

直额裸腹蚤对海水盐度的适应能力*

何志辉 安树升

(大连水产学院)

枝角类广布于淡水水体且是幼鱼的主要食料,仅有少数种类分布于海水。海产枝角类繁殖力低又不易大量培养,作为海水动物养殖的活饵料意义不大。为了探究利用淡水枝角类供作海产动物人工养殖的活饵料的可能性,我们对不同产地的直额裸腹蚤 (*Moina rectirostris*) 对盐度的适应能力作了试验研究结果如下。

裸腹蚤是淡水枝角类中繁殖力最强的一个属^[1],直额裸腹蚤在我国干旱地区半咸水水体很常见,曾经在盐度 5.5‰ 的达里湖中形成优势种群^[2],从培养海产动物活饵料的来源,应是很希望的一个对象。

一、盐度对直额裸腹蚤内禀增长能力 (r_m) 的影响

r_m 代表特定条件下种群的最高增殖率,它既集中地反映了动物繁殖能力的大小,又考虑到死亡率的影响,能够敏感地反映环境因子对物种的作用^[3]。物种只有在 r_m 为正值的情形下,才能在新环境中定居和形成种群。

(一) 实验方法 实验在室内水温 22—26°C 下进行,采用 4 克/升新鲜驴、马粪浸出液作为培养液。种蚤在 1982 年 5 月下旬分别采自宁夏回族自治区银川水产试验场一个盐度 4‰

表 1 不同盐度下银川产直额裸腹蚤的生命表*

年龄值(日) x	存活率 (l_x)					出生率 (m_x)					$l_x m_x$				
	1‰	2‰	4‰	6‰	8‰	1‰	2‰	4‰	6‰	8‰	1‰	2‰	4‰	6‰	8‰
1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1.000	1.000	1.000	1.000	0.225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1.000	1.000	1.000	1.000	0.075	17.150	15.250	9.500	0	0	17.150	15.250	9.500	0	0
4	1.000	1.000	1.000	1.000	0	1.900	0	6.250	3.450	0	1.900	0	6.250	3.450	0
5	1.000	0.900	1.000	0.900	0	22.500	11.700	4.350	2.550	0	22.500	10.530	4.350	2.295	0
6	1.000	0.800	0.950	0.450	0	15.200	2.750	5.550	0.050	0	15.200	2.200	5.273	0.023	0
7	0.925	0.750	0.950	0.250	0	6.050	3.000	3.150	0.950	0	5.596	2.250	2.993	0.238	0
8	0.800	0.500	0.900	0.100	0	4.800	1.580	7.250	0.100	0	3.840	0.790	0.525	0.010	0
9	0.700	0.250	0.600	0.050	0	4.850	1.100	0.950	0	0	3.395	0.275	0.570	0	0
10	0.550	0.150	0.550	0	0	2.750	0.400	1.450	0	0	1.513	0.060	0.798	0	0

* 实验时间: 1982 年 6 月 6 日—15 日。

的废鱼池和大连市黑石礁一个缓流的淡水沟渠(文内简称银川蚤和大连蚤),在室内用上述培养液驯养十余天经 2—3 个单性世代后供作试验。

盐度组用海水和蒸馏水配制成 1‰、2‰、4‰、6‰ 和 8‰ 5 个浓度梯度。每组用 8 个 500 毫升的广口瓶内盛 300 毫升培养液和新产出的雌性幼蚤 10 个,其中银川蚤和大连蚤各 4 瓶。鉴于后期的产幼数对计算 r_m 值并无实际意义,每组实验仅延续 10 天。实验期间未更换培养

液,逐日计数蚤的存活和产幼数同时将幼蚤吸出。

(二) 不同盐度下种群的内禀增长能力

实验结果编制成包括存活率 (l_x) 和出生率 (m_x) 的生命表(表 1 和表 2)。考虑到裸腹蚤的繁殖力极高且产幼期远超过未成熟期,用近似法计算误差过大,我们采用洛特卡(Lotka 1925)提出经伯奇(Birch 1948)和林昌善(1964)简化

* 参加工作的尚有张赤、刘锐、杨丽欣、秦建光等。

表2 不同盐度下大连产直额裸腹蚤的生命表*

年龄值(日) x	存活率 (l_x)					出生率 (m_x)					$l_x m_x$				
	1‰	2‰	4‰	6‰	8‰	1‰	2‰	4‰	6‰	8‰	1‰	2‰	4‰	6‰	8‰
1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1.000	1.000	1.000	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1.000	1.000	1.000	0.950		11.050	9.250	5.550	0		11.050	9.250	5.550	0	
4	1.000	1.000	1.000	0.850		5.350	4.300	7.450	1.300		5.350	4.300	7.450	1.105	
5	1.000	1.000	1.000	0.700		14.450	19.950	7.900	1.500		14.450	19.950	7.900	1.050	
6	0.950	1.000	0.850	0.350		6.400	5.750	9.500	1.050		6.080	5.750	8.075	0.368	
7	0.850	1.000	0.850	0.300		4.800	8.300	3.000	0.900		4.080	8.300	2.550	0.270	
8	0.650	0.950	0.850	0.100		1.050	3.250	1.400	0.450		0.685	3.088	1.190	0.045	
9	0.400	0.850	0.250	0		2.550	0.350	1.650	0		1.020	0.297	0.413	0	
10	0.400	0.700	0.200			1.400	2.450	0.250			0.560	1.715	0.050		

* 实验时间: 1982年6月6日—15日。

表3 不同盐度下直额裸腹蚤的内禀增长能力及有关数值的精确值

种群	盐度 ‰	内禀增长能力 (r_m) 日 ⁻¹	增长的周限速率 (λ) 日 ⁻¹	每世代的平均周 期 (T) 日	瞬时出生率 (b) 日 ⁻¹	瞬时死亡率 (d) 日 ⁻¹	稳定年龄组配中 幼体百分比(%)	净增殖率代 ⁻¹
银川 蚤	1	1.0237	2.7835	4.1653	1.0452	0.0215	95.56	71.094
	2	0.9450	2.5728	3.6459	0.9463	0.0013	94.27	31.355
	4	0.8750	2.3989	4.1036	0.8209	0.0006	91.53	36.259
	6	0.4055	1.5001	4.4252	0.4371	0.0316	71.20	6.016
大连 蚤	1	0.9232	2.5173	4.0809	0.9237	0.0005	93.78	43.273
	2	0.9013	2.4628	4.3979	0.9014	0.0001	93.32	52.660
	4	0.8078	2.2430	4.3351	0.8091	0.0013	91.29	33.178
	6	0.2141	1.2387	4.8720	0.2995	0.0854	64.98	2.838

后的公式^[3] 计算其精确值:

$$\sum_0^{\infty} e^{-r_m x} l_x m_x = 1$$

从表1—3可见: 在盐度1‰—6‰内, 内禀增长能力 (r_m)、增长的周限速率 (λ)、瞬时出生率 (b) 和稳定年龄组配中幼体的百分比均随盐度的升高而降低, 在相同盐度下这些指标都以银川蚤较高。当盐度达到8‰时, 两地的裸腹蚤均不产幼, 净增殖率 (R_0) 为零, r_m 当为负值。

二、在短期驯化下直额裸腹蚤生殖和生存的盐度上限

如所周知, 水生动物经过一定时间的盐度驯养, 常能提高对盐度变化的适应能力。在内禀增长能力的实验中已显示: 产于盐度4‰的半咸水中的银川蚤较淡水产的大连蚤有较强的耐盐性, 我们进而将两地的直额裸腹蚤在缓慢

地逐渐提高盐度的条件下, 观察它们生殖和生存的盐度上限。

(一) 实验方法 实验在室内进行, 水温为21—26℃, 种蚤和培养液均和前一实验相同。

将两地初生雌蚤分别在盐度4‰的培养液中培养, 待其性成熟并产出第一胎幼蚤以后, 将所产雌性幼蚤移入同盐度的培养液中作为实验材料。

实验分8个组, 每组用1个500毫升广口瓶内盛300毫升培养液, 放5个幼蚤; 1—4组为银川蚤, 5—8组为大连蚤。按计算好的剂量逐时微量地向瓶中滴加海水, 使培养液的盐度在2天内从4‰升高到6‰。在这期间同时观察记录蚤的生活状况, 俟其产出第一胎后又以同样方式提高盐度和继续观察; 如果7—8天以后尚未生殖, 则继续提高盐度以观察其生存的盐度上限。

表4 在短期驯化下直额裸腹蚤对盐度的适应能力*

盐度 (‰)	银川 蚤		大 连 蚤	
	从出生到产出第一胎所需时数	第一胎生殖量(个)	从出生到产出第一胎所需时数	第一胎生殖量(个)
4	67.8(67—68)	19.3(17.6—22.0)	67.5(67—68)	20.8(19.6—22.4)
6	70.6(70—71)	16.8(15.8—17.8)	88.3(88—89)	12.0(10.8—12.6)
8	84.6(84—85)	9.5(8.8—10.0)	存	活
10	92.1(92—92.5)	6.3(5.6—6.8)	存	活
12	存	活	全	部
14—15	存	活	死	亡

* 实验时间: 1982年6月15日至7月15日。

(二) 结果 从表4可见: 在盐度4‰时银川蚤和大连蚤的发育时间(67—68小时)和第一胎生殖量(19.3和20.8)都很接近,以后随着盐度的升高它们的发育期相应延长,生殖量出现下降。但是银川蚤在盐度6‰—10‰之间尚能进行生殖,盐度12‰—15‰仍可存活但不能生殖,这时有的个体曾怀卵而随后卵又自行吸收。大连蚤则盐度6‰时可生殖,盐度8‰—10‰之间可存活而不能生殖,盐度12‰时全部死亡。

三、讨 论

1. 关于淡水动物对盐度的适应能力,过去的估计往往偏低。马努洛娃(Мануйлова 1964)^[9]、蒋燮治和堵南山(1979)^[5]都以为,即使那些在微咸水中习见的淡水枝角类,大多数在盐度超过2—3‰的水体中就不再遇见。近年卡勒撒维切(Карпевич 1976)^[8]指出:很多淡水无脊椎动物的耐盐上限可达到6—7‰;比德尔(Beadle 1981)^[6]认为:在盐度5—10‰以内的内陆半咸水中,动植物区系与淡水水体一般没有明显的差别。最近阿兰金(Аландин 1982)^[7]指出:淡水枝角类体液渗透压的 $-\Delta^{\circ}\text{C}$ 值多在一0.35到一0.45之间,约相当于6—8‰的盐度,从理论上说在这种盐度以内的水中都可以维持体液的高渗调节和正常生活。我们的实验表明,银川和大连两地直额裸腹蚤的盐度上限应在6‰—8‰之间,与上述论点一致。

2. 同一种枝角类在不同产地的种群,对盐度驯化的适应能力有很大的差别。大连蚤不论

驯化与否,其生殖的盐度上限均为6‰;银川蚤经短期驯化,生殖的盐度上限可从6‰提高到10‰。这种情况应是种群对生活条件长期适应的结果。因为宁夏地区气候干燥,地表水在蒸发浓缩过程中盐度缓慢而大幅度的变化对水生生物起着自然驯化的作用。在我们的短期驯化试验中,盐度的变化与其原栖地相近,因而银川蚤表现了较高的耐盐性。1982年6月,我们曾在山西南部一个因蒸发致使水的盐度升高到18.6‰的鱼池中采到这种裸腹蚤。据科米尔诺夫(Смирнов 1976)^[10]引用的材料,淡水产的短型裸腹蚤[*Moina brachiata*]甚至可以在盐度高达36.4‰的真盐水体中出现。看来,进一步对我国干旱地区内陆水体作广泛的生物学调查,有可能找到高度耐盐性的裸腹蚤种群,引种移植以供作海水动物养殖的活饵料对象。

3. 银川蚤经短期驯化后在盐度10‰以内均可繁殖,盐度15‰尚未见死亡,因此有可能在低盐度大量培养,短时间盐度驯化后作为海产动物的活饵料。

直额裸腹蚤的内禀增长能力随盐度的升高而下降,但在1‰—4‰之内变化较小(表3),因而宜在4‰盐度中大量培养,因为培养液的盐度越高,经驯化后的耐盐性也越高。

盐度4‰时直额裸腹蚤的 r_m 值为0.80—0.82/日,这一增长率较之隆线蚤(*Daphnia carinata*)的0.57/日^[4]尚高50%。目前尚未见到海产桡足类 r_m 值的资料,但桡足类的世代周期长达半个月到1年,种群中又包括很大部分的雄体,可想而知其增长能力应远远低于直额裸

腹蚤。由此可见,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得到明显的经济效益。

参 考 文 献

- [1] 何志辉, 1965。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 (1): 34—37。
- [2] 何志辉等 1981。达里湖水化学和水生生物学研究。水生生物学集刊 (3): 341—357。
- [3] 林昌善, 1964 动物种群数量变动的理论与试验研究 11. 杂拟谷盗 *Tribolium confusum* (H) 的内禀增长能力 (r_m) 的研究。动物学报 (3): 323—338。
- [4] 梁彦龄等 1964。隆线蚤 (*Daphnia carinata* (King)) 的内禀增长能力。水生生物学集刊 (1): 31—36。
- [5] 蒋燮治等 1979。中国动物志: 淡水枝角类。51。科学出版社。
- [6] Beadle, L. C. 1981 The inland waters of tropical Africa (second edition) Longman
- [7] Аладин, Н. В. 1982 Соленостные адаптации и осморегуляторные способности Ветвистоусых ракообразных з. Формы из солоноватых и пресных вод. Зоол. журн. 6:851—860
- [8] Каревич, А.Ф. 1975 Теория и практика акклиматизации водных организмов. Москва
- [9] Мануйлова, Е. Ф. 1964 Ветвистоусые Рачки (Cladocera). Фауны СССР. Москва—Ленинград.
- [10] Смирнов, Н.Н. 1976. Macrothricidae и Moinidae Фауны мира. В. кн: Фауна СССР. Ракообразные, Нов. сер., 112, 1, 3:1—237. Л.