

盐度和温度对蒙古裸腹溞生长、 生殖和内稟增长率(r_m)的影响

何志辉 刘治平 韩 英

(生态学系)

摘 要

实验室内在2‰, 5‰, 10‰, 15‰, 20‰, 31.8‰, 40‰和50‰8个盐度温度及10℃, 15℃, 20℃, 25℃, 30℃和35±5℃3个温度进行生长繁殖和生殖率蒙古裸腹溞生长率, 繁殖力和内稟增长率(r_m)的影响。每试验组用40个透明玻璃缸10毫升小球藻(每毫升约150万个小球藻)和一个原生动物, 每日喂食各饵料一次。

试验表明: 在盐度5‰到40‰之间蒙古裸腹溞的生长和繁殖力都没有显著为盐利, 但在温度对这种溞的生长率, 发育速率, 产卵率, 产卵量和内稟增长率都有明显的影响, 其最适温度为15—20℃。

文中还比较了蒙古裸腹溞和其他枝角类的内稟增长率并指出这种溞作为海水鱼虾类幼苗的饵料是很有前途的。

关键词: 蒙古裸腹溞, 盐度与温度

当前在海水鱼虾类幼苗培育中, 继褶臂尾轮虫 (*Brachionus plicatilis*) 之后的适口活饵料只有蚤虫幼体和桡足类。然而, 前者只能靠采集天然体液卵加以孵化, 来源有限; 后者发育期过长一般不适于作为培养对象。根据淡水养鱼的经验, 枝角类是一种繁殖快、营养价值高且为幼鱼喜食的食物。为了探究利用淡水枝角类供作海产动物活饵料的可能性, 我们曾就直额溞 (*Moina reissneri*) 对海水盐度的适应能力作过试验研究。1982年在晋南盐池采到一种淡水枝角类——蒙古裸腹溞并驯养到海水中生活。为了在盐业中加以培养利用, 我们对这种溞的生物学进行了广泛的实验研究, 本文报道盐度和温度对其生长、繁殖和内稟增长率的影响。

1 材料和方法

自1982年8月采回后, 将幼体放入2—4℃的冷水中培养, 每日喂给海水小球藻 (*Chlorella*) 1—2滴加盐度为31.8‰的大盐度海水 (以后简称海水) 进行驯化。约2个月后即完全改用海水培养。经过2个月的室内饲养并繁殖大量后代后, 取新生幼体作为试验材料。新生的幼体平均体长0.15(0.05—0.30)微米。

试验容器用20毫升的指管瓶,内盛10毫升试液和1个新生幼蚤(♀)。每组试验均包括30个指管瓶,每2日用目微尺测定一次体长,每日早晚两次观察生活和生殖状况并吸走新繁殖的幼蚤和投喂藻类饵料(约250万/升)。各组试验均观察到30个个体全部死亡为止。

盐度试验系将海水用蒸馏水稀释和加热浓缩,使成2,5,10,15,20,31.8,40和50‰ 8个盐度梯度组(事先试验表明这种蚤在淡水和盐度56‰之间均可生存),每组观察30个个体的生活史。所有试验均将指管瓶挂在25℃的恒温水族箱中进行,并投给海水小球藻为饵料。为了消除盐度的急剧变化可能产生的不良影响,采用逐级提高和降低的试验方法,即首先进行31.8‰组的试验,然后用这一组产生的幼蚤进行20‰和40‰两组的试验,余类推。

温度试验系将指管瓶盛海水悬挂于20℃,25℃,28℃,30℃和35℃的恒温水族箱中,另设一组白天置于30℃和夜间置于20℃使成 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 的变温条件。因此共有6个温度梯度组,每组的样品数和所用饵料同前。

试验期间测定了蒙古裸腹蚤的生长率、产卵前发育期、二次生殖间隔时间、生殖率、生殖量、总生殖量、一生生殖次数和寿命。为了获得这种蚤繁殖能力的综合指标,根据试验数据编制各种盐度和温度条件下的生命表和出生表,按 $\sum e^{r_{mx}} |x Mx = e^r$ (取 $y=7$) 计算内禀增长率(r_m)以及有关数值。

2 结 果

2.1 盐度的影响

从图1可见:盐度2‰和50‰两组生长明显地较慢,(最大体长仅达到1.2~1.25毫米),而5~40‰的6个组生长情况较接近,最大体长都超过1.3毫米,其中5‰组达到1.5毫米。

各盐度组幼龄期的生长率都高于成龄期,在最初3个日龄中,40‰和5‰两组生长最快,3~5日龄间5‰,15‰和20‰3组生长较快,并且增长率很接近。

从表1可见:产幼前的发育期(从出生到产出第一胎时间)平均4.7~6.8天,极值为4~

表1 盐度对蒙古裸腹蚤生殖和寿命的影响

盐度 ‰	产幼前发育期 (天)		二次生殖间隔 天数(天)		生殖率 (10天内 生殖次数)	生殖量		总生殖量		一生生殖次数		寿命(天)	
	幅度	平均	幅度	平均		幅度	平均	幅度	平均	幅度	平均	幅度	平均
2	5-7	5.5±0.89	1-4	1.6±0.89	6.3	2-9	6.1±1.951	2-24	9.9±6.18	1-4	1.6±0.84	2-16	10.3±3.9
5	4-7	4.9±0.56	1-4	2.0±1.17	5.0	1-19	11.9±1.17	12-52	2.92±9.02	1-4	2.4±0.98	5-15	11.4±3.18
10	6-9	6.8±0.78	1-3	1.4±0.55	7.1	1-21	11.7±4.87	4-64	42.3±18.17	1-7	3.6±1.67	1-27	10.2±5.60
15	5		1-5	2.6±0.92	3.8	1-18	1.6±4.02	10-61	27.7±13.54	1-6	2.4±1.17	6-20	11.6±4.02
20	5-7	5.1±0.37	1-6	1.5±0.86	6.7	1-22	9.6±1.96	7-52	38.1±17.53	1-7	4.0±2.02	5-23	13.8±5.67
31.8	4-9	4.8±1.01	1-6	2.4±1.10	4.2	1-11	5.7±2.92	6-17	16.0±7.01	1-6	2.4±1.10	1-20	10.9±5.44
40	4-5	4.7±0.48	1-2	1.4±0.59	7.1	6-14	9.6±2.12	8-50	19.2±14.14	1-5	2.0±1.62	1-16	6.9±4.59
50	5		1-5	2.0±0.77	5.0	1-8	4.2±1.32	2-25	16.4±3.93	1-7	4.0±1.72	1-21	14.2±5.82

9天,以40‰最短,海水(31.8‰)和5‰组次之,10‰组最长。

二次生殖间隔为1.4~7.6天(生殖率3.8~7.1),以10‰和40‰两组最短,15‰和海水组最

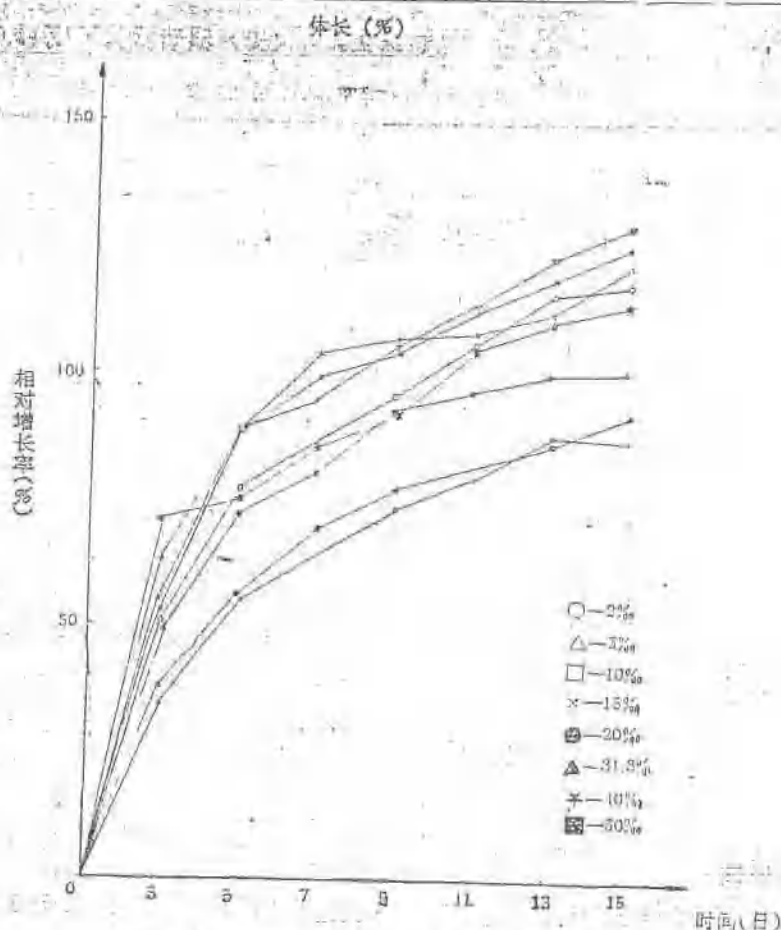


图1 *Moina mongolica* 不同盐度下的体长增长百分比

生殖量平均4.2~11.9个, 极值1~22个, 以5‰, 10‰和15‰三组最高且极接近, 50‰、海和2‰组较低。

总生殖量9.9~42.3个, 极值2~64个, 以10‰组最高, 20‰次之, 2‰最低。

一生生殖次数平均1.6~4.0次, 极值1~7次, 以20‰和50‰两组最多, 2‰最少。

寿命平均6.9~14.2天, 50‰组最长, 40‰最短、个别可活到33~27天。

相关分析(表2)表明: 上述标志与盐度之间均没有显著的相关性($r < 0.7$, $n = 8$)。

表2 蒙古裸腹溞各项生殖指标与盐度的相关系数(r)

标 志	r	标 志	r
产卵前发育期	-0.4496	总生殖量	-0.3302
二次生殖间隔时间	0.0360	一生生殖次数	0.3272
生殖量	-0.5405	寿命	0.0805

从表3可见: 各盐度下的内禀增长率(r_m)变动于0.322~0.505个/天之间 以5‰组最高,

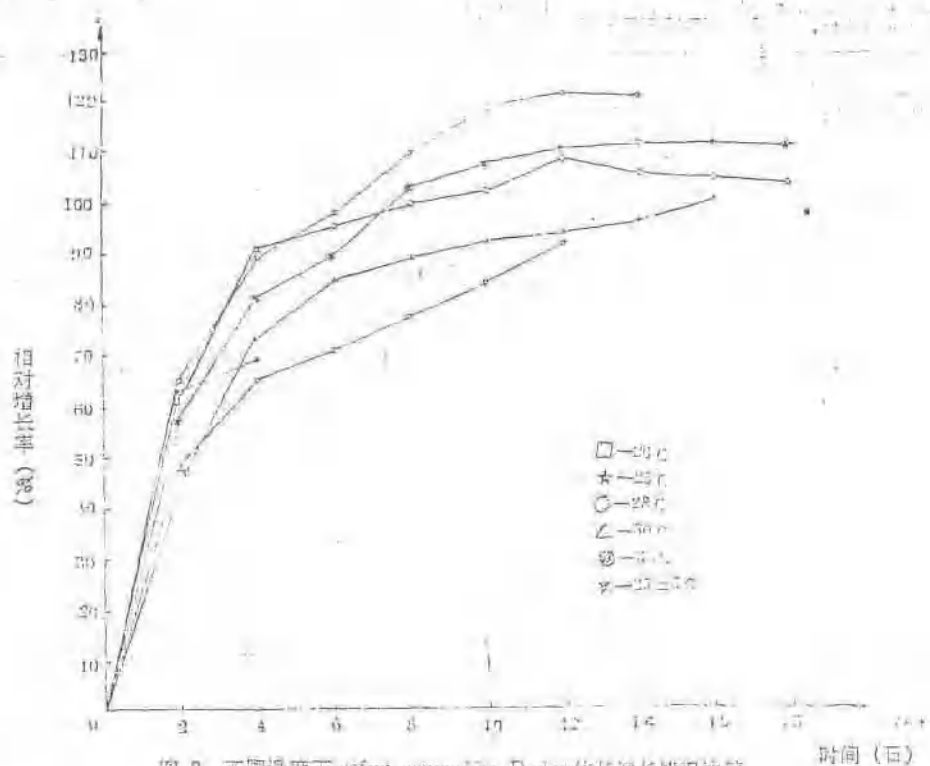


图 2 不同温度下 *Daphnia magna* 体长增长情况比较

2.2 温度的影响

从图 2 可见：28℃组生长最快（最大体长达到1.36毫米），25℃和20℃两组次之，20℃组生长不及25℃。30℃组最大体长仅达1.1毫米，35℃组仅1.0毫米左右。

但在不同阶段各温度组生长情况是不同的，2日龄时以28℃增长率最高，35℃次之，25±5℃最低。4日龄时以20℃最高，28℃次之，30℃和35℃最低。6日龄后各组差别加大，但28℃一直领先。

表 3 盐度对蒙古裸腹溞的内禀增长率 r_m 和相关数值的影响

盐 度	r_m	2	5	10	15	20	31.0	40	50
内禀增长率(r_m)		0.532	0.505	0.548	0.441	0.455	0.403	0.434	0.38
增长的周限速率(λ)		1.380	1.657	1.374	1.554	1.576	1.504	1.543	1.3
世代平均周期(T)		6.432	5.297	9.151	6.224	7.059	6.260	6.203	7.7
瞬时出生率(b)		0.402	0.657	0.152	0.659	0.534	0.556	0.632	0.7
瞬时死亡率(d)		0.080	0.152	0.111	0.113	0.120	0.128	0.189	0.0
稳定年龄组中幼体数		83.9	87.7	91.9	90.4	91.7	91.3	91.0	82.4
净生长率(R_0)		7.934	21.0.5	13.859	18.569	21.804	12.862	11.707	12.3

从表 4 可见：产卵前的发育期3.1~7.8天，极值3~9天，以50℃最短，28℃和35℃次之，20℃最长。在20~30℃间发育期随温度的增高而缩短，其回归方程式为：

$$Y = 16.34 - 0.41X \text{ (Y表发育期(天), X表温度)}$$

表 4 续

表 4 温度对蒙古裸腹溞生殖和寿命的影响

温度 ℃	产卵前发育期 (天)		二次生殖间隔 天数(天)		生殖率 (10个口 生殖次 数)	生殖量		一生生殖次数		寿命(天)			
	幅度	平均	幅度	平均		幅度	平均	幅度	平均				
20	6—9	7.8±0.59	2—8	4.1±1.93	2.4	1—14	9.1±3.63	5—24	13.0±5.46	1—4	1.5±0.86	2—27	9.8±5.54
25	4—9	4.8±1.01	1—6	2.4±1.10	4.2	1—11	5.7±2.93	6—27	15.0±7.01	1—3	2.3±1.05	1—20	10.3±5.44
28	4	4.0	1—2	1.0±0.16	10.0	4—19	7.3±3.95	6—20	26.7±10.91	1—5	2.8±1.30	1—13	3.0±1.31
30	3—4	3.4±0.51	1—2	1.2±0.44	2.3	1—12	5.6±2.76	4—27	10.0±5.34	1—3	1.8±1.26	1—10	4.4±3.05
35	3—6	4.0±0.63				2—10	5.4±2.25	3—7	5.4±2.17	1	1.0	2—5	4.2±1.49
25±5	4—5	4.3±0.44	1—4	1.9±0.68	5.3	1—12	3.4±2.29	2—27	15.1±5.90	1—4	1.8±0.70	2—17	7.3±3.37

从30℃升到35℃时,发育期又延长。变温25℃的发育期稍短于恒温25℃。

二次生殖间隔时间平均1~4.1天(生殖率2.4~10.0),以28℃最短,30℃次之并与之接近,20℃最长。变温25℃短于恒温25℃。

生殖量平均5.4~9.1个,极值1~19个,以20℃组最高,35℃最低,但与温度无显著相关($r = -0.6822, n = 5$)。变温25℃的生殖量远高于恒温25℃。

总生殖量5.4~20.7个,极值2~50个,以28℃组最高,35℃最低,与温度亦无显著相关($r = 0.4741, n = 5$)。

一生生殖次数1.0~2.8次,最多达6次,25℃和28℃最高,35℃最低。

寿命平均4.2~10.8天,最长达到20~27天。25℃最长,20℃次之,35℃最短。寿命虽有随温度升高而缩短的趋势,但两者尚未达到显著相关的水平($r = -0.8524, n = 5$)。

从表5可见,内禀增长率(r_m)变动于0.028~0.472个/天之间,以变温25℃最高,28℃与之接近,35℃最低。

表 5 温度对蒙古裸腹溞内禀增长率和有关数值的影响

温 度 ℃	20	25	28	30	35	25±5
内禀增长率(r_m)	0.247	0.403	0.433	0.274	0.023	0.473
增长的周限速率(λ)	1.280	1.504	1.550	1.454	1.023	1.613
世代平均周期(T)	3.765	2.333	2.020	4.634	4.164	5.430
瞬时出生率(b)	0.323	0.536	0.634	0.623	0.263	0.640
瞬时死亡率(d)	0.036	0.423	0.196	0.254	0.234	0.163
稳定年龄组配中幼体所 净生殖率 R_0	91.7	21.5	37.9	37.2	92.1	90.1

3 讨 论

3.1 根据盐度试验:蒙古裸腹溞可以在淡水到盐度56‰的盐水中生活,并且除了2‰和50‰两个盐度生长明显较差,内禀增长率较低外,在5‰到40‰的广阔盐幅内生长和繁殖力都没有显著的差别。可见这是一种广盐性的种类,无论在海水或河口不同盐度的半咸水养殖中都

可以作为培养对象。

值得指出的是与原栖地盐度和近的20%组和已驯养半年的海水组中, 溇的生长和生殖没有增强的趋势。这点显示5~40%盐度是这种溇在历史过程中经常接触的盐幅, 因而也为所适应的盐幅。

3.2 根据温度试验, 蒙古裸腹溇在28℃时生长率和生殖率都最高, r_m 值以变温25℃时最高28℃和25℃次之, 在这两个温度下其他标志也不低。因此, 可以认为25℃~28℃应是这种溇的最适温度。

据Богатова(1980)[7]的材料, 直额裸腹溇最适温度为24~28℃, 多刺裸腹溇(*Moine maculosa*)为24~26℃; 据我们实验观察(1), 多刺裸腹溇最适温度为28℃, 看来这3种裸溇的最适温度是相似的。

Галковская(1978)[8]的试验表明, 变温能加快大型溇的生长和繁殖, 我们也发现变温有促进多刺裸腹溇繁殖力的趋势。蒙古裸腹溇的 r_m 值以变温25±5℃时最高这一点也表明变温的积极影响。我国沿海地区生长期的水温大部分时间变动于20~30℃之间, 与25±5℃的变温条件相近, 可以说都很适宜于这种溇的培养。

如按20~30℃变温计算, 则在生长期露天培养条件下, 蒙古裸腹溇从出生到产出第一卵仅需1~5天, 以后每隔2天生殖一次, 每胎产幼数8个, 一生生殖二次, 种群约按每天1.1倍($\lambda = 1.615$)的速率增长, 10天后数量可增大110倍, 因此, 培养物10天后即可开始收获。

3.3 枝角类在生长季节主要进行单性生殖, 仅就这一点来看, 其种群增长速率就要较桡类、卤虫等进行双性生殖的大1倍。何况, 桡足类和卤虫生殖前的发育期要较枝角类长得多。通常桡足类由受精卵到成体的发育时间要15~18天以上, 卤虫一般孵出2~3周才开始产卵, 而溇属产卵前的发育期通常7~9天, 裸腹溇仅3~6天。因此, 桡足类种群增长率远低于枝角类。例如尖额滑猛水溇(*Euterpina acutifrons*)[6]是一种繁殖较快的桡足类, 其内禀增长率(r_m)为0.161, 尚不及蒙古裸腹溇的一半。

表6列出几种常被用作活饵料培养对象的枝角类的 r_m 值, 从中可见: 多刺裸腹溇在淡水中的 r_m 值最高(0.6~1.57), 直额裸腹溇在微咸水中(1~2‰) r_m 也较高(0.9~1.0), 在中盐水中(6‰)仅和蒙古裸腹溇相近。溇属种类在淡水中的 r_m 值随线溇稍高于蒙古裸腹溇, 大型溇与蒙古裸腹溇相近。如所周知, 在淡水养鱼中, 溇属种类是一种高产的饵料生物, 常被大量培养作为活饵料。蒙古裸腹溇的生产性能与溇属相近, 对盐度的适应性又很广, 可见通过进一步地研究其大量培养方法以后, 用这种溇作为海水鱼虾类活饵料是很有前途的。

何志辉等：盐度和温度对蒙古裸腹蚤生长、生殖和内脏增长率的影响

2期(总10期)

表 6 几种枝角类的内脏增长率(r_m)

		盐度 ‰	温度 ℃	r_m	作者
蒙古裸腹蚤	<i>M. mongolica</i>	31.8	20	0.247	本文
蒙古裸腹蚤		31.8	25	0.408	本文
蒙古裸腹蚤		31.8	28	0.438	本文
蒙古裸腹蚤		31.8	30	0.374	本文
蒙古裸腹蚤		31.8	35	0.028	本文
直额裸腹蚤	<i>M. rectirostris</i>	1	22—26	1.024	何志辉等, 1986
直额裸腹蚤		2	22—26	0.945	何志辉等, 1986
直额裸腹蚤		4	22—26	0.875	何志辉等, 1986
直额裸腹蚤		6	22—26	0.406	何志辉等, 1986
多刺裸腹蚤	<i>M. macrocopa</i>	淡水	20	0.621	何志辉, 1983
多刺裸腹蚤		淡水	25	1.285	何志辉, 1983
多刺裸腹蚤		淡水	28	1.572	何志辉, 1983
多刺裸腹蚤		淡水	30	1.411	何志辉, 1983
透明蚤	<i>Daphnia hyalina</i>	淡水	20	0.35	黄祥飞, 1984
透明蚤		淡水	25	0.46	黄祥飞, 1984
透明蚤		淡水	30	0.47	黄祥飞, 1984
隆浅蚤	<i>D. carinata</i>	淡水	25	0.571	梁彦龄等, 1964
大型蚤	<i>D. magna</i>	淡水	20	0.44	庄明辉等, 1986
		淡水	25	0.454	庄明辉等, 1986

参 考 文 献

- (1) 何志辉, 1983 温度对多刺裸腹蚤 *MOINA MACROSCOPA* STRAUS 的繁殖力和内脏增长能力(r_m)的影响. 大连水产学院学报 1983(1): 1~8
- (2) 何志辉, 安树升, 1986, 直额裸腹蚤对海水盐度的适应能力. 动物学杂志 1986; (2): 25~27.
- (3) 庄明辉, 梁彦龄, 1986, 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.
- (4) 梁彦龄, 张国恩, 1961, 隆浅蚤(*Daphnia carinata* Stug)的内脏增长能力. 水生生物集刊 1961; 5(1): 31~35.
- (5) 黄祥飞, 1981, 温度对透明蚤和隆浅蚤亚种发育及生长的影响. 水生生物集刊 1984; 8(2): 207~221.
- (6) Zurlini, G. et al. 1973. Reproduction and growth of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) under experimental conditions. Marine Biology 46: 59~64.
- (7) Богатова 1930 Рыбоводная гидробиология «наука и промышленность» Москва.
- (8) Галковский, Г.А., Сулешев Л.М. 1973 РОСТ Водных Животных при переменных Температуре. Изд-во «Наука и техника» Минск.