

海州湾近岸长蛸不同组织的营养成分分析与评价

郑 伟 程汉良 孟学平 李士虎

(淮海工学院海洋学院, 连云港 222005)

摘 要 对海州湾近岸长蛸肌肉、肝胰脏和生殖腺 3 种组织的营养成分进行了分析。结果表明, 3 种组织中粗蛋白含量为 13.1%~14.7%, 其中肌肉>肝胰脏>生殖腺, 肌肉干基粗蛋白含量比生殖腺中高 6.69% ($P<0.05$); 粗脂肪含量均较低(0.9%~1.2%), 生殖腺>肝胰脏>肌肉; 3 种组织均含 18 种氨基酸, 肌肉、肝胰脏和生殖腺中 EAA/TAA 值分别为 41.06%、40.34% 和 46.23%, EAA/NEAA 值分别为 69.67%、67.62% 和 89.84%, 氨基酸组成符合 FAO/WHO(1973) 参考模式标准; 肌肉中多不饱和脂肪酸(PUFA) 占脂肪酸总量的 51.9%, 其中, C22:6(DHA)、C20:5(EPA) 和 C20:4(AA) 占 PUFA 总量的 80.5%; 肌肉中 Fe 和 Zn 两种微量元素含量较高, 分别为 6.07 和 5.95 mg/kg。

关键词 长蛸 营养成分 氨基酸 脂肪酸 营养评价

中图分类号 S963.16 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2011)03-0057-06

Analysis and evaluation of nutrient composition of *Octopus variabilis* in inshore waters of Haizhou Bay

ZHENG Wei CHENG Han-liang MENG Xue-ping LI Shi-hu

(School of Marine Science and Technology, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005)

ABSTRACT The main nutrients in the muscle, hepatopancreas, and gonade of *Octopus variabilis* were determined, and the amino acid, fatty acid, and mineral elements were also analyzed and evaluated. The results showed that the content of crude protein in the three tissues was 13.1%~14.7%, among which the highest content was found in dry muscle (6.69% higher than in gonad) ($P<0.05$). The content of crude fat in the three tissues was low and ranged from 0.9% in muscle to 1.2% in gonad. There were 18 kinds of amino acids found in three tissues. The ratio of EAA/TAA in muscle, hepatopancreas, and gonade was 41.06%, 40.34%, and 46.23%, respectively, which accorded with the amino acids mode recommended by WHO/FAO (1973). PUFA in muscle accounted for 51.9% in total fatty acids, among which C22:6 (DHA), C20:5(EPA) and C20:4(AA) in total accounted for 80.5%. The content of Fe and Zn was relatively high in the muscle tissue and amounted to 6.07mg/kg and 5.95mg/kg respectively. In general, the nutrients in *O. ariabili* muscle were rich and ideal as a food source of hu-

man beings.

KEY WORDS *Octopus variabilis* Nutritive composition Amino acid Fatty acid
Nutritive evaluation

长蛸 *Octopus variabilis* 隶属软体动物门 Mollusca、头足纲 Cephalopoda、八腕目 Octopoda、蛸科 Octopodidae、蛸属 *Octopus*，俗称马蛸、长腿蛸、大蛸、长脚章鱼。长蛸为沿岸底栖头足类，是我国南北沿海蛸类中的主要经济品种，捕获量较大，其生鲜品及加工品具有广阔的海内外市场。近 20 年长蛸的研究主要集中在繁殖生物学(郑伟等 2009)、养殖学(郑志坚 2002)和组织学(许星鸿等 2008)等方面，有关其生化组成及营养分析方面的研究仅限于对其肌肉营养成分的测定(马英杰等 1996)。研究认为头足类具有补血益气、收敛生肌等功效，牛磺酸含量较高(李丽莉 1999)，临床观察有催乳作用(杜飞燕 1999)，对大鼠的脂代谢有降脂活性(Tanaka *et al.* 1998)，蛸科中短蛸 *Octopus ochellatus* 多鲜食，长蛸干制品味美(刘凌云等 1997)。本试验对海州湾近岸长蛸的肌肉、肝胰脏和生殖腺的主要营养成分和氨基酸含量进行了测定与评价，同时测定了肌肉的脂肪酸组成和矿物元素含量，旨在从营养学方面对其功效进行解释，为长蛸的开发利用提供基础资料和理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料来源

15 只性腺发育成熟的 2 龄蛸(鲜活，全长 48 ± 3 cm)，2009 年 5 月中旬捕获于江苏省连云港市海州湾。

1.2 材料处理

15 只长蛸样本解剖后分为肌肉(胴体和腕部)、肝胰脏(肝脏和胰脏)和生殖腺(精巢和卵巢)3 种组织样品，匀浆后分别放入 -19°C 冰箱中保存备用，每个样品测定 3 次。3 种组织均测定其一般营养成分和氨基酸组成，而对脂肪酸和微量元素仅测定肌肉中的含量。

1.3 测定分析方法

1.3.1 一般营养成分测定

水分： 105°C 烘干恒重法(GB5009.3-2010)；灰分：箱式电阻炉 550°C 高温灼烧法(GB5009.4-2010)；粗蛋白质：凯氏定氮法(GB/T5009.5-2010)，采用瑞典 TECATOR 公司 1030 型蛋白自动分析仪；粗脂肪：索氏脂肪抽提法(GB/T5009.6-2010)，采用瑞典 TECATOR 公司 $90 \times$ TECSYSYEMHY6 型脂肪提取仪；总糖：酚-硫酸法(董群等 1996)。

1.3.2 氨基酸组成测定

长蛸组织经 6 mol/L 的 HCl 水解后，采用日立 835-50 型高速氨基酸分析仪进行 17 种氨基酸和牛磺酸的测定；另取样经 5 mol/L NaOH 水解后，同机测定色氨酸的含量。

氨基酸的支/芳比值按支链氨基酸总量(缬氨酸+异亮氨酸+亮氨酸)/芳香族氨基酸总量(苯丙氨酸+酪氨酸)来计算。

1.3.3 氨基酸营养评价

采用 1973 年 FAO/WHO 推荐的蛋白质模式(%，dry)(Pellett *et al.* 1980)为比较标准，按以下公式计算出长蛸粗蛋白质中氨基酸价(AAS)。

$$\text{AAS} = \frac{\text{试验样品蛋白质中必需氨基酸含量}(\text{mg/g})}{(\text{FAO/WHO})\text{评分标准模式中必需氨基酸含量}(\text{mg/g})} \times 100\%$$

1.3.4 脂肪酸测定

按照改进的 Folch 法(氯仿与甲醇体积比 2:1)萃取脂质，再通过 0.4 mol/L 的 KOH-甲醇甲酯化法对提

取的脂肪进行甲酯化,最后转移浓缩到石油醚中待测。检测依据是 AOAC996.06,检测仪器为日本岛津 GC-14C 气相色谱仪、氢火焰离子化检测器(FID)。其色谱条件为色谱柱:60 m×0.25 mm 的毛细管柱;温度:柱温 130℃,检测器温度 270℃,进样口温度 270℃;进样量 1.0 μl;载气为高纯氮气,流速 40 ml/min,尾吹气流速 30 ml/min。含量按内标法(马英杰等 1996)计算,其中以 C11:0 为内标物。

1.3.5 矿物质元素测定

湿法消化后用 IRIS/AP 全谱直读等离子体原子发射光谱仪(美国 TJA 公司)测定。功率:1 150 W,冷却气流量 24 L/min,辅助气流量 0.4 L/min,进样量 1.85 ml/min。

1.4 数据处理

使用 STASTICA 5.0 软件进行数据处理,对 3 组织样品一般营养成分进行单因素方差分析和显著性检验及多重比较(Tukey HSD test), $P<0.05$ 为具有显著性差异。

2 结果与讨论

2.1 长蛸的一般营养成分组成与评价

长蛸的一般营养成分测定结果见表 1。结果显示,长蛸 3 种组织中,肌肉含量最高,占体质量的 90.65%,肝胰脏和生殖腺只占体质量的 8.38%;水分含量差别较小,含水量最高的肝胰脏仅比生殖腺高 1.4% ($P>0.05$);灰分含量差别不大,肝胰脏中灰分含量最高,占干基的 6.15%,生殖腺中最少,占干基的 5.18% ($P>0.05$);粗蛋白含量关系为肌肉>肝胰脏>生殖腺,肌肉干基粗蛋白含量比生殖腺中高 6.69% ($P<0.05$);粗脂肪含量排序为生殖腺>肝胰脏>肌肉,含量均较低;总糖含量排序为肝胰脏>生殖腺>肌肉,肝胰脏干基总糖含量比肌肉中高 4.84% ($P<0.05$)。

与湛江产短蛸(张伟伟等 2006)相比,长蛸肌肉占体质量比例略高于短蛸,肌肉中粗蛋白含量略低于短蛸,其他成分较为接近。结果表明,长蛸肝胰脏和生殖腺的营养成分与肌肉组织相似,同样具有较高的营养价值,长蛸肌肉含量高,是一种高蛋白、低脂肪的海产品。

表 1 长蛸各组织主要营养成分的组成(%)

Table 1 Composition of main nutrients in different tissues of *O. variabilis*

样品 Sample	占体质量比例 Proportion in body weight	水分 Moisture	灰分 Ash	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	总糖 Total sugar
肌肉 Muscle	90.65	81.2 ^a	1.1(5.85) ^a	14.7(78.19) ^a	0.9(4.79) ^b	1.40(7.45) ^c
肝胰脏 Hepatopancrea	2.49	82.1 ^a	1.1(6.15) ^a	13.1(73.18) ^b	1.0(5.59) ^b	2.20(12.29) ^a
生殖腺 Gonad	5.89	80.7 ^a	1.0(5.18) ^a	13.8(71.50) ^b	1.2(6.22) ^a	1.80(9.33) ^b

注:括号内数据为干基各成分所占的比,不同上标为差异显著($P<0.05$)

2.2 长蛸 3 种组织中氨基酸组成与营养评价

长蛸 3 种组织的氨基酸含量测定结果见表 2。结果表明,3 种组织均含 18 种氨基酸,谷氨酸含量最高,达 21.5 mg/g_{肌肉},胱氨酸含量最低,为 0.5 mg/g_{生殖腺};肌肉、肝胰脏和生殖腺 3 种组织中 EAA/TAA 值分别为 41.06%、40.34% 和 46.23%,EAA/NEAA 值分别为 69.67%、67.62% 和 89.84%;氨基酸支/芳值均较高,肌肉中牛磺酸含量为 8.7 mg/g,呈味氨基酸(天门冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸和甘氨酸)含量为 51.8 mg/g,占氨基酸总量的 37.2%。

根据 FAO/WHO 的理想模式,质量较好的蛋白质其氨基酸组成为 EAA/TAA 为 40% 左右,EAA/NEAA 为 60% 以上(李正忠 1988),从分析结果可见,长蛸氨基酸组成的几项指标均符合或超过参考模式标准,即氨基酸平衡效果较好,属于优质的人体所需蛋白质。马英杰等(1996)测得黄、渤海长蛸肌肉蛋白质的 EAA/

NEAA 比值为 36%，低于 FAO/WHO(1973)模式标准，与本试验结果存在较大差别，但支/芳值与本试验结果相近。同湛江产短蛸比较(张伟伟等 2006)，长蛸蛋白质中呈味氨基酸占氨基酸总量的比值略低于短蛸，长蛸味道鲜美但鲜食口味可能略低于短蛸。

表 2 长蛸各组织(干基)氨基酸含量(mg/g)

Table 2 Content of amino acids in different tissues of *O. variabilis*

氨基酸 Amino acid	肌肉 Muscle	肝胰脏 Hepatopancreas	生殖腺 Gonad	氨基酸 Amino acid	肌肉 Muscle	肝胰脏 Hepatopancreas	生殖腺 Gonad
苏氨酸 Thr★	5.3	4.7	5.5	丝氨酸 Ser	5.0	4.6	4.7
缬氨酸 Val★	7.4	7.7	8.5	脯氨酸 Pro	5.9	4.4	4.6
蛋氨酸 Met★	4.5	4.0	3.9	酪氨酸 Tyr	5.1	6.4	4.8
异亮氨酸 Ile★	7.5	6.9	8.4	组氨酸 His	2.6	2.2	1.9
亮氨酸 Leu★	13.7	9.1	13.9	精氨酸 Arg	11.2	7.7	8.0
苯丙氨酸 Phe★	5.3	4.8	5.5	必需氨基酸 EAA	57.2	47.2	60.1
色氨酸 Trp★	1.6	1.9	1.8	非必需氨基酸 NEAA	82.1	69.8	66.9
赖氨酸 Lys★	11.9	8.1	12.6	氨基酸总量 TAA	139.3	117.0	130.0
天门冬氨酸 Asp◆	13.7	15.2	11.2	EAA/ TAA	41.06	40.34	46.23
谷氨酸 Glu◆	21.5	14.1	16.5	EAA/ NEAA	69.67	67.62	89.84
丙氨酸 Ala◆	8.7	7.3	11.8	牛磺酸 Tau	8.7	5.8	4.5
甘氨酸 Gly◆	7.9	7.5	6.1	支/芳值	2.75	2.12	2.99
胱氨酸 Cys	0.5	0.4	0.3	呈味氨基酸总量	51.8	44.1	45.6

注:★为人体必需氨基酸;◆为呈味氨基酸

谷氨酸不仅是重要的呈味氨基酸,而且在人体物质代谢中具有特殊的意义。谷氨酸可补充脑组织生化代谢中三羧酸循环的中间产物— α -酮戊二酸,与大脑能量供应有直接关系,同时,是大脑解氨毒的重要物质,此外,还在肝脏、肌肉等组织中发挥解毒作用。长蛸肌肉中谷氨酸含量最高,可为人体提供足量的谷氨酸。牛磺酸(2-氨基乙磺酸)是含磺酸基 β -氨基酸,是一种非蛋白质氨基酸。近年来研究证明,牛磺酸具有广泛的生物学作用,如免疫、生殖系统、视觉功能和视网膜结构都需要牛磺酸。它还作为中枢性神经递质调节中枢神经系统。长蛸肌肉含有较高的牛磺酸,牛磺酸对幼儿大脑发育非常重要,并能降低血压和血脂,抑制胆结石,增强免疫力,抗心律失常等(谢宗墉等 1995)。高支、低芳氨基酸混合物具有保肝作用,正常人与哺乳动物的支/芳值为 3~3.5,当肝损伤时降为 1.0~1.5。长蛸的支/芳值接近正常人的支/芳值。

与 FAO/WHO 标准模式相比较,长蛸肌肉和肝胰脏的第一、二限制性氨基酸分别是苏氨酸和蛋氨酸+胱氨酸;生殖腺的第一、二限制性氨基酸则分别为蛋氨酸+胱氨酸和苏氨酸(表 3)。其他必需氨基酸的 AAS 值

表 3 长蛸各组织蛋白质必需氨基酸组成与评分(mg/g)

Table 3 The comparison of essential amino acid composition and FAO/WHO(1973) mode in different tissues of *O. variabilis*

氨基酸 Amino acid	FAO/WHO	肌肉 Muscle		肝胰脏 Hepatopancreas		生殖腺 Gonad	
		含量 Content (mg/g)	AAS	含量 Content (mg/g)	AAS	含量 Content (mg/g)	AAS
苏氨酸 Thr	40	36.1	90.3★	32.0	80.0★	37.4	93.5◆
缬氨酸 Val	50	50.3	100.6	52.4	104.8	57.8	115.6
异亮氨酸 Ile	40	51.0	127.5	46.9	117.3	57.1	142.8
亮氨酸 Leu	70	93.2	133.1	61.9	88.4	94.6	135.1
色氨酸 Trp	10	10.9	109.0	12.9	129.0	12.2	122.0
赖氨酸 Lys	55	81.0	147.3	55.1	100.2	85.7	155.8
蛋氨酸 + 胱氨酸 Met+Cys	35	34.0	97.1◆	29.9	85.4◆	28.5	81.4★
苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phe+Tyr	60	70.8	118.0	76.2	127.0	70.1	116.8
氨基酸总量 TAA	360	435.1		423.1		753.1	

注:“★”第一限制性氨基酸;“◆”第二限制性氨基酸

均大于理想模式蛋白质中相应氨基酸的含量,说明长蛸 3 种组织中蛋白质的氨基酸效价较高,组成合理。

研究表明,软体动物中乌贼科的氨基酸价为 87,贝类的氨基酸价多为 82~85(中国预防医学科学院、营养与食品卫生研究所食物成分表 1999;Navarro *et al.* 2000),长蛸氨基酸价与上述种类接近,根据婴儿和儿童氨基酸需要量模式(陈学存 1984),长蛸的蛋白质特别能满足婴幼儿的营养需要。

2.3 肌肉的脂肪酸分析测定

长蛸肌肉的脂肪酸组成和含量见表 4,所有数据为脂肪酸在总脂肪酸中的比例。结果显示,长蛸肌肉中共检测出 19 种脂肪酸,不饱和脂肪酸含量占脂肪酸总量的 65.09%,且以多不饱和脂肪酸为主,共有 10 种,占总脂肪酸含量的 51.51%,远高于单不饱和脂肪酸(13.10%)和饱和脂肪酸(34.66%)。多不饱和脂肪酸中的 C_{22:6}(DHA)、C_{20:5}(EPA)和 C_{20:4}(AA)含量丰富,分别占总脂肪酸含量的 18.13%、12.56%和 10.78%。

表 4 长蛸肌肉(干基)的脂肪酸组成(%)

Table 4 The composition of fatty acid in the dry muscle of *O. variabilis*

脂肪酸 Fatty acid	相对含量 Relative content(%)	脂肪酸 Fatty acid	相对含量 Relative content(%)	脂肪酸 Fatty acid	相对含量 Relative content(%)	脂肪酸 Fatty acid	相对含量 Relative content(%)
<C _{14:0}	0.60	C _{20:2}	1.16	C _{16:4}	—	C _{22:4}	1.06
C _{14:0}	0.90	C _{20:3}	1.68	C _{17:0}	2.12	C _{22:5}	2.38
C _{15:0}	0.45	C _{20:4} (AA)	10.78	C _{18:0}	13.57	C _{22:6} (DHA)	18.13
C _{16:0}	17.02	C _{20:5} (EPA)	12.56	C _{18:1}	7.96	SFA	34.66
C _{16:1}	1.12	C _{22:1}	—	C _{18:2}	2.21	MUFA	13.10
C _{16:2}	—	C _{22:2}	—	C _{18:3}	0.41	PUFA	51.51
C _{16:3}	—	C _{22:3}	1.14	C _{20:1}	4.02		

注:“—”表示未检出

研究认为,PUFA 具有抗癌、调节免疫以及延缓衰老等作用(鲍建民 2006),膳食中高比例的 PUFA 可降低动脉粥样硬化形成的危险性,EPA 和 DHA 对防治心脏疾病、动脉硬化、风湿关节炎、气喘和糖尿病有明显效果,AA 和 DHA 是中枢神经系统和视网膜的重要结构脂成分,对婴儿的脑发育及学习、记忆功能有重要作用(陈超刚等 2002)。长蛸 PUFA 含量较高,高于某些鱼类、贝类等海产品(中国预防医学科学院、营养与食品卫生研究所 1999),其优质丰富的 PUFA 含量进一步证实了它的药用价值。

2.4 矿物质元素含量及营养评价

矿物质元素含量测定见表 5,共检测 10 种矿物元素。结果显示,肌肉中 K、Na、Ca、Mg 和 P 的含量较丰富,其中 K、Na 和 P 含量高达 4.27×10^3 、 6.45×10^2 和 6.30×10^2 mg/kg;还含有一定量的 Fe、Zn、Cu、Mn、Se 等微量元素,微量元素中 Fe 和 Zn 含量较高,分别为 6.07 和 5.95mg/kg,Mn 和 Se 的含量较低,分别为 0.44 和 0.068 mg/kg。

表 5 长蛸肌肉组织矿物质元素的含量(mg/kg)

Table 5 The content of mineral element in the muscle of *O. variabilis*

元素 Element	K	Na	Ca	Mg	P	Zn	Cu	Mn	Fe	Se
含量 Content	4.27×10^3	6.45×10^2	2.10×10^2	4.98×10^2	6.30×10^2	5.95	2.47	0.44	6.07	0.068

微量元素 Fe、Zn、Cu 参与多种酶活性中心的构成,对核酸、蛋白质的合成及免疫过程都有直接或间接作用,Fe 和 Zn 是人体需要量最多的微量元素;Mn 在增强人体免疫功能、抗衰老、补肾壮阳方面有重要作用

(蔡赐明等 1989);Se 可以治疗克山病、大骨节病,能增强机体的免疫能力,抑制心血管疾病的发病,可防癌、抗癌,预防老年病等(毛文君等 1996)。长蛸体内富含这些营养元素,具有一定的营养保健价值。

3 结论

长蛸 3 种组织均含 18 种氨基酸,长蛸氨基酸组成的几项指标均符合 FAO/WHO(1973)推荐模式标准,必需氨基酸组成合理,氨基酸平衡效果较好。长蛸肌肉含 19 种脂肪酸,饱和脂肪酸含量较低,不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的 65.09%,且以多不饱和脂肪酸为主,脂肪酸组成合理。长蛸肌肉富含矿物质元素,微量元素中 Fe 和 Zn 含量较高。长蛸味道鲜美,是一种高蛋白、低脂肪、营养价值丰富的海产品,其蛋白质特别能满足婴幼儿的营养需要,长蛸具有一定的营养保健及药用价值。

参 考 文 献

- 马英杰,张志峰,马爱军,孙 溢,刘珊珊. 1996. 黄、渤海几种海产无脊椎动物蛋白质与氨基酸含量分析. 海洋科学, (6): 8~10
- 毛文君,管华诗. 1996. 紫贻贝和海湾扇贝生化成分中硒的分布特点. 中国海洋药物, 57(1): 16~18
- 中国预防医学科学院、营养与食品卫生研究所. 1999. 食物成分表(全国分省值). 北京: 人民卫生出版社: 105~222
- 李正忠. 1988. 花粉、灵芝与珍珠中必需氨基酸的定量测定与分析比较. 氨基酸分析, (4): 41~43
- 李丽莉. 1999. 几种海产品中氨基酸及牛磺酸含量的比较. 氨基酸和生物资源, 21(2): 25~26
- 刘凌云,郑光美. 1997. 普通动物学, 软件动物门, 头足纲. 北京: 高等教育出版社, 230
- 许星鸿, 阎斌伦, 郑家声, 王 刚, 成 凯. 2008. 长蛸生殖系统的形态学与组织学观察. 动物学杂志, 43(4): 77~84
- 陈学存. 1984. 应用营养学, 北京: 人民卫生出版社, 11~12
- 陈超刚, 苏宜香, 谭炳炎, 冯 翔, 闻 剑. 2002. 多烯脂肪酸对海马神经元细胞脂肪酸构成和生长的作用. 营养学报, (24): 265~268
- 杜飞燕. 1999. 章鱼猪蹄汤催乳 50 例临床观察. 广西中医学院学报, (3): 86~87
- 张伟伟, 雷晓凌. 2006. 短蛸不同组织的营养成分分析与评价. 湛江海洋大学学报, 26(4): 91~93
- 郑 伟, 阎斌伦, 李士虎. 2009. 长蛸人工育苗及养殖技术研究. 水产科学, 28(3): 176~178
- 郑志坚. 2006. 长蛸网箱养殖技术. 中国水产, (6): 49~50
- 董 群, 郑丽伊, 方积年. 1996. 改良的苯酚硫酸法测定多糖和寡糖含量的研究. 中国药理学杂志, 31(9): 550~553
- 谢宗墉, 刘竹伞. 1995. 水产品的食疗与健康. 北京: 中国农业出版社, 1~277
- 鲍建民. 2006. 多不饱和脂肪酸的生理功能及安全性. 中国食物与营养, (1): 45~46
- 蔡赐明, 朱本仁. 1989. 还精煎口服液中七元素的含量及其作用浅析. 中国中药杂志, 14(8): 25~27
- FAO/WHO. 1973. Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements. FAO Nutrition Meeting Report Series, 52: 40~73
- Navarro, J. C., and Villanueva, R. 2000. Lipid and fatty acid composition of early stages of cephalopods: an approach to their lipid requirements. Aquaculture, 183(1-2): 161~177
- Tanaka, K., Sakai, T., Ikeda, I., Imaizumi, K., and Sugano, M. 1998. Effects of dietary shrimp, squid and octopus on serum and liver lipid levels in mice. Biosci. Biotechnol. Biochem. 62(7): 1 369~1 375