

文章编号: 1004-7271(2003)01-0019-05

# 饲料中脂肪水平对幼蟹生长和饲料利用率的影响

汪留全, 胡 王, 李海洋, 卢文轩, 江 河

(安徽省农业科学院水产研究所, 安徽 合肥 230031)

**摘 要:**以初始体重为 $(0.85 \pm 0.09)$ g 的幼蟹为实验对象,在室内水族箱中进行为期 30 d 的生长实验。以鱼油/豆油(2:1, w/w)为脂肪源,配制成脂肪含量分别为 0%、2%、4%、6%、8% 和 10% 的 6 种等氮、等能饲料,用于探讨饲料中脂肪水平对幼蟹生长及饲料利用率的影响。实验结果表明,随着饲料脂肪水平的提高,虽然实验幼蟹的增重率、饲料转化率、蛋白质效率和蛋白质利用率也随之提高,各处理之间的差异不显著( $P > 0.05$ )。但随着饲料脂肪水平的提高,幼蟹对脂肪的摄食率和养殖成活率差异显著( $P < 0.05$ )。因此,认为饲料中脂肪含量达 6.61%~9.96% 时可满足幼蟹的生长。

**关键词:**河蟹 脂类营养 饲料转化率 生长

中图分类号: S963.1 文献标识码: A

## The effects of dietary lipid levels on the growth response and feed conversion efficiency of juvenile crab *Eriocheir sinensis*

WANG Liu-quan, HU Wang, LI Hai-yang, LU Wen-xuan, JIANG He

(Fisheries Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031)

**Abstract:** This experiment was conducted to evaluate the level of dietary fish oil/soy-bean oil(2:1, w/w) mixture needed for maximum weight gain and feed conversion efficiency of juvenile crab. Six isoenergetic and isonitrogenous semi-purified diets, with lipid levels ranging from 0 to 10% in 2% increments were evaluated. After termination of experiment for 30 days, the differences were not significant( $P > 0.05$ ) in the percent weight gain, feed conversion efficiency, protein efficiency ratio and protein utilization rate. The feeding rate of lipid and percent survival were significantly high( $P < 0.05$ ) with the diet oil increasing. It is suggested that the dietary lipid level ranging from 6.61% to 9.96% appears to meet the lipid requirement for this crab species.

**Key words:** *Eriocheir sinensis*; nutrition; lipid; feed conversion efficiency; growth

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)俗称河蟹,是我国的一项重要水产资源,也是淡水渔业的重要作业对象。自上个世纪 90 年代起,中国的河蟹养殖业发展很快。1993 年全国河蟹产量仅  $1.75 \times 10^4$ t,2001 年河蟹产量达  $2.4 \times 10^5$ t。随着河蟹养殖技术的提高和养殖规模的不断扩大,适时开展对河蟹营养生理学的研究已显得十分重要。

饲料中的脂肪是河蟹良好的能源物质,在饲料中适当添加脂肪含量不仅可有效地促进河蟹生长,还

收稿日期: 2002-11-22

资助项目: 安徽省自然科学基金项目资助项目(01041207)

作者简介: 汪留全(1953-)男,安徽宿松人,研究员,主要从事水生经济动物养殖研究。Tel: 0551-5145220, E-mail: liuquanwang@263.net

可以起到节约蛋白质的作用。学者们先后对不同生长期的幼蟹在实验条件下对饲料中脂肪的需求量进行一些研究。戚小燕等<sup>[1]</sup>曾报导河蟹溞状幼体至大眼幼体对脂肪的需求量为 6.0% ,大眼幼体至 0.1g 幼蟹为 7.1% ,体重 0.1g 以上的幼蟹为 6.8%。陈立侨等<sup>[2]</sup>的研究结果表明 5~10g 的蟹种,当饲料粗蛋白为 34~37% 时,脂肪需要量约为 3% ,河蟹获得较高的生长率和饲料转化率,戚小燕等<sup>[1]</sup>则认为粗脂肪的适宜含量为 5.2%。钱国英和朱秋华<sup>[3]</sup>的研究结果推荐 19~25g 河蟹饲料中脂肪的适宜含量为 4%~6%。国内现有报导中,河蟹饲料中脂肪最高含量为 8.7% 时,河蟹生长好,且不存在饥饿残杀现象,成活率高<sup>[1]</sup>。Sheen 和 Wu<sup>[4]</sup>对锯缘青蟹(*Scylla serrata*)脂类营养研究结果表明,饲料中脂肪含量范围从 5.3% 到 13.8% 时可满足锯缘青蟹的生长。本研究的目的在于揭示河蟹幼蟹摄食不同脂肪含量的饲料对体重增长、成活率、蜕壳率及对饲料利用率的影响,从而为河蟹应用饲料的配制提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验幼蟹来源及驯养

幼蟹为当年同一批人工孵化的大眼幼体,幼蟹取自五河县沱湖乡訾湖村,规格(0.85±0.09)g/只。试验开始前,将幼蟹放在试验条件下的容器中用试验饲料暂养 1 周,待幼蟹摄食正常并稳定后开始试验。

### 1.2 实验饲料

以鱼粉和酪蛋白为动物蛋白源,豆粕为植物蛋白源,鱼油和豆油为脂肪源,淀粉及结晶纤维素为配平等能水平的补充能源,配成脂肪含量从 0 到 10% 的 6 种等氮等能实验饲料(表 1)。

表 1 实验饲料配方及营养组成

Tab.1 Formulation and proximate chemical composition of experimental diets

原料%干重	饲料中脂肪含量水平(%)					
	0	2	4	6	8	10
鱼粉	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
酪蛋白	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
豆粕	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
鱼油	0.00	1.33	2.67	4.00	5.33	6.67
豆油	0.00	0.67	1.33	2.00	2.67	3.33
阿尔法淀粉	10.33	10.33	10.33	10.33	10.33	10.33
淀粉	29.00	24.50	20.00	15.50	11.00	6.50
无机盐预混物	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36
维生素预混物	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
氯化胆碱	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
结晶纤维素	2.00	4.50	7.00	9.50	12.00	14.50
营养成分						
水分	5.96	5.64	5.46	5.12	5.18	5.37
粗蛋白	45.10	41.39	41.61	41.71	42.28	41.84
粗脂肪	1.53	1.83	3.95	6.61	8.21	9.96
灰分	7.91	5.81	6.44	7.49	6.76	7.14

### 1.3 实验操作程序

生长实验在室内水族箱中进行。水族箱规格为 40cm×40cm×40cm,水深 17~19cm,每箱中放入等量的塑料水草和拱形瓦供幼蟹栖息。每水族箱放入实验幼蟹 15 只,每种饲料设立 3 个平行。

实验水源为暴气自来水,每天 7~8 时换水 1 次,换水量为水容量的 2/3。每天在换水过程中收集残饵,每天 8 时左右投喂 1 次。实验为期 30d,实验期间水温 23~29℃。实验结束后分别对各组幼蟹进行称重,并随机从各组中挑选若干只幼蟹作为生化分析的样品。蟹体、投喂饲料和残饵的称重均在 BP110

型电子天平上进行,并精确到 0.01g。

## 1.4 样品分析测定方法

饲料及蟹体的样品均在 70℃ 烘干恒重后,求得干物质含量。采用凯氏定氮法测定其粗蛋白含量(总氮 × 6.25);采用索氏抽提法(以乙醚为溶剂)测定粗脂肪含量;灰分是在马福炉中焚烧(550℃)8h 后测得。

## 1.5 计算及统计方法

以下各参数的计算公式为:

$$\text{增重率(PWG)} = 2(W_1 - W_0) / (W_1 + W_0) \times 100$$

$$\text{蜕壳率(MF)} = 2n / (N + N_0)$$

$$\text{摄食率(FR)} = 100 \times I \times 2 / [(W_1 + W_0) \times t]$$

$$\text{饲料转化率(FCE)} = (W_1 - W_0) \times 100 / I$$

$$\text{蛋白质效率(PER)} = (W_1 - W_0) \times 100 / (I \times P_1)$$

$$\text{蛋白质利用率(PUR)} = (W_1 - W_0) P_2 / I \cdot P_1$$

其中  $W_1$  (g) 为终末体重,  $W_0$  (g) 为初始体重;  $n$  为蜕壳次数;  $N_0$ 、 $N$  分别为实验前、后的只数;  $t$  (d) 为实验时间;  $I$  (g) 为摄入的干物质或蛋白质、脂肪的含量;  $P_1$ 、 $P_2$  分别为饲料和实验后蟹体的蛋白质百分比。数据分析中把饲料组别作为单一影响因素进行单因素方差分析(百分数资料先进行反正弦转换后,再进行方差分析),方差分析达显著后 ( $P < 0.05$ ) 采用 LSD 检验进行多重比较。

## 2 实验结果

### 2.1 饲料中不同脂肪水平对幼蟹生长状态参数

实验结果表明(表 2) 随着饲料中脂肪含量的增加,幼蟹的增重率也略呈上升趋势,但各饲料处理组之间的增重率差异不显著 ( $P > 0.05$ )。随着饲料中脂肪含量的增加,各组之间的成活率(饲料脂肪水平 8% 组例外)也相应显著增加 ( $P < 0.05$ ),而且其线性相关关系极为密切 ( $y = 46.664 + 3.334x$ ,  $R = 0.9315$ )。

表 2 饲料中不同脂类水平对幼蟹体重增长、成活率及蜕壳率的影响(平均值 ± 标准误)

Tab.2 Weight gain, survival and molting frequency in the juvenile crab fed the diets with different levels of lipid (Means ± S.E.)

饲料脂肪水平	初始体重	终末体重	增重率	成活率	蜕壳率
0	0.80 ± 0.16	1.07 ± 0.17	29.82 ± 4.45	48.89 ± 3.85 <sup>c</sup>	131.49 ± 37.33
2	0.90 ± 0.19	1.19 ± 0.27	27.46 ± 2.42	53.33 ± 17.64 <sup>c</sup>	100.14 ± 7.35
4	0.94 ± 0.18	1.27 ± 0.28	29.22 ± 4.21	53.33 ± 6.67 <sup>c</sup>	118.99 ± 7.39
6	0.78 ± 0.14	1.08 ± 0.16	32.73 ± 5.21	73.33 ± 11.54 <sup>b</sup>	104.94 ± 5.66
8	0.93 ± 0.16	1.20 ± 0.16	25.96 ± 3.53	68.89 ± 10.18 <sup>b</sup>	99.00 ± 31.32
10	0.73 ± 0.12	1.04 ± 0.11	35.03 ± 6.09	82.22 ± 13.88 <sup>a</sup>	100.10 ± 6.28

注: 1. 表格中所给数据为平均数及 3 个重复的标准误 2. 平均数后不同的上标表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

### 2.2 饲料中脂肪水平对幼蟹摄食率及饲料利用率的影响

随着饲料中脂肪水平的提高,虽然干物质摄食率和蛋白质摄食率有所下降的趋势(表 3),但由于脂肪摄食率随着饲料脂肪水平的提高而提高 ( $P < 0.05$ ),实验幼蟹的饲料转化率、蛋白质效率和蛋白质利用率虽然也具有随之提高的趋势,但达不到显著水平 ( $P > 0.05$ )。

### 2.3 饲料中不同脂肪水平对幼蟹身体生化组成的影响

由表 4 可以看出,随着饲料中脂肪水平的提高,实验幼蟹的水分呈下降趋势,而蟹体的脂肪含量略

呈上升趋势。蟹体的粗蛋白和灰分的含量则无明显变化。

表 3 饲料中脂肪水平对幼蟹摄食率及饲料利用率的影响(平均值 ± 标准误)

Tab.3 Effects of different levels of lipid in the diets on feeding rate and feed utilization to the juvenile crab (Means ± S.E.)

饲料脂肪水平	干物质摄食率	蛋白质摄食率	脂肪摄食率	饲料转化率	蛋白质效率	蛋白质利用率
0	5.68 ± 0.59	2.56 ± 0.27	0.87 ± 0.10c	17.59 ± 2.74	0.39 ± 0.06	0.16 ± 0.03
2	5.46 ± 2.18	2.26 ± 0.91	1.01 ± 0.41 c	18.75 ± 7.44	0.46 ± 0.18	0.19 ± 0.08
4	6.45 ± 1.51	2.68 ± 0.63	2.55 ± 0.60b	16.14 ± 6.68	0.27 ± 0.04	0.16 ± 0.07
6	4.71 ± 0.94	1.96 ± 0.39	3.11 ± 0.62 b	23.32 ± 1.89	0.56 ± 0.05	0.21 ± 0.02
8	4.59 ± 0.51	1.94 ± 0.22	3.78 ± 0.43a	18.86 ± 0.49	0.45 ± 0.02	0.18 ± 0.01
10	4.34 ± 0.76	1.82 ± 0.32	4.33 ± 0.77 a	26.93 ± 2.58	1.02 ± 0.64	0.25 ± 0.02

注:表中不同的上标字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

表 4 饲料中不同脂肪水平对幼蟹身体生化组成的影响

Tab.4 The effect of different levels of dietary lipid on body composition in the juvenile crab

蟹体组成	饲料中脂肪水平					
	0	2	4	6	8	10
水分	74.49	72.6	71.06	66.6	64.38	64.02
粗脂肪	7.61	10.75	11.70	12.94	13.85	13.91
粗蛋白	41.83	41.97	42.09	37.98	39.13	38.54
灰分	31.40	31.31	27.03	33.35	30.15	31.08

### 3 讨论

纵观前人对河蟹脂肪营养的研究报导,他们虽然认为河蟹对饲料中脂肪的需求量最低为 3%,最高为 8.7%<sup>[1]</sup>,但就某一具体的实验结果则认为河蟹对饲料中脂肪适应范围较窄<sup>[2-7]</sup>。本研究结果表明,饲料中脂肪含量达 6.61% ~ 9.96% 时可满足河蟹生长的需求,这说明在一定范围内,河蟹对饲料中脂肪含量没有特定的要求。从蟹体生化分析结果可以看出,摄食高脂肪含量的河蟹蟹体对脂肪的累积量虽然略呈上升趋势,但并无明显的差异。因此,我们认为河蟹可以有效地利用高脂肪含量的饲料。这些研究结果,与 Sheen 和 Wit<sup>[4]</sup>对锯缘青蟹(*Scylla serrata*)脂类营养研究结果基本一致。从对幼蟹蜕壳率的统计结果来看,各组饲料虽能较好地满足幼蟹正常蜕壳的生理需求。虽然低脂肪含量实验组的幼蟹具有相对高的蜕壳率,但并不表现生长优势。这说明蟹体体重的增长并不完全由蜕壳率的大小所决定。这与陈立侨等<sup>[8]</sup>的研究结果基本一致。

除个别组(饲料脂肪水平 4%)外,幼蟹对干物质的摄食率随着饲料中脂肪水平的递增而呈下降趋势。虽然有研究表明,河蟹对天然饵料具有选择性<sup>[9]</sup>,也有学者对河蟹配合饲料的诱食剂效果进行了研究<sup>[10]</sup>。我们认为本研究中随着饲料脂肪水平的递增而导致幼蟹摄食下降的原因与幼蟹对饲料的喜食性无关,而是随着饲料脂肪水平的递增有利幼蟹对饲料利用率所至。表 3 的结果表明,随着饲料中脂肪含量水平的提高,幼蟹对脂肪的摄食率也相应增加,随着幼蟹对脂肪摄食率的增加,幼蟹的饲料转化率、蛋白质效率和蛋白质利用率也相应提高。因此,我们认为,在本实验范围内相对高脂肪含量的饲料不仅有利河蟹体重增长,同时也有利于提高幼蟹对饲料的利用率。

关于饲料中脂类对河蟹蜕壳生长的影响,不仅与饲料中脂肪水平有关,可能还与饲料中脂肪种类有关。徐新章等<sup>[5]</sup>认为在纯品饲料中添加 7% 鱼油幼蟹获得极大的增重率,花生油对幼蟹的增重率效果次之,而豆油对幼蟹的增重率效果不明显,究其原因这是几种油的脂肪酸组成差别很大。成永旭等<sup>[5]</sup>,认为在饲料中添加一定量的磷脂对提高大眼幼体育成仔蟹的成活率有比较显著的作用,并能加速仔蟹的蜕皮。成永旭和王武<sup>[11]</sup>则认为饲料中磷脂和长链不饱和脂肪酸的含量对河蟹的性早熟有影响。因

此,关于饲料中不同脂类对河蟹蜕壳生长的影响及其生理功能仍待进一步研究。

中国科学院水生生物研究所博士生周志刚先生协助提供饲料配方,谨表谢意。

#### 参考文献：

- [1] 戚少燕,汪留全,李海洋,等.中华绒螯蟹脂类需求与代谢的研究进展[J].水利渔业,2002,22(5):34-35.
- [2] 陈立侨,周忠良.中华绒螯蟹的摄食与营养生理研究[J].上海水产大学学报,1998(增刊):20-30.
- [3] 钱国英,朱秋华.中华绒螯蟹配合饲料中蛋白质、脂肪、纤维素的适宜含量[J].中国水产科学,1999,16(3):61-65.
- [4] Sheen S S, Wu S W. The effects dietary lipid levels on growth response of juvenile mud crab *Scylla serrata*[J]. Aquac, 1999, 175:143-153.
- [5] 成永旭,严生良,王武,等.饲料中磷脂和多不饱和脂肪酸对中华绒螯蟹大眼幼体育成仔蟹的成活率和生长的影响[J].水产学报,1998,22(1):9-15.
- [6] 徐新章,何珍秀,付培峰.不同脂肪源对幼蟹生长的影响[J].饲料工业,1997,18(5):16-18.
- [7] 林任梅,罗莉,叶元土.中华绒螯蟹的营养需求[J].科学养鱼,2001(4):41-42.
- [8] 陈立侨,堵南山,赖伟.中华绒螯蟹配饵中适宜蛋白比的研究[A].首届全国水产学术研讨会论文集[C].上海:同济大学出版社,1995.8-14.
- [9] 朱晓鸣,崔奕波,光寿红.中华绒螯蟹对三种天然饵料的选食性及消化率[J].水生生物学报,1997,21(1):94-96.
- [10] 崔青曼,袁春营,张耀红.中华绒螯蟹配合饲料诱食剂应用效果研究[J].水利渔业,2002,22(5):4-5.
- [11] 成永旭,王武.虾蟹类脂类营养与中华绒螯蟹性早熟[J].科学养鱼,2000(6):39-40.