

젤리의 기계적 및 관능적 물성

이태휘 · 이운형 · 유명식 · 이규순

해태제과

Instrumental and Sensory Characteristics of Jelly

Tae-Whi Lee, Yoon-Hyung Lee, Myung-Shik Yoo and Kyu-Soon Rhee

Haitai Confectionery Co.

Abstract

Correlations among instrumental, sensory parameters and overall preference of jelly texture were studied. Instrumental rheological characteristics of the jelly were measured with a rheometer, and sensory and overall score were measured by sensory evaluation. Instrumental maximum force was correlated to sensory hardness and shortness, and sensory springiness and stickiness were correlated to instrumental springiness and adhesiveness force respectively. Also the most significant instrumental parameters with respect to overall preference were cohesiveness and adhesiveness force with their values being 0.93 and 0.89 respectively. Multiple linear regression resulted in a following equation: overall score = 2.70 + 6.25(cohesiveness) - 0.095(adhesiveness force) with a correlation coefficient of 0.94.

Key words: jelly, rheology, sensory evaluation

서 론

젤리과자는 수분함량을 20% 내외로 함유한 당류 기호식품으로 수분을 결합할 수 있는 겔화제의 종류에 따라 매우 다양한 조직감을 부여하고 있으며 제조공정에 따라서도 다양한 제품을 기대할 수 있다⁽¹⁾. 젤리의 일반적인 제조공정은 당류와 겔화제를 혼합하여 농축, 성형하여 굳힌 후 건조하여 제조하는데 사용되는 겔화제에 따라 펙틴젤리, 한천젤리, 젤라틴젤리, 전분젤리 등으로 구분되어지며 조직상의 특징은 펙틴젤리는 잘 끊어지며 약간의 씹힘성을 가지며, 한천젤리는 보다 더 잘 끊어지는 반면에 젤라틴젤리는 질기고 씹힘성이 뛰어나며 전분젤리는 단단한 조직을 가지고 있어 다양한 소비자의 기호를 충족시켜 주고 있다. 식품의 물성에 대한 연구는 최근 측정기기⁽²⁾의 발달로 활발하여 갔는데 Szczeniak⁽³⁾은 조직감의 특성을 역학적, 기하학적 특성과 기타 특성으로 분류하여 각 특성별로 용어를 정의하였으며 General Foods Texturometer로 측정된 물성⁽⁴⁾과 기호성과의 상관관계를 구하여 Texture Profile Analysis(TPA) 방법의 타당성을 입증하였다.

본 연구에서는 물성적 특성이 다른 시판중인 젤리를 가지고 rheometer를 사용하여 물성을 측정하는 방법을 확립하였고 이들 방법으로 얻은 응력-변형곡선으로부터 기계적 물성 특성값을 구하고 또한 같은 시료로 관능

검사를 실시하여 관능적 물성값과 기호성값을 구하여 이들 기계적 물성 특성과 물성 특성 및 기호성간의 상관관계로부터 기호성을 잘 표현하는 물성 특성을 찾아 내어 기계적 물성 특성값으로 기호성을 예측하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 시료는 국내외에서 시판중인 7종의 시료를 구입하여 사용하였으며 특성은 Table 1과 같다. 과즙은 5배 농축시킨 것으로 함량은 농축시키지 않은 과즙을 기준으로 포함된 함량을 의미한다.

기계적 물성측정

젤리에 대한 기계적 물성측정은 rheometer(Sun, Rheo 200D, Japan)로 하였으며 이 때의 측정조건은 Table 2와 같이 저작실험에 의해 측정하였으며 각 시료를 5회씩 반복 측정하여 구한 측정값을 Chauvant의 이상치 판정법⁽⁵⁾에 따라 제거시킨 후 측정치의 평균을 구하였다. 전형적인 응력-변형곡선 Fig. 1과 같고 이 때 기계적 물성 특성값은 Table 3과 같이 구하였다.

관능검사

젤리의 물성은⁽⁶⁾ 처음 입속에 넣어 씹었을 때 느끼는 딱딱한 감촉(hardness), 씹었을 때 이에 부착되는 정도(stickiness), 씹을 때의 탄력성(springiness) 및 씹었을 때 절단되는 정도(shortness)로 구분되어지며 그 특성은

Corresponding author: Tae-Whi Lee, Haitai Food Research Institute, 86 5-ka, Yangpyung-dong, Youngdeungpo-ku, Seoul 150-105, Korea

Table 1. Characteristics of samples

Sample number	Gelling agent	Fruit content (%)	Manufacturer
135	Gelatine	10	M Co.(Japan)
347	Gelatine	30	L Co.(Japan)
418	Gelatine	50	M Co.(Japan)
521	Gelatine	70	M Co.(Korea)
667	Gelatine	100	M Co.(Japan)
712	Agar	-	L Co.(Korea)
908	Pectin	-	H Co.(Korea)

Table 2. Conditions of instrumental texture measurements

	Mastication test
Sample size(H×W×L)	7.5×10×10(mm)
Plunger	φ 5 mm cylindrical plunger
Table movement	up & down speed 60 mm/min stroke 20 mm
Chart speed	300 mm/min
Clearance	1 mm

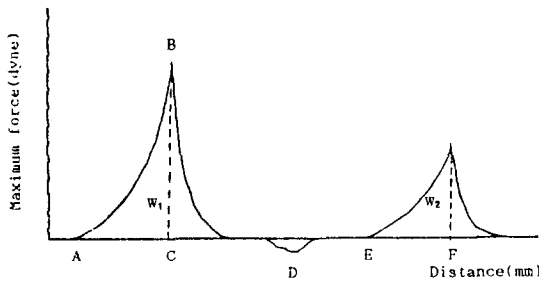


Fig. 1. Typical force-distance curve in mastication test

Table 4와 같다. 관능검사의 항목은 7단계의 구획된 채점표를 사용하여 채점법으로 하였으며 물성을 측정하는 항목은 물성크기가 적당한 “0” 점을 기준으로 대단히 작은 것을 “-3” 점, 대단히 큰 것을 “3” 점으로 하여 1점 단위로 구획하였다. 기호성을 측정하는 종합평가는 대단히 나쁜 것을 1점, 대단히 좋은 것을 7점으로 하여 1점 단위로 구획하였으며 28명을 대상으로 196회를 실시하였다.

결과 및 고찰

기계적 물성

Rheometer를 사용하여 측정한 시료별 물성의 평균값은 Table 5와 같다.

Maximum force는 시료번호 712(한천젤리), 908(펙틴젤리)가 젤라틴젤리에 비하여 1/2 수준 이하의 낮은

Table 3. Calculating methods for stress-strain curve

Parameter	Equation
Maximum force	Force at point B (dyne)
Work	Area in ABC (erg)
Hardness	Maximum force×sample height/sample area/distance (dyne/cm ²)
Cohesiveness	W2/W1
Adhesiveness force	Force at point D (dyne)
Springiness	EF/AC

Table 4. Rheological characteristics of jelly

Parameter	Too low	Optimum	Too high
Hardness	Too soft	Medium	Too hard
Stickyness	Free	Medium	Too sticky
Springiness	Plastic	Medium	Too elastic
Shortness	Chewy	Medium	Too short

값을 나타내었고 work 및 hardness 역시 낮은 값을 나타내어 젤화제간의 차이가 존재하였으며 젤라틴 젤리 시료간에는 차이가 없었다. 또한 adhesiveness force는 젤라틴 젤리에 비하여 크게 나타나 끈적거리는 성질이 강함을 알 수 있었다. Springiness는 시료번호 135이 가장 높고 712이 제일 낮았다. Cohesiveness에 있어서는 시료번호 667이 가장 높고 908이 가장 낮은 값을 나타내었다.

관능적 물성과 종합평가

관능적으로 측정한 시료별 물성 측정값과 종합점수의 평균값은 Table 6과 같다.

Hardness는 시료번호 712, 908이 “-”의 값을 가진 것에 비하여 다른 시료는 “+”의 값을 나타내어 시료간에는 딱딱한 정도의 차이가 존재함을 알 수 있었다. Stickiness에 있어서는 418이 가장 적당한 것으로 나타났으며 908(펙틴젤리)이 가장 끈적거리는 성질이 강함을 알 수 있었다. 탄력성을 나타내는 springiness는 젤라틴젤리가 “+” 값을 나타내었고 씹었을 때 절단되는 정도인 shortness는 “-” 값을 나타내 젤라틴젤리의 특성과 부합되는 결과를 얻었다. 그러나 젤라틴젤리의 과습함량 차이는 존재하지 않아 제품에 있어서 과습은 물성에 영향을 주기 보다는 풍미에 관여됨을 알 수 있었다. 종합점수는 3.33-5.29 정도의 점위로 극단적인 점수를 피하려는 경향을 보였으며 521, 667이 비교적 선호도가 높았고 712, 908 조금 낮은 선호도를 나타내었다.

상관관계

기계적 물성측정값 I와 관능적 물성측정값 S간에는 S=k log I, S=kIⁿ 또는 S=KI+b와 같은 대수함수, 지수함수 또는 1차 함수의 관계가 성립되는 것으로 보

Table 5. Instrumental measures of jelly

Parameter		Sample number						
		135	347	418	521	667	712	908
Maximum force	(10 ³ dyne)	3871	3881	3146	3077	4459	1548	1568
Work	(10 ⁵ erg)	430	360	330	310	300	260	260
Hardness	(10 ⁵ dyne/cm ²)	187	193	158	122	245	16	80
Adhesiveness	(10 ³ dyne)	10.20	8.33	7.55	10.98	12.05	17.84	18.8
Springiness		0.982	0.962	0.973	0.963	0.973	0.924	0.958
Cohesiveness		0.465	0.513	0.487	0.521	0.615	0.414	0.383

Table 6. Mean sensory scores of jelly

Parameter	Sample number						
	135	347	418	521	667	712	908
Hardness	1.18	0.71	0.94	0.11	0.73	-1.07	-1.41
Stickiness	-0.002	-0.46	0	-0.15	-0.11	0.25	1.02
Springiness	0.61	0.32	0.86	0.63	0.84	-1.63	-0.89
Shortness	-0.75	-0.23	-0.64	-0.15	-0.59	1.43	1.38
Overall score	4.61	5.07	4.86	5.29	5.26	3.33	3.41

Table 7. Correlation coefficients between sensory variables and instrumental variables (N=7)

Instrumental variables	Sensory variables			
	Hardness	Stickiness	Springiness	Shortness
Maximum force	0.82**	0.59	0.77*	0.84**
Work	0.66	0.30	0.38	0.57
Hardness	0.71*	0.35	0.76*	0.76*
Adhesiveness	0.81**	0.67*	0.75*	0.83**
Springiness	0.59	0.08	0.79*	0.70*
Cohesiveness	0.46	0.53	0.57	0.54

*Significant at 5% level ($r \geq 0.6664$), **Significant at 1% level ($r \geq 0.7977$)

고되고 있다⁽⁷⁾. 본 연구에 사용한 시료들의 각 물성변수는 좁은 범위의 물성값을 가지므로 관능적 물성을 종속변수로 하는 1차 함수의 관계로 회귀와 상관관계를 계산하였다. 기계적 물성과 관능적 물성간의 상관관계는 Table 7과 같다.

관능적인 물성인 hardness 및 shortness는 기계적 물성인 maximum force와 1% 수준에서 상관관계를 나타내었으며 stickiness는 adhesiveness force와 springiness는 기계적인 물성값 springiness와 가장 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 즉 젤리의 관능적인 물성 parameter는 기계적 물성인 maximum force, adhesiveness force 및 springiness로 예측할 수 있다고 여겨진다. 기계적 물성과의 종합평가간의 상관관계는 Table 8과 같다. 관능종합평가는 기호성이므로 물성의 크기에 비례하지 않는다. 기호성은 적당한 물성값에서 최고점을 나타내므로 종합평가와 기계적 물성변수간의 회귀와 상관관계

Table 8. Coefficients of determination between overall score and instrumental variables (N=7)

	Overall score
Maximum force	0.89**
Work	0.89**
Hardness	0.71*
Adhesiveness	0.89**
Springiness	0.49
Cohesiveness	0.93**

는 종합평가를 종속변수로 하는 2차함수의 관계로 계산하였다. 정비례 및 반비례의 두 개의 1차 함수의 관계로도 볼 수 있으나 관능검사자들은 극단적인 점수를 주기를 꺼려하는 경향이 있으므로⁽⁸⁾ 최고점 근처에서는 오히려 2차 함수의 관계가 더 적합하였다. 종합평가와 결정계수가 높은 기계적 물성은 cohesiveness, maximum force 및 adhesiveness 이었다.

회귀

물성변수간에는 상관계수와 회귀식용, 종합평가와 물성변수간에는 상관계수가 의미가 없으므로 결정계수와 회귀식을 computer를 이용하여 계산하였다. 적당한 물성값은 물성변수간의 회귀식에서 종속변수가 "0"(적당하다)일 때의 독립변수의 값 및 종합평가와 물성변수간의 회귀식에서 종속변수가 최고치를 나타낼 때의 독립변수의 값으로 하였다. 상관관계 항에서 언급된 중요한 기계적 물성과 관능적 물성간의 회귀식과 회귀식에서 적당한 관능적 물성을 나타내는 기계적 물성값은 Table 9와 같고 종합평가와 중요한 기계적 물성간의 회귀식과

Table 9. Regression between sensory variables and instrumental variables (n=7, y=k₁x+k₀) and optimum instrumental values

y	x	k ₁	k ₀	r	Optimum x (when y=0)	
Hardness	Tha	M	0.0008	-2.34	0.82	2900 (10 ³ dyne)
Stickiness	Tst	A	0.0844	-0.978	0.67	11.36 (10 ³ dyne)
Springiness	Tsp	S	46.238	-44.38	0.79	0.96
Shortness	Tsh	M	0.00074	-2.4	0.84	3136 (10 ³ dyne)

Table 10. Regression between overall scores and instrumental variables (n=7, y=k₂x²+k₁x+k₀) and optimum instrumental values

x	k ₂	k ₁	k ₀	r ²	Opt. x (when y'=0)
M	-2.94E-07	0.002	0.40	0.89	3911 (10 ³ dyne)
A	-0.02566	0.546	2.18	0.89	10.4 (10 ³ dyne)
S	-378.56	750.85	-367.3	0.49	0.99

Table 11. Multiple linear regression overall score and instrumental variables

Constant	Instrumental variables coefficient				Coefficient of correlation
	Cohesi-veness	Adhesi-veness	work	Maximum force	
2.69	6.25	-0.095			0.94
2.57	6.30	-0.092	0.000232		0.94
0.32	10.57	-0.087	0.043	-0.00038	0.95

회귀식에서 최고의 종합평가를 나타내는 기계적 물성값은 Table 10과 같다.

관능적 물성인 hardness, shortness는 maximum force의 기계적 물성값 2900-3136(10³ dyne)의 범위에서 적당한 것으로 나타났으며 종합평가의 기계적 물성값 3911(10³ dyne)과는 다소간의 차이를 보여주었다. 또한 적당한 springiness 값은 0.96으로 종합평가에 의한 가장 좋은 선호도와 유사한 수치를 보여주었고 stickyness를 나타내어 주는 adhesiveness force에 있어서도 약간의 차이를 보여주었다.

그러나 종합평가와 결정계수가 가장 높은 것은 cohesiveness로서 관능검사의 parameter와 상관관계가 낮은 기계값이었지만 종합평가를 예측하는데 있어서는 중요한 기계값으로 여겨지며 이러한 기계값이 관능검사에서는 측정되지 못한 복합적인 관능에 의해서 종합평가에 영향을 끼치는 것으로 사료된다.

Multiple linear regression

기계적 물성과 관능적 물성과의 관계를 파악하고 또 이들과 기호성과의 관계를 파악하게 되면 관능검사에 의하지 않고 기계적 물성으로 관능적 물성과 기호성을 예측할 수 있다. 기계적 물성과 관능적 물성 및 기호성과의 개별적 관계는 회귀 항에서 언급되었는데 기호성은 여러 개의 물성이 종합되어 나타나므로 앞에서 언급된

Table 12. Actual and predicted values for multiple linear regressions of overall score as a function of instrumental values(cohesiveness, adhesiveness)

Overall score			
Actual	Calculated	Residual	Percent
5.26	5.37	0.11	2.1
4.61	4.61	0	0
5.07	5.10	0.03	0.5
4.86	5.01	0.15	3.1
3.33	3.56	0.23	6.3
3.41	3.27	-0.14	4.2
5.29	4.89	-0.39	8.1

Standard error of estimate: 0.263

중요한 기계적 물성과의 관계를 multiple linear regression으로 분석하였다. Table 8에서 나타난 종합평가와의 상관계수가 높은 순서대로 multiple linear regression 시킨 결과 Table 11과 같이 독립변수의 수에 따른 각각의 coefficient와 중상관계수를 나타내었다.

Table 11에서 나타난 바와 같이 종합평가에 영향을 미치는 기계적 물성값은 cohesiveness, adhesiveness값에 따라 90% 이상의 신뢰도를 가지며 그 이상의 독립변수를 취하면 약간의 신뢰도가 증가하였으나 종합평가를 예측하기 위하여는 2개의 독립변수를 갖는 것만으로도 적당할 것으로 여겨지며 젤리의 기호성을 예측하기 위하여서는 기계적 물성값인 cohesiveness와 adhesiveness force를 측정함으로써 가능하리라 사료된다. 또한 실측치와 계산치에 의한 종합평가를 Table 12에 나타내었다.

요 약

시판되고 있는 7종의 젤리를 가지고 rheometer를 사용하여 저장실험을 한 결과 관능적 물성인 hardness 및 shortness와 가장 상관계수가 높은 기계적 물성은 maximum force로서 2900-3136(10³ dyne) 범위에서 적당하다고 나타났으며 또한 stickiness는 adhesiveness force와 관능적인 물성 springiness는 기계적 물성값 springiness로 예측할 수 있었다. 그러나 종합평가와의 회귀식에서 얻은 적당하다고 계산된 값과는 약간의 차이를 나타내었으며 특히 종합평가와 결정계수가 가장 높은

기계적 물성은 cohesiveness이었다. 종합평가와 각 기계값과의 관계에서 종합평가에 가장 영향을 미치는 기계값은 cohesiveness, adhesiveness force로 이들의 결정계수는 각각 0.93, 0.89이었으며 종합평가를 종속변수로 하고 cohesiveness 및 adhesiveness를 독립변수로 하여 multiple linear regression 한 결과 종합평가=2.70 + 6.25(cohesiveness) - 0.095(adhesiveness)의 상관식을 얻었으며 이 때의 중상관계수는 0.94이었다.

문 헌

1. Lees, R. and Jackson, E.B.: *Sugar Confectionery And Chocolate Manufacture*. Leonard Hill Books, Aylesbury, p.226(1990)
2. Kramer, A. and Szczesniak, A.S.: *Texture Measurement of Foods*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, p.102(1973)
3. Szczesniak, A.S.: Classification of textural characteristics. *J. Food Sci.*, **28**, 385(1963)
4. Friedman, H.H., Whitney, J.F. and Szczesniak, A.S.: The texturometer a new instrument for objective texture measurement. *J. Food Sci.*, **28**, 390(1963)
5. 손응룡, 차종환, 박병훈: 농·생물통계학. 선진문화사, 서울, p.40(1974)
6. Marrs, W.M.: Gelation/carbohydrate interaction and their effect on structure and texture of confectionery gels. *Prog. Fd. Nutri. Sci.*, **6**, 259(1982)
7. Kramer, A. and Szczesniak, A.S.: *Texture Measurement of Foods*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, p.124(1973).
8. Amerine, M.A., Pangborn, R.M. and Roessler, E.B.: *Principles of Sensory Evaluation of Food*. Academic Press, Inc., New York, p.250(1965)

(1991년 3월 11일 접수)