

饲料中必需脂肪酸对中国对虾体内必需脂肪酸含量的影响

任泽林* 李爱杰 薛长湖
(青岛海洋大学, 266003)

摘 要 用正交设计法设计亚油酸(18:2n-6)、亚麻酸(18:3n-3)、二十碳五烯酸(20:5n-3)和二十二碳六烯酸(22:6n-3)3因素、3水平饲喂中国对虾试验,结果表明,对虾体内4种必需脂肪酸(EFA)含量随饲料中4种必需脂肪酸含量增加而增加。当饲料中亚麻酸、二十碳五烯酸和二十二碳六烯酸含量分别为0.84%~1.10%、0.21%~0.48%和0.37%~0.74%时,养殖对虾与野生虾体内这3种必需脂肪酸含量接近。由于饲料中亚油酸含量较高,所以养殖虾体内亚油酸含量高于野生虾。

关键词 中国对虾,必需脂肪酸,饲料,影响

脂肪是中国对虾(*Penaeus chinensis*)必需的能量和营养物质,其需要量的研究已有报道^[4,5]。脂肪中的必需脂肪酸不能在体内合成或合成甚少,必须由饲料中提供。必需脂肪酸作为细胞膜磷脂的前体,对鱼虾体内的必需脂肪酸组成、鱼虾生长、成活及饲料效率等有重要影响^[2,8,12~18,21,24,25]。

关于中国对虾野生虾与养殖虾脂肪酸组成的比较研究已有零星报道^[1,6],作者已进行了中国对虾必需脂肪酸营养需求的研究^[2],本文重点探讨饲料中必需脂肪酸对对虾肌肉必需脂肪酸的影响,这方面的研究尚未见报道。

1 材料与方法

1.1 试验用油

本试验采用香油、亚麻油、菜籽油、豆油、花生油、鲛鱼油和鲈鱼油,测定各种油中亚油酸、亚麻酸、二十碳五烯酸、二十二碳六烯酸含量(表1)。

收稿日期:1996-09-17

高等学校博士学科点专项科研基金 8942303 资助项目

* 现就职于中国农业科学院饲料研究所

表 1 各种油中 4 种必需脂肪酸含量

Table 1 Four kinds of EFA in experimental oils

%

必需脂肪酸 EFA	香 油 sesame oil	亚麻油 linseed oil	菜籽油 rapeseed oil	豆 油 soybean oil	花生油 peanut oil	鲱鱼油 anchovy oil	鲈鱼油 mackerel oil
18:2n-6	39.9	16.8	15.3	54.3	34.3	2.1	3.6
18:3n-3	0.4	50.6	7.5	9.2		1.5	2.1
20:5n-3						10.3	8.2
22:6n-3						13.9	18.6

1.2 试验用虾

中国对虾,取自青岛市黄岛养殖场,平均体长和体重分别为 7.14 cm 和 5.14 g。

1.3 试验饲料

基础饲料以不含脂肪的原料组成,如表 2 所示。

表 2 基础饲料的组成

Table 2 Composition of the basal diet

%

饲料成分 feedstuff	含量 content	饲料成分 feedstuff	含量 content
酪蛋白 casein	42.50	混合无机盐 mineral mixture	14.85
糊精 dextrin	20.00	混合维生素 vitamin mixture	4.00
明胶 gelatin	14.45	混合氨基酸 free amino acid mixture	0.75
胆固醇 cholesterol	0.20	甲壳素 chitin	1.25
褐藻胶 algin	2.00		

鱼油中同时含有 20:5n-3 和 22:6n-3,2 者难于分离,因此将 2 者作为 1 个因素处理。每 1 水平中 20:5n-3 与 22:6n-3 比例保持在 0.58:1 左右。按正交表 $L_9(3^4)$ 设计 9 组饲料,每组 3 重复。其中亚油酸水平为:1.4%、2.2%、3.0%;亚麻酸水平为:0.5%、0.9%、1.3%;20:5n-3 与 22:6n-3 水平为:0.23%+0.40%、0.46%+0.80%、0.69%+1.20%。按表 3 添加各种油使 18:2-6、18:3n-3、20:5n-3、22:6n-3 达到所要求的量。各组饲料中不饱和脂肪酸及粗蛋白、粗脂肪含量见表 4。

表 3 各组饲料添加油量

Table 3 Oil content added to the test diets

g/kg

组别 groups	香 油 sesame oil	亚麻油 linseed oil	菜籽油 rapeseed oil	豆 油 soybean oil	花生油 peanut oil	鲱鱼油 anchovy oil	鲈鱼油 mackerel oil
1	3.8	4.0		20.0		39.0	37.4
2	2.7	7.9	50.0	5.0		12.0	13.2
3	6.3	20.0		15.0		29.0	22.6
4	2.0	2.9		40.0		29.0	22.6
5	4.0	10.0		30.0		39.0	37.4
6	7.7	14.9	30.0	20.0	9.9	12.0	13.2
7	5.0	1.0		50.0	3.9	12.0	13.2
8	5.0	7.1		50.0		29.0	22.6
9	3.0	13.3		40.0		39.0	37.4

1.4 饲养方法

对虾运回后,于水泥池暂养 2 d,挑选健康活泼,无病无伤大小近似的虾随机分置于 36 个聚乙烯网箱中(100 cm×55 cm×95 cm,网眼为 20 目),每网箱水体 400 L,每个网箱放虾 30 尾,投饲量为虾重的 6%,每天 8:00、15:00 各投喂 1 次。投喂前换水,换水量为 80%。发现

死虾及残饵及时捞出。全天充气,水温 21~26℃,pH 7~8,盐度 30~32,饲养 45 d (1992-08-20~10-05)。

表 4 各组饲料中不饱和脂肪酸及粗蛋白、粗脂肪含量(测定值、干基%)

Table 4 Contents of EFA, crude protein and fat in the test diets (% of dry matter basis)

组别 groups	A*	B	C	18:2n-6	18:3n-3	20:5n-3+22:6n-3	粗蛋白 crude protein	粗脂肪 crude fat
1	1	1	3	1.35	0.36	0.63+1.08	43.22	10.12
2	1	2	1	1.45	0.89	0.20+0.36	43.73	9.08
3	1	3	2	1.35	1.08	0.53+0.88	43.63	9.29
4	2	1	2	2.22	0.56	0.39+0.72	43.45	9.65
5	2	2	3	2.07	0.78	0.58+1.31	42.52	11.55
6	2	3	1	1.95	1.09	0.20+0.37	43.39	9.78
7	3	1	1	2.63	0.46	0.22+0.39	43.71	9.11
8	3	2	2	2.56	0.84	0.53+0.63	42.53	11.53
9	3	3	3	2.49	1.14	0.67+1.07	42.26	12.07

注:A.18:2n-6, B.18:3n-3, C.20:5n-3+22:6n-3, 其下方数字表示水平数。

1.5 成分分析

1.5.1 粗蛋白 用凯氏半微量定氮法测定^[9,23]。

1.5.2 粗脂肪 用索氏提取法测定^[11,19]。

1.5.3 必需脂肪酸 取饲料 0.15 g(虾肉 5 g)加氯仿和甲醇(2:1),研磨浸提 24 h,过滤,静置,抽去上层清液,将下层氯仿通过无水硫酸钠过滤,滤液收集于干燥烧瓶中,蒸去氯仿,将所得到的脂肪进行甲酯化,然后加入石油醚、苯混合液(1:1)提取甲酯,用 GC-9A 气相色谱仪分析,分析条件为:

色谱柱:玻璃柱 3m×Φ3 mm,柱温:200℃(恒温),进样器和检测器温度:250℃,担体和填充液:15% DEGS 装在 Chromosorb W-AW(80~100 目)担体上,载气 N₂:10 ml/min。

2 结果与讨论

对虾体内各种必需脂肪酸含量见表 5,表 6 中数据由表 4 和表 5 计算而来。从表 6 可见,虾体内各种必需脂肪酸含量随着饲料中各种必需脂肪酸含量的增加而增加。当饲料中 18:3n-3、20:5n-3 和 22:6n-3 含量在 0.84%~1.10%、0.21%~0.48% 和 0.37%~0.74% 时则养殖虾和野生虾这几种必需脂肪酸含量接近。同时,养殖虾体内 18:2n-6 明显高于野生虾,这与配合饲料中 18:2n-6 含量高有密切的关系。相似的结果出现在鲤鱼(*Cyprinus carpio*)、虹鳟(*Salmo gairdneri*)^[7]、鳗鲡(*Anguilla japonica*)^[10]及真鲷(*Hryophrys major*)^[20]。O'Leary 等^[22]报道养殖斑节对虾(*Penaeus monodon*)体内 20:4n-6 和 22:6n-3 含量低于野生虾,而对中国对虾研究发现,通过改变饲料中 18:3n-3、20:5n-3 和 22:6n-3 含量,可使养殖虾体内这几种必需脂肪酸接近野生虾,但如何使野生虾与养殖虾体内 18:2n-6 接近,还有待进一步研究。

为实现饲料中 4 种必需脂肪酸不同水平,采用多种油以不同比例进行添加,这对试验结果产生影响很小,一是因为中国对虾不能利用非必需脂肪酸或其它营养物质合成必需脂肪酸,故各种油中非必需脂肪酸不会对试验结果产生影响;二是中国对虾将亚油酸转化为二十碳四烯酸(20:4n-6)、亚麻酸转化为二十碳五烯酸和二十二碳六烯酸的能力很低^[3],故必需

脂肪酸间的影响有限。

表 5 野生虾及各组试验虾体内 EFA 含量 (n=3)

Table 5 EFA content in wild and cultured prawn

%

	18:2n-6	18:3n-3	20:5n-3	22:6n-3
野生虾 wild prawn	6.3	2.5	12.4	12.6
1	9.7	1.6	13.2	14.5
2	11.1	3.5	11.2	12.9
3	11.2	3.6	12.0	12.0
4	13.4	1.4	12.6	13.8
5	9.2	1.3	13.9	14.7
6	13.5	3.0	11.3	11.9
7	14.9	1.8	12.1	12.7
8	12.8	1.2	14.6	12.4
9	12.4	1.2	13.0	12.3

表 6 各水平饲料和对虾体内各种必需脂肪酸含量平均值

Table 6 Average values of EFA in each dietary and corresponding prawn

%

18:2n-6		18:3n-3		20:5n-3		22:6n-3	
饲料 diets	对虾 prawns	饲料 diets	对虾 prawns	饲料 diets	对虾 prawns	饲料 diets	对虾 prawns
1.38	10.67	0.46	1.6	0.21	11.53	0.37	12.50
2.08	12.03	0.84	2.0	0.48	13.06	0.74	12.73
2.56	13.37	1.10	2.6	0.63	13.37	1.15	13.83

参 考 文 献

- 1 李荷芳,郝 斌,王慧良,等.野生和养殖中国对虾脂肪酸含量和组成比较.海洋科学,1993,1:41~46
- 2 任泽林,李爱杰,薛长湖.中国对虾必需脂肪酸的营养需求.青岛海洋大学学报,1994,24(1):24~32
- 3 任泽林,李爱杰,薛长湖.中国对虾脂肪酸转化能力的研究.水产科技情报,1995,22(5):225~227
- 4 侯文璞,汪哲夫.对虾配合饲料学.北京:海洋科学出版社,1990. 89~91
- 5 徐新章,李爱杰.中国对虾对饲料中蛋白质、糖、纤维素、脂肪的适宜含量及日需要量研究.海洋科学,1988,6:1~6
- 6 薛长湖,曹 杨,陈修白,等.养殖对虾和海捕对虾鉴别方法的初探.青岛海洋大学学报,1993,23(1):101~106
- 7 Castell J D, Lee D J, Sinnhuber R O. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Lipid metabolism and fatty acid composition. J Nutr, 1972, 102: 93~100
- 8 Castell J D, Covey J F. Dietary lipid requirement of adult lobsters. J Nutr, 1976, 106: 1 159~1 165
- 9 Crampton E W, Harris L E. Applied animal nutrition, 2nd edition. In: Freeman and Co. San Francisco, CA, 1986. 45~50
- 10 Hiramitsu S. Influence of commercial dietary fatty acids on polyunsaturated fatty acids of cultured freshwater fish and comparison with those of wild fish of the same species. J Agric Food Chem, 1986, 34:58
- 11 Jacobs M B. The chemical analysis of foods and food products, 3rd edition. New York: Krieger New York. 1973. 43~44
- 12 Kanazawa A, Teshima S, Kayama M, et al. Essential fatty acids in diet of prawn - II. Effect of docosahexenoic acid on growth. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1979a, 45: 1 151~1 153
- 13 Kanazawa A, Teshima S, Endo M. Requirements of prawn *Penaeus japonicus* for essential fatty acids. Nem Fac Fish Kagoshima Univ, 1979b, 28: 27~33
- 14 Kanazawa A, Teshima S, Tokiwa S, et al. Effects of dietary linoleic and linolenic acids on growth of prawn. Oceand Acta, 1979c, 2: 41~47
- 15 Kanazawa A, Teshima S, Sakamoto M, et al. Requirements of *Tilapia zillii* for essential fatty acids. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1980,

- 46(11): 1 353~1 356
- 16 Kanazawa A, Teshima S, Sakamoto M. Requirements of essential fatty acids for the larval ayu. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1982, 48 (4): 587~590
- 17 Kayama M, Hirata M, Kanazawa A. Essential fatty acids in the diet of prawn - III. Lipid metabolism and fatty acid composition. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1980, 46(4): 483~488
- 18 Koven WM, Tandler A, Kissil G Wm, et al. The effect of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids on growth, survival and swim bladder development in *Sparus aurata* larvae. Aquaculture, 1990, 91: 131~141
- 19 Maynard J. Methods in food analysis, 2nd edition. In: Academic Press. New York; NY, 1970. 109~180
- 20 Morishita T, Uno K, Araki T, et al. Comparison of fatty acid compositions in cultured red sea bream differing in the localities and culture methods, and those in wild fish. Nippon Suisan Gakkaishi, 1989, 55(5): 847~852
- 21 Oka A, Suzuki N, Watanabe T. Effect of fatty acids in rotifers on growth and fatty acid composition of larval ayu *Plecoglossus altivelis*. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1980, 46(11): 1 413~1 418
- 22 O'leary CD, Matthews A D. Lipid class distribution and fatty acid composition of wild and farmed prawn *Penaeus monodon*. Aquaculture, 1990, 89: 65~81
- 23 Pearson D. The chemical analysis of foods, 7th edition. New York: Chem Pub Co., 1977. 9~11
- 24 Read G H L. The response of *Penaeus indicus* (Crustacea: Penaeidae) to purified and compounded diets of varying fatty acid composition. Aquaculture, 1981, 24: 245~256
- 25 Takeuchi T, Watanabe T. Effects of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid compositions of rainbow trout *Salmo gairdneri*, coho salmon *Oncorhynchus kisutch*, and chum salmon *Oncorhynchus keta*. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1982, 48(12): 1 745~1 752

Influence of dietary essential fatty acids(EFA) on the EFA contents in *Penaeus chinensis*

Ren Zelin Li Aijie Xue Changhu
(Ocean university of Qingdao, 266003)

Abstract A trial was designed by means of orthogonal method to estimate the influence of 18:2n-6, 18:3n-3, 20:5n-3 and 22:6n-3 in diet on the contents of them in prawns (*Penaeus chinensis*). The results showed that the contents of EFA in prawns increased with the increasing levels of EFA in diet. The contents of EFA above in farmed prawns are correspondingly close to those in wild prawns when contents of 18:3n-3, 20:5n-3 and 22:6n-3 in diet are 0.84%~1.10%, 0.21%~0.48% and 0.37%~0.74%, respectively. The level of 18:2n-6 in farmed prawns is higher than that in wild prawns because of its higher level in diet.

Key words *Penaeus chinensis*, EFA, dietary, influence