

칼슘 용해도에 미치는 식초의 영향

장세영 · 백창호 · 정규호 · 박난영¹ · 정용진[†]
계명대학교 식품가공학과, ¹(주)계명푸드스

Effect of Vinegar on the Solubility of Calcium

Se-Young Jang, Chang-Ho Baek, Kyou-Ho Jeong, Nan-Young Park¹ and Yong-Jin Jeong[†]
Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea
¹Keimyung Foodex Co., Daegu 704-701, Korea

Abstract

This study was performed to investigate the effect of vinegar on the solubility of 3 types of calcium. After solubilized, total acidity and calcium content were increased as initial acid and calcium concentration increased. Addition of vinegar resulted in pH decrement while total acidity increment. Calcium content in seaweed calcium and calcium carbonate were higher than that in nano calcium. Saturated concentration of seaweed calcium and calcium carbonate were 7.0% (w/v) and 6.0% (w/v), respectively, in vinegar and calcium content were 2,234 mg% and 2,490 mg%, respectively.

Key words : seaweed calcium, calcium carbonate, vinegar

서 론

칼슘은 뼈와 치아의 구성 성분일 뿐 아니라 효소의 활성화, 신경흥분의 조절, 근육수축 및 혈액응고 등 체내의 대사에 관여하는 중요한 무기질이며(1), 인체의 필수원소로 골격과 치아의 형성, 혈액의 응고, 근육의 수축이완, 신경 전달 작용, 신경흥분의 조절, 세포막의 투과성 조절, 비타민 B₁₂ 흡수, 세포막의 융합 및 분열 등 아주 광범위하게 작용하고 있다(2). 국내의 국민영양조사에 의하면 1일 칼슘 권장량은 20세 이상 성인은 700 mg, 청소년은 800~900 mg이지만 청소년의 칼슘 섭취량은 500~600 mg 정도로 필요량에 비해 섭취량이 많이 부족한 영양소로 나타났다(3). 일반적으로 칼슘은 우유, 멸치 등의 식품으로부터 섭취하고 있으나, 칼슘이 많이 요구되는 성장기의 어린이나 폐경기 이후의 여성들은 칼슘 섭취가 부족하기 쉬우며(4,5) 특히 중년기 이후의 여성에게 칼슘부족으로 인한 골다공증은 심각한 문제로 대두되고 있다. 또한 현대인의 동물성 단백질의 섭

취가 늘어나고 있으며, 동물성 단백질의 섭취량의 증가는 칼슘배설을 촉진하는 것으로 보고되고 있다(6,7). 최근 칼슘의 섭취량은 증가하였으나 실제 흡수율이 낮아 그 효용성에서 문제를 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하고자 여러 가지 칼슘소재를 대상으로 체내 이용성이 높은 칼슘 급원식품, 칼슘 강화식품, 칼슘 보충제 및 칼슘 이용성 증진물질 등 칼슘의 양적, 질적 섭취방안에 대한 연구가 수행되고 있다(8-12). 섭취한 칼슘의 체내 이용성은 칼슘염의 형태, 연령, 신체 생리상태, 단백질, 인산, 수산, 피틴산 등 여러 가지 인자에 의해 다양하게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(13), 음식물이나 제재로 섭취한 칼슘이 체내로 흡수되기 위해서는 우선 위장 내에서 먼저 분해되고 용해되어 칼슘이온으로 전리되어야만 한다. 섭취한 칼슘이 장내에서 흡수되기 위해서 분해 속도가 빠르고 용해도가 높을수록 흡수율이 증가되므로(14) 칼슘을 이온상태로 전리하여 섭취하는 것이 가장 좋은 방법으로 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 칼슘의 생체 내 흡수율을 높이기 위한 연구의 일환으로 해조칼슘, 나노칼슘 및 탄산칼슘의 용해에 미치는 식초에 따른 영향을 조사해 보았다.

[†]Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6647

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 해조칼슘(칼슘순도 34.08%)은 바이오 델타 코리아사, 나노칼슘(칼슘순도 20.22%)은 (주)MSC에서 구입하였으며, 탄산칼슘(칼슘순도 49.5%)은 식품첨가물용 탄산칼슘을 사용하였으며, 식초(총산 6.6%)는 유동식품에서 구입하여 실험재료로 사용하였다.

초기총산에 따른 칼슘 용해특성

식초의 초기총산을 2.0, 4.0, 6.0%로 조정된 후 해조칼슘, 나노칼슘, 탄산칼슘을 각각 0.5, 1.0, 2.0 및 3.0%(w/v)를 첨가하여 진탕항온기 30℃, 200 rpm으로 교반처리(overnight)하여 여과지(No. 3, Whatman)로 여과하여 pH, 총산, 용해 후 잔사량 및 용해된 칼슘함량을 측정하였다.

식초함량에 따른 칼슘 용해특성

식초원액 및 증류수에 식초를 각각 20, 40, 60, 80%로 희석한 식초함량별 용액을 용매로 사용하였다. 각각의 용매에 해조칼슘, 나노칼슘 및 탄산칼슘을 각각 3.0%(w/v) 첨가하여 진탕항온기에서 30℃, 200 rpm으로 교반처리(overnight)한 후 칼슘의 용해도를 조사하였다.

칼슘의 포화농도

칼슘의 포화농도를 조사하기 위하여 식초에 해조칼슘과 탄산칼슘을 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0 및 10%(w/v)까지 각각 첨가한 후 30℃에서 200 rpm으로 교반처리(overnight)하

여 칼슘의 포화농도를 조사하였다.

pH 및 산도

pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 0.1 N NaOH로 중화 적정하여 초산 함량으로 환산하였다(16).

용해 후 잔사량

칼슘용해 후 잔사량은 용해시킨 용액을 여과지(No. 3, Whatman)를 사용하여 여과한 후 여과지를 적외선 수분측정기(Kett FD-240, Japan)를 사용하여 80℃에서 건조한 후 여과전 여과지의 함량값과 비교하여 잔사량으로 나타내었다.

칼슘 함량 분석

식초에 칼슘을 용해한 후 8000 rpm으로 15분간 원심분리하여 상등액을 취하였다. 칼슘함량은 ICP-AES(Jobin-Yvon JY38S, France)를 사용하여 측정하였으며, 이때 분석조건은 frequency 40.66 MHz, plasma gas flow 12 L/min, sheath gas flow 0.2 L/min, sample flow rate 1 mL/min, wavelength 393.3 nm로 하였다.

결과 및 고찰

초기총산에 따른 칼슘 용해특성

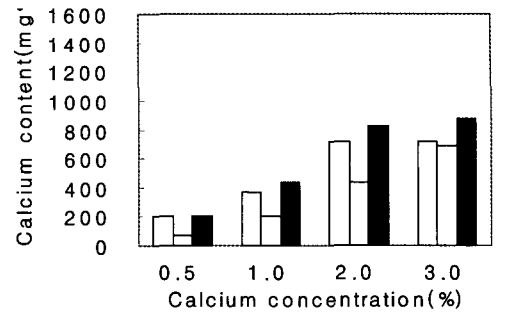
식초의 초기총산을 2.0, 4.0, 6.0%로 조정된 후 해조, 나노, 탄산칼슘을 0.5, 1.0, 2.0, 및 3.0%(w/v) 각각 첨가하여 칼슘 용해 후 pH, 총산, 잔사량 및 칼슘함량을 조사하였다.

Table 1. Changes of pH, total acidity and residuals under the different initial acidity

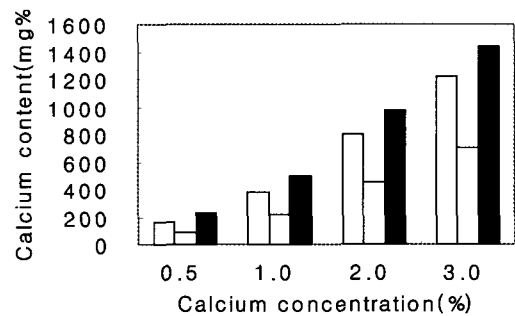
Initial total acidity (%)	Calcium con.(%)	Calcium types								
		Seaweed calcium			Nano calcium			Calcium carbonate		
		pH	Total acidity (%)	Residuals(g)	pH	Total acidity (%)	Residuals(g)	pH	Total acidity (%)	Residuals(g)
2.0	0.0	2.67±0.00	1.96±0.00	0.00	2.67±0.00	1.96±0.00	0.00	2.67±0.00	1.96±0.00	0.00
	0.5	4.05±0.05	1.80±0.06	0.02±0.002	3.80±0.01	1.75±0.01	0.05±0.003	4.13±0.02	1.79±0.08	0.06±0.008
	1.0	4.51±0.05	1.17±0.02	0.06±0.003	4.19±0.00	1.43±0.01	0.07±0.008	4.65±0.03	1.01±0.06	0.08±0.004
	2.0	5.66±0.05	0.14±0.01	0.32±0.011	4.70±0.02	0.85±0.09	0.11±0.002	6.50±0.01	0.05±0.09	0.26±0.018
	3.0	6.74±0.35	0.03±0.01	1.32±0.006	5.43±0.01	0.27±0.01	0.21±0.009	6.77±0.02	0.05±0.01	1.28±0.005
4.0	0.0	2.55±0.00	3.97±0.00	0.00	2.55±0.00	3.97±0.00	0.00	2.55±0.00	3.97±0.00	0.00
	0.5	3.67±0.05	3.87±0.09	0.04±0.002	3.40±0.01	4.22±0.16	0.05±0.004	3.72±0.01	4.07±0.06	0.09±0.010
	1.0	4.03±0.05	3.26±0.07	0.06±0.011	3.70±0.01	3.86±0.05	0.09±0.002	4.07±0.02	3.44±0.05	0.11±0.003
	2.0	4.48±0.01	2.08±0.07	0.14±0.006	4.04±0.01	3.40±0.09	0.13±0.004	4.54±0.01	2.18±0.04	0.18±0.002
	3.0	5.00±0.00	0.99±0.08	0.24±0.006	4.31±0.05	2.80±0.07	0.19±0.005	5.12±0.01	0.85±0.03	0.23±0.002
6.0	0.0	2.48±0.00	5.93±0.00	0.00	2.48±0.00	5.93±0.00	0.00	2.48±0.00	5.93±0.00	0.00
	0.5	3.47±0.01	5.96±0.02	0.08±0.007	3.21±0.05	5.96±0.28	0.09±0.004	3.51±0.01	5.96±0.10	0.10±0.004
	1.0	3.77±0.05	5.34±0.09	0.16±0.005	3.49±0.01	5.80±0.05	0.12±0.007	3.81±0.01	5.80±0.10	0.12±0.004
	2.0	4.15±0.05	4.23±0.12	0.18±0.009	3.81±0.05	5.35±0.02	0.16±0.007	4.20±0.01	4.54±0.11	0.19±0.001
	3.0	4.47±0.01	3.08±0.15	0.46±0.006	4.03±0.01	5.02±0.17	0.21±0.002	4.50±0.01	3.31±0.14	0.26±0.004

그 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 반응 후 pH는 초기총산 2.0%에서 해조칼슘과 탄산칼슘을 0.5%(w/v) 첨가했을 때 크게 상승하였으며, 첨가농도가 많아질수록 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었으나, 초기총산 4.0%와 6.0%에서는 칼슘첨가량에 따른 pH 증가는 완만하게 상승하였으며 칼슘함량이 높은 탄산칼슘이 다른 칼슘에 비해서 반응 후 pH가 높게 나타났고, 해조칼슘 나노칼슘 순으로 높게 나타났다. 총산의 변화는 칼슘첨가농도가 높아질수록 감소하는 경향으로, 초기총산 2.0%로 하여 해조칼슘과 탄산칼슘을 2.0%(w/v) 첨가했을 때 총산은 급격하게 감소하여 0.05~0.14%를 나타내었고 이후 큰 변화가 없었다. 반면 초기총산 2.0%에서 나노칼슘을 3.0%(w/v) 첨가하면 반응 후 총산은 0.27%로 다른 칼슘에 비해서 높게 나타났으며 초기총산 6.0%로 하여 나노칼슘 3.0%(w/v) 첨가하였을 때는 총산이 5.0%로 나타나 탄산칼슘과 해조칼슘 첨가구보다 높게 나타났다. 이러한 결과는 탄산칼슘이 산성에서 용해되면서 생성되는 수산화칼슘(17)이 식초에 들어있는 초산을 중화시킴으로써 pH 증가 및 총산의 감소시키는 것으로 예측된다. 칼슘용해 후 잔사량은 초기총산 2.0%로 하여 해조칼슘과 탄산칼슘을 3.0%(w/v) 첨가하였을 때 많이 발생하였으며, 초기총산이 높고 첨가한 칼슘량이 적을수록 작게 나타나는 경향이였다. 또한 초기총산 4.0%이상에서는 칼슘을 3.0%(w/v) 첨가하더라도 잔사량이 거의 남지 않아서 대부분 용해된 것으로 생각된다.

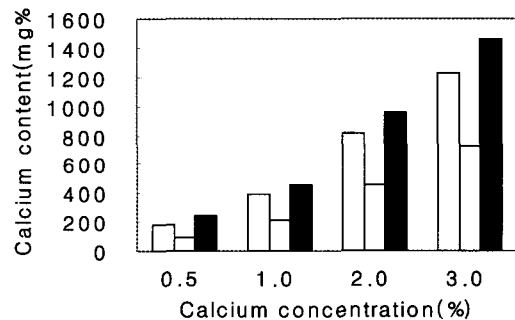
Fig. 1은 식초의 초기총산에 따른 3종의 칼슘이 용해된 함량을 비교하였다. 그 결과 초기총산이 높을수록 높게 나타났으며, 칼슘순도가 높은 탄산칼슘이 다른 칼슘에 비해 칼슘함량이 높게 나타났다. 초기총산 2.0%에서 해조 및 탄산칼슘을 2.0%(w/v)이상 첨가했을 때 칼슘함량은 더 증가하지 않아 포화상태가 된 것으로 생각된다. 초기총산 4.0%에 해조와 탄산칼슘을 3.0%(w/v) 첨가했을 때 칼슘함량은 각각 1,225 mg%와 1,450 mg%로 나타났으며, 초기총산 6.0%에서도 비슷한 칼슘함량을 나타내어 첨가한 칼슘이 대부분 용해 된 것으로 생각된다. 반면 나노칼슘은 초기총산이 높아져도 용해 후 칼슘함량은 크게 증가하지 않았으며, 해조와 탄산칼슘에 비해 함량이 낮게 나타났다. 이것은 칼슘의 첨가량은 동일하지만 나노칼슘의 칼슘순도가 20.22%로 다른 칼슘에 비해 낮아 초기총산 2.0%정도에서도 완전히 용해되어, 초기총산을 높여도 칼슘함량은 더 이상 증가하지 않았다. 따라서 식초를 이용하여 칼슘을 용해할 경우 초기총산을 높게 하고 칼슘순도가 높은 해조칼슘이나 탄산칼슘을 사용하는 것이 효과적인 것으로 생각된다. Shin과 Kim(16)은 구연산, 젖산 및 초산의 농도를 0.05~3.0%로 변화시킨 후 난각칼슘을 20% 첨가할 때 각각의 유기산 1%농도에서 포화상태가 된다고 보고한 바 있어 칼슘의 종류와 사용 용매에 따라서 용해특성이 각각 다르게 나타나는 것으로 생각된다.



(A)



(B)



(C)

Fig. 1. Calcium content of seaweed calcium, nano calcium and calcium carbonate under the different initial acidity.

(A) initial total acidity 2%, (B) initial total acidity 4%, (C) initial total acidity 6%, □ seaweed calcium, ▒ nano calcium and ■ calcium carbonate.

식초함량에 따른 칼슘 용해특성

식초원액 및 증류수에 식초를 각각의 농도별로(20, 40, 60, 80%) 첨가한 용매에 해조, 나노 및 탄산칼슘을 각각 3%(w/v) 첨가하여 칼슘용해에 미치는 영향을 비교하였다. 그 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 칼슘 용해 후 pH는 식초함량이 높을수록 낮게 나타났으며 해조칼슘이 다른 칼슘에 비해서 pH가 높게 나타났다. 칼슘용해 후 총산은 해조와 탄산칼슘은 식초함량 60%, 나노칼슘은 식초함량 40%까지 총산 1%이하로 낮게 나타났으나, 식초함량이 높아질수록 총산은 높게 나타나는 경향을 보였으며 나노칼슘이 다른 칼슘에 비해서 더 높게 나타났다. 잔사량은 식초함

Table 2. Changes of pH, total acidity and residuals under the different quantity of vinegar

Calcium types	Vinegar quantity (%)	pH	Total acidity (%)	Residuals(g)
Seaweed calcium	Distilled water	8.63±0.01	0.030±0.01	2.850±0.057
	20	6.97±0.03	0.030±0.01	1.964±0.035
	40	6.03±0.19	0.100±0.04	1.058±0.000
	60	5.10±0.09	0.628±0.09	0.412±0.038
	80	4.61±0.02	1.938±0.51	0.264±0.032
	100	4.39±0.02	3.176±0.02	0.406±0.051
Nano calcium	Distilled water	7.52±0.02	0.044±0.01	1.528±0.035
	20	6.82±0.22	0.042±0.01	0.648±0.019
	40	4.83±0.03	0.766±0.11	0.194±0.013
	60	3.44±0.01	2.248±0.11	0.240±0.011
	80	3.20±0.02	3.720±0.23	0.250±0.003
	100	3.05±0.01	5.164±0.09	0.276±0.008
Calcium carbonate	Distilled water	7.29±0.02	0.024±0.01	2.876±0.031
	20	5.85±0.03	0.034±0.01	1.532±0.412
	40	5.36±0.12	0.082±0.02	1.058±0.053
	60	4.58±0.09	0.400±0.05	0.290±0.010
	80	3.79±1.57	2.096±0.52	0.286±0.008
	100	3.53±0.11	3.784±0.47	0.318±0.011

량이 높아질수록 작게 나타났으며, 이후 일정한 양을 나타내어 칼슘을 3.0%(w/v) 첨가할 때는 식초함량 60% 이상이면 칼슘을 대부분 용해시킬 수 있는 것으로 생각된다.

식초함량에 따른 용해된 칼슘함량을 조사한 결과 Fig. 2에서 보는 바와 같이 해조칼슘은 식초함량 60%에서 칼슘함량 1,011 mg%, 식초함량 100%에서 1,249 mg%로 나타났으며, 탄산칼슘은 식초함량 60%일 때 1,149 mg%에서 100%일 때 1,470 mg%로 나타나 식초함량이 증가할수록 칼슘함량은 증가하는 경향이였다. 반면 나노칼슘은 식초함량 40%에서 칼슘함량은 770 mg%를 나타내었으며, 이후 식초함량이 증가하여도 칼슘함량은 더 이상 증가하지 않았다. 이러한 결과는 Lee와 Park(14)이 식초량이 많을수록 난각칼슘의 용출량이 많았다는 보고와 비슷한 경향으로 식초를 이용하여 칼슘을 용해할 때는 칼슘순도가 높은

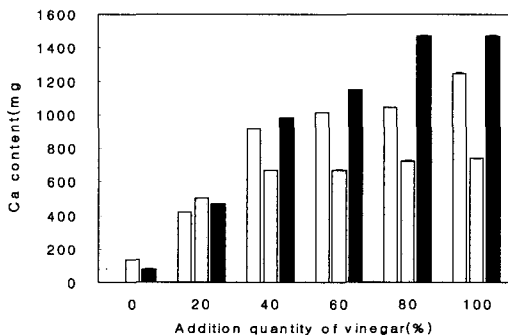


Fig. 2. Content of calcium on the different quantity of vinegar.

□ seaweed calcium, ▒ nano calcium and ■ calcium carbonate.

해조칼슘과 탄산칼슘을 이용하는 것이 효율적이며, 식초를 희석하지 않고 사용할 때 칼슘이 더 잘 용해되며 칼슘함량도 높게 나타났다.

칼슘의 포화농도

칼슘의 용해 특성 비교 실험에서 용해성이 높은 해조칼슘가 탄산칼슘을 식초에 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0 및 10%(w/v)까지 각각 첨가하여 칼슘의 포화농도를 조사하였다. 그 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 pH는 칼슘 첨가농도가 높아질수록 점점 증가하는 경향을 나타내었으며, 6.0%(w/v) 이상 첨가했을 때는 pH가 조금씩 증가하는 경향을 나타내었다. 총산은 pH와 반대경향으로 칼슘농도가 높아질수록 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 용해 후 잔사량은 두 종류의 칼슘 모두 7.0%(w/v) 이상 첨가할 때 약 2~3 g, 9.0%(w/v)이상이면 약 4~5 g으로 나타났다.

Table 3. Changes of pH, total acidity and residuals under the different seaweed calcium and calcium carbonate concentration

Calcium types	Calcium concentration(%)	pH	Total acidity (%)	Residuals(g)
Seaweed calcium	4.0	3.81	2.49	0.36
	5.0	4.07	1.41	0.76
	6.0	4.25	1.04	1.60
	7.0	4.33	0.90	2.50
	8.0	4.43	0.77	3.32
	9.0	4.48	0.68	4.42
	10.0	4.55	0.64	5.26
Calcium carbonate	4.0	3.81	2.49	0.36
	5.0	4.07	1.41	0.76
	6.0	4.25	1.04	1.60
	7.0	4.29	0.91	2.44
	8.0	4.43	0.77	3.32
	9.0	4.48	0.68	4.42
	10.0	4.55	0.64	5.26

칼슘함량을 조사한 결과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 첨가농도가 많을수록 칼슘함량은 증가하는 경향으로 해조칼슘의 경우 5.0%(w/v) 첨가했을 때 칼슘함량은 2,000 mg%이며, 7.0%(w/v)에서 2,234 mg%, 10.0%(w/v)에서 2,351 mg%로 나타났으며, 탄산칼슘은 6.0%(w/v)에서는 2,490 mg%, 10.0%에서는 2,517 mg%로 나타났다. 이때 해조칼슘은 7.0%(w/v), 탄산칼슘은 6.0%(w/v)이상에서는 칼슘첨가량에 비해서 칼슘함량은 크게 증가하지 않았다. 따라서 식초를 이용하여 칼슘을 용해할 때 경제성을 고려하여 해조칼슘은 7.0%(w/v), 탄산칼슘은 6.0%(w/v) 첨가하는 것이 적절할 것으로 생각되며 향후 관능적 특성과 이온화 정도에 따른 비교 연구 등 많은 보완이 요구되었다.

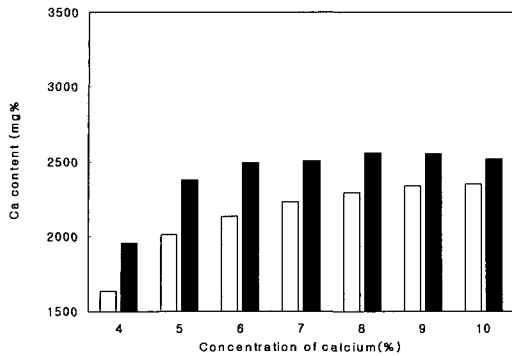


Fig. 3. Content of calcium on seaweed calcium and calcium carbonate in vinegar (total acidity, 6.6).

□ seaweed calcium, ■ calcium carbonate.

요 약

본 연구에서는 시판되는 3종의 칼슘 용해에 미치는 식초의 영향을 조사하였다. 식초의 초기총산에 따른 영향을 조사한 결과 초기총산과 칼슘첨가량이 높을수록 용해 후 pH와 잔사량은 낮게, 총산과 칼슘함량은 높게 나타났다. 식초함량에 따른 영향을 조사한 결과 식초함량이 높을수록 pH는 낮게 총산은 높게 나타났으며, 칼슘함량은 해조칼슘과 탄산칼슘에서 높게 나타났다. 식초를 이용하여 해조칼슘과 탄산칼슘의 포화농도를 조사한 결과 해조칼슘은 7.0% (w/v), 탄산칼슘은 6.0% (w/v) 농도이며 이때 칼슘함량은 2,234 mg%와 2,490 mg%로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2004년 산업자원부 지원 대구시 전략산업기획 단 연구 지원으로 수행된 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Lee, H.S. (1999) Basic nutrition. Gyomoonsa Publishing Co., Seoul, Korea, p.173-185
- Allen, L.H. (1982) Calcium bioavailability and absorption. *J. Clin. Nutr.*, 35, 738-808
- Ministry of Health and Welfare (2002) Report on 2001, National health and nutrition survey
- Oh, J.J., Hong, E.S., Baik, I.K., Lee, H.S. and Lim, H.S. (1996) Effects of dietary calcium, protein and phosphorus intakes on bone mineral density in Korean premenopausal women. *Korean J. Nutr.*, 29, 59-69

- Heaney, R.P. (1993) Nutritional factors in osteoporosis. *Ann. Rev. Nutr.*, 13, 287-316
- Johmson, L.A., Alcantara, E.N. and Linkswiler, H.M. (1970) Effect of level of protein intake on urinary and fecal calcium and calcium retention of young adult males. *J. Nutr.*, 100, 1425-1432
- Margen, S., Chu, J.Y., Kaufman, N.A. and Colloway, D.H. (1974) Studies in calcium metabolism. I. The calciuretic effect of dietary protein. *Am. J. Clin. Nutr.*, 27, 584-590
- Lee, H.O. (1980) Study on the apparent absorption rate of calcium in college woman. *Korean J. Nutr.*, 13, 134-138
- Kobayashi, T., Okano, T. and Mstsuda, S. (1987) Comparison of three kinds of Ca compounds with regard to their bioavailability as Ca source. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, 40, 293-298
- Lee, S.H. and Chang, S.O. (1994) Comparison of the bioavailability of calcium from anchovy, tofu and nonfat dry milk in growing male rats. *Korean J. Nutr.*, 27, 473-482
- Chung, H.K., Chang, N., Lee, H.S. and Chang, Y.E. (1996) The effect of various type of calcium sources on calcium and bone metabolism in rats. *Korean J. Nutr.*, 29, 480-488
- Lee, S.H., Hwangbo, Y.S., Kim, J.Y. and Lee, Y.S. (1988) A study on the bioavailability of dietary calcium sources. *Korean J. Nutr.*, 30, 499-505
- Greger, J.L. (1988) Calcium bioavailability. *Cereal Foods World*, 33, 796-799
- Lee, S.K. and Park, J.H. (2002) Studies of egg-shell calcium(I)-The effects of elution condition of egg-shell calcium on elution quantity and ionization rate. *J. Fd Hyg. Safety*, 17, 183-187
- A.O.A.C. (1990) Official Method of Analysis. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Shin, H.S. and Kim, K.H. (1997) Preparation of Calcium Powder from Eggshell and Use of Organic Acids for Enhancement of Calcium Ionization. *Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 40, 531-535
- Kim, S.D., Kim, M. K. and Kim I. D (1997) Neutralization and buffer effect of carb shell power in *kimchi*. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.*, 26, 569-574

(접수 2004년 1월 23일, 채택 2005년 3월 18일)