

研究简报

# 池养条件下不同规格鳗鲡的粗蛋白与氨基酸含量的研究\*

常 青 熊邦喜 龙良启

(华中农业大学水产学院, 武汉 430070)

## A STUDY OF CRUDE PROTEIN AND AMINO ACIDS OF DIFFERENT SIZES CULTURED EEL (*Anguilla japonica*)

Chang Qing, Xiong Bangxi and Long Liangqi

(Fisheries College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)

关键词 鳗鲡、粗蛋白、氨基酸

Key words *Anguilla japonica*, Crude protein, Amino acid

鳗鲡(*Anguilla japonica* Temminsk et Schlegel)又称河鳗、白鳝等,其营养丰富,肉味鲜美,深受人们的喜爱。近年来养鳗业蓬勃发展,产品位于水产品出口创汇的前列。但是国内对于鳗鲡的营养基础研究仍然滞后,阻碍了养鳗业的持续发展。蛋白质是鱼体重要的组成部分,而饲料中所含粗蛋白和氨基酸的量对鳗鲡这种肉食性鱼类而言显得尤为重要。国外对成鳗的粗蛋白含量及肌肉的游离氨基酸组成、含量进行了分析<sup>[1-2]</sup>,并确定了鳗鲡必需氨基酸的种类及其需要量。国内对于鳗鲡生化成分的研究报道较少。仅谢刚等对天然成鳗的氨基酸组成进行了分析<sup>[3]</sup>。由此可见,国内外对鳗鲡的粗蛋白和氨基酸的研究都侧重于成鳗。为此本文对饲养条件下不同规格鳗鲡的粗蛋白与氨基酸进行了分析,旨在充实鱼类营养学内容,并为不同规格鳗鲡的养殖和系列配套饲料生产提供依据。

### 1 材料与方法

试验鳗鱼购自福建养鳗场。将购回的三种规格鳗鲡在水泥池中暂养,水温保持在 $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,每天投饵一次,所投饵料的配方及营养成分见表1。待其正常摄食二周后进行取样。取样前停食1d,选取5g以下的仔鳗(Eel fry)15尾,5至15g的幼鳗(Eel fingerling)49尾,100g以上的成鳗(Adult eel)14尾,共分3组,测量其形态和称重,然后去除头部和内脏,将同一规格的鳗鲡剁碎混合、搅碎,在70—80°C烘干至恒重,磨碎,供鱼体成分测定。

\* 湖北省自然基金项目内容(93J20)

1996年7月20日收到; 1997年3月17日修回。

表 1 饲料的配方组成和营养成分  
Tab. 1 Feed formula and nutrient composition

配方组成 (%) Ingredients			营养成分 (%) Nutrient composition		
白鱼粉	White fishmeal	65	粗蛋白	Crude protein	48.20
肝粉	Liver meal	1	粗脂肪	Crude fat	4.28
酵母粉	Yeast meal	2	淀粉	Starch	23.26
谷粉	Gluten meal	2	粗灰分	Crude ash	15.15
$\alpha$ -淀粉	$\alpha$ -Starch	27.3	粗纤维	Crude fiber	2.28
混合维生素	Vitamin mixture	1	水分	Moisture	6.61
混合无机盐	Mineral mixture	1.7	其它	Others	0.22

将烘干粉碎后的样品用微量凯氏定氮法测定粗蛋白含量。除色氨酸采用碱水解法外，其余所测氨基酸均用酸水解法后用日立 835-50型氨基酸自动分析仪分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 粗蛋白含量

三种规格鳗鲡粗蛋白含量测定结果为仔鳗 64.47%，幼鳗 59.95%，成鳗 37.09%（表 2），方差分析表明，

表 2 鳗鲡的粗蛋白含量(占干物质的百分比)

Tab. 2 The contents of crude protein of eel (percentage of drymatter)

		仔 鳗	幼 鳗	成 鳗
		Eel fry	Eel fingerling	Adult eel
全长	Total-length	17.40±0.34	23.83±0.48	42.83±0.84
体重	Weight	3.96±0.20	11.29±0.69	120.48±0.58
粗蛋白含量	The content of crude protein	64.47±0.26	59.95±0.16	37.09±0.17

三种规格鳗鲡的粗蛋白含量之间存在着极显著的差异( $p < 0.01$ )。从仔鳗到成鳗，随着体长、体重的增加，其粗蛋白含量不断降低。表现出明显的负相关( $Y = 63.96 - 0.22X$ ,  $r = 0.995$ )（图 1）。一般认为，仔、幼鱼阶段机体的新陈代谢旺盛，同化作用大于异化作用，因而蛋白质在体内不断积累，反映在体长与体重的相对增长速度较快，氮在体内处于平衡状态。粗蛋白的百分含量在三种不同规格鳗鱼中的测定结果为仔鳗 > 幼鳗 > 成鳗。

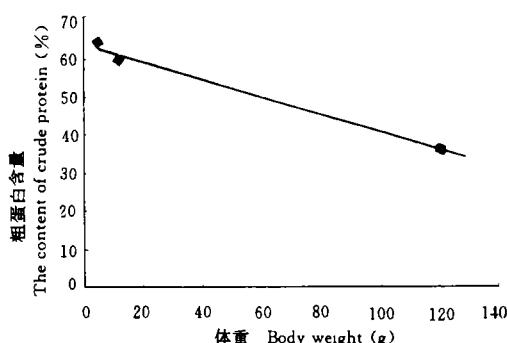


图 1 鳗鲡体重与粗蛋白的关系

Fig. 1 The relationship between body weight and crude protein of eel

相应也呈现出仔鳗 > 幼鳗 > 成鳗。三种规格间的 10 种必需氨基酸总含量(占干物质的百分比)方差分

### 2.2 氨基酸的组成与含量

2.2.1 必需氨基酸 三种规格鳗鲡的 10 种必需氨基酸组成与含量列于表 3。除色氨酸外，其余 9 种必需氨基酸的含量都是仔鳗最高，幼鳗次之，成鳗最低。因此 10 种必需氨基酸含量之和

表3 三种规格鳗鲡的必需氨基酸组成和含量(占干物质百分比)

Tab.3 The composition and content of essential amino acid of three sizes eel (percentage of dry matter)

	仔 鳗 Eel fry	幼 鳗 Eel fingerling	成 鳗 Adult eel
苏氨酸 Thr	2.33 (3.61)	2.18 (3.64)	1.30 (3.50)
缬氨酸 Val	2.61 (4.05)	2.42 (4.04)	1.45 (3.91)
蛋氨酸 Met	0.98 (1.52)	1.07 (1.78)	1.49 (1.32)
异亮氨酸 Ile	2.35 (3.65)	2.18 (3.64)	1.30 (3.50)
亮氨酸 Leu	3.87 (6.00)	3.58 (5.97)	2.14 (5.77)
苯丙氨酸 Phe	2.07 (3.21)	1.91 (3.19)	1.15 (3.10)
赖氨酸 Lys	4.24 (6.58)	3.91 (6.52)	2.33 (6.28)
组氨酸 His	1.65 (2.56)	1.52 (2.54)	0.98 (2.64)
精氨酸 Arg	3.74 (5.80)	3.63 (6.06)	2.14 (5.77)
色氨酸 Try	0.07 (0.11)	0.10 (0.17)	0.16 (0.43)
合 计 Total	23.91 (37.09)	22.50 (37.55)	13.44 (36.22)

注: 括号内氨基酸占粗蛋白的百分比 The number representing amino acid percentage of crude protein in parentheses

析表明差异极显著( $p < 0.01$ ),但是必需氨基酸总量占蛋白质的百分含量差异不显著( $p > 0.05$ )。

从单个必需氨基酸的含量看,赖氨酸含量最高,仔鳗为4.24%,幼鳗为3.91%,成鳗为2.33%;而色氨酸含量最低,仔鳗为0.07%,幼鳗为0.10%,成鳗为0.16%。此外,单个必需氨基酸占蛋白质的百分比在不同规格鳗鲡之间差别不大。10种必需氨基酸的总量和单个含量(占干物质百分比)在不同规格之间存在的差异与粗蛋白含量变化趋势完全相同。以必需氨基酸占粗蛋白的百分比来计算,则总量和单个含量在仔、幼、成鳗之间都很相近。表明不同规格鳗鲡鱼体的必需氨基酸种类和相对含量基本相同。这与Ostrowski等<sup>[4]</sup>研究鲯鳅*Coryphaena hippurus*, Wilson等<sup>[5]</sup>研究斑点叉尾鮰*Ictalurus punctatus*在不同大小鱼体中氨基酸组成情况相类似。由此可见,鳗鲡不同规格鱼体中蛋白质的主要差别不在于质,而在于

表4 三种规格鳗鲡非必需氨基酸组成和含量(占干物质百分比)

Tab.4 The composition and content of non-essential amino acid of three sizes eel (percentage of dry matter)

	仔 鳗 Eel fry	幼 鳗 Eel fingerling	成 鳗 Adult eel
天门冬氨酸 Asp	5.10 (7.91)	4.76 (7.94)	2.82 (7.60)
丝氨酸 Ser	2.20 (3.41)	1.98 (3.30)	1.20 (3.24)
谷氨酸 Glu	8.28 (12.84)	7.77 (12.96)	4.55 (12.27)
甘氨酸 Gly	5.07 (7.86)	5.37 (8.96)	3.25 (8.76)
丙氨酸 Ala	3.88 (6.02)	3.85 (6.42)	2.36 (6.36)
胱氨酸 Cys	0.48 (0.74)	0.37 (0.62)	0.25 (0.67)
酪氨酸 Tyr	1.26 (1.95)	1.06 (1.77)	0.64 (1.73)
脯氨酸 Pro	3.07 (4.76)	3.21 (5.35)	1.94 (5.23)
合计 Total	29.34 (45.49)	28.37 (47.32)	17.01 (45.86)

注: 括号内示氨基酸占粗蛋白的百分比 The number representing amino acid percentage of crude protein in parentheses.

量。即必需氨基酸相对含量相近,只是粗蛋白含量相差较大。

**2.2.2 非必需氨基酸** 在非必需氨基酸的组成中,谷氨酸的含量最高,仔鳗为 8.28%,幼鳗为 7.77%,成鳗为 4.55%;而胱氨酸的含量最低,仔鳗为 0.48%,幼鳗为 0.37%,成鳗为 0.25%。从表 4 看出,无论是单个非必需氨基酸的含量,还是 8 种非必需氨基酸含量之和,其干物质含量变化为仔鳗 > 幼鳗 > 成鳗。方差分析表明不同规格间的非必需氨基酸总量差异极显著( $p < 0.01$ ),但是非必需氨基酸总量占蛋白质的百分比差异不显著( $p > 0.05$ )。

在非必需氨基酸中,谷氨酸、甘氨酸、天门冬氨酸、丙氨酸被称为四种鲜味氨基酸。它们的总和在仔鳗为 22.33%,幼鳗为 21.75%,成鳗为 12.98%。

### 3 讨论

粗蛋白的百分含量在三种不同规格鳗鱼中表现出仔鳗 > 幼鳗 > 成鳗的趋势。由此可见,在鳗鱼饲料研制上合理提高仔鳗和幼鳗的蛋白质比例,以满足鱼体生长的需要是有理论依据的。

表 5 必需氨基酸需要量及其 A/E 值和鳗鲡鱼体的 A/E 值

Tab.5 Amino acid requirement values and A/E ratios of requirement and whole body tissue of eel

氨基酸 Amino acid	需要量 <sup>a</sup> Requirement values	A/E 值 <sup>b</sup> (A/E ratios) Requirement values	(A/E ratios)		
			仔 鳗 Eel fry	幼 鳗 Eel	成 鳗 Adult eel
					fingerling
苏氨酸 Thr	3.6	115	95	95	95
氨酸 Val	3.2	102	107	106	106
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	3.1	99	60	63	54
异亮氨酸 Ile	3.6	115	96	95	95
亮氨酸 Leu	4.1	131	159	156	156
苯丙氨酸 Phe	—	—	85	84	84
赖氨酸 Lys	5.0	159	174	171	170
组氨酸 His	1.8	57	68	67	72
精氨酸 Arg	6.0	191	153	159	156
色氨酸 Try	1.0	32	3	4	12

注: a: 引自参考资料 [7] Quoted from reference [7]

b: A/E 值 = [ 必需氨基酸含量 / 所有必需氨基酸总和(包括胱氨酸) ] × 1000 A / E ratio = [(essential amino acid content / total essential amino acids content including cystine) × 1000]

目前对于氨基酸需要量的定量研究还不完善。国外有不少学者通过分析鱼体必需氨基酸组成与含量来估算其对饲料必需氨基酸的需要量<sup>[6,7]</sup>,用鱼体必需氨基酸的 A / E 值来表示鱼体必需氨基酸的组成模式<sup>[4]</sup>,为饲料中必需氨基酸的添加量提供参考。本试验在计算了 A / E 值后,将必需氨基酸的需要量与所测鳗体氨基酸含量进行比较(表 5)。发现各 A / E 值在需要量与鳗体之间差别很小。只有蛋氨酸 + 胱氨酸、色氨酸两者的相差较大。这与斑点叉尾鮰、美编 *notemigonus crysoleoleucus* 的结果相一致。表明氨基酸需要量与鱼体氨基酸含量相接近。经计算,鳗体必需氨基酸含量和其对必需氨基酸的需要量之间具有较高的相关性,相关方程如下:

$$Y = -0.45 + 1.24X \quad (r = 0.912)$$

式中: Y 代表鱼体氨基酸水平(幼鳗)

X 代表氨基酸需要量水平

计算结果进一步支持了许多学者的这一观点, 即动物体的氨基酸组成模式可作为需要量的参考和证实氨基酸需要量的指标。但是 Ogino<sup>[8]</sup>指出用动物体的 EAA 含量作为其 EAA 需要量的参考, 有时会显得偏低。这表明鱼体内有相当数量的氨基酸是用来维持生存, 以满足其代谢和生理需要。此外 Ng 等还指出, 在蛋白质转化过程中, 降解的氨基酸可在体内再合成蛋白质。

分析三种规格鳗鲡的必需氨基酸组成发现, 色氨酸的含量是最低的, 且在不同规格内差异较大, 表现出成鳗 > 幼鳗 > 仔鳗。所以在鳗鲡系列配合饵料中要注意添加合理的比例。高蛋白的饲料不一定能达到高效率, 饲料中粗蛋白含量过高不仅造成浪费, 增加了投入成本, 而且富余的含氮物会造成水体有机氮的积累而恶化水质。所以应当以不同规格鳗鲡的氨基酸需要量为依据, 研制生产系列化的鳗鱼配合饵料, 从而达到降低饲料中蛋白比例, 又不影响饲料质量的目的。

## 参 考 文 献

- [1] 松井魁。鳗学: 生物学的研究篇。东京: 恒星社厚生阁版。1972, 182—273。
- [2] Konosu S, et al. Free amino acids in the muscle of a few species of fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 1964, 30(11): 930—934。
- [3] 谢刚等。鳗鲡肌肉生化成分的分析。淡水渔业, 1989, (4): 6—9。
- [4] Ostrowski A C, Kivakaran S. The amino acid and fatty acid composition of selected tissues of dolphin fish and their nutritional implications. *Aquaculture*, 1989, 80: 285—299.
- [5] Wilson J W, Poe W B. Relationship of whole body and egg essential amino acid patterns to amino acid patterns in channa catfish *Ictalurus Punctatus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1985, 80B(2): 385—388.
- [6] Moon H Y, Gatlin D M. Total sulfur amino acid requirement of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, 1991, 95: 97—106.
- [7] 郑长义。饲料配方技术大全。台北: 华香园出版社。1988, 689—694。
- [8] Ogino C. Requirement of carp and rainbow trout for essential amino acids. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 1980, 46: 171—174.
- [9] Ng W K, Hung S S O. Amino acid composition of whole body, egg and selected tissues of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 1994, 126: 326—339.