

鳊配合饲料的最适蛋白质含量

王贵英 曾可为 高银爱 李清 夏儒龙

(武汉市水产科学研究所, 武汉 430065)

摘要:以美国白鱼粉为蛋白源, 设计了 6 个不同蛋白质水平(32.61%、38.10%、43.55%、48.95%、53.64%、56.30%) 的实验饲料, 在平均水温 22.5℃ 的条件下, 在水泥池网箱中, 对平均尾重为 65.00±2.25g 的鳊进行 41d 的生长实验。结果显示: 随饲料蛋白质含量的升高, 特定生长率(SGR)最初快速上升, 在 48.95% 转为缓慢下降; 蛋白质效率(PER)的变化则呈抛物线型, 在 44.27% 处为顶点。据此提出鳊配合饲料的最适蛋白质含量为 44.27%—48.41%。

关键词:鳊; 配合饲料; 蛋白质需求量

中图分类号: S963.16 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2005)02-0189-04

鳊(*Siniperca chuatsi*) 是终生以活鱼虾为食的凶猛鱼类, 其独特的摄食活饵食性制约着鳊集约化养殖规模。国内学者梁旭方^[1]、吴遵霖^[2] 通过对鳊摄食行为和摄食感觉机理的研究, 突破了鳊主动摄食配合饲料的难题; 作者经多年努力, 建立了鳊群体驯化技术, 使鳊能够主动抢食配合饲料, 测定鳊鱼配合饲料最适蛋白质含量、推广配合饲料养鳊已成为可能。

蛋白质是鱼体的主要组成物质, 鱼体需要摄入一定量的蛋白质用于修复已分解的组织蛋白质(维持鱼体蛋白质)和积累形成新组织(生长和繁殖), 同时为鱼体代谢提供能量。在南方鲂、鲟鱼等饲料研究中表明蛋白质含量过高或过低都将对鱼类的生长造成不利影响^[3-7], 而鱼类养殖中配合饲料成本的高低很大程度上取决于饲料中蛋白质含量的多少; 这对蛋白质需求量较高的典型肉食性鳊来说, 确定饲料的最适蛋白质含量在营养学和饲料学研究中更具有重要意义。本研究以美国白鱼粉为蛋白源, 采用蛋白质梯度饲养法, 探讨鳊配合饲料最适蛋白质含量, 为该种鱼的营养学研究提供基础数据, 也为其人工配合饲料的开发提供所需的资料。

1 材料和方法

1.1 材料来源及驯养 实验鱼来自本所 2000 年人工繁殖、驯化后网箱养殖的同批翘嘴鳊, 尾均重

65.00±2.25g; 实验前先将实验鱼移至实验箱内, 用本实验的 Diet 5 号饲料驯养一周, 空腹 2d 后称重待试。

1.2 养殖条件及管理 采用夏花聚乙烯网布自做规格为 1m×1m×1m 网箱 24 个, 均匀架设在深 1m、面积为 24m² 的四个水泥池中, 每个小网箱中置一个充气沙球; 夜间开起气泵增氧, 水源为充分曝气自来水。实验期间, 每日 7:30 和 18:00 各投食一次, 每次投喂至鳊抢食行为缓慢为止。

1.3 实验周期与水温 实验于 2000 年 9 月 4 日开始, 至 10 月 14 日结束, 实验周期为 41d; 实验期间的水温变幅为 20—24℃, 平均水温为 22.5℃。

1.4 实验设计 实验饲料以美国白鱼粉为蛋白源, 用淀粉调节蛋白质梯度, 配以混合油、维生素预混料、矿物质预混料制成 6 个不同蛋白质梯度(32.61%—56.30%) 的软颗粒饲料(表 1), 置冰柜中备用; 每组饲料均有四个重复, 共 24 个养殖单位, 每个养殖单位喂养 30 尾实验鱼。

1.5 生化分析方法 将样品在 75℃ 下烘至恒重测定水分含量; 采用凯氏定氮法测定粗蛋白质含量; 采用索氏提取法(以乙醚为抽提液)测定粗脂肪含量; 采用 GR3500 型氧弹式热质量计测定样品的含量。每份样品重复测定 2 次, 当相对偏差超过 2% 时, 增加重复次数, 取偏差在 2% 以下的两个测定值的平均数为记录结果。

收稿日期: 2004-07-16; 修订日期: 2004-11-20

基金项目: 武汉市科技攻关项目(编号: 972004040)

作者简介: 王贵英(1965—), 女, 高级工程师, 主要从事鳊配合饲料养殖技术研究。华中农业大学水产学院杨秀平副教授在论文撰写中给予一定指导, 在此表示诚挚谢意

表 1 试验饲料配方及成分分析(%)

Tab. 1 Diet formation and chemical composition of experimental diets

成分(% dry wt.) Ingredients	Diet-1	Diet-2	Diet-3	Diet-4	Diet-5	Diet-6
美国白鱼粉 American white fishmeal	46	54	62	70	77	81
豆油 Soybean oil	2	2	2	2	2	2
鱼油 Fish oil	1	1	1	1	1	1
维生素预混料* Vitamin premix	1	1	1	1	1	1
矿物质预混料* Mineral premix	1	1	1	1	1	1
α-淀粉粉 α-starch	14	14	14	14	14	14
淀粉 Starch	35	27	19	11	4	0
成分测定值 Chemical composition						
蛋白质 Protein(% dry wt.)	32.61	38.10	43.55	48.95	53.64	56.30
脂肪 Lipid(% dry wt.)	6.13	6.60	7.06	7.51	7.91	8.13
能量 Energy(MJ/kg)	20.01	20.21	20.32	20.28	20.35	20.95

* 维生素预混料和矿物质预混料均为鲤预混料。Vitamin premix and Mineral premix are the premix for Carp.

1.6 参数计算公式 饲料系数(FCR) = $F / (W_t - W_0)$ W_t, W_0 分别为终末和初始鱼体湿重(g), F 为实验鱼的饲料摄入干重(g), T 为实验周期(d), P 为饲料蛋白质含量。

特定生长率(SGR, %) = $100 \times (LNW_t - LNW_0) / T$

蛋白质效率(PER, %) = $100 \times (W_t - W_0) / (F \cdot P)$

表 2 鳊的生长及对饲料的利用(平均值±标准差)

Tab. 2 Growth and the dietary utilization in *Siniperca chuatsi* at different dietary protein levels(Mean±SD)

测定指标 Index	Diet-1	Diet-2	Diet-3	Diet-4	Diet-5	Diet-6
初始体重(g) Initial body weight	65.00±2.25	65.00±2.25	65.00±2.25	65.00±2.25	65.00±2.25	65.00±2.25
终末体重(g) Final body weight	85.90	88.04	93.24	95.17	94.78	94.40
摄入饲料干重(g) Feed intake in dry matter	2082±45	1610±27	1762±40	1665±14	1635±28	1693±41
饲料系数(FCR) Feed conversion ratio	3.32±0.05 ^a	2.33±0.02 ^b	2.08±0.03 ^b	1.84±0.01 ^c	1.83±0.03 ^c	1.92±0.02 ^{bc}
特定生长率(SGR, %) Specific growth ratio	0.68±0.01 ^b	0.74±0.01 ^b	0.88±0.02 ^a	0.93±0.01 ^a	0.92±0.01 ^a	0.91±0.02 ^a
蛋白质效率(PER, %) Protein efficiency ratio	92.35±1.26 ^c	112.68±0.90 ^a	110.41±1.32 ^a	111.05±0.56 ^a	101.87±1.18 ^b	92.53±0.78 ^c

注: ^{abc}表中上标英文字母不同的同一行数值得差异显著($P < 0.05$)。
Note: ^{abc}Values in each row without a common superscript are significantly different ($P < 0.05$).

2 结果

2.1 不同饲料蛋白质含量对特定生长率(SGR)的影响

随饲料蛋白质含量由 32.61% 升至 56.30% 时, SGR 值呈先升高后降低趋势。当饲料蛋白质含量由 32.61% 升至 48.95% 时, SGR 值由 0.68±0.01% 升至 0.93±0.01%; 当饲料蛋白质含量继续升高到 56.30% 时, SGR 值却下降到 0.91±0.02% (表 2)。

SGR 值在不同蛋白质梯度间表现出了一些显著差异($P < 0.05$)。蛋白质含量为 32.61% 和 38.10% 饲料组的 SGR 值显著低于蛋白质含量为 43.55%—56.30% 饲料组的 SGR 值($P < 0.05$), 而蛋白质含量为 43.55%—56.30% 的 4 个饲料组间的 SGR 值没有显著差异($P > 0.05$)。当饲料蛋白质含量为 48.95% 时,

SGR 值最高, 为 0.93±0.01%。参照折线模型(Broken-line model) 确定两回归直线的交点求得饲料最适蛋白质含量^[8], 计算出折点对应的 SGR 值为 0.93% 时, 对应的饲料蛋白质含量为 48.41% (图 1)。

2.2 不同饲料蛋白质含量对饲料蛋白质效率(PER)的影响

由表 2 可见, 随饲料蛋白质含量的升高, PER 值呈先升高后降低的趋势, 由抛物线回归法求出 PER 值(Y) 与饲料蛋白质含量(X) 的回归方程:

$$Y = -0.148X^2 + 13.104X - 176.120$$

($R = 0.9602 \quad P < 0.01$)

由抛物线的顶点求出 PER 值(Y) 最大时为 113.94%, 所对应的饲料蛋白质含量(X) 为 44.27% (图 2)。

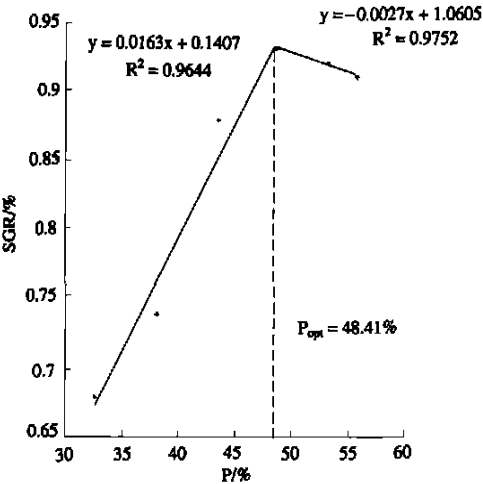


图1 特定生长率(SGR)与饲料蛋白质含量(P)的关系
Fig. 1 Relationship between specific growth rate of wet Weight (SGR) and dietary protein level (P)

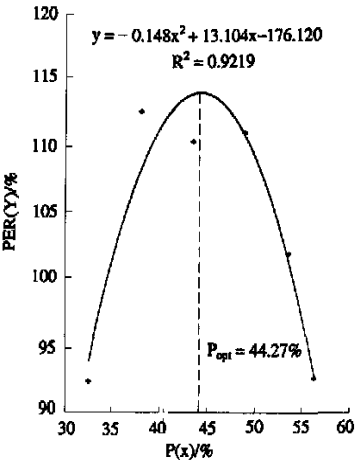


图2 蛋白质效率(PER)与饲料蛋白质含量(P)的关系
Fig. 2 Relationship between protein efficiency ratio(PER) and dietary protein level(P)

3 小结与讨论

3.1 鳊配合饲料最适蛋白质含量

本研究采用蛋白质梯度饲养法^[3-7], 以美国白鱼粉为蛋白源, 在平均水温为 22.5℃(20—24℃)时, 通过 SGR 指标和 PER 指标^[3] 确定鳊配合饲料最适蛋白质含量为 44.27%—48.41%。

鳊属于典型的肉食性鱼类, 对蛋白质需求量较高。由于蛋白质含量大于 56.30% 的实验饲料因粘性差, 无法加工, 本研究中未能确定蛋白质含量大于 56.30% 的 SGR 值所呈现的趋势; 因此, SGR 指标参

照折线模型(Broken-line model) 是确定鳊饲料最适蛋白质含量较理想的方法。

3.2 关于饲料最适蛋白质含量的指标

在确定鱼类对某营养物质的需求量时, 由于评定指标的不同会引起需求量估算值之间的差异^[9]。在鱼类营养学研究中有两类常用的指标, 一类是生长速率指标, 如最为常用的特定生长率^[10] (SGR); 另一类则是反映鱼类对饲料及营养物质的利用效率指标, 如蛋白质效率(PER)。

由于 PER 指标很大程度的依赖于对鱼类摄食的精确定量, 本研究中的鳊, 通过群体驯化程序驯化后, 无需架设人工饵料台, 能迅速抢食处于下沉状或漂浮于水面的人工饲料; 饲料无浪费, 所以能够对鳊的摄入量进行精确定量, 因此, 本研究采用了 SGR 和 PER 指标对鳊的生长状况和饲料蛋白质的含量进行了分析和评价。结果表明, 以 SGR 为指标时求得的饲料最适蛋白质含量为 48.41%, 以 PER 为指标时求得的饲料最适蛋白质含量为 44.27%。不少研究发现, 获得最大 SGR 时对应的饲料蛋白质含量往往高于获得最大 PER 时对应的值, 并且后者对应的往往是前者的亚最适蛋白质含量^[7], 这与本研究结果是一致的。由此可见, 本研究取得的 PER 值可以作为评价鳊饲料最适蛋白质含量的主要技术指标。

3.3 人工配合饲料喂养鳊

2000 年 9 月 1 日至 10 月 14 日在深 1m、面积为 24m² 的水泥池中, 放养平均规格 60g 的鳊 300 尾, 在平均水温 22.5℃(20—24℃) 时, 用本实验的 Diet 4 号饲料喂养 44d, 其特定生长率为 0.95%, 蛋白质效率为 110.85%。这与上述结果是一致的。

参考文献:

[1] Liang X F. Principle and technology of *Siniperca Chuatsi* domesticated by artificial diet[J]. *Freshwater Fisheries*. 1994, 24(6) : 36—37
[梁旭方. 鳊驯食人工饲料原理与技术. 淡水渔业, 1994, 24(6) : 36—37]
[2] Wu Z L, Li P. Study on domestication and cultivation of *Siniperca Chuatsi* by artificial diet[J]. *Freshwater Fisheries*. 1996, 26(1) : 16—19 [吴遵霖、李蓓. 鳊配合饲料驯饲与养殖研究. 淡水渔业, 1996, 26(1) : 16—19]
[3] Zhang W B, Xie X J, Fu S J, et al. The nutrition of *Silurus meridionalis*: Optimum dietary protein level[J]. *Acta Hydrobiol Sin.* 2000, 24(6) : 603—609 [张文兵, 谢小军, 付世建等. 南方鳊的营养学研究: 饲料的最适蛋白质含量. 水生生物学报, 2000, 24(6) : 603—609]
[4] Chen X B. Optimum protein level of diets for juvenile *Acipenser Sinensis*[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*. 2002, 9(1) : 60—

64 [陈嘉斌. 中华鲟 幼鲟蛋白质营养最适需要量. 中国水产科学, 2002, **9** (1): 60—64]

[5] Degani G. The influence of relative proportions of dietary protein and carbohydrate on body weight gain, nitrogen retention feed conversion of European eel, *Anguilla anguilla* L[J]. *Aquaculture Fish Manage.* , 1987, **18**: 151—158

[6] De la Higuera M, Gallego M G, Sanz A, *et al.* Utilization of dietary protein by the eel *Anguilla anguilla*: Optimum dietary protein levels. *Aquaculture*, 1989, **79**: 53—61

[7] Khan M S, Aug K J, Ambak M A, *et al.* Optimum dietary protein requirement of a Malaysian freshwater catfish *Mystus nemurus* [J]. *Aquaculture*, 1993, **112**: 227—235

[8] Robbins K R, Norton H W, Baker D H. Estimation of nutriment requirements from growth data[J]. *J. Nutr.*, 1979, **109**: 1710—1714

[9] Zeitoun I H, Ullrey D E, Magee W T, *et al.* Quantifying nutrient requirements of fish[J]. *J. Fish. Res. Board Can.* , 1976, **33**: 167—172

[10] Tibaldi E, Beraldo P, Volpelli L A, *et al.* growth response of juvenile dentex *Dentex dentex* L. to varying protein level and protein to lipid ratio in practical diets[J]. *Aquaculture*, 1996, **139**: 91—99

THE OPTIMUM DIETARY PROTEIN LEVEL
FOR *SINIPERCA CHUATSI*

WANG Gui-Ying, ZENG Ke-Wei, GAO Yin-Ai, LI Qing and XIA Ru-Long
(Wuhan Fishery Research Institute, Wuhan 430065)

Abstract: The present experiment was designed to investigate the protein requirement of mandarin fish (*Siniperca chuatsi*). Six isoenergetic (the gross energy was about 20MJ/kg) diets contained different protein level (32.61%、38.10%、43.55%、48.95%、53.64%、56.30%) were formulated. The experiment was conducted in the net enclosure of cement pool and lasted 41 days. The mean initial weight of mandarin fish was 65.00 ± 2.25 . The mean temperature of water was 22.5℃ during the experiment. The result of the experiment showed that the SGR(specific growth rate) of mandarin fish increased with the increasing of protein content in the diets. But when the protein content in diet reached 48.95%, the SGR of mandarin fish decreased slowly. The SGR of group 32.61% and group 38.1% were significant lower than the other four groups($P < 0.05$). And the SGR of group had no significant difference($P > 0.05$). The change of the PER (protein efficiency ratio) of mandarin fish showed the parabola shape, the regression function of PER(Y) and protein content(X) was $Y = -0.148X^2 + 13.104X - 176.120$ ($R = 0.9602$ $P < 0.01$). When the PER reached max, the corresponding protein content of diet was 44.27%. So, in broken-line module, the most proper protein content of mandarin fish fomulated diet was 44.27% —48.41%.

Key words: *Siniperca Chuatsi*; Mixed dietary; Optimum dietary protein level