

## 반응 표면분석에 의한 Imitation Cheese의 조직감 형성

이 철호 · 손 혜숙

고려대 식품공학과

### The Textural Properties of Imitation Cheese by Response Surface Analysis

Cherl-Ho Lee and Hye-Sook Son

Department of Food Technology, Korea University, Seoul

#### Abstract

The effect of major ingredients (Water, Soybean oil, Na-caseinate, Soybean protein isolate, Corn starch, Lactic acid and disodium phosphate) on the textural properties of imitation cheese were studied by response surface methodology and evaluated by contour diagram. The hardness of imitation cheese was directly influenced by the contents of water, oil and Na-caseinate and also affected by the interactions between water and oil and corn starch and lactic acid/phosphate. The adhesiveness was strongly affected by the interactions between caseinate and lactic acid/phosphate, SPI and corn starch and corn starch and lactic acid/phosphate. The springiness was directly influenced by the contents of oil, caseinate and lactic acid/phosphate, and also affected by the interactions between SPI and lactic acid/phosphate and corn starch and lactic acid/phosphate. The melting property was strongly influenced by the contents and interactions of lactic acid/phosphate.

#### 서 론

비발효 치즈 유사 제품은 값비싼 우유단백질과 버터 대신에 저렴한 단백질원과 콜레스테롤 함량이 낮은 식물성유지류를 주성분으로 하여 발효숙성과정을 거치지 않고 빠르고 쉽게 만들므로 매우 경제적인 영양식품이 될 수 있다. 1974년 USDA Food and Nutrition Service에 의해서 유단백질을 50% 대체한 imitation 치즈를 국립학교 점심시간에 사용할 수 있도록 승인됨에 따라서 해마다 이의 생산과 수요가 급증하고 있는 추세에 있다. 이미 많은 연구자<sup>(1-11)</sup>들이 이에 대한 연구를 하였고 Bell들에 의하여 제시된 imitation 치즈의 일반적인 조성은 Na-caseinate 또는 casein조합 12~35%, Ungelatinized flour 5%이하, 산(acids) 약 0.5~1.8%, 수분 45~49%, disodium phosphate나 sodium aluminum phosphate와 같은 유화염 2%, 그리고 적당량의 색소와 풍미물질이 포함되는 것으로 되어 있다.李등<sup>(6)</sup>에

의하면 치즈에서 가장 중요한 조직감 특성은 견고성, 탄력성, 부착성 및 녹는 성질로 Vermon도<sup>(7)</sup> 역시 치즈가 다양한 요리에 이용될 때에 이러한 기능적인 성질이 매우 중요함을 강조하였다. 최근 식품의 조직감특성을 기계적인 방법으로 측정하여 관능적 특성과 관련시킨 방법이 많이 개발되었다.李등<sup>(6)</sup>은 Instron 압착시험에서 얻은 compression force는 관능적 견고성과, 회복치(recovered height)는 탄력성과, 접착력은 접착성과 직접적인 관계가 있다고 보고하였다. 본 실험에서는 수분, 대두유, Na-caseinate, 분리대두단백, 옥수수전분, 젖산 및 disodium phosphate를 주원료로 하여 만든 imitation 치즈의 조직감특성을 견고성, 탄력성, 부착성 및 녹는 성질에 대하여 각각 미치는 영향을 다중회귀모형을 통하여 알아봄과 동시에 각 원료들간의 교호작용을 등고선 그림으로 관찰해봄으로 imitation 치즈제품의 조직감 조립을 위한 기초자료로서 사용코자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

New Zealand Dairy Board에서 공급받은 분무건조 가공 Na-caseinate와 미국 Grain Processing Corporation에서 제조한 분리대두 단백질(Soybean Protein Isolate, SPI), 시판 풍진 옥수수전분, 동방유량의 대두유를 사용하였다.

실험계획

본 실험에 사용된 imitation 치즈의 기본조성식은 표 1과 같다. 관능적 조직감특성인 견고성, 부착성, 탄력성 및 녹는 성질을 반응 즉 종속변수로 하고 표 1의 조성 원료들을 독립변수로 하는 다중회귀방정식을 적용하기 위하여 본 실험에 사용된 원료 모두가 조직감특성에 영향을 미치는 요인으로 가정하여 A+B+C+D+E+F+G=100(%)의 단순 자연식을 만들었다. 다중회귀 분석을 할 수 있도록 이들 요인들을 전체에 대한 비로 다음 식에 따라 각각 독립변수 Xi ratio를 만들어 주었다.<sup>(4, 5)</sup>

$$\begin{aligned}
 X_1 &= A(\text{water}) / (B+C+D+E+F+G) \\
 X_2 &= B(\text{oil}) / (C+D+E+F+G) \\
 X_3 &= C(\text{Na-caseinate}) / (D+E+F+G) \\
 X_4 &= D(\text{SPI}) / (E+F+G) \\
 X_5 &= E(\text{corn-starch}) / (E+G) \\
 X_6 &= F(\text{lactic acid}) / G(\text{disodium phosphate})
 \end{aligned}$$

위의 전환에 따라 X<sub>1</sub>~X<sub>6</sub>까지 6개의 변수가 얻어지므로 본 실험에서는 다음의 2차회귀방정식을 모형식으로 정하였다.

$$\begin{aligned}
 Y_i &= b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 \\
 &+ b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{44}X_4^2 + b_{55}X_5^2 + b_{66}X_6^2 \\
 &+ b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{14}X_1X_4 + b_{15}X_1X_5 + b_{16}X_1X_6 \\
 &+ b_{23}X_2X_3 + b_{24}X_2X_4 + b_{25}X_2X_5 + b_{26}X_2X_6 + b_{34}X_3X_4 \\
 &+ b_{35}X_3X_5 + b_{36}X_3X_6 + b_{45}X_4X_5 + b_{46}X_4X_6 + b_{56}X_5X_6
 \end{aligned}$$

또한 표 1의 기본조성율이 중심값 3 수준이 되도록 전체 5 수준의 중심합성계획을 따랐다. 그림 1은 5수준을 갖는 3요인실험에서의 실험점을 나타낸 것으로 각 꼭지점 2, 4 수준에서 (2<sup>K</sup>), 1, 5 수준에서 (2<sup>K</sup>), 중심값 3 수준에서 한번의 실험을 행하므로, 6개의 변수를 갖는 본 실험의 경우 총 (2<sup>K</sup>+2K+1) 개의 처리 조합을 갖게된다. 이와같이 정해진 xi 변수의 code수준은 표 1의 중심값 3수준을 중심으로 최소한으로 바람직한 조직감을 보이는 실험적 한계내에서 정한 원료의 추가감량(±increment)에 따라 표 2와 같은 각 변수의 실제 code 수준값을 구하였다. 이 Xi의 code수준값을 다음 식에 따라 각 원료의 실제량으로 환산하여 주었다.

$$\begin{aligned}
 A &= 100 \cdot X_i / (1 + X_i) \\
 B &= X_i(100 - A) / (1 + X_i) \\
 C &= X_i(100 - A - B) / (1 + X_i) \\
 D &= X_i(100 - A - B - C) / (1 + X_i) \\
 E &= X_i(100 - A - B - C - D) / (1 + X_i) \\
 F &= X_i(100 - A - B - C - D - E) / (1 + X_i) \\
 G &= F / X_i
 \end{aligned}$$

Imitation 치즈 제조

직경 약 4 cm, 길이 약 10cm, 두께 2mm 정도의 가열 처리된 유리beaker에 정해진 원료의 무게를 정확히 쟀 후 그림 2와 같은 과정으로 신속히 교반한 다음 밀봉하

Table 1. Basic formula for Experimental Imitation Cheese

Ingredients	Weight (g)	Dough basis (%) *
A. Water	24	49.02
B. Soybean oil	10	20.43
C. Na-caseinate	7	14.30
D. Soybean Protein Isolate (SPI)	5	10.21
E. Corn-starch	2	4.09
F. Lactic acid	0.6	1.32
G. Disodium phosphate	0.35	0.72
* * *	* * *	* *
NaCl	0.4	-
Flavor	-	-
Colour	-	-

\*A +B+C+D+E+F+G =100%

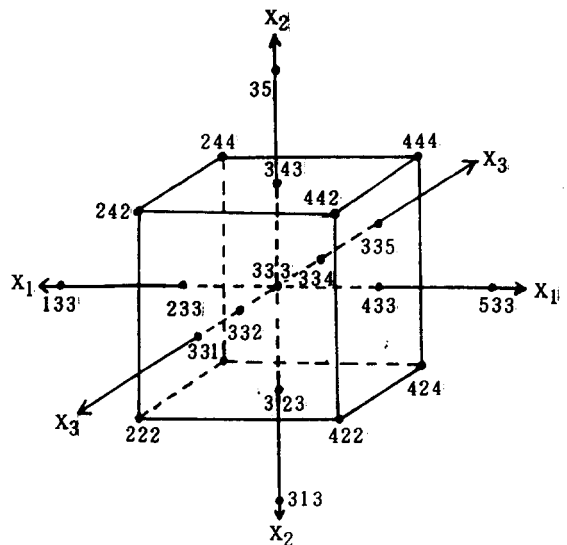


Fig. 1 Illustration of Central Composite Design for 3 factors at 5 levels

Table. 2 Actual value of coded levels of xi ratios

X <sub>i</sub>	± Increment	Coded level X <sub>i</sub>				
		1	2	3 (normal)	4	5
X <sub>1</sub>	0.086	0.790	0.876	0.962	1.048	1.133
X <sub>2</sub>	0.227	0.235	0.452	0.669	0.886	1.103
X <sub>3</sub>	0.205	0.470	0.675	0.880	1.085	1.290
X <sub>4</sub>	0.384	0.922	1.306	1.690	2.074	2.458
X <sub>5</sub>	0.487	1.123	1.610	2.097	2.584	3.071
X <sub>6</sub>	0.500	0.708	1.108	1.708	2.208	2.708

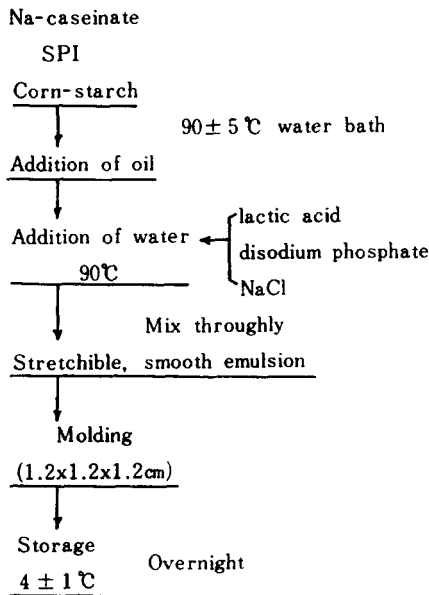


Fig. 2 Manufacturing Process of Experimental Imitation Cheese

여 냉장저장후 실제 시료로서 사용할 때에는 용기에 들어있는 채로 실온에서 1시간 동안 방치한 후 사용하였다.

기계적 측정

Rheometer (Model R-UDJ-DM, I&T Co., LTD, Tokyo)에 직경 5cm의 둥근 adapter를 사용하여 최대 force 6kg, Table speed 10mm/36sec, chart speed 120 mm/min의 조건에서 compression ratio 0.75로 two bite compression을 행하여 얻은 force-distance curve (그림 3)로부터 imitation 치즈의 견고성, 부착성, 탄력성을 측정하였다.<sup>(6,10)</sup>

녹는 성질 측정

유리 두께가 고른 petri dish에 시료를 놓고 뚜껑을 덮은 다음 200 °C oven에서 6분간 두었다가 꺼내어 뚜

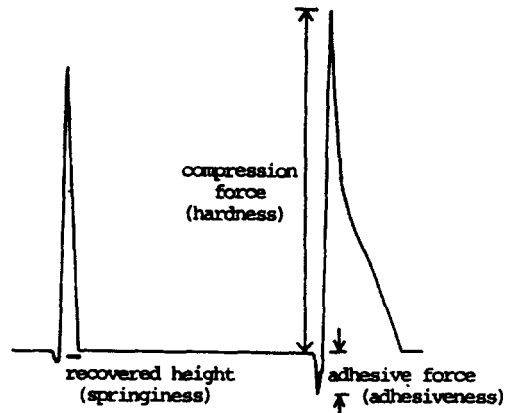


Fig. 3 Textural Profile Analysis for Mechanical Properties of a Typical Rheometer Force-distance Curve

껍을 연 후, 실온(15°C)에서 방냉한 다음 녹아버진 정도를 처음 면적에 대한 비로 구하였다.<sup>(11)</sup>

결과 및 고찰

다중회귀분석

일련의 실험을 4 반복하여 얻은 각각의 data를 IBM 4341 컴퓨터에 SAS program package를 사용하여 최소자승법 (least square method)에 의한 stepwise 방식으로 총 27 step까지 다중회귀분석을 한 결과, 전체 실험에 대한 유의성은 모두 F-값이 0.01% 이내의 높은 유의수준을 보였다.

Data에 대한 모형식의 적합성을 평가할 수 있는 수정다중회귀분수 (adjusted multiple regression coefficient) R<sub>a</sub><sup>2</sup>가 가장 클때는 그림 4와 같다. 최대 R<sub>a</sub><sup>2</sup>이 될때까지 고려된 항들이 실제 imitation 치즈의 조직감 특성에 영향을 미치는 요인으로 간주하여 결과 분석을 하였다.

Table. 3 Partial regression coefficients ( $b_1$ ), and F value of significance for Hardness

	Independent variable $x_i$	$b_1$	F value	Independent variable $x_i$	$b_1$	F value
Intercept :		17.469		$X_1 X_2$	-0.175	9.17**
Linear :	$X_1$	-3.028	23.56**	$X_1 X_4$	-0.117	4.44*
	$X_2$	-4.262	49.09***	$X_1 X_5$	0.096	2.74
	$X_3$	1.159	21.23***	$X_1 X_6$	n. s.	n. s.
	$X_4$	n. s.	n. s.	$X_2 X_3$	-0.102	3.07
	$X_5$	-0.972	10.38**	$X_2 X_4$	n. s.	n. s.
	$X_6$	n. s.	n. s.	$X_2 X_5$	0.065	1.26
Quadratic :	$X_1^2$	0.306	12.34**	$X_2 X_6$	-0.065	2.48
	$X_2^2$	0.303	12.09**	$X_3 X_4$	n. s.	n. s.
	$X_3^2$	n. s.	n. s.	$X_3 X_5$	n. s.	n. s.
	$X_4^2$	-0.077	3.47	$X_3 X_6$	n. s.	n. s.
	$X_5^2$	n. s.	n. s.	$X_4 X_5$	0.198	12.71**
	$X_6^2$	n. s.	n. s.	$X_4 X_6$	0.165	16.29***
Interaction :	$X_1 X_2$	0.307	28.56***	$X_5 X_6$	n. s.	n. s.

\*\*\* $p < 0.1\%$  \*\* $p < 1\%$  \* $p < 5\%$

견고성

표 3은 견고성에 영향을 미친 18개의 독립변수  $X_i$  ratio의 각부분회귀계수  $b_i$ 와 F-value를 나타낸 표로 견고성에는 1차적으로  $X_2$ (대두유 ratio),  $X_3$ (Na-caseinate ratio)가 0.1% 이내의 유의수준으로 높은 상관관계를 나타내었고  $X_1$ (water ratio)과  $X_4$ 는 2차적인 영향도 크게 나타내었다. 교호작용에서는  $X_1$ 과의 교호작용항인  $X_1 X_2$ ,  $X_1 X_3$ ,  $X_1 X_4$ ,  $X_1 X_5$ 항이 모두 상관관계를 나타냈으며 1차적으로 높은 유의수준을 보였던 수분과 대두유의 교호작용항  $X_1 X_2$ 와 옥수수 전분과 젓산과의 교호작용항인  $X_1 X_6$ 도 0.1% 이내의 유의수준을 나타내었다. 이 결과에서 주목할 만한 것은 1차항에서 높은 상관관계를 나타내었던  $X_2$ 와  $X_3$ 와의 교호작용은 아주 낮은 유의수준을 보인데 비해 1차적인 영향이 아

주 낮았던  $X_2 X_3$ ,  $X_2 X_4$ 가 높은 유의수준을 나타낸 것이다. 그림 5-1~5-6은 높은 유의수준을 나타냈던 이들 교호작용항들이 반응 즉 견고성에 대하여 서로 나타내는 경향을 등고선 그림으로 나타낸 것이다. 그림 5-1에서는 수분과 대두유의 수준이 증가함에 따라 견고성은 감소하는 것으로 그 경향은  $X_2$ 수준에 더 의존적으로 극소점을 중심으로 완만한 기울기의 곡선을 나타내고 있다.

이때  $X_1$ ,  $X_2$ 이외의 다른 요인들은 모두 정상수준인 3수준에 있다. 또한 그림 5-2, 5-3의  $X_2 X_3$ ,  $X_2 X_4$ 항의 경우에는 두 그림이 서로 나타내는 주 경향은 비슷한 것으로  $X_2$  즉 분리대두단백의 증가에 따라 견고성도 점차 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 그림 5-4~5-6에서는 모두 비슷한 경향으로  $X_2$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ 의 수준이 높아짐에 따라 견고성도 증가하기는 하지만  $X_1$ 수준 3 이하에서는 특히 수분이 거의 독립적으로 견고성에 영향을 미치고 있음을 관찰할 수 있다.

부착성

표 4에 나타난 바와 같이  $X_2$ (대두유)와  $X_6$ (젓산/인산염)가 1차적으로 1%이내의 유의수준을 나타내었고 2차적인 영향에서는  $X_2$ 와  $X_6$ (옥수수전분)가 5%이내의 상관관계를 보였다. 교호작용 효과에서는  $X_6$ 와의 모든 교호작용항  $X_1 X_6$ ,  $X_2 X_6$ ,  $X_3 X_6$ ,  $X_4 X_6$ 가 대체로 높은 상관관계를 나타낸 것이 특징이며 또한  $X_2 X_3$ 이 0.1%이내의 아주 높은 유의수준을 보였고  $X_2 X_4$ ,  $X_3 X_4$ 항이

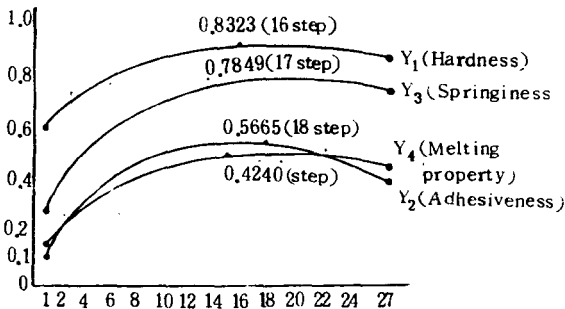
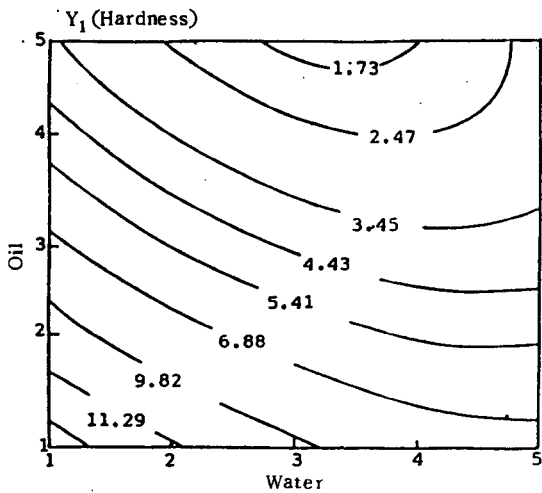
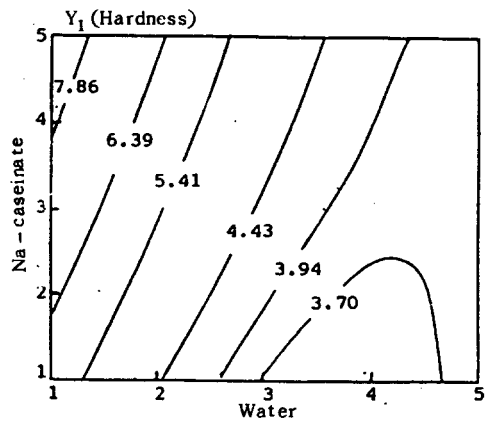


Fig. 4 Changes in Adjusted Multiple Regression Coefficient ( $R^2$ ) of Responses  $Y_1$ (Hardness),  $Y_2$ (Adhesiveness),  $Y_3$ (Springiness), and  $Y_4$ (Melting property)

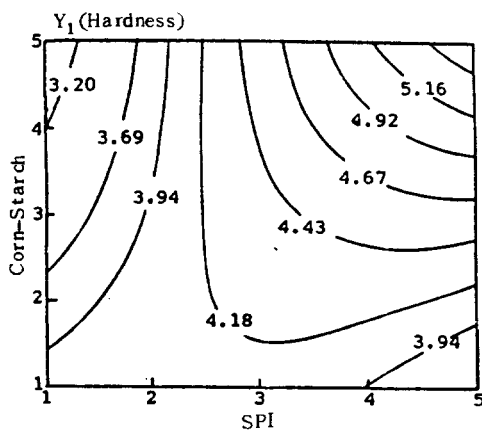
(5-1)



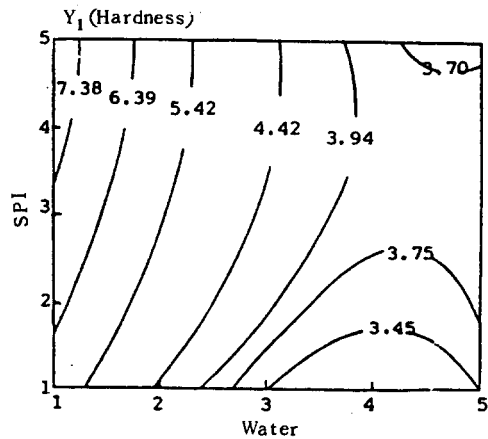
(5-4)



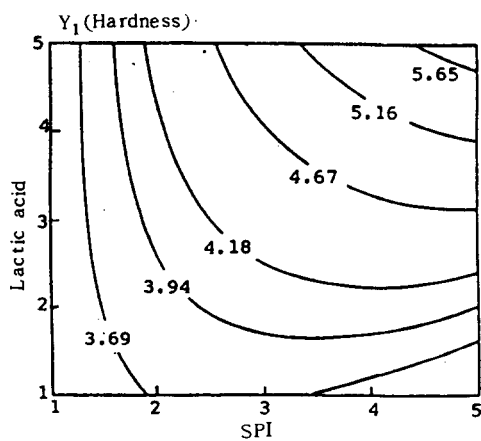
(5-2)



(5-5)



(5-3)



(5-6)

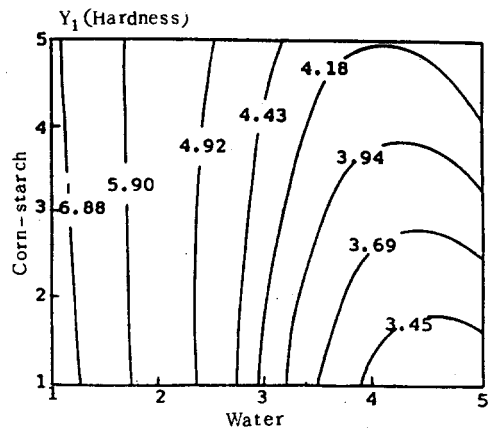
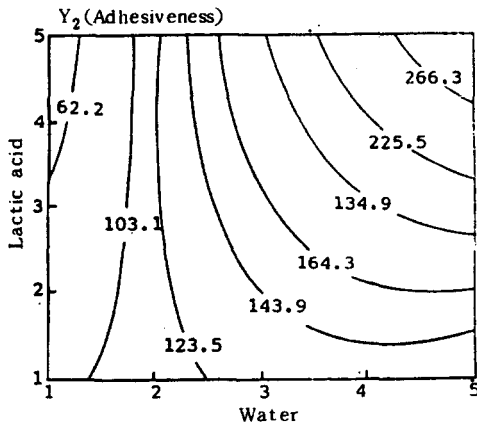


Fig. 5 Contour Diagrams of  $X_1X_2$  (water ratio x oil ratio),  $X_1X_3$  (corn-starch ratio x SPI ratio),  $X_1X_4$  (corn-starch ratio x lactic acid ratio),  $X_1X_5$  (water ratio x Na-caseinate ratio),  $X_1X_6$  (water ratio x SPI ratio),  $X_1X_7$  (water ratio x corn starch ratio) for Hardness

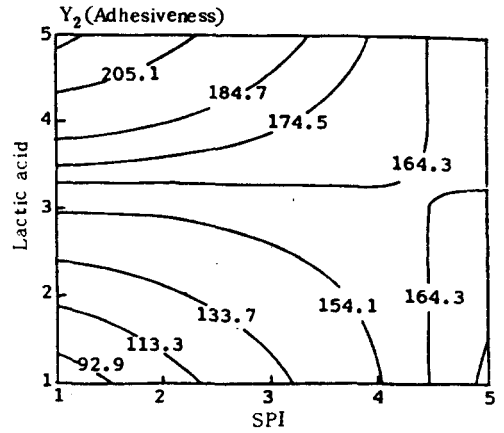
또한 0.1% 이내의 유의수준을 나타내므로 부착성에는  $X_6$ (젓산/인산염 ratio)가 큰 영향을 미치는 중요인자

로 고려되었다. 그림 6-1-6-4는 모두  $X_6$ 와의 교호작용 경향을 나타낸 것으로  $X_1X_6$ ,  $X_2X_6$ 에서는 부착성

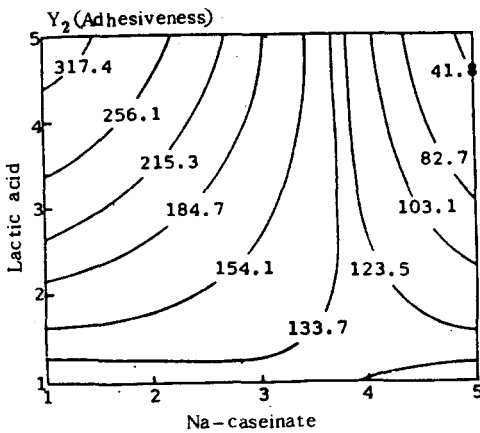
(6-1)



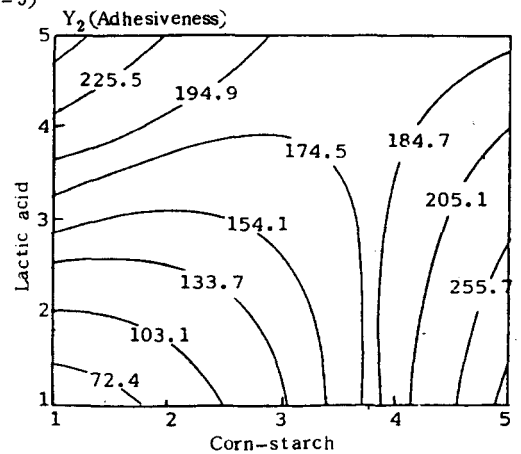
(6-4)



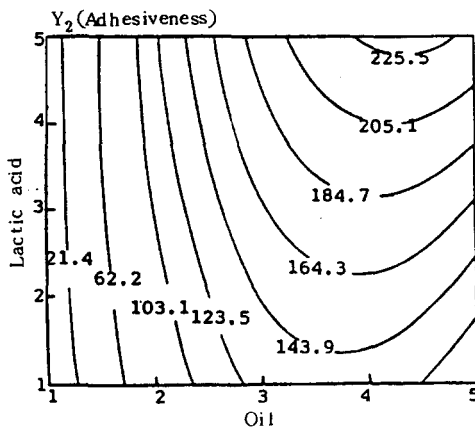
(6-2)



(6-5)



(6-3)



(6-6)

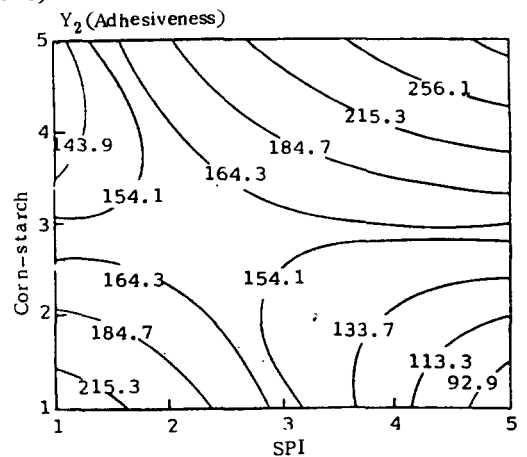


Fig. 6 Contour Diagrams of  $X_1X_6$  (water ratio x lactic acid ratio),  $X_2X_6$  (oil ratio x lactic acid ratio),  $X_3X_6$  (Na-caseinate ratio x lactic acid ratio),  $X_3X_4$  (SPI ratio x lactic acid ratio),  $X_4X_6$  (corn starch ratio x lactic acid ratio),  $X_3X_4$  (SPI ratio x corn starch ratio) for Adhesiveness

이 젖산수준보다는 수분과 대두유의 수준에 의존적인 것을 살펴볼 수 있다. 즉 수분과 대두유의 수준이 증가함에 따라 부착성도 따라서 증가하는데 그 경향은 두 요인의 수준이 3수준 이상일 때에 젖산/인산염비의 수준증가에 따라서도 폭선적으로 부착성이 커지는 것을 알 수 있다. 그러나  $X_2X_4$ ,  $X_4X_6$ 의 등고선 그림에서는  $X_2$  즉 Na-cassinate나  $X_4$ (분리대두단백)보다는  $X_6$ 가 독립적으로 반응에 영향을 미치고 있음을 관찰할 수 있다. 또

한 그림 6-5 및 6-6의  $X_2X_4$ 도  $X_2$ ,  $X_4$ 와의 교호작용 효과와 비슷하나  $X_2X_6$ 와의 교호작용에서는 매우 특이하게 서로의 수준이 함께 낮거나 높을 때에 부착성이 커지는 것으로 보아 서로간의 양보다는 서로의 비가 아주 중요함을 나타내고 있다.

**탄력성**

대개 치즈의 탄력성은 단백질원인 caseinate에 의해

**Table. 4 Partial regression coefficients ( $b_i$ ) and F value of significance for Adhesiveness**

	Independent variable $X_i$	$b_i$	F value	Independent variable $X_i$	$b_i$	F value
Intercept :		-260.121		$X_1 X_2$	n. s.	n. s.
Linear :	$X_1$	n. s.	n. s.	$X_1 X_4$	8.503	2.4
	$X_2$	197.717	9.9**	$X_1 X_5$	n. s.	n. s.
	$X_3$	n. s.	n. s.	$X_1 X_6$	14.894	7.3**
	$X_4$	-83.336	6.7*	$X_2 X_3$	n. s.	n. s.
	$X_5$	n. s.	n. s.	$X_2 X_4$	n. s.	n. s.
	$X_6$	108.849	8.8**	$X_2 X_5$	-13.818	5.8*
Quadratic :	$X_1^2$	-5.577	2.2	$X_2 X_6$	7.300	1.6
	$X_2^2$	-20.140	5.4*	$X_3 X_4$	9.121	4.8*
	$X_3^2$	n. s.	n. s.	$X_3 X_5$	n. s.	n. s.
	$X_4^2$	n. s.	n. s.	$X_3 X_6$	-22.020	n. s.
	$X_5^2$	8.663	3.9*	$X_4 X_5$	22.010	27.7***
	$X_6^2$	n. s.	n. s.	$X_4 X_6$	-10.966	15.8***
Interaction :	$X_1 X_2$	n. s.	n. s.	$X_5 X_6$	-20.162	13.2***

\*\*\* $p < 0.1\%$     \*\* $p < 1\%$     \* $p < 5\%$

**Table. 5 Partial Regression Coefficients ( $b_i$ ) and F value of Significance for Springiness**

	Independent variable $X_i$	$b_i$	F value	Independent variable $X_i$	$b_i$	F value
Intercept :		0.297		$X_1 X_3$	-0.007	8.61**
Linear :	$X_1$	n. s.	n. s.	$X_1 X_4$	-0.004	3.56
	$X_2$	0.092	10.41**	$X_1 X_5$	0.003	2.43
	$X_3$	0.102	55.17***	$X_1 X_6$	n. s.	n. s.
	$X_4$	0.070	5.18*	$X_2 X_3$	-0.007	5.89*
	$X_5$	n. s.	n. s.	$X_2 X_4$	-0.007	5.66*
	$X_6$	-0.096	66.05***	$X_2 X_5$	0.003	1.28
Quadratic :	$X_1^2$	n. s.	n. s.	$X_2 X_6$	n. s.	n. s.
	$X_2^2$	0.02	8.37**	$X_3 X_4$	-0.003	1.05
	$X_3^2$	n. s.	n. s.	$X_3 X_5$	n. s.	n. s.
	$X_4^2$	-0.004	1.08	$X_3 X_6$	n. s.	n. s.
	$X_5^2$	-0.005	4.44*	$X_4 X_5$	-0.002	3.78
	$X_6^2$	n. s.	n. s.	$X_4 X_6$	-0.012	16.29***
Interaction :	$X_1 X_2$	n. s.	n. s.	$X_5 X_6$	0.013	24.73***

\*\*\* $p < 0.1\%$     \*\* $p < 1\%$     \* $p < 5\%$

서 주로 영향을 받는 것으로 알려져 있다.<sup>14)</sup> 본실험에서는 표5와 그림7-1~7-3에서 나타난 바와 같이  $X_2$ (Na-caseinate)와  $X_6$ (젖산/인산염)가 1차적인 영향을 크게 미치는 것으로 나타났고 2차적인 영향은  $X_3$ (대두유)와  $X_4$ (옥수수전분)가 교호작용항에서는  $X_1X_3$ ,  $X_1X_4$ ,  $X_2X_3$ 가 높은 유의수준을 나타내었다. 그림 7-1에서  $X_1X_3$ 가 탄력성에 대하여 미치는 경향은 매우 직선적인 것으로 수분의 수준이 감소하고 Na-caseinate의 수준이 증가할때에 탄력성은 점차 증가하는 경향을 보이고 있다. 또한  $X_2X_3$ ,  $X_2X_4$ 가 나타내는 탄력성의 정도는 비슷한 것으로  $X_6$ 의 수준이 증가함에 따라 부착성이 증가했던 경향과는 달리 탄력성은 감소하는 것으로 나타났다.

녹는 성질

엄밀히 구분하면 치즈의 녹는 성질은 조직감 특성과는 좀 다른 성질이나 식품으로써 치즈가 여러가지 요리에 이용될때에 매우 중요하고 치즈의 물리적인 성질에서도 반드시 고려해야 할 특성이다. 이미 여러 연구자들에<sup>11, 12, 13)</sup> 의해서 많이 시도되었으나 치즈의 녹는 성질에 대한 측정방법이 아직 확립되지는 않았다.

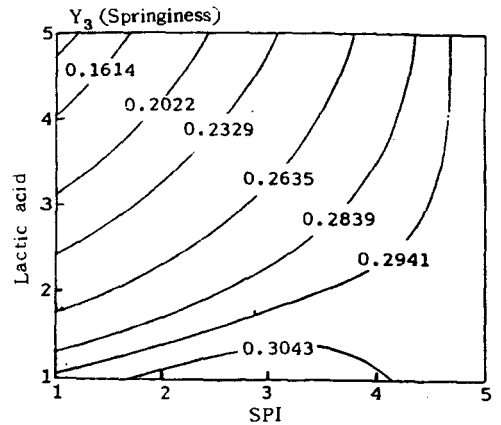
Oven에서 녹는 과정을 관찰한 결과 imitation 치즈는 다소 부분다음 퍼지는 경향을 보였다. 표6에서는 전체적으로  $X_6$ (젖산/인산염)가 매우 높은 1차적 유의수준을 보이며 교호작용 항에서는 거의 모든 항들이 상관관계를 보인 것이 특징이다. 또한  $X_2X_3$  즉 Na-caseinate와 젖산과의 교호작용항이 F-value 28.07로 0.1% 이내의 유의수준을 보이므로 녹는 성질은  $X_2$ 와  $X_3$  두 요인에 의하여 큰 영향을 받고 있음을 관찰할 수 있다.<sup>(11, 12, 13)</sup>

또한 분리대두단백과의 교호작용항  $X_1X_4$ ,  $X_2X_4$ 만이 상관관계가 없음이 주목할 만하다. 그림 8-1~8-4에서  $X_1X_3$ ,  $X_2X_3$ 의 등고선 그림은 Na-caseinate의 수준이 증가함에 따라 녹는 성질이 매우 커지는 것이 특징이다. 또한 녹는 성질에 상관관계를 보이지 않았던  $X_4$ (분리대두단백)과의 교호작용 경향을 관찰해 보면  $X_1X_4$ ,  $X_2X_4$  모두 분리대두단백의 수준에 영향을 받지 않고  $X_3$ (대두유)와  $X_6$ (젖산/인산염)가 거의 독립적으로 작용하고 있음을 살펴볼 수 있다.

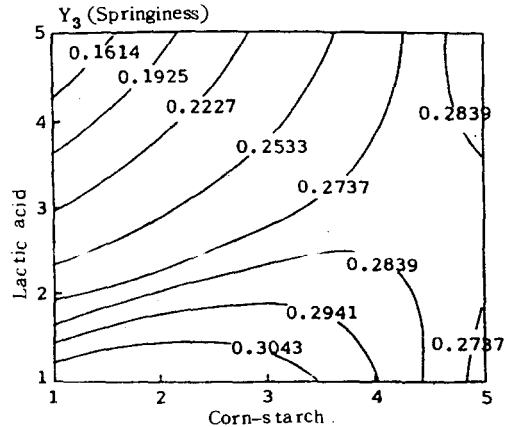
요 약

수분, 대두유, Na-caseinate, 분리대두단백, 옥수수전분, 젖산 및 disodium phosphate를 주 원료로 하여 imitation 치즈의 조직감 특성-견고성, 부착성, 탄력성 및 녹는 성질-을 반응표면분석을 통하여 살펴본 결과 imitation 치즈의 조직감에는 각 원료가 1차적 영향뿐 아

(7-2)



(7-3)



(7-1)

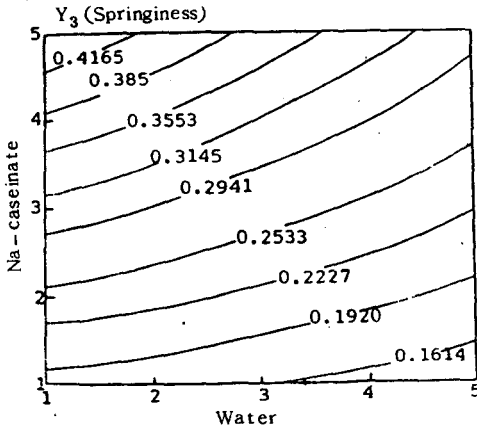


Fig. 7 Contour Diagrams of  $X_1X_3$  (water ratio x Na-caseinate ratio),  $X_4X_6$  (SPI ratio x lactic acid ratio),  $X_3X_4$  (corn-starch ratio x lactic acid ratio) for springiness

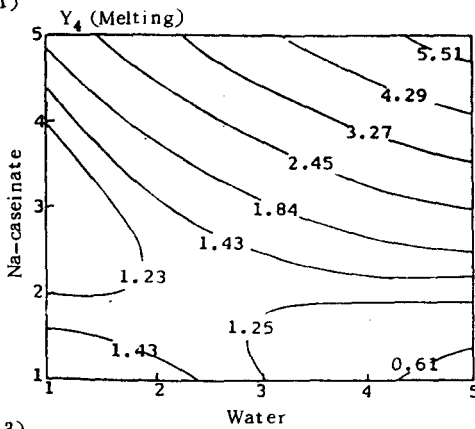


Table. 6 Partial regression coefficients ( $b_i$ ) and F value of significance for Melting property

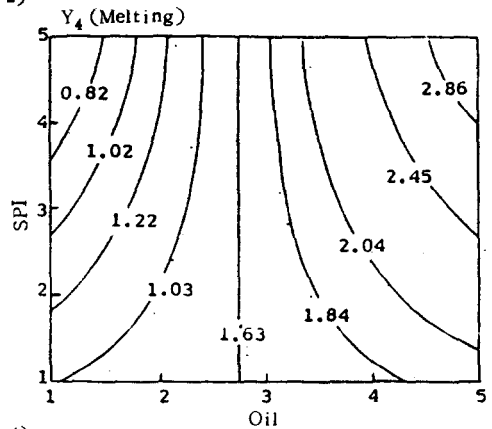
	Independent variable $X_i$	$b_i$	F value	Independent variable $X_i$	$b_i$	F value
Intercept :		0.899		$X_1 X_2$	0.343	8.65**
Linear :	$X_1$	-1.082	2.46	$X_1 X_4$	n. s.	n. s.
	$X_2$	-1.708	5.09*	$X_1 X_5$	0.151	2.12
	$X_3$	-1.304	1.08	$X_1 X_6$	-0.401	7.79**
	$X_4$	n. s.	n. s.	$X_2 X_3$	0.328	7.92**
	$X_5$	n. s.	n. s.	$X_2 X_4$	0.137	2.12
	$X_6$	3.659	23.37***	$X_2 X_5$	0.211	4.15*
Quadratic :	$X_1^2$	n. s.	n. s.	$X_2 X_6$	-0.362	9.64**
	$X_2^2$	n. s.	n. s.	$X_3 X_4$	n. s.	n. s.
	$X_3^2$	0.228	1.71	$X_3 X_5$	0.161	2.41
	$X_4^2$	n. s.	n. s.	$X_3 X_6$	-0.618	28.07***
	$X_5^2$	n. s.	n. s.	$X_4 X_5$	-0.230	6.67*
	$X_6^2$	n. s.	n. s.	$X_4 X_6$	0.105	1.25
Interaction :	$X_1 X_2$	0.390	11.15**	$X_5 X_6$	-0.256	3.94*

\*\*\*p<0.1%    \*\*p<1%    \*p<5%

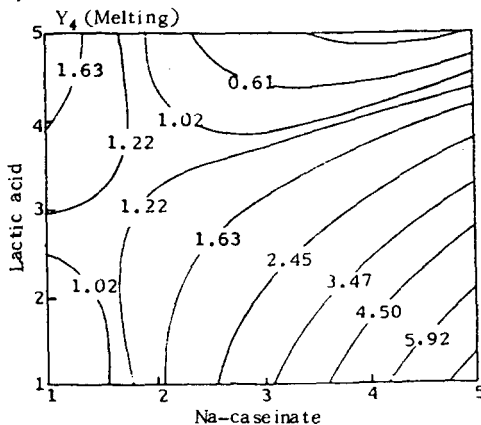
(8-1)



(8-2)



(8-3)



(8-4)

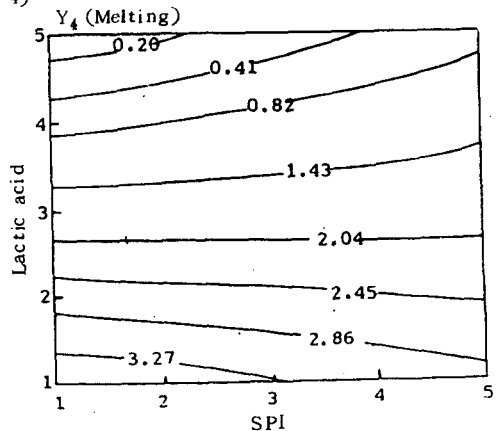


Fig. 8 Contour Diagrams of  $X_1 X_2$  (water ratio x Na-caseinate ratio),  $X_2 X_3$  (Na-caseinate ratio x lactic acid ratio),  $X_2 X_4$  (oil ratio x SPI ratio),  $X_3 X_4$  (SPI ratio x lactic acid ratio) for Melting Property

니라 2차적인 영향과 원료 서로간의 교호작용의 영향도 매우 큰 것으로 관찰되었다. 특히 전고성에는 대두유와 Na-caseinate가 1차적으로 큰 영향을 미쳤고 수분과 대두유, 옥수수 전분과 젖산/인산염과의 교호작용 영향도 컸으며 부착성과 탄력성에는 젖산/인산염과 Na-seinate가 큰 영향을 미쳤으며 녹는성질에서도 Na-caseinate와 젖산과의 모든 교호작용항이 높은 유의수준을 보이므로 전체적으로 imitation치즈의 조직감 특성에는 Na-caseinate와 젖산/인산염의 영향이 매우 큰 것으로 나타났다. 또한 반응표면방법을 이용하므로 6가지 원료가 조직감 특성에 미치는 영향을 수학적으로 간단히 살펴볼 수 있었으며 동시에 등고선 그림을 통하여 각 조직감 특성에 두가지 원료가 서로 미치는 경향을 쉽게 관찰할 수 있었다.

## 문 헌

1. Bell, R. J. : *U. S. Patent*, 3, 922, 374 (1975)
2. Kasik, R. L. and Laksas, R. J. : *U. S. Patent*, 3, 579, 356 (1971)
3. Kasik, R. L. and Peterson, M. A. : *U. S. Patent* 3, 917, 854 (1975)
4. Seden, P. : *U. S. Patent*, 3, 806, 606 (1974)
5. Wynn, J. D., Denton, G. T., Bell, R. J., Vermon, H. R. and Custer, L. R. : *U. S. Patent*, 4, 104, 413 (1978)
6. Lee, C. H., Imoto, M. and Rha, C. K. : *J. Food Sci.*, 43 : 1600 (1978)
7. Vermon, H. R. : *Food Product Development.*, 6 (5), 22 (1972)
8. Henika, R. G. : *Cereal Science Today.*, 17(10), 309 (1972)
9. 백운봉 : 실험계획법, 박영사(1981)
10. 이철호, 이진근, 채수규, 박봉상 : 식품공업품질관리론, 유림문화사(1982)
11. Olson, N. F. and Price, W. V. : *J. Dairy Sci.*, 41: 999 (1958)
12. Arnott, D. R., Morris, H. A. and Combs, W. B. : *J. Dairy Sci.*, 40 : 957 (1957)
13. Park, J., Rosenau, J. R. and Peleg, M. : *J. Food Sci.*, 49 : 1158 (1984)
14. Chen, S. L., Wan, P. J., Lusao, E. W. and Rhee, K. C. : *J. Food Tech.*, 33 (7), 88 (1979)
15. Lazarids, H. N. and Rosenau, J. R. : *J. Food Sci.*, 45 : 595 (1980)

(1985년 7월 1일 접수)