

鲫营养需求与营养生理的研究进展

张萍¹, 赵振伦², 杨沁芳³

(¹ 中国水产科学院东海水产研究所, 上海 200090; ² 南京农业大学; ³ 江苏省水利厅)

摘要:综述鲫对蛋白质、脂类、碳水化合物、维生素及钙、磷、碘等的营养需求的研究成果, 简述鲫对不同饲料蛋白源、脂肪源及磷源的消化吸收及糖耐量等研究现状, 介绍了鱼体必需氨基酸的组成、鲫对必需氨基酸的需求量和对某些氨基酸的行为反应以及鲫消化酶活性等研究进展。

关键词:鲫; 营养需求; 营养生理

中图分类号: S963.16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-1278(2001)03-0009-03

鲫肉质鲜美, 营养丰富, 是深受消费者喜爱的优质食用鱼。随着人们生活水平的提高, 对优质鱼的需求量大增加, 一批具有明显生长优势的鲫新品种的推广养殖, 使鲫养殖规模迅速扩大, 养殖技术不断提高, 产量年年增加。在长江流域鲫早已成为淡水养殖的主要品种。鲫养殖业的发展, 推动了鲫饲料与营养学方面的研究, 目前这方面的研究虽不够系统全面, 且主要集中在异育银鲫、彭泽鲫和湘鲫等品种, 但这些研究成果, 对于鲫养殖拟定鲫配合饲料营养标准或开展进一步的研究均很有参考价值。

1 蛋白质营养的研究

1.1 蛋白质需要量的研究

鲫蛋白质需要量, 一般以饲料中粗蛋白适宜含量来表示, 由于研究者各自采用的实验条件、材料方法及品种、生长发育阶段不同, 得出的结论不尽相同。贺锡勤等^[1,2]以酪蛋白为蛋白源, 研究得出异育银鲫饲料最适蛋白质水平为 36.4%, 蛋白质相对需要量(饲料中质量分数)为 38.6%, 蛋白质的绝对需要量(每克鱼体重日需要量)为 13 mg。廖朝兴等^[2]得出的数据是异育银鲫幼鱼、鱼种、成鱼阶段蛋白质最适需要量分别为 40%、30%、28%。曾训江等^[3]以酪蛋白配制精制饲料饲养湘鲫鱼种, 认为湘鲫鱼种饲料蛋白质的最适需要范围为 22.97%~30.78%。方之平等^[4]以正交试验确定彭泽鲫春片鱼种饲料蛋白质的适宜含量为 30%。Lochmann 等^[5]报道, 在鱼粉含量为 10% 的鲫鱼苗半精制饲料中蛋白质最适含量为 29%。上述研究表明, 鲫生长全程饲料蛋白质的需要量在 23%~40% 范围内, 生长发育前期饲料蛋白质需要量比中后期高。

1.2 蛋白质消化吸收的研究

鲫对不同蛋白源的消化吸收利用能力不同。雷武等^[6]研究了异育银鲫对 9 种商品饲料的消化率, 指出鱼粉、豆饼粉、玉米蛋白粉中粗蛋白的消化率分别高达 85%、86%、82%, 但对单细胞蛋白粉中粗蛋白消化率较低, 仅为 63.1%。潘黔生等^[7]研究彭泽鲫乌仔对 4 种饲

料原料的利用效果, 从其增重和增长指标判优劣, 依次是豆饼、菜饼、玉米和麸皮。赵振伦等^[8]用不同比例的肠衣粉、鱼溶粉等多种动物蛋白源配制的复合动物蛋白粉, 作为动物蛋白源制成粗蛋白含量为 35% 的 4 种饲料, 喂养异育银鲫鱼种, 其蛋白质表观消化率达 86.50%~88.65%。赵玉蓉等^[9]也报道了异育银鲫能较好地利用由畜禽及水产品加工的下脚料为主制成的动物蛋白源。

鲫对同一蛋白质的消化率也会受到粗蛋白含量、水温及鱼体大小等影响。沈晓民等^[10]以鱼粉为蛋白源, 研究在不同蛋白质含量、水温、不同体长条件下, 对饲料蛋白消化率的变化, 发现当饲料蛋白含量为 28%~52% 时, 异育银鲫对蛋白质的消化率与饲料蛋白含量呈显著正相关; 水温 25℃ 时蛋白质消化率最高, 35℃ 时最低; 体长为 6 cm 以下的异育银鲫的蛋白质消化率明显偏低。

2 氨基酸营养的研究

2.1 鱼体氨基酸组成

Gatlin 等^[11]报道鲫鱼苗鱼体必需氨基酸占总氨基酸比例(质量分数, %)为: 苯丙氨酸 4.1 ± 0.13, 精氨酸 6.81 ± 0.10, 赖氨酸 8.59 ± 0.08, 异亮氨酸 3.99 ± 0.08, 亮氨酸 7.49 ± 0.05, 蛋氨酸 3.08 ± 0.06, 苏氨酸 4.66 ± 0.05, 色氨酸 0.94 ± 0.02, 组氨酸 2.61 ± 0.16, 缬氨酸 4.49 ± 0.03。赵玉蓉等^[9]报道了 23~28 g 体重的异育银鲫肌肉的必需氨基酸组成(质量分数, %)为: 苏氨酸 3.58 ± 0.12, 缬氨酸 4.44 ± 0.26, 蛋氨酸 2.24 ± 0.29, 异亮氨酸 3.74 ± 0.27, 亮氨酸 6.70 ± 0.29, 苯丙氨酸 3.50 ± 0.28, 赖氨酸 6.48 ± 0.34, 组氨酸 2.87 ± 0.25, 精氨酸 4.66 ± 0.26, 色氨酸 0.94 ± 0.02。这些为进一步研究鲫必需氨基酸需求量提供了依据。

2.2 必需氨基酸需要量的研究

方之平等^[12]以正交试验, 研究在实用饲料中添加赖氨酸、蛋氨酸(占饲料蛋白百分比)和 Vc 对体重 105 g 彭泽鲫生长的影响, 发现添加赖氨酸 4.95%、蛋氨酸 2.55%、Vc 100 mg/kg 时, 鱼体相对增重率和摄食量最大、饲料系数最低, 并指出赖氨酸和蛋氨酸是影响生长的主要因子。朱世成等^[13]报道, 在银鲫鱼苗(个体重 5 g)饲料中, 添加 0.3% 赖氨酸能改善鲫生产性能及饲料效果。

中国科学院水生生物研究所^[12]确定异育银鲫必需氨基酸需求量(占饲料重量比, %)为: 精氨酸 0.93, 组氨酸

收稿日期: 2000-12-24

作者简介: 张萍, 1970年生, 女, 助理研究员, 主要从事水产动物营养、饲料研究。

0.47, 异亮氨酸 0.74, 亮氨酸 1.37, 赖氨酸 1.60, 蛋氨酸 0.52, 苯丙氨酸 0.75, 苏氨酸 0.79, 色氨酸 0.14, 缬氨酸 0.81。

2.3 鲫对氨基酸的行为反应

鲫在摄食时比较懒散, 不像鲤那样积极抢食, 驯食是鲫喂养技术上的难点。研究表明鲫对某些氨基酸比较敏感, 因此研究鲫对氨基酸的行为反应, 可以研究出诱食性强的配合饲料以改良鲫的摄食行为。伍一军等^[14, 15]研究得知, 一定比例的精氨酸和甘氨酸的混合物对鲫有引诱作用; 但精氨酸、丙氨酸和甘氨酸的混合物对鲫有抑制作用; 单独的丙氨酸、精氨酸、甘氨酸对鲫也有抑制作用; 0.05 M 的 L-丙氨酸有排斥作用, 同浓度的谷氨酸和缬氨酸对鲫没有影响。

3 能量、碳水化合物的研究

3.1 能量的研究

对鲫能量需求研究方面的文献很少。方之平等(1998)通过正交试验发现, 在蛋白质、能量和磷 3 个因素中, 能量是影响彭泽鲫春片鱼种生长最重要的因素, 能量水平对生长速度有极显著的影响, 并认为鲫配合饲料中能量的适宜量为 12.1 MJ/kg, 若饲料中能量过多会引起鱼类生长率下降。

3.2 碳水化合物营养的研究

目前这方面的研究也比较少, 主要有碳水化合物适宜含量、鲫对糖的耐受性方面少量文献。梁彦龄等^[1]报道, 异育银鲫饲料中粗纤维的适宜含量为 11%, 但它对饲料中粗纤维的消化率为 0。贺锡勤等^[16]报道, 异育银鲫鱼种饲料粗纤维适宜需要量为 12%; 当粗蛋白含量在 39.3% 的条件下, 对饲料糖类的最佳需要量为 36%。曾训江等^[3]研究指出, 湘鲫鱼种对含蛋白质 27% 的精制饲料中可消化碳水化合物的需要范围为 28.67% ~ 34.74%; 纤维素的适宜范围为 13.25% ~ 18.91%。

3.3 异育银鲫糖耐量

蔡春芳等^[17]用糊精含量分别为 5%、25%、50% 的 3 组精制饲料饲养异育银鲫鱼种, 研究其耐糖量, 结果是饲料中 25% 的糊精水平较适宜; 饲料中糊精水平越高, 异育银鲫的血糖水平也越高, 且血糖峰值越滞后, 3 组鱼均在摄食后 7 h 左右血糖基本回到空腹水平; 葡萄糖耐量试验表明, 50% 糊精组在葡萄糖负荷后, 高血糖的持续时间较其它 2 组长。蔡春芳等^[18]报道, 异育银鲫对外源胰岛素敏感性较强, 且饲料糖含量越高, 其敏感性越强。

4 脂类营养的研究

脂肪是鲫 3 大能源物质之一, 是一种高价热能的营养成分, 且能提供鲫必需氨基酸, 又是脂溶性维生素的溶解介质。但对于鲫脂肪营养的研究文献不多。廖朝兴等^[2]研究得出的异育银鲫对脂肪的最适需要量为 5% ~ 8%, 贺锡勤等^[2]确定为 5.1%, 梁彦龄等^[1]报道为 7.3%。Weigand^[19]指出, 饲喂含 10% 的鳕鱼肝油饲料的鲫, 其生长发育快于饲喂 5% 鳕鱼肝油加 5% 的菜籽油饲料组的鲫, 饲喂含 10% 菜籽油饲料的鲫生长最快。

Radunz - Neto 等^[20]发现鲫鱼苗对 W3 系列脂肪酸的需求量较低, 指出饲料干物质中的 18:3 脂肪酸含量应低于 1%, 高度不饱和脂肪酸含量应低于 0.5%。

5 鲫消化酶的研究

5.1 蛋白酶的研究

方之平等^[21]研究了温度对彭泽鲫消化酶活力的影响, 当 pH 为 7.3 时, 彭泽鲫春花鱼种蛋白酶最适温度为 35℃, 此时酶活力为每克鱼体重 448 活力单位, 其临界失效温度为 55℃。赵振伦等^[8]研究异育银鲫鱼种消化酶活性与多种复合动物蛋白饲料关系时, 发现肠组织蛋白酶活性很高, 摄食前就维持在较高水平上, 达 450 活性单位 / (μg · min · g) (以酪氨酸计), 摄食后活性下降, 食后 3 ~ 8 h 活性回升, 8 ~ 13 h 上升至最高值, 然后又下降, 这种变动模式, 与 Schhottke 报道的鲤肠组织蛋白酶活性变化模式相似。研究得知异育银鲫鱼种肝胰脏蛋白酶活性很低, 不到肠蛋白酶活性的 1/20, 可见饲料蛋白消化过程主要依靠肠蛋白酶的作用。

5.2 淀粉酶的研究

方之平等^[21]报道, pH 为 7.3 时, 彭泽鲫春花鱼种淀粉酶的最适温度为 30℃, 此时酶活力为 151.7 活力单位 / g, 临界失效温度为 60℃。赵振伦等^[7]报道, 异育银鲫鱼种肠组织淀粉酶、肝胰脏淀粉酶的活性均很高, 摄食前分别达到 2500 (以葡萄糖计) 和 900 活性单位 / (μg · min · g), 可见其利用碳水化合物的能力很强。

5.3 脂肪酶的研究

方之平等^[21]报道, pH 为 7.3 时, 彭泽鲫春花鱼种脂肪酶最适温度为 25℃, 此时酶的活力为 105.1 活力单位 / g, 临界失效温度为 40℃。雷武等^[6]报道, 异育银鲫对鱼粉、玉米粉、玉米胚芽中的粗脂肪消化率高达 96.8% ~ 100%, 说明脂肪酶的活性很高。

6 维生素营养的研究

维生素是鲫维持健康、促进生长发育必需的营养物质。王道尊等^[22]报道, 当饲料中缺乏 Vc 时, 异育银鲫生长缓慢, 当精制饲料中结晶 Vc 及包膜 Vc 含量分别达 400 mg/kg 及 200 mg/kg 时, 异育银鲫的增重率及肝脏、血浆中的 Vc 水平达到最大。王道尊等^[23]又报道, 当精制饲料中胆碱含量达到 0.1% 以上时, 异育银鲫生长最佳, 建议在饲料中添加 0.1% 的胆碱和 400 mg/kg Vc。莫伟仁等^[24]研究指出, 在个体重 6 g 左右的异育银鲫精制饲料中, 添加 0.05% ~ 0.5% 的氯化胆碱, 可明显提高增重率, 且随氯化胆碱添加量加大而增加, 认为氯化胆碱添加量以 0.3% 为宜。Sanchai 等发现, 在饲料中添加 100 mg/kg BTH 及 100 mg/kg V_E 能有效地促进鲫性腺发育及产卵。

7 矿物质营养的研究

矿物质是鱼体组织结构的重要原料, 也是维持机体生理生化功能代谢不可缺少的营养素。目前鲫矿物质营养的研究, 只涉及磷、钙、镁、碘等。梁彦龄等^[1]报道, 在异育银鲫饲料中随着无机磷的添加, 鱼体增重增加, 最适

量为0.89%。方之平等^[14]发现彭泽鲫春花鱼种饲料中有效磷的最优水平为1.2%,指出饲料磷含量在0.7%~0.9%范围内对鱼体生长的影响不明显。叶军等^[25]研究了异育银鲫对鱼粉、虾粉等11种饲料中磷的利用情况后,指出脱氟磷酸氢钙和第一、第二、第三磷酸钙的消化率分别为85%、81%、65%、32%;对骨粉、虾粉、菜籽饼中的磷的表观消化率较高,分别是65%、68%、65%;对鱼粉、芝麻饼、肉骨粉中磷的表观消化率较低,分别为18%、18%、16%;而对玉米粉中的磷则完全不能吸收利用。

汤峥嵘等^[26]研究指出,当环境水体含钙、磷分别为39.1和0.005 mg/L时,异育银鲫精制饲料中钙、磷的适宜含量分别为0.48%~0.68%和0.92%~1.22%,指出在此条件下饲料中钙磷比对鱼体生长无显著作用。Sugoiira等^[27]报道,在鱼粉为基础的饲料中,添加2%~5%的柠檬酸,虽影响到鲫摄食但对饲料中的钙、磷的表观利用率影响不大。

艾庆辉等^[28]发现,当精饲料中镁含量达0.04%时,异育银鲫生长最佳;随着镁添加量由0增至0.08%,鱼体骨骼和肌肉中镁含量有下降趋势,而钙含量趋于上升;镁缺乏或过量时,血清中的碱性磷酸酶活力显著偏高。

Lkeda等^[29]在养鱼缸中,用含低浓度碘的水养鲫,结果鲫生长率下降,提高碘浓度(KI的形式)到 18×10^{-9} mg/L,鲫生长最快。

鲫在我国已成为重要的主养品种,在饲料和营养上尚有众多的实际问题和理论问题有待探讨,因此有必要加强和加深这方面的研究,把鲫营养学方面的研究提高到一个新的水平。

参考文献:

- [1] 刘建康,等. 中国淡水鱼类养殖学(第三版)[M]. 北京:科学出版社,1992. 231~236.
- [2] 李爱杰,等. 水产动物营养与饲料学[M]. 北京:中国农业出版社,1998. 21;170.
- [3] 曾训江,等. 湘鲫的营养需要及配合饲料的研究综合报告[J]. 湖南水产,1991,(2):13~14.
- [4] 方之平,等. 彭泽鲫鱼种配合饲料的初步研究[J]. 水利渔业,1998,(4):1~3.
- [5] Lochmann R T, Phillips H. Dietary protein requirement of juvenile golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria [J]. Aquac, 1994, 128(3/4):277~285.
- [6] 雷武,等. 异育银鲫对9种商品饲料的消化率[M]. 饲料科技发展新途径,1988,80~84.
- [7] 潘黔生,等. 四种饲料原料对彭泽鲫稚鱼前期生长的影响[J]. 水利渔业,1997,(6):17~19.
- [8] 赵振伦,等. 鱼用复合动物蛋白粉的研制及其应用[J]. 南京农业大学学报,1999,22(1):58~64.
- [9] 赵玉蓉,等. 鱼用复合动物蛋白粉的研制及其营养价值的研究[J]. 河海大学学报,1998,26(8):143~150.
- [10] 沈晓明,等. 异育银鲫的蛋白质消化率研究[J]. 水产学报,1995,19(1):52~57.
- [11] Gatlin ;Delbert M. Whole-body amino acid composition and comparative aspects of amino acid nutrition of the goldfish, golden shiner and fathead minnow [J]. Aquac, 1987,60(3/4):223~229.
- [12] 方之平,等. 彭泽鲫配合饲料中必需氨基酸适合量的研究[J]. 水利渔业,1998,(5):1~3.
- [13] 朱世成,等. 配合饲料中添加赖氨酸饲养鲫鱼的效果[J]. 饲料研究,1999,(4):5~6.
- [14] 伍一军,等. 氨基酸对鲫鱼、泥鳅的诱食活性[J]. 水产学报,1993,17(4):337~339.
- [15] 伍一军. 几种氨基酸和动植物粗提物对鱼类诱食活性的初步研究[J]. 水产学报,1996,20(1):58~60.
- [16] 李爱杰. 我国养殖鱼类营养研究进展[C]. 中国水产学会水产动物营养与饲料研究会论文集. 海洋出版社,1997. 4~5.
- [17] 蔡春芳,等. 异育银鲫糖耐量的研究[J]. 上海水产大学学报(增刊),1998,(7):63~66.
- [18] 蔡春芳,等. 异育银鲫对糖利用性的研究—外源胰岛素敏感性试验[J]. 中国水产科学,1999,6(1):62~65.
- [19] Wiegand M D. A study on the use of canola oil in the feed of larval goldfish [J]. Aquac, Fish. Manage. 1993,24(2):223~228.
- [20] Radunz-Neto J, Charlon N. Effect of cod liver oil on survival and growth of cyprinids larvae [M]. Fish Nutrition in Practice,1993. 541~550.
- [21] 方之平,等. 温度对彭泽鲫主要消化酶活力的影响[J]. 水利渔业,1998,(2):15~17.
- [22] 王道尊,等. 异育银鲫对维生素C需要量的研究[J]. 上海水产大学学报,1996,5(4):240~245.
- [23] 王遵尊,等. 异育银鲫对胆碱需求量的研究[C]. 鱼虾类营养研究进展(第二集),青岛海洋大学出版社,1998. 47~55.
- [24] 莫伟仁,等. 氯化胆碱饲养异育银鲫效果[J]. 中国饲料,1996,(8):22~23.
- [25] 叶军,等. 异育银鲫对鱼粉等11种饲料中磷的利用率[J]. 海洋与湖沼,1991,22(3):233~236.
- [26] 汤峥嵘,等. 异育银鲫及青鱼对饲料中钙、磷需要量的研究[J]. 上海水产大学学报,1998,(7):140~147.
- [27] Sugiura S H, Dong F M, Hardy R W. Effects of dietary supplements on the availability of minerals in fish meal; preliminary observation [J]. Aquac., 1998, 160(3/4):283~303.
- [28] 艾庆辉,等. 镁对异育银鲫生长的影响[J]. 上海水产大学学报,1998,(7):148~153.
- [29] 曹志华,等. 鱼类对微量元素的需要研究现状[J]. 淡水渔业,1999,(11):9~11.

(责任编辑 张俊友)