

鲇的消化能力与营养价值分析

向 泉^① 叶元土^{②*} 周兴华^① 林仕梅^③ 罗 莉^③

①西南农业大学荣昌校区水产学院 重庆 荣昌 402460;

②苏州大学 苏州 215006; ③西南农业大学 重庆 400716)

摘要: 采用常规方法测定了鲇 (*Silurus asotus*) 的消化道指数, 其比肠长、比胃重、比肠重、比肝胰脏重和比内脏重分别为 0.726 ± 0.087 、 0.027 ± 0.015 、 0.013 ± 0.008 、 0.022 ± 0.004 和 0.081 ± 0.041 。体重与体长的回归方程 $Y = 0.0124X^{2.8451}$ ($r = 0.9940$, $P < 0.01$); 鲇的胃、前肠、中肠和后肠中消化液的 pH 值分别为: 4.8~6.2、6.6~7.0、6.9~7.5、7.2~7.7, 且消化道各部分具有较高的蛋白酶和淀粉酶活性, 蛋白酶的活性为前肠 > 胰脏 > 胃 > 中肠 > 后肠; 而淀粉酶的活性则为胰脏 > 胃 > 前肠 > 中肠 > 后肠; 肌肉中粗蛋白的含量 18.81%, 粗脂肪含量 1.52%; 必需氨基酸含量占氨基酸总量的 44.51%, 鲜味氨基酸含量占氨基酸总量的 45.98%, 综合肌肉的常规营养成分和氨基酸分析的结果, 鲇是一种营养价值较高的优质鱼类。

关键词: 鲇; 消化能力; 营养价值; 消化道指数

中图分类号: S963, Q493 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)06-65-05

Digestive Ability and Nutritive Value of *Silurus asotus*

XIANG Xiao^① YE Yuan-Tu^② ZHOU Xing-Hua^① LIN Shi-Mei^③ LUO Li^③

① College of Fisheries, Southwest Agricultural University, Chongqing 402460;

② Suzhou University, Suzhou 215006; ③ Southwest Agricultural University, Chongqing 400716, China)

Abstract: The digestive tube indices of *Silurus asotus* were evaluated. The ratio of intestine length to body length was 0.726 ± 0.087 , while the ratio of stomach, intestine, hepatopancreas or viscera weight to body weight were 0.027 ± 0.015 , 0.013 ± 0.008 , 0.022 ± 0.004 , and 0.081 ± 0.041 , respectively. The regression of body weight with body length was $Y = 0.0124X^{2.8451}$ ($r = 0.9940$, $P < 0.01$). The pH value of stomach, anterior intestine, middle intestine, posterior intestine and hepatopancreas were 4.8 - 6.2, 6.6 - 7.0, 6.9 - 7.5, and 7.2 - 7.7, respectively. The protease activity and amylase activity were measured in the digestive gut. It was shown that the activity of protease was arranged in the order of anterior intestine > hepatopancreas > stomach > middle intestine > posterior intestine and the activity of amylase was in the order of hepatopancreas > stomach > anterior intestine > middle intestine > posterior intestine. The crude protein proportion in the muscle was 18.81% and the crude fat proportion was 1.52%. The essential amino acids accounted for 44.51% of total amino acids, and the delicious amino acid accounted for 45.98% of total amino acids. It is indicated that the nutritive value of *Silurus asotus* is higher than that of the common carp or grass carp.

Key words: *Silurus asotus*; Digestive ability; Nutritive values; Digestive tube index

* 通讯作者;

第一作者介绍 向泉,男,31岁,讲师,硕士;主要从事水产动物营养与饲料的研究工作;E-mail:xiangxiaot@163.com。

收稿日期:2004-01-20,修回日期:2004-09-13

鲈 (*Silurus asotus*) 为鲈形目鲈科中生长较快的一种经济鱼类。肉质鲜美, 具有较高的食用价值^[1]。由于人为的过度捕捞, 江河中的资源量逐渐减少, 为了保护江河鱼类资源, 进行鲈的人工繁殖和养殖已经势在必行。本文旨在对鲈的消化能力和营养价值进行初步研究, 以探讨鲈的经济价值和人工养殖的潜力。

1 材料与方 法

1.1 材料 鲈为嘉陵江北碛江段捕获的天然野生鱼。共计 150 尾。体长 14.2 ~ 35.2 cm, 体重 21.9 ~ 366.5 g。

1.2 试验处理 将鲈暂养后, 按照常规的方法进行解剖, 测定其体长、体重、肠长、肠重、胃重、肝胰脏重及胴体重, 计算鲈的消化系统指数。

1.3 试验方法 采用精密 pH 试纸测定鲈的消化液 pH 值, 参照尾崎久雄等^[2]的方法测定鲈的比肠长(肠长与体长之比)、比胃重、比肠重、比肝胰脏重、比内脏重(分别以胃重、肠重、肝胰脏重、内脏重与体重之比)等消化道指数; 采用 Folin-酚法和次碘酸法测定鲈胃、肠、肝胰脏的蛋白酶和淀粉酶的活性^[3]。

1.4 营养成分的测定 按常规方法测定鲈肌肉中粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、水分及 Ca、P 的含量^[4]; 用 835-50 氨基酸自动分析仪测定肌肉中氨基酸含量。

1.5 营养评价方法 将所测得必需氨基酸换算成每 g

蛋白质中含氨基酸 mg 数, 与 1973 年 FAO/WHO 暂定氨基酸的计分模式和以鸡蛋蛋白质作为理想蛋白质进行比较, 并按下式计算氨基酸分(AAS)、化学分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)^[5,6]。

氨基酸分(AAS) =

$$\frac{\text{每克待评蛋白质中必需氨基酸含量(mg)}}{\text{FAO/WHO 模式中每克蛋白质相应必需氨基酸含量(mg)}} \times 100$$

化学分(CS) =

$$\frac{\text{每克待评蛋白质中必需氨基酸含量(mg)}}{\text{每克鸡蛋蛋白质中相应必需氨基酸含量(mg)}} \times 100$$

必需氨基酸指数(EAAI) =

$$n \sqrt{\frac{\text{赖氨酸}^p}{\text{赖氨酸}^s} \times 100 \times \frac{\text{亮氨酸}^p}{\text{亮氨酸}^s} \times 100 \cdots \times \frac{\text{苏氨酸}^p}{\text{苏氨酸}^s} \times 100}$$

其中: n: 比较的必需氨基酸数; p: 待评蛋白质的氨基酸; s: 鸡蛋蛋白质的氨基酸。

1.6 统计分析 采用 SPSS 11.0 for Windows 对数据进行方差分析, 若达到显著差异, 则进行 Tukey 多重比较。显著水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与讨论

2.1 消化道指数 鲈消化道指数的测定结果见表 1, 相应回归方程见表 2 和图 1。

表 1 鲈的消化道指数 (n = 65)

项目	体重(g)	体长(cm)	比肠长	比胃重	比肠重	比肝胰脏重	比内脏重
范围	21.9 ~ 366.5	14.2 ~ 37.1	0.552 ~ 1.408	0.012 ~ 0.033	0.009 ~ 0.020	0.011 ~ 0.031	0.075 ~ 0.113
平均值	125.7	21.4	0.726	0.027	0.013	0.022	0.081
标准差	81.4	7.3	0.087	0.015	0.008	0.004	0.041

表 2 鲈消化道指数与体长、体重的回归方程 (n = 50)

项目	回归方程	相关系数(r)	标准差(S)	显著性
体重与体长	$Y = 0.0124X^{2.8451}$	0.9940	0.83652	极显著
比肠长与体长	$Y = 0.0328X + 0.1188$	0.9606	0.16027	极显著
比胃重与体重	$Y = 0.0997X^{-0.3791}$	0.8969	0.44379	显著
比肠重与体重	$Y = 0.0369X^{-0.2067}$	0.8198	0.20391	显著
比肝胰脏重与体重	$Y = 0.0309 - 0.00006X$	0.9791	0.01547	极显著
比内脏重与体重	$Y = 0.1519X^{-0.1139}$	0.9129	0.00465	极显著

由表 1、2 可知, 鲈的体重与体长的回归方程 $Y = 0.0124X^{2.8451}$ ($r = 0.9940, P < 0.01$) 与鱼类生长的一般模式: $W = aL^b$ 相一致, 其中 b 值为 2.8451。比肠长 0.726 ± 0.087 大于大鳍鲢 0.531, 与鳊 0.966 和鳙 0.708 ~ 0.816 接近^[2]; 比胃重 0.027 ± 0.015 与虹鳟 0.0163 ~ 0.0245 接近^[2]; 比肝胰脏重 0.022 ± 0.004 , 大于虹鳟的 0.0149 ^[2] 和大鳍鲢 0.008; 比肠重为 0.013 ± 0.008 , 与大

鳍鲢 0.017 接近, 低于杂食性的鲤 2.64、草食性的草鱼 2.55、滤食的鲢 3.0 ~ 7.8^[2]。鲈的比胃重、比肠重、比肝胰脏重、比内脏重均随其体重的增加而呈现出下降的趋势, 且具有相似的变化趋势。说明小幼鱼的比胃重、比肠重、比肝胰脏重和比内脏重相对较大, 此时主要是通过摄取大量的食物来满足其生长发育的需要。随着鱼体的增长, 其比胃重、比肠重、比肝胰脏重和比内脏

重则相对降低,此时鱼体则通过提高对饲料的消化能力,提高饲料利用率来满足自身发育所需的能量,而比肠长则出现随其体长的增加而相应增加的线性关系

(表2,图1)。同时,结合鲈消化道内的食物组成,可看出鲈与尾崎久雄等^[2]所描述的一般肉食性鱼类的基本特征相一致。

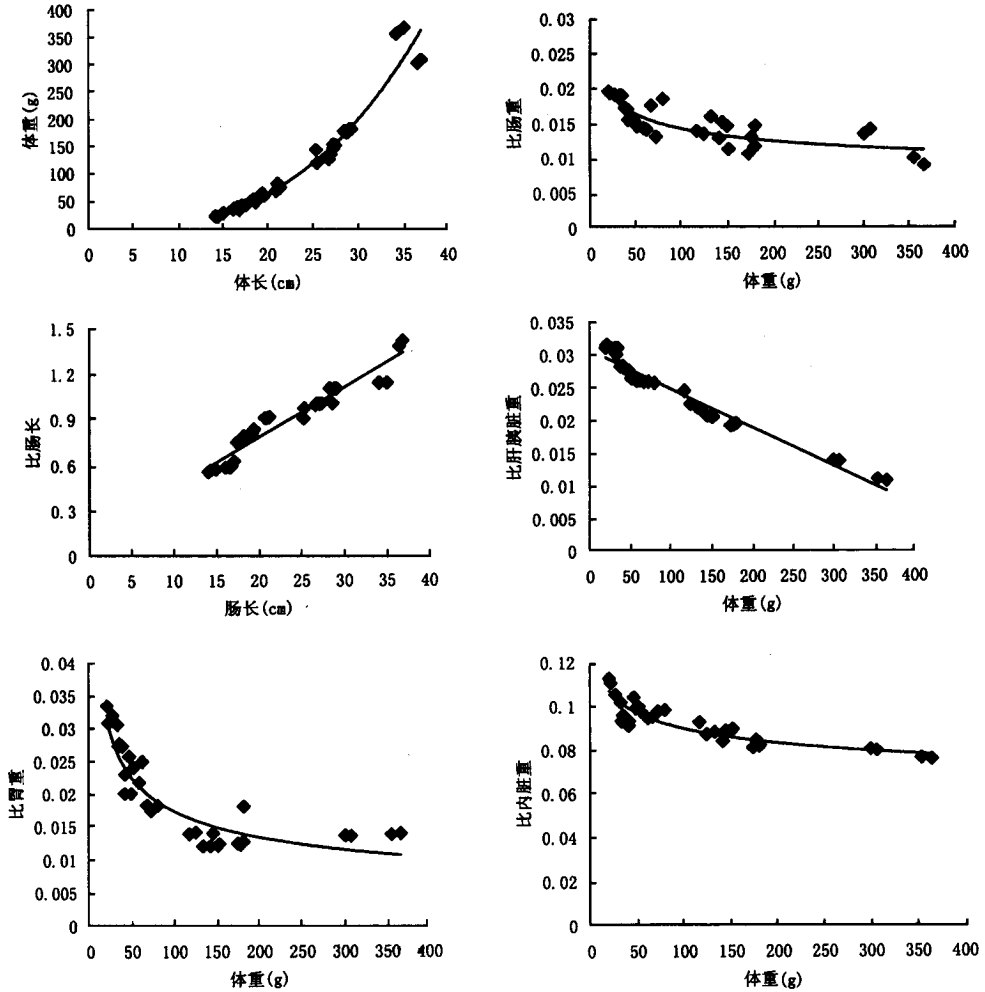


图1 鲈的消化道指数与体长、体重的回归曲线

2.2 消化道内的食物组成、消化液 pH 值及消化系统酶活力 将所捕获的鲈解剖后,用解剖镜对其胃及前、中、后肠中的食物成分进行观察和分析,结果发现嘉陵江北碕江段中鲈的消化道内主要食物组成有枝角类、轮虫、虾类、摇蚊幼虫、小杂鱼类、螺类、蚌类及一些水生昆虫等。其食物种类均为一些动物性食物。同时,用精密 pH 试纸测定鲈的胃及前、中、后肠中消化液的 pH 值。其结果为:胃及前肠、中肠和后肠中消化液的 pH 值分别为:4.8~6.2、6.6~7.0、6.9~7.5、7.2~7.7。鲈胃液的 pH 值呈酸性,而肠道消化液的 pH 值则在 7.0 左右。说明其胃液 pH 值与肠道的差异较大,而肠道从前到后的 pH 值则变化较小。

鲈胃、前肠、中肠、后肠和肝胰脏中蛋白酶和淀粉酶的活力结果见表 3。由表 3 可知,鲈的消化道具有较高的蛋白酶和淀粉酶活性。从酶活性的大小来看,蛋白酶的活性为前肠>胰脏>胃>中肠>后肠;而淀粉酶的活性则为胰脏>胃>前肠>后肠>中肠。鲈的后肠蛋白酶和淀粉酶的活性均为最低。由于鲈消化道从胃到后肠,其消化液 pH 值的变化较大(从胃液中的 4.8~6.2 到后肠中的 7.2~7.7),有助于消化道各部分中酶作用的发挥。说明鲈消化道前部对饲料蛋白质和淀粉有较强的消化能力。

2.3 鲈的营养成分分析 鲈肌肉中常规营养成分(水分、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、Ca、P)的测定结果见表 4。

鱼类肌肉营养的丰富水平,主要取决于其蛋白质含量的高低。从表 4 可知,大鲇肌肉中所含粗蛋白含量为 18.81%,与乌鳢(19.50%)^[7]、大鳍鲮(18.50%)^[8]接近,高于淡水白鲢(17.34%)^[7]和团头鲂(18.32%)^[9],且明

显地高于鸡蛋(12.8%)^[6];粗脂肪含量为 1.52%,低于大鳍鲮(2.89%)^[8],与乌鳢(1.14%)^[7]接近。同时 Ca、P 含量也较高。

表 3 鲇消化道各部分蛋白酶和淀粉酶活性比较(平均数 ± 标准误)

	胃	前肠	中肠	后肠	胰脏
蛋白酶(μg/g·min)	152.27 ± 3.53 ^c	254.55 ± 2.74 ^a	75.55 ± 2.69 ^d	64.59 ± 3.16 ^e	179.08 ± 1.97 ^b
淀粉酶(mg/g·h)	242.05 ± 4.24 ^b	196.67 ± 1.59 ^c	166.41 ± 1.06 ^d	151.28 ± 2.25 ^e	1 013.58 ± 4.83 ^a

表格中所给数据为平均数及 10 次重复的标准误,平均数后不同的上标表示差异显著

表 4 鲇肌肉的常规营养成分(%)

项目	体重(g)	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分	Ca	P
范围	21.9~366.5	74.82~79.35	16.87~21.04	1.37~1.83	1.79~2.06	0.05~0.16	0.17~0.31
平均值	125.7	76.55	19.26	1.52	1.97	0.09	0.22
标准差	81.4	10.02	2.65	1.23	1.09	0.03	0.07

2.4 鲇肌肉氨基酸的组成与含量

2.4.1 氨基酸的组成及含量 表 5 可知,鲇肌肉中共检测出 18 种氨基酸,氨基酸总量为 81.09 g/100 g,其中谷氨酸的含量最高(14.97%),占氨基酸总量的 18.46%,其次为天冬氨酸(8.54%)、赖氨酸(7.96%)、亮氨酸(7.19%)等,含量最低的为胱氨酸(0.44%),仅占

氨基酸总量的 0.54%,这种含量高低的分布与大鳍鲮^[8]、中华鳖^[9]、鳊鱼^[11]等基本一致。由表 6 可知,鲇肌肉中必需氨基酸量(36.09%)占氨基酸总量的百分比(44.51%)、必需氨基酸占非必需氨基酸的百分比(78.96%),均与齐口裂腹鱼^[12]接近,而明显高于其它鱼类。

表 5 鲇肌肉氨基酸的含量(g/100 g 干重)

氨基酸	含量	氨基酸	含量	氨基酸	含量
天冬氨酸(Asp)*	8.54	谷氨酸(Glu)*	14.97	丙氨酸(Ala)*	4.69
苏氨酸(Thr)	3.98	丝氨酸(Ser)	3.32	苯丙氨酸(Phe)	3.40
甲硫氨酸(Met)	2.32	异亮氨酸(Ile)	3.68	氨基酸总量 ΣAA	81.09
亮氨酸(Leu)	7.19	酪氨酸(Tyr)	2.67	必需氨基酸总量	35.53
脯氨酸(Pro)	2.50	赖氨酸(Lys)	7.96	必需氨基酸/氨基酸总量(%)	44.51
缬氨酸(Val)	3.89	胱氨酸(Cys)	0.44	必需氨基酸/非必需氨基酸(%)	78.96
色氨酸(Trp)	0.56	甘氨酸(Gly)*	3.41	必需氨基酸指数	89.86
精氨酸(Arg)*	5.42	组氨酸(His)	2.15	鲜味氨基酸总量	37.03

* 为鲜味氨基酸

2.4.2 营养价值评价 一种营养价值较高的食物蛋白质不仅所含的必需氨基酸种类要齐全而且必需氨基酸之间的比例也要适宜,最好能与人体所需的 8 种必需氨基酸的含量相符合。这样必需氨基酸的吸收最完全,营养价值最高^[5]。1973 年 WHO/FAO 根据婴儿对必需氨基酸的需要量提出了以鸡蛋为食物营养价值的评定标准。由表 6 可知,鲇肌肉氨基酸分除色氨酸外大都接近或高于 100,说明鲇肌肉中必需氨基酸含量较符合 FAO/WHO 模式,且总量也超过 FAO/WHO 计分模式。从鲇肌肉的氨基酸化学分看,亮氨酸、异亮氨酸等 4 种必需氨基酸接近或高于 100,而蛋氨酸、色氨酸等 4 种

必需氨基酸低于 100,说明鲇肌肉必需氨基酸组成与鸡蛋必需氨基酸有一定的差异。鲇肌肉第一限制性氨基酸为色氨酸,其氨基酸分和化学分分别为 70 和 41,与鳊鱼^[7]、齐口裂腹鱼^[12]等相似。其必需氨基酸指数(89.86)则与黄颡鱼(74.34)^[13]接近,而高于其它鱼类^[9,12]。

2.4.3 鲇肌肉中的鲜味氨基酸 动物蛋白味道的鲜美程度与其中所含谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸等鲜味氨基酸含量有关^[6]。由表 5 可知,鲇肌肉鲜味氨基酸含量为 37.03%,高于黄颡鱼(26.32%)^[13]。与大鳍鲮(29.7%)^[8]、泥鳅(29.93%)^[14]和斑点叉尾鲷

(30.04%)^[15]、乌鳢(32.16%)^[7]等接近。

·表6 鲈肌肉必需氨基酸含量(mg/g蛋白质)

比值、氨基酸分及化学分

必需氨基酸 EAA	鲈	氨基酸分 化学分			
		FAO 模式	鸡蛋 蛋白	AAS	CS
异亮氨酸(Ileu)	45	40	49	113	92
亮氨酸(Leu)	88	70	66	126	133
赖氨酸(Lys)	97	55	66	176	147
甲硫氨酸+胱氨酸 (Met + Cys)	34	35	47	97	72
苯丙氨酸+酪氨酸 (Phe + Tyr)	74	60	86	123	86
苏氨酸(Thr)	48	40	45	120	107
缬氨酸(Val)	47	50	54	94	87
色氨酸(Trp)	7	10	17	70	41
总计	440	360	430		

鲈肌肉中含有丰富全面的营养物质,蛋白质的含量较高。氨基酸种类齐全,其中必需氨基酸含量较高,具有较高的营养价值。鲈肌肉中鲜味氨基酸的含量也较高,肉质鲜美。鲈是一种营养价值较高的经济鱼类。

参 考 文 献

- [1] 丁瑞华.四川鱼类志.成都:四川科技出版社,1994,125~126.
- [2] 尾崎久雄著(吴尚忠译).鱼类消化生理(上、下).上海:上海科技出版社,1985,105~108.

- [3] 叶元土.鲤鱼肠道、肝胰脏淀粉酶活力研究.水产科学,1992,11(2):21~25.
- [4] 杨胜.饲料分析及饲料质量检测技术.北京:北京农业大学出版社,1993.
- [5] 江伟珣,刘毅.营养与食品化学.北京:北京医科大学和中国协和医科大学联合出版社,1992,4~14.
- [6] 刘纯洁,张娟婷(编译).食品添加剂手册.北京:中国展望出版社,1988,157~160.
- [7] 聂国兴,傅艳茹,张浩等.乌鳢肌肉营养成分分析.淡水渔业,2002,32(3):46~48.
- [8] 向泉,叶元土,周兴华等.大鳍鲤的消化能力和营养价值.水产学报,2003,27(4):371~376.
- [9] 王道尊,刘玉芳.青鱼、草鱼、团头鲂及其天然饲料生化组成的分析.水产科技情报,1987,24(4):11~16.
- [10] 张鉴光.鲫鱼肌肉水解氨基酸和游离氨基酸的初步研究.水生生物学报,1998,12(2):181~185.
- [11] 严安生,熊传喜,周志军等.异育银鲫的含肉率及营养评定.水利渔业,1998,18(3):16~19.
- [12] 温安祥,曾静康,何涛.齐口裂腹鱼肌肉的营养成分分析.水利渔业,2003,23(1):13~16.
- [13] 叶元土,林仕梅,罗莉等.黄颡鱼消化能力与营养价值的研究.大连水产学院学报,1997,12(2):23~30.
- [14] 赵振山,高贵琴,印杰等.泥鳅和大鳞副泥鳅营养成分分析.水利渔业,1999,19(3):16~17.
- [15] 蔡焰值.斑点叉尾鲷营养成分分析.水产科技,1998(3):24~26.