

갑오징어갑으로부터 칼슘의 회수조건 및 소성 칼슘의 특성

조문래 · 허민수 · 김진수⁺
경상대학교 해양생물이용학부/해양산업연구소

Calcination Condition for Recovery of Calcium from Cuttle Bone and Characteristics of Calcined Cuttle Bone Powder

Moon-Lae CHO, Min-Soo HEU and Jin-Soo KIM⁺
Division of Marine Bioscience/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

For the effective utilization of cuttle bone as a calcium powder, we examined calcination condition (700°C: 0~10 hrs, 800°C: 0~3 hrs, 900°C: 0~1 hr and 1,000°C: 0~30 mins) for recovery of calcium from raw cuttle bone powder (RCB) and characteristics of calcined cuttle bone powder (CCB) treated by optimal condition. During calcination of RCB, the yields was decreased, while total and soluble calcium contents and white index were increased up to constant calcination time (8 hrs at 700°C, 2 hrs at 800°C, 45 min at 900°C and 20 min at 1,000°C). But, these after that almost unchanged. From these results, the optimal calcination conditions for recovery of calcium from RCB were revealed 8 hrs at 700°C, 2 hrs at 800°C, 45 min at 900°C and 20 min at 1,000°C. In the case of CCB treated for 2 hrs at 800°C, total calcium was about 70%, the major component was calcium oxide, and the structure consisted of porosity. The calcium solubility of CCB increased by 22 times compared to RCB. But, the pH of RCB was about 12.9. Therefore, For the effective utilization of RCB as a calcium powder, it requires a suitable modification operation for adjustment of pH (pH 2.0~9.0).

Key words: Cuttle bone, Ashed treatment, Calcium, Seafood by-products

서 론

칼슘은 인체의 필수 원소로서 인체 내에서는 산소, 탄소, 수소, 질소 등의 유기화합물에 이어 다섯번째로 많이 함유되어 있고, 무기질 중에서는 가장 양이 많아 자연히 그 역할도 크다. 칼슘은 99%가 뼈나 치아에 인산 칼슘염의 형태로 존재하면서 신체 지지기능을 하고, 나머지 1%는 혈액과 세포 속에 존재하여 근육의 수축, 혈액 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방에 관여하는 기능을 한다 (Smith, 1988). 따라서, 칼슘의 흡수가 부족한 경우에는 뼈나 치아의 발육이 나쁘게 되어 성장이 늦고, 피로를 쉽게 느끼며, 고혈압, 심장병 및 뇌졸중 등의 성인병 및 골다공증의 원인이 된다 (Heaney and Barger-Lux, 1991). 한편, 갑오징어갑은 약 40%가 칼슘으로 구성되어 있어 (Cho et al., 2001), 천연 칼슘 추출 소재와 같이 식품 소재로 이용 가능하나, 일부 만이 비료로 이용되고 있을 뿐, 거의 대부분이 폐기되고 있다. 한편, 칼슘제는 건강 기능성 개선제 또는 가공 기능성 개선제와 같이 효율적으로 이용되기 위하여는 반드시 용해되어 칼슘이온으로 전리되어야 한다 (Reykald and Lee, 1991; Smith and Henders, 1987). 그러나 갑오징어갑은 용해도가 낮은 탄산칼슘이 주성분 (Cho et al., 2001)이어서 건강 기능성 개선제 및 가공 기능성 개선제와 같이 효율적으로 이용되고 있지 못하고 있는 실정이다. 따라서 갑오징어갑으로부터 칼슘 화합물을 추출하여 용해도를 개선하고 건강 기능성 향상 또는 가공 기능성 향상을 위한 칼슘제로 효율적으로 이용할 수 있다면 그 의미는 상당히 크다. 이러한 일면에서 Cho et al. (2001) 및 Lee

et al. (2000)은 갑오징어갑을 칼슘제로서 이용 가능성을 검토하기 위하여 갑오징어갑의 식품성분 특성을 검토한 바가 있고, Kim et al. (2000)은 갑오징어갑을 단순히 건조 및 분쇄 만으로 김치 제조시에 첨가하여 칼슘 강화 및 저장 기간 연장을 시도한 바가 있다. 한편, 대부분이 탄산칼슘으로 이루어져 있는 갑오징어갑을 유기산으로 처리하는 경우 유기산 칼슘으로 되어 용해도 개선에 상당효과가 있으리라 생각된다. 그러나 이 또한 전보 (Cho et al., 2001)에서 검토한 연구 결과에 의하는 경우 탁도가 문제가 되어 이용에 상당히 제한을 받으리라 생각된다. 본 연구에서는 대부분이 비료 또는 용해도가 낮은 단순 분말상태로 이용되고 있는 갑오징어갑을 탁도가 문제가 되지 않는 유기산 칼슘의 형태로 제조하여 효율적으로 이용할 목적으로 갑오징어갑의 전처리조건으로서 회수조건 (소성조건)을 검토하였다.

재료 및 방법

재 료

칼슘 추출 소재로 이용하기 위하여 검토한 갑오징어 (*Sepia esculenta*) 갑은 2000년 1월에 부산시 사하구 소재 우영수산(주)로부터 갑오징어 가공 중 발생하는 부산물을 원료로 사용하였다. 갑오징어갑은 이물질 제거를 위하여 가볍게 수세 및 탈수한 후 동결 (-25°C), 분쇄 및 열풍건조한 다음 체가름 (60 mesh)한 분말을 실험에 사용하였다.

칼슘의 추출조건 및 수율

갑오징어갑으로부터 칼슘의 추출 조건은 700°C에서 10시간, 800°C

⁺Corresponding author: jinsukim@gshp.gsnu.ac.kr

에서 3시간, 900℃의 경우 1시간 및 1,000℃의 경우 30분까지 시간 별로 하였다. 그리고, 수율은 추출을 위하여 투입한 오징어갑 분말의 중량에 대하여 추출 후 분말 중량의 상대비율 (%)로 하였다.

무기질 함량

무기질 (칼슘, 나트륨, 칼륨, 철, 마그네슘, 망간 및 아연) 및 인은 Tsutagawa et al. (1994)의 방법으로 유기질을 습식분해한 후 ICP (Inductively coupled plasma spectrophotometer, Atomscan 25, TJA)로 분석하였다.

백색도 및 관능적 색조

백색도는 직시색차계 (日本電色 1001-DP)를 이용하여 분말의 L (백색도), a (적색도) 및 b값 (황색도)을 측정한다 다음 이들을 이용하여 다음과 같은 식으로 계산하였고, 이 때 색차계의 표준백판은 L=91.6, a=0.28, b=2.69이었다.

$$\text{white index} = 100 - \sqrt{(100-L)^2 + a^2 + b^2}$$

관능적 색조는 탄산칼슘을 대조구로 하여 소성한 분말 시료를 관능적으로 검사하였다.

입도 분포도

갑오징어갑 분말의 입도 분포도는 Kim et al. (1997)과 같이 RX-86 sieve shaker (Tyler Inc., Mentor, USA)에 표준 시료체 (No. 60, 100, 140 및 200)를 장착하여 측정하였다.

pH 및 용해도

pH 및 칼슘의 용해도 측정을 위한 시료는 전처리 갑오징어갑 (칼슘으로서 600 mg)에 탈이온수 100 mL를 첨가하고, 이어서 상온에서 3시간 동안 진탕반응시킨 다음 여과하여 조제하였다. 이 여액을 시료 용액으로 하여 pH는 pH meter (Metrohm 691, Swiss)로 측정하였고, 용해도는 Tsutagawa et al. (1994)의 방법으로 유기질을 습식분해한 후 ICP로 분석하였다.

X-ray 분석 및 미세구조 분석

갑오징어갑의 주요 구성성분을 확인하기 위한 XRD 상분석은 40 KV, 30 mA의 조건과 10~70℃ 범위의 온도조건에서 X-ray 상분석기 (Philips expert system, Netherland)를 이용하여 측정하였고, 미세구조 분석은 시료를 백금코팅 처리한 후 주사전자현미경 (FESEM, XL 30S, Netherland)으로 촬영하였다.

결과 및 고찰

소성 처리 갑오징어갑 분말의 제조를 위한 처리온도 및 시간

원료 갑각의 소성온도 (700~1,000℃)와 처리시간 (700℃: 10시간, 800℃: 3시간, 900℃: 1시간, 1,000℃: 30분)에 따른 수율 및 총 칼슘 함량은 Table 1과 같다. 수율은 소성시간이 경과할수록 낮아졌고, 총 칼슘함량은 소성시간이 경과할수록 높아졌으나, 일정시간 (700℃의 경우 8시간, 800℃의 경우 2시간, 900℃의 경우 45분, 1,000℃의

Table 1. Effect of calcined temperature and time on yields and total calcium contents of calcium-based powder from cuttle bone

| Ashed times (min) | Yields (%) | | | | Total calcium (%) | | | |
|-------------------|------------|-------|-------|--------|-------------------|-------|-------|--------|
| | 700℃ | 800℃ | 900℃ | 1,000℃ | 700℃ | 800℃ | 900℃ | 1,000℃ |
| Control | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 35.41 | 35.41 | 35.41 | 35.41 |
| 5 | -* | - | 79.4 | 66.1 | - | - | 48.64 | 59.31 |
| 10 | - | - | 72.6 | 59.4 | - | - | 54.12 | 64.32 |
| 15 | - | 79.8 | 65.8 | 53.1 | - | 47.32 | 59.52 | 69.89 |
| 20 | - | - | 59.6 | 51.2 | - | - | 64.63 | 70.51 |
| 30 | - | 74.9 | 54.1 | 51.1 | - | 51.33 | 68.53 | 70.51 |
| 45 | - | 70.1 | 51.1 | - | - | 55.21 | 70.52 | - |
| 60 (1 hr) | 84.1 | 65.5 | 51.2 | - | 42.15 | 58.91 | 70.52 | - |
| 75 | - | 59.9 | - | - | - | 63.41 | - | - |
| 90 | - | 54.1 | - | - | - | 68.04 | - | - |
| 120 (2 hrs) | 75.8 | 51.2 | - | - | 50.60 | 70.51 | - | - |
| 180 (3 hrs) | 69.0 | 51.1 | - | - | 56.19 | 70.52 | - | - |
| 240 (4 hrs) | 64.8 | - | - | - | 59.52 | - | - | - |
| 360 (6 hrs) | 55.6 | - | - | - | 66.97 | - | - | - |
| 480 (8 hrs) | 51.1 | - | - | - | 70.51 | - | - | - |
| 600 (10 hrs) | 51.1 | - | - | - | 70.52 | - | - | - |

*-: Not determined.

경우 20분) 이후에는 소성온도에 관계없이 수율은 거의 51.1%를, 총 칼슘함량은 거의 70.5%를 유지하였다. 수율이 거의 51.1%에, 그리고 총 칼슘함량이 70.5%에 도달하는 초기 소성시간은 회화온도가 높을수록 짧았다. 이와 같이 소성온도가 높아지고, 처리시간이 길어질수록 수율이 낮아지고, 총칼슘 함량이 증가하는 것은 갑오징어갑이 소성과정 중에 일어나는 $\text{CaCO}_3 + \text{Heat} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ 와 같은 화학적 변화, 수분 증발, 유기물의 회화 등에 의한 분자량의 감소와 이로 인한 칼슘함량의 상대적인 증가 때문이라 판단되었다 (Shin and Kim, 1997).

원료 갑각의 소성온도 (700~1,000℃)와 처리시간 (700℃: 0~10시간, 800℃: 0~3시간, 900℃: 0~1시간, 1,000℃: 0~30분)에 따른 백색도 및 관능적 색조는 Table 2와 같다. 백색도는 소성시간이 경과할수록 높아졌으나, 일정시간 (700℃에서 8시간, 800℃에서 2시간, 900℃에서 45분 및 1,000℃에서 20분 이상)에 도달하는 경우 소성온도에 관계없이 85.5부근을 유지하였고, 소성시간을 그 이상 경과시켜도 거의 변화없었다. 백색도의 경우도 85.5부근에 도달하는 초기 소성시간은 소성온도가 높을수록 짧았다. 또한 관능적 색조의 경우도 백색도와 유사한 경향을 나타내었고, 처리시간이 경과할수록 후색에서 백색으로 변화하였다. 이와 같은 백색도 및 관능적 색조의 결과는 유기물이 소성에 의해 제거되는 정도의 차이 때문이라 판단되었다.

원료 오징어갑의 소성처리 (800℃) 중 처리시간 (0~3시간)의 변화에 따른 입도분포율은 Table 3과 같다. 체가름 크기에 따른 통과 분말의 상대 비율로 나타낸 입도분포율의 경우 소성처리 초기 (15분 처리)에는 약간 증가하였고, 그 후 2시간까지는 이보다 미미한 증가를 하였으며, 2시간 이후에는 거의 변화없었다. 이와 같은 결과는 초기 소성처리의 경우 이물질인 유기물과 탄산칼슘 유래 이산화탄소의 휘발에 의해, 이후 2시간까지는 유기물보다는 주로 탄산

Table 2. Effect of calcined temperature and time on white index and sensory color of calcium-based powder from cuttle bone

| Ashed times (min) | White index | | | | Sensory color | | | |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------|------------|------------|
| | 700°C | 800°C | 900°C | 1,000°C | 700°C | 800°C | 900°C | 1,000°C |
| Control | 83.58 ± 0.09 | 83.58 ± 0.09 | 83.58 ± 0.09 | 83.58 ± 0.09 | White | White | White | White |
| 5 | -* | - | 37.71 ± 0.30 | 49.95 ± 0.07 | - | - | Deep ashy | Deep ashy |
| 10 | - | - | 47.41 ± 0.01 | 63.81 ± 0.11 | - | - | Deep ashy | Light ashy |
| 15 | - | 31.38 ± 0.02 | 56.87 ± 0.07 | 75.71 ± 0.06 | - | Deep ashy | Deep ashy | Light ashy |
| 20 | - | - | 67.87 ± 0.06 | 86.01 ± 0.05 | - | - | Light ashy | White |
| 30 | - | 42.51 ± 0.01 | 76.34 ± 0.04 | 85.96 ± 0.06 | - | Deep ashy | Light ashy | White |
| 45 | - | 51.05 ± 0.36 | 85.70 ± 0.04 | - | - | Deep ashy | White | - |
| 60 (1 hr) | 30.13 ± 0.14 | 59.56 ± 0.02 | 85.31 ± 0.02 | - | Deep ashy | Light ashy | White | - |
| 75 | - | 68.32 ± 0.09 | - | - | - | Light ashy | - | - |
| 90 | - | 79.65 ± 0.02 | - | - | - | Light ashy | - | - |
| 120 (2 hrs) | 38.60 ± 0.05 | 85.65 ± 0.07 | - | - | Deep ashy | White | - | - |
| 180 (3 hrs) | 45.60 ± 0.10 | 85.65 ± 0.14 | - | - | Deep ashy | White | - | - |
| 240 (4 hrs) | 52.72 ± 0.03 | - | - | - | Deep ashy | - | - | - |
| 360 (6 hrs) | 68.37 ± 0.33 | - | - | - | Light ashy | - | - | - |
| 480 (8 hrs) | 85.52 ± 0.09 | - | - | - | White | - | - | - |
| 600 (10 hrs) | 85.42 ± 0.22 | - | - | - | White | - | - | - |

* -: Not determined.

Table 3. Changes in undersize distribution ratio of calcium-based powder from cuttle bone during calcination at 800°C

| Ashing time (min) | Undersize ratio (%) | | | |
|-------------------|---------------------|----------|----------|----------|
| | 60 mesh | 100 mesh | 140 mesh | 200 mesh |
| Control | 100.0 | 80.6 | 69.0 | 54.8 |
| 15 | 100.0 | 82.4 | 71.7 | 62.0 |
| 30 | 100.0 | 83.1 | 72.0 | 63.9 |
| 45 | 100.0 | 84.3 | 72.8 | 65.2 |
| 60 (1 hr) | 100.0 | 85.2 | 73.3 | 66.5 |
| 75 | 100.0 | 85.5 | 73.9 | 67.9 |
| 90 | 100.0 | 86.4 | 74.3 | 69.0 |
| 120 (2 hrs) | 100.0 | 87.4 | 75.4 | 70.5 |
| 180 (3 hrs) | 100.0 | 87.0 | 75.2 | 70.5 |

칼슘 유래 이산화탄소의 휘발에 의해 야기되었으나, 이후 3시간까지는 유기질 및 이산화탄소의 휘발이 거의 종료되었기 때문이라 생각되었다. 한편, Lee et al. (1997)은 수분, 지질 및 콜라겐 등과

같은 유기질을 다량 함유하고 있는 참치뼈의 경우 고온소성에 의해 입자 내의 수분 등과 같은 유기질 성분의 비산으로 미세화되어 표면적이 증가한다고 보고한 바 있다. 따라서 갑오징어갑의 경우 소성처리에 의해 미세화 및 다공화되어 표면적이 넓어짐으로 인해 오징어갑의 특성이 개선된다고 판단되었다.

원료 갑각의 소성온도 (700~1,000°C) 및 처리시간 (700°C: 10시간, 800°C: 3시간, 900°C: 1시간, 1,000°C: 30분)에 따른 칼슘의 용해도 및 pH의 결과는 Table 4와 같다. 용해도는 원료 갑오징어갑의 경우 38.4 ppm이었고, 이를 소성처리 하는 경우 처리시간이 경과할수록 개선되었으나, 일정시간 (700°C에서 8시간, 800°C에서 2시간, 900°C에서 45분 및 1,000°C에서 20분 이상)에 도달하는 경우 소성온도에 관계없이 830 ppm 부근을 유지하였고, 소성처리 시간을 그 이상 경과시켜도 거의 변화없었다. 용해도는 830 ppm 부근에 도달하는 초기 소성시간의 경우 소성온도가 높을수록 짧았다. 한편, pH는 원료 갑오징어갑의 경우 9.08이었는데 반하여 소성처리에 의하여 점차 알칼리화 되어 일정시간 (700°C에서 8시간, 800°C에서 2시간, 900°C에서 45분 및 1,000°C에서 20분 이상) 동안 소성시키는 경우 12.9의 강알칼리화 하였고, 그 이상의 회화시간에는 크게 변화없었다. 이러한 결과로 미루어 보아 소성처리 하는 경우 용해도가 상당히 개선되어 건강 및 기능성 개선제로 효율적으로 이용할 수 있으리라 판단되었으나, 이의 pH가 산화칼슘에 의해 강알칼리성을 나타내어 반드시 적절한 pH의 중화를 시도하여야 하리라 판단되었다.

이상의 소성처리 온도 및 시간에 따른 수율, 총 칼슘함량, 백색도, 관능적 색조 및 용해도의 결과로 미루어 보아 최적 소성처리 시간은 700°C에서 8시간, 800°C에서 2시간, 900°C에서 45분 및 1,000°C에서 20분으로 판단되었다.

Table 4. Effect of calcined temperature and time on ash and calcium contents of calcium-based powder from cuttle bone

| Ashed times (min) | Solubility of calcium (ppm) | | | | pH | | | |
|-------------------|-----------------------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|
| | 700°C | 800°C | 900°C | 1,000°C | 700°C | 800°C | 900°C | 1,000°C |
| Control | 38.4 | 38.4 | 38.4 | 38.4 | 9.08 | 9.08 | 9.08 | 9.08 |
| 5 | -* | - | 655.9 | 695.8 | - | - | 11.98 | 12.05 |
| 10 | - | - | 711.6 | 760.6 | - | - | 12.13 | 12.42 |
| 15 | - | 622.5 | 745.8 | 821.6 | - | 11.92 | 12.22 | 12.81 |
| 20 | - | - | 780.3 | 828.5 | - | - | 12.48 | 12.88 |
| 30 | - | 706.7 | 820.4 | 829.5 | - | 12.09 | 12.81 | 12.87 |
| 45 | - | 735.9 | 829.0 | - | - | 12.20 | 12.87 | - |
| 60 (1 hr) | 610.6 | 750.8 | 828.2 | - | 11.81 | 12.30 | 12.90 | - |
| 75 | - | 780.4 | - | - | - | 12.49 | - | - |
| 90 | - | 816.5 | - | - | - | 12.78 | - | - |
| 120 (2 hrs) | 699.5 | 828.9 | - | - | 12.13 | 12.90 | - | - |
| 180 (3 hrs) | 748.7 | 829.0 | - | - | 12.25 | 12.90 | - | - |
| 240 (4 hrs) | 784.9 | - | - | - | 12.56 | - | - | - |
| 360 (6 hrs) | 816.7 | - | - | - | 12.76 | - | - | - |
| 480 (8 hrs) | 825.3 | - | - | - | 12.85 | - | - | - |
| 600 (10 hrs) | 827.1 | - | - | - | 12.86 | - | - | - |

* -: Not determined.

최적조건에서 소성처리한 갑오징어갑 분말의 특성

최적 소성처리 시간 (700°C: 8시간, 800°C: 2시간, 900°C: 45분 및 1,000°C: 20분)으로 처리한 갑오징어갑 분말의 무기질 함량은 Table 5와 같다. 원료 갑오징어갑의 경우 칼슘이 35.4%로 전체의 약 1/3을 차지하여 가장 많았고, 다음으로 나트륨 (0.9%)의 순이었으며, 기타 인, 칼륨, 철, 마그네슘, 망간 및 아연 등은 미량으로 함유되어 있었다. 이를 원료로 하여 소성처리한 갑오징어갑 분말의 무기질은 소성처리 온도에 관계없이 칼슘이 약 70.5%로 전체의 대부분을 차지하였고, 다음으로 나트륨 (1.8%)의 순이어서 원료 갑오징어갑의 무기질 구성 경향과는 차이가 없었으나, 그 함량은 약 2배 정도 증가하였다. 이와 같이 칼슘과 같은 무기질이 증가하는 것은 유기질의 소성 제거 및 주성분인 탄산칼슘 (분자량:100)의 소성과정 중 이산화탄소 (분자량:44)의 휘발로 인한 저분자량의 산화칼슘 (분자량:56)으로 변화 등에 의해 주성분인 무기질이 농축되었기 때문이라 판단되었다.

Table 5. Effect of calcined temperature and time on mineral contents of calcium-based powder from cuttle bone

| Minerals (mg/100 g) | Dried cuttle bone powder | Ashed conditions | | | |
|---------------------|--------------------------|------------------|--------------|---------------|-----------------|
| | | 700°C, 8 hrs | 800°C, 2 hrs | 900°C, 45 min | 1,000°C, 20 min |
| Phosphorus | 43.1 | 80.9 | 81.9 | 79.9 | 82.3 |
| Calcium | 35,407.8 | 70,312.6 | 70,518.4 | 70,500.8 | 70,465.6 |
| Sodium | 910.9 | 1,800.8 | 1,812.7 | 1,815.4 | 1,803.2 |
| Potassium | 65.2 | 126.6 | 129.7 | 131.2 | 126.7 |
| Iron | 9.2 | 17.8 | 18.3 | 18.6 | 16.8 |
| Magnesium | 91.6 | 178.0 | 182.3 | 181.7 | 178.8 |
| Manganese | 0.8 | 1.1 | 1.6 | 1.4 | 0.9 |
| Zinc | 3.8 | 7.0 | 7.8 | 7.5 | 6.9 |

소성처리 오징어갑의 구성성분을 알아보기 위하여 XRD상 분석을 실시한 결과는 Fig. 1에, 그리고 이의 조직 구조를 살펴보기 위하여 전자현미경으로 촬영한 사진의 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 원료 갑오징어갑의 경우 대부분이 탄산칼슘의 피크와 일치하여 유용 무기 성분인 칼슘의 대부분이 용해도가 낮은 탄산칼슘의 형태로 존재함을 알 수 있었다. 그러나, 800°C에서 2시간 동안 고온소성 처리한 분말의 경우 탄산칼슘으로부터 이산화탄소의 휘발 ($\text{CaCO}_3 + \text{heat} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$) 등으로 인해 산화칼슘의 피크와 거의 일치하여 칼슘의 대부분이 용해도가 높은 산화칼슘의 형태로 존재함을 알 수 있었다 (Cho et al., 2001). 한편, 갑오징어갑의 조직구조는 원료 갑오징어갑의 경우 일정한 크기 및 형태를 갖추고 있지 않으면서, 외형상으로 비다공성임을 알 수 있었다. 그러나, 소성처리 갑오징어갑의 조직구조는 원료의 조직구조와는 상당히 달리 정육면체의 일정한 형을 이루면서 이산화탄소가 휘발하였으리라 추정되는 곳에 물과의 접촉면적을 넓혀 줄 수 있어 칼슘이 용해하기 좋은 다공성을 나타내었다.

요 약

대부분이 비료 또는 용해도가 낮은 단순 분말상태로 이용되고

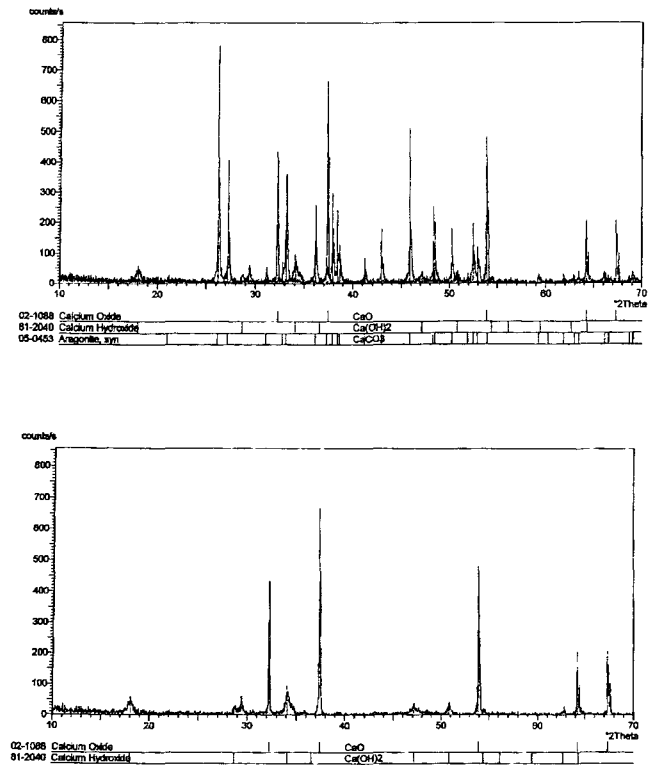


Fig. 1. XRD analysis of driedcuttle bone (upper) and its calcined cuttle bone (lower).

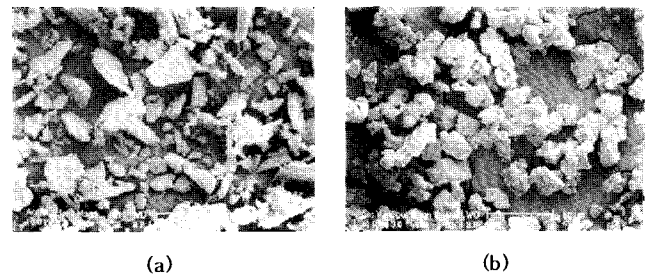


Fig. 2. Scanning electronmicrographs of dried cuttle bone (a) and its calcined cuttle bone (b).

있는 갑오징어갑을 탁도가 문제가 되지 않는 유기산 칼슘의 형태로 제조하여 효율적으로 이용할 목적으로 갑오징어갑으로부터 유용 칼슘의 회수를 위하여 소성조건 (700°C: 10시간, 800°C: 3시간, 900°C: 1시간 및 1,000°C: 30분 동안 시간별)을 검토하였고, 아울러 최적조건에서 추출한 갑오징어갑 분말의 특성에 대하여 살펴보았다. 소성 중 일정 소성처리시간 (700°C: 8시간, 800°C: 2시간, 900°C: 45분 및 1,000°C: 20분) 동안 수율은 감소하였고, 총 칼슘함량, 백색도, 관능적 색도 및 가용성 칼슘은 증가하였다. 그러나, 그 이상의 소성처리 시간에는 이들의 값이 변화없었다. 이러한 결과들로 미루어 이들의 최적처리 시간은 700°C에서 8시간, 800°C에서 2시간, 900°C에서 45분, 1,000°C에서 20분이었고, 온도에 따른 이들의 차이는 인정되지 않았다. 800°C에서 2시간 처리한 갑오징어갑 분말의

경우 총 칼슘량이 약 70%이었고, 주성분은 산화칼슘이었으며, 구조는 가용화하기 용이한 다공성의 결정을 이루고 있었다. 갑오징어갑 분말의 탈이온수에 대한 용해도는 소성 처리 전의 경우 약 38 ppm이었으나 소성처리 후의 경우 830 ppm으로 소성 처리 전에 비하여 소성 처리 후에 22배 정도 개선되었다. 그러나 소성처리 갑오징어갑 분말은 pH의 경우 식용하기 곤란한 강알칼리성인 12.9 부근이었다. 이상의 결과로 미루어 보아 소성처리 갑오징어갑 분말의 경우 식용으로 이용되기 위하여는 반드시 산처리 등과 같은 화학적 수식처리에 의해 pH를 조절 (pH 2~9)하여야 하리라 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 경상남도에서 시행한 생명공학 기술개발과제 (2000) 수행에 의한 연구 결과의 일부이며, 연구비를 지원하여 준 경상남도에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Cho, M.L., M.S. Heu and J.S. Kim. 2001. Food component characteristics of cuttle bone as a mineral source. *J. Korean Fish. Soc.*, 34, in submitted (in Korean).
- Heaney, R.P. and M.J. Barger-Lux. 1991. Calcium in nutrition and prevention of disease. *Food Nutr. News*, 63, 7~10.
- Kim, H.S., M.Y. Lee and S.C. Lee. 2000. Characteristics of sepiae os as a calcium source. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 743~746 (in Korean).
- Kim, Y.S., T.Y. Ha, S.H. Lee and H.Y. Lee. 1997. Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 120~125 (in Korean).
- Lee, C.K., J.S. Choi, Y.J. Jeon, H.G. Byun and S.K. Kim. 1997. The properties of natural hydroxyapatite isolated from tuna bone. *J. Korean Fish Soc.*, 30, 652~659 (in Korean).
- Lee, M.J., H.S. Kim and S.C. Lee. 2000. Effects of sepiae os addition on the quality of Kimchi during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 592~596 (in Korean).
- Reykdal, O. and K. Lee. 1991. Soluble, dialyzable and ionic calcium in raw and processed skim milk, whole milk and spinach. *J. Food Sci.*, 56, 864~868.
- Shin, H.S. and K.H. Kim. 1997. Preparation of calcium powder from eggshell and use of organic acids for enhancement of calcium ionization. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 40, 531~535.
- Smith, K.T. 1988. Calcium and trace mineral interactions. *Cereal Foods World*, 33, 776~777.
- Smith, K.T. and S.M. Henders. 1987. Calcium absorption from a new calcium delivery system (CC). *Calcif. Tissues Int.*, 41, 351~352.
- Tsutagawa, Y., Y. Hosogai and H. Kawai. 1994. Comparison of mineral and phosphorus contents of muscle and bone in the wild and cultured horse mackerel. *J. Food Hyg. Soc. Japan*, 34, 315~318 (in Japanese).

2001년 7월 31일 접수

2001년 11월 5일 수리