

감국 첨가에 의한 감국설기의 호화 및 노화도 비교

박금순 · 최미애* · 임정교**

대구효성가톨릭대학교 가정관리학과,
(주)고려식료 식품연구소*, 대구미래대학 제과대코레이션과**

Comparative Degree of Gelatinization and Retrogradation on Gamkugsulgie with Added of Gamkug

Geum-Soon Park, Young-Ja Shin* and Jung-Gyo Im**

Dept. of Home Management, Taegu-Hyosung Catholic Univ.

Food Research Center, Korea Food Material Co.*

Dept. of Confectionery Decoration, Taegu Future College**

Abstract

This study was induced to compare retrogradation and gelatinization in sulgie with added powder and flower of gamkug, which had been stored in 4°C, 10°C and 30°C, respectively. The addition of 5% powdered gamkug showed the highest degree of gelatinization while the control did the lowest.

The degree of hardness of gamkugsulgie was lower than control and the following order 4°C>10°C>30°C. Gamkugsulgie showed a little lower degree of retrogradation than control group. The degree of retrogradation at 4°C was far greater comparing with the other group. The degree of retrogradation were delayed as the storing temperature rose tran 4°C to 30°C, temperature namely, gamkugsulgie retrogradation time constant of the test group was slower 1.18 times at 4°C, 1.24 times at 10°C and 2.58 times at 30°C than that of the control group.

Key words : gamkugsulgie, gelatinization, retrogradation.

I. 서 론

색과 향이 좋은 감국(*Chrysanthemum indicum* L.)은 한방에서 증추작용, 혈압강화작용, 결핵균 및 각종 바이러스에 대한 억제효과 등이 알려져 있으며 예로부터 음식물 첨가제로서도 널리 애용되고 있다^{1~3)}.

우리나라의 가장 오래된 쌀 가공식품인 떡은 한국인의 기초 식품 중의 하나이다. 그러나 떡은 전분질 식품으로 실온이나 저온에서의 일정기간 저장 후에는 전분의 노화에 의한 질감의 경화, 소화성 저하 및 식미 저하가 나타나는 한계점을 가지고 있다⁴⁾.

노화란 식품 성분 중 전분의 호화 상태가 저장기간 중 에너지가 낮은 상태로 돌아가 전분 분자간에 수소결합이 형성되어 결정화 상태로 변화하면서 전

분 겔이 단단하게 되고 전분 분자 사이의 일부 물분자가 빠져나와 상분리가 나타나는 현상으로 저장 안정성을 상실하게 되고 조직감이 단단해져 전분질 식품의 품질 저하를 가져오게 된다⁵⁾.

노화에 의한 물리적 변화를 중심으로 전분질 식품의 품질 저하에 영향을 미치는 인자로는 전분의 종류, 농도, 구성 전분분자의 비, 저장기간, 저장온도, 수분함량, pH 등이 포함된다고 보고하고 있다^{6~10)}.

최근에는 식이섬유소를 첨가하여 노화를 억제하고 보존성을 향상시키며^{11~14)} 죽설기^{15,16)}, 죽인절미¹⁷⁾, 수리취절편¹⁸⁾, 차생업을 첨가한 인절미의 저장 중 노화에 미치는 영향¹⁹⁾이 다양하게 보고되고 있다.

이미 서양이나 일본에서도 전분식품인 쌀가루가 빵이나 과자, 이류식, 팥화 식품 등의 여러 가지 가공식품 제조에 다양하게 이용되고 있고 생쌀가루 뿐만 아니라 호화 쌀가루까지도 시판되고 있다.

이에 본 연구에서는 경북 의성에서 재배되어 한약 재료 사용되는 전통 식품소재인 감국을 대량 채취하여 감국설기를 제조한 후 감국의 첨가가 호화, 노화도에 미치는 영향을 알아보기 위해 저장 온도, 기간 별로 조사하여 백설기와 비교 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

감국 묘목은 경북 의성군 옥산면 실업동 못골에서 재배한 것으로 본 실험에 사용한 감국은 1997년 10월 20일(重陽節 : 陰曆 九月 九日)에서 25일까지 청명한 날을 택하여 오전 10시에서 오후 3시 사이에 채취하여 크기와 색택이 비교적 균일한 것을 선별하였다. 감국 건조는 열풍 건조기(중앙 농기구 연구소)로 60°C에서 5시간 건조하여 꽃잎부분을 분리하고 폴리에틸렌 필름(두께 0.06mm)으로 포장하여 -20°C에서 냉동 저장하면서 사용하였다.

2. 실험방법

1) 재료의 전처리

감국은 분말은 후드믹서(서강물산)로 30g씩 3분 동안 갈아서 사용했으며, 꽃잎은 꽃잎 부분을 분리하

여 붙여서 사용하였다. 쌀은 일반미(경북 영천산)를 사용하였으며, 설탕은 백설탕(제일제당), 소금은 정제염(한주, NaCl 88% 이상)을 사용하였다.

2) 감국설기의 제조

(1) 감국설기의 제조과정

감국설기떡의 제조과정은 전보²⁰⁾와 같이 Fig. 1과 같은 방법으로 제조하였다. 즉 쌀을 5회 세척하여 18°C의 수돗물에 8시간 동안 침수한 다음 30분 동안 체에 받쳐 물기를 뺀 후 불린 쌀에 1%의 소금을 첨가하여 제분기에 갈아 20 mesh의 체에 내렸다. 감국분말과 감국꽃잎을 각각 1, 3, 5%씩 첨가하면서 설탕은 가루의 10%를 넣고 분량의 물을 섞어 혼합한 후 감국분말 첨가군은 다시 20 mesh의 체에 내렸다. 감국꽃잎 첨가군은 체에 내리고 고품물이 골고루 잘 혼합이 되도록 다시 섞은 다음, 시루에 소창을 깔고 재료를 넣은 후 위를 편편하게 하여 25분 동안 쪄고 5분 동안 약한 불에서 뜸을 들여 감국설기를 제조하

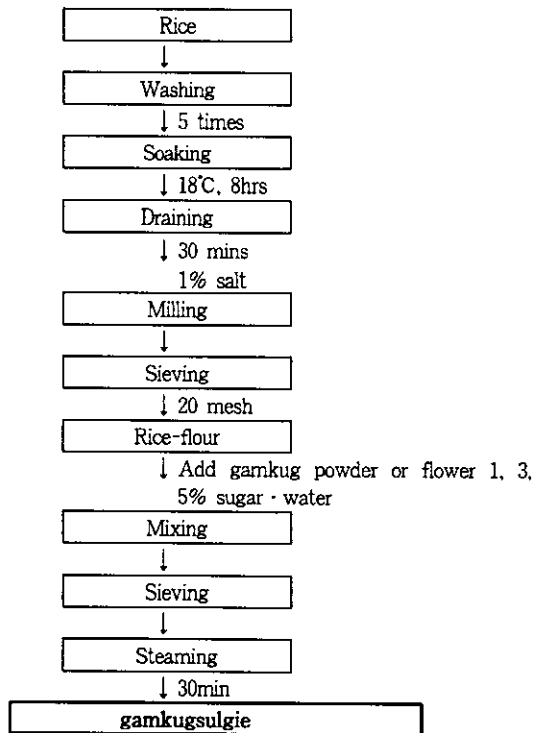


Fig. 1. A Diagram for the preparation of gamkugsulgie.

였다.

(2) 감국실기의 재료배합비

감국실기의 재료배합비는 Table 1과 같다. 감국분말과 감국꽃잎을 각각 쌀가루의 1, 3, 5% 첨가하였으며 반죽의 전체 수분이 일정하게 되도록 물을 첨가시켰다(쌀가루 수분: 32%, 감국 수분: 10.5%, 이때 물 첨가량은 가루의 15%로 고정). 소금은 전체가루의 1%를 넣었으며, 설탕은 전체가루의 10%로 하였다.

제조용기는 경북 영천시 청송면 화남리의 가마에서 구워낸 깊이가 12cm이며 지름이 27cm인 옹기시루를 사용하였으며, 찜기속의 물의 양은 1,500ml로 일정하게 넣었다.

(3) 경도 측정

시료의 경도측정은 Malcolm²¹⁾의 방법에 따라 texture profile analyser(TPA: Stable Micro Systems, Model TA-XT2, England)를 이용하여 측정하였다. TPA를 이용하여 compression test로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었으며 측정 조건은 Table 2와 같다.

3. 호화도 측정

전분의 호화도는 식품분석법²²⁾에 따라 4개의 삼각 플라스크(100ml)에 각각 1g의 시료를 50ml 증류수에 녹이고(A₁~A₄), 50ml 증류수만 넣은 한 개의 플

Table 2. Characteristics conditions for texture profile analyser

Analyser	TA-XT2, Stable Micro Systems
Sample height	25mm
Probe Distance	5.0mm
Length	35.0mm
Test speed	1.0mm/sec
Pre test speed	5.0mm/sec
Post test speed	10.0mm/sec
Trigger type Auto@	5.0g
Distance	5.0mm
Compression time	1.0 sec
Compression 30% of sample thickness	

라스크(D)를 준비하여 다음과 같은 조작으로 측정하였다.

A₁, A₂는 30분간 열탕시키고, A₁, A₃는 ice bath에서 실온으로 냉각한 후 A₁, A₃에는 5% α -amylase 5ml를 첨가시켰다. A₁~A₄, D는 37°C에서 90분간 효소반응시켜 1N의 HCl을 2ml를 가하고 증류수로 100ml 정용하여 여과(Whatman No. 541)하였다.

각 여과액 10ml, 0.1N iodine용액(I₂ 1g/15% KI용액 100ml) 10ml와 0.1N NaOH 18ml를 혼합하고 15분간 방치한 후 10% H₂SO₄용액 2ml를 가하였다. 이어서 0.1N의 Na₂S₂O₃용액으로 적정한 다음 계산식에 의해 호화도를 계산하였다. 이때 blank(b)는 여과액 대신 증류수 10ml를 사용하였다.

Table 1. Experimental design for the preparation of Gamkugsulgie

	Rice(g)	Gamkug(g)		Salt(g)	Sugar(g)	Water(g)
		Powder	Flower			
C ^{*)}	300	-	-	3	30	45
P1	297	3	-	3	30	50
P3	291	9	-	3	30	60
P5	285	15	-	3	30	70
F1	297	-	3	3	30	50
F3	291	-	9	3	30	60
F5	285	-	15	3	30	70

*) C: Control

P1: Gamkug Powder 1%, F1: Gamkug Flower 1%, P3: Gamkug Powder 3%,
F3: Gamkug Flower 3%, P5: Gamkug Powder 5%, F5: Gamkug Flower 5%

$$\text{호화도}(\%) = \frac{(b - a_3) - (b - a_4) - (b - a_d)}{(b - a_1) - (b - a_2) - (b - a_d)} \times 100$$

b: blank 적정치(ml)

a₁: 호화된 시료에 α-amylase를 작용한 glucose 적정치(ml)

a₂: 호화된 시료 자체의 glucose 적정치(ml)

a₃: 시료 자체의 α화된 전분에 α-amylase를 작용한 glucose 적정치(ml)

a₄: 시료 자체의 glucose 적정치(ml)

a_d: 증류수에 α-amylase를 작용한 glucose 적정치(ml)

4. 노화속도 측정

감국설기를 4, 10, 30℃에서 RH 70%의 항온항습실에서 저장하면서 그 경도를 TPA로 측정²¹⁾하여 경도변화로부터 감국설기떡의 노화속도를 계산하였다.

저장온도 4℃와 10℃에서는 96시간까지를, 30℃에서는 48시간까지 경도를 측정하고 경도변화로부터 Avrami의 방법²³⁻²⁵⁾으로 분석하여 노화속도를 계산하였다.

$$\log \left[-LN \frac{E_t - E_0}{E_t - E_L} \right] = \log k + \log t$$

E₀: Initial modulus

E_L: Limiting modulus

n : Avrami exponent

k : Time constant

1/k: Overall time constant

여기에서 E₀, E_t는 각각 저장시간 0과 t(시간)후의 시료의 경도, E_L은 최대 경도이며, k는 속도 상수, n는 Avrami지수이다. 시료의 노화속도상수(k)의 역수인 1/k은 시료의 노화시간상수로 정의되며, E_L 값은 4℃와 10℃에서 96시간, 30℃에서는 48시간 동안 저장한 시료로부터 구하였다.

5. 통계처리

자료의 분석은 SAS package를 이용하여 관능검사와 기계적 검사는 분산분석을 실시하였으며, Dun-

can's multiple range test에 의해 유의성을 검증하였다. Pearson's correlation에 의하여 관능검사와 기계적 검사간의 상관관계를 검증하였다²⁶⁾.

III. 결과 및 고찰

1. 호화도

감국의 첨가량을 달리하여 제조한 감국설기의 호화도 변화는 Fig. 2와 같다. 감국설기의 호화도는 감국분말 5% 첨가군인 P5가 89.5%로 가장 높았으며, 대조군인 C가 87.5%로 가장 낮았다. 감국분말을 첨가한 시료가 비교적 감국꽃잎을 첨가한 시료보다 호화도는 높게 나타났다. 한편 감국분말의 함량이 1, 3, 5%로 증가함에 따라 호화도는 각각 88.5, 89.2, 89.5%였으며, 감국꽃잎의 경우에도 감국꽃잎이 1, 3, 5% 증가함에 따라 호화도는 각각 88.2, 88.6, 88.8%였다. 이는 상대적으로 감국함량이 증가함에 따라 아밀로오스 함량이 감소하기 때문이며 호화도가 증가하는 것도 첨가물이 증가함에 따라 전분과 아밀로오스의 함량이 적어진다는 보고²⁷⁾와 일치하였다.

따라서 감국의 첨가량이 증가할수록 호화도는 높아져 감국의 첨가량이 많을수록 소화율이 높을 것으로 추정되었다.

2. 노화도

1) 경도변화

감국설기를 4, 10, 30℃에서 70% RH의 항온항습실에 저장하면서 시간별로 그 경도를 TPA로 측정

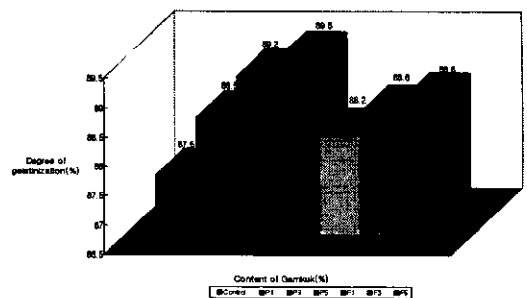


Fig. 2. Degree of gelatinization of gamkugsulgie.

하여 경도 변화를 살펴본 결과는 다음과 같다. 전보²⁰⁾에서 보고한 바와 같이 관능검사 및 기계적 검사에서 가장 기호도가 높은 꽃잎 3%군(F3)과 대조군(C)을 선택하여 비교, 분석하였다.

(1) 4℃ 저장시 시간 경과에 따른 경도의 변화

대조군인 C와 감국꽃잎 3%(F3)를 첨가한 감국설기를 4℃에 저장하면서 시간 경과에 따른 경도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다.

경도의 변화는 대조군의 경우 제조 직후 0.559kg에서 저장 24시간 경과 후에는 7.38kg으로 13배, 96시간 후는 20배나 증가하여 떡의 식감이 현저히 저하되었다. 그러나 F3의 경우에는 제조 직후 0.526kg에서 24시간 경과후 5.89kg으로 10배, 96시간 후는 17배로 나타나 대조군에 비하여 증가율이 낮은 편이었다.

(2) 10℃ 저장시 시간 경과에 따른 경도의 변화

대조군인 C와 감국꽃잎 3%(F3)를 첨가한 감국설기를 10℃에 저장하면서 시간경과에 따른 경도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다.

경도의 변화는 대조군의 경우 저장 전 0.559kg에서 24시간 경과 후 7.269kg으로 13배, 96시간 후는 12.2kg으로 22배 증가했으나, F3의 경우에는 0.526kg에서 24시간 이후 5.797kg으로 7.5배, 96시간 후는 14.5배로 증가해 대조군에 비해 낮은 증가율을 나타내어 F3이 10℃에서도 노화지연 효과가 나타났다.

(3) 30℃ 저장시 시간 경과에 따른 경도의 변화

대조군인 C와 감국꽃잎 3%(F3)를 첨가한 감국설

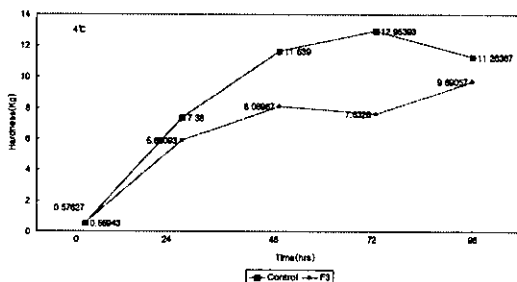


Fig. 3. Changes in hardness of control and Gamkugsulgie stored at 4°C.

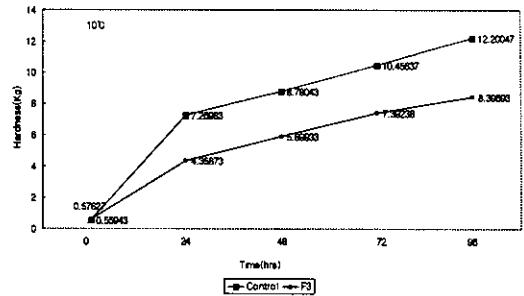


Fig. 4. Changes in hardness of control and Gamkugsulgie stored at 10°C.

기를 30℃에 저장하면서 시간 경과에 따른 경도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 5와 같다.

경도의 변화는 대조군의 경우 저장 전 0.559kg에서 24시간 경과 후 2.197kg으로 4배, 48시간 후는 7배로 증가했으나, F3의 경우에 0.526kg에서 24시간 이후 0.839kg으로 1.5배, 48시간 후는 2.5배로 증가해 대조군에 비해 낮은 증가율을 나타내었다.

또한 경도의 변화는 모든 온도에서 저장 24시간 경과 이후에 가장 크게 증가하였고, 48시간, 72시간 때에는 증가하기는 하지만 그 정도가 훨씬 감소하는 특징이 있었다.

2) 감국설기의 노화도

감국의 함량을 달리한 감국설기를 각 온도(4, 10, 30℃)별로 96시간 저장하면서 노화도를 측정하였다. 감국설기는 저장온도가 높아짐에 따라 경도가 적게 변화하였다. Fig. 3, 4, 5의 결과를 Avrami식으로 분

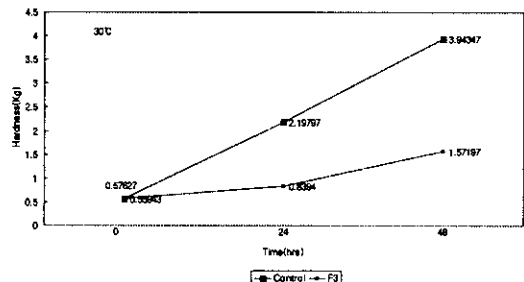


Fig. 5. Changes in hardness of control and Gamkugsulgie stored at 30°C.

Table 3. Time constants of control and Gamkugsulgie

Temperature	Sample	$E_0(g)$	$E_L(g)$	n	k	1/k(day)
4°C	Control	559.43	11263.67	1	5.03	0.19
	F3	576.27	9690.57	1	4.27	0.23
10°C	Control	559.43	11200.47	1	5.00	0.20
	F3	576.27	8396.93	1	3.64	0.27
30°C	Control	559.43	3943.47	1	3.52	0.28
	F3	576.27	1571.97	1	1.36	0.73

E_0 : Initial modulus, n : Avrami exponent, $1/k$: Overall time constant,
 E_L : Limiting modulus, k : Time constant

석하여 Table 3을 얻었다.

쌀 전분 겔(gel)의 Avrami exponent는 1로 보고 되어 있고^{28,29)}, 전분 겔의 노화에 있어서 Avrami 지수가 1인 경우에는 전분 결정화의 메카니즘이 순간적인 핵 형성에 따른 막대모양의 결정성장이라는 것을 가리킨다³⁰⁾.

따라서 감국설기의 Avrami exponent가 1임을 고려할 때 감국설기의 노화 메카니즘은 전분의 결정화와 비슷한 변화로 설명할 수 있고 이러한 사실은 이¹⁹⁾에 의하여서도 보고되어 있다.

저장온도에 따른 감국설기의 Avrami exponent는 Table 3에서 보는 바와 같이 시료 모두 1의 값을 보였다. 저장온도가 높아짐에 따라 감국설기의 노화시간 상수(속도상수의 역수 $1/k$)는 4°C에서 대조군과 F3이 각각 0.19일과 0.23일, 10°C는 0.20일과 0.27일, 30°C에서는 0.28일과 0.73일로 나타났다. 즉 저장온도가 높아짐에 따라 감국설기의 노화시간상수는 4°C에서는 1.18배, 10°C에서는 1.24배, 30°C에서는 2.58배로 증가하였음을 알 수 있다. 즉 대조군보다 꽃잎 3%군이 다소 큰 시간 상수를 나타내었고, 꽃잎을 첨가함에 따라 시간 상수도 증가하는 경향을 보여 본 실험 조건하에서는 감국을 첨가한 실험군이 대조군에 비해 노화가 더디게 진행됨을 알 수 있었다.

이¹⁹⁾ 등의 차생엽을 첨가한 인절미 등의 연구에서도 차생엽 10%를 첨가하여 제조한 인절미가 대조군에 비하여 노화속도가 3배 이상 지연되었다고 하여 본 연구결과와 비슷한 경향임을 알 수 있었다.

Kim과 Appolonia³¹⁾는 전분질 식품의 노화 중 일어나는 변화 중에서 가장 두드러지는 현상은 경도

(hardness)의 증가라고 하였고, 김³²⁾은 노화에 영향을 미치는 인자로서는 전분의 구조, 단백질, 수분 등을 들 수 있는데, 전분쇄의 결정화³³⁾는 주로 저장초기에는 아밀로스과 아밀로펙틴이 노화과정을 지배한다고 보고하였다.

한편 온도별로는 4°C>10°C>30°C순으로 노화가 빨랐으며 온도가 높을수록 노화는 더디었다. 특히 Avrami 방정식에 의한 노화특성시험 결과로도 감국을 첨가할수록 노화가 더디고, 4°C>10°C 보다는 30°C 고온이 노화가 더딤을 알 수 있었다.

이는 김 등 및 변³⁴⁾의 저장온도에 따른 밥의 노화속도에 관한 연구에서는 실온(21°C)에서 보다 고온(72°C)에서 저장하였을 때 노화속도가 1.5배 늦어졌다고 하여 본 연구 결과와 비슷한 경향을 띄고 있었다.

또한 본 실험에서는 감국에 의한 정확한 노화 역계 메카니즘은 알려져 있지 않으나, 감국 꽃잎을 감국설기에 첨가함으로써 주로 감국꽃잎 중의 수분 및 섬유질 등의 성분들이 감국설기의 호화된 전분 입자 사이에 혼입됨으로써 대조군에 비하여 부드러운 조직감을 유지시켜 주는 것으로 사료된다.

IV. 요 약

전통식품 소재로 즐겨 이용되어 온 감국으로 감국설기를 제조하여 호화와 노화 특성을 저장온도와 기간별로 조사하였다.

호화도는 감국 분말 5% 첨가군이 가장 높았고 대조군이 가장 낮았으며, 감국분말을 첨가한 실험군이

감국꽃잎을 첨가한 실험군보다 비교적 호화도는 높게 나타났다.

경도는 4°C > 10°C > 30°C로 나타났으며 전반적으로 대조군보다 감국설기의 경도가 낮았으며 4°C에서 72시간까지 현저히 낮게 나타났다.

노화도는 저장온도가 높아짐에 따라 감국설기의 노화시간 상수는 대조군에 비해 4°C에서는 1.18배, 10°C에서는 1.24배, 30°C에서는 2.58배로 노화가 지연되었다.

V. 참고문헌

1. 육창수: 원색 한국 약용 식물도감. 아카데미서적, 537, 1990.
2. 최영전: 한국민속식물. 아카데미서적, 53, 1992.
3. 유태종: 식품카르테. 민영사, 151, 1997.
4. Kim, C. S.: Degree of retrogradation of non-waxy and waxy rice cakes during storage determined by DSC and Enzymatic methods, Korean J. Soc. Food Sci., 12(2):186-192, 1996.
5. Krog, N., Olesen, S. K., Toernaes, H. and Joensson, T.: Retrogradation of the starch fraction in wheat bread, Cereal Foods World, 34: 281, 1989.
6. Zeleznak, K. J. and Hosoney, R. C.: The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb, Cereal Chem., 63:407, 1986.
7. Hibi, Y., Kobayashi, K., Kitamura, S. and Kuge, T.: Properties of cooked rice(non-glutinous rice and glutinous rice) on retrogradation. J. Home Econ. Japan, 37:743, 1986.
8. Chang, S. M. and Liu, L. C.: Retrogradation of rice starches studied by differential scanning calorimetry and influence of sugars, NaCl and lipids. J. Food Sci., 56:564, 1991.
9. Ghiasi, K., Hosoney, R. C., Zeleznak, K. and Rogers, D. E.: Effect of waxy barley starch and reheating on firmness of bread crumb. Cereal Chem., 61:281, 1984.
10. Lee, I. E., Rhee, H. S. and Kim, S. K.: Textural Changes of Glutinous Rice Cakes during Storage, Korean J. Food Sci. Technol., 15:379, 1983.
11. Sych, J., Castaing, F. and Lacroix, C.: Effects of initial moisture content and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. J. Food Sci., 52:1604, 1987.
12. Bookwalter, G. N., Kireleis, A. W. and Mertz, E. T.: *In vitro* digestibility of protein in milled sorghum and other processed cereals with and without toy-fortification. J. Food Sci., 52:1577, 1987.
13. Yilmaki, G., Harrysh, Z. J., Hardin, F. T. and Thompson, A. B. R.: Application of response surface methodology to the development of rice flour yeast breads, Objective measurements, J. Food Sci., 53:1800, 1988.
14. Choi, I. J. and Kim, Y. A.: Effect of Addition of Dietary Fibers on Quality of Backsulgis. Korean J. Soc. Food Sci., 8(3):281, 1992.
15. Sim, Y. J., Paik, J. E. and Chun, H. J.: A study on the texture characteristics of Soosulgis affected by Mugworts, Korean J. Soc. Food Sci., 7(1):35, 1991.
16. Joung, H. S.: A study the sensory quality Ssoosulgis added with different ratio of glutinous rice and mugworts, J. of the East Asian Soc. of Dietary Life, 5(2):73, 1995.
17. Lee, H. G. and Yoon, H. Y.: Sensory and Mechanical Characteristics of Ssuck-injulmi Supplemented by Mugworts, Korean J. Soc. Food Sci., 11(5):463, 1995.
18. Kim, M. H., Park, M. W., Park, Y. K. and Jang, M. S.: Effect of the addition of Surichwi on quality characteristics of Surichwijupyum, Korean J. Soc. Food Sci., 10(2):94, 1994.
19. Lee, M. G., Kim, S. S., Lee, S. H., Oh, S. L. and Lee, S. W.: Effects on retrogradation of *Injeulmi*(Korean Glutinous rice cake) added

- with the macerated tea leaves during storage. J. Korean Agric. Chem. Soc., 33(4):227, 1990.
20. Park, G. S. and Shin, Y. J.: Mechanical characteristics and preferences of Gamkugsulgie by different addition of *Chrysanthemum indicum* L., J. of the East Asian Soc. of Dietary Life, 8(3):289, 1998.
 21. Malcolm C. Bourne: Texture profile analysis. Food Technology, 62, 1978.
 22. 食品分析法: 食品分析法 デンバンのアマラーゼ消化性の測定法, 日本 食品工業學會, 東京, 641, 1984.
 23. Avrami, M.: Kinetics of phase change. J. Chem. Phys., 7, 1103, 1939.
 24. Avrami, M.: Kinetics of phase change. J. Chem. Phys., 8, 212, 1940.
 25. Avrami, M.: Kinetics of phase change. J. Chem. Phys., 9, 177, 1941.
 26. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천: SAS를 이용한 통계자료분석. 자유아카데미, 198, 1993.
 27. Hae-Ok Jung: A study on reducing power, degree of gelatinization and retrogradation rate of Soybean Jeolpyun, Korean J. Soc. Food Sci., 12(2):162, 1996.
 28. Kim, S. K., Hahn, T. R., Lee, Y. H. and D'Applonia, B. L.: Physicochemical Properties of Tongil(Indica type) and Paldal (Japonica type) Rice Starch. Korean J. Food Sci. Technol., 10:157, 1978.
 29. Chung, H. M., Ahn, S. Y. and Kim, S. K.: Comparison of Physicochemical Properties of Akibare and Milyang 23 Rice Starch. J. Korean Agric. Chem., 25:67, 1982.
 30. Sharples, A.: Introduction to Ploymer Crystallization. Edward Arnold Ltd, London, 1996.
 31. Kim, S, K, and D'Applolnia, B, L.: Baker's Dig., 51:38, 1977.
 32. 金東勳: 食品化學. 探求堂, 50, 1998.
 33. Kim, S, K, and D'Applolnia, B, L.: Cereal Chem., 54:160, 1977.
 34. Kim, S. K. and Pyun, Y. R.: Staling Rate of Cooked Rice Stored at 21°C and 72°C. Korean J. Food Sci. Technol., 14:80, 1982.