

유기산 난각 칼슘 강화 숙면의 물성

신형순 · 김공환 · 윤정로*

아주대학교 화학 · 생물공학부, *강릉대학교 식품과학과

Rheological Properties of Cooked Noodle Fortified with Organic Acids-Eggshell Calcium Salts

Hyung-Soon Shin, Kong-Hwan Kim and Jungro Yoon*

School of Chemical Engineering and Biotechnology, Ajou University

*Department of Food Science, Kangnung National University

Abstract

Organic acids-eggshell calcium salts were prepared to recycle calcium component from discarded egg shells, and the effects of addition of the salts on dough characteristics of raw noodle and physical properties of cooked noodle were also investigated. Based on Farinograms, calcium malate (CM) affected absorption, stability time, and development time more considerably than calcium citrate (CC). Maximum concentrations of both CM and CC with little influence on dough characteristics were found to be 0.1% and 0.4%, respectively. Addition of calcium salts led to reduce the volume expansion rate of cooked noodle and this was more clearly shown in a sample fortified with CM than CC. As for CC, addition of more than 0.6% resulted in rapid increase in springiness which was in a good agreement with sensory evaluation results. Calcium ion concentration of cooked noodle fortified with 0.4% CC was 48 ppm, equivalent to 86 mg of calcium obtained from 200 g of cooked noodle.

Key words: eggshell, organic acids, calcium fortification, noodle

서 론

국내의 계란 가공 산업은 외국에 비하여 낙후되어 있으나, 농림부 축산국 통계에 의하면 96년도 계란 소비량은 43만톤으로 계속적인 증가 추세에 있으며, 이중 난각이 차지하는 47천톤의 대부분이 폐기되고 있어 난각의 이용도에 관한 관심이 증가하고 있다. 폐기되고 있는 난각의 칼슘 함량의 비율은 95% 이상으로 높아 이를 효율적으로 처리한다면, 천연 칼슘 소재로 재활용할 수 있다⁽¹⁾.

칼슘은 뼈와 치아의 구성 성분일 뿐 아니라 효소의 활성화, 신경 성분의 조절, 근육 수축 등 체내의 중요한 대사에 관여하는 중요한 무기질이다. 현대인은 생활 수준의 향상으로 동물성 단백질의 섭취가 증가하고 있는데 이는 칼슘의 배설을 촉진시키므로, 칼슘 섭취에 대한 필요성은 더욱 증대되고 있다^(2,3). 또한 최근

들어 칼슘섭취의 중요성에 대한 인식으로 인하여 칼슘섭취 권장량은 더욱 강화되려 하고 있는 추세이다⁽⁴⁾.

칼슘의 섭취를 증대시키는 방안의 하나로서 칼슘강화 식품에 관하여 많은 연구가 진행되어 왔다^(5,7). 그러나 흡수율, 용해도, 첨가시의 조직감 및 맛에 미치는 영향 등은 칼슘강화시의 제약조건으로 작용하고 있으며⁽⁶⁾ 강화하고자 하는 대상식품의 대중적인 기호도도 반드시 고려되어야 할 하나의 인자라고 할 수 있다.

본 연구에서는 칼슘이 풍부하게 함유되어 있으나 활용되지 못하고 폐기되는 난각으로부터 칼슘 성분을 효율적으로 회수하고, 흡수율 향상을 위한 칼슘의 이온화 증진 방안을 모색하였다. 즉 일반적으로 유기산 칼슘염이 무기산 칼슘염에 비해 체내에서의 흡수율이 높은 점⁽⁸⁾에 착안하고 난각에 존재하는 칼슘의 체내에서의 흡수율 증진을 위하여 이를 유기산 칼슘염화하였다. 또한 우리나라 사람들이 대중적으로 즐겨먹는 숙면을 대상으로 유기산칼슘염의 첨가량이 반죽 성질과 조리 성질 등에 미치는 영향을 조사하는 한편 관능 검사를 통하여 최적 첨가량을 확립하고자 하였다⁽⁷⁾.

Corresponding author: Kong-Hwan Kim, School of Chemical Engineering and Biotechnology, Ajou University, Suwon 442-749, Korea

재료 및 방법

재료

난각(계란 껍질)은 아주대학교 구내 식당에서 폐기한 것을 수집하여 사용하였다. 유기산 난각칼슘염(Calcium-citrate complex, calcium-malate complex)은 신과 김의 방법에 따라, 난각을 수세, 회화하고 유기산 처리한 후 건조하여 사용하였다⁽⁹⁾. 소맥분은 수분 함량 14%, 회분 0.45%, 단백질 13%, Farinogram 상에서 흡수율 63%, 안정도 20분 이상의 것을 사용하였다.

반죽 성질

Farinograph (Model Sew, Brabender, Germany)를 사용하여 유기산 난각 칼슘염을 첨가한 밀가루의 반죽 성질을 조사하였다. Farinogram에서 밀가루의 수분 흡수율(absorption), 반죽 생성 시간(developing time), 안정도(stability time)를 측정하였다⁽¹⁰⁾.

생면 제조

생면은 신과 김⁽¹¹⁾의 방법에 따라 Otake 제면기 (Model RC60B, 尾又業鐵工所, Japan)를 사용하여 Table 1과 같은 배합률로 제조하였다. 식염과 칼슘염은 미리 배합수에 녹여 사용하였으며, 칼슘염의 첨가 비율은 밀가루 중량 기준으로 0.2~1.0%를 사용하였다.

조리 성질

절단면 대 압착면의 비율이 3:2.5 mm로 제조한 생면을 6.5 cm의 길이로 자른 다음 20 g을 취하여 300 mL의 끓고 있는 물에 넣고 5~25분간 조리 후 체에 건져 1.5분간 방치한 다음 중량과 부피를 측정하였다. 부피는 미리 중류수 130 mL를 채운 250 mL 메스실린더에 속면을 넣고 증가하는 부피로부터 구하였다. 조리 중 수분의 확산 정도를 알아보기 위하여 아래의 식을 이용하여 중량 및 부피 증가 속도 상수를 계산하여 수분의 확산 속도를 예측하였다⁽¹²⁾.

$$\frac{W_t - W_0}{W_0} = k_w \sqrt{t}$$

Table 1. Composition of raw noodle

Ingredients	Flour basis(%)
Wheat flour	100
Salt	3
Water	40
Eggshell calcium salt	0.2~1.0

$$\frac{V_t - V_0}{V_0} = k_v \sqrt{t}$$

여기에서 W는 중량, V는 부피, o는 조리 개시점, t는 조리 개시 후 t분 경과 후 점, k_w 는 중량 증가 속도 상수($\text{min}^{-1/2}$), k_v 는 부피 증가 속도 상수($\text{min}^{-1/2}$)를 의미한다.

텍스처 측정

생면을 13분간 조리하여 수돗물에 6초간 냉각시킨 다음, 1.5분간 방치하고 Rheometer (Model CR-200D, Sun Scien. Co., Japan)를 이용하여 Table 2와 같은 조건에서 측정하였다^(13,14).

칼슘 이온 농도

조리된 속면 10 g을 분쇄기(Model GJM-496AU, LG Co., Korea)를 이용하여 1분간 분쇄 후 90 mL의 증류수를 가하여 자석 교반기 위에서 60분간 교반하여, 유리되어 나온 칼슘 이온의 양을 ion meter (Model pH/ISE 720A, Orion, USA)를 이용하여 정량하였다.

관능 검사

준비된 생면을 13분간 조리 후 냉각시킨 다음, 세 자리의 임의의 숫자를 기록한 종이 접에 1인당 4 g씩 담고 2분간 방치한 후 관능 검사원에게 평가하도록 하였다⁽¹¹⁾. 관능 검사는 8명의 검사 요원이 2회씩 반복하여 실시하였으며, 사용된 검사 방법은 삼점 검사법에 의한 차이 식별 검사로 χ^2 값을 구하여 유의성을 평가하였다⁽¹⁵⁾.

결과 및 고찰

반죽 성질

난각 칼슘분을 그대로 첨가할 경우 알칼리제의 첨가시와 유사하게 반죽의 경도를 높이는 것은 물론 반죽 성질에 많은 변화를 유발한다. 결과적으로 면의 절단력과 압착력의 증대 등 생면 특유의 식감에 나쁜 영

Table 2. Operating conditions for rheometer

Items	Conditions
Item selection	Mastication
Table speed	60 mm/min
Chart speed	30 No/sec
Load cell	1 kg
Critical area	314 mm ²
Sample height	5 mm
Sample width	10 mm

향을 미치는 것으로 알려져 있다⁽¹⁰⁾.

이와 같은 단점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 제조한 난각 칼슘을 유기산으로 처리한 후 밀가루에 첨가하여 반죽 성질에 미치는 영향을 조사하였다. 생면 제조시 사용되는 밀가루의 흡수율은 63%로 여기에 calcium citrate (CC)와 calcium malate (CM)를 첨가하였을 때 CC의 경우는 흡수율의 변화가 거의 없었던 반면, CM은 첨가량이 0.8% 이상으로 증가함에 따라 흡수율이 급격히 증가하여 1.0% 첨가시에는 66%로 증가하였다(Fig. 1). 일반적으로 밀가루의 흡수율은 식염의 첨가에 의하여 감소되며 식염과 알칼리제가 동시에 존재할 때는 식염만 첨가하였을 때보다 높은 것으로 보고되고 있다^(10-11,16). 이는 본 연구에서 사용한 밀가루 반죽 제조시 식염만 첨가된 반죽에 비하여 칼슘이 강화된 반죽의 흡수율이 증가한 결과와 일치함을 보여 주었다.

반죽 형성 시간은 대조군이 약 29분인데 비하여 칼슘염을 첨가한 반죽은 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2). 즉, CM 첨가시에는 급격한 감소를 보여서 0.2% 첨가시에 약 9분을 나타내었다. 이에 반하여 CC 첨가시에는 소량 첨가시에는 큰 변화가 없었으나 첨가량의 증가에 따라 반죽 형성 시간이 서서히 감소하였다. 반죽 형성 시간은 gluten이 형성되는 기간으로서 이 기간이 너무 짧은 경우에 gluten 형성이 충분히 이루어지지 않았을 가능성이 존재한다. 한편 식염의 첨가는 반죽형성기간을 증가시키며 식염과 알칼리제를 동시에 첨가하는 경우 반죽형성기간이 급격히 증가하는 것으로 보고되고 있으나^(10,16) 본 연구의 결과와는 일치하지 않는 면을 보였다. 이는 전통적인 알칼리제로 사용되고 있는 알칼리금속인 칼륨, 나

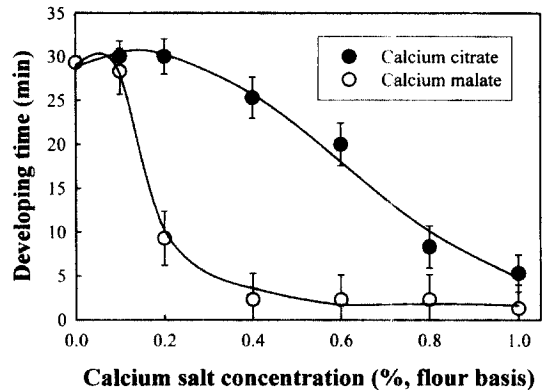


Fig. 2. Effect of calcium salt concentration on the development time of wheat flour (Error bars indicate 95% confidence intervals).

트륨과 본 연구에서 첨가된 알칼리토류 금속인 칼슘 간에는 차이가 있음을 보여주고 있다 하겠다.

한편 칼슘 첨가가 반죽의 안정도에 미치는 영향을 살펴보면, CC의 첨가시에는 첨가량이 증가함에 따라 0.4%까지는 안정도가 8분에서 12분으로 증가하였다. 그러나 첨가량이 더욱 증가함에 따라 안정도는 급격히 감소하여 1% 첨가시 약 4분을 나타내었다(Fig. 3). 이에 반하여 CM의 첨가시에는 첨가량이 0.2% 이상인 경우에 급격한 감소를 보여 약 2분을 나타내었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 밀가루 반죽의 특성인 흡수율, 반죽형성기간, 안정성의 3가지 요인에 있어서 CM의 경우가 CC의 경우보다 크게 영향을 미치고 있어 그 첨가량에 있어서도 더 큰 제약이 수반됨을 확인하였다. 즉 반죽의 특성에 크게 영향을 주지 않는 범위의 첨가량은 CM의 경우 0.1% 이하이고, CC의

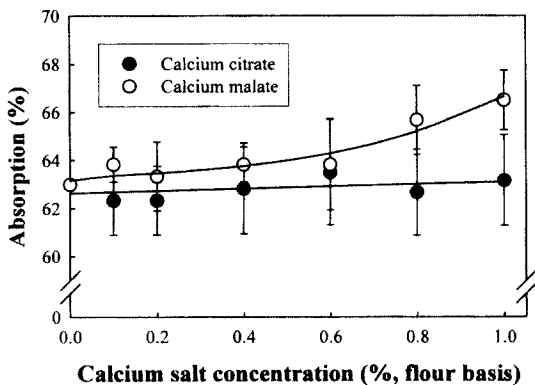


Fig. 1. Effect of calcium salt concentration on the water absorption of wheat flour (Error bars indicate 95% confidence intervals).

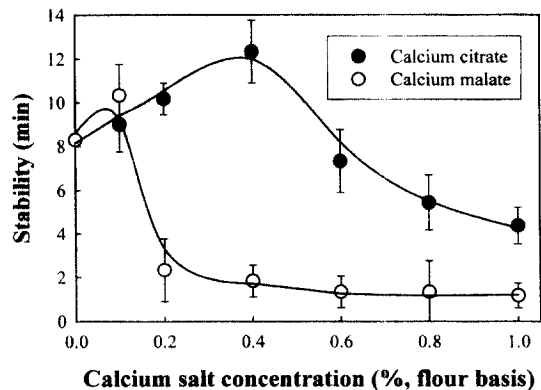


Fig. 3. Effect of calcium salt concentration on the stability time of wheat flour (Error bars indicate 95% confidence intervals).

경우는 약 0.4% 이하임을 알 수 있었다.

조리 성질

생면의 조리 성질에 미치는 영향을 조사하고자 칼슘염을 일정 비율로 첨가한 생면 20 g을 5~25분간 조리하여 변화되는 중량과 부피 증가를 측정하였다.

칼슘염을 첨가하여 생면을 제조하였을 때 제조된 생면의 조리시의 부피 증가 속도는 첨가량이 증가함에 따라서 속도는 감소하였으며 이 경향은 CM 첨가시가 CC 첨가시 보다 더욱 뚜렷하게 나타났다(Table 3). CC의 경우 첨가량이 0.8%일 때, 부피증가 속도상수는 무첨가 시의 $0.072 \text{ min}^{-1/2}$ 에서 $0.067 \text{ min}^{-1/2}$ 로 감소하였다. 그러나 CM의 경우 0.2% 첨가시에 $0.063 \text{ min}^{-1/2}$ 로서 CC 0.8% 첨가시 보다 오히려 더 큰 감소를 보였으며 CM을 0.8% 첨가하였을 경우 그 값은 $0.058 \text{ min}^{-1/2}$ 로 매우 낮았다. 이에 반하여 칼슘염의 첨가가 중량 증가 속도에 미치는 영향은 미약하였다. 이러한 결과는 칼슘이 강화되지 않은 건면의 경우에 있어서 마찬가지로 있어서 중량증가 속도상수가 부피증가 속도 상수보다 낮은 것으로 보고되고 있으며^(10,17) 이는 조리시에 조리된 생면의 팽윤이 빠른 속도로 진행되기 때문인 것으로 추정된다.

텍스처 측정

Rheometer로 텍스처 측정시 경도는 CM 첨가량에 따라 큰 변화는 없었으나, CC 첨가시 증가하는 경향을 보였다. 이는 삶은 국수의 파쇄력과 절단력은 조금만 첨가한 경우보다 조금과 알칼리제의 첨가에 의하여 증가하였다는 보고와 일치하였다⁽¹¹⁾. 한편 칼슘 첨가가 숙면의 springiness에 미치는 영향은 CM의 경우에는 발견되지 않았으나 CC의 경우 0.6% 이상에서 급격히 증가하였다(Fig. 5).

Table 3. Weight gain and volume expansion rate constants of cooked noodle by salt addition level

Cooked noodle	Weight gain rate constant ($\text{min}^{-1/2}$)	Volume gain rate constant ($\text{min}^{-1/2}$)
Control	0.057	0.072
CC*	0.2%	0.057
	0.4%	0.056
	0.6%	0.055
	0.8%	0.054
CM**	0.2%	0.054
	0.4%	0.054
	0.6%	0.054
	0.8%	0.054

*CC; calcium citrate, **CM; calcium malate

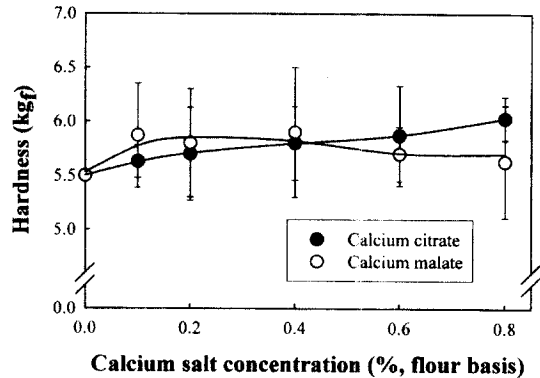


Fig. 4. Effect of calcium salt concentration on the hardness of wet noodle (Error bars indicate 95% confidence intervals).

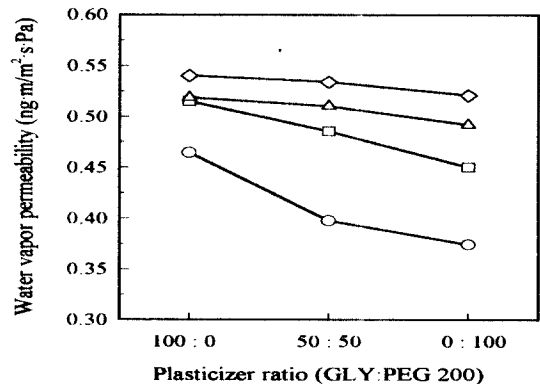


Fig. 5. Effect of calcium salt concentration on the springiness of wet noodle (Error bars indicate 95% confidence intervals).

이상의 결과를 요약하여 볼 때, 유기산 난각 칼슘 강화 생면의 제조시 CC의 경우 0.8% 이상 첨가시 물성의 변화가 큰 것으로 나타났으며 CM의 경우는 물성에 미치는 영향은 그다지 크지 않았다. 숙면의 경우 관능 검사를 대신할 수 있는 기기분석에 대한 부정적인 보고도 있기 때문에⁽¹⁸⁾ 최적 첨가량의 확립을 위하여 관능 검사를 아울러 실시하였다.

관능 검사

칼슘염을 생면에 첨가하였을 때 이것이 기호성에 미치는 영향을 조사하고자 CC와 CM을 각각 0.8% 이하로 첨가하여 생면을 제조하고 조리한 후 관능검사를 실시하였다(Table 4). CC와 CM을 각각 0.8% 첨가하여 제조한 생면의 경우 1% 수준에서 유기산 난각 칼슘을 첨가하지 않은 생면과 유의적인 차이가 있었다. 또한 0.6% 첨가시 CC의 경우 5% 수준에서 유의

Table 4. Difference analysis for cooked noodle fortified with CC¹⁾ and CM²⁾

	Organic acids-eggshell calcium salts	Salt Concentration (% , flour basis)	Number of correct answers out of 16	χ^2
CC		0.2	5	0.008
		0.4	7	0.38
		0.6	11	7.51*
		0.8	16	29.07**
CM		0.2	6	0.08
		0.4	7	0.38
		0.6	9	2.82
		0.8	14	18.76**

¹⁾CC; calcium citrate, ²⁾CM; calcium malate.
*Significant at p<0.05, **Significant at p<0.01.

적인 차이가 인정되었으나 CM의 경우는 유의적인 차이가 없었다. 이는 CC의 경우 0.6% 이상 첨가시 springiness가 급격히 증가하였으며 그 증가폭도 CM 첨가의 경우보다 컸던 점과 잘 일치하고 있다.

칼슘 이온 농도

정상적인 상태에서 칼슘염으로부터 흡수율에 영향을 미치는 가장 중요한 인자는 칼슘의 이온화 정도로 알려져 있다⁽⁹⁾. 본 연구에서 칼슘염을 첨가하지 않은 상태에서 생면을 제조하여 조리한 후 칼슘 이온 농도를 측정된 결과 약 16 ppm이 얻어졌다(Fig. 6). 또한 칼슘염을 강화한 생면의 경우 칼슘염의 첨가량이 증가할수록 유리되는 이온 형태의 칼슘량이 비례적으로 증가하여 CC, CM을 첨가한 생면은 1.0% 첨가시 각각 최고 98, 105 ppm으로 CM의 경우가 CC 보다 다소 높은 것으로 나타났다. 즉 칼슘염을 1% 첨가하였

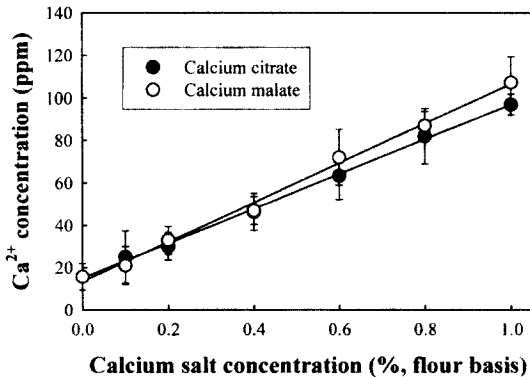


Fig. 6. Relationship between calcium salt concentration of raw noodle and calcium ion concentration of cooked noodle dispersed in distilled water with 1:9 weight ratio (Error bars indicate 95% confidence intervals).

을 때 칼슘이온농도는 CC와 CM의 경우 각각 82 ppm, 89 ppm 증가하였다. 이를 첨가된 칼슘양에 대한 이온화된 칼슘의 비율로 보면 CC와 CM이 각각 97.4%와 95.3% 이었다.

한편 반죽특성과 숙면의 texture, 관능검사로부터 얻어진 최적 첨가량인 CC 0.4%를 첨가한 경우의 칼슘 이온농도는 48 ppm으로 무첨가시의 16 ppm의 약 3배에 해당하였다. 이를 200 g의 숙면으로부터 얻어진 칼슘으로 환산한 값은 86 mg이었다. 더욱이 calcium citrate의 경우는 위산의 분비량과 무관하게 흡수가 원활하게 이루어지며⁽⁹⁾ 다른 칼슘염과는 달리 철을 비롯한 다른 무기물의 흡수를 거의 방해하지 않는 장점이 있다⁽⁶⁾. 이상의 사실로 미루어 볼 때, 0.4% CC를 첨가한 생면은 우리나라 국민의 선호도에 부합되고 또한 칼슘의 흡수율이 높은 식품으로서의 가치를 지닌 것으로 평가된다.

요 약

폐기되는 난각으로부터 칼슘성분을 회수하여 재활용하는 방안으로서 유기산 난각칼슘염을 제조하고 생면에 첨가하여 첨가량에 따른 반죽특성, 조리성질에 미치는 영향과 숙면의 물성을 조사하였다. 칼슘염을 밀가루에 0.2~1.0% 첨가하여 흡수율, 반죽형성기간, 안정도 등의 반죽 성질에 미치는 영향을 Farinograph로 조사한 결과 전반적으로 calcium malate (CM)의 경우가 calcium citrate (CC)의 경우보다 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 반죽의 특성에 크게 영향을 주지 않는 범위의 첨가량은 CM의 경우 0.1% 이하이고 CC의 경우는 약 0.4%이었다. 칼슘염을 첨가하여 생면을 제조하였을 때 제조된 숙면의 조리시 부피 증가 속도는 첨가량이 증가함에 따라 감소하였으며 이 경향은 CM 첨가시가 CC 첨가시 보다 더욱 뚜렷하게 나타났다. 숙면의 관능검사 결과 칼슘염을 0.6% 첨가시 CC의 경우 5% 수준에서 무첨가 생면간에 유의적인 차이가 인정되었으나, CM의 경우는 유의적인 차이가 없었다. 이는 CC의 경우 0.6% 이상 첨가시 springiness가 급격히 증가하였으며 그 증가폭도 CM 첨가의 경우보다 컸던 점과 잘 일치하였다. 한편 반죽특성과 숙면의 texture, 관능검사로부터 얻어진 최적 첨가량인 CC 0.4%를 첨가한 경우의 칼슘이온농도는 48 ppm으로 무첨가시의 16 ppm의 약 3배에 해당하였다. 이를 200 g의 숙면으로부터 얻어진 칼슘으로 환산한 값은 86 mg이었으며 이온화율은 97.4%이었다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 농림부 첨단농림수산물기술개발 과제 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Kim, J.M., Baek, S.H. and Hwang, H.S.: Preparation of the tofu coagulant from egg-shell and its use (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **17**, 25-31 (1988)
- Pyun, J.W. and Hwang, I.K.: Preparation of calcium-fortified soymilk and *in vitro* digestion properties of its protein and calcium (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 995-1000 (1996)
- NIH Consensus Development Panel on Optimal Calcium Intake: Optimal calcium intake. *J. Am. Med. Assoc.*, **272**, 1942-1948 (1994)
- Hettiarachchy, N.S., Gnanasambandam, R.G. and Lee, M.H.: Calcium fortification of rice: distribution and retention. *J. Food Sci.*, **61**, 195-197 (1996)
- Yazici, F., Alvarez, M.E., Mangino, M.E. and Hansen, P.M.T.: Formulation and processing of a heat stable calcium-fortified soy milk. *J. Food Sci.*, **62**, 535-538 (1997)
- Korte, D.D., Hansen, P.M.T. and Fligner, K.: Preparation of calcium fortified powdered milk products with improved dispersibility. *U.S. Patent 5397589* (1995)
- Boyle, E.A.E., Addis, P.B. and Epley, R.J.: Calcium fortified, reduced fat beef emulsion product. *J. Food Sci.*, **59**, 928-932 (1994)
- Labin-Goldscher, R. and Edelsteien, S.: Calcium citrate : a revised look at calcium fortification. *Food Technol.*, **50**, 96-98 (1996)
- Shin, H.S. and Kim, K.H.: Preparation of calcium powder from eggshell and use of organic acids for enhancement of calcium ionizaion (in Korean). *Agric. Chem. Biotechnol.*, **40**, 531-535 (1997)
- Kim, S.K., Kim, H.R. and Bang, J.B.: Effects of alkaline reagent on the rheological properties of wheat flour and noodle property (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 58-65 (1996)
- Shin, S.Y. and Kim, S.K.: Cooking properties of dry noodles prepared from HRW-WW and HRW-ASW wheat flour blends (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 232-237 (1993)
- Ryu, J.S., Kim, I.H. and Kim, S.K.: Effect of calcium phosphate hydroxyapatite on rheological properties of wheat flour and corn starch (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 642-645 (1991)
- Collinns, J.L. and Pangloi, P.: Physical and sensory attributes of noodles with added sweet potato and soyflour. *J. Food Sci.*, **62**, 622-625 (1997)
- Lee, H.K.: Importance of rheology and principles of measurement of rheological properties of gel food (in Korean). *Food Sci. Ind.*, **28**, 6-12 (1995)
- Kim, K.O. and Lee, Y.C.: Discriminative tests (in Korean). In *Sensory Evaluation of Food*, Hakyun Sa, Seoul, p.166-179 (1996)
- Chung, G.S. and Kim, S.K.: Effects of salt and alkaline reagent on rheological properties of instant noodle flour differing in protein content (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 192-199 (1991)
- Chung, G.S. and Kim, S.K.: Effects of wheat flour protein contents on ramyoun quality (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 649-655 (1991)
- Nagao, S., Imai, S., Sato, T., Kaneko, Y. and Otsubo, H.: Quality characteristics of soft wheats and their use in Japan. *Cereal Chem.*, **53**, 988-1002 (1987)
- Pak, C.Y.C. and Avioli, L.V.: Factors affecting absorability of calcium from calcium salts and food. *Calcif. Tissue Int.*, **43**, 55-60 (1988)

(1998년 8월 19일 접수)