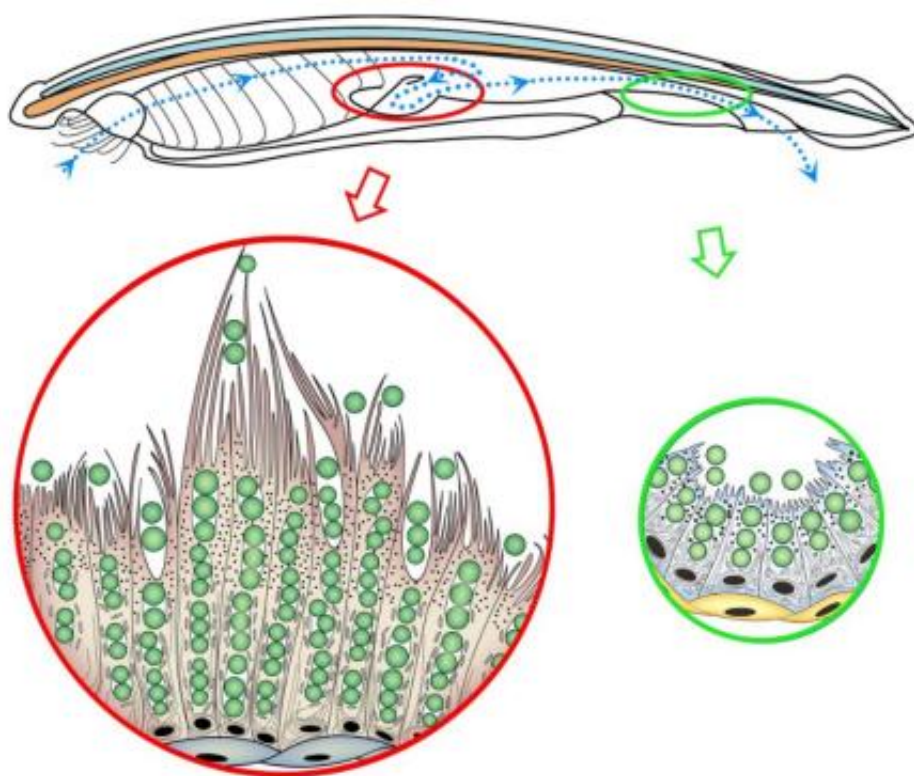


图1.文昌鱼消化道上皮细胞能够直接吞噬藻类等食物颗粒

红色圈为盲囊部分，绿色圈为后肠部分

1.在脊椎动物演化起源研究方面

文昌鱼盲囊与脊椎动物的肝脏和胰腺相似，也发育来源于前肠内胚层的后部细胞群，因此文昌鱼盲囊是脊椎动物肝脏和胰腺演化起源研究的焦点，正确认识文昌鱼盲囊的生理功能和发育来源是相关研究的核心。在过去的170多年中，文昌鱼盲囊的生理学定位一直存在巨大争议。Müller于1844年，基于形态观察提出文昌鱼盲囊是脊椎动物肝脏的演化前体器官，因此定义盲囊为肝盲囊(Hepatic diverticulum)。van Weel于1937年，利用普通光学显微镜，观察到文昌鱼盲囊可以吸收一些微小颗粒，因此认为盲囊可能是一种消化器官，与脊椎动物的外分泌胰腺演化同源，故定义盲囊为消化盲囊(Digestive diverticulum)。近期研究又表明，文昌鱼盲囊上皮细胞还能表达一定数量的免疫基因，如VCBPs等(Litman,2002)，因此有部分学者提出盲囊是一种原始的免疫中枢。现在三种观点都很流行，分别被不同学者接受，以至全球生物学教科书和专著中对文昌鱼盲囊的相关论述存在巨大分歧，严重影响学界对脊椎动物演化起源的整体性认识。由于文昌鱼盲囊具有高度的内源酶活性，常规固定方法会引起其在固定过程中的快速自溶，因此不能得到令人信服的基于透射电子显微镜的高分辨细胞形态学直接结果。同时，现有报道也没有基于转录组学或蛋白质组学研究的整体性研究结果，因此文昌鱼盲囊的生理学定位一直处于不明确状态。

过去10年中，陆祖宏何春鹏师生基于自主研发的能够有效固定高内源酶活性组织的特殊固定方法，并结合全长转录组文库制备和测序技术，辅以原位杂交和定量PCR技术，在生物学史上，首次证明文昌鱼盲囊是一种执行细胞内消化机制的消化器官，第一次以透射电子显微镜直接证据，证明细胞内消化机制在多细胞动物的真实存在，并彻底否定了流行170多年的肝盲囊错误理论。相

关试验结果显示,所有文昌鱼盲囊上皮细胞都具有直接吞噬藻类等食物颗粒的能力。同时,全长转录组测序和定量PCR结果表明,文昌鱼盲囊上皮细胞具有双重细胞生理学特性:在饥饿状态,具有类似脊椎动物外分泌腺细胞的特性,高度表达多种消化酶;在饱食状态,由于受到食物颗粒的刺激,具有脊椎动物吞噬细胞的类似特性,高度表达VCBPs、Gram-negative bacteria-binding protein、alpha2-macroglobulin、big defensin和Toll-interacting protein等多种免疫基因。这种双重属性保证,文昌鱼盲囊上皮细胞在降解藻类等食物颗粒的同时,还能够有效抑制藻毒素等有害物质,达到直接把藻类等食物颗粒转化为无毒害可吸收营养物质的目的。

2.在藻类的环境污染治理和饲料工业应用方面

陆祖宏何春鹏师生同时利用Gateway™ pYES-DEST52载体,构建文昌鱼消化道上皮细胞全长功能基因翻译文库,通过酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)体外海量表达文昌鱼细胞内消化机制相关功能基因组,以此功能基因组的蛋白质粗提产物按照1:1000比例和蓝藻混合,能够得到与文昌鱼盲囊上皮细胞在自然状态的类似效果,在24小时以内把蓝藻降解为无毒害、可吸收的小分子营养物质(相关研究还在进一步优化之中)。相关研究成果如果能够成功转化,将在生态与环境污染治理,饲料产业结构,以及农业产业结构等三方面产生革命性影响。不但蓝藻环境污染问题将得到有效治理,而且相关蓝藻降解产物将是豆粕、肉骨粉和鱼粉等饲料成份的有力低成本高质量替代品,进而对农业行业的口粮和经济作物比例产生根本性影响。

3.其它衍生研究成果

由于相关研究成果直接否定了肝盲囊的错误理论,证明了van Weel关于消化盲囊预判的正确性,陆祖宏何春鹏师生还从演化-发育生物学(Evo-Devo)研究出发,证明文昌鱼盲囊和脊椎动物胰腺一样,发育来源与Pdx1阳性前场内胚层,提示文昌鱼盲囊和脊椎动物胰腺为演化同源器官。相关研究成果已被Nature Ecology Evolution送审。(来源:东南大学)

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有,请勿用于商业用途, [爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发