

# 大豆磷脂在水产饲料中的应用

赵航<sup>1</sup> 张斌<sup>1</sup> 吴永辉<sup>2</sup> 谷克仁<sup>1</sup>

(1. 河南工业大学磷脂研究所, 郑州 450052; 2. 广州依德生物科技有限公司, 广州 510290)

[中图分类号]S963.73

[文献标识码] A

[文章编号]1005-8613(2015)01-0032-04

**[摘要]**磷脂是动物神经系统、骨髓、心、肝和脾不可缺少的组成部分,是生物膜的重要组成,添加磷脂能促进鱼类的脑、神经组织、内脏、骨髓的发育健全,还可以节约蛋氨酸的消耗,提高饲料质量。鱼类在孵化后的快速生长中,需要丰富的磷脂来构成细胞的成分,当磷脂的生物合成不能充分满足仔鱼的需求时,便需要在饲料中添加磷脂。磷脂可以提供鱼类自身无法合成的亚麻酸和亚油酸,还能促进甲壳动物对胆固醇的利用,提高甲壳动物的生长、脱壳和成活率。本文综合国内70年代至今的文献,总结了大豆磷脂饲料对鱼和甲壳类动物中的作用。

**[关键词]**大豆磷脂;水产饲料;鱼类;甲壳类;应用

磷脂是甘三酯分子中的一个脂肪酸被磷酸取代后,形成磷脂酸,由于磷酸的酸性很强,可与其

他强碱物质酯化成为很多类型的酯。例如可以和胆碱、胆胺、丝氨酸或肌醇等形成胆碱磷脂、胆胺磷脂、丝氨酸磷脂、肌醇磷脂等。磷脂是植物油精炼过程中得到的副产品,含有油脂及脂溶性物质,如维生素E、植物甾醇等。由于磷脂的特殊结构,

[收稿日期]2014-11-12

[通讯作者]谷克仁(1957-),男,教授,研究方向为油脂工程。

表3 菌液量对体系的影响

序号	加菌液/(mL)	Se溶液量/(mL)	收集菌质量/(30mL,g)	硒含量/( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	硒蛋白/( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	硒利用率/%
1	10	34	0.0004	13.07	$1.63 \times 10^6$	46.8
2	15	35	0.0004	4.79	$5.99 \times 10^5$	16.72
3	20	36	0.0004	6.31	$7.89 \times 10^5$	20.28
4	25	38	0	0	0	0
5	30	40	0.0004	6.21	$4.74 \times 10^5$	18.96

实验过程中发现,第四组中菌体死亡,全部成烟灰色,沉淀于瓶底,没有将无机硒转化为有机硒。表3显示,接种量加入10mL时,硒利用率最高,当接种量更少时,反而因菌液量过低不利于硒的转化。为保证高质量的光合细菌富硒产品,实验选择加入10mL菌液,从而提高对其利用率,达到优化目的。

### 3 小结

(1)光合细菌培养环境为:pH为6.5-7,60W白炽灯持续光源照射并保持温度35℃~40℃。光合细菌培养周期4天,菌体含量能达到 $1.43 \times 10^6$ 个

/mL,培养方法简单、易操作,促进产业化培养。

(2)各种营养物质和环境都可能影响光合细菌富硒的产量,固定营养成分,讨论外界环境的因素优化富硒实验。按照菌种培养环境,加入亚硒酸钠标准溶液与光合细菌进行富硒实验,将无机硒转化成有机硒,利用率可达到35.68%。通过改变接种菌量达到优化研究的目的,优化后最大利用率达到了46.80%。硒在培养中,作为富硒培养的营养物质同时,也能够与光合细菌的代谢产物抑制菌体生长,故降低接种量,减少固定体积溶液中代谢产物的含量,更利于无机硒的转化。

(3)光合细菌富硒的开发,不仅能改善动物营养,也能够作为食品添加剂、医药补硒等,具有潜在的研究价值。

参考文献:(略)

磷脂具有油脂的基本结构,具有和油脂接近的能量,又含有一些活性物质,具有非常明显的生理活性,在食品、药品、保健品、饲料等行业具有非常广泛的用途。

## 1 在鱼类饲料中的应用

### 1.1 促进仔鱼生长,提高成活率

大量研究说明磷脂可以有效地促进仔鱼的生长,并提高其成活率。1981年 Kanazawa 等人发现在真鲷仔稚鱼精饵料中添加质量分数5%的大豆磷脂,试验组在体质量、体长、成活率方面优于对照组,随后其又在精制饲料中添加卵磷脂,发现提高了10日龄真鲷仔稚鱼和条石鲷仔稚鱼的生长和成活率。同时比利时大学的研究人员以鲤鱼、海鲈和大菱鲆为实验鱼,分别投喂磷脂配合饲料进行了10次试验,也发现磷脂对仔幼鱼均具有促生长作用,并发现投喂不含磷脂饲料的鲤幼鱼生长下降且死亡率高。Geurden(1995)等也证实了磷脂酰胆碱和磷脂酰肌醇对提高开始摄食的鲤仔鱼的生长和成活率效果明显,但是微型饲料中仅添加胆碱或肌醇未产生明显效果,其发现胆碱和肌醇不能替代磷脂酰胆碱和磷脂酰肌醇;而磷脂酰胆碱可能有防止胆碱缺乏的作用。

相比国外,我国对磷脂在水产品中的应用研究起步较晚,1998年4月14日至5月4日,在广州华新水产养殖场,进行了为期20d的罗非鱼饲养测试,发现饲料配方中含2%大豆改性磷脂,使得饲料的诱食性特别好,鱼的生长速度快。褚龙等(2011)研究表明鱼类饲喂磷脂可使增重率达40%左右,促进蛋白质的消化吸收,有效率提高30%,提高了鱼的生长速度。麻艳群等(2011)研究表明,饲料中添加不同含量的磷脂对各组巴丁鱼的质量增加率、特定生长率的影响规律基本一致,鱼体的生长速度随着饲料中磷脂水平的升高而升高,但组间差异不明显。高坚等(2013)在饲料中添加不同含量磷脂,饲喂周期为30d,随着饲料磷脂水平升高,成长性能出现升高的趋势。在磷脂添加量为6%时可以有效改善泥鳅仔鱼存活率及成长性能。在仔鱼饲料中添加大豆磷脂,可以很好地起到促进仔鱼生长,提高其成活率的作用,尤其是对一些名贵鱼种,可以降低其养殖的经济风险。但根据鱼的种类不同,应注意添加量的改变。

### 1.2 改善体脂构成

在饲料中添加适量的大豆磷脂可提高屠宰率,降低腹脂和改善肉质。曹俊明等(1997)对草鱼的研究表明,当饲料中添加质量分数5%的大豆磷脂,饲喂52d后,草鱼的EPA和DHA含量显著升高。在其他鱼类如鲤、真鲷、高首鲟等体脂构成中也有类似效果,表明大豆磷脂对于提高水产品质量有促进作用。李洋等(2013)探讨了饲料中不同磷脂水平对团头鲂稚鱼生长性能、肝脏脂肪酸组成的影响,结果显示:随着饲料中磷脂含量的增加,全鱼体粗脂肪含量显著下降,在添加量4%时达到最低值,而全鱼体水分含量在各组间均无显著差异。高坚等(2013)研究饲料中添加不同磷脂水平对泥鳅仔鱼成长性能、脂肪酸组成的影响,饲喂实验周期为30d,实验结果显示:随着饲料磷脂水平升高,增高了全鱼体中全脂肪及中性脂肪含量,中性脂肪中20:5n-3和全n-3脂肪酸含量比率,降低了全鱼体中极性脂肪含量,极性脂肪中几乎所有n-3各脂肪酸的比率。在饲料中添加大豆磷脂,可以改善体脂,降低粗脂肪含量,相应地可以提高鱼类的营养价值,改善食用口感。

### 1.3 预防脂肪肝

鱼类营养性脂肪肝严重影响自身生长,降低肉质和抗病力。脂肪肝综合症的生理原因主要是缺少磷脂,因为磷脂对脂肪代谢是非常重要的,磷脂分子具有乳化特性,所含的不饱和脂肪酸能酯化胆固醇,在血液中调节脂肪、胆固醇的运输和沉积。动物在肝中合成磷脂,并可通过形成脂蛋白不断把这些脂肪转运到肝外。脂蛋白是磷脂、胆固醇和甘油三酯的复合物,如无足够的磷脂,脂蛋白便不能形成,肝内则会充盈脂肪。若肝壁薄组织被脂肪浸润,其他重要的化学过程和合成就不能顺利进行,这样机体的其他有关功能将受到影响。因此,在饲料中补充一定量的磷脂,使脂蛋白的合成顺利进行,肝内的脂肪便可运输出,预防脂肪肝的发生。据Meyer(1985)报道,饲喂大豆磷脂饲料,可增加载脂蛋白的脂肪运输能力,减轻脂肪沉积,从而防治脂肪肝,保护肝脏。Koven等(1993)研究表明,给22日龄的金鲷仔稚鱼投喂添加和不添加卵磷脂的微型饲料,卵磷脂添加组仔稚鱼体内脂类中C<sup>14</sup>标记的油酸是不添加卵磷脂饲料的7倍之多。曹俊明等(1997)对草鱼的研究表明,当饲料中添加质量分数5%的大豆磷脂时,52d后草鱼肝脏

胰脏脂肪含量大幅度降低。Salhi 等(1995)的研究证明,卵磷脂能够通过其乳化性质改进仔鱼对脂类的吸收,弥补其胆汁分泌的不足;研究者认为磷脂能够促进脂类消化吸收。冯玉梅(2003)发现,大豆磷脂具有很好的乳化性和分散性,能将进入动物小肠内的脂肪进一步分散,增大脂肪与肠粘膜的接触面积,增加吸收机会,从而提高脂肪的吸收和利用。刘兴旺等(2012)以鱼粉和大豆浓缩蛋白作蛋白源,配制大豆卵磷脂饲料,经51 d的生长试验,结果表明随着饲料中大豆磷脂水平的升高,血清甘油三酯、血清总胆固醇都呈显著下降趋势。因此,从提高鱼类健康水平等方面综合考虑,在幼鱼及快速生长阶段,饲料中适当添加一定磷脂具有一定的实践意义。

#### 1.4 降低鱼类畸形发生率

日本金泽等报道,在真鲷、石鲷、比目鱼、香鱼等的鱼苗养殖中,给鱼苗饲喂专门的轮虫类等生物饲料,结果易发生畸形和憋死等现象,特别是香鱼,食用这种饲料后的畸形率,尤其是体侧弯率高达18%~80%。Kanazawa 等(1997)实验发现,轮虫类生物饲料中添加蛋黄磷脂或大豆磷脂,则香鱼体侧弯曲的发生率可减至0~5%,经分析是大豆磷脂中的磷脂酰胆碱和磷脂酰肌醇起主要作用。大豆磷脂饲料可以降低鱼类畸形发生率,对鱼苗的生产是十分必要的。

#### 1.5 抗应激作用

Kanazawa(1997)研究发现,投喂大豆磷脂可提高真鲷幼鱼和斑纹鲷对水温、盐度、低溶解氧及暴露在空气中的耐受性,并提高幼苗的存活率。Kelly 等(1999)在水温为20℃时给条纹鲈、白鲈及杂种鲈投喂天然饵料(含EPA和DHA)和配合饵料(不含磷脂)以比较其耐寒性;将水温下降10℃后,投喂配合饵料组的死亡率为50%~90%,而投喂天然饵料的鱼未发现死亡,这是由于天然饵料中不饱和脂肪酸的含量比配合饵料高13%,说明天然饵料中高含量的不饱和脂肪酸可以提高鱼的耐寒性。Dhert 等(1999)用磷脂作为大菱鲆仔鱼的开口饵料,发现并不影响大菱鲆仔鱼抗盐的应激性。当大菱鲆仔鱼生长到第20 d后,用磷脂饵料完全代替卤虫会导致严重抗应激问题。在饲料中添加大豆磷脂可以使鱼类的环境适应能力增强,减少死亡率。

#### 1.6 提高饲料转化率,降低饲料系数与成本

上海油脂科研所与上海水产研究所(1982年至1984)研究发现,用添加7%菜籽油磷脂饲料投喂的团头鲂肥满度最大,而内脏脂肪占体重比例最小,由肝的色泽发现其健康状况也是最好。北京营养源研究所(1988年至1989年)用改性磷脂进行了养殖试验。试验时间70 d,增重率提高了14%~30%。饲料成本降低了8.86%~9.63%。每生产10 kg 鲤鱼可多获纯利29.19~31.22元,鲤鱼饲料中每使用1 t 磷脂可增加7 000元纯利。薛永瑞等(1989)的试验表明,在鲤鱼饵料中添加2%的改性大豆磷脂,比对照组增产30.7%,饵料系数降低0.21%,饲料成本费降低了9.63%。Poston(1990)在饲料中添加4%或8%的大豆磷脂,明显降低了大西洋鲑的饵料系数。郭森(1998)试验表明,在尼罗罗非鱼饵料中添加质量分数2%的改良大豆磷脂,试验组比对照组的增重率提高43%,蛋白有效率提高31.3%,日增重提高66.1%,饵料系数降低31.4%,养殖效果非常明显。刘兴旺等(2012)以鱼粉和大豆浓缩蛋白作蛋白源,配制大豆卵磷脂饲料,经51 d的生长试验,随着饲料中大豆磷脂水平的升高,特定生长率和饲料效率有升高的趋势。李洋等(2013)用不同磷脂含量的饲料饲喂团头鲂稚鱼60 d,增重率和特定生长率随着饲料磷脂含量的增加而增加,添加6%磷脂饲喂的团头鲂稚鱼增重率显著高于空白组,但存活率和饲料转化率在各组间无显著差异。在饲料中添加大豆磷脂,可以有效提高饲料转化率,降低饲料系数与成本,增加经济效益,综合以上作用,起到一举多得的养殖效果。

#### 1.7 其他作用

##### 1.7.1 代替脂肪

在饲料中添加大豆磷脂可以起到部分代替脂肪的作用,Geurden 等(1995)对刚开口摄食的鲤(*Cyprinus carpio*)仔稚鱼的研究表明,单纯以磷脂作为脂肪源的促生长与添加4%的中性脂相当。John(1999)则认为将磷脂作为唯一的脂肪源,以占干重10%的比例添加到饲料中,完全可以满足仔稚鱼对肌醇、胆碱和n-3高不饱和脂肪酸(n-3 HUFA)的需求。林华峰等(2011)研究发现,用大豆磷脂油分别替代饲料中不同量的鱼油,试验期8周,各处理组间增重率、饲料系数、体成分、血清中的TBARS和血清溶菌酶无显著差异。肝脏脂肪酸组成直接反映

饲料脂肪酸组成,肌肉脂肪酸则近似反映饲料脂肪酸组成。肌肉中亚油酸和亚麻酸的含量随饲料中磷脂油含量的升高而线性增加,但DHA的下降则比较缓慢。大量的鱼油被替代会导致必需脂肪酸缺乏而降低军曹鱼肉质品质。在饲料中添加大豆磷脂可以起到部分代替脂肪的作用,但是否可以完全代替还有待研究。

### 1.7.2 调节渗透压

某些磷脂可能参与洄游性鱼类的渗透压调节,Heinz等(2004)发现鳗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。这说明鳗鱼可能依赖PE来完成渗透压的调解活动。

### 1.7.3 对酶的影响

李洋等(2013)研究发现随着磷脂水平的增加肝脏中谷胱甘肽过氧化物酶(GPx),过氧化氢酶(CAT)和超氧化物歧化酶(SOD)出现升高的趋势,但在添加量为8%时出现下降,但是添加量为8%时降低了肝脏中抗氧化酶的活性。高坚等研究发现,饲料中添加不同水平的大豆磷脂,使泥鳅仔鱼体中超氧化物歧化酶活性随着饲料中磷脂水平升高随之升高;相反过氧化氢酶出现降低的趋势。

## 2 在甲壳类产品中的应用

对于甲壳类动物来说,脱壳即意味着生长和增重,磷脂对其是很重要的脂类,它能将饵料中的脂质乳化,使脂质易消化吸收,此外磷脂对细胞膜形成也有促进作用。

### 2.1 对虾成活、生长及增重的影响

虾在不同生长期对磷脂的需要量不同,幼虾不能合成足够的磷脂供生长和代谢需要,对磷脂的需要量较高。日本科学家指出,日粮中含0.5%~1.0%的磷脂对幼虾的生长和成活是必需的。Abramo等(1981)研究证明,龙虾需要卵磷脂以确保它在脱壳期间的生存。赵飞虹等(1992)研究表明,对虾饲料中添加大豆磷脂可促进生长,提高饲料效率和成活率;同时也促进饲料中蛋白质的消化,提高利用率。杜琦(1996)实验发现添加质量分数3%大豆磷脂能使长毛对虾的日增长率达到1.77%以上,日增重率达到5.51%以上,饵料系数降至1.96以下,饲养效果良好。李桂华(1996)研究表明,在对虾饵料中添加质量分数2%的菜籽油磷脂,与对照组相比体长增加率提高了32.9%,增

重率提高46.7%,成活率提高了6.9%。比利时水产研究所给日本对虾幼体投喂质量分数3%的PC饲料,变态率为76%,显著高于饲喂商品料的幼虾(41%)和对对照组的幼虾(48%),该研究所还发现投喂含磷脂胆碱1.5%的饲料,日本虾幼体的生长表现良好;饲料中添加6.5%的脱脂大豆卵磷脂效果与之相似。Pascual证明斑节对虾饲料中添加大豆磷脂可以明显提高对虾生长速度和降低死亡率。王兰梅等(2013)以不同水平的大豆磷脂饲喂红螯光壳螯虾雌虾8周,发现饲料中的大豆磷脂对红螯光壳螯虾雌虾卵巢发育具有促进作用,在培育红螯光壳螯虾雌虾亲体过程中,含6.5%鱼油的基础饲料至少补充2%的大豆磷脂有利于雌虾卵巢的快速发育。实验为深入研究虾蟹生殖生理学和规模化红螯光壳螯虾早繁苗种生产等提供了基础资料。

### 2.2 对蟹成活、生长及脱壳的影响

河蟹的生长过程是伴随着幼体的蜕皮或幼蟹的脱壳进行的,所以脱壳率高增重率也高。据新加坡国立大学(2001)研究表明:在雌蟹日粮中添加质量分数1%脱油磷脂可显著提高蟹卵孵化率及幼蟹成活率,而在人工养殖大闸蟹的早期日粮中添加足量的卵磷脂,对顺利脱壳起到关键性的作用。汪留全等(2004)给河蟹幼体分别投喂质量分数2%和4%大豆磷脂时,发现增重率和成活率随着磷脂水平的升高而提高,增重率分别为41.70%和45.04%,成活率分别为75.0%和8.33%。张艳艳等(2013)在幼蟹饲料中添加不同比例的磷脂饲喂60d,发现添加2%和4%磷脂组幼蟹的终末体重、增重率、成活率均高于对照组,但差异不显著;试验组幼蟹的干物质摄食率、饲料转化率、蛋白质效率、蛋白质利用率、蟹体粗蛋白含量、粗脂肪含量和粗灰分含量均随饲料中磷脂含量的升高而提高,而蟹体水分含量则下降,但各组之间的差异不显著。

## 3 小结

随着畜牧业和饲料工业的飞速发展,饲料在市场的上的竞争日趋激烈。大豆磷脂产品最为一种代替植物油和降低饲料成本的能量原料,其具有的生理功能及功能性被越来越多的厂家、养殖户所重视,其在畜牧业中得到越来越广泛的应用。

参考文献:(略)