

饲料中磷脂含量对刺参生长和体成分的影响

李彬斌, 朱伟¹, 冯政夫, 李玲, 胡彦江

(青岛农业大学 生命科学学院, 山东 青岛 266109)

摘要:以磷脂质量分数为 0.05%, 0.33%, 0.65%, 0.96%, 1.23%, 1.55%, 2.08% 的刺参 (*Apostichopus japonicus*) 饲料分别饲喂刺参幼参 (平均体质量为 0.8 g), 饲养 31 d 后, 测定刺参的增重率、成活率、体成分以及实验刺参体内的磷脂含量。实验结果表明, 饲料中磷脂的含量对刺参生长和体内磷脂质量分数有明显影响。随着饲料中磷脂质量分数的增加到 0.65% 时, 实验刺参的增重率逐渐增加到最大值 111.13%, 而后则不再增加; 刺参体内的磷脂质量分数在饲料中的磷脂质量分数达到 0.33% 时即接近最大值, 达到 3.20%, 而当饲料磷脂质量分数继续升高时, 也不再明显增加。实验刺参体内粗蛋白、粗脂肪及粗灰分在各处理间没有显著差异。因此刺参对饲料磷脂的需求量应为 0.65%。

关键词:刺参 (*Apostichopus japonicus*); 磷脂; 营养需求

中图分类号:S968.9

文献标识码:A

文章编号:1000-3096(2009)09-0025-04

刺参 (*Apostichopus japonicus*), 又称仿刺参, 属棘皮动物门 (Echinodermata), 游走亚门 (Eleutherozoa), 海参纲 (Holothuroidea), 楯手目 (Aspidochirota), 刺参科 (Stichopodidae), 仿刺参属 (*Apostichopus*), 具有很高的营养价值和药用价值。随着刺参市场需求增大, 刺参养殖业迅猛发展, 刺参的营养及其配合饲料的研究越来越受到人们的关注。朱伟等^[1]用以藻粉、鱼粉等原料制作的半精制饲料饲喂实验刺参, 研究了刺参对粗蛋白、粗脂肪的需求, 结果表明刺参饲料的粗蛋白的适宜质量分数为 18%~24%, 粗脂肪的适宜质量分数为 3% 到 5%。

磷脂是动物的正常新陈代谢和健康生存的必不可少的物质, 对体内的细胞活化、生存及器官功能的维持等都起到非常关键的作用。国内外学者对卵磷脂在水产动物特别是在鱼类和甲壳动物幼体中的作用和机理已有许多研究报道。磷脂是脂蛋白的必需组成成分, 脂蛋白在仔稚鱼体内的脂类运输中起重要作用, 活饵料或饲料中的卵磷脂不仅保障了仔稚鱼体内脂蛋白的合成, 而且也提高了仔稚鱼体内脂类的运输能力^[2]。Kanazawa 等^[3,4]的研究证明磷脂对香鱼 (*Plecoglossus altivelis*) 仔鱼的生长、存活率有显著影响, 添加卵磷脂的饲料明显优于未添加磷脂的对照组饲料。Geurden 等^[5]的研究也证明饲料中添加磷脂能够提高鲤等仔鱼的生长速度和存活率。Koven 等^[6]的研究表明在饲料中增加甘油磷脂含量可以提高大菱鲆对微颗粒饲料的摄食率。D'Abramo 等^[7]研究证明, 在龙虾的饵料中需要卵磷脂以确保它在脱壳期间的生存。用缺乏卵磷脂的饲料饲喂龙虾幼体, 发现其血淋巴中磷脂和胆固醇水

平降低, 而中肠腺中胆固醇水平升高, 说明缺乏外源卵磷脂会导致胆固醇由中肠腺向血淋巴中的转移率降低。用 3% 大豆卵磷脂的饲料喂养日本对虾幼体, 发现其体内磷脂和胆固醇水平提高, 肝胰腺和血淋巴中的总脂含量也有提高^[8]。成永旭等^[9]用精制饲料添加一定量的磷脂和多不饱和脂肪酸, 饲喂中华绒螯蟹大眼幼体并育成Ⅲ期仔蟹。结果表明, 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较显著的作用。

磷脂对刺参等棘皮动物的生长、摄食及体成分等的影响及刺参对磷脂的需求量尚无报道。本研究拟通过设置饲料中不同磷脂水平, 通过饲养实验, 然后对刺参的生长、存活以及体内磷脂含量等指标进行测定, 获得刺参幼参对饲料磷脂的适宜需求量, 为刺参人工配合饲料的配制提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 实验饲料

实验饲料以鱼粉、啤酒酵母、藻粉、豆油为主要原料, 通过改变磷脂油 (含 60% 磷脂) 的添加量配制了含有 0.05%, 0.33%, 0.65%, 0.96%, 1.23%, 1.55%

收稿日期: 2009-01-12; 修回日期: 2009-05-30

基金项目: 山东省科技计划资助项目 (2002 第 209 号)

作者简介: 李彬斌 (1982-), 男, 山东德州人, 硕士研究生, 研究方向为生物化学与分子生物学, 电话: 0532-86080640, E-mail: lbb903@126.com; 朱伟, 通信作者, 电话: 0532-86080640, E-mail: zhuweiqd@163.com

和 2.08% 7 个磷脂水平的实验饲料,饲料蛋白质量分数为 20.2%~21.0%,脂肪质量分数为 4.81%~4.98%。实验饲料参照朱伟等的实验结果,主要营养成分能够满足刺参的营养需求^[1]。将各种原料用

超微粉碎机粉碎至 300 目以上,按照配方混合后,加粘合剂(黄原胶和瓜尔豆胶),用双轴挤条机制粒后烘干,然后粉碎至 120 目备用。实验饲料配方及磷脂含量如表 1。

表 1 实验刺参饲料配方(%)

Tab.1 Ingredient composition and proximate analysis of the experimental diets (%)

原料	饲料组别						
	1	2	3	4	5	6	7
鱼粉	8	8	8	8	8	8	8
啤酒酵母	5	5	5	5	5	5	5
鼠尾藻粉	48	48	48	48	48	48	48
马尾藻粉	30.15	29.95	29.75	29.55	29.35	29.15	28.95
其它	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
磷脂油(60%磷脂)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
Vc,35	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	1	1	1	1	1	1	1
大豆油	2.5	2.2	1.9	1.6	1.3	1	0.7
合计	100	100	100	100	100	100	100
磷脂	0.05	0.33	0.65	0.96	1.23	1.55	2.08

1.2 饲养实验

饲养实验在青岛市胶南海参育苗厂进行。实验根据饲料中磷脂的不同添加量设 7 个处理,每个处理 3 个重复。实验容器为容水约 160 L 的养殖桶,每桶放体质量为 0.80 g 的刺参 100 头。海水经三级砂滤,连续充气。每天 17:00 换水 1/2~2/3 后,然后按刺参质量的 1%投喂,并观察摄食状况,适当调整投喂量。饲养时间:从 2007 年 11 月 1 到 12 月 2 日,共 31 d,养殖期间水温为 11.2~18.2℃,海水盐度为 34。

1.3 样品测定及数据分析

实验结束时,经过 2 d 停食处理,收集参苗,对每个实验单元的参苗进行称量。然后将实验参苗放入-70℃冰箱备用。

生长指标采用增重率(WG,%)表示:
 $WG(\%) = [(W_t - W_i) / W_i] \times 100$
其中 W_t , W_i 分别代表终体质量和初体质量(g)。

实验参苗的体成分的测定采用 AOAC 的方法^[10]。粗蛋白的测定采用凯氏定氮法;粗脂肪的测定采用索氏抽提法;粗灰分测定采用 550℃灼烧至恒重的方法测定。

饲料及刺参体内磷脂含量的测定采用 Floch 等^[11]的方法。

实验数据用 SPSS10.0 统计软件分析,对所有数据进行方差分析和 Tukey 多重比较。

2 结果与分析

2.1 饲料中磷脂含量对刺参生长的影响

饲料中磷脂含量对刺参生长的及成活率的影响见表 2。结果表明,刺参的增重率明显受饲料中磷脂含量的影响。在饲料中磷脂含量由 0.05% 上升到 0.65% 过程中,随着饲料中磷脂含量的增加,实验刺参的增重率明显提高。饲料中磷脂质量分数为 0.05% 的实验组增重率最低,为 73.33%,当磷脂质量分数为 0.65% 时达到最大值,为 111.13%。随着实验饲料中磷脂含量的继续增加,实验刺参的增重率无明显变化且略呈下降趋势,饲料中磷脂质量分数为 0.96%,1.23%,1.55%,2.08% 的实验刺参的增重率分别为 109.81%,104.69%,105.48%,94.18%。

2.2 对成活率的影响

实验刺参的成活率为 94.67%~99.67%,统计结果表明各处理间没有明显差异(表 2)。

表 2 饲料中不同磷脂含量对刺参生长与存活的影响(平均值±标准误, $n=3$)

Tab. 2 Affect of diet phospholipid content on growth and survival of the experimental sea cucumber (Means ± S. E., $n=3$)

组别	磷脂质量分数 (%)	初期体质量 (g)	末期体质量 (g)	增重率(%)	成活率(%)
1	0.05±0.00	0.86±0.02	1.52±0.07 ^a	73.33±7.87 ^a	99.67±0.22 ^a
2	0.33±0.01	0.87±0.01	1.65±0.02 ^{ab}	89.15±2.81 ^a	97.67±0.10 ^{ab}
3	0.65±0.02	0.92±0.04	1.94±0.05 ^b	111.13±6.18 ^b	94.67±0.12 ^a
4	0.96±0.03	0.84±0.06	1.75±0.06 ^{ab}	109.81±8.99 ^b	97.00±0.05 ^b
5	1.23±0.08	0.86±0.01	1.77±0.06 ^{ab}	104.69±5.31 ^b	97.33±0.03 ^b
6	1.55±0.06	0.87±0.05	1.78±0.10 ^{ab}	105.48±4.43 ^b	99.00±0.17 ^a
7	2.08±0.08	0.78±0.03	1.50±0.03 ^a	94.18±4.59 ^b	96.67±0.02 ^b

注:表中同列中数据标有相同上标字母的表示平均数没有显著差异

2.3 对实验刺参体内磷脂含量的影响

实验刺参体内磷脂含量明显受饲料中磷脂含量的影响(表 3)。当饲料中磷脂质量分数为 0.05% 时,刺参体内磷脂质量分数为 2.58%,明显低于其余各个处理($P<0.05$)。随饲料中磷脂含量的提高,实验刺参体内磷脂积累量有所增加,当饲料中磷脂质量分数为 1.23% 时实验刺参体内磷脂质量分数达到最大值,为 3.96%,但统计分析显示实验饲料中磷脂

表 3 实验刺参的体成分(%,平均数±标准误, $n=2$)

Tab. 3 Proximate analysis of body composition of the experimental sea cucumber (% , mean±S. E., $n=2$)

组别	饲料磷脂	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分	刺参磷脂
1	0.05±0.00	40.5±1.21	8.76±0.56	38.5±0.78	2.58±1.25 ^a
2	0.33±0.01	40.3±1.18	7.54±0.84	38.2±0.47	3.20±0.10 ^b
3	0.65±0.02	39.8±1.87	7.49±0.53	38.1±1.16	3.29±0.14 ^b
4	0.96±0.03	41.2±1.07	7.58±0.54	39.2±1.42	3.56±0.07 ^b
5	1.23±0.08	39.1±1.25	7.32±0.39	39.6±1.06	3.96±1.09 ^b
6	1.55±0.06	39.5±1.35	7.45±1.16	37.9±1.76	3.84±0.11 ^b
7	2.08±0.08	38.5±0.93	7.34±0.92	39.5±0.67	3.68±0.25 ^b

注:表中同列中数据标有相同上标字母的表示平均数没有显著差异

3 讨论

本实验结果显示刺参的增重率明显受实验饲料中磷脂添加量的影响。在饲料中磷脂添加量由 0.05% 提高到 0.65% 的过程中,实验刺参的增重率明显提高,由 73.33% 提高到 111.13%。刺参体内的磷脂含量也受到饲料中磷脂水平的影响。当饲料中磷脂含量为 0.05% 时,饲养后的实验刺参体内磷脂质量分数较低,为 2.58%。刺参体内磷脂的含量随实验饲料中磷脂的添加量增加而提高,当饲料中磷脂的添加量达到 0.33% 时,实验刺参体内磷脂质量分数达到 3.20%。而后虽然饲料中的磷脂含量明显增加,但刺参体内磷脂含量并没有明显增加。因此推测在刺参早期的生长发育过程中,体内不能合成足够量的维持生长和发育的磷脂,需要在饲料中添加适量的

质量分数为 0.33% 以上时各处理间实验刺参体内磷脂含量没有明显差异。

2.4 对刺参其它体成分的影响

实验中磷脂含量对实验刺参成分的影响见表 3。粗蛋白、粗脂肪和粗灰分均以干物质为基础测定。实验刺参体组织中粗蛋白质量分数为 38.5%~41.2%,粗脂肪为 7.32%~8.76%,粗灰分为 37.9%~39.6% 时,各处理间没有明显差异。

磷脂以适应刺参早期发育对磷脂的需求。

在饲料中添加 2% 的卵磷脂能显著提高金鲷仔稚鱼的生长、存活及耐受性^[12]。薛永瑞等^[12]报道在鲤鱼幼鱼饲料中添加 2% 改性大豆磷脂,可增产 30.7%,饵料系数降低 0.21。虾的总磷脂推荐需要量为 2%,然而如果使用卵磷脂,总磷脂需要量可减少为 1%^[13]。

对于刺参对饲料中磷脂的适宜需要量,从增重率指标看,当实验饲料中磷脂含量达到 0.65% 时,刺参的增重率达到最大,而当饲料中磷脂含量继续增加时,刺参的增重率并没有明显的增加,而是维持在相对平稳的范围:94.18%~109.81%。说明对于刺参的生长来说,0.65% 的磷脂质量分数是适宜的。从体内磷脂的积累量上看,当实验饲料中磷脂质量分数从 0.05% 增加到 0.33% 时,刺参体内磷脂的积累量从 2.58% 增加到 3.20%,即接近最大值($P<0.05$)。

而后,即使饲料磷脂含量继续增加,刺参体内磷脂的积累量也不再有明显提高($P>0.05$)。刺参对磷脂的需求量应该以满足其最大生长最为适宜,因此可以认为刺参饲料中适宜的磷脂需求量应为 0.65%。而刺参饲料中含总脂肪的适宜质量分数为 3%^[1]。与鱼类和虾类相比,刺参总脂的需求量较低。

本实验采用大豆磷脂油作为饲料磷脂的来源,而磷脂作为复合酯类,成份比较复杂,因此该需求量是以大豆磷脂作为来源的条件下得出的,而对于刺参对磷脂中各种成分的需求,有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 朱伟,麦康森,张百刚,等. 刺参稚参对蛋白质和脂肪需求量的初步研究 [J]. 海洋科学, 2005, **29**(3): 54-58.
[2] 刘镜恪,徐世宏. 海水仔稚鱼必需脂肪酸和磷脂的营养需求 [J]. 海洋科学, 2006, **30**(11): 75-81.
[3] Kanazawa A, Teshima S I, Inamori S. Effects of phospholipids on growth, survival rate and incidence of malformation in the larval ayu [J]. *J Men Fac FISH Kagoshima Univ*, 1981, 30: 301-309.
[4] Kanazawa A, Teshima S I, Kobayshi T. Necessity of dietary phospholipids for growth of the larval ayu [J]. *J Men Fac FISH Kagoshima Univ*, 1983, 32: 115-120.
[5] Geurden I, Radunz N J, Bergot P. Essentiality of dietary phospholipids for carp (*Cyprinus carpio*) larval

[J]. *Aquaculture*, 1995, 131: 303-314.
[6] Koven W M, Henderson R J, Sargent J R. Lipid digestion in turbot (*Scophthalmus maximus*) I: Lipid class and fatty acid composition of digesta from different segments of the digestive tract [J]. *Fish Physiol Biochem*, 1994, 13: 69-79.
[7] D'Abramo L R, Bordner C E, Conklin D E. Essentiality of dietary phosphatidylcholine for the survival of juvenile lobsters [J]. *J Nutr*, 1981, 111: 425-431.
[8] 陈彦,谢仰杰,王重刚,等. 饲料中磷脂影响鱼类和甲壳类幼体生长发育的作用机理 [J]. 湖北民族学院学报, 2003, **21**(2): 9-13.
[9] 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.
[10] Helrich K. Official Methods of Analysis// Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Arlington (USA), 1990: 923, 981.
[11] Floch J, Lees M, Sloane S G H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues [J]. *J Biol Chem*, 1957, **226**(1): 497-509.
[12] 刘镜恪,周利. 国外仔稚鱼营养研究进展 [J]. 海洋科学集刊, 1996, 37: 189-194.
[13] 薛永瑞,祁双全,刘万涵,等. 改性大豆磷脂对鲤鱼增产效果的试验 [J]. 饲料研究, 1989, 11: 30-31.

Affection of diet phospholipid content on growth and body composition of sea cucumber, *Apostichopus japonicus*

LI Bin-bin, ZHU Wei¹, FENG Zheng-fu, LI Ling, HU Yan-jiang

(College of Life Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Received: Jan., 12, 2009

Key words: *Apostichopus japonicus*; phospholipids; requirement

Abstract: Sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) juveniles, with an average weight of 0.8 g, were fed with tested diets designed with gradient level of phospholipid (0.05%, 0.33%, 0.65%, 0.96%, 1.32%, 1.55%, 2.08%) for 31 days. After 31 days' feeding experiment, weight gain (WG), survival and body composition such as crude protein, crude lipid, crude ash and phospholipids were determined. The results showed that the WG and phospholipids content of sea cucumber juveniles were affected by dietary phospholipids significantly. The WG reached 111.13% when the dietary phospholipids content was 0.65%, and then leveled off when dietary phospholipids further increased. The phospholipids content reached 3.20% when dietary phospholipids was 0.33% and hadn't increased significantly when dietary phospholipids further increased. There was no significant difference of contents in crude protein, crude lipid and crude ash between the different treatments. Thus, the optimum dietary phospholipids requirement of sea cucumber, *Apostichopus japonicus*, was suggested to be 0.65%.

(本文编辑:康亦兼)