

文章编号: 1004-7271(2007)06-0566-07

## 人工育苗条件下舟山牙鲆仔稚鱼的摄食与生长

施兆鸿<sup>1</sup>, 彭士明<sup>2</sup>, 罗海忠<sup>3</sup>, 陈波<sup>3</sup>, 傅荣兵<sup>3</sup>, 柳敏海<sup>3</sup>, 罗海军<sup>3</sup>

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090;

2. 华东师范大学生命科学学院, 上海 200062; 3. 舟山市水产研究所, 浙江舟山 316000)

**摘要:**在人工育苗条件下,对0~36日龄舟山本地牙鲆仔稚幼鱼的摄食形为和生长特性进行了研究。水温19~22℃时,初孵仔鱼~15d属于仔鱼期,16~35d为稚鱼期,36d起转为幼鱼期。牙鲆全长与日龄的关系式为 $Y=1.0282+0.7011x-0.0184x^2+0.0006x^3$ ,  $R^2=0.992$ ;肛前长与日龄的关系式为 $Y=0.1797+0.3717x-0.0121x^2+0.0002x^3$ ,  $R^2=0.960$ ;体高与日龄的关系式为 $Y=0.6156-0.0696x+0.0224x^2+0.0003x^3$ ,  $R^2=0.988$ 。舟山本地牙鲆孵化后3d开始开口摄食,试验用生物饵料为轮虫、卤虫无节幼体、配合饵料。在仔鱼阶段其摄食率为25%~100%,饱食率为25%~80%;到稚幼鱼阶段摄食率均达到100%,饱食率90%。摄食高峰基本出现在白天,属白天摄食类型,稚鱼期会出现早晨与黄昏二个摄食高峰,稚鱼期晚上基本不摄食。舟山本地牙鲆饱食时间随生长发育增加而缩短,消化时间随生长发育而增长。研究结果表明,除培育水温较北方牙鲆培育水温高而使生长发育较快外,摄食特性没有太大的差异。

**关键词:**牙鲆;仔稚幼鱼;摄食;生长;舟山

**中图分类号:**S 962.3 **文献标识码:**A

## Feeding habits and growth performance of larvae and juvenile of *Paralichthys olivaceus* under artificial rearing conditions

SHI Zhao-hong<sup>1</sup>, PENG Shi-ming<sup>2</sup>, LUO Hai-zhong<sup>3</sup>, CHEN Bo<sup>3</sup>,

FU Rong-bing<sup>3</sup>, LIU Min-hai<sup>3</sup>, LUO hai-jun<sup>3</sup>

(1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China;

2. College of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

3. Zhoushan Fisheries Research Institute, Zhejiang Province, Zhoushan 316000, China)

**Abstract:**The feeding habits and growth performance of *Paralichthys olivaceus* larvae and juvenile during the first 36 d after hatch under artificial hatchery conditions were studied. Under the temperature of 19 to 22℃, the prelarval stage lasted for 15 days after hatch, and postlarval stage lasted from 16th day to 35th day. From 36th day, it became juvenile fish. The relationship between total length and fish age in days was expressed as  $Y=1.0282+0.7011x-0.0184x^2+0.0006x^3$ ,  $R^2=0.992$ ;The relationship between anus length and fish age in days was expressed as  $Y=0.1797+0.3717x-0.0121x^2+0.0002x^3$ ,  $R^2=0.960$ ; The relationship between high length and fish age in days was expressed as:  $Y=0.6156-0.0696x+0.0224x^2+0.0003x^3$ ,

收稿日期:2006-12-21

基金项目:舟山市科技计划(05230)资助

作者简介:施兆鸿(1958-),男,上海市人,副研究员,主要从事海水鱼类繁育方面的研究。E-mail:shizhh@sh163.net

$R^2 = 0.988$ . As far as *Paralichthys olivacens* from Zhoushan area was concerned, its larval mouth opened at 3th day. The larvae and juvenile were fed with rotifers, *Artemia nauplii* and mixed feeds according to a designed experiment. In prelarval stage, its feeding rate ranged from 25% to 100%, fullness rate from 25% to 80%; In postlarval and juvenile stages, its feeding rate reached 100%, fullness rate 80%. *Paralichthys olivacens* has a highest feeding peak by day. Besides, the larvae had two highest feeding peaks, while juveniles fed only in the morning. With the development and growth of *Paralichthys olivacens* juveniles from Zhoushan area, its fullness period decreased and digestion period increased. Comparing to *Paralichthys olivacens* from north China, the development rate of Zhoushan juvenile was higher, but there was no difference in feeding habits.

**Key words:** *Paralichthys olivacens*; larvae and juvenile; feeding; growth; Zhoushan

牙鲆(*Paralichthys olivacens*)属近海暖温性底层鱼类,是名贵的海水养殖品种之一。舟山地区地处长江以南,自然水温比北方高,养殖的适温期长,发展牙鲆养殖成了浙江海水鱼类养殖的又一增长点。为此在本世纪初舟山从山东引进了牙鲆幼鱼进行土池养殖试验,因种群差异,夏季未能适应当地水温而死亡,没能达到引进推广养殖的目的<sup>[1]</sup>。所以开展舟山本地牙鲆的人工育苗,与北方牙鲆进行比较研究有着十分重要的现实意义。有关牙鲆育苗及相关生理生态方面的研究已有很多报道<sup>[2-8]</sup>,但利用舟山地区捕获的牙鲆进行育苗及相关研究未见报道。本文利用舟山本地捕获的牙鲆作为种鱼,经过二年培育、催产,获得受精卵,在人工育苗条件下对舟山牙鲆仔、稚鱼的摄食和生长进行了研究,找出舟山本地牙鲆与我国北方的鲆鲽类在育苗中摄食与生长的异同点,旨在充实舟山地区牙鲆早期发育阶段的基础生物学资料,为舟山地区进行鲆鲽类鱼类人工育苗提供参考资料。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验鱼苗

#### 1.1.1 亲鱼培育

2005-2006年在浙江舟山的华兴苗种繁育中心内进行亲鱼培育。亲鱼培育在土池中进行,至2005年10月移入室内强化培育,池子为直径5m的圆池,水位0.8m。亲鱼密度1~2尾/m<sup>2</sup>,自然水温8~18℃,盐度控制在24~32,日换水量200%~300%,光照调控由短光照(8h)逐渐增至长光照(16h),光照强度400~600lx。池内每2m<sup>2</sup>左右放置1个充气石。饵料用新鲜梅童鱼、尤鱼、沙蚕等,投饵量为亲鱼体重的3%~5%。隔日吸底1次。2006年4月经催产后亲鱼自行排精产卵获得受精卵。受精卵孵化条件为水温18~20℃,盐度28,经48~52h孵出。

#### 1.1.2 仔稚幼鱼培育

育苗在舟山市普陀区晓峰水产苗种培育场内进行。将受精卵运抵后直接放入6.0m×4.0m×1.5m长方体水泥池中,初孵仔鱼密度为3万尾。育苗海水经砂滤,盐度为28;pH8.0~8.2;水温为19~22℃;溶解氧为6~9mg/L。池内每1.25m<sup>2</sup>左右放置一个充气头,光强控制在1500lx以下。试验中所用轮虫在投喂前用小球藻和英伟公司生产的轮虫强化剂强化培养24h以上,卤虫无节幼体在投喂前用墨鱼油强化培养。配合饲料为日本林兼产业株式会社生产的牙鲆育苗专用饲料。日常管理中每天6:00、14:00和18:00各记录育苗池水温和pH值,不定期测定盐度和DO值。育苗5d后每天清晨吸污。育苗前期仅添加10~20cm水,7d后开始换水,换水量随仔稚鱼发育而逐渐加大,从20%逐渐增加到200%。每天检查育苗池内饵料生物量,观察仔、稚、幼鱼的生活习性、摄食情况以及形态变化。

### 1.2 研究内容及方法

#### 1.2.1 摄食率、饱食率、饱食时间和消化时间

实验用仔、稚鱼从育苗池中取得,分别自仔鱼开口摄食之日起至36d每天取样一次,取样时间为上午

10:00时,每次取样观察10尾以上,用文献[9]方法测定胃饱满度(采用0~4级),而后挑开胃,对饵料进行计数,轮虫个数以轮虫咀嚼器数量为准,卤虫无节幼体个数以残存1/2个体以上为准。

摄食时间和消化时间的测定分别取5、19和35d的仔稚鱼为实验材料,5d仔鱼在1000mL烧杯进行,19d和35d稚鱼在容积为10L的塑料桶中进行。

摄食率、饱食率、饱食时间和消化时间的计算方法如下:

摄食率(%) = (有摄食尾数/测定总尾数) × 100

饱食率(%) = (胃饱满度达3~4级的尾数/测定总尾数) × 100

饱食时间为从鱼苗空胃时投入一定量饵料至鱼苗摄食达胃饱满(3~4级)所需的时间

消化时间为鱼苗在无饵料水体中自饱食至饵料排空所需的时间。

### 1.2.2 摄食节律

取5、15和25d的牙鲆仔稚鱼为对象,实验期间保持饵料充足,24h内每隔4h取样一次,每次取样10尾,测全长、肛前长和体高,然后在解剖镜下检查摄食情况及肠胃饱满度,再解剖消化道,对饵料生物进行计数。食物团重量按各类饵料生物平均个体大小折算而得,将轮虫和卤虫无节幼体的湿重按平均个体大小分别折算为3.3 μg和12.3 μg。

### 1.2.3 生长特性

测定仔鱼生长每次测量10~20尾。取样后立即用目测微尺在解剖镜下测定全长、肛前长、体高等可量性状,鱼苗全长超过20mm时用游标卡尺测量。牙鲆仔、稚、幼鱼期划分参照文献[10]。牙鲆全长、肛前长和体高的特定生长率按: $[(\ln L_2 - \ln L_1) / (t_2 - t_1)] \times 100\%$ 计算。

## 1.3 数据处理

数据采用SPSS11.0软件进行显著性统计分析。对牙鲆全长、肛前长和体高与日龄的关系进行曲线回归分析。

## 2 结果

### 2.1 摄食率、饱食率和胃饱满度

人工育苗条件下,水温19~22℃时,牙鲆仔鱼3d起陆续开口摄食。仔鱼4d时,已有2/3个体开口摄食,但基本未达到饱食程度,5d仔鱼摄食率达93%,饱满度多数个体较低,饱食个体仅占44%;6d仔鱼摄食率达95%,胃饱满度达3~4级的个体比例57%;7~24d仔稚鱼摄食率91%~100%,饱食率47%~80%;25~35d稚鱼摄食率100%,饱食率70%~83%(表1)。随着鱼苗的生长,游泳能力和摄食能力不断增强,由原来的随机摄食逐渐转变成主动摄食。

表1 牙鲆仔稚幼鱼的摄食率、饱食率和胃饱满度  
Tab.1 Feeding rate, fullness rate and stomach fullness coefficient of larvae and juveniles of *P. olivacens*

日龄 (d)	测定尾数 (尾)	摄食率 (%)	饱食率 (%)	胃饱满度				
				0	1	2	3	4
3	20	25	0	15	4	1	0	0
4	15	67	7	5	4	5	1	0
5	16	93	44	1	3	5	6	1
6	14	93	57	1	2	4	7	1
7	17	100	47	0	3	6	8	0
9	10	100	70	0	1	2	5	2
11	11	91	64	1	1	2	5	2
13	10	100	70	0	1	2	4	3
15	10	100	70	0	1	2	4	3
17	11	100	64	0	0	4	5	2
19	10	100	80	0	1	1	5	3
25	12	100	83	0	0	2	6	4
30	10	100	80	0	0	2	6	2
35	10	100	70	0	1	2	5	2

观察表明,牙鲆仔鱼开口摄食时卵黄囊已较小,5 d 仔鱼部分个体卵黄囊消失,7 d 所有个体卵黄囊已消耗殆尽,完全转向外源性营养。仔鱼从开口到卵黄囊消失阶段是主要死亡危险期之一,除满足适宜的环境条件外,投喂适口、营养、易得的饵料非常重要,本次育苗从3 d 起投喂经营养强化后的轮虫为饵,仔鱼摄食与生长良好。

## 2.2 饱食时间和消化时间

分别观测了5、19、35 d 仔、稚鱼的饱食时间和消化时间,结果表明,在水温 19 ~ 22 °C 的条件下,5 d 仔鱼从空胃到饱食约需 90 min,全部个体饱食则需 2 h;19 d 稚鱼出现饱食个体时间和全部个体饱食时间分别为 1 h 和 1.5 h;35 d 稚鱼出现饱食个体时间和全部个体饱食时间缩短为 30 min 和 50 min(表 2)。以轮虫为饵料的 5d 饱食的仔鱼经 30 min 就有个体出现空胃,1.5 h 全部个体排空;以卤虫无节幼体为饵料的 19 d 和 35 d 稚鱼出现空胃个体时间分别为 1.5 h 和 2 h,全部个体排空则分别为 3 h 和 4 h(表 3)。从表 2、表 3 可见,牙鲆仔稚鱼阶段随着鱼体生长发育和摄食能力的不断增强,饱食时间渐短,消化时间延长。

表 2 牙鲆仔稚鱼的饱食时间

Tab.2 Fullness period of larvae and juveniles of *P. olivacens*

日龄 (d)	平均全长 ± 标准差	发育阶段	饵料种类	出现饱食个体时间 (min)	全部个体饱食时间 (min)	水温 (°C)	胃饱满度 (级)
5	3.714 ± 0.281	仔鱼	轮虫	90	120	22	3~4
19	12.013 ± 1.643	稚鱼	卤虫无节幼体	60	90	20	4
35	28.100 ± 3.578	稚鱼	卤虫无节幼体	30	50	21.5	4

表 3 牙鲆仔稚鱼的消化时间

Tab.3 Digestion period of larvae and juveniles of *P. olivacens*

日龄 (d)	平均全长 ± 标准差	发育阶段	饵料种类	出现空胃个体时间 (min)	全部个体空胃时间 (min)	水温 (°C)
5	3.714 ± 0.281	仔鱼	轮虫	30	90	22
19	12.013 ± 1.643	稚鱼	卤虫无节幼体	90	180	20
35	28.100 ± 3.578	稚鱼	卤虫无节幼体	120	240	21.5

## 2.3 昼夜摄食节律

分别对孵后 5 d 仔鱼、15 d 仔鱼和 25 d 稚鱼的昼夜摄食节律进行观察,结果表明:5 d 仔鱼日平均摄食轮虫个数为 16.2 个,平均日摄食量为 0.054 mg,摄食高峰出现在 12:00 左右,白天摄食量占全天的 73.3%,晚上也有摄食,但所占比例仅 26.7%,晚上主要集中在 20:00 这一时间段(图 1);15 d 仔鱼日平均摄食轮虫个数为 285.6 个,平均日摄食量为 0.943 mg,摄食主要集中在白天,晚上基本停食,白天摄食量已达全天的 85%(图 2);25 日龄稚鱼日平均摄食卤虫无节幼体个数为 154.7 个,平均日摄食量为 1.903 mg,摄食也集中在白天,并趋于早晨、黄昏二个时间段(图 3),20:00 时间段,检测的个体中大部分是未消化掉的卤虫无节幼虫个体。

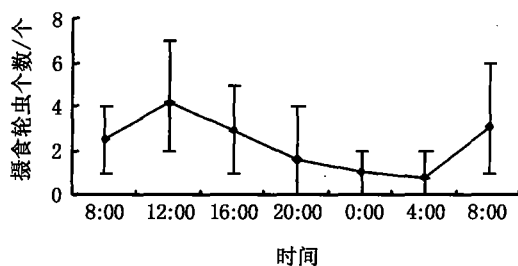


图 1 牙鲆 5 日龄仔鱼不同时段摄食轮虫的强度

Fig.1 Feeding intensity of 5th day old larva *P. olivacens*

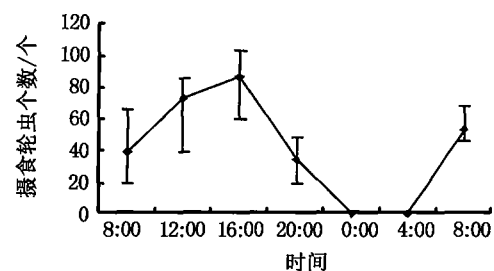


图 2 牙鲆 15 日龄仔鱼不同时段摄食轮虫的强度

Fig.2 Feeding intensity of 15th day old larva *P. olivacens*

### 2.4 生长特性

经观察,对照张孝威<sup>[10]</sup>的仔稚幼鱼划分方法,在水温 19~22℃ 的人工育苗条件下,舟山地区牙鲆自初孵起 1~15 d 属于仔鱼期,16~35 d 为稚鱼期,36 d 起转为幼鱼期。对牙鲆初孵仔鱼至 36 d 的稚幼鱼共 378 尾的生长情况进行了测定。舟山牙鲆全长的特定增长率(SGRL)为 6.843%,肛前长的特定增长率(SGRA)4.983%,体高的特定增长率(SGEH)8.526%。仔鱼期的全长、肛前长和体高的特定增长率分别为 8.448%、8.412% 和 11.007%;稚鱼期的全长、肛前长和体高的特定增长率分别为 5.773%、3.024% 和 6.871%。以上数据显示不论全长、肛前长还是体高,仔鱼期的生长率都要大于稚鱼期的生长率,表明舟山地区的牙鲆在水温 19~22℃ 的人工育苗条件下,仔鱼期的生长要快于稚鱼期的生长。

做全长、肛前长和体高与日龄的回归分析,根据显著性意义(P 值)、以及相关指数(R<sup>2</sup>)的大小表示回归方程可靠程度的高低来选择最佳方程。全长与日龄(图 4)、肛前长与日龄(图 5)、体高与日龄(图 6)所选用的方程均达到极显著水平 P<0.001,本次实验选用三次曲线方程  $y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3$  为最优方程(表 4),相关指数 R<sup>2</sup> 分别为 0.992、0.960 和 0.988。

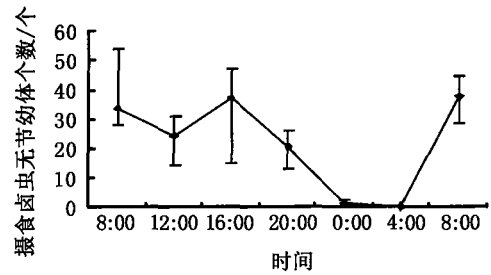


图 3 牙鲆 25 日龄稚鱼不同时段摄食卤虫无节幼体的强度  
Fig. 3 Feeding intensity of 25th day old larva *P. olivacens*

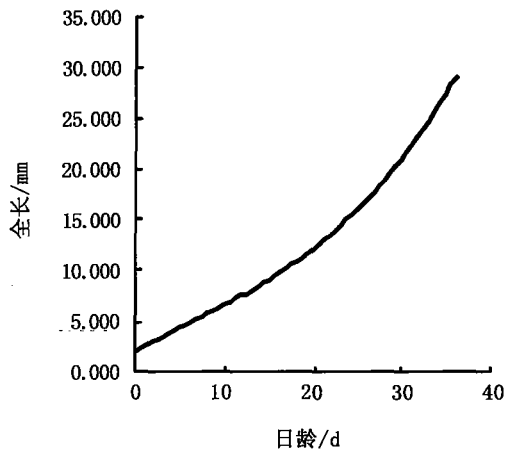


图 4 牙鲆仔稚鱼全长与日龄的关系  
Fig. 4 The relationship between total length and fish age in days of *P. olivacens*

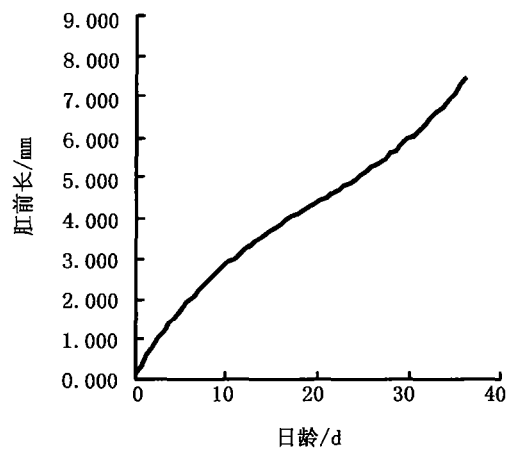


图 5 牙鲆仔稚鱼肛前长与日龄的关系  
Fig. 5 The relationship between anus length and fish age in days of *P. olivacens*

表 4 牙鲆仔稚鱼生长特性的回归分析

Tab. 4 Correlation analysis of growth characters of larvae and juveniles of *P. olivacens*

项目	方程式	F 值	R <sup>2</sup> 值	P 值
全长与日龄的回归方程	$Y = 1.0282 + 0.7011x - 0.0184x^2 + 0.0006x^3$	1 270.70	0.992	0.000
肛前长与日龄的回归方程	$Y = 0.1797 + 0.3717x - 0.0121x^2 + 0.0002x^3$	250.47	0.960	0.000
体高与日龄的回归方程	$Y = 0.6156 - 0.0696x + 0.0224x^2 + 0.0003x^3$	570.76	0.988	0.000

将 36 d 的稚幼鱼 100 尾测其全长、肛前长及体高,全长范围 22.0~36.5 mm,平均 30.2 mm。标准差 3.064,变异系数 9.388%;肛前长范围 6.5~8.7 mm,平均 7.780 mm。标准差 0.619,变异系数 0.384%;体高范围 8.0~15.0 mm,平均 12.810 mm,标准差 1.663,变异系数 2.764%。比较显示 36 d 稚幼鱼全长的差异十分明显,最大全长与最小全长相差 1.66 倍,变异系数达 9.388%;其次是体高,最大体高与最小体高也相差 1.88 倍,其变异系数也达到 2.764%;而肛前长相对差异最小,变异系数只有

0.384%。这样个体差异的苗在同一池中,很容易造成大苗吃小苗或大苗撕咬小苗的残杀现象,影响出苗率。

### 3 讨论

#### 3.1 人工育苗条件下舟山牙鲆仔稚鱼的摄食与生长特性

本研究结果显示,牙鲆仔鱼 3 日龄时已陆续开口摄食,开口时尚存卵黄囊,其开口期属于混合营养型。这与黑脊倒刺鲃仔鱼<sup>[11]</sup>、鲢、草鱼仔鱼<sup>[12]</sup>开口摄食的营养类型基本相似。据报道,革胡子鲶仔鱼孵出后 2 d 即开口摄食<sup>[13]</sup>,花鲈仔鱼 6 日龄时开口摄食<sup>[14]</sup>,说明不同种仔鱼初次或开口摄食的时间会有很大的差异。仔鱼发育期间,由内源性营养向外源性营养转换是鱼类早期发育阶段一个重大的临界期(critical period)<sup>[15]</sup>。研究结果表明,在水温 19~22℃、盐度 28、pH 8.0~8.2 的培养条件下,牙鲆 5 d 仔鱼部分个体卵黄囊消失,7 d 所有个体卵黄囊消耗,完全转向外源性营养。因此,仔鱼一进入摄食期,就应及时地投喂一定密度的开口饵料,这是提高苗种培育成活率的重要环节和技术措施之一。

鱼类摄食强度的周期性变化规律,反映了鱼类的自身内源性生理节律。许多研究表明:鱼类的摄食活动有一定节律性,可分为白天摄食、晚上摄食、晨昏及无明显节律类型<sup>[16]</sup>。据报道,花鲈、真鲷为白昼型偏黄昏<sup>[14,17]</sup>,革胡子鲶、大口鲶为晨昏型<sup>[18-19]</sup>,黄颡鱼、乌鳢为夜间型<sup>[20-21]</sup>。本实验结果发现,在人工育苗条件下舟山牙鲆仔鱼摄食高峰主要集中在白天,稚鱼的摄食高峰也集中在白天,并趋于早晨、黄昏两个时间段。鱼类的摄食类型(不同昼夜)反映了鱼类感觉器官在觅食过程中机制上的差异。白昼型鱼类通常视觉发达,夜晚型鱼类嗅觉发达,前者主要依赖视觉觅食,后者主要依赖嗅觉觅食。但鱼类摄食节律并非一成不变的,而是随着生长发育及环境条件的变化而变化,一般认为是鱼类的结构、功能和环境相对统一的结果。

研究结果显示,舟山地区的牙鲆在水温 19~22℃ 的人工育苗条件下,仔鱼期的生长要快于稚鱼期的生长。原因可能在于稚鱼阶段其外源性营养关系尚不完善,机体仍须消耗一定能量以完善外源性营养关系,因而暂缓了生长耗能,导致生长速度慢于仔鱼阶段。此外,研究已证实鱼类个体间的生长速度普遍存在差异性。革胡子鲶 15 日龄时体重的差异达 7.51 倍<sup>[13]</sup>,真鲷 90 日龄的最大个体和最小个体全长和体重的差异分别是 2.95 倍和 30.15 倍<sup>[22]</sup>,而个体悬殊常造成残杀现象,从而降低了成活率。而花鲈 110 日龄的全长、体重的差异相对较小,个体大小较为整齐<sup>[14]</sup>。在本研究中发现,牙鲆 36 日龄的全长与体高的差异分别是 1.66 倍和 1.88 倍,这样个体差异的苗在同一池中,很容易造成大苗吃小苗或大苗撕咬小苗的残杀现象,影响出苗率,因而生产中应注意及时筛选、稀养,以利于鱼体生长。

#### 3.2 不同地域和环境条件下牙鲆仔稚鱼摄食与生长特性的比较

鱼类的摄食特性除了摄食者与被摄食者之间的相互关系外,还与环境条件(如试验水温)密切相关。摄食者的不同发育阶段、体质状况、饥饿程度、游动能力等鱼体自身的生理特性决定着摄食特性,而作为被摄食者即饵料生物其种类、游动能力、外型、颜色及密度等因子,也对鱼类仔稚幼鱼的摄食特性起着主导性的作用。这两者之间的相互关系和摄食特性又随环境条件的变化而改变,水温不仅影响牙鲆的生长发育,同时还影响到饵料生物的活力。笔者认为舟山牙鲆较北方牙鲆摄食特性的差异主要是受不同育苗水温的影响,本试验的牙鲆苗种培育水温为 19~22℃,与北方通常牙鲆苗种培育水温(15~19℃)<sup>[23-24]</sup>有较大的差异,而水温对鱼类早期发育阶段生长的影响已有报道,一般来说在适温范

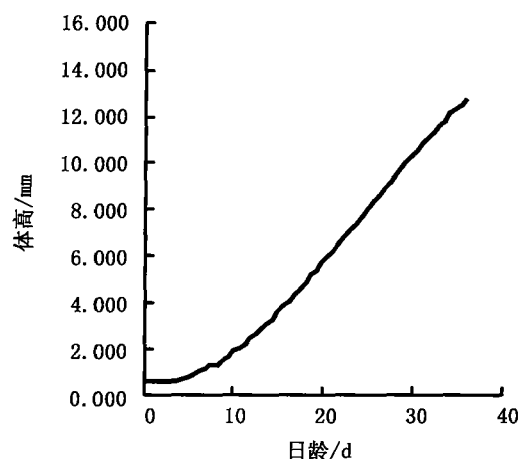


图 6 牙鲆仔稚鱼体高与日龄的关系

Fig. 6 The relationship between high length and fish age in days of *P. olivacens*

围内,较高的温度会促进鱼类的生长<sup>[25]</sup>。本试验中较高的水温增强了仔鱼的游泳和摄食能力,促进了牙鲆苗种的新陈代谢,使发育生长加快,表现在仔鱼开口以及开始摄食的时间提早1~2 d。

轮虫个体大小不同可能致使牙鲆仔鱼在摄食轮虫时个体数量有所差异。本试验的轮虫是从连云港土池中培养后运来舟山的,个体达0.21 mm×0.39 mm,经测量称重平均为3.3 μg。与北方育苗相比,同样大小的仔稚鱼个体平均日摄食轮虫个数较少,但平均摄食量仍基本接近。摄食时间和消化时间基本一样。在摄食节律方面也表现出与其他地方种群基本一致<sup>[23-24,26]</sup>。比较可见,舟山与北方培育的牙鲆苗种的摄食特性没有显著差异,反映了同一种类中摄食特性的共性。

舟山牙鲆与北方牙鲆属同一种类,在生长特性方面不应有较大的差异。在本实验中除了水温对生长发育快慢有影响外,没能反映出不同地域的牙鲆自身的生长差异,也就是说舟山牙鲆与北方牙鲆生长方程相似。由于没找到北方牙鲆仔稚幼鱼期间的生长方程,未能根据统计学进行比较,但从生长速度、培育时间等直观数据来看,仍能说明舟山地区培育的牙鲆和北方地区培育的牙鲆生长特性没有差异。

本实验育苗过程在舟山普陀区晓峰水产苗种培育场中进行,并得到了施晓峰先生的大力支持,谨致谢忱。

### 参考文献:

- [1] 罗海忠,陈波,顾永常,等. 舟山牙鲆与虾蟹池塘混养技术初探[J]. 现代渔业信息,2005,20(5):27-29.
- [2] 吴光宗,张英. 牙鲆早期阶段存活率研究[J]. 海洋科学,1993,(1):13-17.
- [3] 木云雷,刘悦,王鉴. 牙鲆人工育苗试验[J]. 水产科学,1997,16(1):13-17.
- [4] 龚小玲,鲍定龙,姜秀凤,等. 牙鲆早期阶段的摄食能力[J]. 水产学报,2000,24(6):516-522.
- [5] 庄虔增,于鸿仙,李成见,等. 牙鲆升温育苗及其若干问题初探[J]. 海洋科学,1996,(5):11-14.
- [6] 张俊玲,施志仪. 牙鲆早期阶段的变态发育及其机制[J]. 上海水产大学学报,2003,12(4):348-352.
- [7] 王波,张朝晖,左言明,等. 牙鲆属主要经济种的生物学及养殖研究概况[J]. 海洋水产研究,2004,25(5):86-93.
- [8] 林越超,蔡良候,曾庆民,等. 台湾海峡野生牙鲆人工繁殖和育苗技术研究[J]. 台湾海峡,2005,24(3):356-363.
- [9] 张雅芝,胡家财,谢仰杰,等. 斜带髯鲷仔、稚鱼的摄食与生长特性[J]. 海洋学报,2003,25(增2):128-135.
- [10] 张孝威,何桂芬,沙学坤. 褐牙鲆和条鲷卵子及仔、稚鱼的形态观察[J]. 海洋与湖沼,1965,7(2):158-175.
- [11] 江仁党. 黑脊倒刺鲃仔稚鱼摄食的习性与生长[J]. 湛江海洋大学学报,2006,26(1):1-6.
- [12] 张扬宗,谭玉钧,欧阳海. 中国池塘养鱼学[M]. 北京:科学出版社,1992:263-274.
- [13] 汪留全,程云生. 池养条件下革胡子鲶仔幼鱼摄食习性与生长的初步研究[J]. 水产学报,1990,14(2):105-112.
- [14] 张雅芝,郑金宝,谢仰杰,等. 花鲈仔、稚幼鱼摄食习性与生长的研究[J]. 海洋学报,1999,21(5):110-119.
- [15] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京:中国农业出版社,1995:132-151.
- [16] Helfman G S. Fish behavior by day, night and twilight[M]//Tong T P, ed. The behaviour of teleost fishes. Baltimore: The John Hopkins Univ press,1986:366-387.
- [17] 郑微云,苏永全,李文权,等. 真鲷幼体的摄食与营养[J]. 水产学报,1994,18(2):124-129.
- [18] 汪留全,程云生. 池养条件下革胡子鲶仔幼鱼摄食习性与生长的初步研究[J]. 水产学报,1990,14(2):105-112.
- [19] 邹桂伟,潘光碧,胡德高. 大口鲈仔鱼摄食行为的初步观察[J]. 水利渔业,1994,(6):15-17.
- [20] 章晓炜,汪雯翰,郑聪. 黄颡鱼仔鱼食性及生长的研究[J]. 水产科学,2002,21(13):13-15.
- [21] 周洁,谢从新,熊传喜,等. 乌鳢仔鱼摄食节律和日摄食率的初步研究[J]. 华中农业大学学报,1996,15(1):64-67.
- [22] 张雅芝,郑金宝,陈昌生,等. 秋冬季生殖真鲷仔、稚、幼鱼摄食和生长的研究[J]. 厦门水产学院学报,1994,16(2):16-27.
- [23] 林利民,李益云,万瑞景,等. 牙鲆早期发育阶段的摄食节律[J]. 水产学报,2006,30(3):329-335.
- [24] 黄锦雄,张海发,黄国光,等. 牙鲆仔鱼轮虫日摄食量及摄食节律的研究[J]. 水产科技,2004,(3):20-23.
- [25] 张晓华,苏锦祥,殷名称. 不同温度条件对鳊仔鱼摄食和生长发育的影响[J]. 水产学报,1999,23(1):91-94.
- [26] Don S,Seikai T,Tsukamoto K. Feeding behaviour of Japanese flounder larvae under laboratory conditions[J]. J Fish Biology,2000,56:654-666.