

表4 光合细菌抑菌效果

项目	不同浓度含锂培养光合细菌( $\times 10^8$ ml)							各种对照		
	20.0	10.0	5.0	2.5	1.25	0.62	0.313	生理盐水	上清液	一般光合细菌 ( $20 \times 10^8$ )
抑菌圈大小, cm	1.8~2.4	1.3~1.8	1.1~1.7	0.9~1.4	-	-	-	-	-	-

含锂培养光合细菌破碎物抑菌效果见表4。

表4可以看出,含锂培养的光合细菌在 $2.5 \times 10^8$ /ml ~  $20 \times 10^8$ /ml之间具显著抑菌效果,并得出其最小抑菌浓度为 $2.5 \times 10^8$ /ml,当浓度更小时和各种对照均无抑菌作用,说明抑菌物为胞内成分。本试验用弧菌作为试验菌,弧菌是水产中常见的一种条件性致病菌,宿主广泛,发病也较为严重。基于含锂培养的光合细菌对弧菌具有体外抑制作用,为光合细菌在水产病害中的应用提供了又一新的思路。

### 3 结论

传统的光合细菌培养液都不含锂元素,本研究表明当锂浓度较高时( $> 50\text{mg/kg}$ )对光合细菌生长具抑制或杀死作用,但浓度适当时对光合细菌生长繁殖具促进作用,这是锂与光合细菌结合起来实际运用的前提。

锂具有广谱的免疫调节作用,可以刺激干细胞增殖分化、刺激粒细胞生成、刺激产生T细胞集落、刺激TNF、IL-2生成。本试验表明无机锂可以提高罗非鱼体内溶液菌和抗菌活力,促进免疫细胞核质比增加,加速某些免疫因子的合成而提高免疫力,但是吞噬功能、免疫细胞数目没有提高,这可能与锂浓度有关。

研究同时表明含锂光合细菌的细胞破碎物提取对弧菌具明显的抑制作用,通过注射含锂培养的光合细菌后罗非鱼血清中溶菌活力明显得到提高,说明通过光合细菌来吸收锂,以减少无机锂的毒性,用于提高鱼类的免疫力是可行的。但光合细菌对锂吸收机制,锂在胞内浓度与存在方式、锂对鱼的作用途径需要更广泛的研究。

(责任编辑 沈桂宇)

## 南美白对虾饲料的营养分析

王彩理 刘丛力 滕瑜 朱伯清 徐明启

**摘要** 对所生产的南美白对虾(*Penaeus vannamei*)配合饲料进行了营养分析,主要从营养素、微量元素、氨基酸等3个方面着手研究。分析结果表明,南美白对虾饲料中的营养素、微量元素、氨基酸等符合对虾饲喂要求,特别是氨基酸含量丰富、种类齐全、比例恰当,是南美白对虾理想的营养配合饲料。

**关键词** 南美白对虾 营养素 微量元素 氨基酸 必需氨基酸

**中图分类号** S963

1993年开始的对虾暴发性流行病以来,近几年越演越烈,虽然国家投入大量资金进行研究,但仍难以提出有效的预防和治疗措施,这就严重影响了对虾

特别是中国对虾(*Penaeus chinensis*)养殖业的生存与发展,人们开始将目光投到具有抗毒性的对虾新品种,如日本对虾(*Penaeus japonicus*)、南美白对虾(*Penaeus vannamei*)、蓝对虾(*Penaeus stylirotris*)等,并且收到了良好的效果。

中国水产科学院黄海研究所饲料添加剂研究中心自1998年以来开始在中国对虾饲料的基础上研制南美白对虾的营养配合饲料,1999年推出新配方以来,养殖用户试用效果良好,这对南美白对虾的养殖起了推动作用。

王彩理,中国水科院黄海水产研究所饲料与添加剂研究中心,工程师,266071,青岛市南京路106号。

刘丛力、滕瑜、朱伯清、徐明启,单位及通讯地址同第一作者

收稿日期:2001-12-04

## 1 材料与方 法

### 1.1 原料配比

经过几年的探索,以及与养殖户的合作,逐步形成了一套喂养南美白对虾的经验和方法。南美白对虾与中国对虾相比营养要求低,饲料中蛋白质含量30%左右即可满足其正常生长,而中国对虾则需40%~45%,甚至更高。在进行原料配比核算时,先根据蛋白质要求满足其需要量,然后再满足其它需要。所用原料有国产鱼粉、花生粕、虾糠、磷脂、酵母粉、麦饭石、维生素、微量元素等等,见表1。

表1 南美白对虾的原料配比 %

原料	鱼粉	花生粕	余麦粉	虾糠	酵母	棉籽粕	麦饭石	混合油	其它
含量	30	25	10	6	6	5	2	2	14

注:1. 混合油中比例:鱼油 色拉油=1:1;

2. 其它成分:维生素、微量元素、胆碱、磷脂、蛤贝粉等。

### 1.2 饲料分析

对产品采样,进行各种成分的分析,粗蛋白采用GB6432—94凯氏定氮法,粗脂肪采用GB6433—86索氏抽提法,灰分采用GB—6438—94高温灼烧法,水分采用GB6435—92,微量元素采用ZJB302原子吸收法,氨基酸采用GB/T14965—94,由国家水产品质量检测中心测定。

## 2 结果与讨论

南美白对虾是集约化高产养殖的优良品种,它适应盐度范围广,抗环境变化能力强,并且肉质鲜美营养价值较高,具有良好的发展前景,其饲料规格见表2。

表2 南美白对虾的配合饲料规格

产品分类	粒径/mm	粒长/mm	养殖对虾体长/mm
初期饲料	0.6~1.2	1.5~2.5	10~30
中期饲料	1.2~1.8	2.5~4.5	30~60
后期饲料	1.8~2.4	4.5~7.5	>60

### 2.1 饲料的营养素分析

饲料配比中的蛋白质是构成虾体的主要成分,对虾生长的能量主要从蛋白质获得,是其结构和功能不可缺少的营养物质。因为蛋白质被虾体不断地进行生长和组织修复,所以必须不断地提供蛋白质。蛋白质是饲料中主要且贵重的成分,从数量上讲,蛋白质也是虾类研究中研究最多的一种营养素,因此考察虾营养,往往是从考察饲料中最适蛋白开始。表3是南美白对虾饲料的营养素含量,饲料中蛋白质含量与Colvin Brand(1977)的研究含量30%、Andrew等

(1972)的28%~32%相比略高,与李广丽等(2001)的42%~44%相比略低,但与Smith等(1985)的大于36%相符,这可能是因为南美白对虾的水环境里盐度的不同导致其蛋白质需要量不同。

表3 南美白对虾营养素含量与推荐标准的比较 %

指标	粗蛋白质	粗脂肪	水分	灰分	粗纤维
推荐标准	28~32	3~8	≤11	≤15	≤5
饲料含量	32.96	6.26	8.05	14.12	2.45

### 2.2 饲料的微量元素分析

对虾体内含有丰富的微量元素,但它们不能在体内合成,全部来自食物或外部环境,也不能在体内代谢过程中消失,一部分在体内有关器官部位积累,另一部分在许多酶、神经、肌肉活动中起重要作用,还有一部分经过代谢产物排除体外。现已查明,人体及动物体必需的微量元素有14种,它们是锌、碘、铁、硒、钒、锡、钼、镍、钴、铬、锰、锶、铜、氟。

虾类微量元素的获得有两种途径,即通过鳃膜交换或饮水摄取,以及肠道吸收而来。由于虾类一生蜕壳频繁,一些微量元素反复损失,以研究最多的中国对虾(*Penaeus chinensis*)为例,从无节幼体到仔虾蜕壳12次,仔虾到幼虾14次~22次,幼虾到成虾18次,也就是说中国对虾一生蜕壳44次以上(张洪杰等,1993),这样,饲料来源的一些微量元素是必不可少的。表4是南美白对虾幼虾微量元素需求量,Davis等(1993a)证明南美白对虾饲料中添加钙没有必要,但对磷的需求量取决于饲料中钙的含量。若不添加钙,基础饲料中所含的0.35%的磷足以维持虾的生长和存活;若添加1.0%和2.0%的钙,则需相应各自添加0.5%~1.0%和1.0%~2.0%的磷,才可维持虾的正常生长,与表5的钙、磷含量基本相符。Davis等(1993b)认为南美白对虾对饲料中铜的需要量为0.0032%,与表5的铜含量略有不符(萧锡延等,1999)

表4 南美白对虾幼虾的钙磷铜需求量

微量元素	钙	磷	铜
需要量	非必需	0.35% (当0%时) 0.5%~1.0% (1.0%时)	0.0032%
		1.0% 2.0% (2.0%时)	

注:资料来源 Davis 等。

表5 南美白对虾饲料中的微量元素含量 %

微量元素	钙	磷	铜	锌	锰	铁
含量	0.51	0.77	0.0013	0.0071	0.0084	0.26

对虾能从生活的水环境中吸收一些微量元素,经同位素示踪法证实,对虾能从水中吸收钙、钠、钾、磷、碘、锶及铬,大多数甲壳类还有排泄镁离子的能力,以保持体液的镁离子水平低于外界水环境

### 2.3 南美白对虾饲料的氨基酸分析

对虾机体中的蛋白质是由 20 多种氨基酸组合而成,并不是所有的氨基酸直接从食物中获得,一部分可在虾体内合成,还有一部分虾体自身不能合成或合成很慢,满足不了虾体的需求,必须从食物中得到,这些氨基酸叫必需氨基酸。中国对虾和日本对虾、斑节对虾(*Penaeus monodon*)、褐对虾(*Penaeus aztecus*)有十种必需氨基酸,而南美白对虾只有 7 种必需氨基酸,它们是:异亮氨酸、亮氨酸、苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸,其饲料中各氨基酸含量见表 6。

表 6 南美白对虾饲料中的各种氨基酸含量 %

必需氨基酸 EAA	含量	非必需氨基酸 NEAA	含量
异亮 AA	2.02	组 AA	0.61
亮 AA	3.22	丝 AA	1.80
缬 AA	1.46	脯 AA	1.26
蛋 AA	0.58	酪 AA	1.64
苯丙 AA	2.26	精 AA	1.81
苏 AA	1.55	天门冬 AA	3.74
赖 AA	2.49	谷 AA	6.08
		甘 AA	1.84
		丙 AA	1.85
EAA 共 13.58, 占总 AA 的 39.7%		NEAA 共 20.63, 占总 AA 的 60.3%	

从表 6 可以看出,必需氨基酸含量 13.58%,占氨基酸总量的 39.7%,尤其是鲜味氨基酸谷氨酸、天门冬氨酸、丙氨酸、甘氨酸精氨酸等有 15.32%,占氨基酸总量的 44.8%,虾肉味道鲜美的程度由肌肉中游离的鲜味氨基酸的组成和含量来决定,上述五种鲜味氨基酸的含量对味道的影响很大。苏氨酸、赖氨酸是增强免疫功能的氨基酸共 4.04%,占氨基酸总量的 11.8%。

饲料中的必需氨基酸主要是提供虾体蛋白质的合成原料,要使虾体营养合理,一方面要充分满足虾体对必需氨基酸所需数量,另一方面还要注意各种氨基酸之间的比例,如果饲料中氨基酸比例与虾体的需要不相符合,某种氨基酸数量严重不足或过剩,则其它氨基酸也不能充分利用,蛋白质合成也不能顺利进行。饲料中蛋白质的氨基酸组成比例越接近虾体蛋白质的氨基酸组成,饲料越易被虾体充分利用,营养价值越高(王放等,1997)。表 7 是两者的比较,可以看出,除个别氨基酸有差距外,比例基本适当。

综上所述,所提供的饲料比较适合南美白对虾的喂养,其中的营养素、微量元素含量符合喂养要求,特别是氨基酸含量丰富、种类齐全、组成均衡,不仅可以有效地补充对虾对氨基酸的需求,而且还能很好地改善虾体内的氮平衡。经与养殖户的合作,成活率基

表 7 南美白对虾饲料中的必需氨基酸与肌肉中的必需氨基酸的比较 %

必需氨基酸种类	异亮氨酸	亮氨酸	缬氨酸	蛋氨酸	苯丙氨酸	苏氨酸	赖氨酸
饲料中的必需氨基酸	2.02	3.22	1.46	0.58	2.26	1.55	2.49
虾体中的必需氨基酸	3.14	2.65	2.98	2.11	2.85	5.09	5.44

本上 93% 以上,饲料系数 1:5 以下,经 3 个月的喂养每尾 15g 以上,取得了较好的效果,从另一个侧面也说明了这是南美白对虾比较理想的饲料。这也为以后南美白对虾饲料的进一步改进提供了理论和实践基础。

### 参考文献

- 李广丽等,不同蛋白质水平的饲料对南美白对虾生长的影响,海洋科学,2001,25(4):1-4
- 萧锡廷,对虾的营养需求,饲料工业,1999,20(6):1-5
- 杨章武等,南美白对虾仔虾对低盐度环境的耐受力实验,海洋科学,2001,25(8):12-13
- 石文雷,名特水产养殖种类的营养与饲料讲座,科学养鱼,1998(6):14-15
- 张洪杰等,对虾养殖与加工,北京:中国农业科技出版社,1993
- 王放等,食品营养与保健,北京:中国轻工业出版社,1997

(责任编辑 沈桂宇)

### ·实用传真·

## 喂牛省草四法

**长草短喂:**俗话说:“寸草铡三刀,无料也增膘”。此话即是说把饲草铡短饲喂,可使牛增膘快。因为铡短后饲喂(特别是粗、硬草),不但饲草能被充分利用,而且消化率也有所提高,一般应把茎秆铡成 3cm-5cm 为宜。

**少喂勤添:**如果饲料一次喂给,牛易养成挑剔适口草料的毛病,造成饲草浪费。少喂勤添法可节省饲草。

**剩草加工:**不少人喂牛往往把牛吃剩下的粗硬茎秆晒干当柴烧,或倒在粪坑内,白白浪费。应该晾干后收集起来,用粉碎机粉碎后再饲喂。

**看牛吃草:**有不少人喂牛时倒上半槽饲料就不管了,这往往造成浪费。应该看牛吃草,发现饲草落地或粗硬不吃的饲草要及时收存。