

사골 용출액 중의 무기질, 총질소, 아미노산의 함량 변화

박 동 연

동국대학교 경주캠퍼스 문리과대학 가정교육과
(1986년 6월 10일 접수)

Minerals, Total Nitrogen and Free Amino Acid Contents in Shank Bone Stock according to Boiling Time.

Dong-Yean Park

Dept. of Home Economics Education Dongkuk University, Kyung-Ju
(Received, June, 10, 1986)

Abstract

This study was examined the contents of calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, total nitrogen (total N) and free amino acid in shank bone stock as results of boiling for eight, twelve, sixteen and twenty hours. The results were as follows.

1) Contents of calcium, sodium and potassium were increased according to boiling time. Content of calcium was more than two times after boiling for twenty hours as compared with eight hours. The contents of potassium and sodium were increased slightly but that of magnesium was constant in the course of boiling. The content of phosphorus was showed maximum value after boiling for eight hours and was decreased after boiling for twelve hours.

2) The content of total N was increased according to boiling time and showed maximum value after boiling for twenty hours. Total N was extracted more than two times after boiling for twenty hours as compared with eight hours. The content of free amino acid was little at various boiling time. The contents of glycine, glutamic acid and serine were increased according to boiling time. Glycine was the most abundant free amino acid and was followed in order of glutamic acid, alanine and serine.

서 론

우리나라의 식품섭취와 영양소섭취 상태는 국가의 경제 성장과 국민소득의 향상에 따라 변화되었고 특히 동물성 식품의 섭취가 점차 증가하는 추세를 보이고 있다. 한¹⁾ 등의 결과에 따르면 우리나라의 육류 섭취량은 1970년 19.8g에서 1979년에는 26.0g으로 30% 이상 증가되었고 어패류 섭취량도 1970년에는 32.0g이었던 것이 1979년에는 57.3g으로 약 79%가 증가되었다. 또한 난류의 섭취량은 1970년에 8.8g에서 1979년에는

12.8g으로 45% 이상의 증가를 나타내고 있고 乳類는 1970년 4.9g 섭취에서 1979년에는 10.4g으로 100%이상의 높은 증가율을 나타내고 있다. 그러나 영양소섭취 상태의 변화는 단백질의 섭취량이 1970년 73.4g에서 1979년에 81.9g으로 약 12% 증가하였으나 1977, 1979년을 제외하고는 매년 권장량에 미달되었으며 동물성 단백질의 섭취상태도 1970년 10.7g에서 1979년 21.6g으로 상당히 증가되었으나 아직도 동물성 단백질의 섭취는 부족되고 있다. 칼슘의 섭취량은 1970년에는 593.3mg 1979년에는 603.0mg이며 1971년부터 1978

년 까지의 섭취량은 계속 감소하는 경향이였다. 또한 칼슘 급원식품의 평균 50% 이상을 곡류와 야채류에서 섭취하였다. 이외에도 여러 연구자들이 성장기 어린이,²⁻⁵⁾ 임신,⁶⁾ 수유부,⁷⁾ 노인^{8,9)} 등에서 동물성 단백질과 칼슘 섭취가 부족되고 있음을 지적하였고 특히 농촌,¹⁰⁻¹²⁾ 도시 빈곤지역¹²⁾ 등에서 더욱 부족되고 있음을 보고하였다. 그러므로 동물성 단백질과 칼슘의 섭취를 증가시키기 위해 단백질과 칼슘이 풍부한 식품의 개발과 조리방법에 대한 연구가 시급히 요청된다.

저자는 이미 탕종류 음식의 재료로 이용되는 사골 용출액 중의 영양성분에 대해 보고하여 왔으며 그 결과 12시간 가열한 사골 용출액 중에는 칼슘, 인, 질소성분이 풍부하고 특히 가열중 산처리 하였을때 칼슘과 질소성분의 용출량이 증가된다는 결론을 얻었다. 또한 다른 연구에서도 소뼈의 부위별 영양성분 용출량,¹³⁾ 압력처리 효과¹⁴⁾ 등이 보고되었다. 그러나 이상의 소뼈 용출액중의 영양성분 분석은 주로 질소성분과 칼슘, 인에만 국한되어 왔으며 다른 영양성분은 분석된 바 없다.

이에 본 연구에서는 사골 용출액중 칼슘, 인 이외에도 다른 무기질(나트륨, 칼륨, 마그네슘)과 아미노산을 분석하므로써 탕류의 단백질 및 미네랄 급원으로서의 보다 구체적인 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

실험에 사용한 한우 사골은 시장에서 구입하여 적당한 크기(5~10g)로 절단하고 표면에 부착된 지방, 고기조각등을 제거하여 증류수로 깨끗이 씻어서 시료간의 부위차를 없애기 위해 잘 혼합하여 사용하였다.

2. 가열방법

원통형 스테인레스 스틸 용기에 일정량의 증류수(2.4ℓ)넣고 hot plate에서 가열하여 물이 끓기 시작할 때 사골 150g을 넣고 용기 내의 온도를 99±1℃로 일정하게 유지하면서 각각 8, 12, 16, 20시간 가열하였다. 가열한후 식혀서 균기름을 걸어내고 그중 일부를 취하여 각 영양성분의 농도를 계산한 다음 그 농도에 총 용출액량을 곱

하여 용출된 영양성분의 총량으로 하였으며 3회 반복 실험하여 그 평균값을 구하였다.

3. 성분분석

1) 칼슘, 마그네슘, 칼륨, 나트륨의 정량
Brooks¹⁵⁾등의 방법에 의해 분석하였으며 용출액 20ml에 단백질을 제거하기 위해 Trichloroacetic acid(TCA) 20ml를 가하여 4℃, 10,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상등액 10ml에 5% Lanthanum Chloride를 1ml가하여 50ml로 fill up하였다. 각 무기질의 정량은 Atomic Absorption Spectrophotometer(Shimazu AA 625)로 측정하였으며 표준액은 원자흡광용 시약(Junsei Chem. Co. Ltd, 1,000 ppm)을 희석 조제하였다.

2) 인의 정량

Chen¹⁶⁾등의 방법에 의해 측정하였으며 위와 같은 방법으로 상등액을 얻어 Spectrophotometer (PYE UNICAM pu 8,800 uv/vis Spectrophotometer. PHILIPS)로 820nm에서 측정하였다.

3) 총질소의 정량

Hawk¹⁷⁾등의 microkjeldhal법에 의해 분석하였다.

4) 유리 아미노산의 정량

용출액에 10% TCA를 가하여 4℃, 10,000rpm에서 20분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 Spackman¹⁸⁾의 방법에 의해 α-amino acid analyzer로 자동분석하였다. α-amino acid analyzer의 column에 Ultrapac-II Cation exchange resin (11 μm±2 μm)을 220mm까지 채우고 이동상으로는 0.2M Na-citrate buffer를 사용하여 pH가 3.20, 4.25, 6.45로 순차적으로 변하게 하였고 최종 0.4M-NaOH로 재생하였다. 분석에 사용되는 시간은 약 90분이었고 표준액은 authentic standard시약(LKB)을 사용하였으며 결과 분석은 LKB 2,220 recording integrator를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 무기질 용출량의 변화

사골을 8, 12, 16, 20시간 가열한 후 전용출액중의 무기질 함량 변화를 Fig. 1에 나타냈다. Fig. 1을 보면 칼슘의 용출량은 가열시간이 길수록 용출량이 증가되었고 8시간 가열하였을 때에 (24mg) 비해 20시간 가열하였을 때 2배(52mg) 이

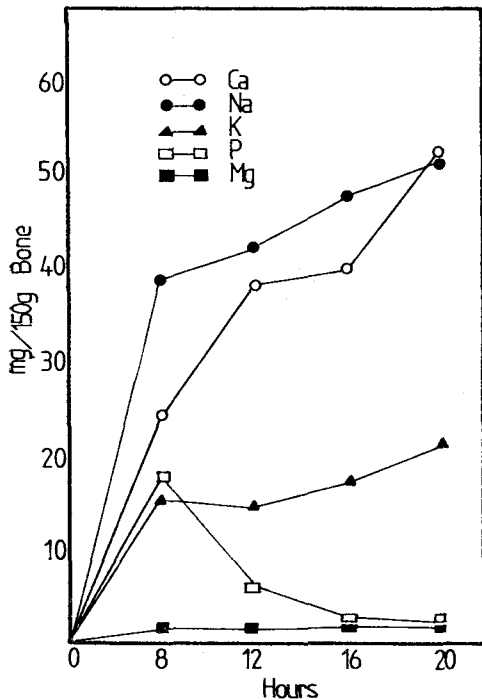


Fig 1. Changes of Ca, Mg, K, Na, and P contents in shank bone stock at various boiling time.

상 용출되었다. 8시간, 12시간 가열하였을 때의 용출량은 전보¹⁹⁾의 연구결과와 매우 비슷한 결과를 나타냈으나 박^{13),14)}등의 결과 보다는 더 많은 량이 용출되었다. 본 연구에서는 가열시간이 길수록 용출량도 증가되었으며 박¹⁴⁾의 12시간 가열 시 보다 14시간, 16시간 가열후 용출량이 감소했다고 보고한 결과와는 일치하지 않았다.

150g의 fresh bone은 약 18g의 칼슘을 함유하고 있는데²⁰⁾ 20시간 가열한 후 용출된 양은 전 칼슘 함량의 0.29%로 용출물은 매우 낮은 편이다. 인의 용출량은 8시간 가열한 후 최대의 용출량을 나타냈고 그 이상 가열하였을 때는 점차로 감소하는 결과로 나타났다. 이 결과는 절대량에서 약간의 차이는 있지만 전보¹⁹⁾의 결과와 같은 경향을 나타내고 있다. 박¹⁴⁾의 연구에서는 12시간 가열시 최대 용출량을 나타냈고 14시간, 16시간 가열하면 점차로 감소하였다. 나트륨의 용출량도 칼슘과 마찬가지로 가열시간이 길수록 그 용출량도 증가되었지만 양적인 차이가 크지는 않았다. 20시간 가열시 나트륨 용출량은 칼슘과 비슷한 51mg이었다. 칼륨은 가열시간이 길수록 그

용출량이 증가되었고 20시간 가열한 후 최대 용출량을 나타냈다. 칼륨은 칼슘의 반정도인 21mg 용출되었다. 가열시간에 따른 용출량의 차이는 매우 적었다. 마그네슘의 용출량은 가열시간이 길어져도 양적인 차이는 거의 없었고 절대량도 2mg 이하였다. Clifton²¹⁾등의 연구에 따르면 소뼈 중에는 마그네슘이 매우 적게 들어 있어(bone ash중의 1% 미만) 150g의 fresh bone에는 약 0.8g 정도 들어 있는 것으로 보면 0.24%의 용출률을 나타냈다. 이상 무기질 성분의 용출량은 20시간 가열했을 때 칼슘의 용출량은 우유 칼슘에 비하면 매우 적은 양이다. Ca/P비는 8시간 가열하였을 때 Ca/P비가 1.4로 이상적이거나 12시간 이상 가열하면 Ca/P비가 매우 높아져 Ca의 이용율은 저하되리라 생각된다. 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨 용출량 모두 가열시간이 길어지면 용출량도 증가되었지만 전체 뼈중에 들어있는 무기질량으로 비교할 때 그 용출률은 매우 낮은 편이다. 그러므로 단순히 가열시간을 연장하는 것 만으로는 무기질 성분의 용출량이 효과적으로 증가되기는 어렵다고 여겨지며 용출량을 증가시키기 위한 다른 방법들이 더욱 연구되어야 할 것으로 생각된다.

2. 총질소와 아미노산 용출량의 변화

Fig. 2.는 가열시간에 따른 총질소 용출량의 변화를 나타낸 것이다. Fig. 2에서 보면 총질소는 가열시간이 길수록 그 용출량도 증가되었고 12시간 후 더욱 급격히 증가되었으며 20시간 가열한 후 용출량은 약 1g이었다. 뼈에는 fresh weight basis로 볼 때 150g의 뼈에는 30g의 단백질이 들어있고²⁰⁾ 그중 6g(총질소×6.25)의 단백질이 용출되었으므로 20% 정도의 용출률을 나타냈다. 이것은 뼈의 질소성분이 대부분 콜라겐으로 되어 있어 이 콜라겐은 물을 가하고 장시간 가열하면 쉽게 분해될 수 있기 때문인 것으로 생각된다. Table 1은 각 시간별로 가열한 후 사골 용출액중에 들어 있는 유리 아미노산의 조성 비율을 나타낸 것이다. Golan 등²²⁾의 연구에 의하면 소뼈에는 glycine, glutamic acid, alanine, aspartic acid, threonine, serine, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine등의 아미노산이 검색 되었었는데 사골 용출액에도 이들 모든 아미노산이 용출되었다. 전 유리 아미노산중에 함량이 많은 아미노산은

Table. 1. Free Amino Acid Composition in Shank Bone Stock at various Boiling Time.

Amino acid \ Boiling Time	% Total			
	8	12	16	20
Asp	1.09	1.04	1.70	4.16
Thr	3.19	3.13	2.98	2.96
Ser	8.71	8.43	9.16	10.85
Glu	14.21	12.28	12.76	13.57
Gly	18.38	20.57	25.10	27.53
Ala	13.59	13.41	11.78	13.28
Val	4.97	4.60	3.24	3.44
Met	5.52	3.72	4.32	5.26
Ile	3.40	2.65	1.70	2.26
Leu	7.66	6.47	3.86	5.23
Thy	2.07	1.85	1.54	1.56
Phe	3.06	2.59	1.85	1.99
His	2.14	6.10	7.87	0.80
Lys	8.73	10.57	9.72	4.43
Arg	3.28	2.59	2.42	2.68
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

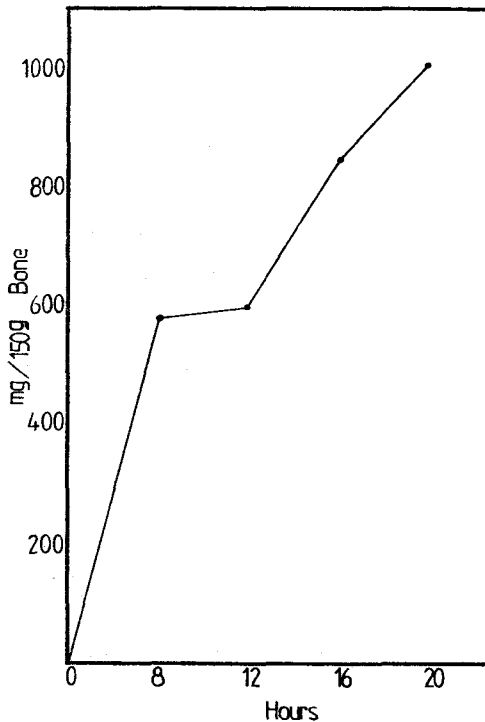


Fig 2. Change of Total N content in shank bone stock at various boiling time.

glycine(23%), glutamic acid(13%), alanine (13%), serine(9%) 이었으며 이 아미노산들이 사골 용출액의 정미성분으로 작용할 것으로 생각

된다. 반면 isoleucine, tyrosine, phenylalanine, arginine 등의 아미노산은 적게 함유된 것으로 나타났다. 가열시간이 길수록 아미노산의 용출량은 증가되었지만 아미노산 조성 비율은 비교적 일정한 수준을 나타냈다. Fig. 3은 가열시간에 따른 유리 아미노산 용출량의 변화를 나타낸 것이다. 가열시간에 따른 유리 아미노산 용출량의 변화를 보면 가열시간이 길어질수록 glycine, glutamic acid, serine의 용출량은 증가되었다. 그러나 그 외의 아미노산은 거의 비슷한 수준을 나타냈다. 또한 Fig. 3에서 보는 바와 같이 phenylalanine과 histidine 사이의 미확인 물질은 peak의 면적이 가장 크게 나타났으며 가열시간이 길수록 그 면적도 또한 증가하였다. 이상 총질소와 아미노산 용출량의 변화는 사골 용출액중의 총질소 성분은 가열시간이 길수록 그 용출량도 증가하였고 그 용출율도 비교적 높은 편이었다. 그러나 아미노산 용출량을 보면 사골 용출액에는 트립토판을 제외한 모든 필수아미노산이 들어 있지만 그 양은 매우 적었다. 그러므로 탕류를 끓일 때에는 다른 내장류, 육류를 같이 넣어 끓이므로서 부족한 필수 아미노산을 보충할 수 있으리라 생각되며 그 반면에서 우리나라의 사태육, 양지머리, 내장등을 넣어 끓인 음식인 탕류에 대한 영양성분 분석은 시급한 연구과제라고 생각된다.

이상의 연구 결과를 종합하여 보면 사골은 8시간 끓였을 때 칼슘과 질소성분의 용출량을 증가

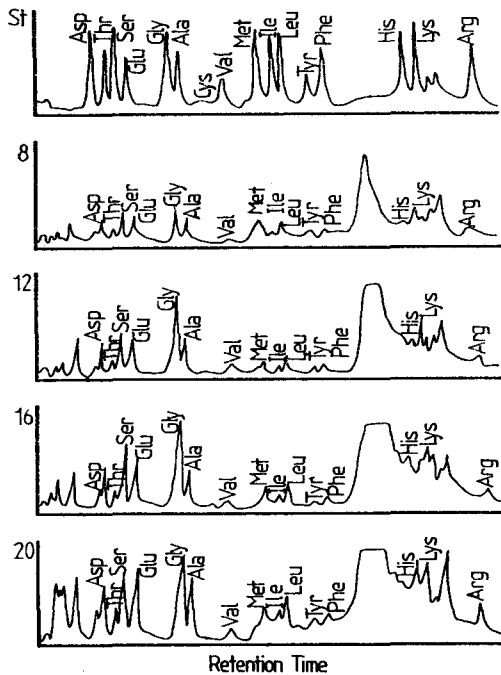


Fig 3. Chromatograms of authentic amino acid mixture and free amino acid in shank bone stock at various boiling time. 8, 12, 16, 20; boiling time.

시킬 수 있었으나 나트륨, 칼륨, 마그네슘들은 큰 변화가 없었으며 인은 오히려 감소하여 12시간 이상 가열하면 Ca/P비는 매우 높아졌다. 또한 무기질은 신선한 뼈에 들어 있는 그들의 함량에 비해 극히 적은 양만 용출되었으므로 이후 그 용출률을 증가시킬 수 있는 조리방법의 개발이 요구된다.

요 약

사골을 8시간, 12시간, 16시간, 20시간 가열하였을 때 용출액 중의 무기질 성분(칼슘, 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 인)의 용출량 변화와 총질소 유리아미노산 조성의 변화를 검토한 결과는 다음과 같다.

1) 가열시간이 길수록 칼슘, 나트륨, 칼륨의 용출량은 증가되었다. 칼슘은 8시간에 비해 20시간 가열하면 용출량은 2배 이상 되었지만 칼륨, 나트륨은 8시간에 비해 20시간 가열한 후에도 크게 증가되지는 못했다. 마그네슘은 가열시간이 길어져도 용출량에는 거의 변화가 없었고 20시간

가열한 후에도 용출량은 약 2mg이었다. 반면 인은 8시간에서 최대 용출량을 나타냈고 12시간 이상 가열하면 감소하였다. Ca/P비는 8시간 가열시 1.4이었으나 12시간 이상 가열하면 매우 높아졌다.

2) 총질소량은 가열시간이 길수록 그 용출량도 증가하였고 20시간에서 최대 용출량을 나타냈고 8시간에 비해 거의 2배 가까이 용출되었다. 유리 아미노산 조성의 변화를 보면 가열시간이 길수록 glycine, glutamic acid, serine의 용출량은 증가되었다. 그러나 가열시간이 길어져도 아미노산 조성의 비율은 거의 일정한 수준을 나타냈다. 아미노산중 가장 함량이 많은 아미노산은 glycine, glutamic acid, alanine, serine 이었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 사골을 12시간 이상 가열하였을 때 Ca/P비, 다른 무기질 성분의 용출률, 아미노산의 용출량등을 고려하여 볼 때 사골은 12시간 이상 가열하여도 영양성분의 양적인 변화는 크게 기대하기 어려운 것으로 생각되며 사골은 8~12시간 정도 끓이면서 영양성분의 용출량을 증가시키는 다른 조리 방법을 모색하는 것이 바람직 한것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 한양일·김울상·이규환 : 한국 영양식량학회지, 12(2) 137 (1983)
2. 김해리·백정자 : 한국영양학회지, 11(1) 1 (1978)
3. 이승교 : 서울대학교 석사학위논문, (1977)
4. 박명운·장영자·서정숙·모수미 : 한국 영양학회지, 13(1), 15 (1980)
5. 임영희 : 한국영양학회지, 11(4), 39 (1978)
6. 김해리·백정자 : 한국영양학회지, 11(2), 19 (1978)
7. 김해리·백정자 : 한국영양학회지, 12(3), 41 (1979)
8. 김성미 : 한국영양학회지, 11(3), 1 (1978)
9. 손숙미·모수미 : 한국영양학회지, 11(4), 1 (1979)
10. 윤진숙 : 한국영양학회지, 14(2), 87 (1981)
11. 임현숙·황금희 : 한국영양학회지, 15(3), 171 (1982)
12. 정혜경·김숙희 : 한국영양학회지, 15(4), 290 (1982)

13. 박양자 · 이동배 : 농시보고, 25, 165 (1983)
14. 박영주 : 서울대학교 석사학위논문, (1984)
15. I.B. Brooks, G.A. Luster and D.G. Easterly: At. Absorp. Newsl. 9, 93 (1970)
16. P.S. Chen, Toribara, T.Y., and Huber Warner.; *Analytical Chemistry* 28(11), 1756 (1956)
17. Hawk, P.B. Oser, B.L. and Summerson, W.H.; *Practrcal Physiological Chemistry* (MacGrow Hill Book, New York) 99, 1219 (1965)
18. Spackman, D.H., Stein, W.H., Moore, S.; *Anal. Chem.* 30, 1190 (1958)
19. 박동연 · 이연숙 : 한국영양식량학회지, 11(3), 47 (1982)
20. Swenson, M.J.; *Duke's Physiology of Domestic Animals*. Ninth ed. Cornell Univ. Press Ithaca.
21. Clifton Blincoe, A.L. Lesperance and V.R. Bohman; *J. Anim. Sci.* 36(5), 971 (1973)
22. A. Golan and P. Jelen; *J. Food Sci.* 44 (2), 332 (1979)