

研究简报

中国对虾幼体发育阶段氨基酸组成的研究

THE STUDY ON THE COMPOSITION OF AMINO ACID IN LARVAE OF *PENAEUS CHINENSIS* AT DEVELOPMENT STAGES

马英杰 张志峰 廖承义

(青岛海洋大学, 青岛 266003)

Ma Yingjie, Zhang Zhifeng and Liao Chengyi

(Ocean University of Qingdao, 266003)

马爱军 孙 溢

(黄海水产研究所, 青岛 266071)

Ma Aijun and Sun Mi

(Yellow Sea Fisheries Institute, Qingdao 266071)

关键词 中国对虾, 幼体发育, 氨基酸

KEYWORDS *Penaeus chinensis*, Larval development, Amino acid

在对虾营养需求中,蛋白质是主要成份。而蛋白质的营养价值又取决于蛋白质自身氨基酸,特别是必需氨基酸的组成与含量。对虾在不同的发育阶段对氨基酸的需求也有差异,尤其是在幼体发育阶段。目前,认为作为饵料蛋白质的氨基酸组成及含量与对虾本身氨基酸组成及含量相似者,可视为最好的饵料[楼伟凤等,1989]。因此,研究对虾本身氨基酸组成既可为对虾的营养与生理学研究奠定基础,也可为对虾饵料的配比提供科学依据。为此,一些学者在对虾氨基酸的组成上进行了许多研究,如Deshimaru和Shigeno[1972]、Teshima等[1986]研究了不同生长阶段日本对虾(*P. japonicus*)的氨基酸组成;Shewbart等[1972]研究了褐对虾(*P. aztecusu*)肌肉蛋白质氨基酸组成;Penalorida[1989]研究了斑节对虾(*P. monodon*)的氨基酸组成;李爱杰等[1983]、楼伟凤等[1989]研究了我国对虾(*P. chinensis*)粗蛋白氨基酸比较分析;刘玉梅等[1991]作了中国对虾幼体和仔虾的消化酶活力及氨基酸组成;梁亚全等[1995]研究了斑节对虾的氨基酸组成。由于种类、测试条件等诸多因素的影响,所得结果也各有差异。为了进一步深入研究中国对虾在各个不同发育时期中的营养需求,本文对中国对虾幼体不同发育阶段中的氨基酸组成作了系统的分析研究。

1 材料和方法

中国对虾各期幼体于1994年取自荣成商业育苗场。共分十个时期进行取样,每个时期取三个平行样品。无节幼体1、2期合为一时期($N_{1,2}$)、3、4期合为($N_{3,4}$)、无节幼体5、6期合为($N_{5,6}$)。蚤状幼体分为三个时期,蚤状1期(Z_1)、蚤状2期(Z_2)、蚤状3期(Z_3)。糠虾幼体分为三个时期,糠虾1期(M_1)、糠虾2期(M_2)、糠虾3期(M_3)。早期仔虾为一个样品时期P。幼体取出后,吸干水份,称重,立即置于-20℃下冷冻备用。

总氨基酸分析:采用盐酸水解法[梁亚全等,1985;孙 溢,1992]测定,以6mol/L盐酸水解,样品在(110±1)℃下水解24h,然后上机进行分析。游离氨基酸的分析:称取100mg左右的对虾幼体样品加入6滴4%的磺基水杨酸,在小型匀浆器中捣碎,然后在10 000 r/min 4℃下离心30min。取出上清液后再用3滴4%的磺基

收稿日期:1996-01-02。

水杨酸将其管壁冲洗一下,倒进离心管与原沉淀搅开再离心 10min。取上清液倒入第一次的上清液中,再用 4% 磺基水杨酸调至 2mL,取 0.5mL 上机分析[梁亚全等,1985]。色氨酸的分析:取 100mg 左右样品加入 6 滴含 5% 氯化亚锡的 5mol/L 的 NaOH 溶液,匀浆后倒入氨基酸水解管中,再用上述溶液冲洗匀浆器,将液体倒入水解管中至 2mL 后,通入氮气赶出空气后封管,置于 $(110 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下水解 20h,取出后以 6mol/L 盐酸中和,使 pH 值为 6~7,离心,取上清液 0.5mL 上机分析[孙 谧等,1992],此法分析时应注意加入 HCl 后溶液应保持于 4°C 左右。

样品分析使用日立 835-50 型氨基酸自动分析仪。

2 结果

2.1 不同发育时期总氨基酸组成与含量的变化

由表 1 得知,必需氨基酸含量随幼体发育变态逐渐增加。无节幼体时的平均含量为 2.35%,蚤状幼体期为 3.61%,糠虾期为 4.83%,仔虾期为 5.71%。但在同一幼体阶段的不同发育时期其总量变化不很明显。总必需氨基酸中含量最高的为赖氨酸,含量最低的为色氨酸。它们含量的排列顺序为赖氨酸、亮氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸和色氨酸。在幼体发育过程中,8 种必需氨基酸中苯丙氨酸含量的增幅最大,由 0.23% 增至 0.79%,增加了 3.5 倍,以苏氨酸的增幅最小,由 0.27% 增至 0.59%,增加了 2.2 倍。非必需氨基酸总量变化趋势与必需氨基酸基本相同。无节幼体期(N)平均含量为 3.73%,蚤状期(Z)为 5.59%,糠虾期(M)为 6.63%,仔虾期(P)为 8.51%。在非必需氨基酸中,以谷氨酸含量最高,胱氨酸含量最低,其排列顺序为谷氨酸、甘氨酸、天冬氨酸、丙氨酸、丝氨酸、酪氨酸、脯氨酸、胱氨酸。自无节幼体至仔虾的发育过程中,非必需氨基酸的增幅以胱氨酸最高,由 0.09% 增至 0.3%,以谷氨酸最低,由 1.16% 增至 2.42%。半必需氨基酸在两种半必需氨基酸中,以精氨酸含量为高,但总量的增加幅度则以组氨酸为高。

表 1 中国对虾幼体不同发育时期氨基酸组成

Table 1 The composition of amino acid in larvae of *P. chinensis* at different stages (mg/100mg)

发育时期	N _{1,2}	N _{3,4}	N _{5,6}	Z ₁	Z ₂	Z ₃	M ₁	M ₂	M ₃	P
必需氨基酸总量	2.22	2.34	2.50	3.50	3.66	3.67	4.74	4.81	4.93	5.71
苏氨酸	0.27	0.28	0.30	0.38	0.39	0.39	0.49	0.47	0.46	0.59
缬氨酸	0.27	0.27	0.29	0.46	0.50	0.52	0.58	0.59	0.60	0.83
蛋氨酸	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.20	0.21	0.20	0.23	0.24
异亮氨酸	0.20	0.23	0.25	0.34	0.35	0.37	0.44	0.45	0.47	0.55
亮氨酸	0.52	0.51	0.54	0.72	0.75	0.73	0.98	0.99	0.99	1.12
苯丙氨酸	0.23	0.25	0.26	0.40	0.43	0.44	0.75	0.78	0.79	0.79
赖氨酸	0.54	0.58	0.59	0.88	0.87	0.83	1.11	1.13	1.14	1.33
色氨酸	0.09	0.10	0.12	0.15	0.17	0.19	0.18	0.20	0.25	0.26
半必需氨基酸总量	0.72	0.78	0.81	1.12	1.14	1.17	1.43	1.49	1.51	1.77
组氨酸	0.07	0.09	0.12	0.14	0.13	0.15	0.22	0.24	0.24	0.32
精氨酸	0.65	0.69	0.72	0.98	1.01	1.02	1.21	1.25	1.27	1.45
非必需氨基酸总量	3.59	3.98	3.68	5.52	5.56	5.70	6.49	6.67	6.72	8.51
天门氨酸	0.61	0.61	0.64	0.89	0.87	0.90	1.11	1.12	1.14	1.46
丝氨酸	0.23	0.25	0.25	0.34	0.35	0.35	0.35	0.37	0.38	0.49
谷氨酸	1.16	1.09	1.18	1.70	1.71	1.70	1.73	1.75	1.73	2.42
甘氨酸	0.77	0.75	0.76	1.29	1.32	1.35	1.56	1.61	1.55	1.99
丙氨酸	0.45	0.47	0.43	0.67	0.69	0.73	0.88	0.90	0.91	1.04
胱氨酸	0.09	0.11	0.12	0.15	0.15	0.18	0.23	0.24	0.26	0.30
酪氨酸	0.14	0.15	0.16	0.25	0.24	0.25	0.35	0.37	0.38	0.39
脯氨酸	0.14	0.15	0.14	0.23	0.22	0.24	0.28	0.31	0.35	0.42
氨	0.12	0.12	0.11	0.12	0.15	0.14	0.16	0.17	0.17	0.19
氨基酸总量	6.53	7.05	7.02	10.14	10.36	10.54	12.66	12.97	13.16	15.99

2.2 不同发育时期游离氨基酸的组成与含量变化

游离氨基酸的含量与总氨基酸含量相比要少得多,仅为总氨基酸的15%左右。这说明氨基酸主要以蛋白质的形式存在于组织中。游离氨基酸变化的总趋势与总氨基酸相似。

从表2得知,游离必需氨基酸的总量在无节幼体阶段平均为0.276%,蚤状幼体阶段为0.375%,糠虾幼体阶段为0.502%,仔虾期为0.647%。在8种氨基酸中以赖氨酸含量最高,蛋氨酸含量最低。其排列顺序为赖氨酸、亮氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸。在上述几种氨基酸中,含量增幅最大的为苏氨酸,由无节幼体1、2期的0.019%增至仔虾期的0.068%,为原来的3.6倍。增幅最小为赖氨酸,由0.081%增至0.154%,仅增1.9倍。游离半必需氨基酸与水解半必需氨基酸相似,含量以精氨酸为高。如在糠虾幼体期精氨酸含量为0.618%而组氨酸仅为0.023%,但两者在不同发育时期含量增幅均不太大。游离非必需氨基酸含量在无节幼体期平均为0.485%,蚤状幼体期为0.661%,糠虾幼体期为0.925%,仔虾期为1.220%。其含量最高为甘氨酸,最低为胱氨酸,其排列顺序为甘氨酸、丙氨酸、谷氨酸、丝氨酸、脯氨酸、天冬氨酸、酪氨酸、胱氨酸。在发育过程中含量增幅最大的为丝氨酸,由无节幼体1、2期的0.018%增至仔虾期的0.061%,增加3.4倍。增幅最小的为酪氨酸和谷氨酸,由0.022%和0.061%分别增至0.048%和0.132%,其增幅均为2.2倍左右。

表2 中国对虾不同发育时期游离氨基酸组成

Table 2 The composition of FAA larva of *P. chinensis* at different stages (mg/100mg)

发育时期	N _{1,2}	N _{3,4}	N _{5,6}	Z ₁	Z ₂	Z ₃	M ₁	M ₂	M ₃	P
必需氨基酸总量	0.267	0.275	0.286	0.362	0.374	0.380	0.478	0.510	0.517	0.647
苏氨酸	0.019	0.018	0.019	0.033	0.034	0.035	0.038	0.036	0.037	0.068
缬氨酸	0.054	0.055	0.056	0.071	0.075	0.074	0.107	0.107	0.104	0.133
蛋氨酸	0.015	0.017	0.018	0.019	0.021	0.020	0.037	0.039	0.041	0.052
异亮氨酸	0.019	0.020	0.022	0.024	0.025	0.027	0.039	0.039	0.043	0.047
亮氨酸	0.058	0.059	0.062	0.062	0.064	0.091	0.106	0.109	0.105	0.124
苯丙氨酸	0.021	0.023	0.024	0.036	0.037	0.042	0.043	0.045	0.044	0.069
赖氨酸	0.081	0.083	0.085	0.097	0.098	0.099	0.108	0.135	0.143	0.154
半必需氨基酸总量	0.317	0.321	0.344	0.464	0.451	0.471	0.638	0.641	0.644	0.653
组氨酸	0.010	0.012	0.012	0.014	0.020	0.020	0.023	0.022	0.023	0.026
精氨酸	0.307	0.309	0.332	0.450	0.431	0.451	0.615	0.619	0.621	0.627
非必需氨基酸总量	0.409	0.484	0.502	0.610	0.648	0.726	0.924	0.922	0.928	1.220
天冬氨酸	0.018	0.017	0.020	0.030	0.032	0.035	0.034	0.033	0.035	0.050
丝氨酸	0.018	0.019	0.019	0.028	0.028	0.031	0.036	0.037	0.033	0.061
谷氨酸	0.061	0.062	0.065	0.078	0.080	0.082	0.123	0.119	0.120	0.132
甘氨酸	0.250	0.240	0.250	0.320	0.350	0.420	0.511	0.505	0.507	0.645
丙氨酸	0.070	0.090	0.091	0.091	0.094	0.091	0.134	0.129	0.131	0.202
胱氨酸	0.011	0.013	0.012	0.018	0.017	0.018	0.021	0.021	0.023	0.027
酪氨酸	0.022	0.024	0.025	0.025	0.026	0.027	0.042	0.043	0.041	0.048
脯氨酸	0.019	0.019	0.020	0.021	0.021	0.022	0.023	0.035	0.038	0.055
氨	0.040	0.043	0.042	0.045	0.043	0.043	0.035	0.055	0.057	0.087
氨基酸总量	1.053	1.080	1.132	1.436	1.473	1.585	2.040	2.073	2.089	2.520

3 讨论

过去许多学者在对氨基酸分析时并没有分析游离氨基酸的变化,但在许多海洋甲壳类动物中游离氨基酸占氨基酸总量可达20% [梁亚全等,1995],Dall和Smith[1987]发现,在对虾饥饿时肌肉中总的氨基酸含量很少发生变化,而许多游离氨基酸则发生了显著变化。因此,在分析氨基酸的组成与含量时,需对游离氨基酸进行分析,才能全面了解对虾的营养需求状况。在本文的分析结果中游离氨基酸占氨基酸的总量,在无节幼体期为16.45%,蚤状幼体期为14.73%,糠虾幼体期为16.16%,仔虾期为16.11%,此含量表明中国对虾在幼体发育阶段游离氨基酸的含量比例是较高的。在必需游离氨基酸中以赖氨酸的含量最高,而在非必需游离氨

氨酸中甘氨酸的含量最高。

中国对虾幼体发育阶段,氨基酸的含量随着幼体的变态发育而逐渐增加,以上数据显示当幼体变态发育成另一幼体阶段时,氨基酸的含量有着明显的增加,这一结果与刘玉梅等[1991]的报道相同。这表明在幼体变态发育过程中,由于各种组织、器官的不断形成,蛋白质的合成也随着迅速的增长,当变态完成后,氨基酸的含量则趋于一个相对稳定的阶段,至下一幼体变态发育期又有新的迅速增长过程。因此,在幼体同一发育阶段的不同发育期间,氨基酸总量的变化并不明显。

在众多的氨基酸中,必需氨基酸的含量无论是水解或游离的均以赖氨酸为最高。总氨基酸中以色氨酸含量最低,这与李爱杰[1983]在成体虾中所得的结果一致。因游离氨基酸中色氨酸含量很低,未能测出。在半必需氨基酸以精氨酸为最高。非必需氨基酸中,以谷氨酸为最高,游离型的则以甘氨酸最高,含量最低的均为胱氨酸。这一结果与李爱杰等[1983]在中国对虾成体中所分析的结果基本相似,但与刘玉梅等[1991]在幼体时期分析的结果略有差异。若以总氨基酸为基准,本研究是赖氨酸最高,而刘玉梅等[1991]则以亮氨酸最高。非必需氨基酸中谷氨酸含量最高的结果则基本相同,只是不同时期略有差异。

中国对虾幼体发育过程中,氨基酸含量的多少与增幅的大小并不一致,即总量最高的氨基酸并非发育过程中增幅最大者。如总氨基酸中含量最高者为赖氨酸,而增幅最大的为苯丙氨酸。在非必需氨基酸中,含量最高的为谷氨酸,而增幅最快的为胱氨酸。其次,在幼体发育过程中,单个必需氨基酸与必需氨基酸总量的比例(A/E)在不同发育时期基本趋于一致。如赖氨酸在无节幼体至仔虾整个阶段中所占的比例均在16%~17%之间(表3)。这表明不同的氨基酸之间存在着一种相对稳定的比例关系,这种关系不会因个体发育及氨基酸总量的增长而受影响。

表3 中国对虾幼体不同发育时期单个必需氨基酸与必需氨基酸总量比例(A/E)

Table 3 Essential amino acid ratio (A/E) in larvae of *P. chinensis* at different stages (%)

氨基酸	苏氨酸	缬氨酸	蛋氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	苯丙氨酸	赖氨酸	色氨酸	精氨酸	组氨酸
N	9.05	8.84	3.94	17.24	16.72	17.88	18.21	3.30	2.98	21.94
Z	8.14	10.39	4.00	7.44	15.44	9.62	18.11	3.58	2.95	21.12
M	7.52	9.37	3.39	7.20	15.67	12.28	17.89	3.33	3.71	19.74
P	7.89	11.10	3.21	7.36	14.98	10.57	17.78	3.48	4.28	19.38

参 考 文 献

- [1] 孙 谡,1992. 养殖中常用饵料组成氨基酸含量测定. 海洋科学,(4):14.
- [2] 刘玉梅等,1991. 中国对虾幼体和仔虾消化酶活力及氨基酸组成研究. 海洋与湖沼,22(6):571~575.
- [3] 李爱杰、楼伟风、徐家敏,1983. 几种对虾饵料化学成份的测定. 水产研究集刊,(2):77~88.
- [4] 梁亚全等,1995. 斑节对虾蛋白质氨基酸分析. 海洋科学,(3):27~30.
- [5] 楼伟风等,1989. 中国对虾粗蛋白的氨基酸含量的比较分析. 青岛海洋大学学报,19(2):69~79.
- [6] Dall. W. *et al* (陈楠生等译),1992. 对虾生物学. 青岛海洋大学出版社.
- [7] Deshimaru, O. and K. Shigeno, 1972. Introduction to the artificial diet for prawn, *Penaeus japonicus*. *Aquac.*, 1:115~133.
- [8] Shewbart, K. L. *et al.*, 1972. Identification and quantitative analysis of the amino acids present in protein of the brown shrimp *Penaeus aztecus*. *Mar. bio.*, 16: 64~67.
- [9] Teshima, S. *et al.*, 1986. Dietary value of several proteins and supplemental amino acid for larvae of the prawn. *Penaeus japonicus*. *Aquac.*, 51: 225~235.
- [10] Penalarida, V. D.Y., 1989. An evaluation of indigenous protein sources as potential component in the diet formulation for tiger prawn. *Penaeus monodon*. Using essential amino acid index. *Aquac.*, 83:391~330.