

异育银鲫的蛋白质消化率研究

沈晓民 刘永发 唐瑞琪

(东海水产研究所, 上海 200090)

杨国权

(安徽省铜陵市东湖副食品开发公司, 244000)

提 要 研究了异育银鲫对饲料蛋白质的消化率,及其在不同蛋白质含量、不同水温和不同体长条件下的变化。结果表明: 1. 饲料蛋白含量在28—52%范围内, 鲫鱼对蛋白质的消化率与饲料中的蛋白质含量呈显著正相关; 2. 水温为25℃时, 蛋白质的消化率最高, 水温在35℃时, 尽管粪便较多, 浓缩率也高, 但因消化酶活性降低, 导致粪蛋白含量明显偏高; 3. 体长为6 cm 以下的异育银鲫蛋白质消化率明显偏低。据推测, 6 cm 体长组鱼的消化机能不完善, 非酶活力因素所致, 而是肠组织结构发育不全, 蠕动能力差所致。体长为7 cm 以上的个体基本上处于同一水平。

关键词 异育银鲫, 蛋白质, 消化率, 水温, 体长

长期以来, 鲤鱼的消化生理学研究一直为人重视, 并有大量文献报道, 而对鲤科鱼类中与鲤属鱼近缘的鲫属鱼类, 却很少有这方面的研究报道。在我国, 鲫鱼和鲤鱼一样, 是重要的养殖品种, 在长江以南的地区, 鲫鱼在养殖上的重要性甚至超过鲤鱼。经过对普通鲫进行遗传学杂交培育, 已产生不少的优良品种, 异育银鲫(*Carassius auratus gibelio*)就是一个。由于该品种生长快, 抗病能力强, 肉味鲜美, 目前已逐步替代普通鲫和白鲫, 成为中国最主要的养殖鱼品种之一。本文以异育银鲫为对象, 研究饲料中不同蛋白质含量, 不同水温以及鱼的不同体长对蛋白质消化率的影响, 为鲫属鱼类鱼消化生理学的研究提供一些资料。

1 材料与方 法

1.1 实验用箱与实验用水

实验在容积为115 L (64 cm × 45 cm × 40 cm) 的循环水族箱中进行, 过滤槽容积为5 L, 过滤材料为米粒状小石块。养殖水先经晴纶棉过滤, 经过小石块时被生物膜除去氨氮, 再流回水族箱养殖水体。替换用水由自来水经充分曝气后使用, 每天换水量约为1/5, 以保持水质清新。每一水族箱还备一充气头。试验期间养殖水的溶解氧经测试均大于 5×10^{-6} 。进行不同蛋白质含量、不同体长试验时, 水温控制在25℃。温度试验水用电加热器加热, 配有恒温控制系统。

1.2 实验鱼

实验鱼取自附近的鱼场,均要求用体质健壮、活泼、表面无损伤的个体,经 KMO_4 溶液消毒后放入水族箱驯养,两周后待鱼类适应环境再开始实验。各组鱼体长分布尽量保持对应相等,每个实验组用一个水族箱,放8尾标本,平均体长在12 cm 左右。

在研究不同体长鱼的消化时,共设四个体长组,分别为5—6 cm、7—8 cm、10—13 cm、14—16 cm,数量分别是22、12、8和4尾,每个体长组的总生物量大致保持一致。

1.3 实验饲料

所有原料经粉碎、40目过筛,并按表1配制,混合后用绞肉机加工成颗粒状,颗粒晒干后再破碎,用10目和20目筛子过筛,取10目至20目之间大小的颗粒收藏备用。为了简化配方,实验饲料均以鱼粉为蛋白源,小麦粉为能量饲料。原设计配方 I 至配方 VI 蛋白质含量分别为25%、30%、35%、40%、45%、37%。配完后蛋白质实测值见表1。不同水温和体长对消化率影响的研究,用配方 VI 的配合饲料;不同蛋白质含量对消化率影响的研究,用配方 I—V 的配合饲料。

表1 实验饲料组成(%)

Table 1 Composition of the experimental diet (%)

原 料 \ 配 方	I	II	III	IV	V	VI
鱼粉	27.0	37.8	49.5	61.2	68.2	51.2
小麦粉	63.7	52.9	41.2	29.5	22.5	38.5
复合维生素	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
矿物质	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
Cr_2O_3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
蛋白质实测数	28.89	35.81	40.25	45.19	51.79	41.54

1.4 投饵、管理与粪便收集

鱼适应水族箱环境后即可开始投饵。日投饵量为鱼体重的2%,每天分两次投喂,时间分别为9:00和15:00。投饵后2小时将所有残饵及粪便一并吸去。经过一个星期,粪便中含铬量和含蛋白量相对稳定,此后即可收集粪便。

据观察,排粪高潮约在20:00—24:00时,即距第二次投饵5小时以后,且排粪节律基本一致。粪便收集从21:00时开始,每隔1小时收集一次,直至午夜24:00结束,连续收集15天左右。收集粪便的工具为一内径10 mm,长30 mm 的玻璃管,一端带有1.0 m 长的乳胶管。将粪便虹吸至一筛绢中,滤去水份,用镊子将外表带有包膜的完整粪便置于干净且已知重量的称量瓶中,放在烘箱内105℃烘干后,供分析用。

1.5 样品分析与消化率的计算

饲料与粪便总氮含量采用半微量凯氏定氮法测定[王叔淳,1988],然后,换算成蛋白质含

量,总铬的含量采用二氨基脂比色法测定[Mcginnis 和 Kasting,1964],最后用下式计算:

$$\text{蛋白质消化率}(\%) = \left(1 - \frac{\text{粪便蛋白量}}{\text{粪便中含铬量}} \times \frac{\text{饲料中含铬量}}{\text{饲料中蛋白量}}\right) \times 100$$

$$\text{铬浓缩率}(\%) = \frac{\text{粪便中含铬量}}{\text{饲料中含铬量}} \times 100$$

表2 对不同蛋白含量饲料的蛋白质消化率

Table 2 Digestibility of different protein level of dietary

测定	配 方	I	II	III	IV	V
饲料蛋白质含量(%)		28.89	35.81	40.25	45.19	51.79
粪蛋白含量(%)		10.87	14.20	17.63	19.13	18.04
蛋白质消化率(%)		87.32	88.28	88.61	88.89	91.04

2 结果

2.1 饲料中不同蛋白质含量对消化率的影响

从表2可见,异育银鲫对蛋白质含量不同的饲料均有较高的消化率,达87%以上。随着饲料蛋白质含量的增高,其对蛋白质的消化率也有增加的趋势(图1),粪便中蛋白含量也随着饲料蛋白质含量增长而增长,但当饲料蛋白含量达48.19%以上,粪便中蛋白含量反而略有所下降。进一步对表2作相关分析,以饲料蛋白含量为自变量,蛋白质消化率为因变量,自变量和因变量相关系数 $r = 0.95$,故认为,饲料蛋白含量在28—52%范围内,蛋白质消化率与饲料蛋白含量有显著的相关关系。此外,饲料蛋白质含量(x)与蛋白质消化率(y)的线性回归关系为: $y = 82.79 + 0.15x$ (图1)。

2.2 不同水温对蛋白质消化率的影响

如表3所示,蛋白质消化率在水温25℃时为最高(87.07%),35℃时为最低(81.37%)。随着水温升高,其变化曲线呈中高两头低的形状(图2)。而蛋白质含量变化曲线有所不同(图3)。水温在20℃—25℃范围内,当水温升高时,则粪蛋白含量略有下降;水温在25℃—30℃时,粪蛋白含量有所增

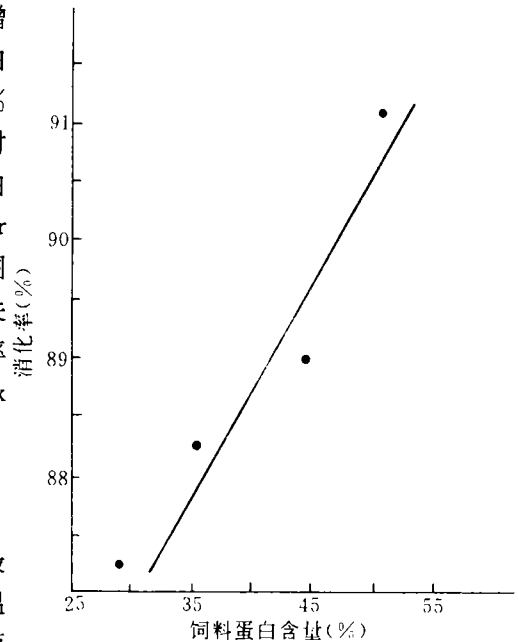


图1 饵料中蛋白质含量与蛋白质消化率的相关关系

Fig. 1 Linear relation between protein level in the diet and protein digestibility

加,而在30 C—35 C时上升很快,约为前一变化区间的3.5倍。Cr的浓缩率变化不太规则,但在水温25 C时为最高。

表3 不同水温对蛋白质消化率影响

Table 3 Effect of water temperature on protein digestibility

水温 (C)	粪便蛋白质含量 (%)	蛋白质消化率 (%)	铬浓缩率 (%)
20	16.75	82.00	2.24
25	16.50	87.07	3.07
30	17.65	83.43	2.57
35	22.12	81.37	2.86

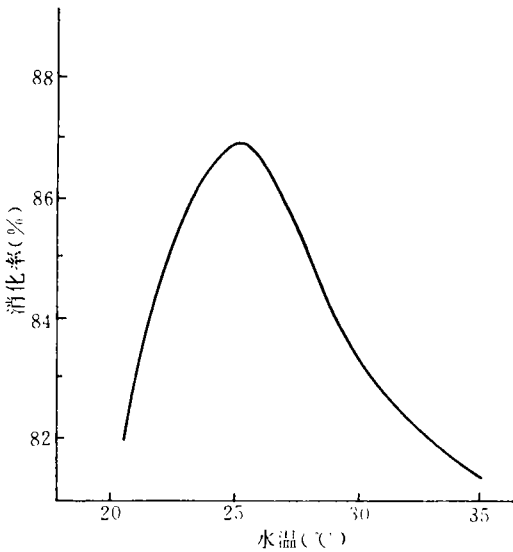


图2 水温对蛋白质消化率的影响

Fig. 2 Effect of water temperature on protein digestibility

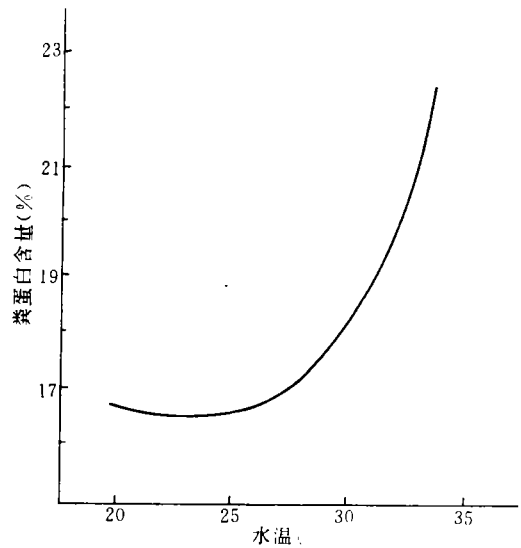


图3 水温对粪蛋白影响

Fig. 3 Effect of water temperature on protein in the excrement

2.3 不同体长对蛋白质消化率的影响

由表4可知,5—6 cm 体长组的异育银鲫对蛋白质的消化率大大低于其它体长组,仅为63.37%。当体长增长到7 cm 以上时,蛋白质消化率便达到83.27%,体长在11—13 cm 时,鱼体对蛋白质的消化率最高,为87.76%。从粪蛋白含量看,各体长组在同一水平上,而11—13 cm 体长组含量略低(17.63%)。5—6 cm 组 Cr 浓缩率很低(1.33),为其它各组的一半或三分之一,其次是7—8 cm 组,11—13 cm 组 Cr 浓缩率为最高。

表4 不同体长条件下蛋白质消化率

Table 4 Effect of different body length on protein digestibility

测定 体长 (cm)	平均体长 (cm)	粪便蛋白质含量 (%)	蛋白质消化率 (%)	铬浓缩率 (%)
5-6	5.56	20.27	63.37	1.33
7-8	7.91	18.79	83.27	2.70
11-13	12.00	17.63	87.76	3.82
14-16	15.40	20.37	85.10	3.19

3 讨论

3.1 饲料中蛋白质含量对消化率影响

能势健嗣[桥本芳郎,1980年中译本]曾对鲤鱼作过类似的试验,结果表明:鲤鱼对蛋白质的消化率随饲料中蛋白质含量降低而降低。桥本芳郎认为:饲料中蛋白质含量减少后,内源性氮比例上升,导致表观消化率降低。本实验表明:鲫鱼同鲤鱼一样,蛋白质表观消化率受到饲料中蛋白含量的影响。从数理统计上也进一步证明:二者的相关关系是线性的。由表2可见,随着饲料中蛋白含量的增加,粪便中蛋白的增加量有减少的趋势。如配方 I 和配方 II 之间饲料蛋白增加了6.92%,粪蛋白增加了3.33%;配方 III 与配方 IV 之间,饲料蛋白增加了7.94%,而粪蛋白仅增加1.5%;配方 IV 与 V 之间,甚至还出现负增加。假设体长一定时内源性氮不变,可以认为当饲料蛋白含量增加时,其表观消化率的增加,除了内源性氮比例减少外,粪便中食物残渣蛋白减少也是一个原因。

3.2 水温对消化率的影响

水温对蛋白质消化率是有一定的影响。从表3看,这种影响并不表现为正相关,而是在25℃左右有一个最佳点。此点前后随水温升高或降低,消化率均迅速降低,这可能与消化酶在不同温度下的活性有关。20℃-30℃为其适宜范围,25℃是最适点。当水温在35℃时,由于消化酶的活性大大降低,导致粪便中蛋白质含量明显上升。Cr 浓缩率受肠蠕动速度影响大一些,水温适宜时,鱼的摄食量增加,消化功能增强,导致 Cr 浓缩率增加,如水温25℃时,Cr 浓缩率为3.07,水温为35℃时,鲫鱼虽大量进食,肠的蠕动较快,Cr 浓缩率较高,但因消化酶的活性较低,故消化率也较低。

3.3 体长对消化率的影响

据测定,体长为6 cm 的异育银鲫,重量在8 g 左右,而体长为7 cm 时,鱼体重为13 g 左右。体长为5-6 cm 左右的异育银鲫,粪蛋白含量为20.27%,与其它体长组鱼差别不大,而 Cr 浓缩率为1.33,仅其它体长组鱼的1/3-1/2。由此可以推测,该体长组鱼的消化机能不完善,不是由于酶活力差引起,而是由肠组织结构发育不全,蠕动能力差所致。体长为12 cm 左右的鱼,粪蛋白含量最低,Cr 浓缩率最高,蛋白质消化率也最高。北御门等[桥本芳郎,1980年中译本]在

测定虹鳟对饲料蛋白的消化率过程亦观察到这一现象。在养殖上,这一体长组鱼正处于生长发育盛期,故应根据其消化机能特点,对饲料中蛋白质含量予以充分的保证,以促进其生长。

参 考 文 献

- [1] 王叔淳,1988.食品卫生检验技术,151-152.化学工业出版社(京)。
[2] 桥本芳郎(蔡完其译),1980.养鱼饲料学,46-54.农业出版社(京)。
[3] McGinnis, A. J. and Robert Kasting, 1964. Colorimetric analysis of chromic oxide used to study food utilization by phthopagous insects. *Agricul food chem*, 12(3):259-262.

THE STUDY OF PROTEIN DIGESTIBILITY OF GYNOGENETIC CRUCIAN CARP

Shen Xiaomin, Liu Yongfa and Tang Reiyng

(*East China Sea Fisheries Research Institute, Shanghai 200090*)

Yang Guoquan

(*Company of Food Exploitation in East Lake of Tongling City of Anhui Province, 244000*)

ABSTRACT This paper deal with the protein digestibility of gynogenetic crucian carp and its changes in different protein levels, water temperatures and body length. The results showed: (1)There was a positive linear relation between dietary protein level and protein digestibility of the fish. (2)The velue of protein digestibility was the biggest when water temperature was 25 C. But when water temperature rose up to 35 C the percent of protein in excrement was the biggest because of lower level of digestive ferment active in spite of rich excrement and high ratio of excrement concentration at this point. (3)Protein digestibility was much lower in the group of body length below 6 cm than in other groups. Based on the group below 6 cm was not perfect. This was caused by the structure of alimentary canal wall which did not develop perfectly, not by the factor of digestive ferment active. The digestibility of the fish whose body length was above 7 cm only changed in the small region.

KEYWORDS gynogenetic crucian carp(*Carassius auratus gibelio*), protein, digestibility, water temperature, body length