

# 中华鳖生化组成的分析

## III. 肌肉氨基酸的组成

汤峥嵘 王道尊 谭玉钧

(上海水产大学, 200090)

**摘要** 对中华鳖的稚鳖(体重 11.5—18.0g)、一龄鳖(体重 100.0—125.5g)、二龄鳖(体重 220.0—263.0g)和三龄鳖(体重 450.0—480.0g)肌肉中的氨基酸的组成进行了分析, 结果表明: 肌肉中必需氨基酸(色氨酸未计)的含量约占氨基酸总量的 49.48%, 谷氨酸的含量很高, 为氨基酸总量的 15% 以上。在分析与比较的基础上评价了中华鳖在氨基酸方面的营养价值, 为中华鳖配合饲料的开发提供了理论上的依据。

**关键词** 中华鳖, 氨基酸, 肌肉

### 1 材料与方法

**1.1 研究材料与取样** 同于中华鳖 (*Trionyx sinensis wiegmann*) 生化组成的分析 I. 一般营养成分的含量及肌肉脂肪酸的组成<sup>[1]</sup>。

**1.2 分析测定**<sup>[2-4]</sup> 样品的前处理采用酸水解法: 将样品烘干(同水分测定)——冷却后用索氏抽提法脱脂——干燥——研成粉末——放入试管加入 6mol / L 优级纯盐酸充氮封管水解——过滤定容——加氢氧化钠液体——加盐酸——上机分析。该工作在上海生物化学研究所进行, 所用仪器主要是日立 835-50 型氨基酸自动分析仪。

**1.3 数据处理** 将各种需分析的指标编制成 BASIC 程序, 然后将数据分别输入微机进行分析, 其基本处理方法如下。

**1.3.1 用常规统计方法计算:**

各项指标的平均数(即算术平均数, 计算公式为  $X = \Sigma x / n$ );

标准误 ( $S_x = s / \sqrt{n}$ ,  $S$  为标准差,  $S = \sqrt{\Sigma (x - \bar{x})^2 / n}$ );

变异系数(即  $C.V\% = x / \bar{x} \times 100\%$ )。

**1.3.2 用最小二乘法计算不同氨基酸间的相关系数。**

### 2 结果与讨论

**2.1 作者分析了四个不同生长阶段中华鳖的肌肉的氨基酸组成(表 1), 除色氨酸**

1) 泰山赤鳞鱼肌肉品质研究(内部资料)。

1996-02-26 收到。1997-04-28 修回。

(Tryptophane)在酸水解过程中被破坏外,检测出了人所必须的九种必需氨基酸(EAA)(组氨酸与精氨酸虽能在人体内合成,但合成量不多,若长期缺乏必能造成负氮平衡,因此有人将这两种氨基酸也归为必需氨基酸<sup>[5]</sup>):苯丙氨酸(Phenylalanine)、蛋氨酸(Methionine)、缬氨酸(Valine)、苏氨酸(Threonine)、异亮氨酸(Isoleucine)、亮氨酸(Leucine)、赖氨酸(Lysine)、组氨酸(Histidine)、精氨酸(Arginine)。此外,还有如下8种氨基酸:天冬氨酸(Aspartic)、丝氨酸(Serine)、谷氨酸(Glutamic)、脯氨酸(Proline)、甘氨酸(Glycine)、丙氨酸(Alanine)、胱氨酸(Cystine)、酪氨酸(Tyrosine),另外,在二龄中华鳖中还检测出了鸟氨酸(Ornithine)。

表1 中华鳖肌肉氨基酸的含量 (mg/100g干重)  
Tab.1 Contents of amino acids in muscle of Chinese soft-shelled turtle

氨基酸 Amino acid	稚鳖 Juvenile turtle	一龄鳖 One-year old turtle	二龄鳖 Two-year old turtle	三龄鳖 Three-year old turtle	平均值 Average value	变异系数 Coefficient of variation
天冬氨酸(Asp)	9360	8470	8980	9990	9200.0	6.97
苏氨酸(Thr)	4460	3950	4090	4510	4252.5	6.48
丝氨酸(Ser)	3810	3410	3510	3870	3650.0	6.15
谷氨酸(Glu)	15340	13950	14820	16490	15150.0	7.00
脯氨酸(Pro)	1980	1260	1860	2580	1920.0	28.18
甘氨酸(Gly)	5820	4520	5160	5640	5285.0	11.00
丙氨酸(Ala)	5770	5010	5400	5970	5537.5	7.65
胱氨酸(Cys)	860	340	330	—	510.0	59.44
缬氨酸(Val)	4840	4360	4660	5090	4737.5	6.49
蛋氨酸(Met)	3300	3150	3430	3680	3390.0	6.63
异亮氨酸(Ile)	4800	4360	4710	5290	4790.0	8.00
亮氨酸(Leu)	8350	7540	8020	8780	8172.5	6.41
酪氨酸(Tyr)	3470	3000	3180	3590	3310.0	8.13
苯丙氨酸(Phe)	4960	4400	4720	5160	4810.0	6.80
赖氨酸(Lys)	8140	6330	6981	8270	7430.0	12.58
组氨酸(His)	2920	2510	2720	3420	2892.5	13.28
精氨酸(Arg)	6570	5340	5550	6700	6040.0	11.50
鸟氨酸(Orn)	—	—	240	—		

由表1可以看出:谷氨酸含量最高,4个不同生长阶段的中华鳖肌肉中含量平均达15 150mg / 100g(以干重计),标准误为1 061.54,说明谷氨酸含量随年龄的变动较小。另外赖氨酸与精氨酸的含量都较高,这三种氨基酸是呈味氨基酸,它们的高含量决定了中华鳖肉味的鲜美。含量较高的还有天冬氨酸(平均含量为9 200mg / 100g)、亮氨酸(平均含量为8 172.5 mg / 100g)等。值得注意的是中华鳖肌肉中赖氨酸含量相对来说很高,平均为7 430mg / 100g,最高含量达8 270mg / 100g,其含量随生长阶段不同有较大差异,最低含量出现在一龄鳖肌肉中,只有6 330mg / 100g,但相对于其余氨基酸来说仍较高。鸟氨酸在中华鳖肌肉中含量非常低,只有二龄鳖肌肉中的鸟氨酸可以被检测出来,但含量极低,只有240mg / 100g。必需氨基酸(EAA)占氨基酸总量的百分数与龄次的关系不大,随着年龄的增加,其百分含量分别是:49.45,49.50,49.15,49.81,平均为49.48%,变异系数只有0.47%。从表1中还可以看出,各种氨基酸在不同生长阶段的中华鳖肌肉内的含量变化很有规律:即

稚鳖与三龄鳖肌肉中同种氨基酸的含量高于一龄鳖与二龄鳖。但是氨基酸含量的变异系数一般都在 10% 以下, 说明各种氨基酸在中华鳖肌肉中的含量还是比较稳定的。

**2.2** 中华鳖肌肉中除色氨酸被破坏未测出外, 其余人体所必需的氨基酸的含量都相当高。由表 2 可以看出: 中华鳖肌肉中必需氨基酸含量大大超过优质蛋白质(鸡蛋蛋白质), 氨基酸分都在 100 以上, 其中组氨酸的氨基酸分高达 238, 缬氨酸的氨基酸分最低, 但平均分也达到了 115。在营养价值方面, 不仅要注意膳食蛋白质的量还必须注意蛋白质的质。由于各种蛋白质所含氨基酸的种类和数量不同, 它们的质不同, 有的蛋白质含有人体内所需要的各种氨基酸并且含量充足, 则此种蛋白质的营养价值高; 有的蛋白质缺乏体内所必需的某种氨基酸或含量不足, 则其营养价值低<sup>[6]</sup>, 在未将色氨酸计入的情况下, 中华鳖肌肉中必需氨基酸含量已占氨基酸总量的 49% 以上, 膳食蛋白质中最常缺乏的一般都是必需氨基酸, 特别是赖氨酸、含硫氨基酸等<sup>[7]</sup>, 表 2 的结果表明中华鳖肌肉蛋白质含有丰富的必需氨基酸, 优于鸡蛋蛋白质, 是高营养价值的食物。十种必需氨基酸除异亮氨酸与赖氨酸外, 最高含量一般出现在一龄中华鳖中, 而且一龄鳖肌肉中的异亮氨酸与二龄鳖、三龄鳖肌肉中的异亮氨酸含量非常接近, 差别甚微。单就肌肉中必需氨基酸的含量看, 一龄鳖的营养价值最高(表 2)。

表2 中华鳖肌肉中必需氨基酸含量 (mg/g 蛋白质) 及其氨基酸分\*

Tab.2 The contents and amino acid score of essential amino acids in muscle of Chinese soft-shelled turtle (mg/g protein)

必需氨基酸及氨基酸分	稚鳖	一龄鳖	二龄鳖	三龄鳖	平均值	变异系数	鸡蛋
Essential amino acid and Amino acid score	Juvenile turtle	One-year old turtle	Two-year old turtle	Three-year old turtle	Average value	Coefficient of variation	Egg
苏氨酸 (Thr)	49.36	44.71	46.88	52.95	48.48	6.32	28.89
氨基酸分 (AAS)	171	155	162	183	168	6.24	100
半胱氨酸+蛋氨酸	46.04	39.50	43.10	43.21	42.96	5.40	31.90
氨基酸分 (AAS)	144	124	135	135	135	5.27	100
缬氨酸 (Val)	53.56	49.35	53.41	59.76	54.02	6.89	47.14
氨基酸分 (AAS)	114	105	113	127	115	6.87	100
异亮氨酸 (Ile)	53.12	49.35	53.99	62.11	54.64	8.51	39.92
氨基酸分 (AAS)	133	124	135	156	137	8.56	100
亮氨酸 (Leu)	92.41	85.35	91.93	103.09	93.20	6.82	61.83
氨基酸分 (AAS)	149	138	149	167	151	6.90	100
酪氨酸+苯丙氨酸 (tyr+phe)	93.29	83.76	90.55	102.73	93.58	7.35	64.52
氨基酸分 (AAS)	145	130	140	159	144	7.28	100
赖氨酸 (Lys)	90.08	71.65	80.02	97.10	84.71	11.43	53.10
氨基酸分 (AAS)	170	135	151	183	160	11.43	100
组氨酸 (His)	32.32	28.41	31.18	40.16	33.02	13.21	13.89
氨基酸分 (AAS)	233	205	224	289	238	13.15	100
精氨酸 (Arg)	72.70	60.44	63.61	78.67	68.86	10.51	46.98
氨基酸分 (AAS)	155	129	135	167	147	10.41	100

\*: 以鸡蛋蛋白质作为理想蛋白质 Suggested that the protein of egg is ideal protein

**2.3** 一种营养价值较高的蛋白质不仅所含的必需氨基酸要种类齐全, 而且必需氨基酸之

间的比例也要适宜,最好能与人体的需要相符合。陈学存等认为:当必需氨基酸之间的比例:Thr:(Met+Cys-Cys):Val:Ile:Leu:(Phe+Tyr):Lys 为 2.0:3.7:2.8:2.8:4.0:4.0:3.4 时最与人体的需要相吻合,吸收最完全,营养价值最高<sup>[8]</sup>。中华鳖肌肉中所含的赖氨酸若为 3.4,则各必需氨基酸含量之间的比例关系见表 3。

表3 中华鳖不同生长阶段肌肉内必需氨基酸\*之间的比例关系表

Tab.3 The proportional relation among essential amid acid in muscle of Chinese

soft-shelled turtle being in different age stage

鳖年龄 The age of turtle	苏氨酸 Thr	胱氨酸 + 蛋氨酸 Cys+Met	缬氨酸 Val	异亮 氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	酪氨酸 + 苯丙氨酸 Tyr+Phe	赖氨酸 Lys
稚鳖 Juvenile turtle	1.9	1.7	2.0	2.0	3.5	3.5	3.4
一龄鳖 One-year turtle	2.1	1.9	2.3	2.3	4.0	4.0	3.4
二龄鳖 Two-year turtle	2.0	1.8	2.3	2.3	3.9	3.8	3.4
三龄鳖 Three-year turtle	1.9	1.5	2.1	2.2	3.6	3.6	3.4
人体所需比例 Ratio required by human absent	2.0	3.7	2.8	2.8	4.0	4.0	3.4

\*: 组氨酸和精氨酸数据暂缺 The data of His and Arg were basent

从表 3 可知:除蛋氨酸 + 胱氨酸外,其它六种必需氨基酸之间的比例,在不同生长阶段的中华鳖肌肉中都与人体所需比例大致相同,蛋氨酸 + 胱氨酸偏差较大,估计与水解过程中的损失有关系。一龄鳖各必需氨基酸之间的比例相对来讲最为理想;从常规营养成分的分析结果可以看出一龄鳖肌肉中脂肪含量较其它生长阶段低,背甲、裙边等部位的蛋白质含量却比二、三龄鳖要高;脂肪酸的分析结果也表明:一龄鳖的高度不饱和脂肪酸,特别是 EPA 的含量高于其它生长阶段,从这几点看一龄鳖是营养价值较高的阶段,但一龄鳖在目前市场上还不够商品规格,而且中华鳖在一龄过后生长迅速,以其为食会浪费有限的资源,二龄、三龄鳖虽然在营养价值上不如一龄鳖,但三者之间的差别并不是很大,其营养价值也不会有大的差距,因此考虑到中华鳖养殖生产的成本、经济效益等问题,不应以一龄鳖为食。不过,以后养殖技术提高了,鳖的繁殖水平有了大幅度的增长,养殖成本大大下降,营养价值成了首要考虑的对象后,可以逐步将一龄鳖作为够规格的商品鳖,进一步提高中华鳖的营养价值(表 3)。

**2.4** 中华鳖肌肉必需氨基酸含量整体上比其它食品高,现抽取几类有代表性的食品与中华鳖进行比较。从表 4 可看出:相对于其它动物性食品,中华鳖肌肉中必需氨基酸的含量一般都要高,特别是赖氨酸含量居众食品之首,作为全卵蛋白的鸡蛋,其内各种必需氨基酸的含量都较高,但赖氨酸的含量却大大低于中华鳖,而且处于各个不同生长阶段的中华鳖肌肉中的赖氨酸的含量都很高。人们常食用的食物最缺乏的一般都是赖氨酸、含硫氨基酸和色氨酸<sup>[8]</sup>,因此赖氨酸常被列为人体主要的限制性氨基酸<sup>[9]</sup>。赖氨酸与大脑神经细

胞的生成及其它核蛋白、血红蛋白等重要蛋白质的合成有关,其代谢产物还参与人体脂肪代谢的重要载体——肉毒碱的构成,缺乏赖氨酸会使脂肪合成不能正常进行;食物中加入少量的赖氨酸可使老弱者食欲增加,明显促进蛋白酶与胃酸的分泌;食用赖氨酸还可使处于发育盛期的婴幼儿正常发育,提高抗病力;赖氨酸对营养不良、乙型肝炎、支气管炎等病也有疗效。总之,中华鳖肌肉作为赖氨酸的强化食品非常适宜,不仅因其绝对含量高,还因为各必需氨基酸相互匹配,比例适宜,可以促进人体充分吸收利用,从这一点也可看出中华鳖是不可多得的保健作用(表4)。

表4 中华鳖肌肉与其它食品间必需氨基酸含量 (mg/100g 蛋白质) 的比较

Tab.4 Comparison of essential amino acids' contents between Chinese soft-shelled turtle's muscle and other foods (mg/100g protein)

食物名称 Food name	苏氨酸 Serine	胱氨酸+ 蛋氨酸 Cys+Met	缬氨酸 Valine	异亮氨酸 Isoleucine	亮氨酸 Leucine	酪氨酸+ 苯丙氨酸 Tyr+Phe	赖氨酸 Lysine	组氨酸 Histidine	精氨酸 Arginine
	Thr	Cys+Met	Val	Ile	Leu	Tyr+Phe	Lys	His	Arg
猪肉 Pork	4900	3870	5450	4120	7830	7240	7830	2660	6180
牛肉 Beef	4900	3750	5500	4050	7720	7480	7620	3580	6930
鸡蛋 Egg	5230	6370	6820	5030	9250	—	5630	—	—
带鱼 Haitail	4380	3460	5220	5150	8190	—	6880	—	6460
鲤鱼 Carp	4330	—	5280	5010	8590	—	7160	2390	—
对虾 Prawn	3990	3970	4840	3700	7400	—	7520	—	—
河蟹 Crab	4060	3690	5020	5640	—	—	6470	—	—
中华鳖 Turtle	4510	3680	5090	5290	8780	9670	8270	8780	8780

注:1. 表中数据引自《食物成分表》(1983年) Data in the table were quoted from 《Nutrient composition tables of foods》(1983); 2. 中华鳖系三龄中华鳖 Turtle in the table is three year-old Chinese soft-shelled turtle.

**2.5** 根据四个不同生长阶段中华鳖肌肉氨基酸含量的分析数据,作者分析了肌肉氨基酸含量之间的相关关系(表5)。

从表5可看出:中华鳖肌肉中各氨基酸含量之间有很明显的相关关系,用t检验法判断相关显著的程度,17种氨基酸的两两相关系数中有43%超过P<0.05的临界相关系数值(R=0.95),相关显著;16%超过P<0.01的临界相关系数值(R=0.99),相关极为显著,而且,相关系数大于0.90的占67%,这是将胱氨酸也作为一种氨基酸来计算的结果,胱氨酸在三龄鳖肌肉中含量太低,氨基酸自动分析仪上难于测出,这次计算相关系数时将其作为“0”处理,事实上,三龄鳖肌肉中胱氨酸肯定有一定含量,不至于为“0”,因此这样的处理大大地影响了胱氨酸与其它氨基酸的相关系数,如果剔除胱氨酸后计算相关系数,那么剩下的十六组氨基酸的相关系数中有46%达到显著相关,将近半数。从氨基酸的组成特点可以推断:中华鳖体内营养组分会随生长阶段的不同而变动,但其变动时各营养组分间会维持一

表5 中华鳖肌肉氨基酸含量间的相关系数  
Tab.5 The correlation coefficients between pairs of amino acids' contents in muscle of Chinese soft-shelled turtle

Amino acids	(Asp)	(Thr)	(Ser)	(Glu)	(Pro)	(Gly)	(Ala)	Cys	(Val)	(Met)	(Ile)	(Leu)	(Tyr)	(Phe)	(Lys)	(His)	(Arg)
天冬氨酸 (Asp)	1.0000	0.9324	0.9397	0.9989**	0.9867*	0.8525	0.9757*	0.2683	0.9949**	0.8828	0.9878*	0.9966**	0.9707	0.9854*	0.9346	0.9864*	0.9180
苏氨酸 (Thr)	1.0000	0.9900**	0.9139	0.8769	0.9464	0.9764*	0.0749*	0.9412	0.6582	0.8647	0.9460	0.9915**	0.9619*	0.9968**	0.8870	0.9964**	
丝氨酸 (Ser)	1.0000	0.9223	0.8825	0.9321	0.9751*	0.0409	0.9441	0.6702	0.8748	0.9497	0.9926**	0.9620*	0.9932**	0.9012	0.9977**		
谷氨酸 (Glu)	1.0000	0.9909**	0.8303	0.9653*	0.3124	0.9916**	0.9034	0.9941**	0.9929**	0.9580*	0.9781*						0.8984
脯氨酸 (Pro)	1.0000	0.8256	0.9537*	0.3339	0.9875*	0.9378	0.9944**	0.9853*	0.9318	0.9714*							0.8506
甘氨酸 (Gly)	1.0000	0.9461	0.2562	0.8931	0.5960	0.7803	0.8905	0.9350	0.9280	0.9668*	0.7602	0.9207					
丙氨酸 (Ala)	1.0000	0.0549	0.9887*	0.7903	0.9363	0.9890*	0.9940**	0.9978**	0.9978**	0.9852*							0.9579*
胱氨酸 (Cys)	1.0000	0.2008	0.6088	0.4010	0.2018	0.0373	0.1149	0.0884	0.0884								0.3933
缬氨酸 (Val)	1.0000	0.8716	0.9780*	0.9997**	0.9769*	0.9962**	0.9503*	0.9651*	0.9651*	0.9295	0.9579*						
蛋氨酸 (Met)	1.0000	0.9443	0.8661	0.7503	0.8289	0.6756	0.8968	0.6242									
异亮氨酸 (Ile)	1.0000	0.9779*	0.9218	0.9561*	0.8701	0.9869*	0.8453										
亮氨酸 (Leu)	1.0000	0.9801*	0.9959**	0.9530*	0.9694*	0.9275											
酪氨酸 (Tyr)	1.0000	0.9878*	0.9920**	0.9327	0.9822*												
苯丙氨酸 (Phe)				1.0000	0.9720*	0.9445	0.9412										
赖氨酸 (Lys)					1.0000	0.8797	0.9864*										
组氨酸 (His)						1.0000	0.8812	1.0000									
精氨酸 (Arg)							1.0000										

“\*”表示相关显著；“\*\*”表示相关极显著

“\*” Indicates that the correlation is significance, “\*\*” Indicates that the correlation is very significance

定的比例关系。中华鳖肌肉中各种氨基酸之间的显著相关关系,提示我们在研制中华鳖配合饲料时,不仅可以根据中华鳖肌肉中氨基酸的含量调整其配合饲料中氨基酸的平衡,而且可以根据中华鳖对某些氨基酸的需要量,推算中华鳖对其它氨基酸的需要量。

### 参 考 文 献

- [1] 王道尊、汤峥嵘、谭玉钩. 中华鳖生化组成的分析 I. 一般营养成分的含量及肌肉脂肪酸的组成. 水生生物学报, 1997, 21 (4): 299—305
- [2] 刘福岭、戴行钩. 编著. 食品物理与化学分析方法. 北京: 轻工业出版社, 1987
- [3] 楼伟风、李爱杰等. 中国对虾(*Penaeus orientalis* Kishiouye)粗蛋白、氨基酸含量的比较分析. 青岛海洋大学学报, 1989, 19 (21), 69—79
- [4] 曹根庭、周涛. 虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)营养成分的分析. 浙江水产学院学报, 1994, 13 (3): 183—189
- [5] 顾天爵主编. 生物化学. 北京: 人民卫生出版社, 1989
- [6] 北京卫生防疫站等主编. 食物营养成分表(北京地区). 北京: 轻工业出版社, 1990
- [7] 武汉医学院主编. 营养与食品卫生学. 北京: 人民卫生出版社, 1984
- [8] 陈学存主编. 应用营养学. 北京: 人民卫生出版社, 1984
- [9] 中国医学科学院卫生研究所主编. 食物成分表. 北京: 人民卫生出版社, 1983

## AN ANALYSIS OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF CHINESE SOFT-SHELLED TURTLE III. Composition of Amino Acids in Muscle

Tang Zhengrong Wang Daozun and Tan Yujun

(Shanghai Fisheries University, 200090)

**Abstract** The composition of amino acids in muscle of juvenile (weight: 11—15g)、one-year old (weight: 100—125g)、two-year old (weight: 220—225g) and three-year old (weight: 450—480g) Chinese soft-shelled turtle (*Trionyx sinensis*) were analyzed: The essential amino acids in muscle account for 46.52% of total amino acids. The content of glutamic acid in muscle is considerably high, reaching about 15% of total amino acids. On the basis of analysis and comparison, The nutritive value and special medical value of Chinese soft-shelled turtle are confirmed and the theoretical grounds to develop the coordinating diet of Chinese soft-shelled turtle are provided in the paper.

**Key words** Chinese soft-shelled turtle (*Trionyx sinensis*) Amino acid Muscle