

도토리묵의 Texture 특성

—라틴방격법과 요인배치법의 비교—

Texture Profile Analysis of Acorn Flour Gel

—Comparison of 3×3 Latin Square with 3³ Factorial Experiment—

서울대학교 식품영양학과

金 永 娥

教授 李 惠 秀

Dept. of Food & Nutrition, Seoul National University

Young-A Kim

Prof.; Haisoo Rhee

.....<차

레>.....

I. 서 론

II. 재료 및 방법

III. 결과 및 고찰

IV. 요약

참고문헌

<Abstract>

The typical texture profile analysis (TPA) of acorn flour gel was investigated with Instron Universal Testing Machine by two experimental designs, 3×3 Latin square and 3³ factorial experiment. As the result, it was revealed that Latin square is a useful method to reduce the number of experiments, in the case of a negligible interaction.

I. 서 론

우리나라 고유의 식품인 묵에 대한 연구가 일부^{1~4)} 보고되기 시작한 이래 최근에 도토리묵에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다^{5~8)}. 근래에 식품의 이화학적 특성외에 물리적 특성에 대한 관심이 높아지고 있는데^{9~12)} 특히 묵은 texture가 가장 중요한 품질특성중의 하나이다. 본 연구에서는 도토리묵의 텍스처 특성을 Instron Universal Testing Machine을 사용하여 측정하되 라틴방격법(Latin Square)을 이용한 일부실험(Fractional factorial design)을 실시하여 그 결과와 3원배치법(3-way layout) 즉 3³요인배치법(3³ factorial

experiment)의 결과를 비교·검토하여 적은 실험 횟수로써 주효과(main effect)에 대한 정보를 얻을 수 있는 가능성을 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

시료는 경기도 파주군에서 1984년에 수확한 도토리묵 방¹³⁾의 묵가루 제조방법에 준하여 제조하였다.

2. 묵 제조방법의 표준화

시료에 실온의 증류수를 75 ml 가하여 충분히 분

산시킨 후 70~80°C의 증류수를 225 ml 가하고 95°C 항온수조에서 10분간 계속 저어주면서 가열하여 23×23×23.5 mm³의 냉각용기에 유입하여 18°C에서 2시간 냉각후 용기에서 꺼내어 각각 실험조건 온도에서 15분 방치한 것을 0일 시료로 하고, 그로부터 24시간, 48시간 저장한 것을 각각 1일 시료, 2일 시료로 사용하였다.

3. Texture profile analysis (TPA)

시료의 텍스처 특성치들은 Instron Universal Testing Machine (model 1140)을 사용하여 compression test를 실시하여 얻었다. 측정조건은 다음과 같다.

Measurement condition

two bite texture test
 fixture:compression anvil
 force range: 5kg full scale
 crosshead drive speed:80mm/min
 chart drive speed:100mm/min
 % deformation:80

4. 실험설계법 (Experimental design)

1) 실험방법

보통의 3인자 3수준의 효과 비교를 위한 3원배치법은 27가지의 실험을 행해야하지만 라틴방격법 (Latin square)을 사용하면 9가지의 실험만으로 주효과(main effect)를 분석할 수 있고 실험하지 않은 나머지 부분에 대한 각 인자 각 수준의 모평균을 추정해 낼 수가 있다^{14, 15)}. 따라서 본 실험에서는 3인자 3수준 (Table 1)의 주효과를 알기 위하여 3×3 라틴방격법을 사용하였다. 3×3 라틴방격에는 표준방격이 한개 있고 12가지의 상이한 배치가 존재하는데¹⁵⁾ 그 중 본 실험에서는 3×3 표준방격을 사용하였다 (Table 2). 그의 수학적 모형은 다음과 같다.

$$X_{ijl} = \mu + a_i + b_j + c_l + e_{ijl}$$

μ : 모평균

a_i : 인자 A의 i 번째 수준효과

b_j : 인자 B의 j 번째 수준효과

c_l : 인자 C의 l 번째 수준효과

e_{ijl} : 오차항

Table 1. 3-way layout for fixed effect model

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

Table 2. 3×3 Latin Square Standard square Randomization

	A1	A2	A3		1	2	3
B1	C1	C2	C3	A	10	6	8
B2	C2	C3	C1	B	0	1	2
B3	C3	C1	C2	C	4	18	32

A: concentration (%w/v)

B: storage time (day)

C: storage temp.(°C)

2) 결과 처리

일부실시법의 실험결과는 라틴방격법을 위한 분산분석표를 작성하여 각 인자의 유의차 검정을 실시하였고, $A_i B_j C_l$ 에서의 모평균(μ_{ijl}) 추정은 다음식에 의하여 실시하였다.

$$\hat{\mu}_{ijl} = \bar{x}_{i..} + \bar{x}_{.j.} + \bar{x}_{..l} - 2\bar{x}$$

이 추정치들과 3³요인배치법(3³ factorial experiment)과의 결과 비교는 쌍체비교(Paired comparison)를 위한 t-test를 실시하였다.¹⁶⁾

또 라틴방격법에서의 한 인자의 수준과 수준사이의 유의차 검정도 실시하였다:

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$|T_i - T_j| \geq \sqrt{2nVeF(1, \phi_E, \alpha)}$ 면 H_0 기각, 단 μ_i 는 i 수준의 모평균, μ_j 는 j 수준의 모평균, T_i 는 i 수준의 데이터제, T_j 는 j 수준의 데이터제, n 은 각 수준의 반복수, Ve 는 오차항의 분산을 나타낸다.

III. 결과 및 고찰

라틴방격법에 의한 실험결과는 Table 3과 같고, 분산분석을 실시한 결과는 Table 4에 나타내었다.

1. Hardness

도토리묵의 hardness는 분산분석을 실시한 결

Table 3. TPA data of various acorn flour gels

		A1	A2	A3	C.I.
Ha(I.U.)	B1	4.85	1.12	2.92	±0.703
	B2	4.97	1.10	5.28	±0.703
	B3	4.65	2.20	4.77	±0.703
Br(I.U.)	B1	2.88	0.58	1.53	±0.810
	B2	2.98	0.60	4.38	±0.810
	B3	2.18	1.67	3.70	±0.810
Co	B1	0.12	0.13	0.12	±0.201
	B2	0.10	0.17	0.22	±0.201
	B3	0.21	0.06	0.11	±0.201

Ha:hardness, Br: brittleness
 Co: cohesiveness,
 C.I.:95% confidence interval
 I.U.: Instron Unit

Table 4. ANOVA Test for TPA data

	Fo value		
	A	B	C
Ha	122.50**	9.44**	14.13**
Br	39.71**	8.24*	17.38**
Co	0.00075	0.0015	0.0022

Ha:hardness, Br:brittleness
 Co:cohesiveness, A: concentration,
 B:storage time, C:storage temperature
 *significant at $\alpha=0.05$
 **significant at $\alpha=0.01$

과(Table 4) 농도·저장시간·저장온도의 3인자 모두 수준에 따른 유의한 차이를 나타내고 있는데 ($\alpha=0.01$) 이것은 요인배치법에 의한 실험의 경우에도 3인자 모두 $\alpha=0.01$ 수준에서 유의한 같은 결과를 보이고 있었다. 각 인자 각 수준에서의 모평균을 추정한 결과와 요인배치법에 의한 실험결과를 Fig. 1에서 비교해 보았다. 또한 이들 라틴방격법의 추정치와 요인배치법의 실측치와의 쌍체비교를 위한 t-test를 실시한 결과는 두가지 실험방법에 의한 data 사이에 유의차가 없음을 나타내었다($\alpha=0.01$). 따라서 본 실험 조건내에서의 hardness 특성치는 굳이 27가지의 실험을 요하는 3³요인배치법을 실시하지 않고 9가지의 실험만으로 가

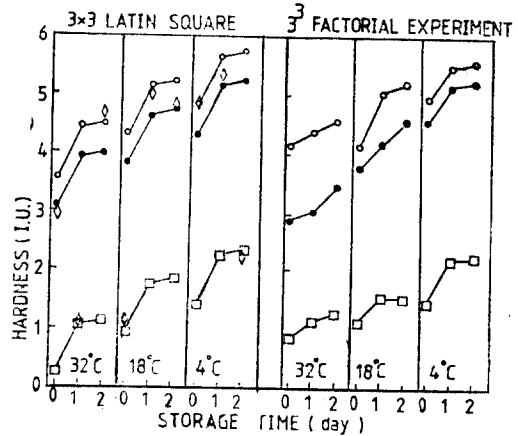


Fig. 1. Hardness data of various acorn flour gels by two experimental designs.
 (□:6%, ●:8%, ○:10%) ◇:empirical data I.U.:Instron Unit

능한 3×3 라틴방격법으로 실험하여도 비교적 정확한 정보를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

2. Brittleness

라틴방격법에 의한 brittleness 특성치 역시 세 인자에 대해 모두 유의적이라는 것이 분산분석 결과 밝혀졌다(Table 4).

각 인자 각 수준에서의 모평균 추정치는 Fig. 2와 같았다. 라틴방격법에 의한 추정치와 요인배치법에 의한 실측치와의 쌍체비교를 위한 t-test 결과는 두가지 실험방법에 의한 특성치 사이에 유의적인 차이가 없음을 나타내었다. 그러나 통계적인 유의차는 없을지라도 다소의 차이를 나타내는 때에는 A×B, A×C, B×C의 2인자 교호작용 효과(two factor interaction effect)들이 유의함으로 해서 나타나는 것으로 생각된다($\alpha=0.01$). 원래 라틴방격법은 적은 실험횟수로써 주효과에 대한 정보를 얻을 수 있다는 큰 장점이 있는 반면 인자간의 교호작용효과를 검출할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 따라서 2인자 교호작용 효과들이 무시된 상태에서 모평균 추정이 이루어졌으므로 요인배치법에 의한 실측치와 비록 통계적으로는 유의차가 없을지라도 다소의 차이가 생긴 것으로 보인다. 또

한 A(농도)인자의 수준과 수준사이의 유의차 검정을 실시한 결과 10%와 6%, 8%와 6% 사이에는 유의적인 차이가 있으나($\alpha=0.05$) 10%와 8% 사이에는 유의차가 없음도 이 두가지 실험방법의

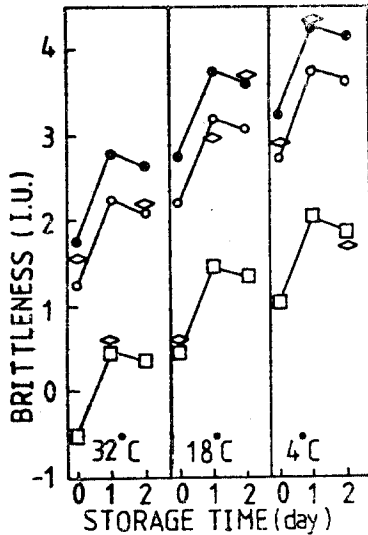


Fig. 2. Brittleness data of various acorn flour gels by 3×3 Latin square.

(□:6%, ●:8%, ○:10%)=expected data
◇=empirical data

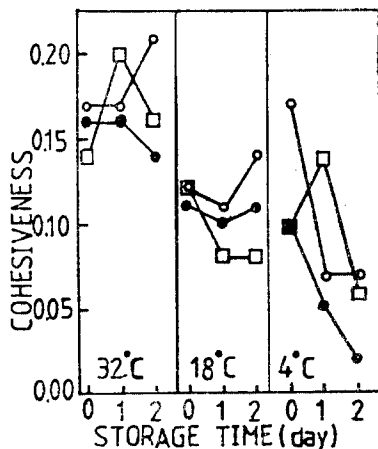


Fig. 3. Cohesiveness data of various acorn flour gels by 3^3 factorial experiment.

(□:6%, ●:8%, ○:10%)

data에 다소의 차이를 가져왔을 것으로 보인다.

3. Cohesiveness

Cohesiveness 특성치는 3인자 모두 유의하지 않음이 분산분석 결과 밝혀졌다(Table 4). 또한 요인배치법에 의한 실험 결과를 보면(Fig. 3) 여러가지 교호작용효과들이 유의적임을 알 수 있었다. 따라서 쌍체비교를 위한 t-test 결과로는 두가지 실험방법에 의한 data에 유의적인 차이가 없었으나 교호작용 효과를 무시하는 라틴방격법에 의한 모평균 추정이 다소 무리였을 것으로 보여진다.

IV. 요 약

3×3 라틴방격법과 3^3 요인배치법의 두가지 실험설계법을 병행 실시하여, 도토리묵의 texture를 Instron Universal Testing Machine으로 측정하여 비교·검토하였다. 그 결과 라틴방격법에 의한 일부실험방법은 교호작용이 없거나 비교적 적은 경우에는, 적은 실험횟수로써 정보를 간편히 얻을 수 있는 효과적인 실험설계방법임을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 문수재·손경희·박혜원 : 묵의 식품과학적 연구, 대한가정학회지, 15(4), 1977, 31~43.
2. 손경희·문수재 : gel 상 식품에 관한 실험조리적 검토, 연세논총, 15, 1978, 191~204.
3. Lee, Chong Soon, Yoshiko Teramoto: Studies on the cooking quality of Mung Bean Starch (Part 1), *Science of Cookery*, 14(2), 1981, 49~55
4. Lee, Chong Soon: Studies on the cooking quality of Mung Bean Starch (Part 2), *Science of Cookery*, 14(2), 1981, 56~60
5. 김정옥·이만정 : 도토리 전분의 이화학적 성질에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8(4), 1976, 230~235.
6. 박재영·구성자 : 도토리 전분의 탄닌성분과 물리적 특성에 관한 연구, 한국영양학회지, 17(1), 1984, 41~49.

7. 구성자 : 도토리묵의 Rheological properties 에 관한 연구, 대한가정학회지, **22**(1), 1984, 99~106.
8. 구성자 · 장정옥 · Nobuko Nakahama. Michiko Kobayash: 도토리 전분 묵의 Rheology 특성과 Tannin 성분의 영향에 대하여, 대한가정학회지, **23**(1), 1985, 33~47.
9. 이영화 · 이관영 · 이서래 : Texturometer에 의한 성상별 식품군의 texture 특성, 한국식품과학회지, **6**(1), 1974, 42~54.
10. Malcolm C. Bourne: 대용식품의 텍스츄어 특성 및 그의 측정방법, 한국식품과학회지, **7**(3), 1975, 168~180.
11. Malcolm C. Bourne: Texture profile analysis, *Food technology*, **32**(7), 1978, 62~66.
12. 이철호 : Food texture 연구에 관한 최근 동향, 한국식품과학회지, **11**(4), 1979, 314~321.
13. 방신영 : 조선음식 만드는 법, 대양공사출판부 1946, 329.
14. Owen L. Davies: The design and analysis of industrial experiments, 1963, 153~199.
15. Charles R. Hicks: Fundamental concepts in the design of experiment, 1964, 66~72, 136~147, 179~188.
16. John, P.W.M.: Statistical design and analysis of experiments, 1971.