

不同盐度对多刺裸腹蚤内禀增长率的影响*

王丹丽 徐善良 王家琰**

(宁波大学水产系, 宁波 315211)

提 要 于 25℃ 时, 观察了多刺裸腹蚤 *Moina macrocopa* Straus 在盐度为 2‰、3‰、4‰、6‰、8‰、10‰ 6 个浓度梯度下的生殖与生存. 试验表明, 多刺裸腹蚤的寿命随盐度升高而缩短. 在盐度 2‰—4‰ 范围内, 每蚤的平均产仔量、产仔总量及种群的内禀增长率 (r_m) 无显著差异, 其最适盐度为 2‰—4‰, 6‰ 为其生殖的盐度上限. 经过短期的海水驯化, 多刺裸腹蚤的生殖和生存盐度上限可达 8‰.

关键词 多刺裸腹蚤 盐度 内禀增长率 驯化

分类号 Q959.181

近年来, 随着海水鱼、虾蟹人工育苗及养殖业的不断发展, 对适宜饵料的需求也不断增长. 目前作为基本活饵料的轮虫难以大规模生产性培养, 卤虫因价格昂贵使育苗成本大幅度上涨, 桡足类生长周期又较长. 因此寻找一种能代替上述饵料的品种迫在眉睫. 淡水枝角类因其营养丰富、易繁殖、适应性强, 故是鱼虾类苗种培育中理想的活饵料. 目前对淡水枝角类的耐盐性及驯化研究尚不多见. 何志辉等^[1-3]对直额裸腹蚤 *Moina rectirostris*、蒙古裸腹蚤 *Moina mongolica*、大型蚤 (*Daphnia magna*) 进行了研究. 作者^[4]曾对老年低额蚤 *Simocephalus retulus* 和蚤状蚤 *Daphnia pulex* 的耐盐性进行过初步研究. 有关多刺裸腹蚤的耐盐性研究尚未见报导. 为了探究利用淡水枝角类供作海产动物人工育苗的活饵料的可能性, 作者对多刺裸腹蚤的盐度适应能力进行了试验研究.

1 材料与方 法

试验材料于 1997 年 5 月取自宁波大学的池塘. 经鉴定分离后接种. 培养液配方为 1.5g 牛粪 + 2g 干稻草 + 20g 沃土 + 1000mL 蒸留水. 待大量繁殖后, 取新生幼蚤作试验材料.

盐度试验采用自然海水 (22‰、砂滤) 和上述培养液配制成试液盐度为 2‰、3‰、4‰、6‰、8‰、10‰ 6 个浓度组. 每组均用 250mL 烧杯内盛 200mL 试液和 10 个新生幼蚤, 置于 25℃ 恒温水浴箱中 (自然光照). 各组试验重复 4 次. 并设淡水对照组. 试验结果编制成各盐度下的生命表. 考虑到多刺裸腹蚤的生殖力极高且产仔期延续时间远超过未成熟期, 这里采用 Lotka 提出的, 经 Birch 和林昌善^[5]简化后的公式计算 r_m 的精确值及有关数值:

$$\sum_{x=0}^{\infty} \exp(-r_m x) l_x m_x = 1$$

式中, x 为年龄值, l_x 为存活率, m_x 为每雌产雌率.

* 收稿日期: 1997-07-17; 收到修改稿日期: 1997-09-11. 王丹丽, 女, 1962 年生, 讲师.

** 宁波大学水产系九七届毕业生.

多刺裸腹蚤的盐度驯化分三组进行:A组从成体开始驯化,B组从新生幼蚤开始驯化,C组从卵胚胎开始驯化.驯化的起始盐度均为2‰.每组又分缓慢和快速添加海水两种方法进行.缓慢驯化分别为A₁、B₁、C₁组,盐度在三天内由2‰升至3‰,余类推,直到其生存的盐度上限.快速驯化分别为A₂、B₂、C₂组,每天增加1个盐度.各组均在200mL试液中接种10个蚤,置15℃下恒温培养,按计算好的剂量每天定时定量向杯中添加试液.全部试验重复2次.

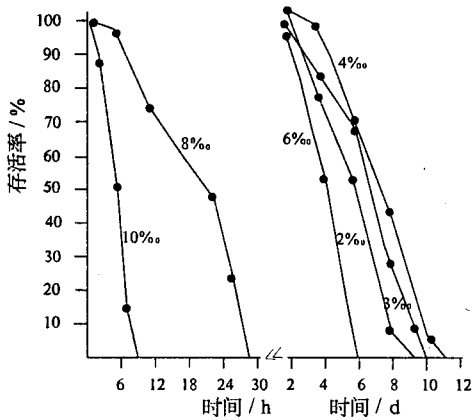


图1 多刺裸腹蚤在各盐度下的存活率
Fig. 1 The survival rate of the *M. macrocopa* at different salinities

试验期间每日观察成活率、记录第一次怀卵日和产仔数,所产幼蚤从亲蚤容器中移出.试验期间不更换培养液.

2 结果

2.1 盐度对多刺裸腹蚤生殖和生存的影响

由表1、图1可见,在盐度为2‰时,每一次怀卵日需2d,产仔总量和每蚤平均产仔量分别为401个和40.10个,比淡水组略低.半致死时间为6d,全部死亡时间为9d.盐度为3‰、4‰时,第一次怀卵日均为1.5d,与淡水组相同.产仔总量和每蚤平均产仔量相差不大,且都与盐度1‰时相近.盐度3‰时,半致死时间、全部死亡时间为7d和10d.盐度4‰时,分别为7d和11d,且存活率等各项指标都略高于2‰、3‰时.盐度为6‰时,第一次怀卵需2d,且有93%以上的个体怀卵,但怀卵后,卵又自行吸收,未产过仔,半致死时间和全部死亡时间减至4d和6d.盐度为8‰时,幼蚤难以生长发育,虽蜕过皮,但未发育至成体已全部死亡.盐度为10‰时,幼蚤未蜕过皮,6h半数死亡,10h全部死亡.对各梯度组的产仔量进行了方差分析可知,在淡水组及盐度2‰—4‰范围内,产仔量无明显差异($F=0.012$, 小于 $F_{0.05}$).

表1 盐度对多刺裸腹蚤生殖和生存的影响

Tab. 1 Effects of salinity on reproduction and survival of the *M. macrocopa*

项 目	淡 水	2‰	3‰	4‰	6‰	8‰	10‰
接种时体长/mm	0.61-0.64	0.60-0.64	0.54-0.57	0.57-0.61	0.61-0.64	0.61-0.63	0.61-0.65
第一次怀卵日/d	1.5	2	1.5	1.5	2		
产仔总量/个	580	401	394	411	0		
每蚤平均产仔量/个	58	40.10	39.40	41.10	0		
半致死时间	9d	6d	7d	7d	4d	21h	6h
全部死亡时间	17d	9d	10d	11d	6d	28h	10h

2.2 不同盐度下多刺裸腹蚤的内禀增长率(r_m)

从表2、表3可知,在盐度2‰—4‰间,多刺裸腹蚤的每日存活率和出生率与淡水组相差

不大,8d以后才明显低于淡水组.每世代的平均周期(T)随盐度升高而增加;内禀增长率(r_m)值在0.785-0.798之间;增长周限速率(λ)值在2.19-2.22之间;净增殖率(R_0)值在30.35-33.71之间,均以盐度4‰时最高.瞬时出生率(b)和瞬时死亡率(d)随盐度升高而略为增加.

表2 不同盐度下多刺裸腹蚤的生命表

Tab.1 The *M. macrocopa*'s table of life at different salinities

年龄值 x /d	存活率 l_x					出生率 m_x					$L_x m_x$				
	淡水	2‰	3‰	4‰	6‰	淡水	2‰	3‰	4‰	6‰	淡水	2‰	3‰	4‰	6‰
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1.00	0.98	0.93	1.00	0.93	3.98	4.50	3.45	1.18	0	3.98	0	3.21	6.18	0
4	1.00	0.93	0.90	0.93	0.88	13.90	18.30	10.53	11.96	0	13.90	17.01	9.48	1.15	0
5	0.85	0.73	0.80	0.93	0.55	15.13	17.30	16.08	19.48	0	12.95	12.63	12.86	18.11	0
6	0.75	0.63	0.75	0.90	0.03	9.50	2.78	4.18	5.55	0	4.13	1.11	3.14	5.00	0
7	0.68	0.50	0.65	0.65	0	1.43	1.93	1.20	3.23	0	0.97	0.97	0.78	2.10	0
8	0.60	0.25	0.30	0.50	0	0.30	0.43	2.15	1.00	0	0.18	0.11	0.65	0.50	0
9	0.55	0.05	0.23	0.40	0	0.68	0.18	0.80	1.58	0	0.37	0.01	0.18	0.63	0
10	0.40	0	0.18	0.20	0	6.10	0	0.28	0.13	0	2.44	0	0.05	0.03	0

表3 不同盐度下多刺裸腹蚤的内禀增长率及有关数值*

Tab.3 Intrinsic increase rate (r_m) and related values of *M. macrocopa* at different salinities

项 目	淡 水	2‰	3‰	4‰	6‰
内禀增长率 r_m/d^{-1}	0.850	0.785	0.785	0.798	
增长周限速率 λ/d^{-1}	2.34	2.19	2.19	2.11	
每世代平均周期 T/d	4.97	4.57	4.73	5.00	
净增殖率 $R_0/代^{-1}$	38.91	31.86	30.35	33.71	
瞬时出生率 b/d^{-1}	2.00	1.76	1.78	2.09	
瞬时死亡率 d/d^{-1}	1.15	0.98	0.99	1.29	
稳定年龄组配中幼体比例/%	82.32	92.33	81.15	80.57	

$$* R_0 = \sum L_x m_x, T = \frac{\sum L_x m_x x}{\sum L_x m_x}, \lambda = \exp(r_m), b = \frac{r_m \beta}{\exp(r_m) - 1}, d = b - r_m.$$

2.3 二种方法驯化下多刺裸腹蚤对盐度的适应能力

经过驯化可提高蚤对盐度的耐受力(图2、表4).在缓慢驯化的三组中,至盐度4‰时,存活率、产仔量明显下降,盐度5‰时基本死亡.而快速驯化的三组,在盐度5‰—6‰时才开始出现死亡个体,7‰—8‰时存活率和产仔量迅速下降,盐度9‰时全部死亡.在缓慢驯化中B、C二组蚤的每一次怀卵日需1.5d,产仔时间为第3天,在快速驯化中,上述二值分别延迟为2d和第4天,且快速驯化各组的产仔量低于缓慢驯化各组的产仔量.在快速驯化方法中,从卵—胚胎开始驯化的C组的耐盐性高于从新生幼蚤开始驯化的B组,前者在盐度7‰时存活率为65%,盐度8‰时尚有10%存活,而后者盐度7‰时存活率为35%,盐度8‰时全部死亡.

表 4 二种方法驯化下多刺裸腹 蚤对盐度的适应能力

Tab.4 The *M. macrocopa*'s adaptability for salinity at two training methods

组别	盐度 /‰	缓 慢 驯 化				快 速 驯 化			
		存活率/%	产仔时间/d	产仔量/个	累计产仔量	存活率/%	产仔时间/d	产仔量/个	累计产仔量
A 组	2	100	2-3	43	43	100			
	3	80	4-6	231	274	100	2	60	60
	4	20	7-9	58.50	332.50	100	3	67.50	127.50
	5	5	10	14	346.50	95	4	106	233.50
	6	0				80	5	49.50	283
	7					0			
	B 组	2	100	3	94	94	100		
3		95	4-6	324	418	100			
4		30	7-8	4.50	422.50	100			
5		0				100	4	125.50	125.50
6						80	5	119	244.50
7						35	6	0	244.50
8						0			
C 组		2	100	3	61	61	100		
	3	90	4-6	241	302	100			
	4	15	7-9	13.50	315.50	100			
	5	0				100	4	90	90
	6					90	5	93	183
	7					65	6	26	209
	8					10	7	25.50	234.50
	9					0			

3 讨论

3.1 盐度对生殖、生存的影响

淡水动物对盐度的适应能力受生物体内渗透压的控制,当外界环境中的渗透压与生物体内的渗透压形成一定差异而超过生物体自我调节能力时,淡水动物会失水而死.根据盐度试

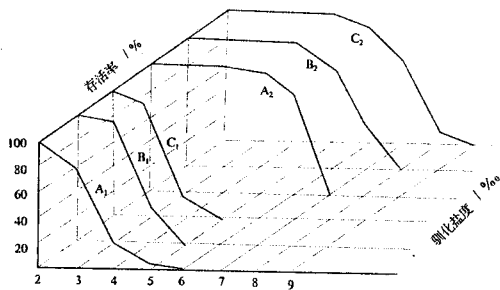


图 2 两种方法驯化下多刺裸腹 蚤的存活率
A₁、B₁、C₁ 缓慢驯化组; A₂、B₂、C₂ 快速驯化组

Fig.2 The survival rate of the
M. macrocopa at two training methods

验,多刺裸腹 蚤在盐度 2‰—4‰内能正常生长、繁殖,且第一次怀卵日和产仔量都与淡水组无显著差异.当盐度超过 4‰达到 6‰时,虽能怀卵,但不能产仔,因此盐度 6‰是其生殖的盐度上限.经过短期驯化,生殖的盐度上限可达到 8‰.过去对淡水枝角类的耐盐能力的估计往往偏低,蒋燮治和堵南山^[6]认为,即使在微咸水中习见的淡水枝角类,大多数在盐度超过 2‰—3‰的水体中就难以看到.近年,一些作者通过试验指出,不少枝角类的耐盐上限可达 6‰—8‰^[7],如直额裸腹 蚤、大型 蚤^[1,3]

等. 本试验的结果也与上述论点相一致. Скадовский^[8]曾指出, 淡水中含盐量的少许增高(一般在4‰以内), 对很多淡水动物的代谢、生长和生殖有刺激作用. 何志辉^[3]也指出, 一定的低盐度对淡水动物的生活有积极作用. 本试验的结果进一步证实了这一点.

在淡水中, 多刺裸腹蚤于25℃下生长的平均寿命为12d左右. 因此, 本试验在海水驯化过程中, 缓慢驯化组受寿命的影响, 未能驯化到一定的盐度. 在快速驯化中, 卵一胚胎期经过驯化的一组(C组), 其耐盐上限高于卵一胚胎期未经驯化的一组(B组). 根据试验结果, 作者认为合理的设计试验盐度梯度和驯化时间, 有望进一步提高多刺裸腹蚤的耐盐上限.

3.2 盐度与内禀增长率(r_m)

内禀增长率是反映特定条件下种群的最高增殖速率, 是一个物种繁殖能力最重要的指标. 试验表明, 多刺裸腹蚤在盐度2‰—4‰内, r_m 值为0.785—0.789d⁻¹, 且各项指标仅略低于淡水组, 因此可在此适盐范围内大量培养. 何志辉^[9]早先提出, 裸腹蚤是淡水枝角类中繁殖力最强的一个属. 从表5不难发现, 裸腹蚤属的内禀增长率(r_m)显著大于其它蚤属.

表5 几种枝角类的内禀增长率 r_m ($t = 25^\circ\text{C}$)

Tab.5 Intrinsic increase rate (r_m) of several kinds of the Cladocera

枝角类		盐度/‰	r_m	来源
多刺裸腹蚤	<i>M. macrocopa</i>	2-4	0.785-0.789	本文
多刺裸腹蚤	<i>M. macrocopa</i>	淡水	0.850	本文
多刺裸腹蚤	<i>M. macrocopa</i>	淡水	1.285	何志辉 ^[10]
直额裸腹蚤	<i>M. rectirostris</i>	2-4	0.875-0.945	何志辉等 ^[11]
蒙古裸腹蚤	<i>M. mongolica</i>	31.8	0.408	何志辉等 ^[2]
大型蚤	<i>D. magna</i>	2-5	0.239-0.450	何志辉等 ^[3]
大型蚤	<i>D. magna</i>	淡水	0.454	庄明辉等 ^[11]
隆线蚤	<i>D. carinata</i>	淡水	0.571	梁彦龄等 ^[12]
透明蚤	<i>D. hyalina</i>	淡水	0.460	黄祥飞 ^[13]
老年低额蚤	<i>S. vetulus</i>	淡水	0.561	王丹丽等 ^[14]
蚤状蚤	<i>D. pulex</i>	淡水	0.751	王丹丽等 ^[14]

3.3 人工培养的意义

多刺裸腹蚤作为鱼、虾蟹类的活饵料, 除了具有繁殖力强、适温范围广(15—25℃)^[9]外, 还具有个体较小、易消化、营养丰富的优点. 在宁波地区4月下旬出现, 并进一步形成优势种, 此时正是许多鱼、虾蟹的人工繁殖季节. 而在大量培养枝角类时, 一般须在第3代个体成熟并开始生产后代以后, 方能达到采收的生产量. 对于大型蚤、蚤状蚤、老年低额蚤等这一过程约需2周以上. 而多刺裸腹蚤由于出生后2d左右即能怀卵, 第3天即可产出第一批幼蚤, 仅一周后就可采收, 因此成倍地提高了生产量. 本试验又表明, 该蚤对盐度的忍耐性较强, 所以, 进一步试验用淡水裸腹蚤作为活饵料来源, 在海水养殖业中将会有明显的经济效益.

参 考 文 献

- 1 何志辉等. 直额裸腹蚤对海水盐度的适应能力. 动物学杂志, 1986(2):25-27
- 2 何志辉等. 盐度和温度对蒙古裸腹蚤生长、生殖和内禀增长率(r_m)的影响. 大连水产学院学报, 1988(2):1-8
- 3 何志辉等. 海水盐度对大型蚤的存活和内禀增长率的影响. 大连水产学院学报, 1996(3):1-8
- 4 王丹丽等, 李明云等. 温度与盐度对老年低额蚤和蚤状蚤生长及生殖的影响. 水产学报, 1996, 10(4):379-383

- 5 林昌善. 动物种群数量变动的理论与试验研究(Ⅱ): 杂拟谷盗蚤 *Tribolium confusum* H. 的内禀增长能力(r_m)的研究. 动物学报, 1964, 16: 323-338
- 6 蒋燮治, 堵南山. 中国动物志(淡水枝角类). 北京: 科学出版社, 1979
- 7 Адандин н в. Соденостивле адалтани н осморелу-дяторнвБие сносъности Ветвистоусьх ракооъравных з. формыз содоноватБлх и нрснъхвод. 300д. журн, 1982, 6: 851-860
- 8 Скадовский с н. Вкодотивснаи фоаодотии Вод-ных ораниаиов. Москва: Соватсиаи Наука, 1955
- 9 何志辉. 不同温度范围内隆线蚤和多刺裸腹蚤的生长和生殖的初步观察. 动物学杂志, 1965(1): 34-37
- 10 何志辉. 温度对多刺裸腹蚤的繁殖力和内禀增长能力的影响. 大连水产学院学报, 1983(1): 1-8
- 11 庄明辉等. 大型蚤生长、生殖和种群增长的研究. 水生生物学报, 1986(1): 24-31
- 12 梁彦龄等. 隆线蚤的内禀增长能力. 水生生物学集刊, 1964, 5(1): 31-36
- 13 黄祥飞. 温度对透明蚤和隆线蚤一亚种发育及生长的影响. 水生生物学集刊, 1984, 8(2): 207-24
- 14 王丹丽等, 李明云等. 温度对老年低额蚤和蚤状蚤内禀增长率(r_m)的影响. 宁波大学学报(理工版), 1997(3): 36-43

Effects of Different Salinities on the Intrinsic Increase Rate of *Moina macrocopa* Straus

WANG Danli XU Sanliang WANG Jiayan
(Department of Fisheries, Ningbo University, Ningbo 315111)

Abstract

The reproduction and survival of the *Moina macrocopa* Straus under 25°C and six salinities of seawater (2‰, 3‰, 4‰, 6‰, 8‰ and 10‰) has been studied. The experiment results show the total life span on a decrescendo basis varies with the increasing of salinity. Mean number of young produced per female and total number of young produced and the intrinsic increase rate (r_m) haven't significant differences (2‰-4‰). The results of the experiments also show that the appropriate salinity is 2‰-4‰, while lethal upper salinity limit of reproduction is 6‰. Finally, it is found that after short term training, the lethal upper salinity limit of reproduction and survival of *Moina macrocopa* may reach 8‰.

Key Words *Moina macrocopa*, salinity, intrinsic rate of increase, training