

饥饿状态下真鲷仔鱼早期阶段的 高温、低盐耐力和浮力

鲍宝龙 苏锦祥 龚小玲

(上海水产大学, 200090)

摘要 (1)真鲷初孵仔鱼的高温和低盐耐力分别为30℃和3.8%,随饥饿程度加剧,耐力逐渐下降至27℃和6.5%,投饵仔鱼随着发育推进,耐高温能力增强,而低盐耐力出现波动。(2)真鲷早期仔鱼的低盐耐力和浮力变化与仔鱼体内水分含量有关。(3)开口后3日龄和PNR是真鲷仔鱼对外界环境的敏感期,其时高温和低盐耐力很低。(4)真鲷受精卵的水分含量达92.6%,初孵仔鱼上浮,开口后开始下沉,至卵黄囊消失下沉速度达到最大。

关键词 真鲷,仔鱼,饥饿,耐力,浮力

有关早期仔鱼在持续饥饿状态下对环境因子的耐力研究很少,Yin和Blaxter[1987]曾作过北海鲱、鳕和鲾这方面的研究。高温和低盐在育苗生产上抑或是在河口都有可能出现,所以对真鲷(*Pagrosomus major*)早期仔鱼在持续饥饿状态下高温和低盐耐力的测试,对真鲷苗种培育和野外仔鱼资源调查都有一定意义。

Ehrlich[1974], Blaxter和Ehrlich[1974]报道过在饥饿状态下鳕鱼仔鱼的浮力变化,通过对真鲷早期仔鱼的浮力测试,可以了解早期仔鱼在水层中的分布机制。

1 材料与方法

1.1 仔鱼来源及饲养

真鲷亲鱼为人工饲养,行自然产卵,本试验在中国水产科学院黄海水产研究所小麦岛苗种基地进行,饲养箱为圆形透明的有机玻璃缸,容量为200L,仔鱼孵化后,用作饥饿试验的仔鱼不予投饵,仔鱼开口前一天即投喂褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*),密度为5—7个/ml,轮虫由酵母培养,仅在投喂前一天饲以海水小球藻强化。饲养期间,海水经安全系统过滤,盐度保持在28—32‰,饲养水温16—19℃。仔鱼在2日龄开口至4—5日龄卵黄囊完全耗竭,5—6日龄真鲷仔鱼抵达不可逆点(PNR),6—7日龄死亡率为50%,至9日龄饥饿仔鱼完全死亡,试验鱼取自孵仔鱼至9日龄仔鱼。

1.2 高温耐力测试

试验前,先调控水浴缸的水温至预定温度,温度组为28、29、30、31和32℃,控温误差±0.5℃,温度组随仔鱼的发育而调整为26、28、29、30和31℃,每组均设1个平行组。放入数量相近

的摄食与饥饿仔鱼于加有自然海水的烧杯中,当烧杯里的水温慢慢升至浴缸的预定温度时,记下时间,24小时后计数各烧杯中真鲷仔鱼的死亡数(死亡以仔鱼心脏停止跳动为准)和存活数,以仔鱼50%死亡的温度为最高耐温。

1.3 真鲷仔鱼早期阶段浮力测试

从真鲷初孵仔鱼开始测试,至3日龄后分为饥饿和投饵组,先用吸管把仔鱼吸入薄荷醇溶液中麻醉至仔鱼刚停止挣扎时,即用吸管吸至盛有比重为1.0234海水的量筒中,放入时要小心,尽量减少冲击,待仔鱼稳定后即测量每分钟上浮或下降的距离,每组测15—20尾仔鱼,水温15—16℃。

1.4 真鲷仔鱼早期阶段的低盐耐力测试

实验用的不同盐度海水均在当天用新鲜海水和淡水配制,受精卵阶段设8个盐度组(1、2、3、3.5、4、4.5、5和6‰),仔鱼阶段设12个盐度组(1、2、2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6、7和8‰),每组均设1个平行组,注意在配制各组盐度时均少加10ml海水,留待移入受精卵和仔鱼时补足,配制好的各组海水均充气约10分钟,加盖,放在自然海水的水浴恒温大缸内备用。采集发育阶段大致相同的受精卵或仔鱼于100ml的烧杯中,将烧杯放在自然海水的水浴恒温大缸内,待两者的水温一致时,再用小烧杯将受精卵和仔鱼连同10ml海水转移到各实验盐度组的小缸中,每次每组转移卵和仔鱼数量约40—50粒(尾),混匀,加盖,24小时后取出观察并记录死亡率。受精卵死亡以卵浑浊呈乳白色为准,仔鱼需在双筒解剖镜下逐尾检查,以心脏跳动为存活标准,将不同盐度组所获得的死亡百分数进行回归分析,求得受精卵或仔鱼50%死亡的盐度值,即为受精卵或仔鱼低盐耐力极限。

1.5 真鲷受精卵和仔鱼早期阶段含水量的测定

我们通过测定受精卵和仔鱼的湿重和干重来测定含水量。在称重以前,从恒温干燥箱中(温度20℃湿度55%)取出锡箔纸杯,用细针打孔后放在电子秤上称重,然后把仔鱼逐尾计数放入锡箔纸杯中,我们放入的仔鱼数至少在30尾以上,杯底用定性滤纸吸干水分,直至滤纸上不见水痕为止,马上把纸杯连同仔鱼放到电子秤上称重,记下重量,然后再放入干燥器中干燥24小时后,称其干重,分别减去锡箔纸杯重量,再除以称重的鱼数,就能求得仔鱼的平均湿重和平均干重,两者之差即为含水量。本实验用的电子秤为METTLER公司的AE50型,感量0.1mg。

2 结果和分析

2.1 真鲷仔鱼早期阶段的高温耐力

从图1中可以看到真鲷在刚刚孵出时的最高耐温为30℃,至2日龄仔鱼开口,高温耐力下降,可能由于仔鱼口膜、肛门贯通消耗了一定的能量导致的结果,3日龄后又上升,之后随着饥饿程度的加深,高温耐力逐渐下降,抵达PNR,仅为27℃,而同期的摄食仔鱼能耐30℃左右的高温,说明饥饿对仔鱼的高温耐力影响是相当明显的,投饵仔鱼的耐温从初孵至9日龄基本上在30℃左右波动。

2.2 真鲷受精卵和仔鱼早期阶段的低盐耐力

(1)受精卵阶段。真鲷卵阶段的低盐耐力详见表1,按回归分析,受精后约4小时的卵,其50%死亡率的盐度耐力点为4.19‰,而受精后28小时的卵在3.5‰的低盐时死亡率仅为

1.3%。可见,真鲷受精卵随发育的推进,对低盐的耐力逐渐加强。

表1 各低盐度真鲷受精卵不同发育阶段的死亡率

Tab.1 Low salinity tolerance during embryonic development of red sea bream

受精后时间 (小时)	盐 度(‰)							
	1	2	3	3.5	4	4.5	5	6
4	93.2	90.7	73.3		53.3		26.9	
28				1.3	1.3	1.5	0	0

(2)仔鱼阶段.真鲷仔鱼阶段的低盐耐力详见图2,仔鱼初孵至开口,低盐耐力变化不显著,但一般较开口后对低盐的耐力强,仔鱼开口后,盐度耐力变化幅度较大;混合营养期(3-5日龄)投饵组耐低盐的能力强于饥饿组,而外源性营养期(6-7日龄),饥饿组与投饵组的耐力接近,甚至略高于投饵组,投饵组仔鱼在(7-11日龄)低盐耐力有一个显著增强,特别值得注意的是,早期仔鱼低盐耐力有两个低谷,即开口期(3日龄)和 PNR(6日龄)。

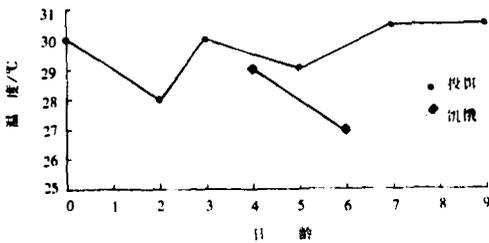


图1 各日龄真鲷饥饿仔鱼与投饵仔鱼的高温耐力
Fig.1 Determination of high temperature tolerance of red sea bream larvae tested in days

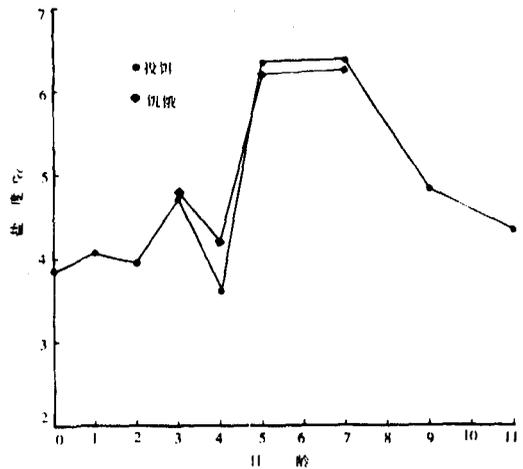


图2 真鲷仔鱼早期阶段的低盐耐力变化
Fig.2 . Low salinity tonerance during early development and starvation of red sea bream larvae

2.3 真鲷仔鱼的浮力测试

真鲷仔鱼早期阶段的浮力变化见图3,表2.真鲷初孵仔鱼在比重1.0234的海水中上浮,随后浮力减小,在2-3日龄间呈中性(NB),随后仔鱼开始下沉,至4日龄卵黄囊接近耗尽时,不管是投饵还是饥饿仔鱼,下降的速率均达到最高峰,此后浮力有所增加.从图中可以很清楚看出,投饵仔鱼与饥饿仔鱼浮力变化式型基本一致,但也能看出饥饿仔鱼的下沉速度较投饵仔鱼快一些。

表2 真鲷仔鱼早期阶段的浮力变化

Tab. 2 Buoyancy of red sea bream larvae between 0 and 8 age in days

日龄	浮沉状态	速率(cm/s)		测试鱼尾数	
		投饵	饥饿	投饵	饥饿
0	—	0.828	0.828	20	20
1	—	0.734	0.734	29	29
2	—	0.854	0.854	20	20
3	+	1.445	0.165	17	15
4	+	2.951	4.892	15	16
5	+	0.937	2.165	15	15
6	+	1.167	1.693	16	16
7	+	1.793	2.919	14	15
8	+	1.473	1.863	12	12

注:“—”代表上浮,“+”代表下沉。

2.4 真鲷卵和仔鱼含水量

真鲷卵和仔鱼含水量(%)在早期发育阶段的变化见图4,卵阶段含水量随发育而升高,仔鱼孵出后,其含水量总的来说,随发育而逐渐下降,3—5日龄、投饵组仔鱼含水量高于饥饿组,然而至6—7日龄则相反。

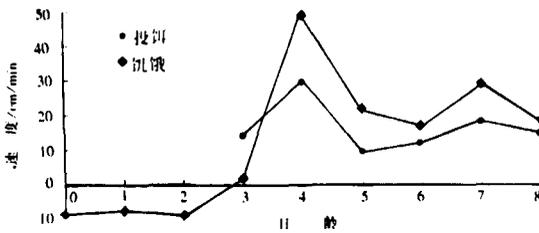


图3 不同日龄真鲷饥饿仔鱼和投饵仔鱼的浮力变化

Fig. 3 Buoyancy of red sea bream larvae between 0 and 8 age in days

注:“—”代表上浮,“+”代表下沉。

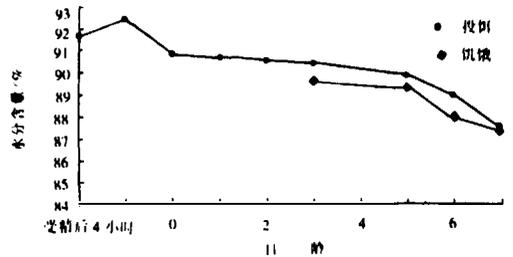


图4 真鲷卵和仔鱼阶段含水量的变化

Fig. 4 Change in percentage water content during development of embryo and early larvae of red sea bream

3 讨论

(1)海洋仔鱼对于某些不利环境因子包括高温和低盐的耐力,Blaxter[1969]和 Holliday [1969]已作过阐述。本文的研究表明:真鲷仔鱼早期阶段在持续饥饿下,高温和低盐耐力逐渐下降,这充分支持了 Ivlev[1961]的假说:饥饿能增强不利环境因子对早期仔鱼的有害作用,进而把仔鱼推向更为不利的地位。所以在注意不利环境因子对早期仔鱼的影响外,还应该充分认

识到饥饿对真鲷早期仔鱼的综合影响。

Ivlev[1961]认为在持续饥饿下仔鱼对环境因子的耐力会降低,本文的研究证实了持续饥饿条件下真鲷仔鱼的耐高温能力明显下降,这和 Yin 和 Blaxter[1987]对北海鲱、鳕和鲾早期仔鱼的研究结果类似。在自然海区,由于饵料的缺乏,大部分仔鱼是处于饥饿状态下的[Houde 和 Schekter,1980],在此情况下,外热源像热电厂冷却系统排放的热水和暖流对仔鱼存活的影响将会更大,我们在评估热污染时应考虑到饥饿状态下仔鱼的高温耐力,否则会造成低估热污染程度。

(2)真鲷产浮性卵,受精卵含水量高达92.6%,这和殷名称[1993]报道鲾浮性卵受精后的含水量(91.2%)相近,殷名称[1993]还提出“海水鱼卵和仔鱼的耐低盐能力与其含水量密切相关”,从图2,图4看,受精卵随发育阶段的推进,含水量增加,对低盐的耐力也增强,仔鱼在混合营养期(3—5日龄)投饵组较饥饿组含水量高,耐低盐能力较饥饿组强,卵黄囊耗尽后(5—7日龄),投饵组含水量下降且略低于饥饿组,其耐低盐能力的变化也正好如此。从图2还可以看出,仔鱼自开口至7日龄,投饵组与饥饿组低盐耐力尽管有差别,但变化式型一致,这可能是由于遗传和外界因子作用,在轮虫投饵密度5—7个/ml下,真鲷仔鱼从开口至7日龄的摄食率为2.5—73.9%,可见投饵组有很大一部分仔鱼并未建立外源摄食,实际上其体质条件与饥饿组相差不多,因为这一阶段,不管是投饵还是饥饿组仔鱼,体内水分含量的多少对于渗透压的调节及低盐耐力起着主要作用,在7日龄后,含水量虽然下降,但些时期仔鱼摄食能力增强,仔鱼有能力在低盐调节下更好地对渗透压进行调节,其低盐耐力反而加强。

另外,仔鱼在3日龄前后,真鲷仔鱼的低盐耐力骤然减弱,这表明这是仔鱼对环境因子特别敏感的时期,此时仔鱼抵抗不良环境的能力较差,因此,在苗种生产中应特别注意,至于原因,可能是由于口膜和肛门的贯通,巡游模式的建立,需要消耗仔鱼较多的能量,而相对用于调节渗透压的能量减少的缘故,至于接受 PNR 时低盐耐力降低是因为卵黄囊的消失,内源能量全部耗尽,加上由于卵黄囊的消失含水量的下降,导致低盐耐力的骤然下跌。

(3) Craik 和 Harvey[1984,1987]报道鳕和鲾成熟浮性卵卵黄囊中的水分能达到92%,所以能使初孵仔鱼上浮,Ehrlich[1974]和 Blaxter 和 Ehrlich[1974]报道过在饥饿状态下鳕鱼仔鱼的浮力变化依赖体内水分含量及各种化学成分。从图3、图4看到真鲷卵黄囊期仔鱼含水量虽然下降,仔鱼还是上浮,但浮力减少,随着含水量进一步的下降,仔鱼开始下沉,此时仔鱼开口,仔鱼下沉到浮游生物层有利摄取食物,至4日龄卵黄囊消失,水分进一步减少,而仔鱼下沉的速率达到最大,此时,仔鱼想继续停留在浮游生物层摄食,必须进行渗透压及依靠运动来调节,在卵黄囊消失后,水分的含量对仔鱼的浮力影响很小,浮力是否与鱼体内化学成分的影响有关有待进一步的研究。已建立摄食反应的仔鱼有能力使自己维持在饵料生物丰富的水层,而饥饿仔鱼在卵黄囊消失后也可在短期内依靠游泳来维持,随着能量的耗竭最终下沉。从图3我们知道饥饿仔鱼的下沉速度更快,这意味着饥饿仔鱼为了停留在饵料生物丰富的水层将比摄食仔鱼付出更多的能量。本文发现的真鲷早期仔鱼的浮力变化式型与 Blaxter[1987]北海鲾早期仔鱼浮力变化的结果相近。

国家自然科学基金项目:39470556。

承蒙黄海水产研究所雷霖研究员、姜吉伟副研究员、柳学周副研究员等热情支持,在此表示谢意。

参 考 文 献

- [1] 殷名称, 1993. 鲱、鳊在卵和卵黄囊期仔鱼发育阶段生化成分的变化. 海洋与湖泊, 24(2):157-165.
- [2] Blaxter, J. H. S., 1969. Development eggs and larvae. In: *Fish physiology*, Vol. 1, edited by W. S. Hoar & D. J. Randall, Academic press, London, pp. 177-252.
- [3] Blaxter, J. H. S. & K. F. Ehrlich, 1974. Changes in behaviour during starvation of herring and plaice larvae. In: *The Early Life History of Fish*, ed. by Blaxter, J. H. S., Springer-Verlag (Berlin), pp. 575-588.
- [4] Craik, J. C. A. & S. M. Harvey, 1984. Biochemical changes occurring during final maturation of eggs of some marine and freshwater teleosts. *J. Fish Biol.*, 24:599-610.
- [5] ———, 1987. The causes of buoyancy in eggs of marine teleosts. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 67:169-182.
- [6] Ehrlich, K. F., 1974. Chemical changes during growth and starvation of herring larvae. In: *The Early Life History of Fish*, ed. by Blaxter, J. H. S., Springer-Verlag (Berlin), pp. 301-323.
- [7] Holliday, F. G. T., 1969. The effects of salinity on the eggs and larvae of teleosts. In: *Fish physiology*, Vol. 1, edited by W. S. Hoar & D. J. Randall, Academic press, London, pp. 293-311.
- [8] Houde, E. D. & R. C. Schekter, 1980. Feeding by marine fish larvae; developmental and functional responses. *Env. Biol. Fish.*, 5(4):315-334.
- [9] Ivlev, V. S., 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Translated by D. Scott, Yale University Press, New Haven, 302pp.
- [10] Yin, M. C. and J. H. S. Blaxter, 1987. Temperature, salinity tolerance and buoyancy during early development and starvation of Clyde and North Sea herring, cod and flounder larvae. *J. Exp. Biol. Ecol.*, 107:279-290.

TEMPERATURE TOLERANCE, SALINITY TOLERANCE AND BUOYANCY OF RED SEA BREAM LARVAE DURING EARLY DEVELOPMENT UNDER STARVATION

Bao Bao-long, Su Jin-xiang and Gong Xiao-lin
(Shanghai Fisheries University, 200090)

ABSTRACT Tolerance limits, at which 50% of larvae could survive high temperature and low salinity for 24h were determined for red sea bream (*Pagrosomus major*) larvae during early development under starvation. 1) With starvation aggravated, the low salinity tolerance and high temperature tolerance of red sea bream larvae fluctuated from 3.8‰ and 30°C to 6.5‰, and 27°C respectively. The larvae which had been fed could bear high temperature with development, but the change of the low salinity tolerance fluctuated. 2) The changes of low salinity tolerance and buoyancy of the larvae were related to body water content. 3) The larvae at the age of three days and PNR were sensitive to environment. Their tolerances were very low. 4) Water content of the zygote was 92.6% at hatching. Larvae rised from hatching to first feeding, the sinking rate reached maximum at the time of yolk exhaustion.

KEYWORDS red sea bream, *Pagrosomus major*, larvae, starvation, tolerance, buoyancy