

## 三种淡水枝角类生物学的研究\*

黄祥飞

(中国科学院水生生物研究所, 武汉)

### 提 要

在恒温条件下, 观察了平突船卵溞、隆线溞、微型裸腹溞的生长和繁殖。这三种淡水枝角类的生长随龄数的增加而变慢; 总生活时间随温度升高而缩短。

平突船卵溞在 20℃ 时, 有 3 个幼龄、18 个成龄、总生活时间为 46.8 天; 30℃ 时为 3 个幼龄、15 个成龄和 18.8 天。30℃ 时, 隆线溞有 3 个幼龄、14 个成龄、总生活时间为 18.7 天; 微型裸腹溞则为 2 个幼龄、9 个成龄和 10.7 天。

种类不同, 累计产卵数相差很大。隆线溞在 30℃ 时高达 366 个; 微型裸腹溞仅为 48 个。平突船卵溞在 20℃ 和 30℃ 时分别为 178 个和 172 个。产卵率以隆线溞为最高 (1.41); 微型裸腹溞较低 (1.055)。30℃ 时, 平突船卵溞的内禀增长力为 1.04; 20℃ 仅为 0.47; 隆线溞和微型裸腹溞依次为 0.86, 0.97。

有关枝角类生物学的研究一般以溞属作为观察对象者居多。国内, 郑重<sup>[2-4]</sup>对蚤状溞 (*Daphnia pulex*)、宋大祥<sup>[1]</sup>对大型溞 (*Daphnia magna* Straus) 黄祥飞<sup>[7]</sup>对透明溞 (*Daphnia hyalina*) 和隆线溞一亚种 (*D. carinata* ssp.) 都进行过研究。堵南山等<sup>[5]</sup>对拟老年低额溞 (*Simocephalus vetuloides*) 也进行了培养研究。国外, 以溞属作为研究材料则更多<sup>[8-10, 14]</sup>。但是对船卵溞和裸腹溞在国内外研究较少。

平突船卵溞 (*Scapholeberis mucronata*) 是一种广温性枝角类, 分布广泛, 它又是一种特殊的表膜生物, 利用壳瓣腹缘的刚毛, 使腹面向上, 倒悬其身体而漂浮于水面。Murugan (1976)<sup>[13]</sup> 对同一属的壳纹船卵溞 (*Scapholeberis kingi*) 进行过研究, 但未见有关本种的报道。微型裸腹溞 (*Moina micrura*) 和隆线溞 (*Daphnia carinata*) 都是习居于富营养型小水体中的种类, 国外虽有文献记载<sup>[11, 14]</sup>, 国内尚为空白。

### 材 料 和 方 法

平突船卵溞取自武汉东湖沿岸带, 微型裸腹溞、隆线溞取自东湖附近鱼池 (114°23'E, 30°33'N)。培养和观察方法与近亲裸腹溞相同<sup>[6]</sup>。不过, 平突船卵溞所产之幼溞极小, 要用解剖镜方能计数。

\* 参加工作的还有华中农学院七七级熊国胜同志。  
收稿日期: 1983年5月13日。

## 结 果

表 1 列出了平突船卵溞、微型裸腹溞和隆线溞的生长和繁殖的主要培养结果。

表 1 三种淡水枝角类的生长和产卵量

	平突船卵溞		隆线溞	微型裸腹溞
	20℃	30℃	30℃	30℃
第一幼龄体长 (mm)	0.27±0.05	0.25±0.02	0.56±0.02	0.38±0.02
幼龄数	3	3	3	2
幼龄期(天)	4	1.9	3	1.7
第一成龄体长 (mm)	0.57±0.01	0.56±0.01	1.63±0.062	0.68±0.01
成龄数	18	15	14	9
成龄期(天)	42.8	16.9	15.7	9.0
末龄体长 (mm)	1.12	0.98	3.04	1.04
累计产卵数(个)	178	172	366	48
总生活时间(天)	46.8	18.8	18.7	10.7

**1. 生长** 从表 1 可以看出: 平突船卵溞在 20℃ 时, 第一幼龄体长为 0.27mm, 30℃ 时为 0.25mm; 30℃ 时, 隆线溞为 0.56mm, 微型裸腹溞为 0.38mm。它们的末龄体长分别为 1.12, 0.98, 3.04, 1.04mm。从龄数和体长的增长曲线来看, 大致可分为三个时期: 幼龄为高速生长期; 成龄前期为中速生长期; 成龄后期为缓慢生长期 (图 1)。在 30℃ 时, 平突船卵溞幼龄平均每龄增长 0.103mm; 第一成龄至第六成龄为 0.057mm; 从第七成龄到第十五成龄仅为 0.011mm。隆线溞、微型裸腹溞亦然。一般, 培养在低温下的个体要大于高温的个体。这是因为温度高, 加速了动物的新陈代谢, 而使性的成熟提早。平突船卵溞在 20℃ 时, 要经过 96 小时方能达到性成熟; 而在 30℃ 时, 只要 45 小时性即成熟。因此, 在温度高时, 枝角类把大部分营养移用于生殖而影响了生长。这种现象在蚤状溞<sup>[3]</sup>、大型溞<sup>[1]</sup>、透明溞和隆线溞一亚种<sup>[7]</sup>和隆线溞 (*Daphnia carinata*) 均有所发现。

**2. 龄期和龄数** 枝角类每蜕一次皮便为一龄。前后两次蜕皮之间的时期, 称为龄期 (Duration of instar) 温度愈高, 龄期愈短, 蜕皮频率愈快。平突船卵溞在 20℃ 时, 平均龄期为 53.5 小时; 而 30℃ 时, 仅为 25.1 小时。幼龄期短于成龄期。微型裸腹溞幼龄期平均为 20 小时 (30℃), 而成龄期为 24 小时。隆线溞幼龄期为 24 小时, 成龄期为 26.9 小时。

总生活时间(或称寿命)也是温度低者寿命长, 温度高者寿命短。20℃ 时, 平突船卵溞能生活 46.81 天; 而 30℃ 时, 仅活 18.8 天。

20℃ 时, 平突船卵溞有 3 个幼龄, 18 个成龄; 30℃ 时, 有 3 个幼龄, 15 个成龄。这和 Murugan et al.<sup>[14]</sup> 报道壳纹船卵溞的培养结果稍有不同(表 2)。30℃ 时, 微型裸腹溞有 2 个幼龄, 9 个成龄, 这与 Murugan (1975)<sup>[11]</sup> 的研究结果比较接近。一般幼龄数的变化

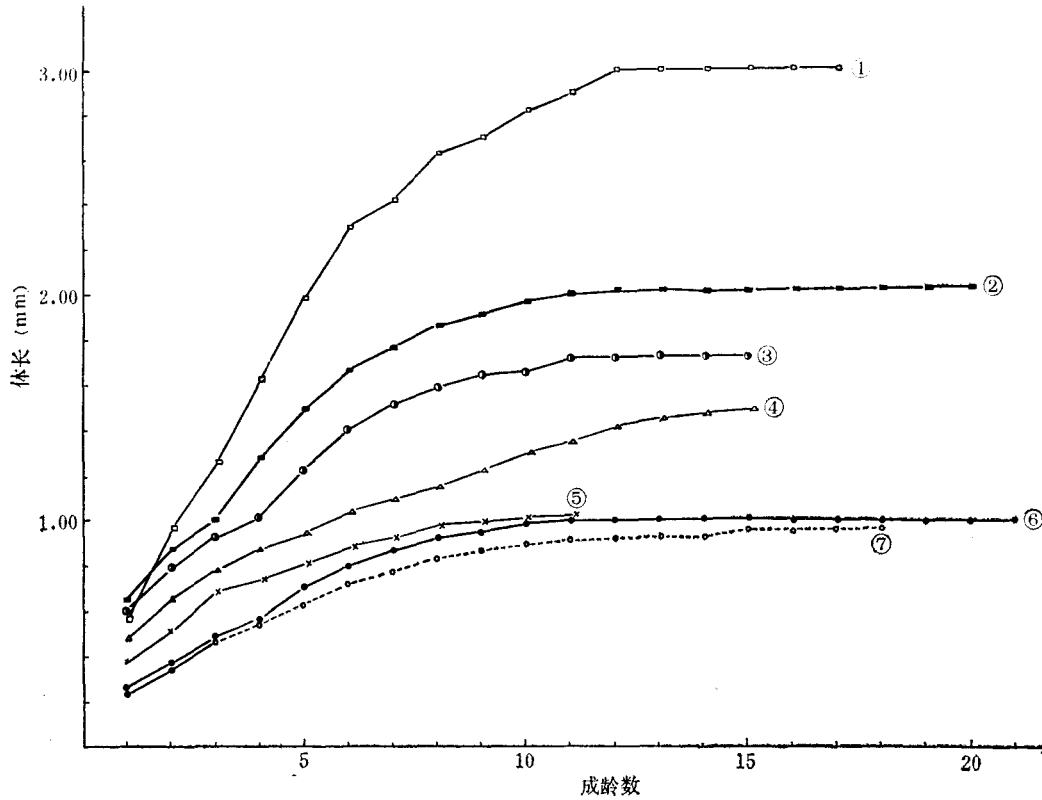


图1 6种枝角类龄数和体长的关系

①□—□ 隆线蚤, 30°C ②■—■ 隆线蚤—亚种, 30°C ③●—● 透明蚤, 30°C ④△—△ 近亲裸腹蚤, 30°C ⑤×—× 微型裸腹蚤, 30°C ⑥●—● 平突船卵蚤, 20°C ⑦○—○ 平突船卵蚤 30°C

较小,如在 20°C, 30°C 时,平突船卵蚤均为 3 个幼龄;但成龄变化较大,在 20°C 时,该蚤有 18 个成龄,30°C 时却只有 15 个。就总龄数来说,温度低者龄数多,温度高者龄数少。透明蚤、隆线蚤—亚种也有这种现象存在<sup>[7]</sup>。

**3. 产卵量** 种类不同累计产卵数相差很大。隆线蚤高达 366 个;而微型裸腹蚤仅为 48 个;平突船卵蚤约在 175 个左右。

枝角类的产卵量开始随龄数增加而增加,但到老龄个体后随龄数增加而减少,产卵高峰在成龄前期,一般呈单峰型(图 2)。平突船卵蚤在 20°, 30°C 时,第 7 和第 6 成龄的平均产卵量最高;微型裸腹蚤第 2 成龄产卵量有所下降,以第 4 成龄为最高。而隆线蚤的产卵高峰出现在第 7 和第 11 成龄呈双峰型。这种现象在尖吻低额蚤 (*Simocephalus acutirostratus*)<sup>[12]</sup> 中也存在。

**4. 内禀增长力 ( $r_m$ )** 种群的内禀增长力代表了具有稳定年龄结构的种群最高瞬时增殖速率。根据培养温度下,实验种群特定年龄组的年龄中值 ( $x$ )、存活率 ( $L_x$ ) 和出生率 ( $m_x$ ) 制作出生命表 (Life table) 并参照方程:

$$\sum L_x m_x e^{-r_m x} = 1.00$$

试算出内禀增长力 ( $r_m$ )。计算结果: 30°C 时,平突船卵蚤  $r_m$  最大为 1.04,微型裸腹蚤

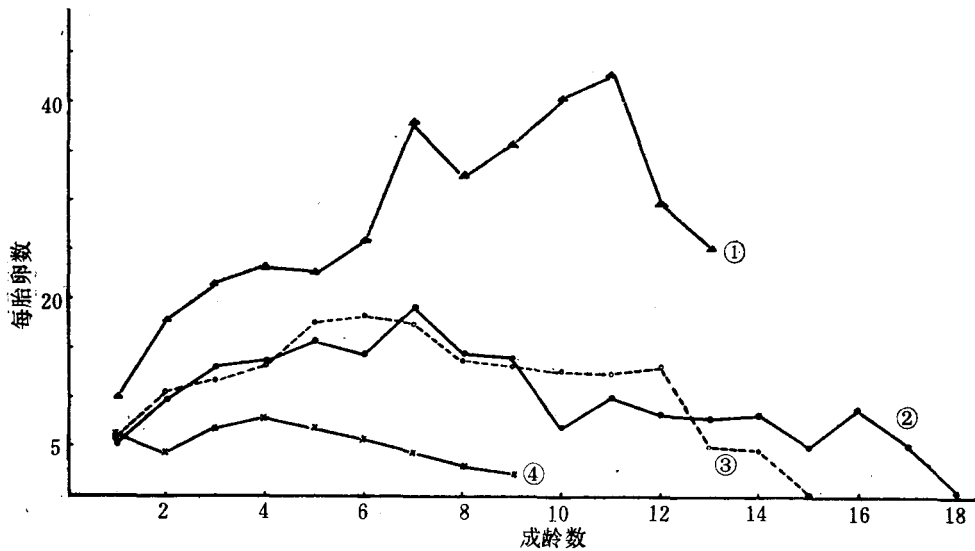


图2 三种淡水枝角类成龄数与产卵量的关系

①▲—▲ 隆线蚤 ②●—● 平突船卵蚤, 20°C ③○---○ 平突船卵蚤, 30°C ④×—× 微型裸腹蚤

为 0.97, 20°C 时, 平突船卵蚤为 0.47。就同一种群而言,  $r_m$  随温度升高而增加。  $r_m$  值的大小与幼龄期、第一、第二成龄期和怀卵量最密切相关。 30°C 时, 平突船卵蚤幼龄期仅为 1.9 天, 第一、第二成龄期和平均怀卵量分别为 20, 21 小时和 6, 10 个/胎; 20°C 时, 该蚤幼龄期为 4.0 天, 第一、第二成龄期和平均怀卵量分别为 48, 56 小时和 5, 10 个/胎, 由此获得 30°C 时的  $r_m$  为 20°C 的 2.21 倍。这和武汉东湖透明蚤、隆线蚤一亚种的计数结果是一致的。

**5. 存活率** 平突船卵蚤在 20°C 时, 从第一到第五龄全部存活, 在第十三龄之前存活率也较高, 只是从第十三龄起死亡率才急剧增加。隆线蚤、微型裸腹蚤亦然。

## 讨 论

### 1. 龄期、龄数和寿命

一般, 龄期、寿命随温度升高而缩短, 龄数却随温度升高而增加。 Murugan et al. (1976)<sup>[13]</sup> 报道壳纹船卵蚤在 28—30°C 时, 有 2 个幼龄, 17 个成龄, 平均龄期为 26 小时, 寿命为 20.6 天; 平突船卵蚤在 30°C 时, 有 3 个幼龄, 15 个成龄, 平均龄期为 20.6 小时, 寿命为 18.8 天。虽然, 壳纹船卵蚤的龄期较平突船卵蚤长, 但总生活时间却相差不大。即使同一种, 在基本相同的培养温度下, 龄期、龄数、寿命也有所不同。据 Murugan (1975)<sup>[14]</sup> 研究, 微型裸腹蚤在 28—30°C 时, 有 2 个幼龄, 11 个成龄, 寿命为 13 天; 本试验结果, 微型裸腹蚤有 2 个幼龄, 9 个成龄, 寿命为 10.7 天。隆线蚤一样, 亦有不同之处。这可能与不同的生态环境, 培养条件有关。

### 2. 产卵量和产卵率

产卵量是衡量动物生殖潜力的一个重要因素。它一方面随种类、年龄而异, 另一方面受外界环境的影响。一般, 产卵量与母体大小成正比。从表 2 可以看出大型种类有较高

表 2 东湖 7 种枝角类产卵量与最大体长

种 名	培养温度 (°C)	最大体长 (mm)	平均最高产卵量 (成龄数)	平均成龄产卵量
透明溞 ( <i>Daphnia hyalina</i> )	15	3.02	47 (第 12 成龄)	29
	20	2.90	39 (第 16 成龄)	25
	25	2.52	26 (第 8 成龄)	12
	30	1.77	13 (第 7 成龄)	8
隆线溞—亚种 ( <i>D. carinata</i> ssp.)	15	2.89	48 (第 15 成龄)	28
	20	2.92	48 (第 7 成龄)	30
	25	2.51	22 (第 5 成龄)	12
	30	2.31	21 (第 13 成龄)	14
	35	1.79	11 (第 6 成龄)	7
短尾秀体溞 ( <i>Diaphanosoma brachyurum</i> )	25	1.39	10 (第 6 成龄)	7
	30	1.44	8 (第 8 成龄)	5
	35	1.35	7 (第 6 成龄)	5
近亲裸腹溞 ( <i>Moina affinis</i> )	20	1.74	29 (第 3 成龄)	18
	30	1.49	14 (第 4 成龄)	10
平突船卵溞 ( <i>Scapholeberis mucronata</i> )	20	1.12	19 (第 7 成龄)	10
	30	0.98	19 (第 6 成龄)	11
微型裸腹溞 ( <i>M. micrura</i> )	30	1.04	8 (第 4 成龄)	5
隆线溞 ( <i>Daphnia carinata</i> )	30	3.04	43 (第 11 成龄)	26

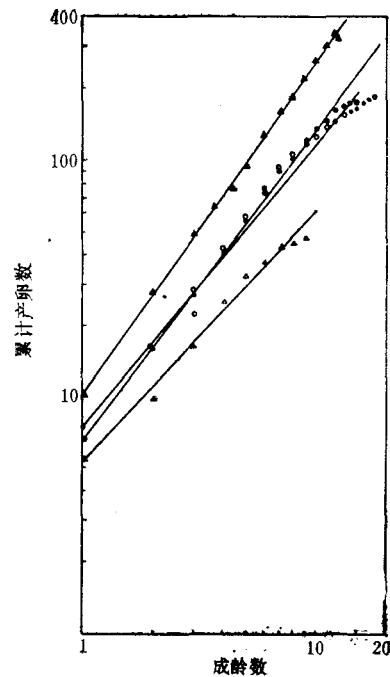


图 3 三种淡水枝角类成龄数与累计产卵数之间关系回归线之斜率即为产卵率  
 ○ 平突船卵溞 (30°C) 1.29; ● 平突船卵溞 (20°C) 1.19; △ 微型裸腹溞 1.06; ▲ 隆线溞 1.41

表 3 在相似的培养温度下 10 种淡水枝角类生活史的比较

种 类	培养温度(°C)	幼龄数	幼龄期(天)	成龄数	成龄期(天)	累计产卵数(个)	内禀增长力( $r_m$ )	产卵率( $b$ )	最大体长(mm)	寿命(天)	资料来源
平突船卵溞 ( <i>Scapholeberis mucronata</i> )	20	3	4.0	18	42.8	178	0.47	1.19	1.12	46.8	本文
	30	3	1.9	15	16.9	172	1.04	1.29	0.98	18.8	
壳纹船卵溞 ( <i>S. kingi</i> )	28—30	2	2	17	18.6	239		1.33	0.92	20.6	Murugan et al.
微型裸腹溞 ( <i>Moina micrura</i> )	30	2	1.7	9	9.0	48	0.97	1.06	1.04	10.7	本文
近亲裸腹溞 ( <i>M. affinis</i> )	20	3	3.0	12	30.3	213.9	0.81	0.96	1.74	33.3	黄祥飞(1983)
	30	2	1.0	13	14.7	133.0	1.69	1.18	1.49	15.7	
微型裸腹溞 ( <i>M. micrura</i> )	28—30	2	2.0	11	11	61.20		1.26	1.01	13.0	Murugan
隆线溞 ( <i>Daphnia carinata</i> )	30	3	3	14	15.7	366	0.86	1.41	3.04	18.7	本文
透明溞 ( <i>D. hyalina</i> )	20	4	4.3	18	45.9	452	0.36	1.49	2.90	50.1	黄祥飞(1984)
	30	4	3.3	12	19.2	96	0.47	1.25	1.77	22.5	
隆线溞一亚种 ( <i>D. carinata</i> ssp.)	20	4	4.1	15	37.8	446	0.46	1.34	2.92	41.9	
	30	4	2.5	16	19.6	219	0.70	1.25	2.31	22.2	
隆线溞 ( <i>D. carinata</i> )	28—31	5	3.0	8	21.0	142		1.77	2.90	24.0	Navaneethakrishnan et al.
蚤状溞 ( <i>D. pulex</i> )	18	4	7.9	8	42.4	108		1.26	2.79	50.3	郑重(1954)
大型溞 ( <i>D. magna</i> )	20		5.2	17—18		277			4.63	49.5	宋大祥(1962)
	25		4.0			146			3.83	35.7	
短尾秀体溞 ( <i>Diaphanosoma brachyurum</i> )	25	4	2.3	10	14.3	66		1.34	1.39	16.7	黄祥飞(资料)
	30	3	1.6	12	13.2	69		1.28	1.44	14.8	
	35	3	1.3	11	10.9	52		1.14	1.35	12.3	

的产卵量; 体型愈小, 产卵量也就愈低。隆线溞体长达 3.04mm, 平均最高产卵量为 43 个/胎, 成龄平均产卵量也达 26 个/胎; 微型裸腹溞体长只有 1.04mm, 平均最高产卵量 8 个/胎, 成龄平均产卵量仅为 5 个/胎。

图 3 表示了三种淡水枝角类成龄数与累计产卵数之间的关系, 回归线之斜率即为产卵率。隆线溞的产卵率高达 1.41, 30°C 时的平突船卵溞为 1.29, 30°C 时的微型裸腹溞最低, 为 1.06。

表 3 中的 10 种淡水枝角类在相似的培养温度下生活史的比较中显示出, 产卵率与累计产卵数并无直接关系。Navaneethakrishnan et al.<sup>[14]</sup> 报道, 在 28—31°C 时, 隆线溞累计产卵数仅为 142 个, 产卵率达 1.77, 为已知枝角类产卵率之冠; 东湖的隆线溞虽累计产卵数高达 366 个, 但产卵率却只有 1.41。可见, 产卵率是一个综合因素的反应, 与成龄数和各成龄的平均产卵数关系较为密切。

## 参 考 文 献

- [1] 宋大祥, 1962. 大型溞 (*Daphnia magna* Straus) 的初步培养研究. 动物学报 **14**(1): 49—62.
- [2] 郑重, 1951. 淡水水蚤 *Daphnia pulex* (De Geer) 生殖量的研究. 中国水生生物学汇报 **2**(1-2): 1—10.
- [3] ——, 1953. 温度对于淡水枝角水蚤 *Daphnia pulex* (De Geer) 生殖的影响. 厦门大学学报 (数学生物版) **2**: 29—36.
- [4] ——, 1954. 温度对于淡水枝角水蚤 (*Daphnia pulex*) 生长的影响. 厦门大学学报 (自然科学版) **4**: 83—91.
- [5] 堵南山、赖伟、邓雪怀、陈炳良, 1982. 食物多少对拟老年低额溞 (*Simocephalus vetulooides* Sars) 生殖量的影响. 华东师范大学学报 (自然科学版) **1**: 103—109.
- [6] 黄祥飞, 1983. 温度对近亲裸腹溞发育、生长和生产量的影响. 水生生物学集刊 **8**(1): 105—112.
- [7] ——, 1984. 温度对透明溞和隆线溞一亚种发育、生长的影响. 水生生物学集刊 **8**(2): 207—223.
- [8] Green, J., 1954. Size and reproduction in *Daphnia magna*. *Proc. Zool. Soc. London*, ser. B. **124**: 535—545.
- [9] ——, 1956. Growth, size and reproduction in *Daphnia*. *Proc. Zool. Soc. ser. B.* **126**: 173—204.
- [10] Hebert, P. D. N., 1978. The population biology of *Daphnia*. *Biol. Rev.* **53**(3): 387—426.
- [11] Murugan, N., 1975. Egg production, development and growth in *Moina micrura* Kurz (Cladocera: Moinidae). *Freshwat. Biol.* **5**(2): 245—250.
- [12] Murugan, N. and K. G. Sivaramakrishnan, 1973. The biology of *Simocephalus acutirostratus* King (Cladocera: Daphnidae). *Freshwater Biol.* **3**(1): 77—87.
- [13] —— and ——, 1976. Laboratory studies on the longevity, instar duration, growth, reproduction and embryonic development in *Scapholeberis kingi* Sars (1903) (Cladocera: Daphnidae) *Hydrobiologia* **50**(1): 75—80.
- [14] Navaneethakrishnan, P. and R. G. Michael, 1971. Egg production and growth in *Daphnia carinata* King. *Proc. Ind. Indian. Sci.* **73**: 117—123.

STUDIES ON THE BIOLOGY OF THREE FRESHWATER  
CLADOCERAN SPECIES

Huang Xiangfei

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan)

## ABSTRACT

The growth and reproduction of three Cladoceran species have been studied: *Scapholeberis mucronata*, *Daphnia carinata*, *Moina micrura*.

The growth rate varies with the number of instars. Most of growth curves show an initial high rate in the juvenile instars, an intermediate rate in the young adult instars and a low rate in the older adult instars.

When kept in the laboratory at 20°C, the cosmopolitan cladoceran *Scapholeberis mucronata* Produces about 178 eggs in 46.8 days of its life span, during which there are three preadult followed by eighteen adult instars; while at 30°C this species has a life span of 18.8 days, during which it produces 172 eggs and has three preadult and fifteen adult instars.

*Daphnia carinata* produces about 366 eggs during a life span of 18.7 days and has three preadult followed by fourteen adult instars at 30°C.

*Moina micrura* produces about 48 eggs during a life span of 10.7 days and has two preadult instars followed by nine adult instars at 30°C.

The rate of egg production calculated on a cumulative basis varied with temperature. It was found that at 30°C, *Scapholeberis mucronata* showed a higher rate of egg production (=1.29); whereas at 20°C, the rate of egg production became lower (=1.19).

The rate of egg production of different species also varies at the same temperature: that of *Daphnia carinata* ( $b=1.41$ ) > that of *Scapholeberis mucronata* ( $b=1.06$ ) > that of *Moina micrura* ( $b=1.04$ ). However, the intrinsic growth rate of *S. mucronata* ( $r_m=1.04$ ) is higher than that of *M. micrura* ( $r_m=0.97$ ) which in turn is higher than that of *D. carinata* ( $r_m=0.86$ ).