

强壮藻钩虾食性分析及其对温度、盐度变化的响应

韩永望^{1,2} 李健^{1*} 陈萍¹ 李吉涛¹ 何玉英¹ 常志强¹ 戴芳钰¹ 刘德月¹

(¹农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(²中国海洋大学, 青岛 266003)

摘要 研究了强壮藻钩虾 *Ampithoe valida* 的食性及其对温度、盐度变化的响应。研究表明, 1) 强壮藻钩虾消化道内含物组成主要可分为有机物碎屑和大型藻类。2) 强壮藻钩虾消化道中蛋白酶活力最高, 脂肪酶活力次之, 淀粉酶活力最低。3) 使用不同饵料(对虾人工配合饲料、硬毛藻、小球藻、生物絮团和蛤蜊肉)饲养强壮藻钩虾, 发现对虾人工配合饲料为其生长的最佳饵料。4) 成体强壮藻钩虾比幼体强壮藻钩虾耐高温, 且耐温能力与其生活水温有关, 生活水温相对较高情况下耐温能力也相应提高。5) 强壮藻钩虾为广盐种, 在盐度 4~40 范围内均可正常存活。

关键词 强壮藻钩虾 食性 温度 盐度

中图分类号 S968.22 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2012)06-0053-06

Analysis of the feeding habits of *Ampithoe valida* and its response to different temperature and salinity

HAN Yong-wang^{1,2} LI Jian^{1*} CHEN Ping¹ LI Ji-tao¹ HE Yu-ying¹
CHANG Zhi-qi¹ DAI Fang-yu¹ LIU De-yue¹

(¹Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(²Ocean University of China, Qingdao 266003)

ABSTRACT In this study, the feeding habits of *Ampithoe valida* were analyzed, and its response to different temperature and salinity were observed. It was found that (1) the contents of the digestive tract of *A. valida* were classified into organic debris and algae; (2) Among the digestive enzymes in the digestive tract of *A. valida*, the activity of trypsin was the highest, followed by LPS, which was higher than AMS; (3) More rapid growth was achieved when *A. valida* fed on shrimp pellet diet, compared with diets such as *Chaetomorpha antennina*, *Chlorella*, biofloculant (biofloc) and clam meat diets; (4) Adult *A. valida* showed greater ability for high temperature resistance than young ones, and this tolerance is related to their living water temperature; (5) *A. valida* is a euryhaline animal, which can survive a salinity in the range of 4~40.

国家虾产业技术体系(CARS-47)和公益性行业(农业)科研专项经费项目(201103034)共同资助

* 通讯作者。E-mail: lijian@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2012-01-05; 接受日期: 2012-06-07

作者简介: 韩永望(1983-), 男, 硕士研究生, 主要从事对虾健康养殖研究。E-mail: whanyong@163.com

KEY WORDS *Ampithoe valida* Feeding habits Temperature Salinity

强壮藻钩虾隶属于节肢动物门、甲壳纲、端足目、钩虾亚目,是一种小型水生生物(中国甲壳动物学会 1992),主要生活在有机物丰富的海水中并常栖息于大型水草中(肖艳琴 2006),可全年在野外采集到。端足目在水产养殖中的作用已被证实,郑严等(1985)研究认为,螺赢蜚等可单独作为对虾稚、幼体的饵料;刘艳春等(2007)发现,在对虾养殖池中投放合适比例的青苔、藻钩虾和日本囊对虾,可实现天然生态养殖,至日本囊对虾体长达 6~8cm 前不需向养殖池投饵料;申志新等(2010)研究认为,青海淡水钩虾可作为一种优质饲料;钟源(2010)也研究过日本对虾养殖池塘中钩虾变动规律。目前对强壮藻钩虾的研究报道国外有 Borowsky (1983)和 Pardal 等(2000),国内仅有郑新庆(2008),关于强壮藻钩虾的基础生物学研究仍然十分欠缺。本研究主要分析强壮藻钩虾的食性及其对温度、盐度变化的响应,以指导人工培养、繁殖强壮藻钩虾。

1 材料与方法

1.1 实验材料

强壮藻钩虾采集时间为 2010 年 11~12 月和 2011 年 5~6 月,采集地点为山东省胶州湾;人工配合饲料为对虾 0 号配合饲料。参考郑新庆(2008),将体长超过 0.8cm 的强壮藻钩虾称为成体,体长小于 0.8cm 的称为幼体。

1.2 实验方法

1.2.1 强壮藻钩虾消化道内含物的组成分析

将采集得到的强壮藻钩虾($n=40$)立即解剖取出完整消化道,0℃保存,带回实验室在解剖镜下解剖并分析消化道内含物的组成。

1.2.2 强壮藻钩虾消化道蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶活力

将采集得到的强壮藻钩虾($n=30$)置于冰盘上的玻璃平面皿上,解剖取出完整的消化道并称重,将消化道在冰浴环境中研磨(肠道:0.9%生理盐水=1:3, w/v),然后 0℃、10 000 r/min 离心 10min,取上清液进行消化酶活测定。蛋白酶活力、淀粉酶活力和脂肪酶活力均使用南京建成生物工程研究所生产的相应试剂盒测定。组织匀浆液蛋白含量参考汪家政等(2000)使用的考马斯亮蓝法测定。

1.2.3 不同饵料条件下强壮藻钩虾的生长

将 12 个玻璃水槽消毒、清洗后随机分为 4 组,每组 3 个平行,每个平行投放初始体长 0.3~0.5cm 的强壮藻钩虾 0.50g(使用 40 目和 80 目的筛绢筛选以获得所需规格的钩虾),第 1 组以对虾人工配合饲料饲养,第 2 组以线形硬毛藻饲养,第 3 组以小球藻饲养,第 4 组不投喂任何食物。小球藻每 2d 100%更换 1 次(水体呈淡绿色),硬毛藻 2d 更换 1 次(投放量为 5.0g),饲料组过量投喂,各组每天均换水 1/3 去除粪便等。养殖用水为砂滤海水,盐度为 20,温度为 26℃,pH 为 8.2,溶氧>6mg/ml,养殖周期为 15d。

将 12 个蓝色塑料桶消毒、清洗后随机分为 4 组,每组 3 个平行,每个平行投放初始体长为 0.3~0.5cm 的强壮藻钩虾 0.5g(使用 40 目和 80 目的筛绢筛选以获得所需规格的钩虾)和硬毛藻 5.0 g(作为强壮藻钩虾栖息场所)。第 1 组不投喂任何饵料,第 2 组投喂新鲜碎蛤蜊肉,第 3 组投喂新鲜生物絮团(中国水产科学研究院黄海水产研究所海水养殖生物疾病控制与分子病理学实验室惠赠),第 4 组投喂对虾人工配合饲料。各组均过量投喂,每天换水 1/3,去除残饵、粪便等。养殖用水为砂滤海水,盐度为 20~21,温度为 25~26℃,pH 为 8.5,溶氧>6mg/ml,养殖周期为 19d。

1.2.4 温度对强壮藻钩虾存活率的影响

将 2010 年 11~12 月采集的强壮藻钩虾于实验室条件下 20℃进行人工繁殖,挑选规格较一致的幼体(体长 0.3 ± 0.02 cm)和成体(体长 1.0 ± 0.04 cm)作为实验材料。设置 5 个 20℃的恒温箱,每个恒温箱放置 6 个 1.0L 的大烧杯,其中 3 个烧杯放养幼体强壮藻钩虾,其余放养成体强壮藻钩虾,每烧杯放养 10 尾钩虾。以 2℃/h 的上调速度将恒温箱最终温度分别控制在 24、26、28、30 和 32℃。12h 内各温度梯度下的钩虾死亡率≤

10%，开始实验并记录成体和幼体强壮藻钩虾在不同时间点的存活率。

2011年6月从生活在25℃水体中挑选规格较一致的强壮藻钩虾(体长 1.04 ± 0.03 cm),取5个恒温水浴箱,每个水浴箱中放3个1.0L的烧杯,每个烧杯放养10尾钩虾。以2℃/h的上调速度将最终温度分别控制在27、29、31、33、35℃,12h内各温度梯度下的钩虾死亡率 $\leq 10\%$,开始实验并记录强壮藻钩虾在不同时间点的存活率。

1.2.5 盐度对强壮藻钩虾存活率的影响

选取规格较一致的强壮藻钩虾(体长 1.02 ± 0.06 cm),每组3个1.0L的烧杯,每个烧杯放养钩虾10尾,共8组。从盐度20开始,以2/h的速度将盐度上调或下调,使8组的最终盐度分别为0、2、4、20、40、45和50。每12h观察1次,记录强壮藻钩虾在不同时间点的存活率。

1.3 数据处理

使用SPSS 13.0对实验数据进行检验。 $P < 0.05$ 为存在显著性差异。

2 结果

2.1 野生强壮藻钩虾消化道主要内含物的种类

图1显示强壮藻钩虾消化道内含物的组成。由图1可见,强壮藻钩虾消化道内含物组成比较简单,主要分为有机物碎屑、浒苔+硬毛藻+有机物碎屑、硬毛藻+有机物碎屑、浒苔、浒苔+有机物碎屑5种类型。由此可知,强壮藻钩虾在野生环境中主要摄食水体中的有机质和大型藻类。

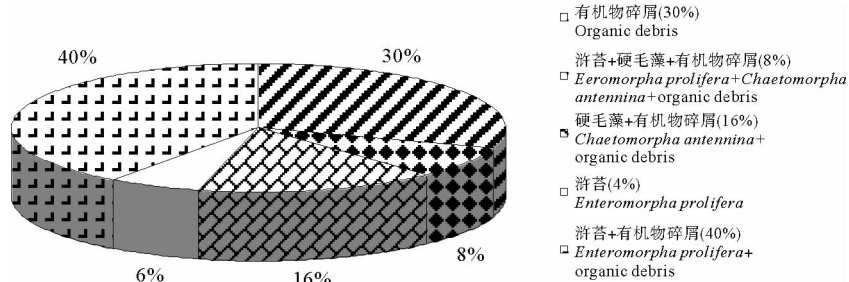


图1 野生状态下强壮藻钩虾肠道主要内含物种类

Fig.1 Main contents in intestine of wild *Ampithoe valida*

2.2 野生强壮藻钩虾消化道蛋白酶活力、淀粉酶活力和脂肪酶活力

图2表示强壮藻钩虾消化道内蛋白酶活力、脂肪酶活力及淀粉酶活力。由图2可知,强壮藻钩虾消化道内蛋白酶活力最高,其次为脂肪酶活力,淀粉酶活力最低。

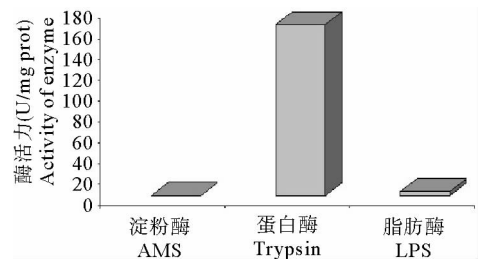


图2 野生状态下强壮藻钩虾肠道淀粉酶、蛋白酶及脂肪酶活力

Fig.2 Activity of AMS, Trypsin and LPS in intestine of wild *A. valida*

2.3 不同饵料条件下强壮藻钩虾的生长

图3显示强壮藻钩虾在对虾人工配合饲料、硬毛藻和小球藻3种饵料条件下的生长情况。由图3可知,在投喂对虾人工配合饲料条件下强壮藻钩虾总体重上升(> 0.5 g),而在硬毛藻、小球藻或不投喂任何饵料情况下强壮藻钩虾总体重均下降(< 0.5 g)。强壮藻钩虾在人工配合饲料条件下的生长显著高于其他饵料条件下的生长($P < 0.05$)。图4显示添加硬毛藻情况下对强壮藻钩虾分别投喂不同

饵料的生长结果。结果表明,强壮藻钩虾在对虾人工配合饲料条件下生长最快且与其余饵料条件下的生长存在显著性差异($P < 0.05$);其次在生物絮团和新鲜碎蛤蜊肉条件下生长较快,两者之间不存在显著性差异($P > 0.05$);对照组生长效果最差,与其余各组均存在显著性差异($P < 0.05$)。

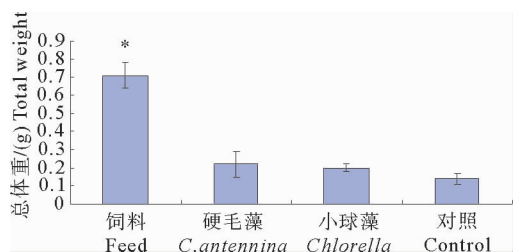


图3 强壮藻钩虾在人工配合饲料、硬毛藻及小球藻条件下的生长

Fig. 3 Growth of *A. valida* fed with artificial diet, *C. antennina* and *Chlorella*

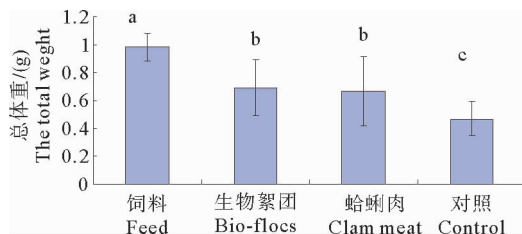


图4 强壮藻钩虾在人工配合饲料、生物絮团及蛤蜊肉条件下的生长

Fig. 4 Growth of *A. valida* fed with artificial diet, bio-flocs and clam meat

2.4 温度对强壮藻钩虾存活率的影响

图5与图6显示温度对强壮藻钩虾成体和幼体存活率的影响。结合图5与图6可得强壮藻钩虾成体26℃开始死亡,随着温度升高存活率下降速度增大;强壮藻钩虾幼体同样从26℃开始死亡,但随着温度的升高存活率下降速度比强壮藻钩虾成体大,其中32℃下84 h 100%死亡,30和28℃下120 h 100%死亡。由此说明,强壮藻钩虾成体比幼体耐高温。图5与图7分别显示生活在不同水温下(20和25℃)的强壮藻钩虾成体对温度的耐受力。结合图5与图7可得,生活在20℃条件下的强壮藻钩虾从26℃开始死亡,而生活在25℃条件下的强壮藻钩虾从31℃开始死亡,35℃下48h全部死亡。表1显示强壮藻钩虾在不同温度下的半数死亡时间,由表1可知生活在20℃水温中的成体从28℃开始出现半数死亡时间,且28、30和32℃的半数死亡时间分别为96、84、64 h;幼体从26℃开始就出现半数死亡时间,且从26~32℃的半数死亡时间分别为118、70、55、43 h。而生活在25℃中的成体从33℃开始半数死亡时间,33和35℃的半数死亡时间分别为72和26 h。结果表明,强壮藻钩虾成体比幼体耐高温,且其耐高温程度与生活水温相关。

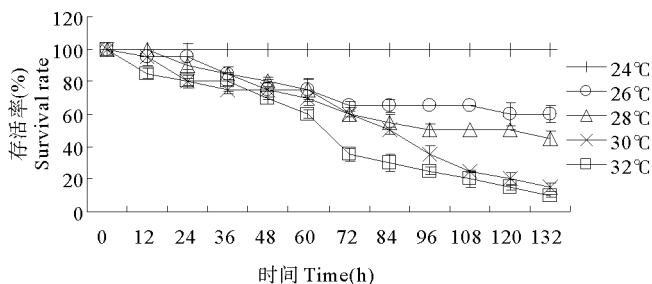


图5 温度对成体强壮藻钩虾存活率的影响

Fig. 5 Survival rate of adult *A. valida* under different temperature

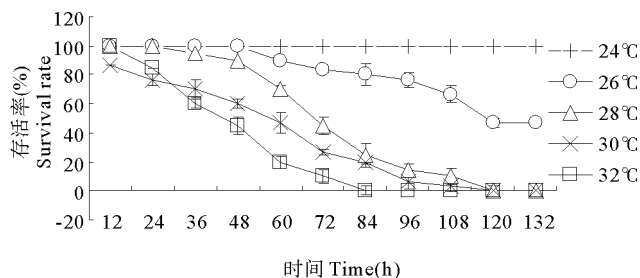


图6 温度对幼体强壮藻钩虾存活率的影响

Fig. 6 Survival rate of young *A. valida* under different temperature

2.5 盐度对成体强壮藻钩虾存活率的影响

图8显示成体强壮藻钩虾在不同盐度下的存活率。成体强壮藻钩虾适应盐度范围很广,在盐度4~40范

围内均可以正常存活。

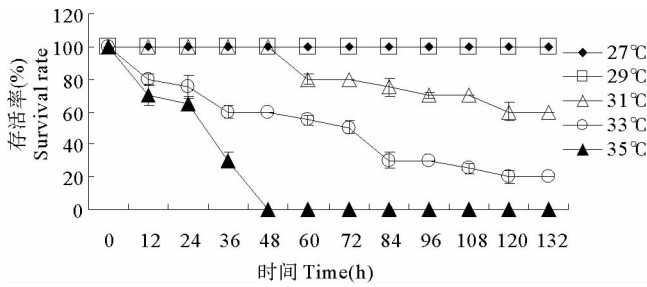


图 7 温度对成体强壮藻钩虾的存活率的影响

Fig. 7 Survival rate of adult *A. valida* under different temperature

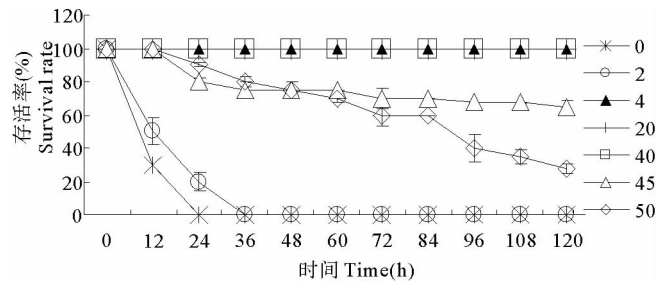


图 8 盐度对强壮藻钩虾存活率的影响

Fig. 8 Survival rate of *A. valida* under different salinity

表 1 不同温度梯度下强壮藻钩虾的半数死亡时间

Table 1 The fifty percent lethal time of *A. valida* under different temperatures

生活水温(°C)	体长	半数死亡时间 Fifty percent lethal time (h)									
		24°C	26°C	28°C	30°C	32°C	27°C	29°C	31°C	33°C	35°C
20	1.0±0.04	—	—	96	84	64					
25	0.3±0.02	—	118	70	55	43					
	1.04±0.03									72	26

注:—:不存在半数死亡时间

Note:—: Non-existing

3 讨论

3.1 强壮藻钩虾食性分析

强壮藻钩虾消化道内含物主要为有机质和大型藻类,说明在天然水体中,大型藻类与水体中的有机质碎屑为其主要食物。由于强壮藻钩虾消化道蛋白酶活性较高,淀粉酶活力较低,推测强壮藻钩虾应该主要依靠水体中有机质作为营养源。通过投喂单一饵料发现,人工配合饲料为强壮藻钩虾生长的最佳饵料。综合分析可知,强壮藻钩虾主要依靠水体中的有机质作为生长的能量来源,而大型藻类不能促进强壮藻钩虾的生长。黄进光等(2009)认为,藻钩虾主要以大型海藻和有机腐殖碎屑为食,食性较杂,在人工培养的条件下,可摄食鸡粪、牛粪、花生粕、麸皮、鱼粉及虾片、藻粉和鱼、虾配合饲料等。这与本研究结果相似。

3.2 温度对强壮藻钩虾存活率的影响

夏季在采集强壮藻钩虾时经常发现幼体多、成体少。针对这一现象本试验设计不同温度对强壮藻钩虾幼体和成体存活率的影响,以探讨成体与幼体藻钩虾对温度的敏感性。结果显示,强壮藻钩虾成体比幼体耐高温,由此说明夏季强壮藻钩虾幼体比成体多的原因不是幼体比成体耐高温。郑新庆(2008)、Cunha 等(2004)、Neuparth 等(2002)、Maranhao 等(2001)认为高温可加快端足目的性成熟并能缩短强壮藻钩虾首次抱卵的时间。这说明温度升高可以加速端足目的新陈代谢即钩虾的寿命与温度成反比。这与 Sykes 等(2006)研究认为高温能提高端足目生长率与死亡率,低温能延长其寿命的结论一致。夏季强壮藻钩虾幼体多于成体的原因可能是由于温度升高导致成体强壮藻钩虾的死亡加速。

在实验室 20°C 条件下人工养殖的强壮藻钩虾成体在 26°C 下开始死亡,而夏季生活在 25°C 下的强壮藻钩虾成体 31°C 下才开始死亡。此外,生活在 20°C 水温中的成体藻钩虾在 28°C 出现半数死亡时间,而生活在 25°C

水温中的成体 31℃才出现半数死亡时间。这都说明强壮藻钩虾耐温能力与其生活的水温相关,但其生活环境温度不能达到 35℃,否则 48h 全部死亡。

3.3 盐度对强壮藻钩虾存活率的影响

强壮藻钩虾为广盐性水生生物,盐度 4~40 范围内均可正常存活。当盐度低于 4 时,盐度越低,强壮藻钩虾存活率下降越快,同样当盐度高于 40 时,盐度越高,强壮藻钩虾存活率下降越快。

总之,强壮藻钩虾野主要依靠水体中有机质生长,在人工繁殖条件下可以使用对虾配合饲料饲养,养殖过程中水温应控制在 31℃以下。

参 考 文 献

- 中国甲壳动物学会. 1992. 甲壳动物学论文集. 青岛:青岛海洋大学出版社,232~232
- 申志新,王国杰,唐文家,李柯懋,陈燕琴,杨成. 2010. 青海淡水钩虾的营养分析及评价. 青海农牧业, 1: 34~39
- 刘艳春,苑春亭,蒋万钊,陈少伟,刘志国. 2007. 藻钩虾在池塘生态养殖中的利用. 齐鲁渔业,24(1): 28~28
- 汪家政,范明. 2000. 蛋白质技术手册. 北京:科学出版社,42~47
- 肖艳琴. 2006. 钩虾种群遗传结构对环境污染的响应研究. 见:山西大学硕士学位论文
- 郑严,李茂堂,田风琴. 1985. 螺赢蜚在对虾养殖中的应用研究. 海洋科学,9(5):46
- 郑新庆. 2008. 端足类啃食作用对筑窝湖大型海藻群落影响的初步研究. 见:厦门大学硕士学位论文
- 钟源. 2010. 端足目钩虾亚目种类养殖生态学的初步研究. 见:中国海洋大学硕士学位论文
- 黄进光,谢恩义. 2009. 鱼、虾苗种优质活饵料——藻钩虾的增养殖技术初探. 科学养鱼,11:64~65
- Borowsky, B. 1983. Reproductive behavior of three tube-building peracarid crustaceans: the amphipods *Jassa falcate* and *Ampithoe valida* and the tanaid *Tanais cavolinii*. *Marine Biology*, 77(3):257~263
- Cunha, M. R., Sorbe, J. C., and Moreira, M. H. 2000. The amphiod *Corophium multisetosum* (Corophiidae) in Ria de Aveiro (NW Portugal). I Life history and aspects of reproductive biology. *Marine Biology*,137(4):637~650
- Maranhao, P., Bengala, N., Pardal, M., and Marques, J. C. 2001. The influence of environmental factors on the population dynamics, reproductive biology and productivity of *Echinogammarus marinus* Leach (Amphipoda, Gammaridae) in the Mondego estuary. *Acta Oecologica*, 22(3): 139~152
- Neuparth, T., Costa, F. O., and Costa, M. H. 2002. Effects of temperature and salinity on life history of the marine amphiod *Gammarus locustata*. Implications for ecotoxicological testing. *Ecotoxicology*, 11(1):61~73
- Pardal, M. A., Marques, J. C., Metelo, I., Lillebo, A. I., and Flindt, M. R. 2000. Impact of eutrophication on the life cycle, population dynamics and production of *Ampithoe valida* (Amphipoda) along an estuarine spatial gradient (Mondego estuary, Portugal). *Marine Ecology Progress Series*, 195:207~219
- Sykes, A. V., Domingues, P. M., and Andrade, J. P. 2006. Effects of using live grass shrimp (*Palaemonetes varians*) as the only source of food for the culture of cuttlefish, *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture International*, 14(6): 551~568