

虾类对脂肪、必需脂肪酸及磷脂的需要

于书坤 张树荣

(中国科学院海洋研究所)

脂类物质在虾类营养与代谢中起重要作用。脂肪乃是良好的能源,每克脂肪氧化可释放9千卡热量,是等量的糖或蛋白质所含潜热(4千卡/克)的一倍以上;类脂(磷脂、糖脂、固醇脂)是生物膜的主要构成成分,它们在脂类物质消化吸收与转运方面也起着重要的作用;固醇脂可用来合成维生素D、脑激素及脱皮激素等。脂肪还有助于一些脂溶性维生素(如维生素A、D、E、K)的消化和吸收。必需脂肪酸是虾类成活与生长必不可少的物质。饵料中的磷脂为对虾幼体变态及成活所必需的物质。下面仅概述一下虾类对脂类物质的营养需要。

1. 虾类对脂肪的需要

用鱼油,如沙丁鱼油、绿鳕鱼油作为日本对虾饵料脂类物质来源时,虾的成活率及增重都较之植物油,如豆油、亚麻油的好,当用短颈蛤(*Tapes philippinarum*)脂(8%)时,其效果最好。绿鳕鱼油在饵料中的最适含量为12%。用绿鳕鱼油与豆油以3:1或1:1的比例作为日本对虾饵料的脂质来源,虾的成活和生长效果都比用单一的油好。在鱼油与豆油比例为1:1,油含量为3、6、9、12%的饵料中,以含6%的效果为最好。

2. 虾类对必需脂肪酸的需要

放射性同位素示踪研究表明,当用放射性同位素标记的油酸或乙酸喂养日本对虾、斑节对虾和墨吉对虾时,它们不能合成亚油酸、亚麻酸、二十碳五烯酸及二十二碳六烯酸。生长实验表明,当饵料中不含这四种脂肪酸时,生长率下降,死亡率升高,因此推测,这四种脂肪酸可能为虾类的必需脂肪酸。它们促生长作用的大小的顺序为二十二碳六烯酸、二十碳五

烯酸、亚麻酸和亚油酸,且每种脂肪酸在饵料中的最适含量为1%。另外的实验表明,亚油酸和亚麻酸促生长作用的大小在于它们在虾类体内转变成二十碳五烯酸及二十二碳六烯酸能力的大小。

3. 虾类对磷脂的需要

用不同的化学方法从短颈蛤中得到了全脂、丙酮溶脂、丙酮不溶脂、中性脂、极性脂、卵磷脂、脑磷脂及神经鞘磷脂和糖脂混合物。在不同的饵料中分别加7%绿鳕鱼油和1%上述各种脂质。实验结果见表1。

进一步再把大豆、鸡蛋、短颈蛤卵磷脂和从短颈蛤卵磷脂得到的游离脂肪酸及动物脑磷脂的促生长效应进行比较,发现短颈蛤卵磷脂的效果最佳(见表2)。

表 1

饵料 编号	脂 质 组 成	饲养 天数	对虾 条数	增重 (%)
1	7%绿鳕鱼油	30	20	83
2	7%绿鳕鱼油 + 1%全脂	30	20	90
3	7%绿鳕鱼油 + 1%丙酮溶脂	30	20	78
4	7%绿鳕鱼油 + 1%丙酮不溶脂	30	20	112
5	7%绿鳕鱼油 + 1%卵磷脂	30	20	136
6	7%绿鳕鱼油 + 1%脑磷脂	30	20	118
7	7%绿鳕鱼油 + 0.08%鞘磷脂糖脂混合物			

表 2

饲料 编号	脂 质 组 成	饲养 天数	对虾 条数	增重 (%)
1	短颈蛤卵磷脂	45	15	160
2	大豆卵磷脂	45	15	107
3	鸡蛋卵磷脂	45	15	105
4	短颈蛤卵磷脂的脂肪酸	45	15	106
5	短颈蛤脑磷脂	45	15	135
6	动物脑磷脂	45	15	136

4. 虾类对固醇的需要

用放射性同位素示踪及饲养实验的方法已证明, 虾类和其它节肢动物一样, 不能从乙酸合成固醇。因此它们需要外源的固醇类物质。胆固醇是甲壳动物的主要固醇, 其它固醇占的比例很小。但藤壶是个例外, 它的24-脱氢胆固醇占固醇总量的35%。在饵料中加入麦角固醇、豆固醇及 β -谷固醇, 它们的促生长效果很相似, 但都稍低于胆固醇。用分别含0.05、0.1、0.5、1.0、5.0%胆固醇的饵料做的实验表明, 含0.5%胆固醇的饵料效果最佳。据推测, 在甲壳动物中胆固醇可能是合成维生素D及类固醇激素, 如脑激素、脱皮激素的前体。

以角叉藻聚糖作为粘合剂制成纯化饵料, 对日本对虾幼体的变态与成活进行了研究, 实验表明, 当饵料中不含磷脂时, 蚤状幼体不能变态到仔虾, 且在7天内死亡。在含有6.0%油酸的饵料中, 分别补加1.0%的亚油酸、亚麻酸及高度不饱和脂肪酸(二十碳五烯酸、二十二碳六烯酸、二十碳四烯酸)的三种饵料, 再加进1.0%的大豆磷脂酰胆碱(PC)时, 对虾幼体的生长与成活明显改善, 其中在含有油酸及高度不饱和脂肪酸的饵料中, 把大豆磷脂酰胆碱的含量从1.0%提高到6.0%时, 在7天内, 蚤状Ⅱ期幼体就能变态到仔虾Ⅰ期, 成活率为80%。在含有80%绿鳕鱼肝油(PLO)的饵料中补加3.5%的大豆磷脂酰胆碱时, 蚤状Ⅱ期幼体的生成与成活比摄食活饵料的对照组还好。

另外, 对美国龙虾所做的研究表明, 饵料中添加磷脂酰胆碱能促进龙虾稚虾的生长与成

活。

5. 不同种类的磷脂对改善对虾幼体生长与成活的效率

如上所述, 日本对虾幼体及美国龙虾稚虾等甲壳动物的饵料中需要磷脂, 但不同种类的磷脂的促生长效果又怎样呢? 用日本对虾幼体所做的实验表明, 它们的促生长效果是有差别的, 东方狐鲣卵磷脂酰胆碱、大豆磷脂胆碱和 大豆磷脂酰肌醇(PI)的效果最佳, 羊脑磷脂酰-L-丝氨酸(PS)、羊脑磷脂酰乙醇胺(PE)及东方狐鲣卵磷脂酰乙醇胺(PE)的效果较差, 而鸡蛋磷脂酰胆碱和牛脑鞘磷脂(SM)无效。见表3。

过去有人认为, 对虾幼体需要饵料来源的磷脂可能是因为: (1) 对虾幼体从脂肪酸和甘油二酯生物合成磷脂的能力有限; (2) 饵

表 3 各种磷脂对日本对虾幼体生长与成活的影响

饵料 编号	饵 料 脂 质	生长 指数	成活 (%)	观察 天数
21	7.0% PLO + 1.0% 鸡蛋PC	4.5	0	6
22	7.0% PLO + 1.0% 东方狐鲣卵PC	6.4	91	6
23	7.0% PLO + 1.0% 大豆PC	6.0	72	6
24	7.0% PLO + 1.0% 羊脑PE	5.3	34	6
25	7.0% PLO + 1.0% 东方狐鲣卵PE	4.7	48	6
26	7.0% PLO + 1.0% 牛脑SM	4.0	0	6
27	7.0% PLO + 1.0% 羊脑PS	5.7	55	6
28	7.0% PLO + 1.0% 大豆PI	7.0	88	6
29	7.0% PLO + 1.0% CDP-胆碱	4.6	0	6
30	7.0% PLO + 1.0% 牛磺胆酸	4.0	0	6
3	8.0% PLO	4.5	7	6

料中的磷脂可能参入了饵料脂质，如甘油三酯及胆固醇的乳化，从而促进它们的消化吸收；

(3) 饵料中的磷脂可能作为脂蛋白的必需成分，其中脂蛋白在脂类物质的运输中起重要作用。日本对虾稚虾血淋巴的主要脂蛋白是富含 $\omega 6$ 和 $\omega 3$ -脂肪酸的磷脂胆碱和磷脂酰肌醇。哺乳动物能在胞嘧啶核苷-5'-二磷酸胆碱(CDP-胆碱)的协助下，从1, 2-甘油二酯合成磷脂，但在表3中可以看到，CDP-胆碱对改善对虾幼体的生长与成活不起作用，从这一事实推测，日本对虾幼体可能具有有限的合成磷脂的能力。

D'Abramo等(1981)的研究表明，在降低美国龙虾死亡率方面，羊磷脂酰乙醇胺、大豆磷脂酰肌醇、大豆磷脂酰胆碱水解产物、脂肪酸、牛磺胆酸都不能有效地代替大豆磷脂酰

胆碱。各种不同磷脂生理效应的差异除与磷脂C-3位脂化的化合物有关外，还与磷脂的脂肪酸有关。如大豆磷脂酰胆碱、东方狐鲣卵磷脂酰胆碱与鸡蛋磷脂酰胆碱的C-3位都为胆碱，但前两者含高比例的必需脂肪酸，如亚油酸、亚麻酸等。牛脑鞘磷脂及羊脑磷脂酰丝氨酸的低效率可能与它们低比例的 $\omega 6$ 和 $\omega 3$ -脂肪酸及C-3的碱基有关。

主要参考文献

- [1] Kanazawa, A., Teshima, S. and M. Sakamoto, 1985. Effects of dietary lipids, fatty acids, and phospholipids on growth and survival of prawn (*Penaeus japonicus*) larvae. *Aquaculture*. 50: 39-49.