

# 渔用配合饲料新原料源的开发

厦门大学海洋与环境学院 艾春香

**摘要** 利用膨化、发酵工程、遗传育种和生物工程等各种技术手段开发新的渔用配合饲料原料资源,或提高现有饲料原料资源的利用率,提高饲料原料的数量与质量,是解决饲料原料严重短缺的重要途径。简要介绍了渔用配合饲料新原料开发的几种技术及其应用。

**关键词** 渔用配合饲料 饲料源 研发技术

开发利用质优价廉的渔用配合饲料新饲料源,尤其是蛋白质饲料,是世界各国面临的共同课题。我国的渔用饲料资源开发利用的潜力很大,但新饲料源的开发利用途径、关键技术和加工设备等都缺乏系统研究。以下简要介绍渔用配合饲料新饲料源的几种主要研发技术。

## 1 膨化技术

膨化(挤压)技术是一种集混合、加热、揉合、冷却和成形等多种作业在一起的加工方法。

挤压膨化设备独特的设计和配置如今已实现了使用植物性蛋白代替部分或全部鱼粉和其它水生动物原料而不影响饲料的质量以及降低饲料成本的目标。原因是膨化过程中的热、湿、压力和各种机械作用,提高了饲料中的淀粉糊化度,破坏和软化纤维结构的细胞壁,释放出部分被包围、结合的可消化物质。

另外,植物性蛋白饲料中的蛋白质经过适度热处理,可以钝化某些蛋白酶抑制剂如抗胰蛋白酶、尿酶等,消除蛋白酶抑制剂对动物的副作用,并使蛋白质中的氢键和其它次级键遭到破坏,引起多肽链原有空间构象发生改变,致使蛋白质变性。变性后的蛋白质分子成纤维状,肽链伸展疏松,分子表面积增加,流动滞阻,增加了与动物体内酶的接触,更易为酶所水解,因而有利于水产动物的消化吸收,提高营养成分消化利用率。挤压膨化可显著降低棉籽及棉籽粕中游离棉酚的含量,对菜籽粕中的芥子甙、蓖麻籽粕中的毒蛋白、

变性原等,亦有较好的脱毒效果。陈玉芳(2003)研究表明,挤压膨化机出料口模孔直径的大小对大豆尿素酶活性的影响最显著,模孔直径越大,尿素酶活性越大。

## 2 发酵工程技术

采用发酵技术开发新的饲料源已成为一项极为有效的途径。在对原料营养成分及其资源量分析的基础上,筛选高效协同作用的功能菌株,并对菌株进行安全性评价,之后对候选菌株进行优化改良,再利用微生物共生作用机制将菌种进行优化组合,对原料协同发酵;同时运用正交试验原理,摸索并优化发酵条件及工艺,生产出发酵蛋白。并分析发酵产物主要成分含量,对产品作安全性分析,提出发酵蛋白产品的质量标准(包括营养标准和卫生标准)。发酵饲料是饲料原料,用发酵饲料生产的浓缩饲料应符合《饲料卫生标准》但过多的微生物细胞进入动物体内是有害的。

渔用配合饲料中采用发酵原料可以降低成本。由于植物蛋白源如豆粕的价格相对低廉,由发酵植物原料替代鱼粉,可相应降低饲料的配方成本;发酵产品中富含水溶性维生素,可节约部分维生素添加剂;发酵产品富含各种消化酶,有利于鱼虾的消化吸收;提高了饲料配方中动植物蛋白源的互补性,提高了饲料蛋白质量;发酵过程中去除了植物性原料中的各种毒素、抗消化因子、抗营养因子等不良因子,提高了饲料中矿物质的有效性,降低了饲料中总磷含量,减少饲料对养殖水体的污染;饲料中含有大量的活体微生物,补充和强

基金项目:厦门大学高层次人才引进科研启动项目“锯缘青蟹营养需求及其免疫营养研究”(2005Y05)

化对虾肠道中的微生物种群,从而提高对虾的免疫力,减少肠道病害的发生。

潘雷等(2004)用以芽孢杆菌为主的多种微生物发酵植物蛋白而成的酶解蛋白粉15%替代鳊鱼饲料中10%的白鱼粉,取得了良好的饲养效果。程成荣和刘永坚(2004)研究表明,饲料中发酵豆粕替代40%以下的鱼粉蛋白,对杂交罗非鱼的增重率、特定生长率、饲料效率和蛋白质效率无显著影响。根据折线回归模型分析,确定杂交罗非鱼饲料中发酵豆粕替代鱼粉蛋白的适宜量为34.3%。

陈萱等(2005)采用经微生物混菌发酵的豆粕与未经发酵的豆粕按5:0.4:1.3:2.2:3.1:4和0.5的比例混合,以30%的比例添加在某种市售鲫鱼饲料中,连续投喂异育银鲫30天,结果表明,随着饲料中发酵豆粕添加量的上升,供试异育银鲫不仅增重量有所提高,而且各项非特异性免疫指标也有所改善。与未经过发酵的豆粕相比,发酵豆粕具有一定的促进生长、增强非特异性免疫功能 and 改善肝功能的作用。

尹君和刘文斌(2005)采用平板法从健康鱼类肠道中分离得到三种不同的微生物:大肠杆菌、芽孢杆菌、乳酸杆菌,再用液体培养法研究了植物蛋白及其酶解物在体外对这三种微生物生长的影响。结果表明,除菜籽粕原料外,棉籽粕、豆粕、花生粕原料及棉籽粕、豆粕、菜籽粕、花生粕的酶解物对芽孢杆菌、乳酸杆菌促生长作用明显,差异均显著;对大肠杆菌除棉籽粕酶解物外,四种原料及其余三种酶解物的促生长作用均不明显,差异不显著。

采用发酵技术开发渔用配合饲料新原料的技术关键是筛选出安全、高效、优质菌种,建立最佳的技术路线和优化发酵条件,开发先进实用的发酵设备等。

### 3 遗传育种技术

开展饲料作物品种资源多样性及育种基础理论的研究,以揭示其资源多样性及种群进化变异规律,建立育种新理论、新方法和新技术,丰富种质资源。遗传育种技术,如作物遗传学家选育的双低油菜籽在水产养殖业中就有广泛的应用,已成为水产养殖常用的饲料原料。高贵琴等(2004)研究表明,随着双低菜籽粕蛋白替代比例

提高,异育银鲫和团头鲂的必需氨基酸沉积率呈下降趋势。当替代比例为25%时,团头鲂必需氨基酸(EAA)沉积率显著高于对照组和其它实验组;当双低菜籽粕蛋白替代豆粕蛋白的比例为100%或替代饲料中全部的豆粕和鱼粉蛋白时,异育银鲫和团头鲂的必需氨基酸沉积率均显著低于对照组和其它实验组。当饲料中双低菜粕蛋白替代豆粕蛋白比例分别为25%、50%和75%时,异育银鲫和团头鲂的特定生长率、饲料转化率和平均摄食率等指标各实验组之间差异不显著;当替代比例为100%或替代饲料中全部的豆粕和鱼粉蛋白时,两种鱼类的各项指标均显著低于对照组。

### 4 生物工程技术

从本质上说,大多数饲料资源都是动植物及微生物的遗体及其代谢产物,饲料资源的开发过程主要是改变生物性状及其代谢产物的过程。

基因工程技术为开发新的饲料蛋白源和提高饲料质量开辟了新的途径。采用基因工程技术将人们期待的优良功能基因转移到饲料作物中,以达到提高饲料作物的蛋白质、氨基酸、油脂或其它生物活性物质含量,或降低饲料作物中木质素和纤维素、有毒有害物质含量,以便开发新的饲料作物新品种来,如高蛋白饲料品种(高蛋白、高赖氨酸玉米)、高油玉米、双低油菜。利用基因工程技术还可开发饲用色素,如虾青素,它是鲷和虾等动物中存在的类胡萝卜素,具有促进鱼虾生长、提高其自身免疫抗病力的作用,推进健康水产养殖。

利用生物技术开发新的饲料资源(扩大蛋白质饲料来源,培育高蛋白饲料品种,改善饲料品质),处理抗营养因子和毒物,提高现有饲料资源的利用率、转化率及其营养价值,是解决当今世界范围内蛋白质饲料严重缺乏、促进水产养殖业健康持续发展的重要途径。□

### 参考文献

- [1] Luo Zh, Liu Yong-jian, Mai Kang-sen et al. Partial replacement of fish meal by soybean protein in diets for grouper *Epinephelus coioides* juveniles[J]. 2004, 28(2): 175-181.
- [2] 邬小兵, 乐国伟, 吴国勇. 利用基因工程技术开发饲料资源的研究[J]. 饲料研究, 2000(7): 1-4.
- [3] 何文利, 李小凡, 贾丽琼. 生物技术在饲料业中的应用[J]. 内蒙古林业, 2004(5): 38-39.

(下转第34页)

5.4%)。饲料系数也表现相同的趋势,0.8%组饲料系数 $2.49 \pm 0.3$ ,同样,日增重和终重在0.8%添加组均获得最大值(表2)。

表2 二甲酸钾添加水平对南美白对虾生长的影响

处理组 (%)	终重 (mg)	存活率 (%)	饲料系数 <sup>1</sup>	日增重 (mg/天)
0.0	256.3 ± 34.4	92.2 ± 1.6 <sup>a</sup>	3.73 ± 0.6 <sup>b</sup>	5.0 ± 0.9
0.8	309.1 ± 35.2	100.0 ± 0.0 <sup>b</sup>	2.49 ± 0.3 <sup>a</sup>	6.3 ± 0.9
1.5	258.7 ± 15.3	86.7 ± 5.4 <sup>a</sup>	3.15 ± 0.1 <sup>bc</sup>	5.0 ± 0.4

注1:未考虑饲料在水中溶失率;2同一列数据中具有相同上标字母表示相互之间差异不显著( $p > 0.05$ )。

### 3 讨论

本实验中添加二甲酸钾可以有效的提高南美白对虾日增重和存活率。Mroz Z (2000), Lanchar P (2002), Overland M (2002), Dennis 和 Blanchard (2004)在研究猪料中添加二甲酸钾时也提出相同的观点。并确定南美白对虾饲料中添加0.8%水平的二甲酸钾具有较好促生长效果, Roth 等人 (1996)推荐了猪料中最佳日粮添加量,开食料为1.8%,断奶料为1.2%,生长、肥育猪为0.6%。

二甲酸钾之所以能够起到促生作用,原因是二甲酸钾可以完整形式通过饲喂动物的胃,到达动物呈弱碱性的肠道环境中,并自动分解为甲酸和甲酸盐,表现出极强的抑菌及杀菌效果,使动物肠道呈现“无菌”状态,从而显现促生长作用(Ramli 2005)。但是随着二甲酸钾添加量增至1.50%时,日增重和存活率较0.8%水平组下降显著( $p > 0.05$ )。这可能是由于虾体内吸收过多的二甲酸钾,此方面还有待于进一步研究。□

### 参考文献

- 石波,梁平,赵炳超,等.二甲酸钾的化学结构分析及含量测定[J].中国饲料,2004(21):25-26.
- 杨慧君.科学认识抗生素在饲料中的使用[J].吉林畜牧兽医,2005(6):20-21.
- 杜冰,刘长梅.饲用抗生素及其替代品研究进展[J].广东饲料,2005(2):19-21.
- 刘鹰,杨红生,刘石林,等.封闭循环系统对虾合理养殖密度的试验研究[J].农业工程学报,2005 21(6):122-126.
- 王小兵,黄勃,邓中日.南美白对虾高位池养殖模式最适放养密度的调查[J].水产科学,2005 24(5):20-22.
- 兰国宝,阎冰,廖思明.南美白对虾集约化养殖产量与密度关系研究[J].水产养殖,2003 24(4):38-39.
- B. R. Paulicks F. X. Roth M. Kirchgessner. Effect of potassium diformate in combination with different grains and energy densities in the feed on growth performance of weaned piglets[J]. Animal Nutrition, 2000 84:102-111.
- S. Papenbrock K. Stemme G. Amtsberg. Investigations on prophylactic effects of coarse feed structure and/or potassium diformate on the microflora in the digestive tract of weaned piglets experimentally infected with salmonella Derby[J]. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2005 89:84-87.
- A. Knamekog N. Miquel T. Granli. Establishment and application of an in vitro methodology to study the effects of organic acids on coliform and lactic acid bacteria in the proximal part of the gastrointestinal tract of piglets[J]. Animal Feed Science and Technology 2002 99:131-140.
- Wedemeyer G. A. Physiological response of juvenile chdo salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to handling and crowding stress in intensive fish culture[J]. J Fish Res Board Can 1976 33:2699-2702.
- Marchand F. Boisclair D. Influence of fish density on the energy allocation pattern of juvenile brook trout (*Salvelinus fontinalis*) [J]. Can Fish Aquat Sci 1998 55:796-805.
- R. Calada J. Figueiredo R. Rosa et al. Effects of temperature, density and diet on development, survival, settlement, synchronism, and fatty acid profile of the ornamental shrimp *lysina seticaudata* [J]. A quaculture 2005, 245:221-237.
- L. R. Martinez-Corlova A. Campana Torres M. A. Pordas-Comejo. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms [J]. A quaculture Nutrition 2003 9:155-160.
- R. A. Montoya A. L. Lawrence, W. E. Grant et al. Simulation of inorganic nitrogen dynamics and shrimp survival in an intensive shrimp culture system [J]. A quaculture Research 2002 33:81-94.
- Ramli N., Sunanto S. Effects of formic acid inclusion rate on growth performance of infected tilapia by *Vibrio anguillarum*: Abstracts of World Aquaculture 2005 [C]. Bali, Indonesia 2005.
- 【作者简介】何凤旭(1982—),男,大学本科,毕业于淮海工学院,主要从事水产分子生物研究。
- 【通讯地址】(100081)北京海淀中关村南大街
- 彭建林,叶彩芳.饲料生物技术研究产业的现状及发展方向[J].上海农业科技,2003(1):32-34.
- 程成荣,刘永坚.杂交罗非鱼饲料中发酵豆粕替代鱼粉的研究[J].广东饲料,2004 13(2):26-27.
- 潘雷,莫介化,黄永强,等.酶解蛋白粉替代部分白鱼粉对池养鲤鱼生长的影响[J].科学养鱼,2004(9):58-59.
- 【作者简介】艾春香(1967—),男,江西永丰人,理学博士,副教授,主要从事水产动物营养与饲料研究。
- 【通讯地址】(361005)福建省厦门市

(上接第32页)

- 陈玉芳.挤压膨化加工对大豆抗营养因子的影响[J].粮油加工与食品机械,2003(11):40-42.
- 陈董,梁运祥,陈昌福.发酵豆粕饲料对异育银鲫非特异性免疫功能的影响[J].淡水渔业,2005 35(2):5-7.
- 赵雅琳,于红蕾.饲料生物技术研究进展及发展趋势[J].中国生物工程杂志,2003 23(5):74-78.
- 高贵琴,熊邦喜,赵振山,等.不同水平双低菜粕替代蛋白对鱼类生长的影响[J].水利渔业,2004 24(3):55-57.
- 高贵琴,熊邦喜,赵振山,等.饲料中双低菜粕蛋白对异育银鲫和团头鲂必需氨基酸沉积率的影响[J].淡水渔业,2004 34(6):19-22.