

生物通讯 BIOLOGY LETTERS

院采编部下设刊物

2017年12月刊

走进**张硕**师姐
实验课题组

如何缩短食
物链？

实验初感受

封面动物：独角鲸

目录

走进实验室 · · · · · 3

——张硕师姐实验课题组

实验初感受 · · · · · 7

——鳌虾、蝗虫解剖实验

海豚的诉说 · · · · · 12

——如何缩短食物链？

独角鲸的事 · · · · · 16

——“海洋里的独角兽”

生物通讯编辑组：

张婕妤 马汶菲 魏一青 王爽 吴雪 赵昱婷

赵文潇 戴炜 王世颖 刘文睿

本期，我们采访了张凡老师实验室的2015级张硕师姐。

知识快递

德国小蠊是一种小型蟑螂，其原产地为非洲。随着防治用杀虫剂的大量使用，德国小蠊已经具备了极强的抗药性，多数杀虫剂对其无效。因德国小蠊的存在和难以防治，导致目前蟑螂已取代老鼠成为众害之首。^①



图2-2-1 德国小蠊和美洲大蠊

左侧为动物学实验室饲养的德国小蠊，右侧为美洲大蠊



图2-2-2 德国小蠊饲养

小蠊喜欢生活在纸板中，所以宿舍中有纸板箱的同学要注意了。

走近实验室

团队名称：ET团队

名称意义：英文excellent的第一个和最后一个字母，代表我们团队是最棒的。

团队主要成员：

生科—张硕（队长），孙晓霞，朱海滢，王誉蓉，武婷；
生技—卢洁，王敏，夏永明

成员分工：

实验部分全体成员一起进行

数据整理汇总，文稿撰写：

张硕，卢洁，夏永明，朱海滢

后期包装：王敏，武婷，张硕

演讲稿以及PPT讲解：朱海滢

问：截至目前，您的团队获得了哪些荣誉？

答：从“挑战杯”比赛开始以来，我们的项目一步步获得院一等奖，校一等奖，省特等奖，推到国赛后取得了全国三等奖的成绩。另外，团队成员还参加了其他各类比赛，在第一届山东省生物科技创新大赛中荣获省特等奖，山东省第三届“互联网+”大学生创新创业大赛中获省银奖，第一届全国大学生生命科学竞赛中获得国家三等奖等等。

问：参加挑战杯的实验项目名称是？

答：德国小蠊肠道菌群区系结构分析及抗真菌感染的研究。

问：当时是如何决定要做这个项目的？

答：自己已经在实验室呆了很长时间了，对相关研究有一些初步的了解，然后找了老师谈了谈，确定了最后的参赛课题。



①来自《奇异的昆虫》—张巍巍编著 2013。

BIOLOGY LETTERS

问：在您看来，这个项目有哪些意义？

答：个人意义：参赛过程中学会了许许多多，比如各种软件的利用，文稿的撰写，提高了个人能力，结交了许多各方面的朋友。

研究意义：这不仅是一个比赛，更是我们研究成果的完美呈现，在我看来，具有极大现实意义的是我们主要进行的昆虫等生物的肠道菌的研究以及最后研制的新型灭蟑剂。

问：能不能谈一谈项目的主要实验方法？

答：通过毒性实验比较新型绿僵菌的致死效果，利用高通量测序探究肠道菌群之间的关系，进行宏基因组分析阐明虫体代谢活性。

问：能否谈一谈，您通过项目得到的收获或者新学会的技术？

答：学会了有关生物信息学、生物统计学方面的数据分析技术，在对项目进行包装的过程中学会了PS和PR等各种软件的使用。

问：请问您的团队目前是否已有论文成果？如果有的话，是否已经发表？如果已经发表，能否提供一下文章题目？

答：已发表的：

山东大学学报《去除共生菌对德国小蠊生物适合度的影响》

内蒙古学报《多种抗生素对抗药性德国小蠊肠道菌去除效果的研究》

SCI一区期刊 Pest management science

《The interactions between gut microbiota and entomopathogenic fungi: a potential approach for biological control of *Blattella germanica* (L.).》

做实验前要遵循一定的流程，做严密的准备工作



图2-2-3 实验前工具的准备



图2-2-4 酒精消毒

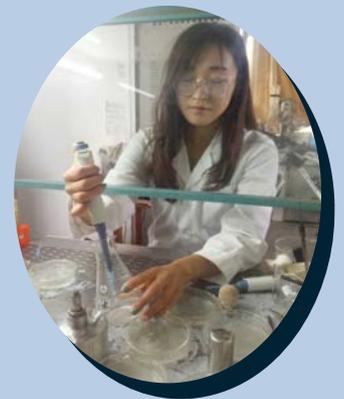


图2-2-5 在超净工作台的无菌环境中操作

上图中为张硕师姐



The interactions between gut microbiota and entomopathogenic fungi: a potential approach for biological control of *Blattella germanica* (L.).

Zhang F¹, Sun XX¹, Zhang XC¹, Zhang S¹, Lu J¹, Xia YM¹, Huang YH², Wang XJ³.

¹ Key Laboratory of Animal Resistance Biology of Shandong Province, College of Life Science, Shandong Normal University, Jinan, People's Republic of China.

² Food and Fermentation Engineering Key Lab of Shandong Province, Jinan, People's Republic of China.

³ Shandong Center for Control and Prevention, Jinan, People's Republic of China.

Key words

oral feeding test German cockroach The gut microbiota strain

Abstract

BACKGROUND:

Metarhizium anisopliae and *Beauveria bassiana* mainly infect insects through the cuticle; gut infection occasionally occurs. Micro-organisms existing in the gut may play a crucial role in the evolution and ecology of host defenses against fungal pathogens. To evaluate whether the gut bacteria participate in antifungal activity, and to determine their role in host protection, the interactions between gut bacteria and *M. anisopliae* and the diversity of gut microbiota in cockroaches were studied.

RESULTS:

An oral feeding test showed that the mortality of conventional cockroaches was significantly lower than that of germ-free cockroaches; both gut homogenates and aqueous fecal extracts showed antifungal activity, but the samples from germ-free cockroaches did not. Twenty-two bacterial strains with antifungal activity and siderophore-producing ability were isolated from

the gut and feces of cockroaches. Using high-throughput sequencing techniques, a total of 23 different phyla and 212 genera were detected. The composition of the microbiota of the hindgut was vastly different from those of the foregut and midgut; high-



Figure 2. Antifungal activity of the aqueous fecal extracts and gut homogenates from conventional cockroaches against *M. anisopliae* on PDA plates 3 days post-incubation. 1, negative control: sterile water; 2, foregut homogenate; 3, midgut homogenate; 4, hindgut homogenate; 5, aqueous faecal extracts.

er diversity and abundance of Bacteroides and Pseudomonas were found in the hind-gut.

CONCLUSION:

The gut microbiota of German cockroaches may play a critical role in protecting cockroaches from fungal invasion and colonization. Removing certain bacteria from the *B. germanica* microbiota may facilitate microbial control using fungal pathogens. © 2017 Society of Chemical Industry.

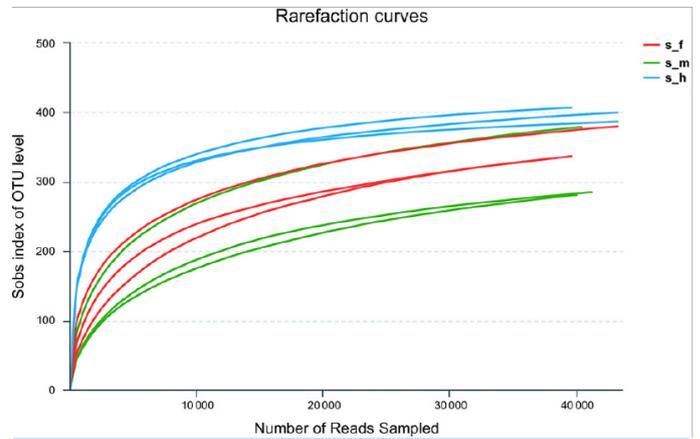


Figure 4. Rarefaction analysis of the different samples. Rarefaction curves of OTUs clustered at the 97% phylotype similarity level. Sobs represents observed number of species.

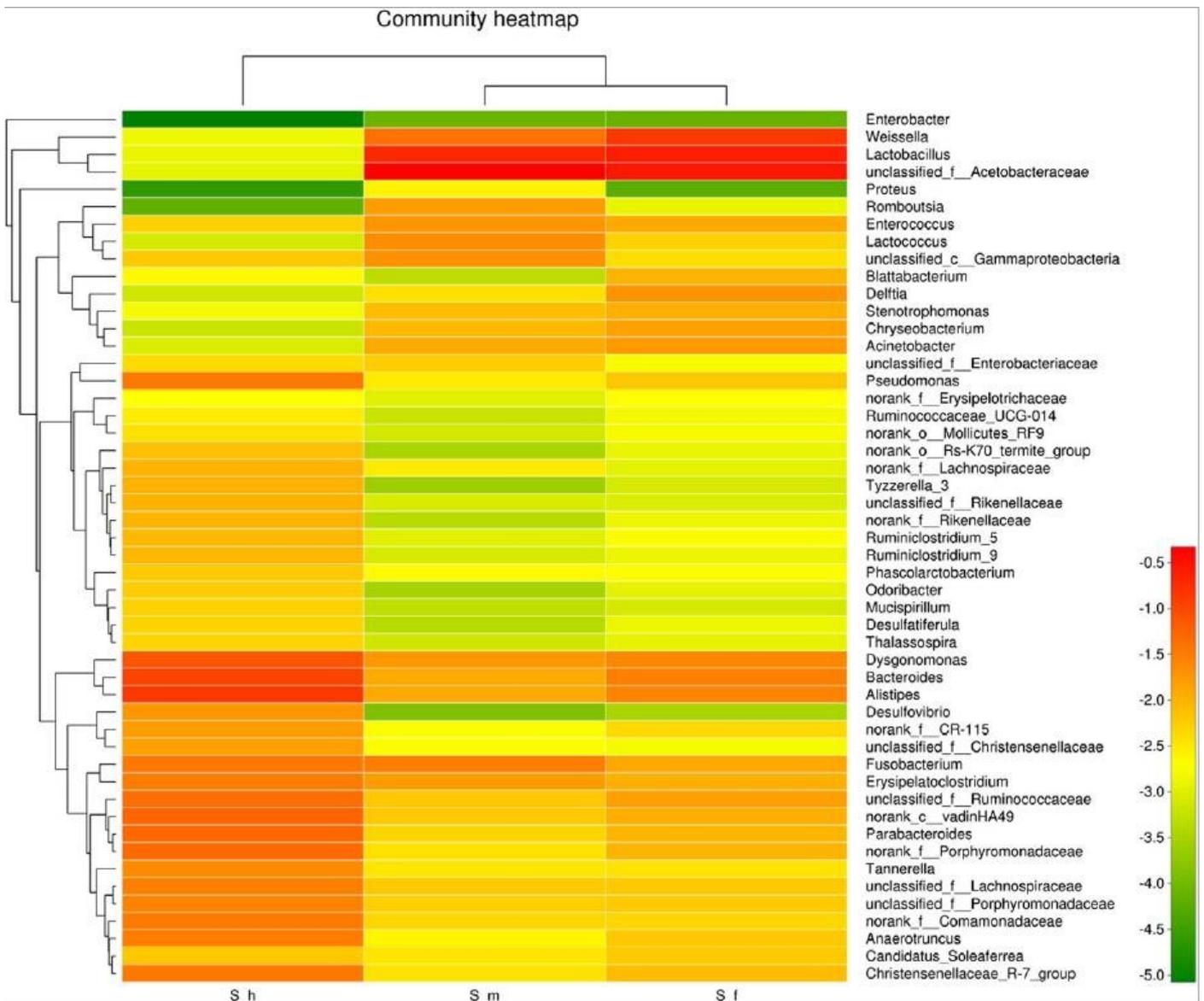


Figure 9. Heatmap of the top 50 most abundant genera in bacterial communities detected in the nine samples. Dendrograms for hierarchical cluster analysis grouping genera and sample locations are shown at the left and at the top, respectively. The color scale represents the normalized values of relative abundances by log10. Zero values were added as 1 and log10 transformed.

The first experiment

螯虾的解剖

螯

虾属于节肢动物门甲壳纲，适应水生生活。作为餐桌上的美味，大家都不陌生，今天我们来看一下螯虾的结构。

生物小知识

螯虾，节肢动物门甲壳纲十足目螯虾次目中淡水种类的通称。体形较大呈圆筒状，分布在水体流动、水中溶解氧含量高、透明度大，水质清新的水体中。

首先我们来观察螯虾的外形，通体红色，身体分为头胸部和腹部。附肢19对，头部5对、胸部8对，腹部6对。其中头部包括小触角、大触角、大颚、第一小颚和第二小颚。胸部包括第一颚足、第二颚足、第三颚足和5对步足。腹部包括6对腹足。然后引人注目的就是它具有钳子的第一步足。然后看一下虾身体的其他结构，解剖就从附肢开始。

一只手持虾使其腹面朝上，另一只手持镊子钳住附肢基部，从腹部最后一附肢依次开始，垂直拔下，切记一定要钳住基部，否则附肢会不完整。垂直拔下也不会破坏内部器官。将取下的附肢依次排放在铁盘中。自己观察各附肢的结构。

下面观察内部结构，用剪刀将虾头胸甲的一侧剪掉，即露出鳃腔中的鳃，观察呼吸系统。

再用镊子将头胸甲与下面的器官轻轻剥离，然后用剪刀沿头胸甲向前剪并且移去，在用剪刀沿腹部两侧由前向后剪，将腹部背面的外骨骼去掉。



BIOLOGY LETTERS

现在有很多器官暴露出来了，我们先看心脏的结构。位于头胸部后端背侧的围心窦内，为半透明、多角形的扁囊状。动脉细而透明，可能看不清楚。



生殖系统雌雄异体，雄性的精巢一对，白色，从胸部侧后方下行，雄性生殖孔开口于第五对步足基部内缘。雌性卵巢一对，呈现褐色，雌性生殖系统位于第三步足基部内侧。

除去生殖腺，可以看见下方左右两侧各有一团淡红色腺体，即为肝脏。除去肝脏，可以看到胃。胃分为贲门胃和幽门胃，贲门胃在前方，由三个钙质小齿组成的胃磨构成，后方为幽门胃，胃内着生刚毛。幽门胃后方便为肠管。

除去胃和肝脏，剥开大触角基部的骨骼，可以看到一团乳白色的圆形腺体，即触角腺，又称为绿腺，是虾的排泄器官，以壁薄的膀胱伸出的短管开口于大触角基部腹面的排泄孔。

最后就是神经系统，在身体腹面正中线上有一白色索状物，即为虾的腹神经链。镊子在食道左右两侧小心的剥离，可以找到一对白色的围食道神经。

这样一只螯虾就观察的差不多了，在做实验时慢慢体会，当你找到你想找到的结构时，那种兴奋是无法描述的。只有体会到了才知道当时的美好，望我们不负韶华，认真做好每一次实验！

螯虾解剖图



The second experiment

蝗虫的解剖

经历了蛔虫、蚯蚓、螯虾的解剖后，我们开始了对节

肢动物门昆虫纲的代表动物——蝗虫的解剖。这个时候的我们已经掌握了动物学解剖的要领，可以熟练地使用解剖工具，对于解剖过程的心理承受能力也已加强。相信很多同学和我一样，小的时候在麦地里捉过各种蝗虫，但是一定没有像这次实验课这样如此仔细地观察它的外部 and 内部结构，这次实验是一次全新的体验。

实验材料是用福尔马林浸泡储存的蝗虫，我们带好实验手套，将蝗虫放到蜡盘中，开始了实验。还是老规矩，解剖之前先看外形，我们根据理论课上学到的知识，结合实物，观察它的蝗虫的躯体分为头、胸、腹三部分：

1. 头部是感觉和摄食中心

(1) 单眼：3个、倒三角形排列。

(2) 复眼：1对。

(3) 触角：丝状。

(4) 口器：上唇、下唇、大颚、小颚、舌外部形态结构。

2. 胸部是运动中心

(1) 外骨骼：前胸背板发达；中、后胸各具气门1对。

(2) 翅：2对，前翅为覆翅、后翅为膜翅。

(3) 足：3对，前足和中足为步行足、后足为跳跃足。



生物小知识

蝗虫，俗称“蚂蚱”，属直翅目，全世界有超过10000种，我国有1000余种，其中东亚飞蝗在我国分布范围最广。



2. 腹部是生殖和代谢中心，共11节

(1) 外骨骼：雄体第九节腹板发达称为生殖下板；肛上板、尾须。

(2) 气门：第1—8节两侧，腹部共有8对气门。

外形的观察完成后我们就要开始拿出解剖工具对它进行解剖了。解剖的方法一定要记住，并且小心操作，不然可能会破坏它的内部细小的结构哦。

用剪刀减去翅，用镊子小心除去附肢，再沿体侧的气门上方、由后端向前剪至头部，另一侧也同样剪开，然后用镊子将北部的的外骨骼由前向后端揭开，注意保持背面的完整。接下来就是固定了，用大头针将它的两侧体壁固定于蜡盘中，加水淹没虫体，然后观察其内部结构。步骤可能会感觉繁琐，但是都是不可或缺的要领，体现基本的实验素养。

1. 消化系统：

(1) 前肠：口腔、食道、嗦囊、前胃。

(2) 中肠：又称胃。在胃和前胃的交界处有6条指状突起的胃盲囊。

(3) 后肠：回肠（胃后一端较粗的肠管）、结肠（较细）、直肠（结肠后一端粗大的肠管）。

2. 排泄系统：马氏管，100多条细盲管，着生于中肠和后肠的交界处。

3. 神经系统：

(1) 脑：位于头背面，分前、中、后脑3部分。

(2) 咽下神经节：位于食道下方。

生物小知识

蝗虫营养丰富，肉质鲜嫩，在台湾等地具有“飞虾”的美称，是受欢迎的食品。

(3) 腹神经索：位于消化道腹面。

4. 生殖系统

(1) 雌性

- 1) 卵巢：1对，许多卵巢管组成。
- 2) 输卵管：1对，绕至消化道腹面，连中输卵管。
- 3) 阴道：中输卵管后方的一端粗管。
- 4) 受精囊：位于中输卵管背方。
- 5) 副性腺：1对，在输卵管前端。

(2) 雄性

- 1) 精巢：1对，合在一起，有许多精巢管组成，位于消化道背面。
- 2) 输精管：1对，从精巢两侧腹面通过。
- 3) 储精囊：1对，通受精管。
- 4) 副性腺：位于射精管前端的两丛细管状腺体。

虽然实验一做就是两个多小时，但是完成后会很有成就感；虽然过程繁琐，但是也十分有趣。很怀念大一做动物学实验的那些时光，有小组合作、互帮互助，也有自己的探索、把理论联系实际。两者相互促进，共同完成实验。

蝗虫的危害

成虫与蝗蝻的食性相同，均为植食性，而且成虫期补充营养强烈，约占一生总食量的75%以上。它们以咀嚼式口器咬食植物叶片和花蕾成缺刻和孔洞，严重时将大面积植物的叶片和花蕾食光，造成农林牧业重大经济损失。

海豚食物改变提示 海洋极端变化可缩短食物链

2017年10月20日，国际顶尖学术期刊《Science》旗下《Science Advances》杂志上在线发表了美国圣何塞州立大学Rocio I. Ruiz-Cooley研究员的一篇研究论文，研究报告了海豚食物改变提示海洋极端变化可缩短食物链。

这也就是说，海洋极端变化对海洋食物链有太大的影响，而之前，对于这些影响产生的变化我们并不是很熟悉，但本文的Rocio I. Ruiz-Cooley研究员利用海豚，这一我们熟悉的生物，对此展开了新的研究，并有了惊人的结果。

对此，我们可以通过介绍文大体地了解，并且我们摘录了部分原文，望大家可以更加准确地了解本文内容。

2017年10月20日，国际顶尖学术期刊《Science》旗下《Science Advances》杂志上在线发表了美国圣何塞州立大学 Rocio I. Ruiz-Coolley 研究员的一篇研究论文，研究报告了海豚食物改变提示海洋极端变化可缩短食物链。

据新的分析报告，像厄尔尼诺现象等极端海洋情况与加州目前生态系统中的食物链长度缩短相关。这些发现与以往的证据相左，因为过去的证据显示，南加州离岸地区的氮循环和食物链有着长期的稳定性和生态系统的韧性。尽管环境改变对具体海洋生物的影响已经有过良好的研究，但人们就其对食物链动态的影响则不甚了解，其原因是缺乏检测食物链长度因时而变的方法。为了进一步调查食物链结构的这类变化，Rocio Ruiz-Coolley 和同事对短吻真海豚 (*Delphinus delphis*) 进行了研究，这种动物可作为生态系统的一个指示器，因为已知海豚能通过其食物来整合其栖息环境中的化学特征。Ruiz-Coolley 等通过追踪氮同位素来跟踪位于食物链底部食源中的氨基酸是如何最终到达海豚的。这些食物链长度的代理系统显

示，在1997至1999年厄尔尼诺南方涛动事件之后，那里的食物链出现强烈衰减；而在2004年后，它又与海水中溶解氧气的减少相吻合。作者提出，3种主要的因素可能促成了这些同位素的改变：饮食从最佳猎物转变为次优猎物、深海散射层（这里可发现一系列的海洋动物）的社群集合发生显著变化、影响浮游生物的氮循环改变。海水中溶解氧浓度的衰减和发生更强厄尔尼诺事件的趋势在近些年中更为彰显，且预计会持续下去。因此，作者说，他们的研究方法可在未来用于监测，旨在理解食物链长度如何因应气候变化而变异。



部分原文摘录

《Temporal variation in pelagic food chain length in response to environmental change》

Climate variability alters nitrogen cycling, primary productivity, and dissolved oxygen concentration in marine eco- systems. We examined the role of this variability (as measured by six variables) on food chain length (FCL) in the California Current (CC) by reconstructing a time series of amino acid-specific $\delta^{15}\text{N}$ values derived from common dolphins, an apex pelagic predator, and using two FCL proxies. Strong declines in FCL were observed after the 1997–1999 El Niño Southern Oscillation (ENSO) event. Bayesian models revealed longer FCLs under intermediate conditions for surface temperature, chlorophyll concentration, multivariate ENSO index, and total plankton volume but not for hypoxic depth and nitrate concentration. Our results challenge the prevalent paradigm that suggested long-term stability in the food web structure in the CC and, instead, reveal that pelagic food webs respond strongly to disturbances associated with ENSO events, local oceanography, and ongoing changes in climate.



Our oceans are changing at a rapid pace, altering the population dynamics of species with important ecological consequences over entire ecosystems. Over the past century, changes in the physical and chemical environment of

marine ecosystems have altered biochemical cycles and primary production and influenced the phenology and distribution of many species . Productivity, a primary factor influencing species diversity and food web stability , has declined in some ocean basins , with impacts on component species. In the Bering Sea, for example, marine mammal and bird populations have decreased in abundance in association with decreased carrying capacity related to climate change . El Niño Southern Oscillation (ENSO) events, a dominant physical mode of interannual climate variability with global effects, are projected to become more frequent and intense than in the previous decades . Within the past 50 years, two extreme El Niño events (the warm phase of the ENSO) occurred only 14 years apart (1982–1983 and 1997–1998); they markedly reduced the abundance, survival, and fitness of many species and drove significant changes in community composition . Although the impacts of environmental variation on specific marine taxa have been studied

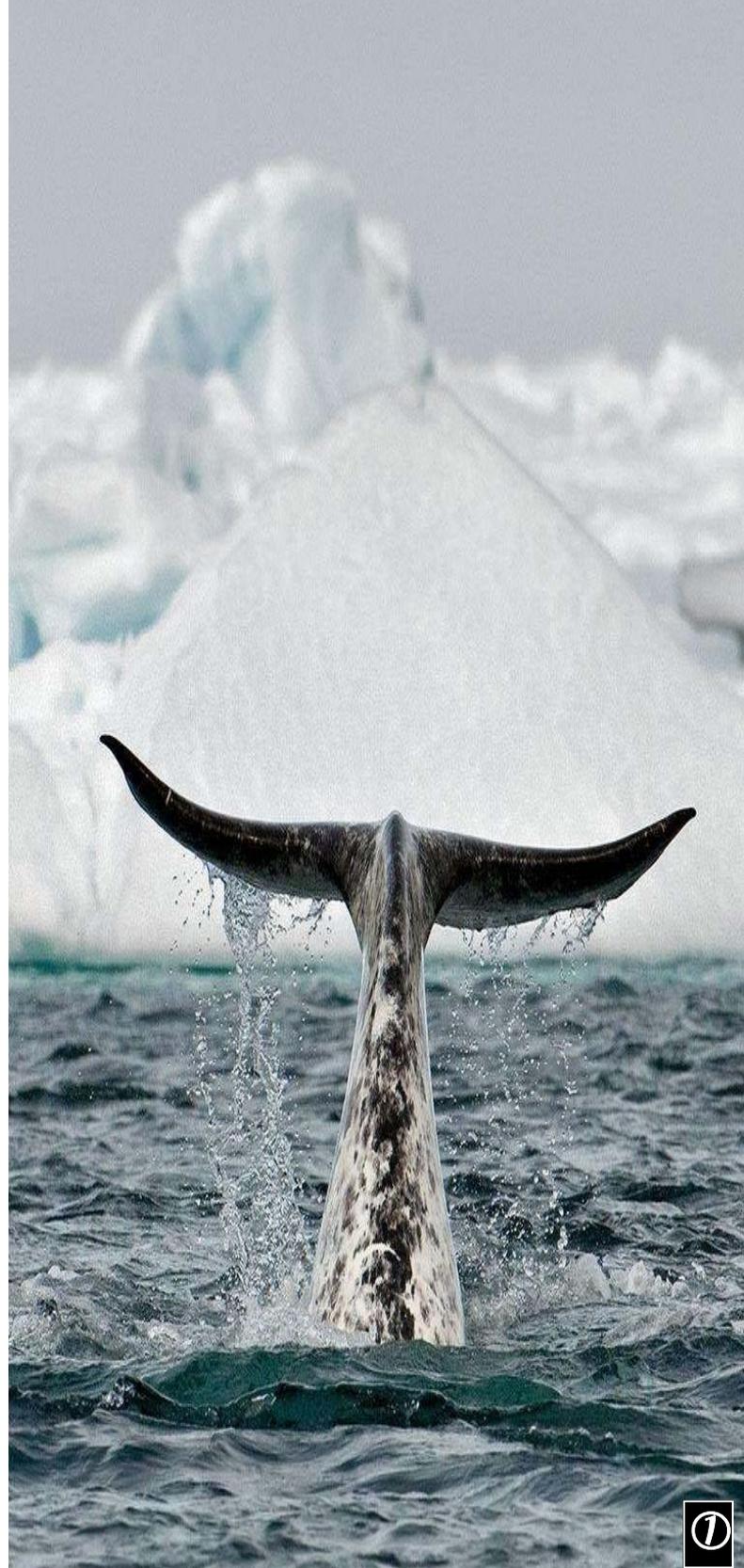
for some time, less is known about its impacts on pelagic food web dynamics because of a lack of available methods for measuring food web length through time.



独角兽的发现历程

1577年，英格兰探险家马丁·弗罗比舍怀揣着梦想，试图开辟一条西北新航道，在加拿大北部海域，探险队遭遇了前所未见的生物，在他们的航海日志里，我们看到了“一种有着巨大长角的大鱼”。

这神秘“大鱼”就是一角鲸，它可能比世界上任何一种生物都更接近传说中独角兽（Unicorn）的形象。两百年后，分类学大神林奈用拉丁文“monoceros”一词命名了这个传奇物种，意为“独角的”。这根曾被欧洲贵族奉为神物的“独角兽的角”，其实，不过是一枚雄一角鲸特化的长牙。



独角鲸

独角鲸又名一角鲸、长枪鲸，虽然它们口中绝大部分的牙齿已经退化消失，但雄一角鲸上颌两颗牙齿中左侧那颗，会在幼年时顶出唇外并持续生长，最终长成了一根硕大的螺旋形长牙，长度最长可达3米，重约10公斤。长牙多为左旋，内部大半中空，轴心基本笔直。极少数的雄一角鲸（每500头中约有一头）右侧的牙齿也会突出唇外，形成一种“双长牙”的罕见情况，不过，右侧的牙齿通常会略短一些。大多数雌鲸终生无牙齿，但有约15%的雌性个体也会长出稍短于雄鲸的长牙。

独角兽的传说



独角兽是古代神话传说中一种头顶正中长有一支单角的动物。据说独角兽的角有解毒功能，很多人乘机去卖“独角兽”的角的粉末。在中国古代传说里，羸疏（山海经·西山经）就是东方独角兽的一种。



③

一角鲸的头部小而圆，胸鳍短萌，尾部的形状如同蝴蝶翅膀。一角鲸没有背鳍，只有一道低矮的肉质隆起，这种演化或许是为了适应在冰层下游行。

成年一角鲸为灰白色，周身散布着细密的深色斑纹，苍白而斑驳的体色，远远看去仿佛溺水漂浮的水手，因此一角鲸在英文里被称为“Narwhale”——“nār”在古诺尔斯语中有着“浮尸”的含义。

长着这样长牙的动物并不多见，那为什么一角鲸会长这样的长牙呢？



④

雄鲸的长牙是一种视觉展示物，主要目的是吸引雌鲸并确立自己的地位。正如达尔文在《人类的起源与性的选择》一书中说的：“一角鲸招摇的‘长矛’是第二性征，就像〈驼鹿〉的角和孔雀的尾巴，在确立群体等级关系时起到重要作用。”这种“长牙象征生殖力”的说法与因纽特人的看法也相吻合，长牙较大的雄鲸通常是鲸群的领导，有着又长又粗长牙的雄性可以与较多的雌鲸交配。独角鲸的牙齿越长、越粗，代表它在鲸群中的地位越高。



⑤

一角鲸主要的食物是北鳕和格陵兰大比目鱼，也会捕食其它鱼类、头足类和甲壳动物。由于口中缺乏发育良好的牙齿，一角鲸捕猎时会选择渐渐靠近猎物，然后用力将猎物吸入口中或整个吞下。一角鲸的长牙表面，没有多数哺乳动物那样耐磨的珐琅质，裸露的牙骨质布满细小孔洞并连通牙髓神经。

一、天敌的威胁

虎鲸是一角鲸的主要天敌。一角鲸性情温驯并且游速较慢，它们只有通过深潜或躲藏在冰层之下来逃避虎鲸的追捕。北极熊也会捕食一角鲸，它们会利用一角鲸上浮呼吸的间隙，猎杀较为年轻的一角鲸个体。一角鲸体型不大，体重和北极熊接近，北极熊完全有能力捕杀。由于北极浮冰冰面多变，往往有一角鲸被困在类似冰窟窿的狭小水面不断换气，北极熊趁机对鲸鱼猛拍头部致死。

二、季节的改变

一角鲸会聚集成群进行季节性迁徙，它们的迁徙和海冰的形成与移动有关。春季冰层融化碎裂，它们会沿着浮冰边界移动，经水道游入峡湾；夏季是一角鲸交配和繁殖的季节，它们的妊娠期长达15个月，幼鲸于次年夏季出生。随着秋冬逐渐临近，浮冰再次扩张，它们必须寻找冰层能够移动的水域过冬，这确保了它们能及时寻找到呼吸口。一角鲸可以活到50岁，虽然

它们不像领航鲸那样有集体搁浅的现象，但常会受困于快速形成的海冰而出现群体窒息的情况。

三、气候的变化

全球变暖导致的海冰消融，使一角鲸更频繁地暴露于开阔海域。

四、人类活动

石油勘探等人类活动也影响着它们的正常迁徙。这些，成了一角鲸最大的生存威胁。

五、生活需求

因纽特人长久以来靠猎捕一角鲸换取基本的生存资源，在万物寂灭、寸草不生的不毛之地，一角鲸曾给他们带去了光明，也曾给他们战胜严寒的勇气；鲸肉鲸脂鲸皮鲸骨鲸牙，一角鲸的每一寸生命都被珍惜在极北之地，人类依赖自然，存亡与共。

“独角兽”受制于谁？





《生物通讯》以自己的方式存在着，引领大家逐渐接触到前沿的生物知识，让大家有所收获，有所进步，有所思考，有所创造。

声明：本刊绝不用作商业用途，感谢所有原文作者、翻译者、编辑。



sky采编部

扫一扫二维码，加我QQ。



sky采编部生物通讯公众号

扫一扫二维码，加我QQ。