大韓獸醫學會誌(1999) 第39卷 第3號
Korean J Vet Res(1999) 39(3) : 478~488

근육조성에 따른 축종특이성 구명
Ⅰ. 축종별 근육중 histidine dipeptides 함량

이명헌 · 김상근 · 정갑수* · 박종명*

충남대학교 수의과대학
국립수의과학검역원*
(1999년 2월 1일 접수)

Species characterization of animal by muscle composition analysis
Ⅰ. The contents of histidine dipeptides in muscle from various species

Myoung-heon Lee, Sang-keun Kim, Gab-soo Jung*, Jong-myoung Park*

College of Veterinary Medicine, Chungnam National University
*National Veterinary Research and Quarantine Service**
(Received Feb 1, 1999)

Abstract : The contents of histidine dipeptides, a metabolic products of muscle protein, were investigated to compare muscle composition among the 9 domestic animals including cattle. In major domestic animals, analyzed the effects of age, part and sex of the animals on their muscle composition. Large amounts of carnosine(68.63±17.41μmol/g) were detected in cattle and it was higher than other animals. Whereas the content of anserine showed high level in order of turkey, chickens and duck. The ratio of carnosine and anserine(C/A ratio) was different depending on the animal species. Statistical data indicated that difference among species was significant($p < 0.05$). The contents of histidine dipeptides in heated muscle by boiling for 40 minutes at 110℃ was similar to thoes of raw muscle. C/A ratio in heated muscle was not different from that of raw muscle, indicating that no change has been made after heating process. The contents of carnosine and anserine were different according to the parts of their muscle. Especially chuck of the mammalian showed extremely low level of histidine dipeptides compared with other parts, while C/A ratio maintained certain level regardless of age, part, sex. Therefore, based on the content of histidine dipeptides, could be found the difference of muscle composition among the species. Also C/A ratio of horse, pig, cattle, duck, sheep and turkey were characteristic respectively.

Key words : species characterization, histidine dipeptides, muscle.

Address reprint requests to Dr. Myoung-heon Lee, College of Veterinary Medicine, Chungnam National University, Tae-jeon 305-764, Republic of Korea.

서 론

근단백질의 기본단위인 아미노산은 펩타이드 결합을 근간으로 중합체를 형성하고 각각의 생화학적 특성에 따라 측쇄의 에스테르화나 N-말단의 아세틸화 등 일련의 대사과정을 통해 다양한 유도체를 산생한다. 이들중 일부는 생체에서 활성을 발휘하여 생리현상을 관장하고 생체의 구성성분으로 참여하기도 하며 혹은 유리형태로 존재하기도 한다[1].

Carnosine(β-alanyl-L-histidine)과 anserine(β-alanyl-L-1-methylhistidine)은 balenine(β-alanyl-L-3-methylhistidine) 및 homocarnosine(γ-aminobutylhistidine)과 함께 필수아미노산인 histidine의 imidazole 유도체로 동물조직에 널리 분포한다[2]. Carnosine은 1900년 우육의 추출물에서 최초로 분리된 이래[3] 각종 포유류와 수생패류의 체조직에서 발견되었으며[4] 일부 절족류에서도 그 존재가 증명되었다[5]. 또한 Wood[6]는 랫드를 대상으로 실질장기중의 함량을 조사하였고, Calam과 Waley[7]는 소의 망막에서 carnosine 검출을 보고함으로써 근육을 포함한 다양한 체조직에 분포한다는 사실을 구명하였다. 한편 Ackermann *et al*[9]은 1929년 거위에서 anserine을 확인하였으며[1] 이를 필두로 어류, 조류[8] 및 파충류[9]에서 보고된 바 있다. 이에 따라 초기의 연구자들은 포유류에는 anserine이 존재하지 않는 것으로 추측하였으나 Wolff와 Wilson[10]이 야생동물과 가축에서 carnosine과 함께 anserine을 분석함으로써 이를 반박하였으며 이러한 사실은 이후 여러 연구자들에 의하여 입증되었다[3,11-15]. 반면에 balenine과 homocarnosine은 생체내 분포가 제한적이며 그 양도 미미한 수준으로 뱀과 돌고래 및 일부 포유류에서 보고된 바 있다[16-19]. 동물의 골격근중 carnosine과 anserine의 함량은 다양한 요인에 의하여 영향을 받는다. Hunter[20]는 고양이의 carnosine 함량이 섭생에 의하여 변한다고 보고하였고 양서류의 근육중 histidine dipeptide 분포경향을 연구한 Yudaev[21]는 긴장성 근육이 비긴장성 근육에 비하여 carnosine 함량이 많았으며 암컷보다는 수컷에 다량 분포한다고 밝혔다. 아울러 Davey[22]는 동종일지라도 부위에 따라 carnosine과 anserine의 함량은 상이하다고 주장하였고 일부 연구자들은 동물의 성장단계별로 체조직중의 분포추이를 분석하여 연령에 따른 변화양상을 구명하고자 하였다[23,24]. 또한 Clifford[25]는 '특정동물에 carnosine이 없다고 하는 것은 곧 모든 동물에서 carnosine의 존재를 부정하는 것이다'라고 피력하면서 모든 동물의 근육에 분포하는 carnosine의 함량은 동일하다고 보고하였다. 반면에 Davey[22]는 축종별로 그 함량의 다양성을 예측하였으며, Crush[2]는 체조직중의 histidine dipeptide 함량을 근거로 축종간의 유전학적 계통분석을 시도하였다. 그러나 연구초기 대부분의 보문들이 imidazole의 정색반응을 이용한 기초적인 정성분석의 범주로 비특이반응에 의한 간섭현상으로 인하여 보고자간의 결과는 상이하였으며 따라서 왜곡된 해석의 개연성이 높은 것으로 판단된다[2,6,15,26]. 최근에 이르러 HPLC를 이용한 고감도의 신뢰성 있는 분석기술이 개발되어 정밀한 정량분석이 가능해짐에 따라 Nakamura *et al*[27]은 기니픽의 뇌조직에서 histidine dipeptide의 함량을 분석하였으며, Carnegie *et al*[28]은 돼지의 근육에서 carnosine, anserine과 함께 미량의 balenine을 검출하여 주목할만한 연구 결과를 얻었다. 특히 Tinbergen과 Slump[29]는 carnosine과 anserine의 함량비를 산출하여 돼지고기 속에 혼재된 닭고기를 감별하고자 하였으며, Ashworth[30]는 근육중 histidine dipeptide 함량을 근거로 육제품의 평가기준을 제시하였다. 이러한 연구추세는 근육중 histidine dipeptide 함량을 분석함으로써 동물별로 근육조성의 특성을 구명하려는 시도로 이어져 Carnegie *et al*[31]은 각종 동물의 함량을 비교하였으며 Plowmann과 Close[32]는 야생동물과 가축의 근육을 대상으로 축종간의 함량차이를 확인하고자 하였다. 그러나 histidine dipeptide 함량차이를 토대로 축종을 판별하기 위해서는 무엇보다도 근육중 함량에 영향을 미칠 수 있는 여러가지 요인에 대한 변화양상의 파악이 선행되어야 하며 아울러 신뢰성 있는 결과를 도출하기 위해서는 다양한 축종에 대한 분포양상을 확인하는 것이 필수적이다.

본 연구에서는 가축을 대상으로 신선근육과 열처리육을 공시하여 축종별로 carnosine과 anserine 함량을 조사하고 그 비(carnosine/anserine ratio, C/A ratio)를 산출하여 근육조성을 확인함과 아울러 연령, 부위 및 성별에 따른 함량변화를 분석함으로써 histidine dipeptide 함량을 근거로 종 특이성을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료 : 소를 비롯한 9종의 가축을 대상으로 도살 즉시 채취한 신선근육을 공시하였으며 주요 축종은 연

Table 1. Design for sample collection

Species	No. of animal	No. of sample	Age	Part	Sex
Cattle	17	29	1, 2, 3Y	Loin, Rib, Chuck, Ham	Male, Female
Pig	21	63	60, 90, 105D	"	"
Horse	13	31	4, 6, 9Y	"	-
Chicken	16	24	30, 60, 90D	Breast, Wing, Thigh	Male, Female
Duck	17	27	35, 50, 67D	"	"
Dog	6	24	-	-	-
Sheep	1	4	-	-	-
Goat	4	16	-	-	-
Turkey	2	6	-	-	-

Y : Year, D : Day.

령, 부위 및 성별을 구분하였다. 한편 열처리육은 신선육을 110℃에서 40분간 처리함으로써 일반적인 가공조건에 준하여 준비하였다(Table 1).

시료 전처리 : 신선근육 및 열처리육중 histidine dipeptide의 추출은 Plowman과 Close[32]의 방법을 변형하였으며 시료에 0.9% sodium chloride를 가하여 마쇄기(Takmar, USA)로 분쇄하였다. 여기에 8% sulphosalicylic acid(Sigma, USA)를 첨가하여 충분히 균질화시키고 20℃에서 30분간 초음파 처리하였다. 균질화한 혼액은 원심한(4℃, 12,000 rpm, 30min)다음 상층액을 취하여 0.4μm membrane filter (Millipore, USA)로 여과하고 -20℃ 이하에 보관하면서 검액으로 사용하였다.

Histidine dipeptide의 분석 : 근육중 histidine dipeptide의 함량은 고속액체크로마토그래프(TSP, USA)를 이용하여 시료중 anserine과 carnosine의 peak area를 산정한 후 별도로 작성된 표준정량곡선의 회귀방정식에 대입하여 정량하였다.

표준용액 조제 및 표준정량곡선 작성 : L-anserine(Sigma, USA)과 L-carnosine(Sigma, USA)을 증류수에 녹여 각각 49.5μM, 66.3μM로 조정하여 stock solution을 조제하고 이를 농도단계별로 희석하였으며 농도별로 peak area를 산출하여 표준정량곡선을 작성한 다음 직선회귀 방정식을 구하였다.

Chromatography : Histidine dipeptide는 lithium cation exchange column(3mm ID×15mm, Pickering, USA)으로 분리하였으며 이동상은 lithium eluent A(0.9% lithium citrate/2% lithium chloride, pH 7.5)와 B(0.6% lithium hydroxide/0.6% lithium chloride, pH 14)를 gradient로 적용하였다(Table 2).

Table 2. Gradient conditions and time programs for analysis of histidine dipeptides in muscle

Time events (min)	Flow rate (ml/min)	Mobile phase composition(%)	
		Eluent A	Eluent B
0	0.3	100	0
5		100	0
130		94	6

유도체화 : Lithium cation exchange column에 의하여 분리된 histidine dipeptide는 O-phthaldialdehyde법[27]으로 유도체화 하였고 이때의 column 온도는 42℃, 반응조는 130℃를 유지하였다. 유도체화 된 histidine dipeptide는 형광검출기(TSP, USA, Ex. 330nm, Em. 466nm)를 이용하여 정량하였다.

통계처리 : 축종간 histidine dipeptide 함량 및 C/A ratio의 차이를 조사하고 연령, 부위 및 성별에 따른 함량 변화를 분석하기 위하여 일반선형모형(General Linear Mo-dels Procedure, GLMP)으로 분산분석을 실시하여 유의성을 검정하였으며 Duncan test를 통해 그 차이를 확인하였다.

결 과

축종별 신선근육 및 열처리육의 histidine dipeptide 함량 : 신선근육의 carnosine 함량은 소에서 68.63±17.41 μmol/g으로 공시된 9종의 축종중 가장 높았으며 개는 1.71±0.53μmol/g으로 타 축종에 비하여 낮은 함량분포를 보였다(Table 3). Anserine은 칠면조와 닭의 근육에서 월등히 높았고 오리도 비교적 높은 수준이었으나 말은 0.19±0.06μmol/g으로 매우 낮았다. Histidine dipeptide 함량을 토대로 그 비(C/A ratio)를 산출한 결과 말, 돼지 및 소의 순으로 높은 수준을 보였고 carnosine에 비하여 anserine 함량이 현저하게 높았던 칠면조는 가장 낮았다. 한편 신선한 근육을 110℃에서 40분간 처리한 열처리육의 축종별 histidine dipeptide 함량은 Table 4와 같다. 모든 축종에서 신선근육의 함량과 유사하여 열처리에 따른 유의한

Table 3. The contents of histidine dipeptides in raw muscle from various species

Species	No. of sample	Histidine dipeptides(μmol/g)		C/A ratio
		Carnosine	Anserine	
Cattle	29	68.63±17.41(33.10~98.67)	8.75±2.98(2.69~14.21)	8.33±1.87(5.07~13.30)
Pig	63	36.8±20.95(4.30~86.40)	1.22±0.56(0.23~3.00)	30.07±12.66(12.25~77.87)
Horse	31	23.73±6.97(10.60~38.40)	0.19±0.06(0.07~0.34)	134.58±39.77(71.00±204.
Chicken	24	17.31±8.59(7.60~40.84)	52.94±31.66(15.40~141.52)	0.39±0.20(0.18~0.97)
Duck	27	19.25±10.26(4.90~36.40)	12.67±7.02(2.50~35.70)	1.61±0.58(0.62~2.92)
Dog	24	1.71±0.53(0.98~2.94)	4.53±1.16(3.05~7.09)	0.37±0.05(0.29~0.48)
Sheep	4	4.80±0.31(4.44~5.19)	4.77±0.23(4.54~5.08)	1.01±0.02(0.98~1.02)
Goat	16	2.77±0.58(1.94~4.19)	7.07±1.64(3.58~8.92)	0.44±0.23(0.26~0.97)
Turkey	6	6.04±1.47(3.37~7.36)	86.81±18.65(58.68~112.4)	0.07~0.02(0.04~0.10)

The results are represented as mean±SD. Figures in parentheses are range.

Table 4. The contents of histidine dipeptides in heated muscle from various species

Species	No. of sample	Histidine dipeptides(μmol/g)		C/A ratio
		Carnosine	Anserine	
Cattle	17	67.66±23.16(25.98~106.21)	8.56±4.09(2.24~15.02)	8.78±2.57(5.81~15.89)
Pig	32	30.02±17.35(7.94~86.81)	1.16±0.64(0.49~3.40)	26.08±9.07(13.34~50.22)
Horse	16	24.32±9.04(11.07~46.48)	0.23±0.15(0.07~0.68)	124.65±45.68(44.01~193.27)
Chicken	12	19.23±9.21(6.40~38.60)	59.67±39.54(15.40~139.30)	0.43±0.28(0.16~1.03)
Duck	15	14.15±10.46(2.43~34.66)	9.79±6.67(1.78~22.05)	1.72±1.12(0.36~4.85)
Dog	12	1.83±0.53(0.98~2.65)	4.72±1.46(3.09~7.32)	0.39±0.05(0.32~0.48)
Sheep	4	4.38±0.55(3.86~5.10)	4.35±0.48(3.92~4.99)	1.01±0.02(0.98~1.02)
Goat	12	2.63±0.71(1.85~4.12)	6.33±1.77(3.65~8.52)	0.48±0.27(0.26~0.90)
Turkey	6	5.40±1.49(3.51~7.10)	83.85±28.82(32.19~109.86)	0.07±0.04(0.03~0.14)

The results are represented as mean±SD. Figures in parentheses are range.

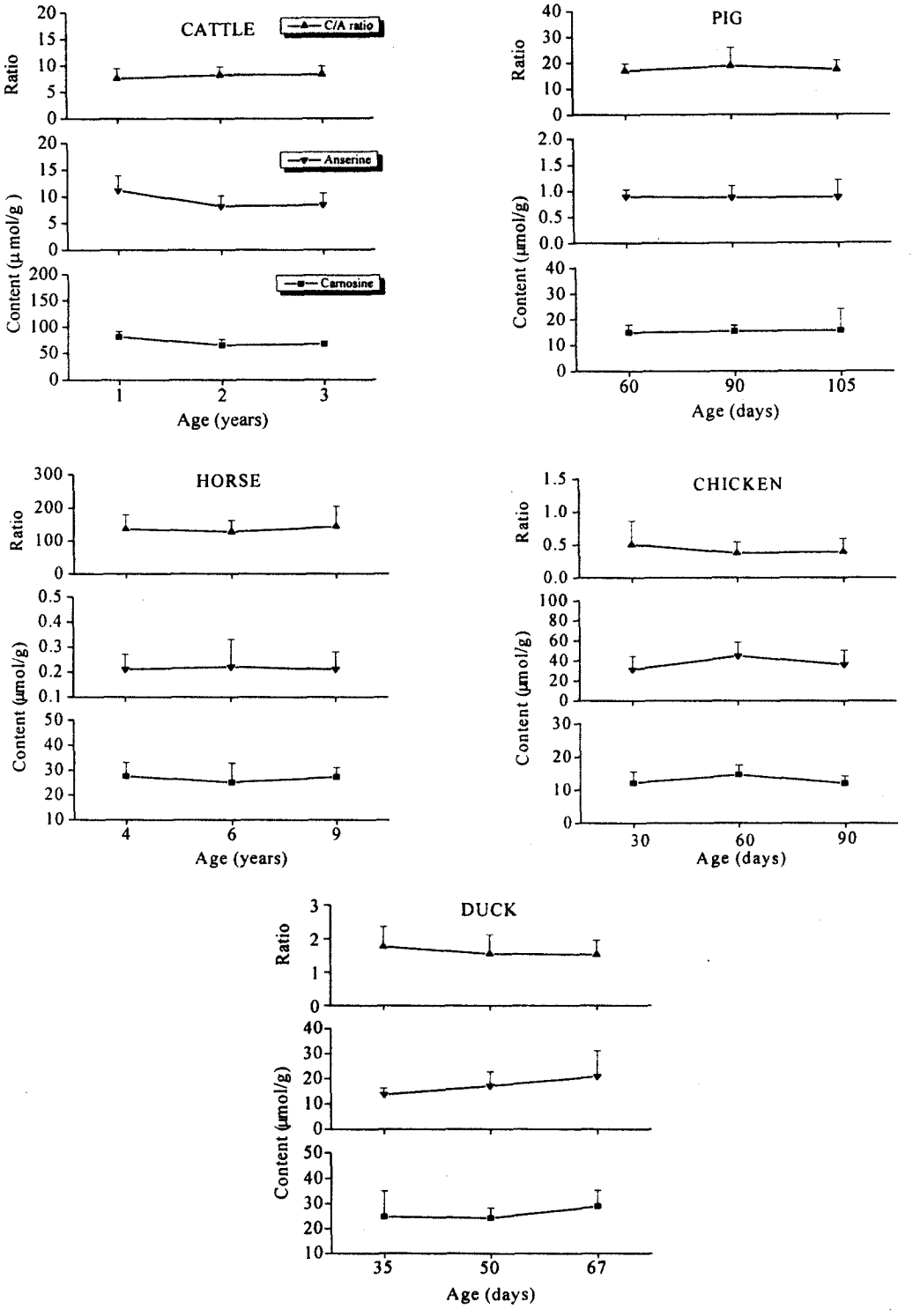

Fig 1. The effects of age on the contents of histidine dipeptides in muscle from various animals.

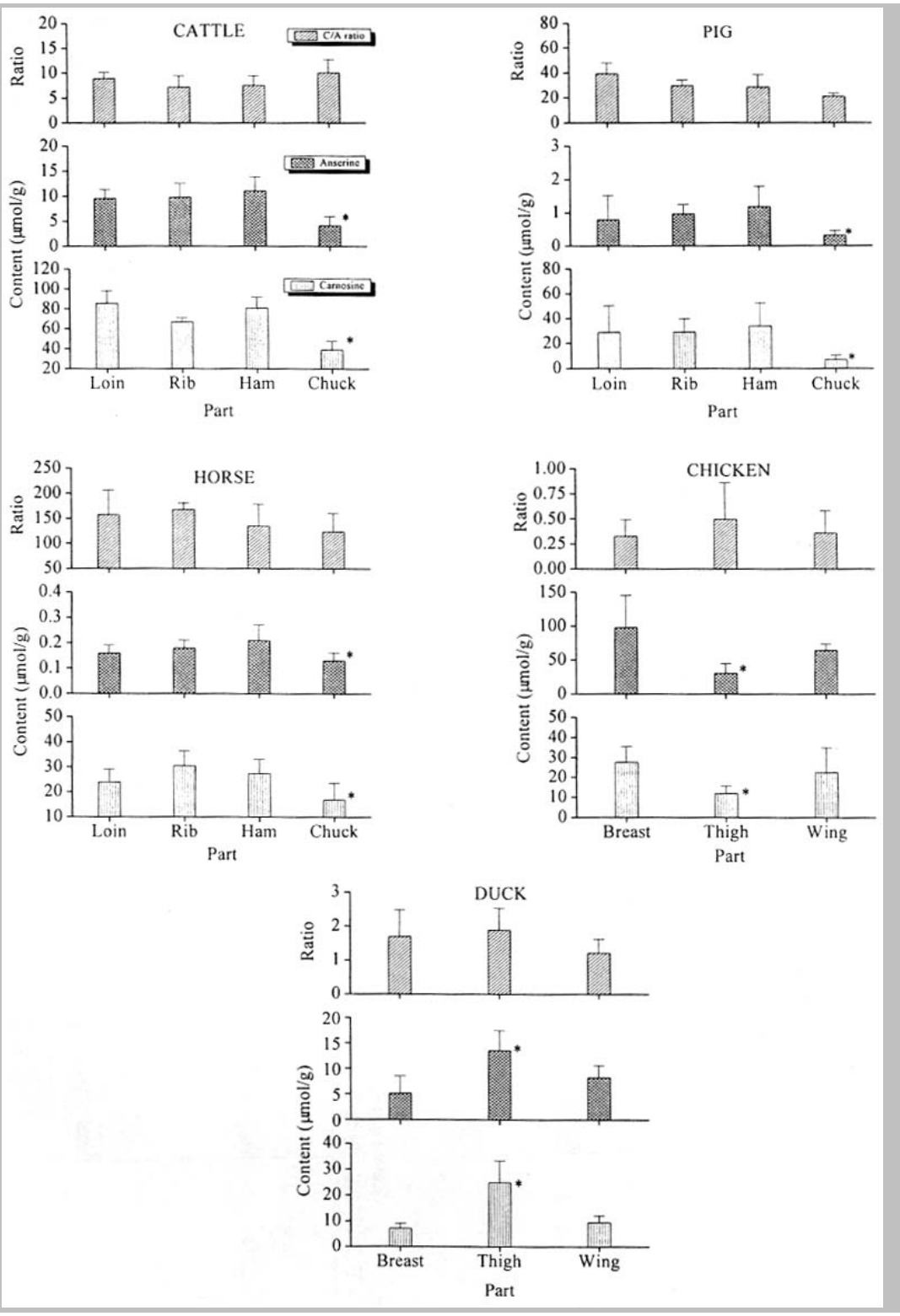

Fig 2. The variation in contents of histidine dipeptides according to part in various animals. * : $p < 0.05$.

변동을 확인할 수 없었으며 축종간의 함량차이도 신선육과 동일하였다.

연령에 따른 축종별 histidine dipeptide 함량 : 근육중 carnosine 함량은 소의 경우 1세에서 81.12±10.56μmol/g으로 가장 높은 수준이었으나 연령별로 유의한 차이는 없었으며 타 축종에서도 주목할만한 변화는 없었다. Anserine 함량 역시 연령에 따른 변동을 확인할 수 없었으며 축종별 C/A ratio도 연령에 관계없이 일정한 수준을 유지하였다(Fig 1).

부위에 따른 축종별 histidine dipeptide 함량 : 부위별 carnosine 함량은 상이하였으며 특징적으로 소, 돼지 및 말의 목살 부위는 다른 부위에 비하여 현저히 낮은 수준이었다($p < 0.05$). 또한 닭은 다리가 12.07±3.49μmol/g으로 타 부위에 비하여 낮았던 반면에 오리는 다리의 carnosine 함량이 최고수준을 보여 부위에 따른 유의적인 함량차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 부위에 따른 anserine 함량은 carnosine 변화추이와 거의 일치하는 양상을 보였으며 따라서 이들간의 함량비는 부위에 관계없이 축종별로 일정한 수준이었다(Fig 2).

성에 따른 축종별 histidine dipeptide 함량 : 암수

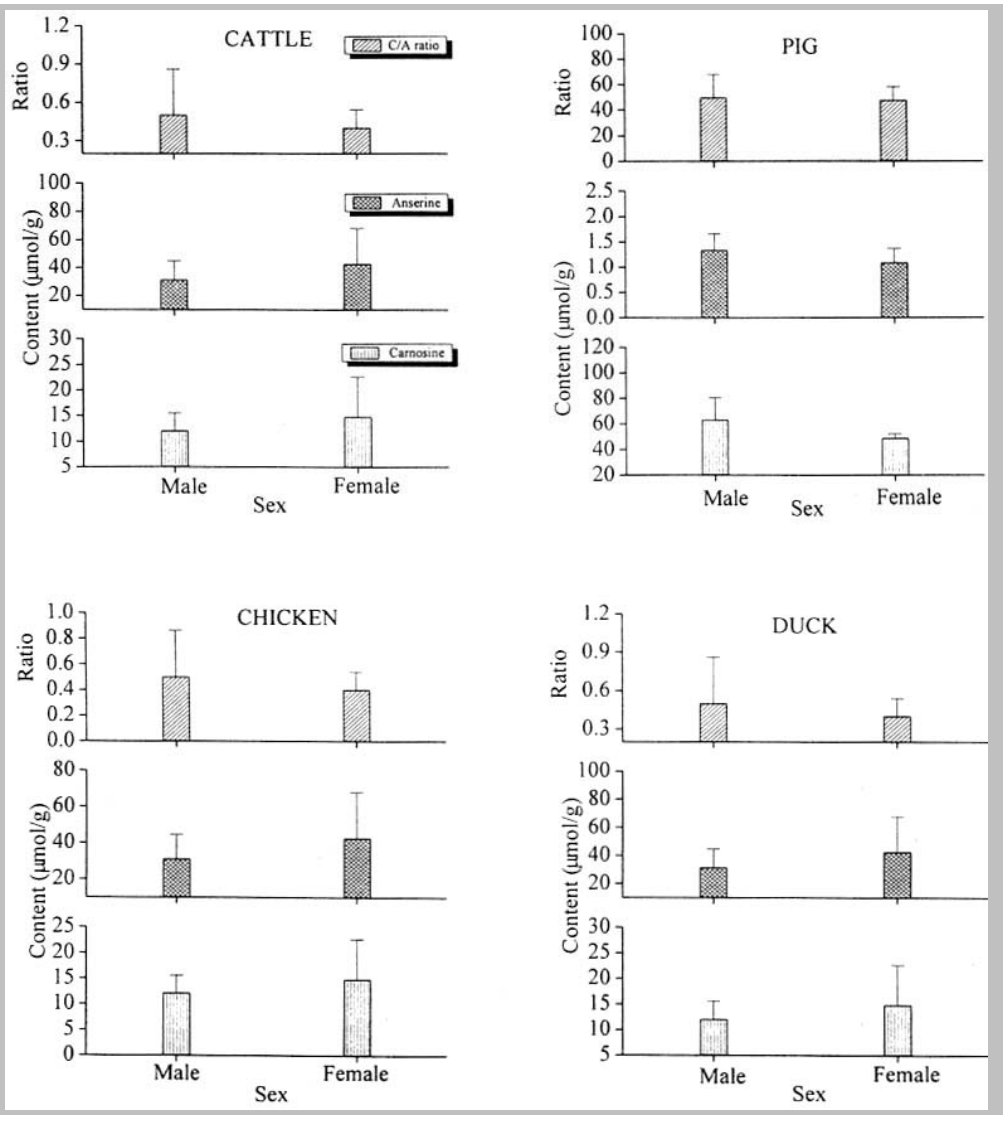

Fig 3. The effects of sex on contents of histidine dipeptides in muscle from various animals.

Table 5. Analysis of variance in contents of histidine dipeptides in muscle of various species

Histidine dipeptides	Species grouping
Carnosine(60.68*)	Cattle Pig Horse Duck Chicken Turkey Sheep Goat Dog A B C D
Anserine(90.94)	Turkey Chicken Duck Cattle Goat Sheep Dog Pig Horse A B C D
C/A ratio(57.70)	Horse Pig Cattle Duck Sheep Goat Chicken Dog Turkey A B C D E

* : F-value, significant($p < 0.01$), difference between underlined treatment by Duncan's multiple range test($p < 0.05$).

를 구분하여 성별간의 함량차이를 조사한 결과 돼지의 carnosine 함량은 수컷에서 63.42±17.14μmol/g로 암컷에 비하여 다소 높게 나타났으나 유의할만한 수준은 아니었다. 타 축종에서도 암수에 따른 carnosine 함량에는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었으며 대체로 동일한 수준을 견지하였다. Anserine 함량은 암수 구분없이 유사한 양상을 보였고 C/A ratio도 일정한 수준이었다(Fig 3).

Histidine dipeptide 함량에 따른 종 특이성 : 근육중 carnosine 함량은 소 또는 돼지의 경우 타 축종과 현저한 함량차이를 보여 각각 다른 가축과의 구분이 명료하였으며 칠면조 또는 오리는 anserine 함량에 있어서 특징적인 양상을 시사하였다(Table 5). 한편 C/A ratio는 축종에 따라 독특한 수준으로 말, 돼지, 소, 오리, 양 및 칠면조는 상호 종특이적인 차이가 확인되었다($p < 0.05$).

고 찰

Histidine dipeptide가 척추동물을 중심으로 생태계 전반에 걸쳐 광범위하게 분포한다는 사실이 밝혀지고 또한 다양한 동물의 체조직에서 분리됨에 따라 carnosine과 anserine의 생리적 성상을 구명하려는 노력이 다각도로 시도되었다. Zapp와 Wilson[3,15]은 동물이 생리상태를 유지하는데 있어서 매우 중요한 성분이라고 주장하였고, Serverin *et al*[33]은 골격근이 carnosine 존재하에서 전기적 자극에 훨씬 민감하게 반응하였다고 밝혔으며, Avena와 Bowen[34]은 근육수축 단백질의 ATPase를 활성화시켜 근육수축에 기여한다고 보고하였다. 일부 연구자들은 평활근에서 histamine과 유사한 효과를 발휘하는 것으로 추측하였으며[35] 해당과정에서 완충작용에 관여하거나[36,37] 근육수축 및 운동기능에 관련이 있다는 보고[33,38] 및 생체노화를 방지한다는 주장[39] 등 의견이 분분할 뿐 확립된 정설은 없는 것으로 판단된다.

현재까지의 보문을 종합해보면 histidine dipeptide는 동물의 생장기 전반에 걸쳐 항상 일정한 수준으로 분포하는 것은 아니며[2,23,24] 오리의 경우에는 carnosine이 태생후기부터 발견되어 성장에 따라 점차 감소하는 반면 anserine은 생후 수일부터 조직중에 출현하여 점차 증가하는 것으로 알려져 있다[40]. 연어는 치어에 비하여 성어가 anserine을 다량 함유하며[41] 돼지는 carnosine 함량이 생후 1년동안 급격히 증가하여 성숙동물의 수준에 이른 이후 일정한 수준을 유지한데 비하여 anserine 함량은 연령의 영향을 받지 않는 것으로 생각된다[28]. 본 연구는 주로 축체가 식육에 공시되는 연령을 기점으로 일부 제한된 연령군을 대상으로 한 성적이므로 생장과정 전반에 걸친 연령별 histidine dipeptide 함량 변화를 분석할 수는 없었으나 전체적인 경향은 다른 보고자들과 대체로 일치하였다. 한편 Zapp와 Wilson[15]은 고양이의 골격근중 carnosine과 anserine의 함량이 부위에 따라 현격한 차이가 있음을 보고하였고 Crush[2]도 부위에 따른 함량차이를 구명하였다. Carnegie *et al*[28]은 돼지의 근육을 부위별로 공시하여 histidine dipeptide의 함량을 조사하였는데 안심이나 등심에 비하여 목살이 현저히 낮은 수준이었다고 보고하였다. 이러한 보고는 본 연구에서 소, 돼지 및 말의 경우 목살의 함량이 최저수준을 보인 것과 일치하였다. Histidine dipeptide 함량은 근육의 근섬유 조성에 따라 상이한 것으로 생각되며 적색근에 비하여 백색근에 다량 분포한다는 Zapp와 Wilson[15]의 연구결과로 미루어 볼 때 아마도 부위에 따른 함량차이를 구명하는데 있어서 근섬유 조성은 중요한 단서로 판단된다.

근육중 histidine dipeptide 함량은 연령, 부위, 성별 및

사양조건 등 여러가지 요인에 의하여 변하지만 축종별로 그 함량은 각기 독특하고 고유한 수준을 보이는 것으로 알려져 있다[2,3,15]. Tinbergen과 Slump[29]는 다양한 축종을 공시하여 근육중의 carnosine과 anserine 함량을 분석하고 그 비(C/A ratio)를 산출하여, 소는 152~365mg/100g, 11~46mg/100g(3.3~33.2), 돼지 104~338mg/100g, 7~16mg/100g(14.5~48.3) 및 말 382mg/100g, 3mg/100g(127)로 보고하였으며, Carnegie *et al*[28]은 각종 동물의 C/A ratio가 말 89.0, 돼지 18.4 및 소 6.4로 축종간에 유의적인 차이가 있었다고 밝혔다. 또한 Plowmann과 Close[32]도 C/A ratio를 분석한 결과 말 52.4, 돼지 17.1, 소 7.8 및 닭 0.49의 순으로 결론지었다. 따라서 본 연구결과에서 얻어진 축종별 histidine dipeptide의 함량서열이나 C/A ratio는 다른 보고자들의 성적과 잘 부합하는 것으로 판단된다. 다만 그 함량은 본 연구결과를 포함하여 보고자에 따라 상이하였는데 이는 다른 보고자들의 연구결과의 경우 공시예수가 미미하거나 특정 연령군 혹은 특정 부위만을 대상으로 한 단편적인 결과에 따른 것으로 해석된다.

Histidine dipeptide의 생체내 대사기전에 대한 이해는 축종간의 함량차이를 이해하는데 있어서 매우 주목할만한 사실을 제시하는 것으로 사료된다. Stenesh와 Winnick[42]에 의하면 carnosine은 β-alanine과 histidine으로 부터 carnosine synthetase와 ATP간의 작용을 매개로 합성되며 Martignoni와 Winnick[12]는 anserine의 생합성이 carnosine을 전구물질로 1-methyl histidine을 병합하거나 혹은 methylation에 의한다고 밝혔다. Macmanus[16]는 N-methyl transferase가 histidine 보다는 carnosine에 선택적으로 작용하므로써 anserine을 합성한다고 주장하여 anserine의 생합성과정에 caronsine이 관여한다는 추측을 뒷받침하였다. 아울러 carnosine과 anserine의 상대적인 함량은 가축에 따라 매우 상이하지만 carnosine과 anserine을 포함한 belenine 등 histidine dipeptide의 총량은 대체로 축종에 관계없이 동일한 수준을 유지한다는 보고[31]와 연관지어볼 때 carnosine은 일정한 범주내에서 대사과정을 통하여 anserine으로 변환되고 그 수준은 축종별 생리적 다양성에 의하여 결정되는 것으로 보이며 따라서 histidine dipeptide 함량은 종 특이성을 반영하는 것으로 생각된다.

결 론

신선근육과 열처리육중 근단백질의 주요 대사산물인 carnosine과 anserine의 함량을 조사하고 그 비를 산출하여 축종별로 근육 조성을 확인하고 연령, 부위 및 성별에 따른 변동을 분석함으로써 histidine dipeptide 함량을 근거로 종 특이성을 구명하였다. 신선근육중 carnosine 함량은 소에서 68.63±17.41μmol/g으로 가장 높은 수준이었고 anserine은 칠면조, 닭, 오리의 순으로 높게 나타났다. Carnosine과 anserine의 함량비(C/A ratio)는 소 8.33±1.87, 돼지 30.07±12.66, 말 134.58±39.77, 닭 0.39±0.20, 오리 1.61±0.58, 개 0.37±0.05, 면양 1.01±0.02, 재래산양 0.44±0.23, 칠면조 0.07±0.02로 다양한 양상이었으며 축종에 따라 유의한 차이를 보였다. 열처리육중 histidine dipeptide 함량은 신선근육과 유사하였으며 그 비도 유사한 경향을 보여 열처리에 따른 함량변화는 없었다. Histidine dipeptide의 함량은 연령에 따라 다소의 변동이 있었으나 유의할 만한 차이는 없었으며 함량비에서도 동일한 추세를 보였다. 부위별로 carnosine과 anserine 함량은 상이하였으며 특히 포유류의 목살 부위는 타 부위에 비하여 현저히 낮았다. 반면에 C/A ratio는 모든 부위에서 거의 동일하였다. 근육중 histidine dipeptide 함량은 성별간에 뚜렷한 차이가 없었으며 C/A ratio도 암수에 관계없이 일정한 수준을 견지하였다. 소 또는 돼지는 carnosine 함량이 타 축종과 현격한 차이를 보였으며 anserine 함량을 토대로 칠면조 또는 오리는 명료한 구분이 가능하였다. 한편 C/A ratio는 축종별로 각기 독특한 수준으로 말, 돼지, 소, 오리, 양 및 칠면조는 근육조성에 있어서 종 특이적 경향을 시사하였다.

참 고 문 헌

1. Johnson P, Harris CI, Perry SV. 3-methylhistidine in actin and other muscle proteins. *Biochem J*, 105:361-370, 1967.
2. Crush KG. Carnosine and related substances in animal tissues. *Comp Biochem Physiol*, 34:3-30, 1970.
3. Zapp JA, Wilson DW. Quantitative studies of carnosine and anserine in mammalian muscle. I. A method for the determination of carnosine and anserine. *J Biol Chem*, 126:9-18, 1938.
4. Lukton A, Olcott HS. Content of free imidazole compounds in the muscle tissue of aquatic animals. *Food Res*, 23:611-618, 1958.

5. Bodnaryk RP, Levenbook L. Naturally occurring low-molecular weight peptides from the blowfly phormia regina. *Biochem J*, 110:771-773, 1968.
6. Wood T. Carnosine and carnosinase in the rat tissue. *Nature*, 180:39-40, 1957.
7. Calam DH, Waley S. Amino acid and related compounds in the lens. *Biochem J*, 93:526-532, 1964.
8. Hoppe-seyler FA, Linnweh W, Linneweh F. Uber das vorkommen von anserine und carnosine bei sauropsiden. *Hoppe-seyler's Z Physiol Chem*, 184:276-280, 1929.
9. Ackermann D, Hoppe-seyler FA. Occurance of anserine and carnosine in selachii and teleosei. *Hoppe-selyer's Z Physiol Chem*, 197:135-140, 1931.
10. Wolff WA, Wilson DW. Anserine in mammalian skeletal muscle. *J Biol Chem*, 95:495-504, 1935.
11. Deutsch A, Eggleton MG, Eggleton P. The use of sodium sulphate for the preparation of concentrated protein-free tissue extracts. *Biochem J*, 32:203-207, 1938.
12. Martignoni P, Winnick T. Biosynthesis of carnosine and anserine in the chick. *J Biol Chem*, 208:251-261, 1954.
13. Rinderknecht H, Rebane T, Ma V. Synthesis of carnosine, anserine and isoanserine. *J Org Chem*, 29: 1968-1970, 1964.
14. Winnick RE, Moikeha S, Winnick T. Intracellular distribution of carnosine and anserine in skeletal muscle. *J Biol Chem*, 283:3645-3647, 1963.
15. Zapp JA, Wilson DW. Quantitative studies of carnosine and anserine in mammalian muscle. Ⅱ. The distribution of carnosine and anserine in various muscles of different species. *J Biol Chem*, 126:19-27, 1938.
16. Mcmanus IR. Enzymatic synthesis of anserine in skeletal muscle by N-methylation of carnosine. *J Biol Chem*, 237(4):1207-1211, 1962.
17. Suyama M, Maruyama M. Identification of methylated β-alanylhistidine in the muscles of snake and dolphin. *J Biochem*, 66(3):405-407, 1969.
18. Suyama M, Suzuki T, Maruyama M, *et al*. Determination of carnosine, anserine and balenine in the muscle of animal. *Bull Jpn Soc Fish*, 36(10):1048-1053, 1970.
19. Wolff J, Horisaka K, Fales HM. On the structure of ophidine. *Biochemistry*, 7(7):2455-2457, 1968.
20. Hunter G. Observation on the distribution and variation of carnosine in cat muscle. *Biochem J*, 18:408-411, 1924.
21. Yudaev NA. The carnosine and creatine contents of tonic and atonic frog muscle. *Biokhimiya*, 14:51-57, 1949.
22. Davey CL. The significance of carnosine and anserine in striated skeletal muscle. *Archs Biochem Biophys*, 89: 303-308, 1960.
23. Serverin SE, Yudaev NA. Change in the content of carnosine, anserine and creatine in the ontogenesis of animals. *Biokhimiya*, 16:286-291, 1951.
24. Yudaev NA. Detection of carnosine and anserine in heart muscle by partition paper chromatography. *Dokl Akad Nauk SSSR*, 68:119-121, 1949.
25. Clifford WM. The distribution of carnosine in the animal kingdom. *Biochem J*, 15:725-735, 1921.
26. Carisano A, Carra F. Spectrophotometric determination of β-alanylhistidine peptides in ox-muscle extract. *Biochem J*, 81:98-101, 1961.
27. Nakamura H, Zimmerman CL, Pisano JJ. Analysis of histidine containing dipeptides, polyamines and related amino acids by high performance liquid chromatography; Application to guinea pig brain. *Anal Biochem*, 93:423-429, 1979.
28. Carnegie PR, Hee KP, Bell AW. Ophidine(β-alanyl-L-3-methylhistidine, "Balenine") and other histidine dipeptides in pig muscles and tinned hams. *J Sci Food Agric*, 33:795-801, 1982.
29. Tinbergen BJ, Slump P. The detection of chicken meat in meat products by means of the anserine/carnosine ratio. *Z Lebensm Unters Forsch*, 161:7-11, 1976.
30. Ashworth RB. Amino acid analysis for meat protein evaluation. *J AOAC*, 70(1):80-85, 1987.
31. Carnegie PR, Ilic MZ, Etheridge MO, *et al*. Improved high performance chromatographic method for analysis of histidine dipeptide anserine, carnosine and balenine present in fresh meat. *J Chromato*, 261:153-157, 1983.
32. Plowman JE, Close EA. An evaluation of a method to

differentiate the species of origin of meat on the basis of the content of anserine, balenine and carnosine in skeletal muscle. *J Sci Food Agric*, 45:69-78, 1988.

33. Serverin SE, Bocharnikova IM, Vul'fson PL, *et al*. The biological role of carnosine. *Biokhimiya*, 28:510-516, 1963.
34. Avena RM, Bowen WJ. Effects of carnosine and anserine on muscle adenosine triphosphatase. *J Biol Chem*, 224:1600-1604, 1969.
35. Tsunoo S, Horisaka K, Tanabe H, *et al*. β-alanyl-dipeptide und ihre wirkungen. *Jap J Pharmac*, 16:98-109, 1966.
36. Smith BEC. The buffering of muscle in rigor; Protein, phosphate and carnosine. *J Physiol*, 92:336-343. 1938.
37. Waley S. Naturally occuring peptides. *Adv Protein Chem*, 21:88-92, 1966.
38. Skvortsova RI. Carbohydrate phosphate metabolism of muscle in the process of chicken ontogenesis and the significance of carnosine and anserine to the processes of phosphorylation. *Biokhimiya*, 18:594-602, 1953.
39. Hipkiss AR. Carnosine, a protective, anti-ageing peptide. *Int J Biochem Cell Bio*, 30(8):863-868, 1998.
40. Vul'fson PL. Nitrogenous extractives of muscle ontogenesis. *Biokhimiya*, 23:300-306, 1958.
41. Cowey CB, Parry G. The non-protein nitrogenous constituents of the muscle of parr and smolt stage of the atlantic salmon. *Comp Biochem Physiol*, 8:47-51, 1963.
42. Stenesh JJ, Winnick T. Carnosine-anserine synthetase of muscle. Ⅳ. Partial purification of the enzyme and further studies of β-alanyl peptide synthesis. *Biochem J*, 77:575-581, 1960.