

饲料中添加凹土对凡纳滨对虾存活和生长的影响

王兴强¹, 曹梅¹, 阎斌伦¹, 姜滢²

(1. 淮海工学院江苏省海洋生物技术重点建设实验室, 江苏连云港 222005;
2. 淮安市康达饲料有限公司, 江苏淮安 211764)

摘要: 研究了饲料中添加凹土(0.0%、0.5%、1.0%、2.0%、4.0%和8.0%)对凡纳滨对虾(1.04~1.06 g)存活和生长的影响。实验在淮海工学院江苏省海洋生物技术重点建设实验室进行, 凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)幼虾购自海南某育苗场; 实验采用单因子6水平设计, 每个水族箱放养10尾对虾, 每个水平设3个重复。实验前停食24 h, 称其初始体重。日投饵2次, 过量投饵; 投饵2.5 h后从每个水族箱收集残饵、粪便和虾壳。实验周期30 d。所得数据用单因素方差分析和Turkey's多重比较进行处理。结果表明, 饲料中添加凹土显著地影响对虾的特定生长率, 而对存活率、摄食量、饲料系数和吸收效率的影响不显著; 在2.0%凹土水平, 凡纳滨对虾的特定生长率显著高于0.0%凹土水平, 但与其它处理差异不显著; 总的看来, 2.0%凹土添加组对虾的饲料系数低于其它处理, 而摄食量高于其它处理。

关键词: 凹土; 凡纳滨对虾; 存活; 生长

中图分类号: S963.73 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2008)01-0149-04

改革开放20多年来,我国水产养殖业迅猛发展,集约化程度越来越高,高密度的放养和大量人工配合饲料的投喂是集约化养殖的2个显著特点,因而对养殖环境的污染日益严重,水产动物病害增多,药物残留也日趋加重,其症结就在于饲料加工不科学,致使大量饲料散失和浪费,产生严重的环境污染。凹土由于其独特的微观结构、外观形貌以及荷电性质,使其具有许多优良性能。研究发现,饲料中添加改性凹土,能显著地促进水产动物的生长,提高动物的抗病能力(张华荫等,1995);同时能吸附饲料及水体中的氮、磷、重金属等,极大地改善了养殖动物的品质(张宇和赵剑英,1997;黄梓平等,2002);另外,凹土在作为饲料载体、粘结剂和干燥剂等方面,也显示出良好的发展前景(陈天虎等,2005;红玮等,2005)。鉴于此,本实验探讨了饲料中添加凹土对凡纳滨对虾存活和生长的影响。

1 材料和方法

1.1 实验饲料

实验各组饲料能值基本相等,分别添加0.0%、0.5%、1.0%、2.0%、4.0%和8.0%的凹土,见表1。

收稿日期:2007-04-12
基金项目:江苏省自然科学基金项目(BK2006548)和“青蓝工程”项目共同资助。
作者简介:王兴强,1975年生,男,山东济宁人,博士,副教授,主要从事养殖生态学和营养饲料学研究。

饲料制成直径为1.6 mm的颗粒,70℃下烘干,4℃冷藏保存。

1.2 材料来源

实验在淮海工学院江苏省海洋生物技术重点建设实验室进行。凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)幼虾购自海南,平均湿重(0.96±0.22)g,对虾在1个玻璃纤维水槽(200 cm×100 cm×100 cm)中暂养1周,水温(25.0±0.5)℃,盐度2.8‰。

1.3 实验设计

实验采用单因子6水平设计,每个水族箱(60 cm×50 cm×40 cm,养殖水体80 L)放养10尾对虾,每个水平设3个重复,共18个水族箱。实验前停食24 h,用MP-120型电子天平称其初始体重(表2)。日投饵2次(06:00和18:00),过量投饵;投饵2.5 h后从每个水族箱收集残饵、粪便和虾壳,70℃烘干后保存。每天换水约2/3,溶解氧维持在6.0 mg/L以上,pH值7.7~8.2,光照周期14L:10D,水温(25.0±0.5)℃,盐度2.8‰。实验周期为30 d。

1.4 计算

特定生长率(SGR)、饲料系数(FCR)和吸收效率(AE)以下式计算:

$$SGR = 100 \times (\ln W_2 - \ln W_1) / t$$

$$FCR = 100 \times (W_2 - W_1) / C$$

$$AE = 100 \times (C - F) / C$$

式中: W_1 和 W_2 为对虾的初体重和末体重(湿重), C 为摄食量(干重), F 为排粪量(干重), t 为实

验周期。

1.5 数据处理

所得数据用单因素方差分析和 Turkey's 多重比较进行处理,以 $P < 0.05$ 作为差异显著水平。

2 结果

结果和变量分析见图 1、图 2 和表 2。单因素方

差分析表明,饲料中添加凹土显著地影响对虾的特定生长率,而对存活率、摄食量、饲料系数和吸收效率的影响不显著。Turkey's 多重比较发现,在 2.0% 凹土水平,凡纳滨对虾的特定生长率显著高于 0.0% 凹土水平,但与其它处理差异不显著。

表 1 饲料配方与营养成分

Tab.1 Ingredient and proximate composition of the experimental diets

原料 Ingredient	实验饲料凹土添加水平 Attapulgit/%					
	0.0	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0
鱼粉 Fish meal/%	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2
豆粕 Soybean meal/%	12	12	12	12	12	12
花生粕 Peanut meal/%	10	10	10	10	10	10
面粉 Wheat flour/%	25	25	25	25	25	25
鱼油 Fish oil/%	2	2	2	2	2	2
复合维生素 ¹ Vitamin mix/%	2	2	2	2	2	2
复合矿物质 ² Mineral mix/%	4	4	4	4	4	4
纤维素 Cellulose/%	12.8	12.3	11.8	10.8	8.8	4.8
水分 Moisture/%	6.77	6.68	6.59	6.46	6.21	6.00
粗蛋白 Protein/%	37.79	37.35	37.21	37.25	37.22	37.74
脂肪 Lipid/%	5.49	5.78	5.21	5.60	5.38	5.55
灰分 Ash/%	10.40	10.90	11.18	12.33	14.70	18.19
能值 Gross energy/kJ · g ⁻¹	17.62	17.56	17.49	17.38	17.26	17.18

注:1. 复合维生素,1 000g 饲料包括: B₁ 60 mg,核黄素 100 mg,叶酸 10 mg, B₆ 140 mg,烟酸 400 mg,泛酸钙 140 mg,氯化胆碱 4 000 mg,肌醇 4 000 mg, Vc 4 000 mg,生物素 2 mg,对氨基苯甲酸 150 mg, V_E 400mg, V_K 34 mg, B₁₂ 0.8 mg, V_A 150 000 IU, D₃ 60 000 IU。
2. 复合矿物质,1 000 g 饲料包括: Ca(H₂PO₄)₂ 8.800g, CaCO₃ 8.240 g, K₂HPO₄ 4.000 g, MgSO₄ · 7H₂O 5.095 g, FeSO₄ · 7H₂O 0.400 g, ZnSO₄ · 7H₂O 0.432 g, MnSO₄ · H₂O 0.080g, CuSO₄ · 5H₂O 0.008g, KI 0.016g, Na₂SeO₃ 0.001g。
Notes: 1. Vitamin mix (per 1 000 g diet) : thiamin - HCl , 60 mg; riboflavin, 100 mg; folic acid, 10 mg; pyridoxine - HCl , 140 mg; niacin, 400 mg; calcium pantothenate, 140 mg; choline chloride, 4 000 mg; inositol, 4 000 mg; ascorbic acid, 4 000 mg; biotin, 2 mg; p - amino benzoic acid, 150 mg; α - tocopherol, 400 mg; menadione, 34 mg; cyanocobalamine, 0.8 mg; retinol acetate, 150 000 IU; cholecalciferol , 60 000 IU。
Notes: 2. Mineral mix (per 1 000 g diet) : Ca(H₂PO₄)₂ , 8.800 g; CaCO₃ , 8.240 g; K₂HPO₄ , 4.000g; MgSO₄ 7H₂O , 5.095 g; FeSO₄ 7H₂O , 0.400 g; ZnSO₄ 7H₂O , 0.432 g; MnSO₄ H₂O , 0.080 g; CuSO₄ 5H₂O , 0.008 g; KI , 0.016 g; Na₂SeO₃ , 0.001 g.

表 2 饲料中添加凹土对凡纳滨对虾存活、生长、摄食和吸收的影响

Tab.2 Effect of dietary attapulgit on the growth, food consumption, food efficiency and absorption efficiency of *L. vannamei* juveniles

凹土添加/%	初湿重/g	末湿重/g	摄食量/g	饲料系数	吸收效率/%
Atapulgit	Initial wet weight	Final wet weight	Food consumption	Food efficiency	Absorption efficiency
0.0	1.05 ± 0.02	3.65 ± 0.09 ^b	5.13 ± 0.51	1.97 ± 0.13	78.94 ± 1.01
0.5	1.04 ± 0.03	3.72 ± 0.03 ^b	4.99 ± 0.18	1.87 ± 0.10	77.26 ± 0.57
1.0	1.04 ± 0.02	3.89 ± 0.16 ^{ab}	5.08 ± 0.30	1.78 ± 0.10	76.96 ± 0.95
2.0	1.05 ± 0.04	4.13 ± 0.17 ^a	5.43 ± 0.19	1.76 ± 0.07	76.94 ± 1.00
4.0	1.06 ± 0.03	3.76 ± 0.09 ^b	4.83 ± 0.35	1.79 ± 0.08	77.77 ± 1.25
8.0	1.05 ± 0.04	3.80 ± 0.15 ^{ab}	5.05 ± 0.53	1.83 ± 0.12	77.55 ± 0.77

注:同 1 列中具有不同上标字母的平均值组间差异显著 ($P < 0.05$)。
Note: The means in the same column sharing a different superscript letter were significantly different ($P < 0.05$).

3 讨论

凹土主要成分是凹凸棒石 (Attapulgit) 中坡缕石 (Palygorskite) 或坡缟石,是一种含水镁铝硅酸盐粘土矿物,隶属于海泡石族,其典型分子式为 $Mg_5(Si_8O_{20})(OH)_2(OH_2)_4 \cdot 4H_2O$,属于 2 : 1 型

层链状晶体结构;除凹凸棒石外,通常还伴生有蒙脱石、高岭土、水云母、海泡石、石英、蛋白石、碳酸盐等矿物。粘土呈粉状,颗粒粒径为 45 ~ 80 μm,比表面积为 425 m²/g。凹土由于其独特的微观结构、外观形貌以及荷电性质,使其具有许多优良性能,如胶体性、吸附性和粘结性等,因而被广泛应用于化工、建

材、医药、农业和环境保护等领域。

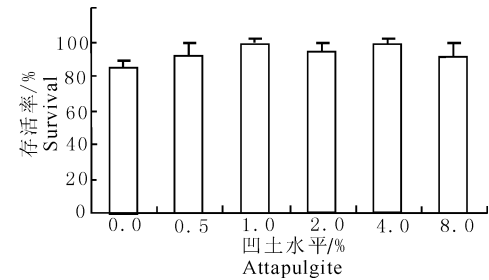


图 1 饲料中添加凹土对凡纳滨对虾存活的影响

Fig.1 Effect of dietary attapulgite on the survival of *L. vannamei* juveniles

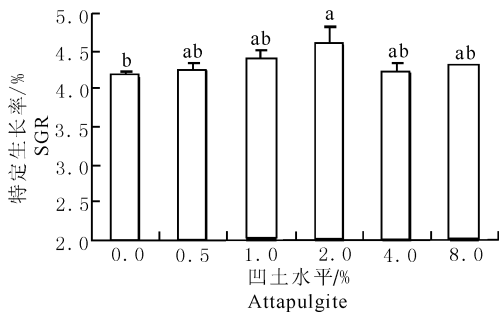


图 2 饲料中添加凹土对凡纳滨对虾特定生长率的影响

Fig.2 Effect of dietary attapulgite on the specific growth rate (SGR) of *L. vannamei* juveniles

为了开发应用凹土作为畜禽饲料添加剂,学者们分别对猪、鸡、兔进行了初步饲喂研究,发现猪日粮中添加凹土可提高饲料报酬 5% ~ 10%;肉鸡日粮中添加凹土可提高饲料报酬 20% ~ 40%;兔日粮中添加凹土可提高日增重和产毛量;在鹅日粮中添加 4% ~ 5% 的凹土,可使鹅的增重、产羽量、产蛋量均提高,同时还可增强畜禽对疾病的抵抗力(曹发魁等,2003)。在水产方面,沈炜敏(2002)将凹土按 5% ~ 10% 的比例加入鲟鱼饲料中,对 4 000 余尾鲟鱼进行了为期 6 个月的试验,发现凹土与饲料混合后,可吸附鲟鱼肠道内有害物质,并通过排泄系统排出;6 个月来未加任何药物,基本上避免了鲟鱼的肠

道系统及皮肤的疾病;同时,由于确保了鲟鱼健康成长,虽然从营养投入量的角度比原来减少了 5% ~ 10%,但总体生长速度并未减缓;说明凹土添加剂是降低鲟鱼养殖成本、减少疾病、提高经济效益的好材料。本研究中,饲料中添加凹土,显著地影响对虾的特定生长率;在 2.0% 凹土水平,凡纳滨对虾的特定生长率显著高于 0.0% 凹土水平。

本研究中,虽然饲料中添加凹土对凡纳滨对虾存活率、摄食量、饲料系数和吸收效率的影响不显著,但总的看来,2.0% 凹土添加组对虾的饲料系数低于其它处理,而摄食量高于其它处理。这表明凹土添加剂的合理使用可完全替代抗生素和一些有害的化学促长剂,调节水产动物胃肠道内的微生物群落,促进有益菌的生长繁殖,抑制有害菌,对提高饲料利用率、降低氮磷、重金属的排泄量、减轻水体污染、减少和消除有害物质在水产动物体内的残留具有重要作用。

参考文献:

曹发魁,等. 2003. 饲喂凹土对鸡蛋品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报,38(2):227-230.

陈天虎,李宏伟,汪家权,等. 2005. 凹凸棒石-银纳米复合抗菌材料制备方法和表征[J]. 硅酸盐通报,(2):123-126.

黄梓平,夏牧生,胡彩虹,等. 2002. 粘土矿物对饲料中有害物质的吸附性能的研究-铅离子的吸附研究[J]. 饲料研究,(9):4-6.

红玮,王贺,童春晖. 2005. 具有药用前景的天然矿物-凹凸棒石[J]. 科学进展,29:41-43.

沈炜敏. 2002. 凹凸棒非金属矿土添加剂在鲟鱼养殖中的应用[J]. 中国水产,(4):68.

张华荫,等. 1995. 凹凸棒土粉在鱼类颗粒饵料加工中的应用[J]. 安徽农业科学,23(3):279-281.

张宇,赵剑英. 1997. 凹凸棒土处理含镍废水的研究[J]. 江苏化工,25(1):48-49.

(责任编辑 万月华)

The Effects of Attapulgit as a Diet Supplement on Survival and Growth of *Litopenaeus vannamei*

WANG Xing-qiang¹, CAO Mei¹, YAN Bin-lun¹, JIANG Ying²

(1. Jiangsu Key Laboratory of Marine Biotechnology, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005, China;

2. Huaian City Kangda Feed Co., Ltd, Huai'an 211764, China)

Abstract: The study was conducted to investigate the effects of attapulgit as a diet supplement (0.0%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, 4.0% and 8.0%) on the survival and growth of *Litopenaeus vannamei* with the initial wet body weight of 1.04 g ~ 1.06 g. The experiment was carried out at Jiangsu Key Laboratory of Marine Biotechnology, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang, P. R. China. *L. vannamei* juveniles were obtained from Hainan Breeding farm. A one – factor experimental design (1 × 6) with three replications per treatment was followed. Each aquarium held 10 shrimp. After 24 h feed deprivation, all shrimp were weighted. Shrimp were hand – fed at excess ration twice daily for each group with formulated pellets. Each meal lasted approximately for 2.5 h and any uneaten food, intact faeces and molts were collected. The experiment expanded over 30 d. Data from each treatment were subject to a one – way ANOVA. When overall differences were significant at less than 5% level, Tukey's test was used to compare the mean values between individual treatments. The results showed that Attapulgit had significant effects on the specific growth rate, but not on the survival, food consumption, food efficiency and absorption efficiency; The specific growth rate in shrimps fed with 2.0% diet of attapulgit was significantly higher than the control, but was not significantly different from other treatments. In general, food consumption in shrimps fed with 2.0% diet of attapulgit was higher than those fed with other treatments, but food efficiency in shrimps fed with 2.0% diet of attapulgit was lower than those fed with other treatments.

Key words: attapulgit; *Litopenaeus vannamei*; survival; growth