

海藻在南美白对虾饲料中的应用研究^{*}

周歧存 肖风波

(湛江海洋大学水产学院 湛江 524025)

提要 在以鱼粉、豆粕等为主要蛋白源的实用饲料中添加不同含量的海藻粉(0%, 3%, 6%, 9%和12%), 喂养体质量为0.40~0.61 g的南美白对虾幼虾30 d。结果表明, 饲料中添加3%组的南美白对虾体增重和蛋白质效率显著高于其它各添加组, 而未添加海藻粉组生长最差; 添加3%海藻组饲料系数最低, 而未添加组和添加9%和12%组最高; 对对虾体成分的分析显示不同含量的海藻粉显著影响对虾体灰分、脂肪和总糖的含量。

关键词 海藻, 南美白对虾, 生长

中图分类号 S963.16 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3096(2003)03-0066-04

我国海域辽阔, 海藻资源丰富, 大型藻类有数千种。海藻营养价值高, 含有多种生物活性物质, 不仅富含糖类、脂类和蛋白质, 维生素、矿物质和微量元素的含量也极其丰富; 海藻作为添加剂, 可减少Ca、P等大量矿物元素及微量元素尤其是I、Se等的添加量, 海藻中所含的矿物质多以有机态形式存在, 不易和其它营养成分发生氧化作用, 更易为水产动物所消化吸收利用^[1]。用大型海藻作为饲料添加剂, 既能弥补配合饲料营养成分的不足, 满足养殖水产动物的营养需要, 又能增强水产动物的抗病能力^[2]。我国生产的水产饲料中很少添加海藻, 使海藻这一丰富资源难以得到充分的开发利用。

南美白对虾(*Penaeus vannamei* Boone) 原产于南美洲太平洋沿岸, 是世界养殖产量最高的三大优良虾种之一, 具有对水环境抗逆能力强, 营养要求低, 生长快, 肉味鲜美, 全年可进行育苗生产和有较强的抗病能力等优点^①。近年来在我国迅速推广, 尤其是华南沿海地区成为仅次于斑节对虾的养殖品种。而作为添加剂成分的海藻对南美白对虾生长、饲料利用及体组成成分的影响尚未见报道。本实验利用华南沿海丰富的海藻资源, 根据其营养特点配伍出一种含马尾藻、海带和紫菜等多种海藻成分的复合藻粉, 添加到对虾饲料中进行养殖生长实验, 以期获得海藻在对虾饲料中的适宜添加量。

1 材料与方法

1.1 实验系统

实验采用聚乙烯网片缝制的网箱作为养殖工具, 网箱规格为100 cm×100 cm×100 cm, 网箱底部用密网缝制以防止投喂的饲料漏走, 养虾池塘为淡水池塘(定期投放海水晶, 以调节盐度在3左右), 池塘面积为0.6 hm²左右, 将网箱设置在虾塘边80 cm水深处, 内放重物使箱底贴近池底, 从而让对虾尽可能有大的活动空间。网箱露出水面约20 cm, 上加防逃网, 以防对虾跳出网箱。

1.2 实验用虾

实验用虾取自某养殖厂的南美白对虾养殖池, 虾苗是经淡化后, 暂养25 d左右, 对虾体质量为0.40~0.61 g, 体长为4~5 cm, 暂养期间, 投喂市售某

^{*} 广东省科委和湛江市科委资助项目9819号。

第一作者: 周歧存, 出生于1967年, 硕士, 讲师, 从事水产动物营养与饲料科学研究和教学工作。E-mail: qicunzhou@21cn.com, 电话: 0759-2362270。

① 张伟权. 南美白对虾半精养生产技术指南. 海洋科学编辑部出版, 1994。

收稿日期: 2001-12-06; 修回日期: 2002-01-16

表 1 实验饲料基本成分(%,干质量)

Tab.1 The formulation of the experimental diets(%,DM)

饲料成分	海藻添加含量(%)				
	0	3	6	9	12
鱼粉	35	35	35	35	35
豆粉	15	15	15	15	15
面粉	23	20	17	14	11
豆油与鱼油	5	5	5	5	5
复合维生素*	2	2	2	2	2
复合矿物质*	3	3	3	3	3
氯化胆碱	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
其它**	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5

注：实验饲料蛋白质含量 38.14%，脂肪含量 12.39%，灰分 13.50%；* 复合维生素和矿物质参考文献[3]，** 其它成分参考文献[4]。

商品饲料，饲料组成为：蛋白质 42.15%，粗纤维 3.26%，粗脂肪为 6.78%，粗灰分为 11.60%。实验时，将虾从池塘中捞出暂养 1 d 后分组，记录平均初始体质量和体长，每个网箱放养 30 尾，每个处理设 3 个重复。实验期间水温变动范围为 25~29℃。

1.3 饲料配制

实验饲料的配方和主要营养参数见表 1，饲料原料经过粉碎过 60 目筛，后混合，加水搅拌，压制成型，60℃烘干，冰箱冷藏备用。

1.4 实验管理

每天 8:00, 14:00, 18:00 时 3 次投喂，以网箱中虾体质量的 15% 作为投喂基准量，实验期间严格控制每个网箱投料量相同，实验周期为 30 d。实验结束后，将虾称重、测量体长，记数计算出成活率；并对对虾体成分主要包括蛋白质、脂肪、灰分、总糖等进行分析。几种生长指标的计算和体成分分析方法如下：

表 2 不同含量海藻粉对南美白对虾生长、存活的影响

Tab.2 Effects of marine algae content on growth, survival of *Penaeus vannamei* Boone

海藻含量(%)	初体长(cm)	体长增长率(%)	初体重(g)	增重率(%)	成活率(%)
0	4.78 ± 0.48 [*]	74.40 ± 10.02 ^a	0.61 ± 0.19	493.53 ± 70.75 ^a	84.00 ± 8.00
3	4.18 ± 0.47	96.69 ± 20.56 ^d	0.40 ± 0.04	789.76 ± 85.23 ^b	82.00 ± 2.00
6	4.38 ± 0.18	78.32 ± 7.61 ^b	0.44 ± 0.00	695.18 ± 0.27 ^b	86.00 ± 10.00
9	4.57 ± 0.14	78.87 ± 3.07 ^b	0.40 ± 0.02	702.32 ± 21.37 ^b	84.00 ± 4.00
12	4.47 ± 0.26	87.25 ± 13.95 ^c	0.47 ± 0.04	752.07 ± 106.07 ^b	82.00 ± 6.00
ANOVA					
F	1.301	4.520	2.812	8.215	0.191
P	0.334	0.009	0.084	0.003	0.938

* 为平均数 ± 标准差 (n=3)；同一列中具不同字母标记的值表示差异显著。

平均增重率 = (平均终重 - 平均初重) × 100 / 平均初重

体长增长率 = (平均终体长 - 平均初体长) × 100 / 平均初体长

饲料系数 = 投饵量 / 虾增重

蛋白质效率 = 虾体质量增加量 × 100 / (饲料摄入量 × 饲料蛋白质含量)

蛋白质测定：凯氏定氮法^[5]

粗脂肪测定：索氏抽提法^[5]

灰分测定：550℃烘干法^[5]

总糖测定：蒽酮比色法^[5]

1.5 实验数据的统计分析

采用“Excel for Windows”软件对数据进行统计分析，先对数据作单因素方差分析 (ANOVA)，处理间若有显著差异，再作 Duncan’s 多重比较， $P < 0.05$ 表示差异显著， $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与讨论

2.1 不同含量海藻粉对南美白对虾生长、存活的影响

不同含量的海藻粉对南美白对虾生长、存活的影响见表 2。从表中可以看出，饲料中添加不同含量的海藻粉对对虾的生长产生影响显著 ($P < 0.01$)，其中，添加 3% 海藻粉组的增重率最高，而不添加海藻粉组的增重率最低，饲料中添加 6%、9% 和 12% 海藻组组间差异不显著；体长增长同增重率的结果相同，也是添加 3% 海藻粉组的体长增长率最高，显著高于 6%、9% 和 12% 组，而不添加海藻组体长增长率显著低于各添加组。从本实验的结果来看，海藻具有促进南美白对虾生长的作用。韩丽君^[6]用海带和马尾藻

混合藻粉进行喂养肉鸡实验,海藻粉的添加量分别是1%、2%和4%,经过10周喂养结果表明肉鸡的增重速度分别提高6%、12%和18%;潘国英等^[7]在日本对虾饵料中添加2%的石莼藻粉,发现对虾成活率比对照组(未添加海藻组)提高8.69%,增重率比对照

表3 不同海藻含量对南美白对虾饲料利用的影响
Tab.3 Effects of marine algae content on feed utilization of *Penaeus vannamei* Boone

海藻含量(%)	饲料系数	蛋白质效率
0	2.08 ± 0.02 ^{ab} *	1.26 ± 0.03 ^a
3	1.41 ± 0.32 ^c	1.86 ± 0.21 ^b
6	1.77 ± 0.13 ^b	1.48 ± 0.18 ^a
9	1.90 ± 0.21 ^{ab}	1.38 ± 0.16 ^a
12	2.15 ± 0.03 ^a	1.22 ± 0.09 ^a
ANOVA		
F	7.848	8.857
P	0.004	0.003

* 为平均数±标准差(n=3);同一列中具不同字母标记的值表示差异显著。

表4 不同含量海藻对南美白对虾体组成的影响

Tab.4 Effects of marine algae content on body composition of *Penaeus vannamei* Boone

海藻含量(%)	水分(%)	灰分(%)	脂肪(%)	总糖	蛋白质(%)
0	77.15 ± 0.25 [*]	10.40 ± 0.10 ^{ab}	9.47 ± 0.21 ^b	5.82 ± 0.21 ^c	73.56 ± 0.74
3	77.25 ± 0.10	10.35 ± 0.55 ^{ab}	10.10 ± 0.26 ^c	6.73 ± 0.14 ^d	71.97 ± 0.86
6	77.49 ± 1.17	10.15 ± 0.25 ^a	9.82 ± 0.09 ^{bc}	4.77 ± 0.08 ^b	74.26 ± 1.51
9	77.94 ± 0.42	9.50 ± 0.00 ^a	8.26 ± 0.25 ^a	8.89 ± 0.32 ^c	73.22 ± 3.82
12	77.17 ± 0.57	11.50 ± 1.30 ^b	8.21 ± 0.07 ^a	3.14 ± 0.07 ^a	77.04 ± 4.60
ANOVA					
F	1.989	3.783	62.642	391.602	1.359
P	0.172	0.040	0.000	0.000	0.315

* 为平均数±标准差(n=3);同一列中具不同字母标记的值表示差异显著。

质效率的计算公式中可以看出,蛋白质效率直接反映了饲料中蛋白质的品质,本实验中饲料中添加3%海藻粉组所含必需氨基酸的组成和配比接近南美白对虾的需求,南美白对虾对其饲料利用率高,从而表现出较高的蛋白质效率。从本实验的结果来看,饲料中添加一定比率的海藻粉可以降低南美白对虾的饲料系数,其中以添加3%组的饲料系数最低。

2.3 不同含量海藻粉对南美白对虾体成分主要指标的影响

表4显示,南美白对虾全虾水分含量不受饲料中是否添加海藻粉的影响,饲料中海藻粉含量从3%上升到12%时,全虾水分含量差异不显著;蛋白质以

组提高173%,饵料系数也由4.05下降到3.64;周歧存等^[14]在研究海藻对罗氏沼虾生长的实验中,认为饲料中添加3%的藻粉,罗氏沼虾的增重率显著高于未添加组;而杨小强等^[12]在对虾养殖实验中也观察到投喂同样的配合饲料,养殖在室外水泥池(内生浒苔等海藻)的对虾生长速度明显快于养殖在室内水泥池中的对虾。以上的研究结果说明饲料中添加一定量的海藻对养殖动物具有促生长作用,然而海藻中哪种成分对对虾具有促生长作用尚待深入研究。

2.2 不同含量海藻粉对南美白对虾饲料蛋白质效率和饲料系数的影响

不同含量海藻粉对饲料蛋白质效率和饲料系数影响结果见表3,饲料中添加3%海藻粉组的蛋白质效率最高,其由高到低的次序为3%、6%、9%、0%、12%,饲料中添加过多的海藻粉导致蛋白质效率降低,本实验中饲料中添加12%组的蛋白质效率低于不添加组,这也许是饲料中过多的添加海藻会影响到饲料的适口性以及降低对虾对饲料的利用率。从蛋白

饲料中添加12%组最高,添加3%最低,而各组间差异不显著(P>0.05)。虾体总糖含量添加9%组显著高于其它各组,饲料中添加12%组最低;南美白对虾饲料中添加3%海藻粉组虾体脂肪含量最高,而添加12%组脂肪含量最低;虾体灰分含量以添加12%海藻粉组最高,9%组最低。这一结果说明,饲料中是否添加海藻以及添加量的多少均对对虾体成分产生影响,其中尤以灰分、脂肪和总糖含量受其影响显著。

3 结论

3.1 饲料中添加海藻粉对南美白对虾的生长产生影响,以体增重为指标,南美白对虾饲料中海藻粉

的适宜添加量为 3 %。

3.2 饲料中是否添加海藻粉对南美白对虾的存活不产生影响。

3.3 饲料中添加海藻粉对南美白对虾的蛋白质效率和饲料系数产生影响,以饲料系数和蛋白质效率为指标,饲料中海藻粉的适宜添加量为 3 %。

3.4 饲料中添加海藻粉对南美白对虾体成分产生影响,其中尤以灰分、脂肪和总糖含量受其影响显著。

参考文献

1 金 骏,林美娇.海藻利用与加工.北京:科学出版社,1993. 3486

- 2 杨小强.新一代活性饲料——大型海藻.饲料研究,2000(1):22-25
- 3 周歧存,刘东超,叶富良,等.中国对虾营养研究新进展.中山大学学报,2000(增刊):59-63
- 4 周歧存,赵华超.海藻在罗氏沼虾饲料中的应用研究.饲料研究,2001(8):5-7
- 5 大连轻工业学院编.食品分析.北京:中国轻工业出版社,1994.56-130
- 6 韩丽君,符瑞文.海藻作为饲料添加剂在家禽饲料中的效果.海洋科学,1998,22(4):43-46
- 7 潘国英,王宁珠.新的蛋白源——石莼粉在对虾饲料中的应用研究.南海研究与开发,1997,3:65-67

EFFECTS OF MARINE ALGAE POWDER ON THE GROWTH OF *Penaeus vannamei*

ZHOU Q-Cun XIAO Feng-Bo

(Fisheries College, Zhanjiang Ocean University, Zhanjiang, 524025)

Received: Dec., 6, 2001

Key Words: *Penaeus vannamei*, Marine algae powder, Growth

Abstract

Different practical diets with different inclusion levels of marine algae powder (0%, 3%, 6%, 9% and 12% of dietary dry weight) were conducted to investigate the effects on the growth of *Penaeus vannamei* Boone at the initial weight of 0.40~0.61 g. The results showed that the weight gain and protein efficiency ratio are higher under the algae group with 3% inclusion than under other supplemented ones, and the lowest under the one with no inclusion. The feed conversion ratio was the lowest under the group with 3% dietary algae concentration, but the highest under the groups with 9%, 12% and 0%. Different inclusion levels of marine algae powder significantly affected the body composition, especially the contents of lipid, ash and total carbohydrate.

(本文编辑:张培新)