

·研究简报·

多刺裸腹蚤摄食强度的研究

A study on filtering intensity of *Moina macrocopa*

程汉良

(内蒙古哲里木畜牧学院, 通辽 028000)

Cheng Hanliang

(Zhelimu College of Animal Science, Inner Mongolia, Tongliao 028000)

王策

(内蒙古哲盟水产事业管理站, 通辽 028000)

Wang Ce

(Zhelimu Fishery Administration Station, Inner Mongolia, Tongliao 028000)

关键词 多刺裸腹蚤, 摄食强度

Key words *Moina macrocopa*, filtering intensity

枝角类常见种类不多,但数量很大,是仔鱼和很多水生经济动物幼体的优良天然饵料。枝角类干物质含粗蛋白70%以上,是很有开发价值的蛋白源。多刺裸腹蚤(*Moina macrocopa*)对环境的适应能力强,人工培养易达到很高的丰度,大规模培养产量(湿重)可达 10 kg/m^3 以上^[1]。枝角类除少数肉食性种类外,都是滤食性的,其主要食物是单细胞藻类、细菌和腐屑,食物直径在 $1\sim 80\text{ }\mu\text{m}$ 之间,以 $1\sim 20\text{ }\mu\text{m}$ 为主,啤酒酵母直径 $8.5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$,可作为枝角类饵料。研究多刺裸腹蚤的摄食可为将来大规模培养确定合适的投饵量、投饵次数和投饵时间提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验用蚤

多刺裸腹蚤采于当地生活污水池塘中,在实验室内分离、提纯后取同一成体的后代连续培养,获得供实验用幼蚤或成蚤。显微镜下测其体长和体宽,计算其体积,求得其体重($W, \mu\text{g}$)、体长($L, \mu\text{m}$)的回归方程为: $\log W = 3.210 - 1 \log L - 7.5482$ ($R = 0.6974, n = 100$)。各试验组取20个蚤体测量其体长,推算其体重,取平均值。

1.2 试验用水和饵料

试验用自来水经充气、除氯加温至 25°C 备用。饵料为啤酒酵母,加水稀释后制成母液。显微镜下测其直径,按 $4/3\pi R^3$ 计算体积,并求得平均湿重为 $2.30 \times 10^{-7}\text{ mg/cell}$ 。饵料密度的定量方法是:取 0.1 ml 水样,于400倍显微镜下观察50个视野,按公式 $N = A/A_0 \times n \times 10$ 计算饵料密度 $[N]$:每 ml 水样中细胞

数; A :计数框面积/ mm^2 ; A_0 :计数面积/ mm^2 (视野数 $\times$ 视野面积); n :单位视野中细胞总数。经镜检得母液中酵母密度为 $4.95 \times 10^6\text{ ml}^{-1}$,置 4°C 下保存(使用时用吸管吸取)。

1.3 试验方法

1.3.1 不同饵料密度下成蚤和幼蚤的日摄食率 在装水 250 ml 的烧杯中,分别按 3.0×10^5 、 4.0×10^5 、 5.0×10^5 、 6.0×10^5 、 7.0×10^5 和 $8.0 \times 10^5\text{ ml}^{-1}$ 的饵料密度投喂酵母,每杯接种刚产过卵的成蚤200个,每梯度设平行组3~5个和空白对照1个。在水温 25°C 时,每4h测1次饵料密度,并根据减少量补充至相应的密度,6次减少量之和与对照减少量的差值即为日摄食量。以日摄食量占蚤体重的百分比作为日摄食率。

在水温 25°C ,饵料密度除 $8.0 \times 10^5\text{ ml}^{-1}$ 组外相同的条件下,于 250 ml 烧杯中接种刚产出的幼蚤300个,计算日摄食率。

1.3.2 温度对成蚤日摄食率的影响 用装水 250 ml 的烧杯,接种刚产过卵的成蚤200个,投喂酵母,密度为 $5.0 \times 10^5\text{ ml}^{-1}$,在水温 19 、 22 、 25 和 28°C 下测其日摄食率,方法同上。

1.3.3 光照对该类日摄食率的影响 在水温 25°C ,饵料密度 $5.0 \times 10^5\text{ ml}^{-1}$ 的条件下,于 250 ml 烧杯中分别接种幼蚤和成蚤300和200个,设自然光和黑暗2种条件,日摄食率计算方法同上。

1.3.4 摄食节律 在水温 25°C ,饵料密度 $5.0 \times 10^5\text{ ml}^{-1}$ 的条件下,于 250 ml 烧杯中接种成蚤200个,设平行组3个和空白对照组1个,每隔3h测1次饵料密度,并根据减少量补充到 $5.0 \times 10^5\text{ ml}^{-1}$ 。

收稿日期:1998-12-04

2 结果与分析

2.1 不同饵料密度下多刺裸腹蚤的日摄食率

表1表明,在相同温度(25℃)和光照条件下(自然光),多刺裸腹蚤成蚤日摄食率(Y)随饵料密度($X, \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)的增加而增大,其相关关系为:

$$Y = -109.2200 + 46.2471 \ln X \quad (R = 0.7797, n = 6).$$

当饵料密度为 $161 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,日摄食率最高可达 131.9%。但 115、138 和 $161 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 组的日摄食率差异不显著,说明 115~

$161 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的饵料密度是合适的。生产上大规模培养时,可根据蚤类的密度确定投饵量,当蚤类密度增大时,可用增加投饵次数的方法保证饵料供应。幼蚤的试验结果基本与成蚤一致,只是日摄食率明显高于成蚤,最高日摄食率可达 456.3%。这一结果符合习见滤食浮游动物的日摄食率随饵料密度的升高而增大的规律^[2,3]。其适宜密度与何志辉^[4]培养蒙古裸腹蚤的适宜小球藻密度 $119 \sim 190.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 相近,说明活酵母适合枝角类摄食,饵料密度略低于小球藻。

表1 不同饵料密度下成蚤和幼蚤的日摄食率

Table 1 Daily feeding rate of adult flea and young flea at different feed concentrations

	饵料密度 feed concentration		试验次数 exp. times	体长/ μm flea length	体重/ μg flea weight	日摄食量 daily feeding intensity		日摄食率/% daily feeding rate
	ml^{-1}	$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$				$1 \times 10^5 \cdot \text{d}^{-1}$	$\mu\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$	
成 蚤	3.0×10^5	69	4	$994 \pm 94^*$	$125.1 \pm 40.0^*$	$5.01 \pm 1.82^*$	$115.2 \pm 41.9^*$	$92.1 \pm 33.5^*$
	4.0×10^5	92	4	1071 ± 55	153.2 ± 20.5	5.24 ± 2.03	120.5 ± 46.7	78.7 ± 30.5
	5.0×10^5	115	6	1008 ± 106	132.3 ± 48.5	7.01 ± 1.69	161.2 ± 38.9	121.8 ± 29.4
	6.0×10^5	138	6	986 ± 86	118.4 ± 28.0	6.65 ± 1.93	153.3 ± 44.4	129.2 ± 37.5
	7.0×10^5	161	6	992 ± 71	121.7 ± 25.6	6.98 ± 2.41	160.5 ± 55.4	131.9 ± 45.5
	8.0×10^5	184	6	1053 ± 88	143.6 ± 29.3	7.45 ± 2.65	171.4 ± 61.0	119.4 ± 42.5
幼 蚤	3.0×10^5	69	4	$564 \pm 49^*$	$20.3 \pm 7.1^*$	$1.71 \pm 0.75^*$	$39.3 \pm 17.3^*$	$193.6 \pm 85.2^*$
	4.0×10^5	92	4	532 ± 38	16.3 ± 5.5	1.50 ± 0.68	34.5 ± 15.6	211.7 ± 95.7
	5.0×10^5	115	4	557 ± 41	19.2 ± 6.2	3.81 ± 1.55	87.6 ± 35.7	456.3 ± 186.0
	6.0×10^5	138	4	582 ± 57	22.3 ± 7.6	4.02 ± 1.36	92.5 ± 31.3	414.8 ± 140.4
	7.0×10^5	161	4	574 ± 54	21.6 ± 7.3	3.99 ± 1.41	91.8 ± 32.4	425.0 ± 150.0

* 95%置信区间 95% confidence.

2.2 温度对成蚤日摄食率的影响

由表2可见,在相同饵料密度($5.0 \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$)和光照条件(自然光)下,温度对其日摄食率的影响是显著的,尤以低温更明显。低温组的日摄食率显著低于高温组($P < 0.05$),而 25 与 28℃ 差异不显著,这也与过去报道的结果相一致^[5~7],表明 25~28℃ 为最适温度范围,25℃ 以下摄食率降低。

本试验 25℃、28℃ 条件下的日摄食率均低于已报道的多刺裸腹蚤 25℃ 下为 154%~263% 和 30℃ 下为 197%~368% 的值^[2],这可能与活酵母作为饵料的性质有关,活酵母在水中要消耗氧气,因此合适的饵料密度低于小球藻,从而造成日摄食率下

降,也有可能是活酵母与小球藻相比,蛋白质含量较高的缘故。

2.3 光照对该蚤日摄食率的影响

由表3可见,光照对多刺裸腹蚤类的日摄食率有很大的影响,在黑暗的条件下,幼蚤、成蚤的日摄食率均显著下降。

2.4 多刺裸腹蚤的摄食节律

由表4可见,成蚤的摄食有明显的节律性,一天当中,有 2 个摄食高峰,即 6:00~9:00 和 15:00~18:00。多刺裸腹蚤虽属滤食性浮游动物,但由于受光照、水温等的影响,仍然表现出摄食的节律性,这可供今后大规模培养中确定投饵时间时参考。

表2 温度对成蚤日摄食率的影响

Table 2 Effect of temperature on filtering rate of adult flea

水温/℃ temperature	试验次数 exp. times	体长/ μm flea length	体重/ μg flea weight	日摄食量 daily filtering intensity		日摄食率/% daily filtering rate
				$1 \times 10^5 \cdot \text{d}^{-1}$	$\mu\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$	
19	2	$917 \pm 72^*$	$94.2 \pm 32.3^*$	$3.24 \pm 1.17^*$	$74.5 \pm 26.9^*$	$79.1 \pm 28.6^*$
22	2	985 ± 103	117.0 ± 51.4	4.53 ± 1.86	104.2 ± 42.8	89.1 ± 36.6
25	6	978 ± 63	115.8 ± 30.3	6.01 ± 2.04	138.25 ± 46.9	119.3 ± 40.5
28	6	1012 ± 87	128.5 ± 40.5	6.89 ± 2.57	158.5 ± 59.1	123.3 ± 46.0

* 95%置信区间 95% confidence intervals.

表 3 光照对溞类日摄食率的影响

Table 3 Effect of light on filtering rate of flea

光照条件 light	试验次数 exp. times	体长/ μm flea length	体重/ μg flea weight	日摄食量 daily filtering intensity		日摄食率/% daily filtering rate
				$1 \times 10^5 \cdot \text{d}^{-1}$	$\mu\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$	
自然光 natural	6	$1\,027 \pm 93^*$	$133.9 \pm 34.2^*$	$6.71 \pm 1.56^*$	$154.3 \pm 35.9^*$	$115.2 \pm 26.8^*$
	4	559 ± 41	18.7 ± 6.7	3.52 ± 0.78	81.0 ± 17.9	433.2 ± 95.7
黑暗 dark	6	$1\,006 \pm 79$	125.5 ± 29.3	4.23 ± 0.94	97.3 ± 21.6	77.5 ± 17.2
	4	575 ± 55	20.4 ± 7.2	2.06 ± 0.56	47.4 ± 12.9	232.4 ± 63.2

* 95% 置信区间 95% confidence.

表 4 成溞的摄食节律

Table 4 Filtering rhythm of adult flea

时间 time	试验次数 exp. times	体重/ μg flea weight	摄食量 filtering quantity		摄食率/% filtering rate
			$1 \times 10^5 \cdot \text{d}^{-1}$	$\mu\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$	
0:00~3:00	4	124.2 ± 32.4	0.48 ± 0.12	11.0 ± 2.8	8.9 ± 2.3
3:00~6:00	4	124.2 ± 32.4	0.53 ± 0.14	12.2 ± 3.2	9.8 ± 2.6
6:00~9:00	4	124.2 ± 32.4	1.28 ± 0.35	29.4 ± 8.1	23.7 ± 6.5
9:00~12:00	4	124.2 ± 32.4	0.71 ± 0.21	16.3 ± 4.8	13.1 ± 3.9
12:00~15:00	4	124.2 ± 32.4	0.77 ± 0.28	17.7 ± 6.4	14.3 ± 5.2
15:00~18:00	4	124.2 ± 32.4	1.06 ± 0.30	24.4 ± 6.9	19.6 ± 5.6
18:00~21:00	4	124.2 ± 32.4	0.66 ± 0.18	15.2 ± 4.1	12.2 ± 3.3
21:00~24:00	4	124.2 ± 32.4	0.59 ± 0.16	13.6 ± 3.7	11.0 ± 3.0
合计 total			6.08	139.8	112.6

参 考 文 献

- 程汉良. 大量培养多刺裸腹溞的研究. 齐鲁渔业, 1994, 10(4): 27~30
- 刘 卓, 等. 饵料浮游动物培养. 北京: 农业出版社, 1990
- Downing J A, et al. The effect of body size and food concentration on the in situ filtering rate of side crystallina. Limnol Oceanogr, 1980, 25: 883~895
- 何志辉, 等. 食物条件对蒙古裸腹溞生长、繁殖和内禀增长率的影响. 大连水产学院学报, 1988, 4(3): 21~28
- Geller V W. Food ingestion of *Daphnia pulex* as a function of food concentration, temperature, animal body length and hunger. Arch Hydrobiol Suppl, 1975, 48: 47~107
- Goophen M. Temperature dependence of food intake, ammonia excretion and respiration in *Ceriodaphnia*. Biol, 1976, 6: 451~455
- Spiros M, et al. In situ filtering rates of Cladocera: Effect of body length, temperature and food concentration. Limnol Oceanogr, 1990, 35(5): 1101~1111