

文章编号: 1004-7271(2000)04-0308-05

## 中国龙虾人工养殖饵料的初步研究

陈政强, 陈昌生, 吴仲庆, 贝向明, 黄永春

(集美大学水产生物技术研究所, 福建 厦门 361021)

**摘要:**本文研究了贻贝、牡蛎、杂虾、杂蟹、杂鱼和配合饲料6种饵料对中国龙虾的饲养效果。结果表明:饵料对中国龙虾的蜕壳率、蜕壳后体重增长率、生长率和饵料转换效率都有显著的影响,而对中国龙虾蜕壳后体长增长率和存活率影响并不明显。各种试验饵料中翡翠贻贝是饲养中国龙虾的最好饵料,其次是牡蛎、杂虾、杂蟹,杂鱼只能作为辅助性饵料,配合饲料的某些成分及其适口性、诱食性尚需改善和提高。

**关键词:**中国龙虾;饵料;生存;生长

**中图分类号:**S968.22 **文献标识码:**A

## Studies on the rearing effects of various diets for the spiny lobster, *Panulirus stimpsoni*

CHEN Zheng-qiang, CHEN Chang-sheng, WU Zhong-qing,

BEI Xiang-ming, HUANG Yong-chun

(Institute of Aquaculture Biotechnology, Dept. of Aquaculture, Jimei University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** Six diets: mussel, oyster, trash shrimp, trash crab, trash fish and formula diet were fed the spiny lobster, *Panulirus stimpsoni*, for 104 days. And the effects of various diets on growth (molt increment, internolt period) and survival for rearing the spiny lobster, *Panulirus stimpsoni* were determined. The results showed there were difference in growth rates, molt body weight growth rates, internolt periods and food coefficients significantly along the various diets, and no significant difference in the molt body length growth rates and survival rates. The mussel was the best food for the culture of the spiny lobster, follows were the trash shrimp, trash crab and the oyster. The trash fish had to be fed for the spiny lobster in combination with some other kinds of diets. To improve the rearing effect is requirement for the artificial formula diet to add some components and feeding activators.

**Key words:** *Panulirus stimpsoni*; diets; survival; growth

龙虾是大型食用虾类,具有很高的经济价值,消费量的不断增加和资源量的逐渐减少,使其供需矛盾日益突出。人工养殖龙虾既具有迫切性,又具有诱人的吸引力。虽然龙虾具有食性杂、饵料来源较广、生命力强、养殖容易成活等有利于养殖的因素,但龙虾生长周期长,是限制龙虾养殖业发展的不利因素之一<sup>[1-3]</sup>。饵料是中国龙虾生存、生长的物质基础,探索既饲养效果好,又经济适用的饵料,不仅是养殖生产的需要,也是缩短养殖生产周期的关键,具有重要的现实意义。中国龙虾(*Panulirus stimpsoni*)是中国海区特有的地方种<sup>[2-4]</sup>,开发养殖潜力大,迄今为止未见关于中国龙虾饵料方面的研究报告,本文

收稿日期: 2000-09-07

资助项目:福建省重点科技项目(97-2-9),国家海洋局科技项目

作者简介:陈政强(1967-),男,福建南靖人,讲师,从事海洋虾蟹类增殖方面的研究。电话:0592-6181013

根据中国龙虾的食性特点,选用多种饵料试养中国龙虾,研究其饲养效果,以期从中筛选出既饲养效果好,又经济适用的饵料,供养殖生产参考,减少实践中的盲目性。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

试验所用中国龙虾捕自南海,从海南省干法空运至福建厦门。试验前先行暂养半个月以稳定群体、恢复龙虾体力并适应当地环境。试验龙虾大小为平均体重 96.8g,体重范围(101.5 ± 47.5)g;平均体长 14.8cm,体长范围(14.6 ± 2.7)cm。

试验所用饵料有杂鱼、杂虾、杂蟹、贻贝、牡蛎及配合饲料。杂鱼多为小鲢鳙、杂虾为脊尾小白虾、杂蟹多为近亲蟹,贻贝为翡翠贻贝、牡蛎取市售褶牡蛎肉,配合饲料系自行配制,其主要成分为“海马”牌幼虾料(65%),贻贝粉(13.5%)、虾粉(13.5%)、 $\alpha$ -淀粉(3%),其他(5%)。上述饵料除了配合饲料为干品外,其余为鲜冻或鲜活品。

### 1.2 方 法

按杂鱼、杂虾、杂蟹、贻贝、牡蛎、配合饲料 6 种不同饵料设置 6 个试验组,各 2 个平行组。每个试验组放养大小基本相同的试验龙虾 20(10+10)尾。试验在规格为 210cm × 150cm × 80cm 的水泥池中进行,池内设置直径为 21cm,长度为 51cm 的圆筒状陶管作为龙虾的栖息掩体;引进近岸海水,经砂滤净化处理后使用。盐度为 26.5 ~ 28.5,pH 值为 7.85 ~ 8.12,水温变动范围为 17.0 ~ 22.0℃,其加权平均温度约 20℃。试验期间每日傍晚投以足量的饵料,翌晨吸出残饵称重并换水 1/3 左右。

龙虾的生物学测量采用电子秤(最小分辨率为 1g)称其体重,采用游标卡尺测量其体长,龙虾的体长取两触角间凹陷处至尾扇后缘的直线长度<sup>[5]</sup>。饵料的称量采用托盘天平(最小分辨率为 0.5g),称量前充分吸去其表面水分,并通过预先测定的饵料吸水增重系数对残饵重量进行校正。

有关计算公式如下:

$$\text{生长率}(\%) = [\text{龙虾体长(重)增长量} / \text{龙虾初始体长(重)}] \times 100$$

$$\text{蜕壳率}(\%) = (\text{龙虾蜕壳次数} / \text{试验龙虾尾数}) \times 100$$

$$\text{蜕壳增长率}(\%) = [\text{龙虾体长(重)增长量} / (\text{龙虾蜕壳总数} \times \text{龙虾初始体长(重)})] \times 100$$

$$\text{平均日摄食率}(\%) = [(\text{日投饵量} - \text{日残饵量}) / \text{龙虾体重}] \times 100$$

$$\text{饵料系数} = \text{饵料的摄入量} / \text{龙虾的增重量}$$

$$\text{饵料吸水增重系数} = \text{饵料浸泡 12h 后的重量} / \text{饵料的初始重量}$$

## 2 结 果

### 2.1 不同饵料对中国龙虾存活的影响

试验结果表明,投喂不同饵料,中国龙虾的存活率差异很小,详见图 1。试验持续 104d,投喂贻贝、牡蛎、杂虾、杂蟹饲养中国龙虾,存活率都为 100%,投喂配合饲料和杂鱼,中国龙虾存活率虽然都有所下降,但仍然很高,都为 95%。试验龙虾的个别死亡与饵料有直接或间接的关系,投喂配合饲料,中国龙虾死亡 1 尾,系蜕壳后被残食所致,而投喂杂鱼,中国龙虾死亡 1 尾,则可能与其罹患烂鳃病有关。

### 2.2 不同饵料对中国龙虾生长的影响

试验结果表明:投喂不同的饵料,中国龙虾的体长和体重都有不同程度的增长,彼此差异显著,如图 2、图 3。统计分析<sup>[6]</sup>也指出:投喂不同的饵料,中国龙虾的蜕壳率(蜕壳周期)和蜕壳后体重增长率都有显著的差异,而蜕壳后体长增长率的差别则不显著(表 1),说明各饵料试验组中国龙虾体长生长率的显著差异主要来自蜕壳率的差别,而中国龙虾体重生长率的显著差异则同时与蜕壳率和蜕壳后体重增长率有关。

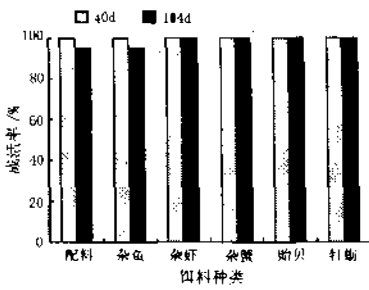


图1 投喂不同饲料中国龙虾的存活率

Fig.1 Survival rates of the spiny lobsters fed by various diets

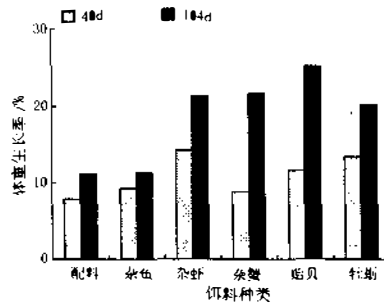


图2 投喂不同饲料中国龙虾的体重增长率

Fig.2 Body weight growth rates of the spiny lobsters fed by various diets

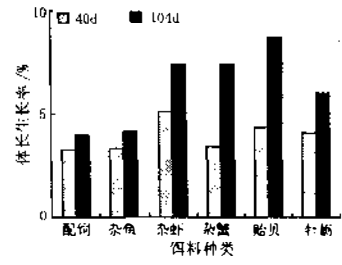


图3 投喂不同饲料中国龙虾的体长增长率

Fig.3 Body length growth rates of the spiny lobsters fed by various diets

表1 不同饵料对中国龙虾蜕壳与生长的影响

Tab.1 The effects of the various diets on the molt and growth of the spiny lobsters

	试验天数 (d)	饵料种类						统计分析			
		配合饲料	杂鱼	杂虾	杂蟹	贻贝	牡蛎	F	P	LSI <sub>0.05</sub>	LSM <sub>0.01</sub>
蜕壳率(%)	40	45	80	85	60	75	80	1.42	>0.05		
	104	65	95	115	120	125	105	4.65	<0.05	35.31	53.49
蜕壳周期(d)	40	90	54	47	69	54	54	2.45	>0.05		
	104	161	112	92	88	84	100	4.66	<0.05	83	166
蜕壳后体重增长率(%)	40	17.60	11.80	16.90	14.60	15.40	17.50	3.29	>0.05		
	104	17.26	12.14	18.54	18.13	20.05	19.20	79.09	<0.01	1.97	3.93
蜕壳后体长增长率(%)	40	7.28	4.27	5.98	5.91	5.81	5.33	1.30	>0.05		
	104	6.16	4.45	6.49	6.16	7.02	5.71	1.65	>0.05		
月平均体重增长率(%)	40	5.92	6.96	10.71	6.61	8.73	10.07	2.05	>0.05		
	104	3.23	3.28	6.15	6.25	7.26	5.67	10.15	<0.01	3.26	6.49
月平均体长增长率(%)	40	2.44	2.49	3.82	2.57	3.25	3.06	6.02	<0.05	1.38	2.74
	104	1.35	1.20	2.15	2.15	2.52	1.74	7.39	<0.05	1.28	2.55

从图2、图3和表1中可以看出:40d的试验结果与104d的试验结果有很大不同,40d的试验时间显然太短,不足以反映各种饵料饲养中国龙虾饵料效果的真实性。104d的试验则已表明:翡翠贻贝饲养中国龙虾的饵料效果最好,以此为饵料,中国龙虾的蜕壳后体重增长率可达20.05%,蜕壳后体长增长率可达7.02%,月平均体重增长率可达7.26%,月平均体长增长率可达2.52%。这些生长指标都是各试验组中最高的;杂虾、杂蟹、牡蛎试验组中国龙虾的蜕壳增长率和月平均增长率也都较高;投喂配合饲料中国龙虾的蜕壳增长率较高,但蜕壳率很低,阶段增长率也很低;投喂杂鱼,中国龙虾的蜕壳增长率和阶段增长率都很低。

### 2.3 不同饵料对中国龙虾摄食和饵料效率的影响

由于中国龙虾对各种饵料嗜食性存在差别,因此,中国龙虾对各种饵料的摄食率也有一定的差异,详见表2。从中国龙虾对各种饵料摄食率的差异性看,中国龙虾喜欢摄食软体动物类、甲壳动物类饵料,而对鱼类和配合饲料的嗜食性明显差于贝类和甲壳类饵料。投喂不同的饵料,由于中国龙虾的摄食率和增长率都有很大不同(表2,图2),因此,其饵料系数也有十分显著的差异( $P < 0.01$ ),统计数据表明,中国龙虾对小杂虾的同化率最高,对杂蟹和牡蛎的同化率较低。试验中发现中国龙虾能咬碎翡翠贻贝的边壳和杂蟹除头胸甲背板以外的所有蟹壳部分,这无疑会使这两种饵料的饵料系数测定值偏大些,尤其是杂蟹,因为其出肉率较低。这就说明饵料系数的测定值既与饵料营养价值有关,也受其可利用程

度的影响。

表 2 投喂不同饵料中国龙虾的摄食率和饵料效率

Tab.2 The feeding efficiencies and food coefficients of the spiny lobsters fed with various diets

	试验天数 (d)	饵料种类						统计分析			
		配合饲料	杂鱼	杂虾	杂蟹	贻贝	牡蛎	F	P	LSD <sub>0.05</sub>	LSD <sub>0.01</sub>
日摄食率(%)	40	0.33	0.31	0.48	0.99	0.61	0.64	37.8	<0.01	0.24	0.48
	104	0.30	0.50	0.58	1.27	0.84	0.86	270.02	<0.01	0.13	0.25
饵料系数	40	1.28	1.03	1.06	3.65	1.70	1.54	8.04	<0.05	2.15	4.29
	104	2.79	4.56	2.83	6.13	3.52	4.48	14.79	<0.01	2.06	4.11

注: 饵料的重量全部以干重计。

### 3 讨论

#### 3.1 不同饵料对中国龙虾的营养价值

饵料是动物生存、生长的物质基础。根据试验结果, 投喂贻贝、牡蛎、杂虾、杂蟹, 中国龙虾不仅都能完全存活, 而且可以获得较好的生长率(图 1, 图 2, 图 3), 说明它们单独作为中国龙虾的饵料都能满足其生存、生长的物质需要。而投喂杂鱼, 中国龙虾蜕壳率和蜕壳增长率都较低, 因而生长率也较低(表 1, 图 2、图 3), 说明其饵料效果不如贻贝、牡蛎、杂虾、杂蟹等饵料。王克行等<sup>[7]</sup>指出, 鱼类不是对虾的适宜饵料, 以鱼类为主的饵料效果不好, 因为它缺乏赖氨酸、组氨酸、精氨酸等对虾需要的必需氨基酸。以鱼类作为中国龙虾饵料饲养效果欠佳可能也存在同样的原因, 因此, 搭配使用贝类、甲壳类等饵料可能弥补其营养缺陷, 提高饲养效果。投喂配合饲料, 中国龙虾虽然蜕壳增长率较高, 但蜕壳率较低, 摄食率也较低, 并出现摄食龙虾甲壳和残食蜕壳个体的现象。中国龙虾日摄食率较低, 反映出该配合饲料适口性和诱食性的欠缺; 食壳现象则说明中国龙虾需要从食物中摄入更多的  $Ca^{2+}$  等与蜕壳有关的物质, 中国龙虾常将投喂的贻贝、牡蛎、蟹类、藤壶等饵料的外壳(贝壳或甲壳)以及鱼类骨骼咬得粉碎, 可能就与这一需要有关, 也因为如此, 所以投喂贝类、甲壳类、鱼类等饵料时中国龙虾没有发生摄食龙虾甲壳的现象; 据报道, 龙虾类 (*Penulirus* spp) 步足不具有螯钳状结构, 而且蜕壳后数分钟即可行动, 因而很少出现互残致死现象<sup>[2,3,8]</sup>, 投喂配合饲料时中国龙虾出现残食蜕壳个体的现象, 可能与该配合饲料适口性较差导致长期摄食不足有关, 也可能是配合饲料中存在某种营养缺陷引起的。可见该配合饲料虽然可以使中国龙虾获得较高的蜕壳增长率, 但尚有许多欠缺, 必须进一步完善和提高, 而为此首先对中国龙虾的营养需求进行专项研究是十分必要。

中国龙虾从摄入的饵料中获取营养成分, 并同化为自身物质以构建肌体, 实现个体生长, 生长率的高低取决于饵料摄入量的多寡和饵料营养价值的高低。试验结果表明: 虽然中国龙虾对各种饵料的摄入量差异十分显著( $P < 0.01$ ), 但其生长率并未与摄食率正相关(图 2, 表 1, 表 2), 因此, 试验结果所显示的中国龙虾的不同生长率主要是各种饵料营养价值差异的体现。据此, 从图 2 可以直观的看出: 翡翠贻贝的营养价值最高, 其次分别是杂虾、杂蟹、牡蛎肉、杂鱼等。投喂牡蛎肉, 中国龙虾的蜕壳增重率(19.20%)其实很高, 仅次于翡翠贻贝组(20.05%), 而高于杂虾、杂蟹组(18.54%, 18.13%), 其生长率(20.16%)之所以略逊于杂虾、杂蟹组(21.30%, 21.64%), 是因为其蜕壳率(105%)较后二者(115%, 120%)为小, 如果带壳投喂牡蛎能提高中国龙虾的蜕壳率, 那么以牡蛎饲养中国龙虾的饵料效果就有可能达到或超过杂虾和杂蟹的水平。

上述分析表明, 饵料营养价值基本与中国龙虾的蜕壳增长率正相关。因为中国龙虾的生长率受饵料摄入量和饵料营养价值的影响, 而生长率大小取决于蜕壳间期长短和蜕壳增长率大小。因此, 对于特定的饵料种类, 饵料的摄入量可能只影响中国龙虾蜕壳间期长短, 即蜕壳率高低。当然饵料中的钙质、

几丁质、乃至胆固醇等与蜕壳有关的物质含量也可能影响龙虾的蜕壳间期。

### 3.2 提高饵料效果的途径

饵料的饲养效果体现在饲养对象的存活率和生长率两个方面。试验结果表明:分别以翡翠贻贝和小杂鱼饲养中国龙虾,不仅存活率前者高于后者,而且二者生长率有很大不同,其月平均体重增长率分别是7.26%、3.28%(表1),这就意味着将100克/尾的小龙虾养成500克/尾的商品龙虾所需时间分别是23个月、50个月。可见,不同的饵料饲养效果截然不同,选用高营养价值的饵料是提高中国龙虾饲养效果的关键。

由于中国龙虾食性杂、食量大,耐饥能力也强<sup>[2]</sup>,因此,采用多种饵料混合投喂或轮替投喂,不仅能使中国龙虾取得更全面的营养,而且能改善食欲,增进摄食,有助于增强龙虾体质,提高存活率和生长率。

中国龙虾昼伏夜出,但黑暗环境下龙虾全天可摄食,能增大食量并导致生长率提高<sup>[9]</sup>,因此,遮光有利于提高中国龙虾的摄食率和生长率。

中国龙虾属变温动物,在适温范围内,其消化酶活性随水温升高而增强,将水温控制在适温范围的高限,有助于提高中国龙虾的摄食率,食物转化率和生长率。

盐度能影响中国龙虾的渗透压调节,调控海水盐度在等渗盐度附近,能减少体能在调节渗透压方面的消耗,提高食物的转化率,进而提高中国龙虾生长率,也能增强体质,提高存活率<sup>[10]</sup>。

中国龙虾通过蜕壳完成个体生长,正常情况下,虾蟹在完成体内新组织生长,并储备一定的物质之后才开始下一次蜕壳,如果受到强烈的外界刺激,蜕壳虽可提前发生,但如此应激蜕壳将导致蜕壳增长率变小,甚至可能出现零生长、负生长或个体死亡现象<sup>[2]</sup>。因此,减少刺激,避免应激蜕壳也可提高中国龙虾存活率、生长率和饵料转换效率。

虾类在完成蜕壳后的新组织生长之后,必需储备一定的能源物质和钙质等与蜕壳有关的成分<sup>[2]</sup>,如果不能及时从食物中取得足够的钙质,势必延长蜕壳前的准备过程,因此,提高食物中的钙含量,带壳投喂虾、蟹、贝类以及藤壶等饵料,可能有益于缩短蜕壳周期,加速中国龙虾生长。

### 参考文献:

- [1] 洪世雄. 龙虾人工养殖简介[J]. 中国水产, 1993, (7): 23.
- [2] 王克行, 吴琴瑟, 纪成林, 等. 虾蟹类增养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. 27-35, 161-163, 258-260.
- [3] 雷懿泰, 李荣福, 陈浩如. 虾类养殖实用技术[M]. 广州: 广东科技出版社, 1992. 257-258.
- [4] 董聿茂. 中国龙虾类的初步调查[J]. 东海海洋, 1984, (9): 57-62.
- [5] F. G. Walton Smith. 龙虾的生态[J]. 中国水产(台), 1959, (83): 19-21.
- [6] 徐继初. 生物统计及试验设计[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998. 59-69.
- [7] 王克行, 马 姓, 张嘉萌. 对虾养殖技术[M]. 北京: 气象出版社, 1993. 28-29.
- [8] Phillips B F, Cobb J S. Workshop on lobster and rock lobster ecology and physiology [Z]. Div Fisheries Oceanogr Circular CSIRO, Melbourne, Australia, 1977, (7): 46-51.
- [9] 郭中光. 龙虾养殖试验研究[J]. 养鱼世界, 1983, (9): 23-26.
- [10] 陈政强, 陈昌生, 吴仲庆, 等. 盐度对中国龙虾存活、生长的影响[J]. 集美大学学报, 2000, 5(1): 31-36.