

文章编号: 1004 - 7271(2004)04 - 0293 - 05

## 几种饲料对石磺的暂养效果 及其消化率的初步研究

沈和定<sup>1</sup>, 陈汉春<sup>2</sup>, 陈贤龙<sup>2</sup>, 孙华伟<sup>1</sup>, 华雪铭<sup>1</sup>, 肖华军<sup>1</sup>

(1. 上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090; 2. 浙江省慈溪市水产技术推广中心, 浙江 慈溪 315300)

**摘要:** 用 6 种饲料喂养石磺, 比较其生长、存活状况, 从而找到人工饲养石磺的适宜饲料, 利用  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  湿式灰化定量法, 测定了石磺对 3 种植物性饲料的消化率。试验结果表明, 动物性饲料易败坏水质, 饲养效果不佳; 石磺喜食植物性饲料, 饲料效果以玉米粉最好, 依次为玉米粉 > 菜粕 > 豆粕 > 次粉 > 酵母 > 鱼粉。测定石磺对玉米粉、菜粕和次粉 3 种植物性饲料的平均消化率分别为 21.680%、14.262%、4.871%。玉米粉喂养石磺的效果较好, 实验室内能完成石磺的交配、产卵和二次交配、二次产卵等全过程; 日饲料投喂比例为体重的 1% ~ 5%。

**关键词:** 石磺 植物性饲料 消化率 玉米粉 日投饵比例 暂养效果

中图分类号: S968.31 文献标识码: A

## Preliminary studies on the absorption rates and the feeding effects of different diets on sea-slug *Onchidium* sp.

SHEN He-ding<sup>1</sup>, CHEN Han-chun<sup>2</sup>, CHEN Xian-long<sup>2</sup>, SUN Hua-wei<sup>1</sup>, HUA Xue-ming<sup>1</sup>, XIAO Hua-jun<sup>1</sup>

(1. College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Spreading Center of Technology in Aquatic Science of Cixi city of Zhejiang Province, Cixi 315300, China)

**Abstract:** Six types of diets (corn flour, repseed meal-solvent, soybean meal-solvent, wheat middling, yeast and fish meal) were tested to compare their feeding effects on the survival rate and growth of sea-slug *Onchidium* sp. in this study. The absorption rates of 3 diets were also determined using the hydrated  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  cineration quantitative method. The objective of this study was to find a most suitable diets for the future aquaculture of sea-slug. The results showed that the feeding effect of animal diets was poor, which would cause the deterioration of water quality readily. It was proved that the sea-slug preferred to herbivorous diets, with a preference order to the six feeds as corn flour > repseed meal-solvent > soybean meal-solvent > wheat middling > yeast > fish meal. The mean absorption rates of the sea slug on the 3 diets of corn flour, repseed meal-solvent and wheat middling were 21.680%, 14.262% and 4.871% respectively. It was also found that the corn flour yielded the best feeding effects, which enabled the sea-slug to complete its reproductive behavior such as mating, egg laying and re-mating, re-egg-laying etc. under laboratory condition, with a daily ration of 1% to 5% of their body weight.

**Key words:** *Onchidium* sp.; vegetal diets; absorption rate; corn flour; food ratio; culture effect

收稿日期: 2004-09-13

基金项目: 水产养殖(国家级、上海市、农业部)重点学科建设项目(科 03 - 37)

作者简介: 沈和定(1964 - )男, 浙江奉化人, 副教授。从事贝类学、贝类增殖学和贝类净化技术研究。Tel: 021 - 65710362, E-mail:

hdshen@shfu.edu.cn

石磺属 (*Onchidium*) 隶属软体动物门, 腹足纲, 肺螺亚纲, 俗名土鸡、土海参、涂龟、乌纱鳖、海蛤、海癞蛤蟆等。石磺属贝类广泛分布于印度 - 太平洋沿岸的河口海域, 我国主要分布于黄海、东海和南海。广泛分布于江苏、上海、浙江沿海滩涂的石磺 (*Onchidium* sp.), 曾名蛤蟆石磺<sup>[1]</sup>或瘤背石磺<sup>[2,3]</sup>, 因其背部没有树枝状的鳃而与我国南方产的石磺 (*Onchidium verruculatum*)<sup>[4,5]</sup> 有较大的外形差异, 分类地位仍有待于进一步研究。近年来, 由于民间的大量采捕, 石磺资源量下降, 货源日趋紧缺, 市场上销售的产品已有很大一部分从国外进口, 开展石磺增养殖的呼声日益强烈<sup>[6]</sup>。有关石磺的食性研究资料很少, 仅 Deshapnadi<sup>[7]</sup> 认为石磺以团扇藻和石莼等海藻为食。本文通过实验室试验, 以便找到适合石磺摄食和生长的饲料, 为石磺室内暂养、池塘养殖和滩涂围网增养殖提供指导和参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2004 年 4 月 14 日和 4 月 16 日分别从浙江慈溪、上海崇明采集石磺, 其体长 4.0~7.0cm, 体宽 1.3~1.8cm, 体重 4.0~8.0g/只。6 种饲料分别是玉米粉、菜粕、豆粕、次粉、酵母、鱼粉; 准备泥土、海水、塑料盆、防逃的纱窗等实验器具。

### 1.2 不同饲料对石磺生长效果试验

将经过暂养的石磺分为 6 组, 每组 4 个重复, 其中盆底不铺泥 1 盆, 铺泥 3 盆。将 6 种饲料用细花坛土与盐度 10 的海水混合均匀, 铺在盆底形成薄薄的一层; 不铺泥的盆底撒少许海水, 以保持湿润。盆口用纱网和绳子将其封住, 以防石磺逃逸, 暂养时间 2d, 然后延续进行饲料试验。

傍晚时投喂饲料, 每日 2 次检查石磺的摄食状况, 生长情况, 测量室内气温、相对湿度, 喷洒海水调节相对湿度, 及时清除出粪便和死亡的个体, 定期称量各试验盆内石磺的体重, 并做好记录, 饲料试验为时 7d。

### 1.3 石磺对几种饲料的消化率测定

与饲料均匀混合的  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  完全不被石磺吸收而随粪便排出, 根据指示剂  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  在食物及粪便中的含量变化, 利用  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的湿式灰化定量法测定饲料的总消化率<sup>[8]</sup>。

饲料总消化率  $D(\%) = [1 - B/B_1] \times 100$

B、 $B_1$  分别表示饲料和粪便中的  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的含量。

#### 1.3.1 饲料制备

次粉、菜粕、玉米粉经过 60 目过筛,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  通过 120 目过筛, 然后按照每 kg 饲料和泥土重量的 0.5% 准确称取  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , 逐步混合均匀, 将在实验室暂养 2d 的石磺分为 4 组, 分别为次粉、菜粕、玉米粉和泥土 (不加饲料), 每组 3 个平行, 用制备好的饲料喂养石磺。每天收集粪便, 烘干后密封保存。

#### 1.3.2 样品分析

对干燥至恒重的饲料及粪便, 用  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的湿式灰化定量法进行饲料消化率的测定。

### 1.4 石磺室内暂养试验

2004 年 6 月 5 日至 8 月 25 日, 用玉米粉喂养塑料箱内的石磺, 设 3 个平行, 每个箱底铺有 5~10cm 厚的底泥, 种植水草, 搭置瓦片作为隐蔽物。石磺个体均重为 13.47g, 暂养密度为 60 个/ $\text{m}^2$ , 每天傍晚投饵于石磺群集的底质表面。暂养过程中及时处理粪便和底泥, 记录每天的投饵量、死亡数、交配状况和卵群数量, 统计石磺的投饵量与体重的比例及暂养期间的成活率。

## 2 结果

### 2.1 六种饲料对石磺生长效果

鱼粉喂养石磺的 4 组试验中, 鱼粉 1 组中的石磺饲养 7d 便全部死亡。鱼粉 2 组和 3 组中的石磺分

别饲养 15d 和 10d 死亡 ;其间石磺体重未出现增长现象。鱼粉 4 组内的石磺饲养 15d 左右死亡 ;石磺的体重出现过增长阶段 (4.26 – 4.30) ;具体见石磺增重曲线图 1。各图中的日期标记 1、2、3、4、5、6 分别代表 4 月 19 日、4 月 26 日、4 月 30 日、5 月 3 日、5 月 6 日和 5 月 10 日。

酵母 1 组中的石磺饲养 7d 便全部死亡 ,酵母 2 组的石磺饲养 10d 死亡 ;其间石磺体重未出现增长现象。酵母 3 组和 4 组内的石磺饲养 18d 后死亡 ,石磺的体重出现过增长阶段 ;详见图 2。

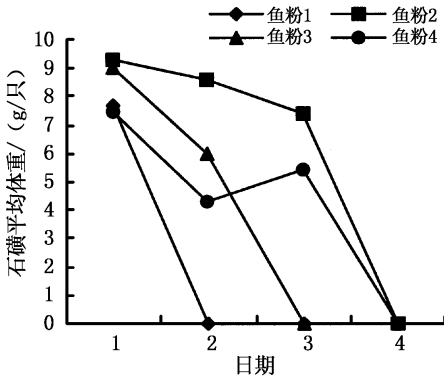


图 1 鱼粉试验组石磺的增重曲线

Fig.1 Increase-in-weight curve of *Onchidium* sp. feeding on fish meal

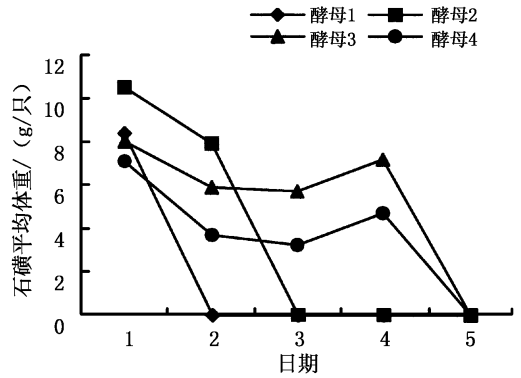


图 2 酵母试验组石磺的增重曲线

Fig.2 Increase-in-weight curve of *Onchidium* sp. feeding on yeast

用豆粕喂养石磺时 ,豆粕 1 组的石磺 7d 便全部死亡 ;豆粕 2 组、3 组和 4 组内的石磺饲养 15d 死亡 ,期间石磺体重出现过增长阶段 ;其增重曲线如图 3 所示。

用菜粕喂养石磺后 ,菜粕 1 组中的石磺饲养 7d 便全部死亡 ;菜粕 2 组内的石磺饲养 22d 后仍有存活 ,期间石磺体重出现过增长阶段。菜粕 3 组的石磺饲养 22d 死亡 ,期间石磺的体重出现过增长阶段 ;4 组中的石磺饲养 18d 死亡 ,石磺的体重也出现过增长阶段 ;具体见图 4。

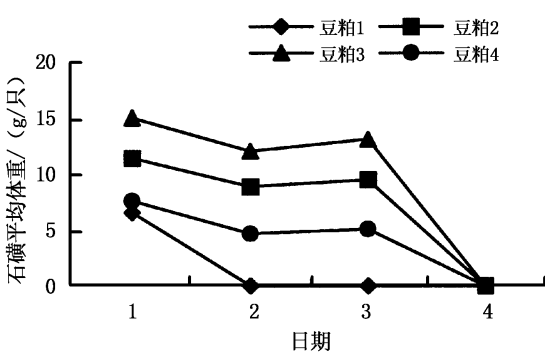


图 3 豆粕试验组石磺的增重曲线

Fig.3 Increase-in-weight curve of *Onchidium* sp. feeding on soybean meal-solvent

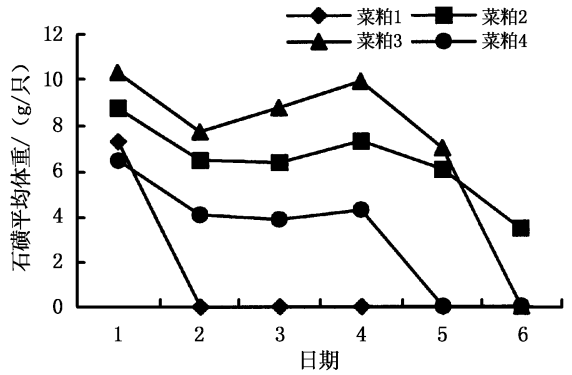


图 4 菜粕试验组石磺的增重曲线

Fig.4 Increase-in-weight curve of *Onchidium* sp. feeding on rapeseed meal-solvent

用玉米粉喂养石磺后 ,玉米粉 1 组中的石磺饲养 7d 便全部死亡 ;2 组、3 组和 4 组内的石磺饲养 22d 仍有存活 ;期间石磺体重均出现过增长阶段 ;具体见图 5。

用次粉投喂石磺后 ,次粉 1 组内的石磺饲养 7d 便全部死亡 ;次粉 2 组中的石磺饲养 18d 仍有存活个体 ;期间石磺体重出现过增长阶段 ;3 组和 4 组内的石磺饲养 7d 便全部死亡 ;石磺的增重曲线如图 6。

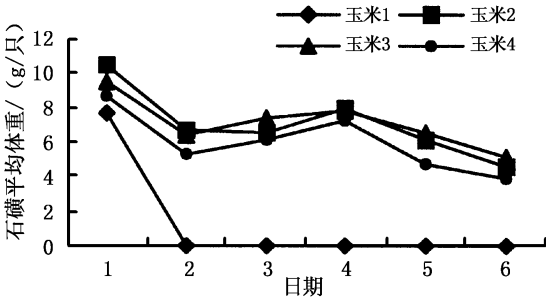


图5 玉米试验组石磺的增重曲线

Fig.5 Increase-in-weight curve of *Onchidium* sp. feeding on corn flour

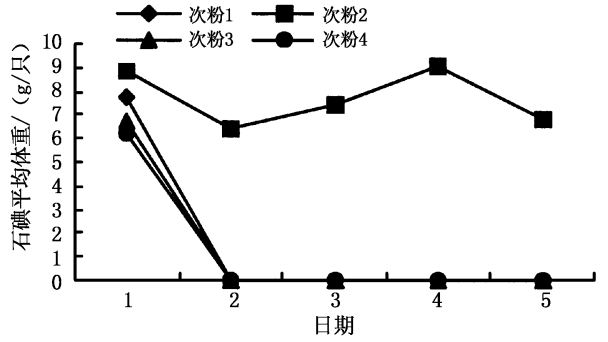


图6 次粉试验组石磺的增重曲线

Fig.6 Increase-in-weight curve of *Onchidium* sp. feeding on middling

### 2.2 石磺对三种植物性饲料的消化率

石磺对菜粕的消化率(%)为  $14.262 \pm 1.765$  ,对次粉的消化率(%)为  $4.871 \pm 2.586$  。可以看出石磺对上述3种饲料的消化率有很大的差异。

### 2.3 石磺室内暂养试验结果

经过80多天的室内暂养,发现石磺的适应能力很强,只要暂养环境良好,采捕回来的石磺当日就能摄食。暂养期间日投饵比例为体重的1%~5%,其中生长旺季(上海地区4月5日-6月10日)的投饵量一般为体重的5%,交配旺季(6月20日左右3d)的摄食明显减少,产卵高峰期(7月25日左右3d)的饲料需求量降低,此时的投饵量仅为体重的1%左右;平时的投饵量为体重的2.5%左右。投饵量应根据石磺个体大小、生理成熟状况、季节和底泥质量等情况作适当调整。

通过解剖石磺和粪便观察,肠道内和粪便中可以明显地见到黄色的玉米粉颗粒,证实石磺是以植物性饲料为主。用植物性饲料喂养石磺的效果较好,在实验室内已完成了石磺的交配、产卵和二次交配、二次产卵等繁殖行为的全过程,室内暂养的成活率达80%。实验结果表明,石磺完全可以在室内条件下进行交配、产卵等繁殖行为,这将为石磺的生理生态、繁殖生物学等研究提供极为有利的条件。

### 2.4 试验过程出现的问题

容器内不铺底泥的石磺一般不摄食、不排便,暂养2~3天后便会大量死亡;阴雨时节石磺活动频繁,摄食较好,暂养器具内常常有大量的粪便,而晴天时必须及时喷洒低盐度的海水,以保持土壤和身体表面的水分,防止石磺因失水过多体形变小、体重下降甚至死亡。死亡的石磺表现为腹足肿大,上有许多小水泡;身体扭曲或变小,呈严重失水样;有的石磺将几丁质的胃翻出后死亡。

石磺每天的排尿量和排粪量很大,暂养容器在短时间内就会积累大量的尿和粪便,不利于石磺的存活和生长,因此如果没有良好的生态系统,就必须每隔2d左右更换一次泥土。建立模拟的人工小生态系统后,也必须及时对底质表泥进行处理。石磺栖息环境最好有泥土,以植物性饲料为好,要求环境的相对湿度较高(一般在80%以上)。

## 3 分析和讨论

### 3.1 不同饲料对石磺生长效果分析

试验结果显示,鱼粉的效果最差,投喂期间石磺活力急剧下降,体重没有增加现象。投喂玉米、菜粕、豆粕组的石磺体重呈现出明显的下降期、上升期、死亡期;下降期为石磺的适应环境期,大约为7~8天,摄食较少;上升期为石磺的摄食增重期,大约为3~4天;此时由于石磺体内原有食物基本排空,也适

应了周围的环境,开始摄食。死亡期大约 3~7 天,由于环境、食物与自然状态下的差异较大,死亡个体逐渐增多。

投喂不同饲料,石磺的生长状况不同,这主要与饲料的营养成分有关。豆粕、菜粕、鱼粉、酵母属于粗蛋白质含量高的蛋白质饲料,玉米粉和次粉属于蛋白质含量低而无氮浸出物含量高的能量饲料<sup>[9]</sup>。从试验结果能初步看出石磺的代谢物质主要是非蛋白质物质,玉米粉等能量饲料作为石磺饲料的效果较好。有关饲料质量及氨基酸平衡影响石磺的摄食、生长及繁殖力<sup>[10]</sup>的研究尚需逐步深入。

### 3.2 石磺增养殖地点的选择

自然状态下,石磺大多生活在河口性沿海的芦苇丛、红树林、大半草滩和泥滩等潮湿地带。通过 80d 的室内暂养试验,对石磺的生态习性、摄食、生长、交配、产卵等特性有了全面细致的了解,其生活环境要求比较严格,环境不适时,石磺很少摄食,个体明显缩小,体重急剧下降。阴雨天或晚间石磺的活动明显加强,光线和湿度对石磺活动有明显的影响,一般控制相对湿度在 80% 以上。因此,开展石磺人工养殖或增殖时,必须考虑养殖地的环境条件。

### 3.3 石磺饲料消化率的深入研究

Deshpande 给石磺 (*O. verruculatum*) 喂以碎藤壶、腔肠动物、团扇藻和石莼的混合物,通过胃含物分析,结果表明石磺是以团扇藻和石莼等海藻为食<sup>[7]</sup>。本试验也充分证明石磺喜食植物性饲料,因此在水泥池和池塘人工养殖时,可培养底栖硅藻作为石磺的饲料。Jahan-Parwar 曾报道谷氨酸在海藻中是海兔的主要诱食剂,并且提出脯氨酸对海兔的繁殖活动有刺激作用,因此认为同样以海藻为食的石磺可能也存在类似的情况<sup>[11]</sup>。有关玉米粉、次粉和菜粕等植物性饲料中谷氨酸和脯氨酸的含量比较尚无报道<sup>[8]</sup>,饲料中各种营养成分的利用状况也有待于进一步研究。

### 3.4 实验室石磺暂养环境的优化

石磺每日的排尿量和排粪量很大<sup>[6,12]</sup>,在实验室暂养过程中,由于缺乏相对持久的生态系统,也没有潮汐冲刷和海风吹拂,容器中很快就会积累大量有害物质,不利于石磺的存活和生长,在实验室条件下,如何有效持久地为石磺创造一个良好的生活环境仍有待于进一步研究。

### 参考文献：

- [1] 张缓溶,周昭曼,卢卫平等. 上海沿海蛤蟆石磺的初步研究[J]. 贝类学会论文集第二辑, 1982, 153.
- [2] 邱立言. 苏沪沿海瘤背石磺的形态和习性[J]. 动物学杂志, 1991, 26(3): 33-36.
- [3] 黄金田, 沈伯平, 王资生. 瘤背石磺的生态习性观察[J]. 海洋渔业, 2004, 26(2): 103-109.
- [4] 马绣同. 我国海产贝类及其采集[M]. 北京: 海洋出版社, 1982. 40.
- [5] 蔡英亚, 张英, 魏若飞. 贝类学概论[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1995. 255.
- [6] 沈和定, 李家乐, 张缓溶. 石磺的生物学特性及其增殖前景分析[J]. 中国水产, 2004, 1: 36-39.
- [7] Deshpande U D, Nagabhushanam R, Hanumante M M. Reproductive ecology of the marine Pulmonate, *Onchidium verruculatum*[J]. Hydrobiologia, 1980, 71: 83-85.
- [8] 李爱杰. 水产动物营养与饲料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994. 199-200.
- [9] 张子仪. 中国饲料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000. 340-424.
- [10] 吴晋强. 动物营养学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1998. 25.
- [11] Jahan-Parwar, B. Olfaction and Taste[M]. Academic Press, New York, 1975. 5: 133-139.
- [12] Chew S F, Ho S Y, Ip Y K. Free amino acids and osmoregulation in the intertidal pulmonate *Onchidium tumidium*[J]. Marine Biology, 1999, 4: 735-741.