

사골뼈(四骨) 溶出液中的 營養成分

박 동 연·이 연 숙
서울대학교 농과대학 농가정학과
(1982년 7월 20일 수리)

An Experiment in Extracting Efficient Nutrients from Sagol Bone Stock

Dong Yean Park and Yeon Sook Lee

*Dept. of Agricultural Home Economics, College of Agriculture,
Seoul National University
(Received July 20, 1982)*

Abstract

The contents of efficient nutrients, especially calcium(Ca), phosphorus (P), α -amino nitrogen(α -amino N) and total nitrogen (total N) were observed to evaluate the Sagol bone stock as a calcium and protein source:

In case of quantitative changes of nutrients in the bone stock as a result of boiling for two, four, eight and twelve hours, respectively, the Ca, α -amino N and total N contents increased in the course of boiling, and showed maximum after twelve hours. P contents also increased during eight hours but decreased after twelve hours.

By four hours of reboiling, the contents of nutrients in the second stock decreased in contrast with the duration of the preceding process. The Ca and α -amino N contents extracted for 4 hours from the Sagol bones which were boiled for two through eight hours amounted to almost 60~90% and the total N to 130% amount of their first stocks;

Ca and P contents increased when the amount of the water exceeded by weight that of the bones over seven times; and α -amino N and total N increased when that of the water exceeded over ten times.

These results suggest that Sagol bone stock could be a valuable calcium and protein source by boiling for at least twelve hours with ten times of water (wt/wt).

序 論

칼슘은 체내의 平衡維持量 이외에도 骨格形成과 成長에 필수불가결한 것으로 일생의 全段階에서 필요하며 충분히 섭취해야 한다. 그러나 우리나라의 칼슘 섭취현황을 國民營養調査¹⁾ 및 여러 연구자들의 成績을 종합하여 보면, 성장기 어린이,²⁻³⁾ 임신부,⁴⁾ 수유부,⁵⁾ 노인,⁶⁾ 아울러 성인층에서도 부족되고 있으며 도시에서도 농촌⁷⁾과 마찬가지로 부족되고 있는 실정이다. 그 원인으로서는 주로 우수한 칼슘 급원식품의 섭취 부족에

기인한다고 보며, 즉 칼슘의 대부분을 체내에서 이용되기 어려운 곡류나 식물성 식품으로부터 섭취하고 있기 때문이다. 따라서 칼슘이 풍부하며 利用性이 높은 식품의 開發과 그에 대한 연구가 시급하게 要求되고 있는 터이다.

우리나라의 경우 오래 전부터 사골뼈, 갈비뼈, 꼬리뼈, 돼지 무릎뼈 등 특히 소뼈를 장시간 끓여서 그 溶出液을 여러가지 湯種類로 하여 섭취해 왔으며, 특히 妊娠婦, 授乳婦, 허약한 사람이 補身用으로 利用해 왔다. 그러나 소뼈의 溶出液 또는 湯類中的 칼슘이나

燐의 分析例는 거의 없으며 그에 관한 報告도 거의 없다.

本 實驗에서는 소뼈 溶出液 中の 有效營養成分 특히 칼슘, 燐, 窒素成分 등을 定量分析하고 칼슘 급원식품으로서의 重要性을 강조하며, 加熱時間別, 뼈의 重量別, 溶出液中的 營養成分의 量的인 變化를 검토하여 湯類의 成分分析을 위한 基礎資料를 提示하고자 한다.

材料 및 方法

1. 材料의 處理

1) 材 料

本 實驗에 사용한 材料는 韓牛 사골뼈로서 市場에서 구입하여 적당한 크기 (20~30g)로 절단하고 表面에 附着된 脂肪, 고기조각 등을 제거하여 再蒸溜水로 씻어서 使用하였다.

2) 方 法

圓筒形 스테인레스 容器에 一定量의 再蒸溜水를 넣고 물이 끓기 시작할 때 사골뼈를 넣어 容器內의 溫度를 99±1°C로 일정하게 유지하면서 各 처리時間別로 加熱한 後 뼈를 꺼내고 식혔다. 식힌 後 근기름을 건어내고 溶出液이 一定容량이 되도록 다시 加熱濃縮하였다.

2. 試料 調製

1) 實驗 I : 加熱時間別 溶出液中 營養成分 變化

加熱時間을 달리했을 경우 溶出液中的 成分變化를 測定하기 위하여 뼈 150g에 再蒸溜水 2l를 加하고 各 2時間, 4時間, 8時間, 12時間씩 加熱處理한 後, 最終溶出液이 500~600ml이 되도록 加熱濃縮하였다.

2) 實驗 II : 再湯한 溶出液中 營養成分 變化

再湯한 溶出液中的 成分變化를 測定하기 위하여 實驗 I에서 各 時間別로 一次 加熱處理한 뼈를 다시 再蒸溜水 2l를 加하여 各 4時間씩 再湯하였다.

3) 實驗 III : 뼈의 重量別 溶出液中 營養成分 變化

뼈의 重量을 달리하여 加熱한 경우 溶出液中的 成分變化를 測定하기 위하여 뼈 100g, 200g, 300g, 400g에 各 2l의 再蒸溜水를 加하고 12時間 加熱하였다.

3. 成分 分析

1) 칼슘 定量

Ray Sarker⁸⁾ 등의 方法에 依하여 測定하였으며 試料에 10% TCA를 加하여 4°C에서 5,000 r.p.m.으로 30分間 遠心分離한 後 上澄液을 取하여 o-cresolphthalein complexone solution을 加하여 發色시킨 後 spectrophotometer(Shimadzu UV 200-S)로 565 nm에서 測定하였다.

2) 燐의 定量

Chen 등⁹⁾의 方法에 依해 測定하였으며 試料에 10%

TCA를 加하여 4°C에서 5,000 r.p.m.으로 30分間 遠心分離한 後 上澄液을 取하여 spectrophotometer로 820 nm에서 測定하였다.

3) α-Amino N 定量

Rosen Hyman¹⁰⁾의 ninhydrin 法에 依해 測定하였으며 試料에 10% TCA를 加하여 4°C에서 5,000 r.p.m.으로 30分間 遠心分離한 後 上澄液을 取하여 spectrophotometer로 570 nm에서 測定하였다.

4) 總窒素 定量

Hawk¹¹⁾ 등의 microkjeldhal 法에 依해 分析하였다.

이상의 성분분석에 있어서 사골뼈 용출액에 대한 분석예가 거의 보고된 바 없어 본 연구에서는 예비실험에서 각 영양 성분의 정량방법을 검토하였으며, 그 결과 정량성이 충분히 인정되었다.

結果 및 考察

1. 實驗 I : 加熱時間別 溶出液中 營養成分 變化

사골뼈를 2, 4, 8, 12時間別로 加熱處理한 後 全溶出液中 各 成分量은 Table 1에, 뼈 100g 당 溶出液中的 各 成分變化는 Fig. 1, 2에 나타냈다.

Table 1에서 加熱處理別 溶出液中 칼슘, 燐, 窒素 등 營養成分의 最大溶出量을 보면 칼슘은 12시간에서 약 40mg 溶出되었고, 燐은 8시간에서 약 20mg 溶出되었으며, Ca/P 比를 보면 1~2를 나타냈다. 總窒素는

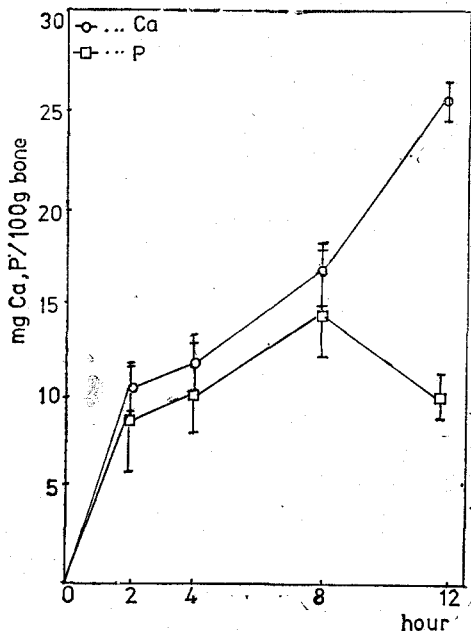


Fig. 1. Changes of Ca and P contents in Sagol bone with various boiling times(vertical bars represent standard errors).

Table 1. Total amounts of Ca, P, α -amino N and total N in total bone stock with various boiling time

Boiling time (hrs)	Ca mg/total ¹⁾	P mg/total	Ca/P mg/mg	α -Amino N mg/total	Total N mg/total	α -Amino N/Total N mg/mg
2	15.3 \pm 5.3 ^{2a3}	13.4 \pm 4.0	1.44	14.4 \pm 2.2 ^a	126.5 \pm 41.1 ^{ab}	0.11
4	17.9 \pm 5.0 ^{ac}	15.0 \pm 4.0	1.19	17.1 \pm 2.0 ^a	193.5 \pm 12.0 ^{abc}	0.09
8	24.3 \pm 8.0 ^{abc}	21.3 \pm 5.6	1.14	21.9 \pm 2.2 ^a	240.9 \pm 18.9 ^{ac}	0.09
12	38.0 \pm 4.2 ^{bc}	14.9 \pm 2.7	2.55	53.3 \pm 6.0 ^b	960.9 \pm 45.5 ^d	0.05

1. Total bone stock
2. Mean \pm SE
3. Values within a column not sharing the same letter differ significantly (P<0.05)

12시간에서 약 1,000mg으로 그중 α -amino N이 차지하는 비율은 약 5~10%였다. Fig. 1은 加熱時間에 따른 뼈 100g 당 칼슘과 인 용출량의 변화를 나타낸 것이다. Fig. 1을 보면 加熱時間이 증가할수록 칼슘 용출량은 증가하며 12시간 加熱한 경우 가장 많이 용출되었다. 2시간과 12시간을 비교했을 때와 4시간과 12시간을 비교했을 때는 유의적 증가를 보였다(P<0.05) 반면, 인은 칼슘과 달리 8시간 加熱했을 때 가장 많이 용출되었고, 12시간 加熱했을 때는 오히려 減少하였다. Fig. 2는 加熱時間에 따른 α -amino N과 總窒素 용출량의 변화를 나타낸 것이다. Fig. 2에서 보면 α -amino N도 칼슘과 마찬가지로 加熱時間이 증가할수록 그 용출량이 증가하며 12시간 加熱했을 때 가장

많은 양이 용출되었다. 특히 12시간 加熱한 경우는 2시간, 4시간, 8시간에 비교하여 有意的으로 그 용출량이 증가하였다(P<0.01). 總窒素는 α -amino N과 매우 비슷한 변화를 나타냈으며 12시간에서 가장 용출량이 많았다. 12시간 加熱한 경우 2시간, 4시간, 8시간 加熱한 경우에 比하여 有意的으로 증가하였다(P<0.01).

實驗 I의 成績을 보면, 가장 많은 칼슘 용출량을 보인 12시간의 경우에도 牛乳의 칼슘 함수에 比하면 量的으로는 거의 미치지 못하나, Ca/P比는 1~2로 칼슘의 체내 이용에 있어 理想的인 比를 나타냈다. 뼈의 칼슘 利用率이 높다고 보고한 Drake,¹²⁾ 原¹³⁾ 등의 연구 결과와 종합하여 고려할 때 사골뼈 용출액의 칼슘 체내 이용성은 우수할 것으로 사료된다. 또한 加熱시간에 따른 용출량의 변화를 보면 칼슘과 窒素成分은 오래 加熱할수록 증가했지만 인은 8시간에서 가장 많은 용출량을 보였다. 이러한 營養成分의 충분한 용출을 위해서는 적어도 8시간 이상 加熱하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

以上の 實驗 I에서 各 時間別로 1次 加熱했을 때, 各 成分의 용출량이 相當한 차이를 보였으므로 各 成分이 뼈에 相當量 殘存하고 있을 것이 豫想된다. 이에, 뼈에 殘存하고 있는 成分中 溶出可能한 量을 측정하기 위해 實驗 I에서 各 時間別로 1次 加熱處理한 뼈를 再湯하여 그 成分量을 測定하였다.

2. 實驗 II : 再湯한 용출液中 營養成分變化

各 時間別로 1次 加熱處理한 뼈를 再탕한 후 全 용출液中的 成分量은 Table 2에 뼈 100g 당 용출液中的 成分變化는 Fig. 3, 4에 나타냈다. Table 2에서 보면 칼슘, α -amino N은 2시간, 4시간, 8시간 加熱處理한 후 再탕한 경우 一次 용출량의 40~90%까지 再 용출되었다. 總窒素는 2시간, 4시간, 8시간 加熱한 뼈를 再탕한 경우, 一次 용출량의 130~200%까지 再 용

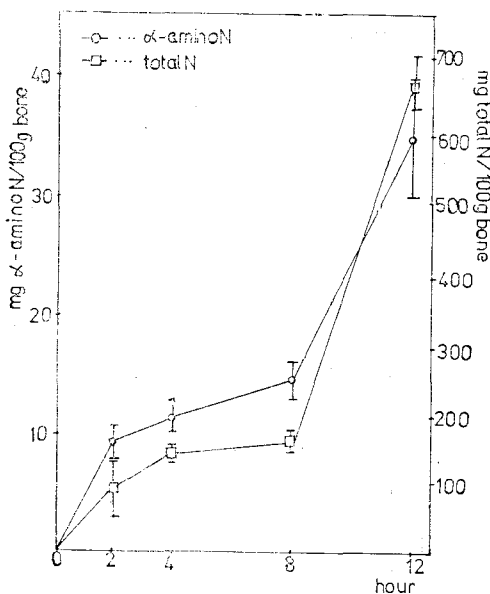


Fig. 2. Changes of α -amino N and total N contents in Sagol bone with various boiling time. (vertical bars represent standard errors).

Table 2. Total amounts of Ca, P, α -amino N and total N in total bone stock according to reboiling.

Boiling time (hrs)	Ca mg/total ¹ (%) ²	P mg/total (%)	Ca/P mg/mg	α -Amino N mg/total (%)	Total N mg/total (%)	α -Amino N/Total N mg/mg
4(2) ³	9.5±1.5 ^{a3} (62.1)	3.6±0.3 (26.9)	2.62	10.4±1.0 (72.2)	256.4±45.4 (202.7)	0.04
4(4)	15.9±1.4 ^b (88.8)	5.0±0.2 (33.3)	3.21	11.1±0.1 (64.9)	293.0±42.6 (151.4)	0.04
4(8)	10.8±0.6 ^a (44.4)	4.5±1.3 (21.1)	2.40	17.6±2.7 (80.4)	326.9±86.3 (135.7)	0.05
4(12)	5.3±0.4 ^c (13.9)	5.6±2.3 (37.6)	0.95	13.1±4.1 (24.6)	229.2±62.7 (23.1)	0.06

- 1. Total bone stock
- 2. Percentage of experiment I
- 3. Boiling time of experiment I
- 4. Mean±SE
- 5. Values within a column not sharing the same letter differ significantly (P<0.05)

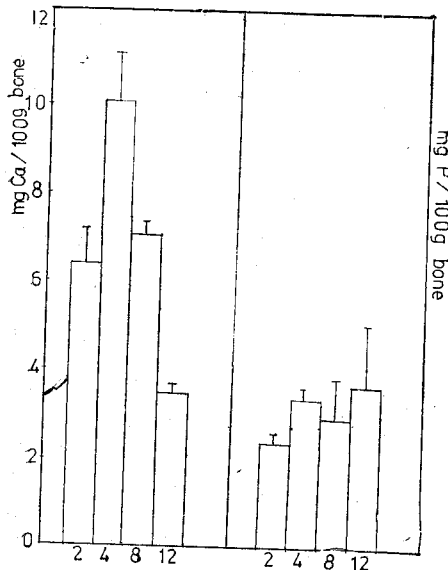


Fig. 3. Changes of Ca, P contents in Sagol bone according to reboiling (vertical bars represent standard errors).

출되었다. 그러나 인의 경우는 모든 處理에서 20~40% 정도 再溶出되었다. Fig. 3은 再湯處理에 따른 칼슘, 인 溶出量의 變化를 나타낸 것이다. Fig. 3에서 보면 칼슘은 4시간 加熱한 후 再湯했을 때 가장 많은 溶出量을 보였으며, 2시간 가열하고 재탕한 것에 비하여 유의적으로 증가하였고(P<0.01), 8시간 가열한 후 재탕한 것과 12시간 가열한 후 재탕한 것은 4시간 가열하고 재탕한 것에 비하여 유의적으로 감소하였다(P<0.01). 인은 4시간 가열한 후 재탕했을 때 2시간 가열한 후 재탕한 것에 비하여 그 溶出量이 증가하다가 8시간 가열하고 재탕한 경우 감소하며 12시간 가열하고 재탕한 경우 다시 증가한다. 이것은 인이 8시간 가

열한 경우 가장 높은 溶出量을 보이기 때문인 것 같다. 그러나 모든 處理에서 有意的 差異는 보이지 않았다. 再湯處理에 따른 α -amino N, 總窒素 溶出量의 變化는 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서 보면 α -amino N, 總窒素는 8시간 가열하고 재탕했을 때 가장 溶出量이 많았다. 이것은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 α -amino N, 總窒素는 8시간 이후 그 溶出量이 크게 증가하기 때문인 것 같다.

以上 實驗 II의 結果, 재탕시 最大溶出量을 보면 칼슘은 4시간 加熱하고 再湯한 경우, α -amino N은 8시간 加熱하고 再湯한 경우로서 각각 1次 溶出量의 80% 이상이 再溶出되었다. 總窒素는 8시간 加熱하

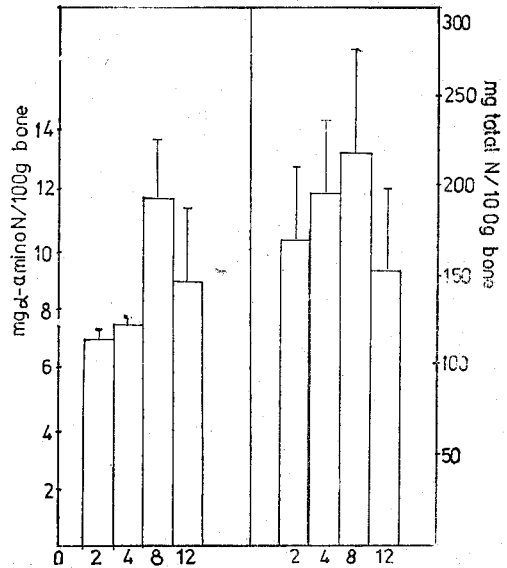


Fig. 4. Changes of α -amino N, total N contents in Sagol bone according to reboiling (vertical bars represent standard errors).

Table 3. Total amounts of Ca, P, α -amino N and total N in total bone stock with various weight of bone.

Bone (g)	Ca mg/total ¹	P mg/total	Ca/P mg/mg	α -Amino N mg/total	Total N mg/total	α -Amino N/Total N mg/mg
100	18.1 \pm 1.2 ^{a3}	13.0 \pm 1.9 ^{a*}	1.39	15.9 \pm 1.1 ^a	432.5 \pm 43.8	0.04
200	38.4 \pm 4.2 (19.2 \pm 2.1) ^{4a}	31.8 \pm 2.7 (15.9 \pm 1.4) ^a	1.21	37.8 \pm 1.4 (18.9 \pm 0.7) ^{ab}	985.6 \pm 38.2 (492.8 \pm 19.1)	0.06
300	75.6 \pm 11.8 (25.2 \pm 3.9) ^{ab}	51.6 \pm 6.5 (17.2 \pm 2.2) ^{ab}	1.47	45.9 \pm 7.2 (15.3 \pm 2.4) ^a	1289.4 \pm 137.2 (429.8 \pm 45.9)	0.04
400	47.2 \pm 3.3 (11.8 \pm 0.8) ^{ac}	40 \pm 2.4 (10.0 \pm 0.6) ^a	1.18	53.2 \pm 5.6 (13.3 \pm 1.4) ^{ac}	1920.8 \pm 321.2 (480.2 \pm 80.3)	0.03

1. Total bone stock
2. Mean \pm SE
3. Values within a column not sharing the same letter differ significantly ($P < 0.05$)
4. Amounts of nutrients in 100g bone.

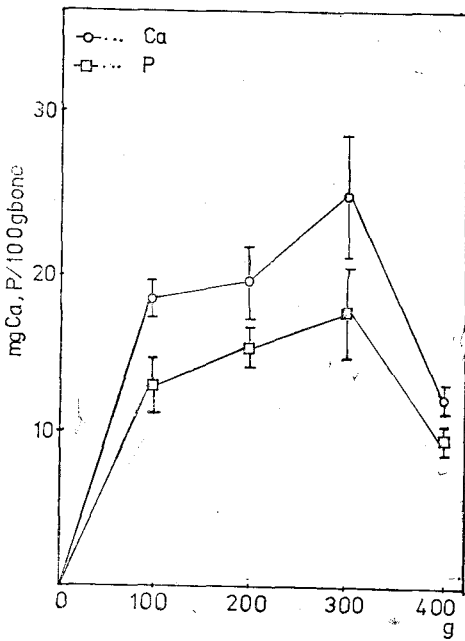


Fig. 5. Changes of Ca and P contents in Sagol bone with various weight of bone (vertical bars represent standard errors).

고 再湯한 경우에도 一次 溶出量의 135%가 再溶出되 었다. 이러한 결과로 보아 8시간 以下로 加熱處理한 뼈는 다시 再湯하여도 많은 量의 營養成分이 再溶出되 는 것으로 생각된다. 한편 2시간과 4시간 加熱處理 한 뼈를 再湯했을 때 8시간 以後의 경우에 비해 溶 出量이 낮은 것으로 나타났는데, 이것은 더욱 溶出 可 能한 量이 뼈에 殘存해 있음을 示唆하는 것이라 본다. 再湯時 Ca/P 比는 약간 증가하는 경향을 보였다.

3) 實驗Ⅲ : 뼈의 重量別 溶出液中 營養成分 變化

뼈 100g, 200g, 300g, 400g에 蒸溜水를 2l 加하여

12시간 加熱한 후 全溶出液中 成分量은 Table 3에 뼈 100g 당 溶出液中 成分變化는 Fig. 5, 6에 나타냈다. Table 3을 보면 칼슘, 磷은 300g인 경우 全溶出量이 가장 많으며, α -amino N과 總窒素는 400g인 경우 가 장 溶出量이 많았다. Ca/P 比는 1~1.5 사이로 理想의 인 比를 나타냈으며 總窒素에 대한 α -amino N의 比 率은 5% 정도였다. 各 處理에 따른 뼈 100g 당 칼슘, 磷 溶出量의 變化는 Fig. 5와 같다. Fig. 5를 보면 칼슘, 磷 모두 뼈 300g까지는 뼈 重量이 증가할수록 뼈 100g 당 칼슘 溶出量은 증가했다. 그러나 칼슘은

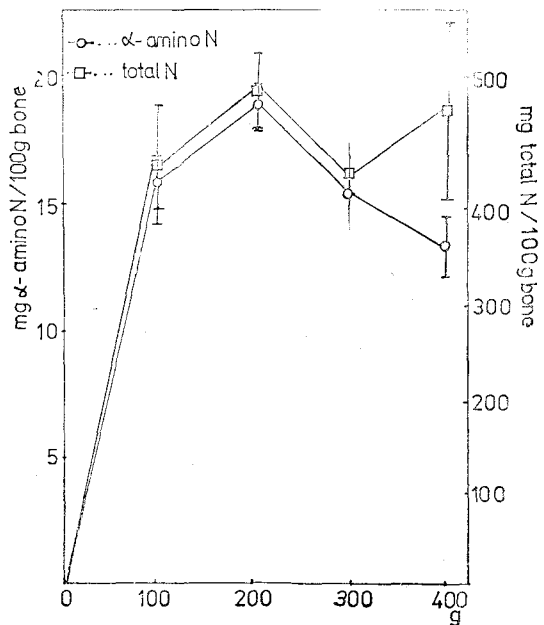


Fig. 6. Changes of α -amino N and total N contents in Sagol bone with various weight of bone (vertical bars represent standard errors).

400g 인 경우는 300g 과 비교할 때 유의적으로 감소했고 ($P < 0.01$) 燐은 400g 인 경우는 200g, 300g 과 비교할 때 유의적으로 감소했다 ($P < 0.05$), Fig. 6 은 各處理別 燐 100g 당 α -amino N 과 總窒素 溶出量의 變化를 나타낸 것이다. Fig. 6 을 보면 α -amino N 과 總窒素 溶出量은 200g 인 경우 가장 溶出量이 많았다. α -amino N 은 400g 인 경우는 200g 인 경우와 비교할 때 유의적으로 감소하였으나 ($P < 0.05$) 總窒素는 모든 處理에서 有意의 差異는 보이지 않았다. 實驗Ⅲ의 結果로 보아 燐 濃度와 물의 濃度에 따라 溶出成分量은 影響을 받는 것으로 생각되며 燐과 燐의 경우 물의 濃度가 燐의 濃度의 7배 (重量/重量) 이상이어야 하며 α -amino N 과 總窒素는 燐 濃度의 10배 이상의 물을 넣어야 溶出量은 증가하게 된다. 이상의 結果에서 보면 사골뼈로 湯을 만들 때는 적어도 10배 이상의 물을 加하여야 할 것으로 사료된다.

本 研究結果 사골뼈 溶出液은 理想的인 Ca/P 比를 나타냈으며 燐의 溶出 利用率이 80% 以上이라고 발표한 여러 연구자의 연구논문을 고려하면 사골뼈 溶出液은 燐 利用率이 높은 것으로 생각되며 우수한 燐 燐원 식품으로 평가될 수 있다고 본다. 또한 窒素成分에 대해서 보면 α -amino N 은 總窒素中 5~10% 차지하며, 主로 glutamic acid 와 glycine 으로 思料되고 사골뼈 溶出液의 맛난 맛의 主成分을 이룰 것으로 생각된다. Golan¹⁴⁾ 등과 Jelen¹⁵⁾ 등의 연구에서도 사골뼈 溶出液中 蛋白質成分은 營養的으로 우수한 것으로 나타났다. 이상에서 사골뼈 溶出液은 우수한 燐 燐원 식품일 뿐만 아니라 窒素의 燐원 식품으로서도 가치가 인정된다고 사료된다. 그러나 무기성분의 溶出에 있어서는 量的으로 너무 적어 약간의 문제가 있다고 본다. 예를 들면 본 실험결과에서 보면 窒素成分은 燐 濃度의 20%가 溶出되나 燐과 燐의 경우는 겨우 0.2% 이하만이 溶出됨을 알 수 있다. 이러한 견지에서 무기성분의 더욱 많은 溶出을 위해서 여러가지 方法을 모색함도 중요한 연구과제라 볼 수 있다. 영양성분의 溶出에는 加熱時間, 壓力, 溫度, 燐과 물의 重量比, 알칼리 또는 산 등의 化學적 처리 등등의 인자가 關係할 것으로 思料된다. 加熱時間에 대해서는 本 實驗結果에서 적어도 12시간 以上 加熱하였을 때 더욱 많은 溶出量을 보였으며 燐과 물의 重量比에 대해서는 적어도 물의 重量이 燐의 10배 以上인 경우 충분히 溶出될 것으로 思料된다. 위와 같은 因子만으로 溶出의 最適條件을 결정하는 것은 어려우며 아울러 맛의 變化, 경제성 등도 함께 고려되어야 할 것이다.

要 約

사골뼈 溶出液이 燐 또는 蛋白質의 燐원 식품으로 평가될 수 있는가의 기초적 자료를 제시하기 위해 사골뼈 溶出液中的 有效營養成分 특히, 燐, 燐, 窒素成分 등을 定量분석하고 燐의 加熱時間別, 再湯處理,

重量別 溶出液中的 營養成分의 量的인 變化를 검토한 結果를 要約하면 다음과 같다.

(1) 2시간, 4시간, 8시간, 12시간 加熱處理후 溶出液中的 營養成分變化를 보면 燐, α -amino N, 總窒素는 加熱時間이 증가함에 따라 溶出量이 증가하였고 12시간에서 最高值를 보였다. 반면 燐은 8시간 까지는 溶出量이 증가하다가 12시간에서는 감소하였다. 各時間別 加熱處理한 溶出液中 Ca/P 比는 1~2를 보였다.

(2) 各時間別로 1次 加熱處理한 후 재탕한 溶出液中的 營養成分變化를 보면 1次 加熱時間이 증가할수록 재탕에서의 溶出量은 감소하였다. 2시간, 4시간, 8시간 1次 加熱한 후 4시간 再湯한 경우 燐, α -amino N 은 1次 溶出量의 60~90%가 再溶出되며 總窒素는 1次 溶出量의 130% 이상이 再溶出되었다.

(3) 燐의 重量別 溶出液中的 營養成分變化를 보면 燐과 물의 重量比가 7배 이상일 때 燐 100g당 燐의 溶出量은 증가하고 α -amino N 과 總窒素는 10배 以上인 경우 燐 100g 당 溶出量이 증가하였다.

이상의 結果는 사골뼈의 溶出液이 燐 및 蛋白質의 燐원 식품으로 평가될 수 있을 뿐만 아니라, 燐, α -amino N, 總窒素 등 有效營養成分의 충분한 溶出을 위해서는 충분한 加熱時間, 적어도 12시간 以上이 필요하며 燐과 물의 重量比는 10배 以上이 필요함을 示唆한다.

文 獻

1. 보건사회부 : 국민영양조사보고, 44 (1977)
2. 김해리, 백정자 : 한국영양학회지, 11(1) 1(1978)
3. 박명운, 장영자, 서정숙, 모수미 : 한국영양학회지, 13(1), 15(1980)
4. 김해리, 백정자 : 한국영양학회지, 11(2) 19(1978)
5. 김해리, 백정자 : 한국영양학회지, 12(3), 41(1979)
6. 손숙미, 모수미 : 한국영양학회지, 11(4), 1(1979)
7. 윤진숙 : 한국영양학회지, 14(2), 87(1981)
8. Ray Sarker, B. C and Chauban, U.P. S: *Anal. Biochem.*, 20, 155(1956)
9. Chen. P.S. Jr, Toribara, T.Y. and Huber Warner: *Anal. Chem.*, 28(11), 1756(1956)
10. Rosen Hyman: *Arch. Biochem. Biophys.*, 10, 10 (1957)
11. Hawk, P.B. Oser, B.L and Summerson, W.H.: *Practical Physiological Chemistry*(MacGrow Hill Book, New York) 99, 1219(1965)
12. Drake, T.G., Jackson, S.H, Tisdall, F.F., Johnstone, W.M. and Hurst, L.M: *J. Nutr.*, 37, 369 (1949)
13. 原登志子 : 일본영양학잡지 9(2), 1(1950)
14. Golan, A and Jelen, P: *J. Food Sci.*, 44(2) 332(1979)
15. Jelen, P, Earle, M and Edwardson, W: *J. Food Sci.*, 44(2), 327(1979)