

압착시험 조건이 게맛살의 조직감 지표에 미치는 영향

최원석 · 이철호

고려대학교 생명공학원 식품가공핵심기술연구센터

Effect of Compression Test Conditions on the Textural Parameters of Imitation Crab-leg Product

Won-Seok Choi and Cherl-Ho Lee

Center for Advanced Food Science and Technology (CAFST)
Graduate School of Biotechnology, Korea University

Abstract

The optimum conditions for the measurement of texture profile of imitation crab-leg products were investigated by different conditions using Texture Analyser and the date were compared to those of sensory evaluations. The textural characteristics of surimi gels were compared with those of imitation crab-leg products. The TPA values of 5 different kinds of commercial imitation crab-leg product and 2 kinds of surimi gel products purchased in a market in Seoul were measured. In surimi gels, instrumental hardness and cohesiveness were higher than those of imitation crab-leg products, especially chewiness and gumminess were significantly higher than those of imitation crab-leg products. In imitation crab-leg products, hardness and cohesiveness increased and springiness decreased as the probe diameter increased from 12.5 mm to 24.6 mm. In the different compression ratio (60, 70, 80%), hardness increased and cohesiveness and springiness decreased as the compression ratio increased. The chewiness, gumminess, cohesiveness and hardness increased slightly as the cross-head speed increased from 0.8 to 2.4 mm/sec. Significant correlations between mechanical and sensory values were observed in gumminess, chewiness, cohesiveness and hardness. The optimum conditions for the TPA measurement of imitation crab-leg products were a cross-head speed of 2.4 mm/sec and 60% compression ratio with a flat probe having twice of the sample diameter (24.6 mm).

Key word: surimi gel, imitation crab-leg product, T.P.A. conditions

서 론

고기풀(Surimi)은 어류 근섬유단백질의 동결농축물이다. 이들은 훌륭한 단백질원이며 또한 독특한 gel화 특성과 수분함유 능력을 갖고있기에 어묵이나 게맛살 등의 제품으로 식품산업에 널리 이용되고 있다⁽¹⁾. 어묵이나 게맛살은 고기풀에 2~3%의 식염을 첨가하여 염용성 단백질이 형성되도록 한 후 80~90°C에서 가열하여 특징적인 단백질 젤을 형성케 한다. 이와같은 고기풀의 구조적 변화는 점성상태에서 탄성의 젤화상태로의 변환을 의미하며 형성된 내부응력 및 탄성률은 gel 강도변화의 척도로 사용된다^(2,3).

식품의 물성에 대한 연구는 최근 측정기기의 발달로

활발하여 졌는데 Szczesniak은 조직감의 특성을 역학적, 기하학적 특성과 기타 특성으로 분류하여 각 특성별로 용어를 정의 하였으며, General Foods Texturometer로 측정된 물성과 기호성과의 상관관계를 구하여 Texture Profile Analysis (TPA)방법의 타당성을 입증하였다⁽⁴⁾. 고기풀이나 어묵에 대한 실험방법은 침투(penetration)실험이 간편함과 전통적으로 사용되어왔다는 점에서 현재 산업적으로 이용되고 있지만, 이 방법은 국부적인 비균질성(local heterogeneity)에 민감한 단점을 가지고 있다.

한편 기계적인 TPA 측정방법은, 첫째 다양한 식품의 조직감 측정에 널리 사용되는 방법이며, 또한 관능적 조직감 특성값들과 매우 높은 상관관계를 보여주고, 둘째 위에 언급한 침투실험의 단점에 반하여 재료에 대한 전체적인 반응에 보다 정확한 정의를 제공하여 gel물질의 결합력이나 응집성을 측정하는 데 좋은

Corresponding author: Cherl-Ho Lee, Center for Advanced Food Science and Technology (CAFST), Graduate School of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

장점을 가지고 있다⁽⁵⁾.

Kim 등⁽⁶⁾은 전분이 고기풀 gel의 조직감 특성에 미치는 영향을 인장력이나 압착력의 변화를 이용하여 조사하였으며, Chung 등⁽⁷⁾과 Burgarella 등⁽⁸⁾은 난백, 유장등의 단백질이 고기풀 gel의 조직감 특성에 미치는 영향을 인장시험이나 압착시험 및 침투시험(penetration test)으로 측정하였다. Lee 등⁽⁹⁾은 sodium ascorbate가 고기풀 gel 형성에 미치는 영향에 대하여, Chung 등⁽¹⁰⁾은 단백질 첨가물들의 분산형태가 고기풀 조직감에 미치는 영향에 대하여 각각 압착시험 및 침투시험으로 비교 연구하였다. 또한 Babbit 등⁽¹¹⁾은 제조방법이 고기풀 gel 특성에 미치는 영향을 침투시험 및 뒤틀림시험(torsion test) 방법을 이용하여 연구하는등 고기풀 gel의 물리적 성질변화에 대한 연구들이 많이 보고되고 있으나, 이런 gel 강도변화를 측정하는 기계적 TPA 측정의 조건과 관능검사와의 비교연구는 아직 국내에서 이루어진 바가 없는 실정이다.

따라서 본 실험에서는 게맛살의 조직감특성을 나타내는 관능적표현을 정량적으로 나타내기 위한 기계적 측정방법을 찾고자, Texture Analyser를 이용하여 기계적 측정조건을 달리하면서 물성값들을 조사하였으며, 부수적으로 어묵과의 조직감 차이도 알아보고자 하였다. 또한 관능적 검사를 실시하여 Texture Analyser 측정결과와 관능검사결과의 상관관계를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료는 국내에서 제조판매되고 있는 5종류의 게맛살(imitation crab-leg product)을 서울시내 백화점에서 구입하여 사용하였으며, 2종류의 시판 어묵(surimi gel)을 비교시료로 사용하였다. 시료간 제조년월일의 차이는 ± 2 일 이하의 것을 사용하였다.

조직감 측정

조직감측정시료는 원래의 포장상태로 $4 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 냉장고에 보관하였으며, 내부직경 12.4 mm의 steel bore로 잘라낸 원주형 시료를 균일한 높이(1.0 ± 0.1 cm)로 잘라 냉장고에서 꺼낸후 5분 이내에 Texture Analyser (TX-XT2, England)로 측정하였다. 탐침(probe)은 합성재질(lucite)의 평판 원형탐침을 사용하였으며 시료를 2회 반복으로 압착하였다. 이때 얻어지는 힘-거리 곡선을 통해 조직감 면모 분석(T.P.A., texture profile analysis)을 하였다. Bourne^(12,13)의 식에 따라 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness)과 껌성(gumminess),

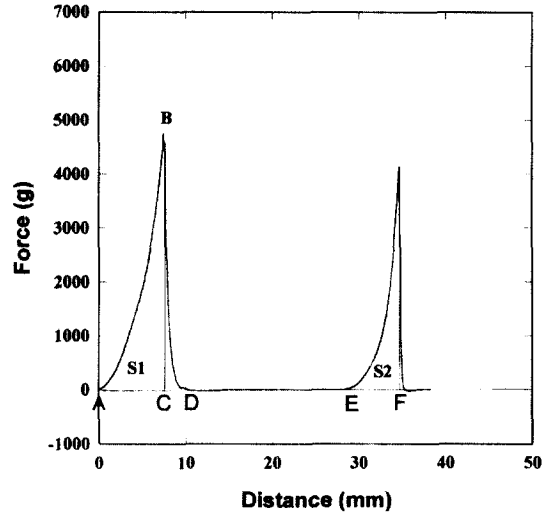


Fig. 1. Typical force-distance curve of an imitation crab-leg product in T.P.A. test.

씹힘성(chewiness)을 측정하였다. Fig. 1은 게맛살의 대표적인 힘-거리곡선이다. 경도는 첫번째 압착곡선의 최고높이(B), 응집성은 면적 S2와 S1의 비율[S2/S1]로 표시하고, 탄력성은 두번째 압착곡선에서 시작하여 최고높이에 도달하는데 걸리는 시간(E~F)과 첫번째 압착곡선에서 시작하여 최고높이에 도달하는데 걸리는 시간(A~C)의 비율[(E~F)/(A~C)]로 표시하였으며 껌성은 [경도 \times 응집성]으로, 씹힘성은 [껌성 \times 탄성]으로 나타냈다.

실험은 지름이 다른 2가지의 탐침(직경 12.5 mm, 24.6 mm)과 3가지 압착율(compression ratio)(60, 70, 80%)조건을 2가지 변형속도(cross-head speed)(0.8 mm/sec, 2.4 mm/sec)에서 각각 실시하였으며, 4회이상 반복실험하였다^(14,15).

관능검사

관능검사에 경험과 흥미가 있는 식품공학과 대학원생 12명을 선정하여, 훈련을 실시한 후 묘사분석방법의 panel로 사용하였다. 경도, 응집성, 탄력성, 껌성, 씹힘성의 5문항에 대해 직선 척도법으로 최저 1점에서 최고 9점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 나타내어 평가하도록 하였다⁽¹⁶⁾.

통계분석

기계적측정의 결과와 관능검사의 결과들은 Duncan의 다범위검정을 통하여 분산분석을 실시 하였으며, 여러 조건에서의 기계적 측정치와 관능검사 점수와의

상관계수를 평가하기 위해서 1차회귀분석이 사용되었다. 이상의 모든 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램으로 처리하였다^(17,18).

결과 및 고찰

압착시험 조건의 영향

두가지 변형속도에서 탐침의 직경과 압착율을 달리 하여 측정된 계맛살과 어묵의 조직감 측정치를 변형속도 0.8 mm/sec의 경우는 Table 1에, 변형속도 2.4 mm/sec의 경우는 Table 2에 각각 나타내었다. 이들 결과를 비교 분석하면 아래와 같다.

평판 탐침의 직경에 대한 영향: 계맛살의 경우 경도는 탐침의 직경이 12.5 mm에서 24.6 mm로 약 2배 증가함에 비례하여 증가하는 경향을 뚜렷이 보였다. TPA에서 경도는 압착력의 크기로 나타나며 압착력(F)은 시료압착면의 면적(A)에 비례한다($F \propto A$). 시료의 직경은 동일한 12.4 mm이므로 12.5 mm 탐침의 경우 포아송율(Poisson's ratio)⁽¹⁹⁾이 감소하면서 탐침이 시료전체를 압착하지 못하는 반면에 24.6 mm 탐침의 경우는 시료전체를 압착하게 된다. 이러한 이유로 12.5 mm 탐침으로 측정된 경도값들이 24.6 mm 탐침의 경우 보다 작게 나타난 것으로 생각된다. 응집성의 경우에도 탐침의 단면적이 시료의 최초 단면적과 비슷한 경우 충분히 넓은 탐침의 경우 보다 작게 나타남을 알 수 있었다. 그러나 탄력성의 경우는 오히려 탐침의 직경이 작은 경우 높은 값을 나타내는 경향을 보였다. 탐침에 의해서 시료전체가 눌리지 않았으므로 나타나는 현상이라고 판단된다.

이러한 현상은 변형속도가 높을수록 압착율이 커질수록 뚜렷이 나타났다. 껌성은 경도와 응집성에 의해서 결정되는 값이므로 이들과 비슷한 경향을 나타내었다. 탄력성의 영향을 받는 씹힘성은 경도와 응집성의 변화가 워낙 크므로 탐침의 직경이 큰 경우 씹힘성이 높아지는 경향을 뚜렷이 나타내었다.

어묵의 경우에는 대체로 계맛살과 같은 경향을 보였으나 탐침의 직경에 따른 탄력성의 변화가 크게 나타나지 않았다. 이것은 계맛살과 어묵의 조직형성 구조의 차이에서 기인하는 것이라고 판단된다. 계맛살은 조직의 결이 비교적 뚜렷이 형성된 것이나 어묵은 균일한 하나의 덩어리로 조직이 형성된 차이가 여기에서 나타나고 있다.

압착율(compression ratio) 및 변형속도(cross-head speed)의 영향: 맛살의 경우 압착율이 60%에서 80%로 증가할때 경도는 증가한 반면 응집성과 탄력성은 감

소하였다.

Calzada and Peleg는⁽²⁰⁾ 큰 압착변형과정에는 1) 전체적인 강도를 감소시키는 구조성분들의 붕괴작용, 2) 구조의 조밀화를 만들어 전체적인 강도를 증가시키는 고유성분 및 붕괴된 성분들의 치밀화작용, 즉 2가지 길항적인 기작이 참여한다고 하였다. 따라서 압착율을 증가시킬 경우 치밀화작용으로 인해 경도는 증가하며, 붕괴작용으로 인해 응집성과 탄력성은 감소하는 것으로 생각된다.

껌성과 씹힘성은 경도에 주로 영향을 받으므로 경도와 비슷한 경향을 나타내었다.

어묵의 경우에서도 압착율이 60%에서 80%로 증가할때 경도는 증가한 반면 응집성과 탄력성은 감소하였다. Konstance의 실험⁽⁶⁾에서도 동일한 결과를 보여 주었으며, 또한 그는 어묵의 경우 60%미만의 압착율에서는 완전히 압축되지 않는다고(incompressible)고 보고하였다.

계맛살과 비교시 어묵에서는 압착율이 증가함에 따라 경도의 증가율이 두드러졌으며 탄력성의 감소율은 그리 크지 않았다. 이 또한 탐침직경에 대한 영향에서 언급했듯이 어묵이 하나의 조직으로 형성되었기에 압착율이 증가함에 따라 계맛살의 경우와 비교하여 상대적으로 치밀화작용이 붕괴작용보다 큰 역할을 하였기 때문인 것으로 생각된다. 한편 맛살의 경우 압착율 80%에서 두드러진 조직감 변수 변화의 증가를 보였는데 이는 80% 미만의 압착율에서는 압착시

붕괴작용 > 치밀화작용

인 반면에 80% 이상의 압착율에서는 압착시

붕괴작용 < 치밀화작용

때문이 아닌가 생각된다.

한편 변형속도를 0.8에서 2.4 mm/sec로 증가시키면 따라 계맛살과 어묵 모두 탄력성을 제외한 씹힘성, 껌성, 응집성 및 경도가 약간 증가하는 경향을 나타내었다.

계맛살과 어묵간의 조직감 차이

일반적인 어묵(조성: 어육 ~68%, 전분 ~16%, 기타) 가공공정은 ①어체를 처리하여 어육을 채취한 후 ②어육에 식염을 가한 후 고기갈이하여 고기풀을 만든 다음 ③성형기로 일정한 모양으로 성형한 이후 ④조직화공정을 거치지 않고 가열하여 gel화 시킨다.

반면에 맛살(조성: 어육 ~74%, 난백 ~14%, 전분 ~4%, 식염 ~2%, 기타)제조공정은 ②번까지는 어묵공정

Table 1. Textural parameters of surimi gels and imitation crab-leg products measured by Texture Analyser with various compression ratios and probe sizes at cross-head speed 0.8 mm/sec

TPA parameter	compression ratio (%)	imitation crab-leg products												surimi gels														
		average						φ12.5 ^{b)}						average						φ24.6								
		A ³⁾	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	φ12.5	φ24.6	F	G	F	G	F	G	φ24.6			
hardness (kg)	60	1.11±0.24 ¹⁾	1.52±0.44	1.03	0.77	1.11	1.22	1.43	1.36	0.91	1.52	1.73	2.09	2.06±0.32	2.90±0.46	1.83	2.28	2.57	3.22									
	70	1.32±0.42	2.25±0.68	1.06	0.85	1.23	1.35	2.09	1.66	1.57	2.41	2.38	3.24	3.17±0.28	5.02±1.03	2.97	3.37	4.29	5.75									
	80	1.76±0.45	4.93±0.77	1.86	1.35	1.58	1.53	2.50	4.24	4.07	5.45	5.01	5.86	5.24±0.04	10.6±1.72	5.27	5.21	9.40	11.83									
cohesiveness	60	0.33±0.06	0.38±0.07	0.36	0.24	0.39	0.31	0.36	0.36	0.24	0.39	0.31	0.36	0.63±0.16	0.63±0.17	0.51	0.74	0.51	0.75									
	70	0.27±0.08	0.34±0.08	0.26	0.18	0.29	0.24	0.36	0.26	0.18	0.29	0.24	0.36	0.59±0.19	0.61±0.16	0.45	0.72	0.50	0.72									
	80	0.20±0.03	0.32±0.06	0.19	0.16	0.19	0.20	0.25	0.19	0.16	0.19	0.20	0.25	0.48±0.07	0.53±0.16	0.43	0.53	0.41	0.64									
springiness	60	0.79±0.02	0.73±0.07	0.78	0.76	0.79	0.81	0.82	0.78	0.76	0.79	0.81	0.82	0.91±0.03	0.90±0.00	0.89	0.93	0.90	0.90									
	70	0.75±0.07	0.69±0.09	0.69	0.67	0.79	0.79	0.82	0.69	0.67	0.79	0.79	0.82	0.90±0.02	0.86±0.00	0.88	0.91	0.86	0.86									
	80	0.68±0.14	0.59±0.07	0.63	0.47	0.81	0.75	0.76	0.63	0.47	0.81	0.75	0.76	0.86±0.01	0.82±0.01	0.85	0.86	0.81	0.83									
gumminess (kg)	60	0.38±0.13	0.60±0.25	0.37	0.18	0.43	0.38	0.55	0.37	0.18	0.43	0.38	0.55	1.32±0.54	1.87±0.78	0.93	1.70	1.31	2.42									
	70	0.37±0.22	0.80±0.41	0.28	0.16	0.36	0.32	0.75	0.28	0.16	0.36	0.32	0.75	1.89±0.76	3.16±1.34	1.35	2.43	2.21	4.11									
	80	0.35±0.17	1.60±0.55	0.31	0.21	0.29	0.30	0.64	0.31	0.21	0.29	0.30	0.64	2.48±0.30	5.77±2.62	2.27	2.69	3.92	7.62									
chewiness (kg)	60	0.31±0.11	0.45±0.21	0.28	0.14	0.35	0.31	0.45	0.28	0.14	0.35	0.31	0.45	1.21±0.52	1.68±0.70	0.84	1.57	1.18	2.17									
	70	0.29±0.19	0.58±0.33	0.19	0.10	0.28	0.25	0.61	0.19	0.10	0.28	0.25	0.61	1.70±0.71	2.68±1.23	1.19	2.20	1.81	3.55									
	80	0.25±0.15	0.97±0.44	0.19	0.09	0.24	0.23	0.49	0.19	0.09	0.24	0.23	0.49	2.13±0.26	4.76±2.26	1.94	2.31	3.16	6.36									

¹⁾Values are means ± standard deviation of each sample.

²⁾Identification of the manufacturer of the samples.

³⁾Probe diameter (mm).

Table 2. Textural parameters of surimi gels and imitation crab-leg products measured by Texture Analyser with various compression ratios and probe sizes at cross-head speed 2.4 mm/sec

TPA parameter	compression ratio (%)	imitation crab-leg products										surimi gels											
		average		φ12.5 ³⁾		φ24.6		A ²⁾		B		C		D		E		average		φ12.5		φ24.6	
		φ12.5 ³⁾	φ24.6	A ²⁾	B	C	D	E	A	B	C	D	E	average	φ12.5	φ24.6	F	G	F	G	F	G	
hardness (kg)	60	1.26±0.18	1.85±0.29	1.24	1.08	1.28	1.56	1.16	2.17	1.40	1.82	1.87	2.00	2.24±0.29	3.19±0.48	2.03	2.44	2.85	3.53				
	70	1.50±0.27	2.89±0.31	1.45	1.14	1.86	1.42	1.64	2.92	2.36	3.07	2.99	3.11	3.55±0.39	5.55±1.22	3.27	3.82	4.69	6.41				
	80	1.83±0.37	4.98±0.72	1.72	1.37	2.05	1.66	2.34	4.42	4.46	6.17	5.09	4.75	5.45±0.78	11.01±1.71	4.89	6.00	9.80	12.22				
cohesiveness	60	0.40±0.04	0.43±0.04	0.46	0.39	0.42	0.40	0.35	0.47	0.40	0.45	0.38	0.43	0.66±0.16	1.08±0.45	0.55	0.77	1.40	0.76				
	70	0.30±0.06	0.37±0.02	0.35	0.23	0.36	0.25	0.32	0.36	0.36	0.40	0.35	0.38	0.60±0.14	0.63±0.13	0.50	0.70	0.53	0.72				
	80	0.22±0.05	0.33±0.04	0.17	0.17	0.26	0.22	0.28	0.29	0.32	0.39	0.31	0.32	0.41±0.21	0.57±0.14	0.26	0.55	0.47	0.67				
springiness	60	0.79±0.04	0.80±0.05	0.78	0.73	0.82	0.82	0.80	0.82	0.82	0.83	0.78	0.83	0.96±0.06	0.90±0.01	0.91	1.00	0.89	0.91				
	70	0.79±0.04	0.77±0.07	0.77	0.72	0.83	0.80	0.82	0.84	0.67	0.76	0.75	0.82	0.92±0.04	0.87±0.02	0.89	0.95	0.85	0.88				
	80	0.76±0.05	0.63±0.04	0.72	0.71	0.81	0.83	0.75	0.60	0.62	0.62	0.70	0.59	0.89±0.05	0.83±0.03	0.85	0.92	0.81	0.85				
gumminess (kg)	60	0.51±0.09	0.77±0.17	0.57	0.42	0.53	0.62	0.43	1.02	0.56	0.81	0.72	0.72	1.50±0.52	2.12±0.78	1.13	1.87	1.57	2.67				
	70	0.47±0.16	1.08±0.15	0.50	0.27	0.68	0.36	0.53	1.06	0.84	1.21	1.10	1.18	2.15±0.74	3.55±1.51	1.62	2.67	2.48	4.62				
	80	0.43±0.18	1.64±0.42	0.30	0.24	0.58	0.36	0.66	1.28	1.44	2.37	1.59	1.54	2.32±1.41	6.45±2.55	1.32	3.31	4.64	8.25				
chewiness (kg)	60	0.41±0.09	0.63±0.16	0.45	0.30	0.43	0.51	0.34	0.83	0.40	0.67	0.56	0.71	1.46±0.60	1.92±0.74	1.03	1.88	1.40	2.44				
	70	0.37±0.15	0.83±0.16	0.38	0.19	0.56	0.26	0.44	0.89	0.56	0.93	0.82	0.97	1.99±0.78	3.09±1.39	1.44	2.54	2.10	4.07				
	80	0.33±0.15	1.04±0.26	0.22	0.17	0.46	0.30	0.50	0.79	0.89	1.46	1.10	0.97	2.08±1.38	5.39±2.34	1.10	3.05	3.74	7.03				

¹⁾Values are means ± standard deviation of each sample.

²⁾Identification of the manufacturer of the samples.

³⁾Probe diameter (mm).

과 유사하며, 그 후 ③ 고기풀로 얇은 판(sheet)을 만들고 ④가열하여 gel화 시킨후 ⑤cutter로 원하는 깊이만큼 틈새를 주어 길고 가느다란 조각들의 판을 만든 다음 ⑥이 조각들의 판을 rope형태로 말아 접는다⁽¹⁾.

따라서 게맛살의 조직감이 조직화된 계살과 유사한 조직감을 갖는 반면에 어묵은 조직화 되지 않고 균일하며 좀더 고무와 같은 조직감을 가진다.

위와같은 제조과정상의 차이가 기계적인 조직감 측정에서도 나타나 어묵이 조직화된 게맛살보다 높은 TPA측정치를 나타내었으며, 경도 및 응집성, 특히 씹힘성, 꺾성에서 두드러진 차이를 보였다(Table 1, 2).

시판 어묵과 게맛살의 조성성분의 차이는 약간 있으며, 특히 난백의 첨가등은 제조공정이 동일한 같은 어묵들 또는 같은 게맛살들 사이에서 비교시에는 gel 강도를 강화시키는등 조직감에 영향을 미치나^(21,22) 제조공정이 다른 어묵과 게맛살을 비교시에는 조성성분의 차이가 공정상의 차이에 의한 조직화된 게맛살과 조직화되지 않은 어묵간의 조직감 차이를 극복할 만한 큰 영향을 주지 않는 듯하다.

평판탐침의 직경을 달리하였을 때(ϕ 12.5 mm, 24.6 mm), 탐침의 크기가 증가할 수록 경도와 꺾성은 게맛살 측정값의 큰 증가로 인하여 어묵과 게맛살간의 차이가 감소하였다. 압착율을 달리하였을 경우(60, 70, 80%)는 압착율이 증가할 수록 씹힘성, 경도, 꺾성항목에서 어묵 측정값의 큰 증가로 어묵과 게맛살간의 차이가 증가하였다. 한편 변형속도가 달라졌을 경우(0.8, 2.4 mm/sec), 두드러진 차이의 변화는 나타나지 않았으나 다만 탄력성 항목에서만 변형속도가 증가할수록 어묵의 측정값은 감소한 반면 게맛살의 측정값은 증가하여 어묵과 게맛살간의 차이가 감소하였다(Table 1, 2). 결론적으로 이들 어묵과 게맛살사이에서는 경도와 응집성 특히 씹힘성, 꺾성에서 커다란 차이를 보여 주었다

관능적 측정치와 기계적 측정치간의 상관관계

어묵을 제외한 5종류의 맛살만을 가지고 경도, 응집성, 탄력성, 꺾성 및 씹힘성의 조직감변수에 대한 기계적 측정치와 관능적 측정치간의 상관관계를 살펴본 결과를 Fig. 2와 Table 3에 나타내었다.

탐침의 직경을 달리하였을 때 2.4 mm/sec의 변형속도에서 직경 12.5 mm의 탐침의 경우는 응집성에서만 유의적인 상관관계를 보였으며, 직경 24.6 mm 탐침에서는 응집성을 제외한 경도, 탄력성, 꺾성 및 씹힘성에서 비교적 높은 상관관계를 나타내었다.

압착율의 변화에 따른 상관관계는 역시 2.4 mm/sec

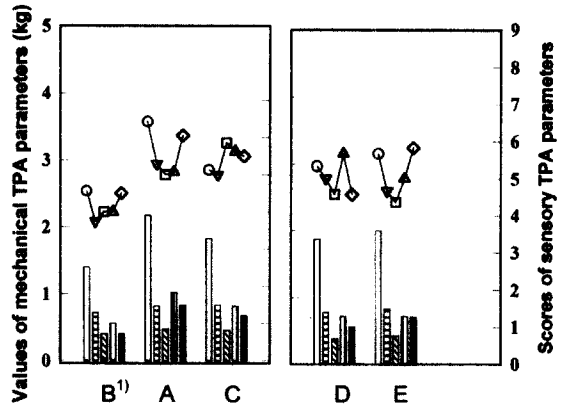


Fig. 2. Values of mechanical TPA parameters measured at cross-head speed 2.4 mm/sec, compression ratio 60% with probe diameter 24.6 mm and the scores of sensory evaluation of imitation crab-leg products. ¹⁾A, B, C, D, E: Identification of the manufacturer of imitation crab-leg products. bar scale: values of mechanical TPA parameters. □: Hard, ■: Spring, ▨: Cohesive, ▩: Gum, ■: Chew. line scale: scores of sensory TPA parameters. ○: Hard, ▽: Spring, □: Cohesive, △: Gum, ◇: Chew

의 변형속도에서 꺾성을 제외한 경도, 응집성, 탄력성, 씹힘성이 60%의 압착율에서 비교적 높은 상관관계를 보였으며, 꺾성은 70%의 압착율에서 상관관계를 보여 주었다.

한편 변형속도를 달리하였을 경우 경도, 응집성, 탄력성, 꺾성 및 씹힘성 모두 0.8 mm/sec의 속도에서는 탐침의 크기나 압착율의 변동에 관계없이 어떤 조건에서도 기계적 측정치와 관능적 측정치간의 유의적인 상관관계를 보이지 않은 반면, 2.4 mm/sec의 속도에서는 탐침의 직경과 압착율의 조건에 따라 높은 상관관계를 보였다.

결론적으로 기계적 측정을 통한 TPA실험결과로부터 얻은 탄력성, 꺾성 특히 경도, 응집성 및 씹힘성은 기계적 측정조건을 달리함에 따라 관능검사와 높은 상관관계를 보여 주었다. 탄력성 및 꺾성의 조직감특성을 측정하는데에는 의문의 여지가 있지만, 경도, 응집성 및 씹힘성의 차이를 가진 시료를 구별하는 데에는 이 방법에 의한 기계적 측정이 관능검사를 대신하여 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 한편 경도와 씹힘성항목이 맛살의 조직감중 중시하는 항목이라는 설문결과(전체인원의 40.1%, 복수대답)를 바탕으로, 맛살의 조직감특성 항목에 대한 기계적 측정을 하기위한 제한된 실험조건인 범위에서는 변형속도 2.4 mm/sec, 압착율 60%에서 평판 원형탐침 직경 24.6 mm로 측정하는 것이 바람직하다는 결과를 얻었다.

Table 3. Correlation coefficient between instrumental and sensory evaluation of imitation crab-leg products

cross-head speed (mm/sec)	TPA parameter	compression ratio (%)	Correlation coefficient		Probability (p)
			φ12.5	φ24.6	
0.8	hardness (kg)	60	NS ¹⁾	NS	
		70	NS	NS	
		80	NS	NS	
	cohesiveness	60	NS	NS	
		70	NS	NS	
		80	NS	NS	
	springiness	60	NS	NS	
		70	NS	NS	
		80	NS	NS	
gumminess (kg)	60	NS	NS		
	70	NS	NS		
	80	NS	NS		
chewiness (kg)	60	NS	NS		
	70	NS	NS		
	80	NS	NS		
2.4	hardness (kg)	60	NS	0.95	p<0.01
		70	NS	NS	
		80	NS	NS	
	cohesiveness	60	0.94	NS	p<0.02
		70	NS	NS	
		80	NS	NS	
	springiness	60	NS	0.80	p<0.10
		70	NS	NS	
		80	NS	NS	
	gumminess (kg)	60	NS	NS	
		70	NS	0.85	p<0.07
		80	NS	NS	
	chewiness (kg)	60	NS	0.94	p<0.02
		70	NS	NS	
		80	NS	NS	

¹⁾NS=correlation not significant.

요 약

게맛살의 관능적 조직감특성을 기계적인 측정방법을 이용하여 정량적으로 나타내기 위하여 Texture Analyser (TX-XT2, England)의 측정조건을 달리한 기계적 조직감 지표(T.P.A.)를 구하였으며, 그 결과를 관능검사 결과와 비교하였다. 부수적으로 어묵과의 조직감 차이도 조사하였다. 본 실험에 사용한 시료는 국내에서 제조판매되고 있는 5종류의 게맛살과 2종류의 어묵을 서울시내 백화점에서 구입하여 사용하였다. 게맛살과 어묵의 조직감에 대한 기계적 측정치는 경도 및 응집성, 특히 씹힘성과 껌성에서 어묵이 높은 값을 보이며 게맛살과 커다란 차이를 보였다. 평판 탐침의 직경변화(φ12.5 mm, φ24.6 mm)가 맛살의 조직감 변수에 미치는 영향을 조사한 결과 경도와 응집성

은 탐침의 직경이 증가함에 따라 증가하였으며 탄력성은 감소하였다. 압착율의 변화(60, 70, 80%)에 대한 조직감 변수의 영향은 압착율이 증가시 경도는 증가한 반면 응집성과 탄력성은 감소하였다. 변형속도가 0.8에서 2.4 mm/sec로 증가함에 따라 씹힘성, 껌성, 응집성 및 경도가 약간 증가하였다. 경도, 응집성 및 씹힘성이 기계적 측정치들과 관능검사 결과들간에 높은 상관관계를 나타내었다. 결론적으로 게맛살의 조직감에 대한 관능검사를 대신할 기계적 측정조건은 시료 직경의 약 2배가 되는 직경 24.6 mm의 평판 탐침으로, 변형속도 2.4 mm/sec에서 60%의 변형율로 2회 반복압착하여 얻은 힘-거리 곡선을 분석하는 것이 본 실험 범위내에서 바람직한 것으로 판단된다.

문 헌

1. Lee, C.M.: Surimi process technology. *Food Technol.*, **38**(11), 69-80 (1984)
2. Lanier, T.C.: Functional properties of surimi. *Food Technol.*, **40**(3), 107-114 (1986)
3. Kang, B.S., Kim, B.Y. and Lee, J.K.: Rheological studies of the fish protein upon the thermal processing (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**(2), 103-109 (1994)
4. Lee, T.W., Lee, Y.H., Yoo, M.S. and Rhee K.S.: Instrumental and sensory characteristics of jelly (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**(3), 336-340 (1991)
5. Konstance, R.P.: Axial compression properties of kamaboko. *J. Food Sci.*, **56**(5), 1287-1291 (1991)
6. Kim, J.M. and Lee, C.M.: Effect of starch of textural properties of surimi gel. *J. Food Sci.*, **52**(3), 722-725 (1987)
7. Chung, K.H. and Lee, C.M.: Relationships between physicochemical properties of nonfish protein and textural properties of protein-incorporated surimi gel. *J. Food Sci.*, **55**(4), 972-975 (1990)
8. Burgarella, J.C., Lanier, T.C., Hamann D.D. and Wu, M. C.: Gel strength development during heating of surimi in combination with egg white or whey protein concentrate. *J. Food Sci.*, **50**(6), 1595-1597 (1985)
9. Lee, H.G., Lee, C.M., Chung, K.H. and Lavery, S.A.: Sodium ascorbate affects surimi gel-forming properties. *J. Food Sci.*, **57**(6), 1343-1347 (1992)
10. Chung, K.H. and Lee, C.M.: Water binding and ingredient dispersion pattern effects on surimi gel texture. *J. Food Sci.*, **56**(5), 1263-1266 (1991)
11. Babbitt, J.K. and Reppond, K.D.: Factors affecting the gel properties of surimi. *J. Food Sci.*, **53**(3), 965-966 (1988)
12. Bourne, M.C.: Texture profile analysis. *Food Technol.*, **32**(7), 62-66 (1978)
13. Breene, W.M.: Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation. *J. Texture Studies*, **6**, 53 (1975)

14. Montejano, J.G., Hamann, D.D. and Lanier, T.C.: Comparison of two instrumental methods with sensory texture of protein gels. *J. Texture Studies*, **16**, 403-424 (1985)
15. Lee, C.H., Imoto, E.M. and Rha, C.: Evaluation of cheese texture. *J. Food Sci.*, **43**(5), 1600-1605 (1978)
16. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 : 관능검사방법 및 응용. 신광출판사, 서울, p.147 (1993)
17. 성내경 : SAS/STAT-회귀분석. 자유아카데미, 서울, p 201 (1991)
18. SAS : SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 ed., SAS institute Inc., Cary, NC (1988)
19. Moskowitz, H.R.(Ed): *Food texture*. p19, Marcel Dekker INC., New York (1987)
20. Calzada, J.F. and Peleg, M.: Mechanical interpretation of compressive stress-strain relationships of solid foods. *J. Food Sci.*, **43**(4), 1087-1092 (1978)
21. Hamann, D.D., Amato, P.M., Wu, M.C. and Foegending, E.A.: Inhibition of modori in surimi by plasma hydrolysate and egg white. *J. Food Sci.*, **55**(3) 665-669 (1990)
22. Chang-Lee, M.V., Lampila, L.E. and Crawford, D.L.: Yield and composition of surimi from pacific whiting and the effect of various protein additives on the gel strength. *J. Food Sci.*, **55**(1), 83-86 (1990)

(1997년 4월 9일 접수)