

도토리묵의 물리적 특성

김영아 · 이혜수

서울대 식품영양학과

Texture Profile Analysis of Acorn Flour Gels

Young-A Kim and Heisoo Rhee

Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul

Abstract

The textural properties of acorn flour gels were investigated with the variations in the concentration, storage time and storage temperature by the use of Instron Universal Testing Machine. The experimental design was 3³ factorial experiment. TPA curves of acorn flour gels showed two sharp peaks in the first bite and no negative peak. The hardness and brittleness of acorn flour gels were very significantly affected by concentration, storage time and storage temperature. For the height difference between first peak and second peak, the main effects for concentration and storage temperature were very significant and the main effect for storage time was not negligible. For bend, the effect of concentration was more significant than the effect of storage temperature, and storage time effect was negligible. Springiness was affected only by the concentration.

서 론

도토리묵은 우리나라의 전통음식으로 지금도 널리 부식으로 이용되고 있는 gel상 식품의 하나이다. 묵의 기호성은 물리적 성질에 크게 지배된다. 묵의 물리적 성질에 관한 연구로는 문등의 texturometer를 사용한 연구⁽¹⁾, 녹두묵⁽²⁾ 및 도토리묵⁽³⁾에 대한 일부 연구가 보고되어 있다. 본 실험에서는 삼원배치법(three-way layout) 즉 3인자 3수준 요인배치법(3³ factorial experiment)으로 실험설계를 하여, 농도·저장온도·저장시간에 따른 도토리묵의 물리적 특성 차이를, Instron Universal Testing Machine을 사용하여 비교·검토하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 연구에 사용한 도토리 묵가루(acorn flour)는 1984년도에 수확한 경기도산 도토리를 도토리 묵가루 제조방법⁽⁴⁾에 준하여 제조하였다.

묵 제조방법

도토리묵은 6%, 8%, 10%의 세가지 농도(w/v)로 조제한 묵가루 현탁액 300ml를 95°C 항온수조에서 계속 저어주면서 10분간 가열하였다. 이것을 23×23×23.5 mm³의 용기에 유입하여 18°C에서 2시간 성형시킨 다음 용기에서 꺼내어 각각 저장온도 4°C, 18°C, 32°C의 세가지 조건에서 저장하면서 15분 저장 후를 0일 시료, 그로부터 24시간 저장 후를 1일 시료, 다시 24시간 더 저장시킨 것을 2일 시료로 사용하였다(Table 1).

본 연구에서는 3인자(factor), 3수준(level)의 주효과(main effect: 각 인자의 효과)와 교호작용의 효과(interaction effect: 인자의 조합의 효과)를 비교하기 위하여 모수모형(fixed effect model)의 반복이 있는(반복횟수, r=6) 삼원배치법으로 무작위화(random)

Table 1. Experimental design of 3-way layout

Factor	Level
concentration (% w/v)	6 8 10
storage time (day)	0 1 2
storage temp. (°C)	4 18 32

순서로 실시하였다.

텍스처 측정

도토리묵의 compression test는 Instron Universal Testing Machine (Model 1140)을 사용하여, force range는 5 kg full scale, crosshead speed 80mm/min, chart speed 100mm/min, % deformation 80의 조건으로 실시하였다. Compression test의 결과 얻어지는 typical texture profile analysis curve(TPA curve)

(Fig. 1)로부터 다섯가지 특성치를 조사하였다.

견고성(hardness)은 첫번째 압착(1st bite)에 의한 curve의 최고 높이로 측정하였고, 절단성(brittleness)은 첫번째 압착에서 첫번째 peak의 정점으로부터 첫번째 peak와 두번째 peak사이의 극소점사이의 높이 차이로 계산하였고, 첫번째 peak와 두번째 peak의 높이 차는 두 peak의 정점들의 높이 차이를 조사하였다. 또한 Bend는 plunger가 시료의 표면을 분쇄할 때 까지의 시간을 표시하고^(*) 탄성(Springiness)은 두번째 압착시에 peak가 정점에 이를 때 까지의 시간으로 나타내었다.^(*)

결과 처리는 GMC-3030을 사용하여 분산분석표를 작성하여 신뢰계수 95%, 99%의 유의차 검정을 실시하였다.^(*)

결과 및 고찰

Typical texture profile analysis(TPA) curve

도토리묵의 compression test에서 얻어진 force-distance curve는 앞서의 Fig. 1에 나타낸 바와 같았다. 본 실험(시료높이: 23.5mm)에 의한 TPA curve는 첫번째 압착에 의해 2개의 peak가 나타나는데 비해, texturometer를 사용하여 높이 16mm의 도토리묵을 압착한 경우⁽¹⁾, rheolometer를 사용하여 높이 12mm의 도토리묵을 압착한 경우⁽¹⁾에서는 약간의 굴절(inflexion)이

있을 뿐 peak는 한 개에 그쳤다. 이는 측정계기의 종류 및 시료의 크기, 시료의 성형 과정, 그리고 같은 Instron일지라도 측정조건등에 따른 차이가 함께 작용한 것으로 여겨진다.

32℃에서 저장한 6% 도토리묵들과, 32℃에서 24시간, 48시간 저장한 10% 도토리묵은 첫번째 peak보다 두번째 peak가 더 높았으며 4℃에서 24시간, 48시간 저장한 8%, 10% 묵들은 두번째 peak가 두세개로 갈라지는 현상도 나타났다.

견고성(hardness)

도토리묵의 농도, 저장시간, 저장온도의 세 인자가 다섯가지 특성치(견고성, 절단성, 첫번째 peak와 두번째 peak의 높이 차, bend, 탄성)에 미치는 주효과 및 교호작용효과들의 분산분석에 의한 유의차 검정을 실시하여 Table 2에 그 결과를 정리하였다. 또한 개개의 인자내에서 두 수준간의 특성치에 유의적인 차이가 있는지의 여부를 쌍체비교(paired comparison test)^(*)를

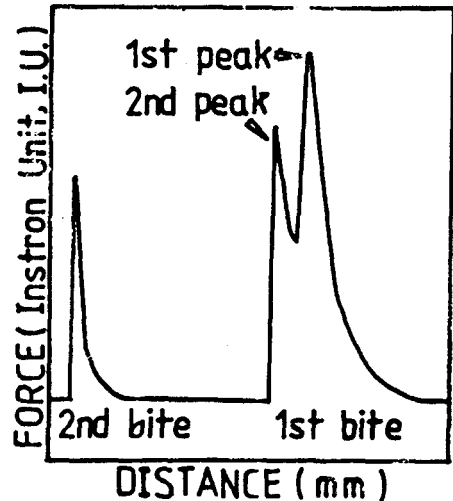


Fig. 1. TPA curve of acorn flour gel

Table 2. Significance test for main and interaction effects

Factor	Hardness	Brittleness	1st peak-2nd peak	Bend	Springiness
A	917.61**	767.09**	107.45**	48.28**	62.21**
B	31.00**	100.27**	32.32**	0.11	0.03
C	115.56**	348.64**	295.05**	7.41**	1.85
A×B	0.56	7.64**	0.73	1.62	1.10
A×C	8.11**	16.09**	16.00**	3.10*	3.77**
B×C	1.39	9.91**	29.73**	4.22**	1.10
A×B×C	0.56	1.73	4.36**	1.73	0.77

* means significant at $\alpha=0.05$ ** means significant at $\alpha=0.01$
 A=concentration; B=storage time; C=storage temperature

실시하여 조사한 결과를 Table 3에 나타내었다.

농도·저장시간·저장온도에 따른 도토리묵의 견고성의 변화는 Fig. 2와 같고 분산분석의 결과, 세가지 주효과가 모두 유의적이었다($\alpha=0.01$). 두가지 인자간의 교호작용(two factor 또는 first-order interaction)은 농도×저장온도의 교호작용효과만이 유의적이었다, 농도×저장시간, 저장시간×저장온도의 2인자 교호작용효과는 무시할 수 있었다($\alpha=0.01$). 또한 세 인자간의 교호작용(three-factor 또는 second-order interaction)효과 역시 무시할 수 있었다. 즉 가능한 교호작용 중에서, 농도×저장온도사이에만 유의적인 효과가 있으므로 Fig. 2에서 볼 수 있는 바와 같이 본 실험의 수준내에서 특성곡선이 서로 교차되지는 않고 있으나 완전한 가법적 모형(linear additive model)은 저장온도 4℃의 경우에서만 나타나고 있어, 농도의 효과는 저장온도의 수준에 따라서 가변적임을 알 수 있었다. 각 인자의 두 수준간의 유의차 검정을 쌍체비교(paired comparison test)에 의해 실시한 결과, 세가지 인자의 각각의 두 수준들간에는 모두 유의적인 견고성의 차이가 있음을 확인할 수 있었다(Table 3).

절단성(brittleness)과 두 peak의 높이 차

절단성은 texture profile 요소들 중 이차적 요소로, 절단성이 크고 peak의 수가 많을수록 부스러지는 정도가 큰것을 의미한다. 농도·저장시간·저장온도의 변화에 따른 절단성은 Fig. 3과 같았다. 분산분석의 결과(Table 2), 세가지 인자의 주효과는 모두 유의적이었고, 2인자 교호작용 역시 농도×저장시간·농도×저장온도·저장시간×저장온도의 세가지가 모두 유의적이었으며, 3인자 교호작용효과는 무시할 수 있었다($\alpha=0.01$). 두 수준간의 유의차 검정을 위한 쌍체비교(paired co-

mparison test)를 실시한 결과(Table 3), 농도에서는 8%와 10%, 저장시간에서는 1일과 2일 사이에만 유의적인 차이가 없었고 온도의 각 두 수준간에는 모두 유의적인 차이가 있었다($\alpha=0.01$).

첫번째 peak와 두번째 peak의 높이 차이는 Fig. 4와

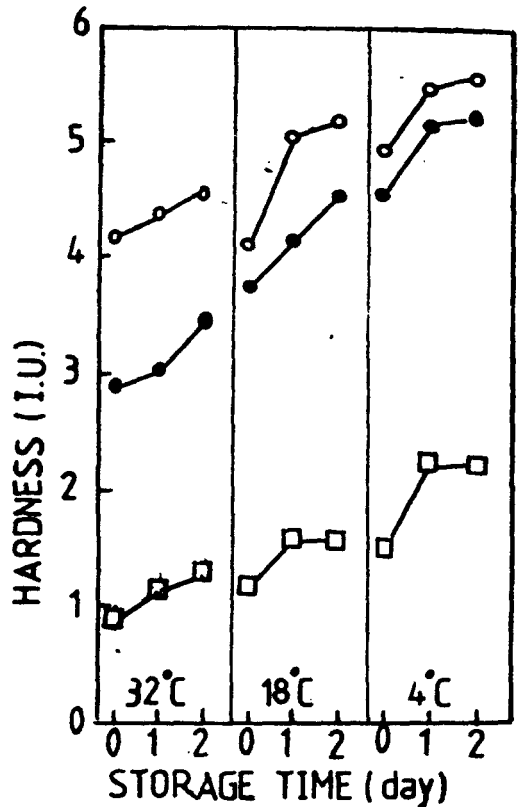


Fig. 2. Hardness of various acorn flour gels, showing the effects of concentration, storage time and storage temperature
□ = 6%; ● = 8%; ○ = 10%

Table 3. Paired comparison test

	Hardness	Brittleness	1st peak-2nd peak	Bend	Springiness
6% - 8%	16.55**	15.61**	9.32**	5.80**	5.76**
6% - 10%	51.38**	11.10**	3.22*	5.22**	7.48**
8% - 10%	5.16**	1.92	3.11*	2.79*	4.43**
0day - 1day	5.51**	3.60**	1.93	0.55	0.15
0day - 2day	8.34**	3.52**	1.70	0.14	0.13
1day - 2day	2.91*	0.70	0.38	1.27	0.00
32°C - 18°C	4.35**	4.27**	4.16**	2.10	1.13
32°C - 4°C	7.28**	5.96**	4.77**	1.69	0.40
18°C - 4°C	8.89**	6.34**	4.79**	0.10	1.80

* means significant at $\alpha=0.05$

** means significant at $\alpha=0.01$

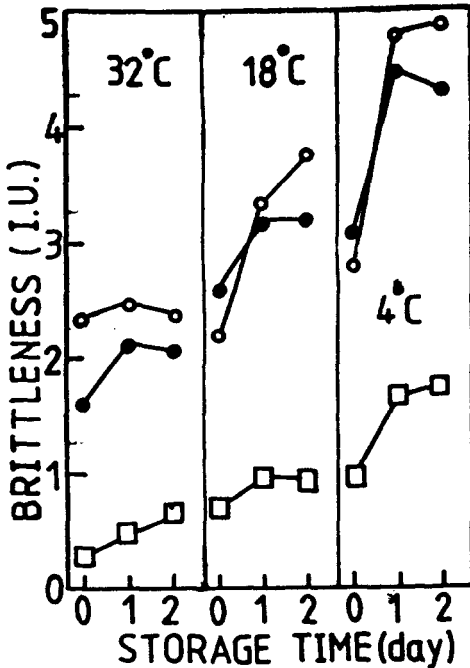


Fig. 3. Brittleness of various acorn flour gels □ - 6%; ● - 8%; ○ - 10%

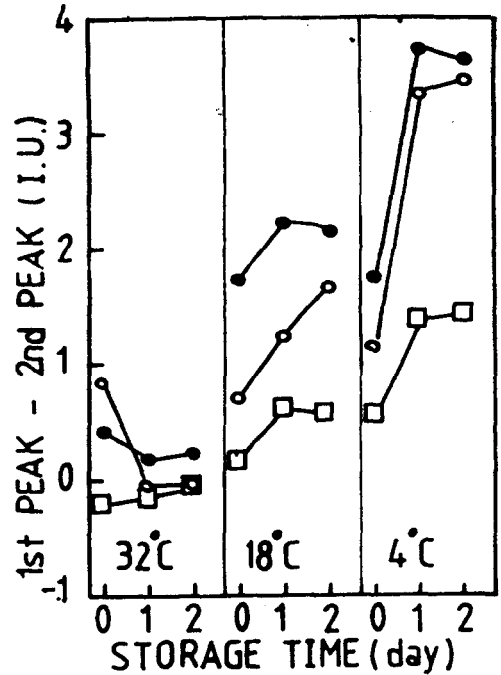


Fig. 4. (1st peak ht - 2nd peak ht) of various acorn flour gels □ - 6%; ● - 8%; ○ - 10%

와 같았다. 이 특성치에 대한 분산분석을 실시한 결과 (Table 2), 농도 · 저장시간 · 저장온도의 각 인자에 의한 주효과는 모두 유의적이었고, 2인자 교호작용중에서는 농도×저장온도 · 저장시간×저장온도 두가지만이 유의적이었으며, 3인자 교호작용효과가 유의적이었다 ($\alpha=0.01$). 또한 두 수준간의 유의차 검정을 위한 쌍체비교를 실시한 결과 (Table 3), 농도와 저장온도는 각각의 두 수준차이가 모두 유의적이었으나, 저장시간의 두 수준사이들에는 유의적인 차이가 없었다. 또 32°C에서 저장한 시료중 6% 시료 전부와 10% 시료 일부는 첫번째보다 두번째 peak가 더 높아 특성치가 음의 값을 보이고 있었다.

두 peak의 높이 차이는 texture profile 분석에서 흔히 쓰이는 특성치가 아니므로 이것이 실제 입 속에서의 촉감에 어떤 기여를 하는지는 알려져 있지 않다. 두 peak의 높이 차이(y)와 절단성(x), 견고성(z)의 상관관계를 알아보기 위하여 회귀분석(regression analysis)을 실시한 결과는 다음과 같다:

$$y = 0.790x - 0.662 \quad (r = 0.852)$$

$$x = 0.793z - 0.398 \quad (r = 0.940)$$

$$y = 0.516z - 0.597 \quad (r = 0.659)$$

여기서 r은 상관계수(correlation coefficient)이다. 두 Peak의 높이 차이는 절단성과 상관계수 0.852인 양의 상관관계를 가지고 있으나 견고성과는 r=0.659 정도의

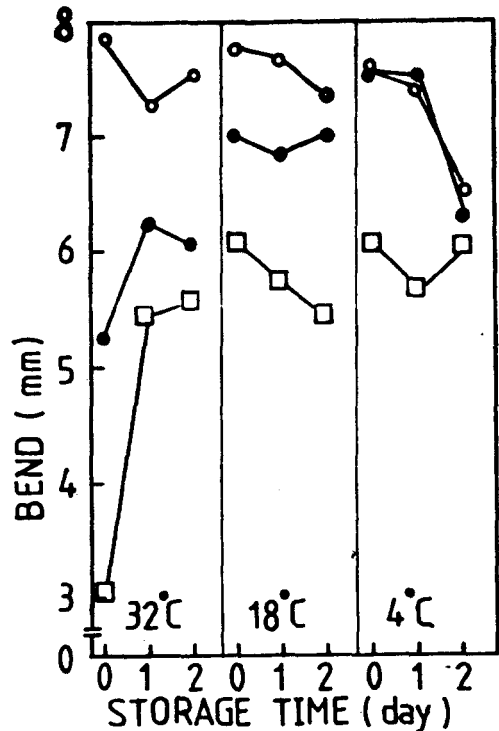


Fig. 5. Bend of various acorn flour gels □ - 6%; ● - 8%; ○ - 10%

낮은 상관관계를 가지고 있다. 이에 비해 절단성과 견고성은 $r=0.940$ 의 높은 상관관계를 나타내었다. 따라서 두 peak의 높이 차이는 견고성이나 절단성과는 성질을 달리하는 또 하나의 특성치로서, 이것이 식품의 텍스처에 어떤 특징을 부여하는 것인지에 대한 규명이 관능검사와 연관지어 연구되어야 할 것이다.

Bend와 탄성 (springiness)

Plunger가 시료의 표면을 분쇄할 때 까지의 시간을 나타내는 bend^(*)의 특성치를 Fig. 5에 나타내었다. 주효과와 교호작용효과에 대한 분산분석을 실시한 결과 (Table 2), 농도 및 저장온도는 유의적이었으나 저장시간의 주효과는 무시할 수 있었다 ($\alpha=0.01$). 2인자 교호작용중에서는 농도×저장시간은 무시할 수 있었고, 농도×저장온도는 $\alpha=0.05$ 유의수준 (level of significance)에서 유의적이었고 저장시간×저장온도는 $\alpha=0.01$ 유의수준에서 유의적이었다. 3인자 교호작용효과는 무시할 수 있었다. 또한 두 수준사이의 유의차 검정을 위하여 쌍체비교를 실시한 결과 (Table 3), 농도의 두 수준들 사이에는 각각 유의적인 차이가 있었으나, 저장시간 및 저장온도의 각각의 두 수준들 사이에는 유의적인 차이가 없었다.

첫번째 압착 (1st bite)이 끝난 후 두번째 압착 (2nd bite)이 시작될 때 까지의 시간 사이에 시료가 회복한 높이를 나타내는 탄성 (springiness)^(*)의 특성치는 Fig. 6과 같았다. 유의적인 주효과는 농도 뿐이었고 교호작용도 농도×저장온도만이 유의적이었다 ($\alpha=0.01$, Table

2). 쌍체비교에 의한 각각의 두 수준들 사이의 유의차 검정을 실시한 결과 (Table 3) 역시, 농도의 각각의 두 수준들간에만 유의적인 차이가 있을 뿐이고 저장시간 및 저장온도의 두 수준들 사이에는 유의적인 차이가 없었다 ($\alpha=0.01$).

요 약

3³ 요인배치법에 의하여, 농도·저장시간·저장온도의 차이에 따른 도토리묵의 물리적 특성 변화를, Instron Universal Testing Machine을 사용하여 측정·비교하였다. 도토리묵의 TPA curve는 첫번째 압착에서 두 개의 peak를 보이고, negative peak는 나타나지 않았다. 견고성과 절단성은 농도·저장시간·저장온도의 세 인자들의 변화에 대해 매우 유의적인 차이를 보이고, 두 peak의 높이 차이는 농도와 저장온도의 변화에 의해 특히 영향을 받으며 저장시간의 효과도 무시할 수 없었다. Bend는 농도의 변화에 대해서는 민감하게 대응하나 저장온도의 영향은 다소 약하게 작용하며 저장시간에 따른 변화는 무시할 수 있었다. 탄성은 농도의 변화에 대해서만 유의적인 차이를 보였다.

사 의

본 연구의 통계처리에 많은 도움말씀을 주신 서울대학교 계산통계학과 김재주 교수님께 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. 손경희, 문수재: 연세논총, 191 (1978)
2. 李鐘順: 調理科学, 14(2), 56 (1981)
3. 배광순, 손경희, 문수재: 한국식품과학회지, 16(2), 185 (1984)
4. 구성자: 대한가정학회지, 22(1), 99 (1984)
5. 구성자, 장정옥, Nakahama, N., Kobayash, M.: 대한가정학회지, 23(1), 33 (1985)
6. 방신영: 조선음식만드는법, 대양공사출판부, 서울, p. 327 (1946)
7. Peleg, M.: J. Food Sci., 41, 721 (1976)
8. Steel, R. G. M. and Torrie, J. H.: Principles and Procedures of Statistics, McGraw-Hill, New York, p.161 (1960)
9. Bourne, M. C.: Food Technology, 32(7), 62 (1978)

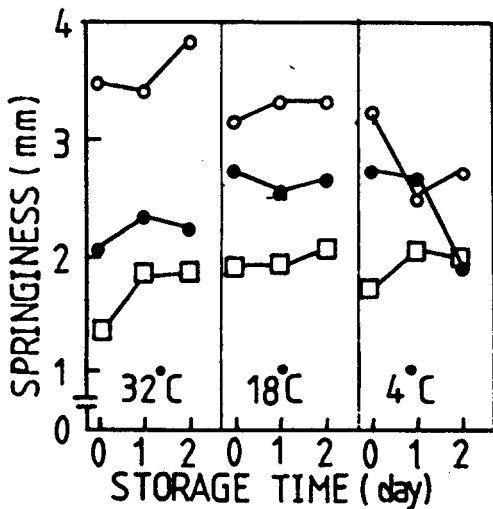


Fig. 6. Springiness of various acorn flour gels
 □ - 6%; ● - 8%; ○ = 10%