

鱼类磷脂营养研究进展

作者:张辉 牟振波 单安山 期号:2007年第4期

近年来,作为脂肪成分之一的磷脂是鱼类营养研究十分活跃的领域。由于磷脂营养具有明确的营养价值,因此已经广泛的用于饲料生产。但是对于不同的鱼类以及鱼类发育的不同阶段,磷脂应用的原理和方法仍是近年来相关人士普遍关心的问题。鱼类对脂肪的吸收和利用与哺乳动物相近。脂肪在肠道水解后,被肠道上皮细胞以甘油一酯微滴的方式吸收。主要有两种途径:①甘油一酯途径,即在光面内质网合成甘油三酯;②L- α -甘油磷脂途径,即在粗糙和光面内质网合成甘油三酯和三磷酸甘油酯(Sire等,1981)。吸收的脂肪最后以VLDL(极低密度脂蛋白)和乳糜微滴的形式释放到粘膜下层(Sire等,1981;Leger等,1988)。这两种途径要受到饲料脂肪的影响。磷脂的吸收也同样遵循上述过程,不过在此过程中也会产生促进其它营养物质吸收的相关作用(Geurden等,1997;Olsen等,1999;Olsen等,2003)。

1 磷脂的生理作用

磷脂是一类含磷的类脂化合物,是细胞原质体的固定成分。蛋黄、植物种子及胚芽、大豆、鱼卵中都含有丰富的磷脂。根据磷脂结合的化合物不同,其组成又可分为卵磷脂、脑磷脂、神经磷脂等。磷脂在鱼类生命活动中具有重要的作用,是鱼体的结构性物质,有调节信息传递功能等作用,对某些营养物质的吸收也具有促进作用。目前在鱼类营养中研究较多的是卵磷脂(Geurden等,1998;Geurden等,1997;Olsen等,1999;Olsen等,2003)。饲料中的卵磷脂直接影响到鱼体对干物质的消化利用。用亚麻油和豆油饲喂北极虹点鲑时(Olsen等,1999)发现,添加豆油时鱼体对干物质的消化率最高,同时亚麻油使鱼体的幽门盲囊、中肠肠壁细胞内有脂滴累积,这种累积可能导致消化道细胞的损伤,产生疾病。在含有较高含量不饱和脂肪酸的饲料中添加磷脂后,可以保证体内的脂蛋白合成,从而促进脂肪吸收和转运。消化道的不同部位对脂肪的吸收利用也有所不同。饲料中的大豆卵磷脂可以提高北极虹点鲑幽门盲囊、中肠和后肠的表观消化率,而且与添加亚麻油的饲料相比,上述消化道部位没有脂滴累积。因此,北极虹点鲑在饲喂高水平的多不饱和脂肪酸时,内源性合成的磷脂不能维持体内的脂蛋白合成,必需添加PL(磷脂酰甘油)(Olsen等,1999)。而且虹鳟饲料中的大豆卵磷脂也可以促进脂蛋白的合成(Olsen等,2003)。

在能量缺乏时,鱼体对作为生物膜组成的磷脂利用很低,以此来保证细胞的完整。Mourente(1999)研究饥饿舌齿鲈仔鱼对脂肪利用的试验发现,中性脂肪消耗明显高于对PC(磷脂酰胆碱)的利用,而且在试验前期有PE(磷脂酰乙醇胺)的净合成,TG(三酰甘油)和CE(胆固醇酯)的利用要明显高于PL(磷脂酰甘油)。中性脂肪作为能源被优先利用,磷脂作为生物膜的组成成分被保留下来。磷脂膜的流动性与磷脂中的脂肪酸种类有一定的关系。在环境温度 15°C 以下时,淡水鱼白鲢、花鲢、草鱼和鲤鱼的胞膜磷脂膜流动性差异主要是由脂肪酸分子种类决定的。这种流动性的改变,不仅是食物中脂肪的作用,而且是鱼体在适应温度时,肝脏对细胞膜理化性质的特异反应调节而产生的(Roy等,1999)。

某些磷脂可能参与洄游性鱼类的渗透压调节。鳊鱼在水域环境转换过程中,随着盐度的下降,鳃部的PE能够最大程度的保持稳定,并能在环境盐度稳定后快速恢复。这说明鳊鱼可能依赖PE来完成渗透压的调解活动(Heinz等,2004)。

饲料磷脂为改善鱼体生长提供了营养前提。人工养殖牙鲆体内的磷脂与DNA的比率与生长速率呈正相关关系,与野生牙鲆相比变化范围小很多。这种差别可能受到环境因素的影响,但主要反映出营养状态与生长之间的关系(Fukuda等,2000)。磷脂不仅是胚胎发育阶段的能量来源,而且还可以参与仔鱼鱼体脂肪的合成。大西洋庸鲽受精卵在孵化时对三酰甘油的利用显著高于其它发育阶段,而且磷脂水平有明显的升高,这种现象的出现可能是游离氨基酸被用来合成脂肪的结果(Zhu等,2003)。狗鱼的受精卵在胚胎发育过程中(6d)CE和TG含量下降,而PE含量明显增加。卵黄囊吸收前(受精后7~10d),选择性的利用卵黄囊PC;鳃气和开始游动时(孵化后11~13d),卵黄彻底消耗,卵黄中的PC和TG完全分解,其中的PE和CE用来合成为体脂肪(Desvillettes等,1997)。

脂蛋白酶在卵母细胞合成中性脂肪的过程中也有非常重要的促进作用,活性的升高可能与卵母细胞中的脂肪积累有关(Ib' a?略ez等,2003)。

舌齿鲈和大菱鲆饲料中添加PL,增重得到明显提高。添加磷脂和未添加磷脂的饲料相比,能够影响鱼体脂肪酸组成,提高n-3和n-6 PUFA吸收。这表明磷脂n-3 HUFA与乙酯化n-3 HUFA可以有效的参与合成脂蛋白(Geurden等,1997)。

细胞营养学试验证明,磷脂结构与脂肪酸吸收直接影响到细胞的生长。随虹鳟鱼皮肤细胞培养时间的延长,磷脂结合的脂肪酸会发生明显的变化。其中,经过18:3n-3培养后,PC的合成明显加快,表明磷脂对细胞生长具有重要的生理意义(Ghioni等,1997)。饲料中脂肪含量,不仅影响到鱼体的脂肪酸组成,而且会改变亲鱼体内磷脂的组成,这种情况会影响到繁殖效果。金头鲷亲鱼投喂缺少n-3 HUFA饲料,雌鱼肝脏、性腺和鱼卵脂肪酸组成中的PC、PE和PI与对照组相比差异显著,反映出饲料中脂肪酸水平对体脂肪的影响,而且试验组的产卵数量、受精率和孵化率明显低(Rodriguez等,1998)。

2 磷脂的吸收

鱼类对脂肪的吸收主要是通过肠道上皮细胞吸收乳化后的甘油一酯和脂肪酸微滴,最后合成为VLDL,磷脂的吸收也遵循这样的规律。目前,磷脂吸收的研究主要集中在仔鱼阶段。某些鱼类的仔鱼在开始摄食外源性营养的时候可能会由肠道上皮细胞吸收脂肪,不同种类间消化道吸收的部位也有所不同。白鲢仔鱼的吸收部位在前肠(Sege等,1989);金头鲷在肠的各个部位都可吸收(Izquierdo等,2000);与金头鲷相近,舌齿鲈仔鱼脂肪吸收也在肠的各部位吸收,但主要在末梢部位完成(Deplano等,1991)。这种末梢部位贯穿于整个仔鱼发育阶段可能与消化道没有功能完全的胃有关。

磷脂的种类和数量对鱼体的影响有所不同。大菱鲈仔鱼摄食含有丰富PC的饲料生长良好,表明PC在肠道吸收中性脂肪上起到了重要的作用(Geurden等,1998)。磷脂不仅可以促进中性脂肪的吸收,而且对长链不饱和脂肪酸也有促进吸收作用。舌齿鲈稚鱼经投喂含磷脂饲料生长有所提高,而且明显增强了DHA吸收(Geurden等,1997)。

舌齿鲈仔鱼具备早期脂肪吸收机制(Izquierdo等,2000),即卵黄营养末期肠道上皮细胞具有了吸收功能,但很不完善,主要表现为内质网和高尔基体数量不足(Deplano等,1991)。因此只有很小一部分脂肪合成为脂蛋白颗粒,说明脂肪运输能力的低下。投喂几天的植物脂肪后发现,在肠道细胞内出现了大量的脂肪滴。舌齿鲈仔鱼脂肪转运能力可能在第9d开始提高,这时脂蛋白合成与肝脏糖源沉积同时加强;自18d起,粗面内质网和高尔基体系统高度发育,此时舌齿鲈仔鱼合成脂蛋白和转运的能力要高于成鱼。采用人工饲料饲喂舌齿鲈,脂肪转运可能因为肠道上皮细胞的内质网和高尔基体发育的不完善而出现转运能力低下的问题(Deplano等,1991)。在仔虾(Teshima等,1986a、b)、鲤鱼仔鱼(Fontagné,1996)和一些海水种类鱼(Kanazawa,1993a)的人工饲料添加磷脂酰甘油时,脂肪由肠道上皮细胞转运至肝脏细胞的能力增强。

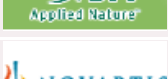
3 饲料中磷脂的作用

在香港(Kanazawa等,1985)、鲤鱼(Radünz-Neto等,1994)、牙鲆、眼带石鲷(Kanazawa等,1983)和赤鲷(Kanazawa 1993)微囊饲料中添加PL对仔鱼有提高生长率和成活率的效果。虽然各类磷脂的作用有所不同,但主要组成部分PC和PI(磷脂酰肌醇),它们可以

相关文章

- 生物类黄酮在畜禽生产上的应...
- 大豆蛋白中的主要抗营养因子...
- 6种优势固沙植物饲用营养成分...
- 脂肪酸结合蛋白生物学特性及...
- 酵母对硒元素的富集研究和改...
- 胰岛素样生长因子-1的生物学...
- 锌的营养作用及鸡对锌需要量...
- 日粮配制中能量和蛋白质的关...
- 产蛋鸡卵母细胞卵黄生成受体...
- 牛膝多糖的生物学功能研究进...
- 反刍动物的理想氨基酸与小肠...

合作伙伴



起到提高生长率和成活率的效果。牙鲆仔鱼饲料中, PC在提高生长率方面要好于PI (Kanazawa, 1993); 而鲤鱼仔鱼PI在提高生长和防御骨骼畸形上好于PC (Geurden等, 1995)。鲤鱼仔鱼饲料PC和PI虽然可以提高生长率, 但不会对鱼体内肌醇和胆碱的缺乏起到改善作用, 对脂肪乳化作用也没有影响 (Geurden等, 1995)。

在对虾 (Teshima等, 1986a) 和金头鲷仔鱼饲料中添加大豆PC可以提高饲料消化效率, 而且饲料中PL的提高可以改善金头鲷仔鱼对微囊饲料的消化 (Koven等, 1993)。

鲤鱼仔鱼饲料中添加大豆PC可以提高对总脂肪的消化能力 (Fontagne等, 1998), 这种情况可能与PLA2酶活性提高以及PC与PLA2酶优先结合有关 (Iijima等, 1998)。

饲料中添加大豆磷脂和大豆油显著影响到鱼体肠道的脂肪酸组成。将含鱼油的饲料投喂虹鳟后, 再投喂含大豆PC和大豆油的饲料, 肠道细胞脂肪酸成分发生了改变 (Olsen等, 2003)。在投喂鱼油后, 胃、中肠和后肠细胞膜脂肪成分相近, 后肠比胃和中肠含有较高的磷脂酰丝氨酸, 而中肠含有较高的磷脂酰胆碱而溶血PC较少。投喂大豆产品可能减少了游离胆固醇含量, 同时脂肪酸组成有明显的区域性分布。

饲料磷脂在一定程度上有利于不饱和脂肪酸的吸收与利用。结束投喂活饵的欧洲鲈鱼和大菱鲆投喂添加磷脂的饲料, 鱼体增重效果明显, 但成活上却没有变化 (Geurden等, 1997)。鱼体经过一段快速生长后, 饱和脂肪酸的比例下降, 单一脂肪酸经最初的下降后开始上升, 整体n-3 PUFA下降而n-6 PUFA (多不饱和脂肪酸) 保持稳定。对鱼体脂肪酸组成影响上, 饲料中添加磷脂和未添加磷脂的相比主要是n-3和n-6 PUFA含量分别增加了50%; 与乙酯化磷脂的饲料 (1.6%) 相比, 这种现象并不由n-3 HUFA决定, 因为n-3 HUFA仅在磷脂饲料中含有小部分 (0.1%)。表明n-3 HUFA磷脂比n-3 HUFA乙酯可以有有效的参与鱼体脂肪的合成。而且, 饲料磷脂较乙酯化n-3 HUFA更适合于鱼体内脂肪合成 (Geurden等, 1997)。

PC可以明显提高大菱鲆仔鱼的增重, 同时也可以提高鱼体脂肪中甘油三酯和DHA的含量 (Geurden等, 1998)。PC的存在对肠道吸收中性脂肪起到了促进作用, 其中脂肪酸的饱和度在一定程度上也对仔鱼生长具有一定的刺激作用。

饲料中的PC可能对脂肪转运有明显的影响。用没有添加卵磷脂的饲料饲喂金头鲷仔鱼会使其肠道上皮细胞基部出现脂肪液泡累积, 而且肝脏出现脂肪变性。这两种现象可因添加2%的大豆PC而减轻, 表明肠道和肝脏对脂肪转运活动增加 (Izquierdo等, 2000)。鲤鱼仔鱼前肠出现脂肪滴累积也与PC缺乏有关, 说明PC具有和哺乳动物一样的合成VLDL的特殊作用。饲喂PC可以减少脂肪滴的累积, 而PI不能预防这种变化 (Fontagne, 1996)。与其它PL相比, 饲料中的PC引起的脂蛋白合成增加可能与其在鱼体内的脂蛋白占优势有关, 而且可能同哺乳动物一样产生对脱辅基蛋白分泌的刺激作用 (Field和Mathur, 1995)。Teshima等 (1986b) 提供了饲料中PL可以提高脂肪转运的生化证据, 即通过血淋巴产生的脂肪转运增加。

对很多种类来讲, 增强脂肪转运可以提高脂肪沉积。因此, 提高饲料中的磷脂酰甘油可以改善仔虾的脂肪沉积, 尤其是PC和胆固醇 (Teshima等, 1986b); 对金头鲷仔鱼则可以提高标记油酸的结合 (Koven等, 1993) 以及改善PL和TG储备; 也可以促进DHA结合到真鲷的极性脂肪中 (Salhi等, 1995)。

磷脂酰甘油中的脂肪酸组成决定了脂肪的有利影响的程度。含有PUFA的PC和PI可以提高香鱼仔鱼的生长与成活, 而鸡蛋PC和棕榈酸PC对生长没有改善 (Kanazawa等, 1985)。用类似方法, 大豆PC可以比鸡蛋PC更有效地提高牙鲆仔鱼的增重 (Kanazawa, 1993)。在金头鲷仔鱼饲料中添加0.1%PC (大豆或乌贼) 可以使因饲料中添加PC而使肠道细胞基部产生的脂肪液泡消失。但是乌贼PC比大豆PC可以更有效减少肝脏脂肪变性, 说明饲料PC与PUFA联合作用的结果是提高肝脏脂肪的利用, 并且已经发现这两类分子具有增强脂蛋白合成的作用。

4 饲料中的磷脂与三酰甘油的利用效率

脂肪酸分子在饲料中存在形式对海水鱼类仔鱼的生长与成活非常重要。饲料中的游离脂肪酸与三酰甘油和磷脂酰甘油相比, 游离脂肪酸结合到仔鱼体脂肪的量很低。饲料中来源于PL的n-3 HUFA或者是TG的n-3 HUFA比游离脂肪酸可以更有效地防止必需脂肪酸缺乏 (Izquierdo, 1988; Izquierdo等, 1989; Geurden等, 1997)。

用甲基酯脂肪酸替代三酰甘油强化培育的轮虫投喂海水仔鱼后, 生长下降, 这种现象与轮虫体内的n-3 PUFA主要以游离脂肪酸形式存在, 而不是结合为三酰甘油和磷脂酰甘油有关 (Izquierdo, 1988; Izquierdo等, 1989)。饲料中添加植物磷脂, 不仅可以促进中性脂肪的吸收, 而且还有助于舌齿鲈稚鱼对饲料中DHA的吸收 (Geurden等, 1997)。

用标记方法研究饲料中含有海洋来源的三酰甘油脂肪时发现, 饲料中以游离脂肪酸的形式存在的油酸, 其结合到金头鲷仔鱼体脂肪的数量要比添加以油酸三酯形式的脂肪酸数量低; 而且, 不论脂肪种类如何, 饲料中的磷脂酰甘油结合到仔鱼的体脂肪数量要高于游离脂肪酸结合到仔鱼体脂肪数量 (Izquierdo, 1988)。不同种类的游离脂肪酸结合也有不同, EPA (二十碳五稀酸) 要比油酸的结合量高。金头鲷投喂含有海洋PL后, 结合到仔鱼PL上标记的EPA比标记的油酸数量要高。这可能反应出EPA与PL合成与转运酶的高亲和力和有关。

研究认为, 来源于PL的n-3 HUFA或者是TG的n-3 HUFA吸收快, 而且能够有效地合成为体脂肪 (Ackman等, 1989; Geurden等, 1997)。用含有海产PL替代含有海产TG的微囊饲料饲喂金头鲷仔鱼, 虽然前者n-3 HUFA含量稍低于后者 (分别为1.5%和1.8%), 却可以明显提高金头鲷仔鱼生长 (Salhi等, 1999)。

植物来源的磷脂不仅可以改变鱼体内中性脂肪的含量, 而且比不添加磷脂的饲料能提高海水鱼体内DHA的含量, 有效地促进了中性脂肪的吸收和利用 (Geurden等, 1997)。海水来源的磷脂会明显提高脂肪中的PUFA含量。喂饲海产TG的仔鱼消化道细胞基部出现脂肪液泡和肝脏脂肪变性, 表明TG的吸收较好, 但也减弱了脂肪向外围组织的转运, 而喂饲海产PL明显减少了脂肪在肠道和肝脏的沉积。喂饲含有海产TG的仔鱼, 由于TG和CE的累积而呈现组织脂肪含量高, 而喂饲含有PC和PE的海产PL, 仔鱼脂肪中的n-3 HUFA含量高, 且种类丰富 (Salhi等, 1999)。

目前, 已经有组织学、组织化学和生物化学的证据表明, 海水鱼类可以有效消化和吸收含有丰富n-3 HUFA的TG; 饲喂PL, 尤其是富含n-3 HUFA时, 能够改善TG消化吸收, 特别是具有提高n-3 HUFA结合到仔鱼细胞膜的物质合合作用, 从而加快脂肪转运和生长。

5 结语

对于鱼类饲料磷脂的研究还有极为广阔的空间, 其最终目的就是为解决养殖苗种生产中的成活和生长问题。如何通过现代研究手段, 如组织化学、酶学、免疫组织化学等, 进行脂肪吸收定位分析和提高鱼体对能量物质的新陈代谢, 不仅可以提高苗种的生产规模, 而且也会节省蛋白源 (Fukuda等, 2001; Heinz等, 2004)。近年来, 磷脂的添加工艺作为饲料工业的研究内容也有了一定的突破 (Ósacr等, 2003)。因此, 如何添加磷脂和提高脂肪生物利用效率是未来研究的主要方向。

(参考文献37篇, 略, 需者可函索)

(编辑: 徐世良, fi-xu@163.com)

...评论...

发
表
评
论

*40字以内

提交

重置

[关于我们](#) | [网站导航](#) | [友情连接](#) | [联系我们](#) | [会员须知](#) | [广告服务](#) | [服务条款](#)

版权所有:饲料工业杂志社 Copyright © [Http://www.feedindustry.com.cn](http://www.feedindustry.com.cn) 2004-2005 All Rights 辽ICP备05006846号

饲料工业杂志社地址:沈阳市皇姑区金沙江街16号6门 邮编:110036 投稿:E-mail:tg@feedindustry.com.cn 广告:E-mail:ggb@feedindustry.com.cn

编辑一部:(024)86391926(传真) 编辑二部:(024)86391925(传真) 网络部、发行部:(024)86391237 总编室:(024)86391923(传真)