

중성염의 종류 및 농도가 sodium caseinate의 거품성에 미치는 영향

양승택 · 박형선

경성대학교 식품공학과

초록 : 중성염이 단백질의 거품성에 미치는 영향을 밝히기 위하여 NaF, Na₂SO₄, NaCl, NaNO₃ 및 NaSCN 등 5종 중성염을 가지고 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0 M 농도별로 sodium caseinate(5%, w/v)에 작용시켜 이들 염류가 거품성에 미치는 영향을 조사하였다. NaSCN을 제외한 모든 염류들은 거품형성능 증진효과가 있었고, 거품형성능을 위한 염류의 최적농도는 Na₂SO₄, NaCl 및 NaSCN에서 각각 0.5, 1.5 및 1.0 M이었으며, NaF 및 NaNO₃에서는 각각 0.5 및 2.0 M 농도에서 거품형성능이 양호하였다. 거품안정성은 0.5 M Na₂SO₄의 경우 37.0분(대조구 4.0)으로서 가장 양호하였으며 0.5 M NaF에서도 28.6분으로써 크게 증가하였으나, NaSCN의 경우는 역으로 모두 감소하였다. 거품안정성이 가장 양호한 것으로 나타난 0.5 M 농도의 경우, 거품안정성의 크기는 Na₂SO₄>NaF>NaNO₃>NaCl>NaSCN의 순으로 나타났으며 이는 음이온이 단백질의 염석효과를 나타내는 Hofmeister 계열순서와 거의 일치하였다. 본 실험의 중성염을 첨가하여 조제한 단백질 시료용액의 경우, 혼탁도, 표면장력 및 절대점도의 증감에 따른 거품성의 뚜렷한 변화는 나타나지 않았다(1993년 9월 1일 접수, 1993년 11월 18일 수리).

서 론

중성염은 단백질의 용해도, 회함-해리 평형 및 구조의 안정성 뿐만 아니라, 단백질, 폴리펩티드 및 핵산의 형태 변화에도 영향을 미친다고 알려져 있다.¹⁾

Lee와 Richards²⁾는, 중성염은 단백질 분자들간의 상호작용 및 단백질의 소수적 상호작용에 영향을 미친다고 하였다. Robinson과 Jencks³⁾는 염류가 단백질에 미치는 효과는, 단백질의 하전된 group에 미치는 효과, 단백질의 비극성 및 소수성 group에 미치는 효과 및 펩티드와 아미드 group에 미치는 효과 등으로 나눌 수 있다고 하였다. 또한 Damodaran과 Kinsella⁴⁾는 염류이온이 단백질의 형태 및 기능에 미치는 효과는, 염류이온이 단백질의 하전된 group 및 극성 group과의 정전기적 상호작용과, 염류이온이 물의 구조에 미치는 영향에 따른 단백질의 소수적 힘의 변화에 의해서 나타난다고 하였다.

Babajimopoulos 등⁵⁾은, NaCl 및 Na₂SO₄ 등의 염류는 대두단백질 구조의 안정제로서, NaSCN은 불안정제로서 작용한다고 하였다. von Hippel과 Schleich⁶⁾는, NaCl 및 Na₂SO₄는 단백질의 소수적 상호작용을 안정화함으로써 단백질을 안정하게 하며, NaSCN은 소수적 상호작용을

약화시킴으로써 단백질 구조를 불안정하게 한다고 하였다.

단백질의 용해도를 증가시키는 효과(염용효과)가 있는 염류는 단백질 고유구조의 변화속도를 증가시킴으로써 고유의 구상 및 섬유상 구조를 불안정하게 하며, 용해도를 감소시키는 효과(염석효과)가 있는 염류는 단백질 구조를 안정하게 한다.⁶⁾ 또한 염류나 요소와 같이 물의 구조를 변화시키는데 관련된 인자들은 단백질의 형태 및 용해도를 변화시키며,^{7,8)} 염류는 거품형성에 사용되는 단백질 용액의 이화학적 성질에 영향을 미친다.⁴⁾

중성염이 단백질의 거품성에 미치는 영향에 관해서는 아직 상세히 알려져 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 중성염이 단백질의 거품성에 미치는 영향을 밝히기 위하여 NaF, Na₂SO₄, NaCl, NaNO₃ 및 NaSCN 등 5종의 중성염을 가지고 여러가지 농도별로 sodium caseinate에 작용시켰을 때 이들 염류가 단백질의 거품성에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 단백질은 sodium caseinate(Alanate

180, New Zealand Dairy Board; 수분 4.0%, 단백질 91.3%, 지방 1.1%, 회분 3.5% 및 탄수화물 0.1%)이었으며 중성염으로서 NaF, Na₂SO₄, NaCl, NaNO₃ 및 NaSCN은 일급 시약을 사용하였다.

단백질 시료용액의 조제

NaF, Na₂SO₄, NaCl, NaNO₃ 및 NaSCN을 가지고 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0 M 농도로 각각 중성염 용액을 조제한 후, 이 용액에 sodium caseinate(5%, w/v)를 각각 넣어 자석교반기에서 교반하면서 pH를 7.0으로 조절하고 30분간 수화하여 단백질 시료용액을 조제하였다.

혼탁도의 측정

시료 용액의 혼탁도는 Phillips 등⁹⁾의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 조제한 시료 용액의 응집의 정도는 분광광도계를 이용하여 500 nm에서의 투광도에 의하여 측정하였으며 다음 식에 의하여 계산하였다. 혼탁도 = (1 - 투광도_{500 nm}) × 100. 혼탁도 값이 100일 때는 완전하게 혼탁한 용액(투광도 0)에 상당한다.

표면장력의 측정

조제한 시료 용액의 표면장력은 du Nuoy ring을 이용한 Fisher tensiometer(Model 20, Fisher Scientific, USA)를 사용하여 25°C (증류수, 73.0 dyne/cm)에서 측정하였다.

점도의 측정

25 ± 0.1°C 에서 Rion viscotester(VT-03/04, Rion, Tokyo, Japan)로써 절대점도를 측정하였다.

거품형성능의 측정

시료용액의 거품형성능은 Phillips 등¹⁰⁾의 방법에 준하여 Mixmaster mixer(No 01400, Sunbeam, USA)로써 측정하였다. 즉 조제한 단백질 시료 용액 50 ml를 1.5 l의 whipping용 용기에 넣어 double beater로써 98 rpm에서 5분 간격(5, 10, 15, 및 20분)으로 합계 20분 동안 whipping하였으며 각각의 5분 경과시 마다 형성된 거품 100 ml의 무게를 측정하였다. 거품형성능은 다음 식에 의하여 % overrun으로서 나타내었다.

$$\% \text{ overrun} = \frac{(\text{시료 용액 } 100 \text{ ml의 무게})}{(\text{거품 } 100 \text{ ml의 무게})} \times 100$$

$$= \frac{(\text{거품 } 100 \text{ ml의 무게})}{(\text{거품 } 100 \text{ ml의 무게})} \times 100$$

거품안정성의 측정

거품의 안정성, 즉 drainage는 Phillips 등¹⁰⁾의 방법에 준하여 단백질 시료 용액을 15분간 whipping한 후 측정하였다. 1.5 l의 whipping용 용기의 밑바닥에 직경 0.6 cm의 구멍을 뚫어, 형성된 거품을 실온에 방치하였을 때 그 구멍을 통하여 밖으로 유출되는 액체의 무게를 시간의 경과에 따라 digital balance(PC 400, Mettler, Switzerland)로써 측정하였다. 이 때 흘러 나온 액체의 무게가 whipping 직후 전체 거품 무게의 50%가 되는데 소요되는 시간(분)을 측정하였다.

통계처리

자료의 분석은 SAS/PC¹¹⁾로써 GLM(General Linear Model)을 사용하였으며 Duncan의 다중범위검정으로 처리하여 LSD(유의수준 0.05)를 구하였다.

결과 및 고찰

혼탁도, 표면장력 및 점도

Table 1. Effects of concentrations and types of salts on turbidity, surface tension and viscosity of sodium caseinate at pH 7.0

Salt	Concentration (M)	Turbidity	Surface Viscosity		
			tequsion N m ⁻¹	Pa.s	
Control		95.7	0.0441	0.0031	
NaF	0.1	95.8	0.0450	0.0017	
	0.5	97.0	0.0446	0.0019	
	Na ₂ SO ₄	0.1	96.0	0.0446	0.0018
		0.5	96.9	0.0442	0.0019
		1.0	97.6	0.0460	0.0014
NaCl	1.5	97.8	0.0517	0.0015	
	2.0	98.0	0.0571	0.0012	
	NaNO ₃	0.1	94.2	0.0443	0.0019
		0.5	93.9	0.0439	0.0019
		1.0	93.7	0.0440	0.0020
1.5		93.2	0.0452	0.0018	
2.0		93.0	0.0480	0.0017	
NaSCN	0.1	95.6	0.0439	0.0019	
	0.5	95.9	0.0439	0.0020	
	1.0	95.8	0.0440	0.0023	
	1.5	96.8	0.0443	0.0023	
	2.0	96.6	0.0452	0.0023	
	0.1	94.9	0.0452	0.0021	
	0.5	94.6	0.0455	0.0023	
	1.0	93.9	0.0454	0.0022	
	1.5	93.5	0.0453	0.0022	
	2.0	92.2	0.0456	0.0022	

Table 1은 농도가 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0 M의 NaF, Na₂SO₄, NaCl, NaNO₃ 및 NaSCN을 가지고 각각 조제한 sodium caseinate(5%, w/v) 용액의 혼탁도, 표면장력 및 절대점도를 측정된 결과이다. 혼탁도를 보면, Na₂SO₄, NaF 및 NaNO₃ 첨가구는 전체적으로 대조구보다 높았으며 염류의 농도가 증가함에 따라 점차 높아지는 경향이였다. 그러나 NaCl 및 NaSCN 첨가구에서는 대조구보다 낮아지는 경향이였다.

일반적으로 단백질의 용해도가 낮을수록 단백질 용액의 혼탁도가 증가하며 혼탁도를 측정함으로써 단백질-단백질 분자간의 상호작용, 단백질 분자들의 응집의 정도 등을 추정할 수 있다고 알려져 있다. Phillips 등¹⁰⁾은 단백질의 응집물이 많이 형성되면 계면에서 거품의 막을 형성하는데 영향을 미치게 되며 단백질의 응집과 단백질의 불용화는 거품형성능을 저하시키는 요인이 된다고 하였다.

본 실험의 거품형성능 측정결과(Table 2)를 보면, 거품형성능이 전체적으로 대조구보다 높게 나타난 NaCl 첨가구의 경우, 혼탁도(Table 1)가 대조구보다 낮은 것

으로 나타났으며 염류농도가 증가할수록 혼탁도는 낮아지고 거품형성능은 증가하는 경향이 있었다. 그러나 그의 염류의 첨가구에서는 그와 같은 경향은 나타나지 않았으며, 특히 NaSCN 첨가구의 경우는 혼탁도가 NaCl 첨가구와 유사하였으나 거품형성능은 NaCl 첨가구보다 훨씬 낮게 나타났는데, 이는 염류의 종류에 따라 단백질의 염용 및 염석효과가 달라 단백질의 회합 및 해리에 미치는 효과가 다르기 때문이며, 특히 NaSCN 첨가구의 경우, SCN⁻이 단백질 구조를 불안정하게 하기 때문이라고 생각된다.

표면장력은 전체적으로 보아 염류 첨가구의 경우가 대조구에 비하여 증가하는 경향이 있었고, Na₂SO₄, NaCl 및 NaNO₃ 첨가구의 경우, 동일 염류 첨가구에서는 농도가 증가할수록 표면장력이 다소 증가하는 경향이였다. 그러나 NaF 및 NaSCN 첨가구에서는 농도의 증가에 따른 큰 변화는 나타나지 않았다. 일반적으로 전해질 수용액의 표면장력은 전해질 농도에 거의 비례해서 증가하며, 표면불활성 물질의 용액에서는 용질의 농도가 증가할수록 표면장력이 조금씩 증가한다고 알려져 있다.

Table 2. Effects of concentrations and types of salts on foaming properties of sodium caseinate at pH 7.0

Salt	Concentration (M)	Overrun (%)				Foam stability (min)
		5 ^{a)}	10 ^{b)}	15 ^{c)}	20 ^{d)}	
Control		561.4	633.2	734.1	1018.5	4.0
NaF	0.1	617.0	673.4	746.5	870.2	12.1
	0.5	628.7	743.9	1068.3	1356.3	28.6
Na ₂ SO ₄	0.1	624.9	688.6	780.1	1066.0	9.0
	0.5	618.7	819.2	1163.7	1179.7	37.0
	1.0	186.9	196.4	209.0	223.4	13.3
	1.5	141.9	152.2	171.5	187.0	0.1
	2.0	149.7	178.2	205.9	246.6	0.1
NaCl	0.1	645.6	685.5	742.3	809.7	2.6
	0.5	684.9	754.9	908.6	1478.3	4.1
	1.0	675.9	808.8	1172.3	1389.1	4.3
	1.5	646.8	854.8	1253.0	1203.8	3.6
	2.0	621.5	855.3	1142.2	1133.6	4.1
NaNO ₃	0.1	647.5	714.9	729.8	789.1	5.1
	0.5	653.8	707.4	782.7	896.6	6.1
	1.0	641.2	683.9	760.1	909.6	2.3
	1.5	641.3	753.1	989.8	1385.6	2.2
	2.0	623.7	716.6	1095.2	1163.4	2.4
NaSCN	0.1	645.2	683.0	721.6	752.3	3.2
	0.5	643.4	701.9	731.3	767.4	1.3
	1.0	634.5	608.3	589.8	543.2	0.6
	1.5	-	401.3	512.5	521.8	0.1
	2.0	-	-	331.3	514.8	0.1

a), b), c), d) whipping time(min)

Mitchell¹²⁾은 단백질 용액의 표면장력이 낮으면 거품형성능이 높다고 하였으며, Kitabatake와 Doi¹³⁾는 단백질 용액의 표면장력은 거품형성능과 상관관계가 없으나 표면장력의 감소율은 거품형성능과 상관관계가 있다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 Na₂SO₄ 첨가구의 경우, 0.5 M 농도에서 거품형성능이 가장 양호하고 표면장력이 가장 낮게 나타난 것을 제외하고는, 전체적으로 보아 표면장력의 변화에 따른 거품형성능의 뚜렷한 변화는 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 염류의 종류 및 농도에 따라 염류-단백질-물 상호작용이 단백질 시료용액의 표면장력에 미치는 효과가 각각 다르기 때문이라 생각되며 거품형성능에 미치는 인자는 표면장력 뿐만 아니라 그 외에도 여러가지 인자가 있다는 것을 알 수 있다.

절대점도는 전체적으로 염류 첨가구가 대조구보다 다소 감소하였으며 염류 농도의 증가에 따른 큰 변화는 없는 것으로 나타났다. Bikerman¹⁴⁾은 단백질 용액의 점도는 거품형성능과 관계가 있다고 하였으며, Mita 등¹⁵⁾은 gluten 용액에 설탕을 가하여 점도를 높이면 거품안정성이 증가한다고 하였다. 또한 Sajjan과 Rao¹⁶⁾는 hydrocolloid를 함유한 단백질 용액에서는 점도가 거품안정성과 직접 관계가 있으며 carboxymethyl gum guar의 경우 점도가 높을수록 거품안정성이 증진되는 경향이라 하였다. 그러나 본 실험결과에서는 거품안정성(Table 2)이 대조구보다 월등하게 더 양호한 것으로 나타난 0.5 M 및 1.0 M Na₂SO₄ 첨가구 및 0.5 M NaF 첨가구에서도 용액의 점도가 오히려 대조구보다 다소 떨어지는 것으로 보아 거품의 안정성은 용액의 점도에 의해서만 결정되는 것이 아니라 점도 이외의 여러가지 인자들에 의하여 나타난다는 것을 알 수 있다.

거품형성능

Table 2는 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0 M 농도의 NaF, Na₂SO₄, NaCl, NaNO₃ 및 NaSCN으로써 각각 조제한 sodium caseinate(5%, w/v) 용액을 5, 10, 15 및 20분 동안 whipping하여 거품형성능(overrun)을 측정한 결과이며, Fig. 1은 whipping 시간이 15분인 경우의 거품형성능을 overrun의 평균±표준오차(95% 신뢰도)로써 나타난 것이다. 15분 whipping시를 보면, Na₂SO₄ 첨가구의 경우, 염류농도가 0.5M일 때 거품형성능이 1163.7%로서 대조구(734.1%)보다 월등하게 증가하였고 염류농도가 0.1 M 일 때는 780.1%로서 대조구보다 다소 증가하였으나 염류농도가 1.0 M 이상일 때는 역으로 대조구보다 크게 감소하였다(P<0.05). NaF 첨가구에서는 염류농도가 0.5 M일 때 1068.3%로서 대조구보다 크게 증가하였다.

NaCl 첨가구에서는 전체적으로 대조구보다 증가하였

고 특히 염류농도가 1.0, 1.5 및 2.0 M에서 각각 1172.3, 1253.0 및 1142.2%로서 대조구보다 크게 증가하였으며 염류농도가 1.5 M 일 때 거품형성능이 가장 양호하였다(P<0.05). NaNO₃ 첨가구의 경우는 염류농도가 0.1 M에서 대조구와 유의차가 없었으며(P>0.05), 0.5 M 이상의 농도일 때는 거품형성능이 점차 증가하기 시작하여 2.0 M에서는 1095.2%로서 가장 양호하였다. NaSCN 첨가구에서는 염류농도가 0.1 및 0.5 M일 때 각각 721.6 및 731.0%로서 대조구와 유의차가 없었으나(P>0.05) 1.0 M 이상의 고농도일 때는 염류농도가 증가할수록 거품형성능이 오히려 점차 감소하였다(P<0.05).

NaF 및 NaNO₃ 첨가구에서는 농도가 0.5 M 이상일 때는 모두 거품형성능 증진효과가 있었으나, Na₂SO₄ 및 NaSCN 첨가구의 경우, 1.0 M 이상의 고농도에서는 거품형성능이 크게 감소하였다(P<0.05). 염류농도가 0.5M의 경우를 염류의 종류에 따라 전체적으로 비교해 보면, Na₂SO₄, NaF, NaCl, NaNO₃ 및 NaSCN의 순으로 거품형성능이 양호하였으며, sodium caseinate(5%, w/v)의 거품형성능을 위한 염류의 최적농도는 Na₂SO₄, NaCl 및 NaSCN에서 각각 0.5, 1.5 및 1.0 M이었으며 NaF 및 NaNO₃의 경우 각각 0.5 및 2.0 M 농도에서 거품성이 양호한 것으로 나타났다.

이상에서 나타난 바와 같이 본 실험의 5종 염류의 경우, 그 종류 및 농도에 따라 sodium caseinate의 거품형성능에 미치는 효과가 크게 다르며 거품형성능을 위한 염류의 최적 농도 조건이 있음을 알 수 있었다.

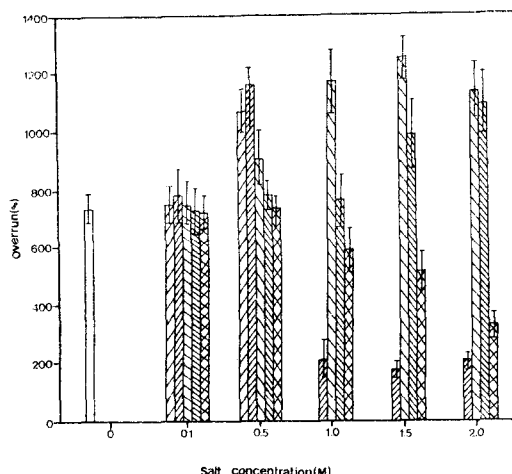


Fig. 1. Effects of concentrations and types of salts on the overrun of sodium caseinate whipped for 15 min at pH 7.0(with 95% confidence intervals). □, Control; ▨, NaF; ▩, Na₂SO₄; ▤, NaCl; ▥, NaNO₃; ▦, NaSCN

단백질의 거품형성능은 단백질의 용해도, 공기-물 계면에서의 흡착성, 단백질-단백질 분자간의 상호작용 등에 의하여 달라진다고 하였다.¹⁷⁾ 본 실험의 거품형성능 측정결과(Table 2)를 보면, 염류농도를 0.5 M 이하로 하여 15분 whipping하였을 때 거품형성능의 크기는 $\text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NaF} > \text{NaCl} > \text{NaNO}_3 > \text{NaSCN}$ 으로서 이는 음이온이 단백질의 염석효과를 나타내는 Hofmeister 계열의 순서와 일치하고 있다. 그러나 염류의 농도가 1.0 M 이상의 고농도의 경우는 Hofmeister 계열의 순서와 잘 일치하지 않았으며, 특히 염석효과가 가장 양호하다고 알려진 Na_2SO_4 첨가구의 경우는 오히려 가장 낮은 거품형성능을 보여 주었다.

거품안정성

NaF, Na_2SO_4 , NaCl, NaNO_3 및 NaSCN을 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0 M의 농도별로 하여 sodium caseinate(5%, w/v) 용액을 조제하고 15분간 whipping하여 거품안정성을 측정한 결과는 Table 2와 같으며, Fig. 2는 거품안정성의 평균±표준오차(95% 신뢰도)로써 거품안정성을 나타낸 것이다. Table 2에서 보는 바와 같이 NaF 첨가구에서는 0.1 및 0.5 M 농도의 경우 거품안정성이 각각 12.1 및 28.6분으로서 대조구(4.0분)보다 크게 증가하였다. Na_2SO_4 에서는 0.5 M 농도의 경우 37.0분으로서 전체에서 가장 양호하였으며, 0.1 및 1.0 M 농도에서도 각각 9.0 및 13.3분으로서 대조구보다 크게 증가하였다. 그러나 1.5 및 2.0 M 농도에서는 모두 0.1분으로서 거품안정성이

거의 없는 것으로 나타났다.

NaCl 첨가구의 경우는 0.1 M 농도일 때 거품안정성이 2.6분으로서 대조구보다 감소하였으며 0.5 M 이상의 농도에서는 대조구와 유의차가 없었다($P > 0.05$). NaNO_3 의 경우, 0.1 및 0.5 M 농도에서 각각 5.1 및 6.1분으로서 대조구보다 거품안정성이 다소 증가하였으나($P < 0.05$) 1.0 M 이상의 농도에서는 대조구보다 감소하였다($P < 0.05$). NaSCN에서는 0.1 M 농도에서 대조구와 유의차가 없었고($P > 0.05$) 0.5 M 농도 이상에서는 대조구보다 감소하였으며, 특히 1.5 및 2.0 M의 고농도에서는 거품안정성이 거의 없는 것으로 나타났다.

5종의 염류를 전체적으로 보면, NaF, Na_2SO_4 및 NaNO_3 의 경우 1.0 M 또는 0.5 M 이하의 저농도에서는 단백질의 거품안정성을 증진시키는 것으로 나타났다. 그러나 NaCl첨가구에서는 대조구와 큰 차이가 없었으며, NaSCN의 경우는 전체적으로 거품안정성을 오히려 감소시키는 것으로 나타났다. NaF, Na_2SO_4 및 NaNO_3 첨가구에서 sodium caseinate(5%, w/v)의 거품안정성을 위한 염류의 최적 농도는 모두 0.5 M이었으며 이들 염류의 거품안정성 증진효과는 Na_2SO_4 , NaF 및 NaNO_3 의 순으로 양호하였다.

Poole 등¹⁷⁾은 공기-물 계면에 흡착된 단백질 필름의 강도는 흡착된 단백질의 함량과 부분적으로 unfolding된 분자들의 회합할 수 있는 능력 등에 따라 달라진다고 하였다. Damodaran과 Kinsella⁹⁾는 중성염이 단백질 구조안정성에 미치는 효과는 두 가지 group으로 나눌 수 있는데, Na_2SO_4 및 NaCl 등은 안정제로서, NaSCN 및 Cl_3CCOONa 등은 불안정제로서 작용한다고 하였으며, Damodaran과 Kinsella⁹⁾는 이온들이 단백질의 소수적 상호작용을 불안정하게 하는데 미치는 효과는 Hofmeister 계열의 순서에 따른다고 하였다. von Hippel과 Schleich¹⁾에 의하면, F^- 은 수소결합된 물의 구조를 강화시키고 SCN^- 은 물의 구조를 크게 교란시키며, Cl^- 및 SO_4^{2-} 은 단백질의 소수적 상호작용을 안정화시킴으로써 단백질을 안정하게 한다고 하였다. 또한 Ismond 등¹⁸⁾은 SCN^- 의 경우, 단백질의 안정성을 감소시키며 단백질의 정전기적 자유에너지를 증가시킨다고 하였다.

본 실험에서 NaSCN 첨가구의 경우, 거품안정성이 대조구보다 전체적으로 떨어지는 것으로 나타난 것은 von Hippel과 Schleich¹⁾ 및 Ismond 등¹⁸⁾이 보고한 바와 같이 SCN^- 은 단백질 내의 소수적 상호작용을 약화시킴으로써 공기-물 계면에서 단백질의 구조적 안정성을 저하시키기 때문이라 생각된다. 본 실험의 거품안정성 측정결과를 보면, 거품안정성이 전체적으로 가장 양호한 것으로 나타난 0.5 M의 염류농도의 경우, 그 크기는

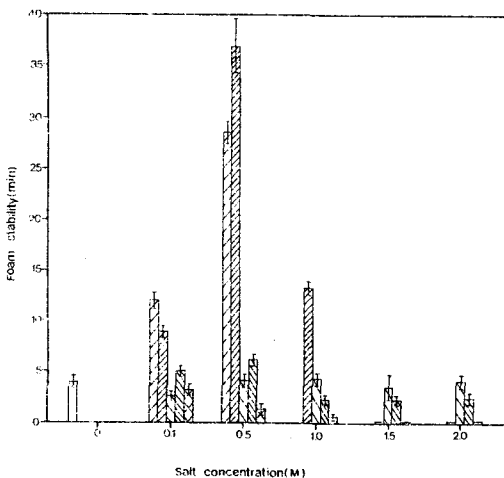


Fig. 2. Effects of concentrations and types of salts on the foam stability of sodium caseinate whipped for 15 min at pH 7.0(with 95% confidence intervals). □, Control; ▢, NaF; ▨, Na_2SO_4 ; □, NaCl; ▩, NaNO_3 ; ▣, NaSCN

$\text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NaF} > \text{NaNO}_3 > \text{NaCl} > \text{NaSCN}$ 의 순으로 나타났는데 이는 음이온이 단백질의 염석효과를 나타내는 Hofmeister 계열의 음이온의 순서와 거의 일치하는 경향이였다.

참 고 문 헌

1. von Hippel, P. H. and Schleich, T.: In 'Structure and Stability of Biological Macromolecules'. Timasheff, S. N. and Fasman, G. D.(ed), Dekker, p. 417 (1969)
2. Lee, B. and Richards, F. M.: J. Mol. Biol., 55 : 379 (1971)
3. Robinson, D. R. and Jencks, W. P.: J. Am. Chem. Soc., 87 : 2740(1965)
4. Damodaran, S. and Kinsella, J. E.: In 'Food Protein Deterioration Mechanism and Functionality', Cherry, J.(ed), American Chemical Society, Washington, D. C. p. 327(1982)
5. Babajimopoulos, M., Damodaran, S. and Kinsella, J. E.: J. Agric. Food Chem., 31 : 1270(1983)
6. Shen, J. L.: In 'Protein Functionality in Foods', Cherry, P.(ed), American Chemical Society Symp. Series 147, p. 89(1981)
7. Melander, W. and Horvath, C.: Arch. Biochem. Biophys., 183 : 200(1977)
8. Damodaran, S. and Kinsella, J. E.: J. Biol. Chem., 256 : 3394(1981)
9. Phillips, L. G., Yang, S. T., Schulman, W. and Kinsella, J. E.: J. Food Sci., 54 : 743(1989)
10. Phillips, L. G., Haque, Z. and Kinsella, J. E.: J. Food Sci., 52 : 1074(1987)
11. SAS: SAS User's Guide. SAS Institute, Inc., Cary, NC(1985)
12. Mitchell, J. R.: In 'Developments in Food Proteins-4', Hudson, B. J. F.(ed), Elsevier Applied Science Publishers, p. 291(1986)
13. Kitabatake, N. and Doi, E.: J. Food Sci., 47 : 1218 (1982)
14. Bikerman, J. J.: In 'Foams', Springer-Verlag, Berlin(1973)
15. Mita, T., Nikoi, K., Hiraoka, T., Matsuo, S. and Matsumoto, H.: J. Colloid Interface Sci., 59 : 172(1977)
16. Sajjan, S. U. and Rao, M. R. R.: J. Sci. Food Agric., 48 : 377(1989)
17. Poole, S., West, S. and Fry, J.: In 'Developments in Food Proteins-5', Hudson, B. J. F.(ed), Elsevier Applied Science, p.257(1987)
18. Ismond, M. A. H., Murray, E. D. and Arntfield, S. D.: Food Chemistry(England), 21 : 27(1986)

Effects of concentrations and types of neutral salts on the foaming properties of sodium caseinate

Seung-Taek Yang and Hyung-Sun Park (Department of Food Science and Technology, Kyungshung University, Pusan, 608-736, Korea)

Abstract : To investigate the effects of neutral salts on the foaming properties of sodium caseinate, turbidity, surface tension, absolute viscosity, foaming ability and foam stability of the caseinate solutions(5%, w/v) with added NaF, Na_2SO_4 , NaCl, NaNO_3 and NaSCN at concentrations of 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 M were examined. NaCl and NaNO_3 improved the foaming ability compared to sodium caseinate without salt, and also Na_2SO_4 and NaF did the foaming ability at the concentrations of 0.1M and 0.5M, while NaSCN did not improve the foaming ability. For foaming ability optimal concentrations of the salts were 0.5, 1.5, and 1.0 M in Na_2SO_4 , NaCl, and NaSCN, respectively. Additions of Na_2SO_4 , NaF and NaNO_3 at 0.5 M concentrations improved the foam stability of sodium caseinate by 825%, 615%, and 53% compared to control, while those of NaSCN reduced foam stability.