

饵料对花尾胡椒鲷仔鱼消化酶的影响

蔡克瑕 陈品健 王重刚

谢 仰 杰

(厦门大学生物系, 厦门 361005)

(集美大学水产学院养殖系, 厦门 361021)

关键词 花尾胡椒鲷 仔鱼 消化酶 活性 饵料**中图分类号:** Q959.4

1 引言

饵料是海水鱼种苗培育的关键因素之一。迄今,在海水鱼早期发育的特定阶段,配合饲料还无法替代活饵料。虽然早在仔鱼开口期就己能检测到大多数消化酶的存在,有些笔者认为仔鱼不能利用配合饲料是因为消化酶活性低^[1,2],而活饵料体内的消化酶能弥补这种不足^[3,4],但 Tadahide Kurokawa 等^[5]的实验表明来自活饵料的蛋白酶对仔鱼消化的直接贡献不显著。目前国内对海水仔稚鱼的消化酶研究开展的很少^[6,7]。我们选用不同活饵料投喂花尾胡椒鲷仔鱼,研究活饵料对仔鱼消化酶活性的影响,以期了解饵料与消化酶之间的关系。本研究可望为花尾胡椒鲷种苗生产中饵料的选用提供参考。

2 材料和方法

2.1 材料

鱼苗取自集美大学水产学院海水养殖场,由养殖场人工催产、受精获得受精卵,并在室内育苗池进行人工孵化和种苗培育,前期投喂轮虫,16日龄后增加投喂自制的乳化鱼肝油强化的卤虫无节幼体。

饵料所用褶皱臂轮虫(*Brachionus plicatilis*),采用面包酵母和小球藻培养,使用前用自制的乳化鱼肝油强化 8~10 h;桡足类从集美龙舟池捕捞而来;卤虫无节幼体(*Artemia nauplii*)系由休眠卵孵化并除去卵壳后放置 8~20 h 或用自制的乳化鱼肝油强化 8~10 h;枝角类为海水培养的蒙古裸腹溞(*Moina mongolica*),培养方法与轮虫相同。

2.2 样品制备

实验共设 6 组,分别投喂以下饵料:A 组,轮虫;B 组,未经营养强化的卤虫无节幼体;C 组,经自制乳化鱼肝油强化的卤虫无节幼体;D 组,桡足类;E 组,枝角类;F 组,混合(轮虫 + 未

本文于 1999-09-20 收到,修改稿于 1999-11-25 收到。

第一作者简介:蔡克瑕,女,27岁,硕士生,从事海洋动物生物学研究。

经强化的卤虫无节幼体+枝角类)。取20日龄体长 $6.36\text{ mm} \pm 0.80\text{ mm}$ 的后期仔鱼进行实验,每组200条,在 $30\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 水族箱中喂养2d,适当充气并遮荫,保持饵料充足,取材前,将仔鱼置无饵料水中停放2h后捞出。按1/5(W/V)加入冰冻去离子水,在 $0\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,置研钵中研磨,在以玻璃匀浆器匀浆。取匀浆液直接测定脂肪酶活性,其余匀浆液经离心($4\ 000\text{ r/min}$)30min、沉淀,用上清液测定蛋白酶和 α -淀粉酶的活性。

2.3 酶活测定

酶活性测定及酶比活力的定义参见王重刚等^[8]的报道,实验重复两次,取平均值。

3 结果

3.1 不同饵料对蛋白酶活性的影响

6种饵料投喂花尾胡椒鲷仔鱼2d后,各组仔鱼蛋白酶的比活力(U/mg 蛋白)见图1。轮虫组蛋白酶比活力最低,为0.048 427;其次是卤虫组,0.094 073;桡足类组最高,高出轮虫组近15倍,为0.762 012;枝角类组与之相当,为0.750 741;乳化卤虫组与混合组居中,分别为0.436 386和0.464 603,均比轮虫组高出近9倍。

3.2 不同饵料对淀粉酶的影响

由图2看出,淀粉酶比活力在不同饵料条件下变化很大。桡足类淀粉酶比活力明显高出其他各组,达16.313 2,是混合组的25.67倍;乳化卤虫组的10.79倍;卤虫组的5.80倍;枝角类组的3.96倍;轮虫组的3.10倍。

3.3 不同饵料对脂肪酶的影响

各组仔鱼脂肪酶比活力的相差较上两种酶小。如图3,枝角类组的脂肪酶活性最高,为7.534 6;其次是轮虫组,为5.342 0;再次是混合组和桡足类组,分别为3.913 1,3.811 2;乳化卤虫组为2.343 7;卤虫组最低,为1.263 0。

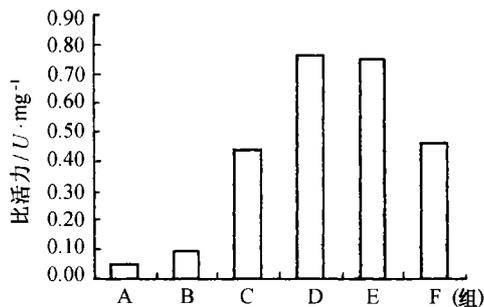


图1 不同饵料对花尾胡椒鲷仔鱼蛋白酶活性的影响

A. 轮虫 B. 卤虫无节幼体 C. 营养强化的卤虫无节幼体 D. 桡足类
E. 枝角类 F. 混合

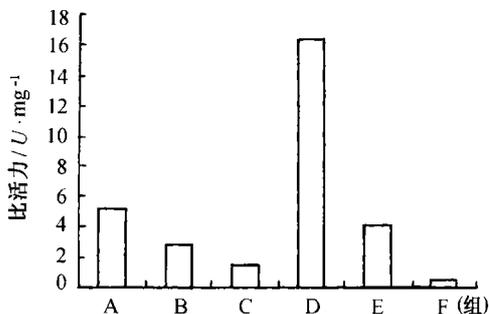


图2 不同饵料对花尾胡椒鲷仔鱼淀粉酶活性的影响

A. 轮虫 B. 卤虫无节幼体 C. 营养强化的卤虫无节幼体 D. 桡足类
E. 枝角类 F. 混合

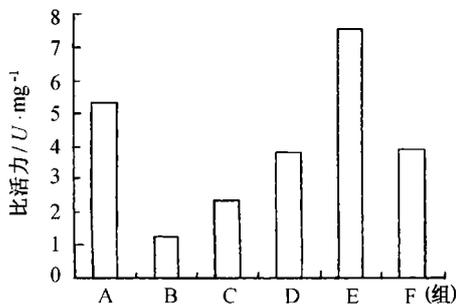


图3 不同饵料对花尾胡椒鲷仔鱼脂肪酶活性的影响

A. 轮虫 B. 卤虫无节幼体 C. 营养强化的卤虫无节幼体 D. 桡足类
E. 枝角类 F. 混合

4 讨论

海水鱼类的种苗生产中, 仔稚鱼培育所用的饵料系列一般为轮虫—桡足类或卤虫无节幼体—鱼贝类肉糜. 本实验结果显示, 20 d 仔鱼投喂轮虫, 蛋白酶比活力最低. 由此可能造成食物得不到充分的消化吸收而导致生长缓慢. 有研究表明, 15~30 d 该仔稚鱼投喂轮虫虽然成活率较高, 但在生长速度方面不能取得较好效果, 而桡足类对此阶段仔稚鱼的饲养效果明显高于轮虫的饲养效果^[9]. 本实验结果显示桡足类组蛋白酶比活力值最高, 是轮虫组的 15 倍多, 另外淀粉酶比活力大大高出其他各组, 脂肪酶比活力也达到最高值(枝角类组)的 51%. 综合来看, 投喂桡足类的仔鱼具有相对高的消化酶活性, 反映出该组仔鱼能够很好地消化食物. 我们实验中选用的蒙古裸腹蚤是一种盐水枝角类, 易于大量培养. 蒙古裸腹蚤含较高比例的 $n-3$ 系列高度不饱和脂肪酸(HUFA), 喂以蒙古裸腹蚤的, 成活率、生长状况好^[10]. 测得枝角类组仔鱼 3 种酶的比活力值均较高, 其中蛋白酶比活力与桡足类组相当, 这对消化食物非常有利. 此结果与该饵料对真鲷稚幼鱼生长的影响是相符的. 卤虫无节幼体因缺乏 $n-3$ HUFA, 通常经乳化鱼肝油进行营养强化后用作海水仔稚鱼饵料. 仅由本实验中卤虫组与强化卤虫组仔鱼 3 种消化酶比活力比较可看出, 前者 3 种消化酶比活力均较低, 而后者的蛋白酶和脂肪酶比活力都较前者有大幅提高, 尤其是蛋白酶比活力, 是前者的 4.6 倍. 这说明对卤虫无节幼体进行营养强化不仅提高了其营养价值^[9,10], 还增强了仔鱼对营养物质的消化能力. 混合饵料组仔鱼的蛋白酶和脂肪酶比活力在 6 组中处于中上水平而不是最高, 可能与仔鱼对饵料的选择有关. 实际生产中, 仔鱼个体之间的差异逐日加大, 考虑到此种情况, 在育苗的一定时期, 合理采用几种饵料混合投喂更有利于仔鱼生长.

同样食用活饵料, 自然海区的仔鱼较人工培育的生长迅速, 许多笔者认为这与所摄食饵料中的消化酶的组成和活性有密切关系^[3,11,12]. 本实验 5 种活饵料中, 只有桡足类是天然饵料, 从集美龙母池中打捞得到后, 直接投喂给仔鱼, 其余均由人工培养得到, 而我们的结果显示桡足类组仔鱼的 3 种酶比活力都很高, 尤其是淀粉酶比活力为其他各组的 3~15 倍. 我们认为由自然海区收集到的桡足类以藻类为食, 体内的淀粉酶活性高, 是造成此结果的原因之一; 另外, 由桡足类带入仔鱼体内的还有未经消化的淀粉成分. 食物中的淀粉成分能诱导淀粉酶的广泛合成和酶活力上升^[8,13,14]. 枝角类和轮虫因用面包酵母和小球藻培养, 所以二者也为花尾胡椒鲷仔鱼贡献食物淀粉和具有活性的淀粉酶. 这两组仔鱼淀粉酶比活力相近. Y. Oozeki 等^[12]认为活饵料中酶对于仔鱼的消化所起的作用是不同的, 其中淀粉酶直接参与对食物的消化, 而饵料中的胰蛋白酶则更主要是起到激活酶原的作用. 狼鲈(*Dicentrarchus labrax*) 仔鱼胰蛋白酶活力受食物中分子氮的影响, 能被氨基酸混合物所增强^[15,16]. 桡足类和枝角类都含有鱼类所需的各种氨基酸, 可以对胰蛋白酶活力起增强作用. 本实验中, 在 pH 8.0 处测得这两种饵料为食的花尾胡椒鲷仔鱼都表现很高的蛋白酶活性, 而各组蛋白酶在 pH 6.5 处活力都很低. 说明此时期的花尾胡椒鲷仔鱼主要依靠胰腺分泌的蛋白水解酶来消化食物. 因此我们认为, 此时期的两组仔鱼蛋白酶比活力高, 除了活饵料的贡献外, 更主要的可能是活饵料的成分影响造成的. 对比本实验中乳化卤虫组和卤虫组的脂肪酶比活力, 我们发现, 投喂 $n-3$ HUFA 含量高的饵料使得仔鱼的脂肪酶活力上升. 在绿鳕(*Theragra chalcogramma*) 仔鱼的发育过程中, 一种脂肪酶的比活力最高值出现在 4 日龄, 另一种脂肪酶活性由仔鱼 14 日龄后

开始增加,前者被认为与卵黄囊吸收有关,后者则与所摄食饵料中的脂肪有关^[12]。绿鳍仔鱼的脂肪酶活性变化与本实验的结果都显示,脂肪酶活性与食物中脂肪含量呈正相关。但王重刚等^[8]用不同饵料投喂真鲷稚鱼并测定其脂肪酶活力,发现食物中脂肪含量高的,脂肪酶比活力反而下降。Nagase^[17]用兔肉、面包、含脂牛肉投喂莫桑比克罗非鱼,未看出食物对脂肪酶有什么规律性的影响。有关脂肪酶与食物脂肪含量的关系有待进一步研究。

参考文献

- 1 Boulhic M, Gabaudan J. Histological study of the organogenesis of the Dover sole, *Solea solea* (Linnaeus 1758). *Aquaculture*, 1992, 102: 373~396
- 2 陈品健,王重刚,黄崇能等. 真鲷仔、稚、幼鱼期消化酶活性的变化. 台湾海峡,1997,16(3): 245~248
- 3 Munilla-Moran R, Stark J R, Barbour A. The role of exogenous enzymes on the digestion of the cultured turbot larvae, *Scophthalmus maximus* L. *Aquaculture*, 1990, 88: 337~350
- 4 Walford J, Lam T J. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in sea bass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles. *Aquaculture*, 1993, 109: 187~205
- 5 Tadahide Kurokawa, Manabu Shiraiishi, Tohru Suzuki. Quantification of exogenous protease derived from zooplankton in the intestine of Japanese sardine (*Sardinops melanotictus*) larvae. *Aquaculture*, 1998, 161: 491~499
- 6 陈品健,王重刚,黄崇能等. pH影响真鲷仔、幼鱼蛋白酶活性的研究. 海洋学报,1997,19(3): 97~101
- 7 陈品健,王重刚,郑森林. 夏、冬两季真鲷仔、稚、幼鱼消化酶活性的比较. 海洋学报,1998,20(5): 90~92
- 8 王重刚,陈品健,郑森林. 不同饵料对真鲷稚鱼消化酶活性的影响. 海洋学报,1998,20(4): 103~106
- 9 谢仰杰,郑金宝,林锦宗等. 饵料对花尾胡椒鲷仔稚鱼存活和生长的影响. 台湾海峡,1998,17(增刊): 34~38
- 10 谢仰杰,郑金宝,林锦宗. 饵料对真鲷稚幼鱼存活和生长的影响. 台湾海峡,1998,17(增刊): 29~33
- 11 Mayzaud O. Purification and kinetic properties of the α -amylase from the copepod *Acartia clausi*. *Comp. Biochem Physiol.*, 1985, 82B: 725~730
- 12 Oozeki Y, Bailey K M. Ontogenetic development of digestive enzyme activities in larval walleye pollock, *Theragra chalcogramma*. *Marine Biology*, 1995, 122: 177~186
- 13 Cahu C L, Zambonino Infante J L. Early weaning of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae with a compound diet: effect on digestive enzymes. *Comp Biochem Physiol*, 1994, 109A: 213~222
- 14 Péres A, Cahu C L, Zambonino Infante J L, et al. Amylase and trypsin responses to dietary carbohydrate and protein depend on the development stage in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Fish Physiol and Biochem*, 1996, 15: 237~242
- 15 Zambonino Infante J L, Cahu C L. Influence of diet on pepsin and some pancreatic enzymes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Comp Biochem Physiol*, 1994, 109A: 209~212
- 16 Kolkovski S, Tandler A, Kissil G W, et al. The effect of dietary exogenous digestive enzymes on ingestion, assimilation, growth and survival of gilthead seabream (*Sparus aurata*, Sparidae, Linnaeus) larvae. *Fish Physiol Biochem*, 1993, 12: 203~209
- 17 Nagase G. Contribution to the physiology of digestion in *Tilapia mossambica* digestive enzymes and the effects of diets on their activity. *Z Vergl Physiol*, 1964, (49): 270~284

Effect of diets on digestive enzymes activity of *Plectorhynchus cinctus* larvae

Cai Kexia,¹ Chen Pinjian,¹ Wang Chonggang,¹ Xie Yangjie²

1. Department of Biology, Xiamen University, Xiamen 361005

2. Department of Aquaculture, Fisheries College, Jimei University, Xiamen 361021

Key words *Plectorhynchus cinctus*, larvae, digestive enzyme, activity, diet