

동결 및 마이크로파 가열이 멍쌀가루겔 및 인절미의 조직 특성에 미치는 영향

고 하 영
우석대학교 식품영양학과

Effects of Freezing and Microwave Heating on the Textural Characteristics of Nonwaxy Rice Flour Gels and Rice Cake(Injolmi)

Koh Ha-Young

Department of Food Science & Nutrition, Woosuk University

Abstract

The textural characteristics of nonwaxy rice flour gels and rice cake(Injolmi) with different water contents and additives were evaluated after freezing and microwave heating. As moisture content of rice flour gels increased from 45% to 55%, its hardness and gumminess decreased, but adhesive and cohesiveness had no significant difference. Microwave heating did not markedly affect the texture but frozen storage was very effective to prevent the hardening of products. Hardness of reheated rice gels increased more rapidly in non-packaged sample than in PE wrap film and affected by storage time of 24hrs at 20°C. As sugar content of rice flour gels increased from 0% to 10%, its hardness, adhesiveness, and gumminess decreased, while cohesiveness did not change.

Key word : rice flour gels, freezing, microwave heating

서 론

밥이나 떡과 같은 전분성 식품은 온도가 낮아짐에 따라 노화가 증가되기 시작하여 4°C에서 최대를 이루고 동결하면 억제되는데(1-3), 전분의 노화는 저장온도뿐만 아니라 아밀로오스와 아밀로펙틴 함량비, 당이나 인산염 같은 첨가물과 단백질 함량 등에 영향받는다(3-5).

쌀의 노화 억제에 대한 연구로는 최와 신(6)이 자당과 이소말토올리고당을 1, 2, 5%첨가하면 첨가량이 많을수록 그리고 올리고당 쪽이 효과가 크다고 하였으며, 문 등(7)이 슈크로오스 지방산 에스테르와 대두유를 0.5, 1.0, 2.0% 첨가하면 첨가수준이 증가할수록 노화가 더 억제된다고 하였다. 송 등(8)은 슈크로오스 지방산

에스테르, 올리고당, 명반을 0.1% 수준에서 첨가하는 것이 효과가 있고 그 이상 첨가하면 효과가 뚜렷하지 않다고 하였다. 김과 신(9), 김 등(10)은 저장온도를 -18°C로 낮추는 것과 수분함량은 60%보다 65%가, 품종별로는 진미벼나 일품벼보다 동진벼가 노화가 억제되었다고 하였다. 김 등(11)은 수침시간이 길어질수록 노화가 지연된다고 하였으며, 백 등(12)은 쌀 전분 겔의 재결정화 정도는 수분함량 40%에서 최대로 나타났고 80% 이상에서는 거의 진행되지 않았다고 하였다.

근래에 마이크로파 오븐의 급속한 보급에 따라 다양한 식품의 급속 해동 및 가열조리에 이용되고 있으나 전분질 식품은 마이크로파 가열시 수분이 손실되고 식으면 빨리 경화 현상이 일어난다(5). 금 등(13,14)은 마이크로파 재가열시 쌀밥의 품질은 냉동저장이 hardness감소 효과가 가장 크다고 하였다. 그러나 무균포장법의 마이크로파 재가열 후의 품질은 리드포장재, 탈산소재, 저장온도에 따라 조직

Corresponding author : Ha - Young Koh, Department of Food Science and Nutrition, Woosuk University. Samnae, Wanju, Chonbuk, 565-800, Korea

감 특성에 큰 차이를 보이지 않고 호화 정도가 취반 직후와 비슷하게 복원될 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 전분질 식품의 동결 후 마이크로파 해동시 일어나는 조직 변화에 대한 구멍의 일환으로 우선 우리나라에서 가장 많이 이용하고 있는 멥쌀가루겔과 인절미를 동결하고 마이크로파 재가열 후 조직의 복원력을 원료의 수분 함량, 당과 찹쌀의 첨가량, 포장 유무 및 재가열 후의 경과 시간에 따른 요인으로 구분하여 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

시험에 사용한 원료는 시중에서 구입하여 일반계 멥쌀가루는 수분함량이 각각 45%, 50% 및 55%가 되도록 찹쌀가루는 50%로 조정하였다. 수분함량이 조정된 멥쌀가루 원료 2kg을 물과 혼합하여 교반통의 깊이가 34cm, 중앙부위의 넓이가 37cm인 평날개 패들 교반기로 회전수 40rpm의 속도로 30분간 반죽하였다.

설탕 및 찹쌀가루 혼합

멥쌀가루겔 제조시 수분 50%의 멥쌀가루에 설탕은 0.1%, 1.0%, 5.0%와 10.0%씩을 각각 첨가하였고, 찹쌀가루는 50%의 수분의 것을 25%, 50% 그리고 75%씩 첨가하여 반죽을 만들어 열처리 후 저장 및 재가열 시료로 하였다.

쌀가루 반죽의 겔화 및 인절미 제조

반죽된 쌀가루를 80g씩 직경 약 8cm인 유리 petridish에 넣고 수분의 증발을 막기 위해 피이랩 2겹으로 씌운 후 스티프를 이용하여 100℃에서 10분간 가열하였다. 또한 멥쌀가루 500g에 각각 설탕 25g, 소금 20g을 혼합 후 통상적인 방법에 따라 인절미를 제조하여 크기는 1.5cm X 3.0cm X 4.5cm로 절단하여 시험하였다.

저장 후 열처리 및 실온 방치 시험

스티프 가열된 시료를 -18℃ 및 5℃로 9일간 저장 후 3일 간격으로 재가열하여 조직특성을 조사하였다. 재가열은 스티프로 100℃에서 10분 가열한 것과 마이크로파 처리는 발진주파수가 2450MHz인 전자오븐(700W)으로 중저에서 7분간(인절미는 3분) 가열 처리하였다. 가열 후 실온 저장 5~6시간 후에 조직 특성을 조사하였다. 또한 가열 후 실온 24시간 방치 시 시간대별 hardness 변화를 포장 여부에 따라 조사하기 위하여 시료가 들어있는 petridish의 위 부분을 랩 2겹으로 포장한 것과 완전 개봉한 것으로 분류하여 측정하였다.

품질평가

조직특성은 Instron(Instron Co., Instron 1000, U.K.)을 이용하여 texture profile analysis(TPA)를 통해 분석하였다. 즉, 시료를 cylindrical type의 직경 9.55mm인 plunger로 6mm깊이까지 압착하고 이 때 나타나는 힘의 변형곡선을 조사하여 hardness(경도), adhesiveness(접착성), cohesiveness(응집성)와 gumminess(몽치는 성질)로 표시하였다. Instron의 cross head speed와 chart speed는 각각 100mm/min 및 200mm/min이었다(15-17). 중량감소율은 초기 무게에 대한 감소 무게를 측정하여 이것의 감소율을 백분율로 환산하여 표시하였다. 수분함량은 상압가열건조법으로 측정하여 습량기준으로 표시하였다(18).

결과 및 고찰

물리적 조직특성

수분 함량별 동결 후 가열 조건에 따른 멥쌀가루겔의 조직특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량 45%에서 hardness와 gumminess가 4.33~4.81kg과 5.38~7.00kg이었다가 55%로 증가함에 따라 각각 1.82~2.00kg과 2.59~3.20kg으로 감소하였다. 그러나 스티프와 마이크로 가열과의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. adhesiveness와 cohesiveness는 변화가 거의 없었다. 이는 수분 함량 45~55% 범위의 멥쌀가루겔은 동결 저장 후 열처리에 따른 조직특성이 동결 직전에 비해 변화가 크지 않아 동결에 의해 노화가 많이 억제되었고 열처리에 의해서도 조직 변화가 별로 일어나지 않았음을 보여주는 것으로 보인다. 이러한 결과는 肥後 등(19)이 마이크로파와 열전도 가열한 빵 중의 수분함량을 비교한 결과 33~44%는 마이크로파와 열전도 가열이 비슷한 hardness를 나타내지만 33% 이하는 현저히 마이크로파 가열이 경화를 촉진시켰다는 결과와 비교해 볼 때 본 시험이 수분 함량이 45~55%로 높아 동결 및 열처리에 의해서 조직특성이 별로 변하지 않은 것과 비슷한 결과라고 볼 수 있다.

쌀가루겔의 동결(-18℃) 및 냉장(5℃)에서의 저장 9일간 hardness의 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 동결 저장에서는 저장 전 상태인 대조구의 4.33kg에 비하여 변화가 거의 없이 스티프와 마이크로파 열처리와의 뚜렷한 차이를 보이지 않으면서 저장 3일 후 5.02~5.36kg이었다가 저장 9일에도 큰 증가 없이 5.05~5.36kg을 유지하였다. 그러나 냉장에서는 저장 3일만에 7.62~8.18kg으로 크게 증가하였고 저장 6일 후에는 9.51~10.14kg으로 더 증가하였고 저장 9일 후에는 9.58~10.26kg으로 증가폭이 떨어졌다.

Table 1. Instrumental texture characteristics of rice flour gels after 3 days frozen storage and heating treatments

MC (%)	Heating methods	Hardness	Adhesiveness	Cohesiveness	Gumminess
		(kg)	(kg·mm)	(Dimensionless)	(kg)
45	Control	4.33±0.251a	1.18±0.299	1.25±0.174	5.45±1.000
	Steam	3.66±0.324	1.51±0.357	1.38±0.572	5.38±2.680
	Microwave	4.81±0.755	1.35±0.346	1.43±0.317	7.00±2.370
50	Control	3.24±1.760	1.82±0.800	1.10±0.133	2.08±1.545
	Steam	2.46±0.501	2.00±0.501	1.17±0.401	2.58±0.547
	Microwave	2.79±0.857	2.10±0.807	1.02±0.222	3.61±0.429
55	Control	1.82±0.203	1.30±0.158	1.11±0.102	2.59±0.324
	Steam	2.10±0.395	1.27±0.226	1.20±0.509	3.04±1.670
	Microwave	2.00±0.248	1.29±0.068	1.27±0.203	3.20±0.259

^aMean±standard deviation of 7 measurements after 6 hrs of heating treatments.

Table 2. Changes in hardness of rice flour gells(45%WC) according to the storage and heating treatments
unit : kg

Storage temp.	Heating methods	Storage time(days)		
		3	6	9
-18℃	Steam	4.66±0.755 ^a	5.02±0.993	5.05±0.797
	Microwave	4.81±0.755	5.36±1.284	5.36±1.106
5℃	Steam	8.18±0.809	10.14±1.088	10.26±0.569
	Microwave	7.62±0.893	9.51±1.021	9.58±0.938

^aMean±standard deviation of 7 measurements after 6 hrs of heating treatments and initial value(control) before storage was 4.33±0.251.

식품제조 후 동결 및 마이크로파 처리에 따른 조직변화를 조사하기 위하여 뽕쌀가루를 주성분으로

한 인절미의 조직특성을 기계적 방법으로 조사한 결과는 Table 3과 같다. 기계적인 조직특성에 있어서는 무처리에 비해 동결 후 마이크로파 가열에 의해 hardness와 gumminess가 크게 증가하였고 adhesiveness는 약간 증가하였으나 cohesiveness는 변화가 적었다.

Table 3. Instrumental texture characteristics of Injolmi (rice cake) after frozen and heating

Heating methods	Hardness (kg)	Adhesiveness (kg·mm)	Cohesiveness (Dimensionless)	Gumminess (kg)
Control	1.18±0.082 ^a	1.16±0.828	1.22±0.109	1.32±0.184
Steam	2.75±0.217	1.57±0.547	1.47±0.314	4.20±0.402
Microwave	2.79±0.857	2.10±0.807	1.02±0.222	3.61±0.429

^aMean±standard deviation of 7 measurements after 6 hrs of heating treatments.

Table 4. Effect of sucrose contents on instrumental texture characteristics of rice flour gels by heating methods after 3 days frozen storage

Heating methods	Texture parameters	Sucros(%)				
		0	0.1	1.0	5.0	10.0
Control	Hardness(kg)	1.82±.20 ^a	2.54±.72	2.16±.43	2.46±.40	3.77±.56
	Adhesiveness(kg)	1.30±.16	1.34±.24	1.17±.18	1.10±.26	1.63±.28
	Cohesiveness	1.11±.10	1.22±.25	1.42±.26	1.18±.21	1.21±.08
	Gumminess(kg)	2.59±.32	3.22±1.68	3.01±.47	2.94±.82	4.57±.74
Steam	Hardness(kg)	2.10±.40	4.06±.60	3.22±.23	4.49±1.78	4.52±.48
	Adhesiveness(kg)	1.27±.23	1.51±.05	1.17±.18	1.59±.42	1.63±.09
	Cohesiveness	1.20±.51	1.29±.25	1.37±.17	1.36±.31	1.28±.11
	Gumminess(kg)	3.04±1.67	5.29±1.31	4.44±.84	5.53±3.22	5.82±1.02
Micro wave	Hardness(kg)	2.00±0.25	3.83±.39	3.25±.54	5.43±1.45	5.78±.59
	Adhesiveness(kg)	1.29±0.07	1.32±.28	1.18±.04	1.58±.42	1.62±.08
	Cohesiveness	1.27±0.20	1.20±.16	1.24±.17	1.27±.19	1.40±.08
	Gumminess(kg)	3.20±0.26	4.28±.57	4.03±.85	7.01±2.63	8.14±1.16

^aMean±standard deviation of 7 measurements after 6 hours of heating treatments.

설탕과 찹쌀가루 혼합에 따른 조직 변화

멥쌀가루(수분50%)에 설탕을 0%~10%까지 첨가한 후 가열방법에 따른 조직특성을 조사한 바는 Table 4와 같다. 설탕의 첨가량이 증가할수록 hardness, adhesiveness 및 gumminess는 높아지는 경향을 보였으나 cohesiveness는 변화가 거의 없었다. hardness와 gumminess는 마이크로파가열이 약간 컸으나 adhesiveness와 cohesiveness는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

대조구의 경우 hardness는 설탕의 함량이 5%까지는 설탕을 첨가하지 않은 것의 1.82kg과 차이가 적어 2.1~2.54kg이었으나 10%에서는 3.77kg으로 크게 증가하여 조직이 단단해졌음을 나타내 주었다. adhesiveness는 초기 1.30kg에서 설탕함량이 5%로 증가할 때까지는 변화가 거의 없었으나 10%로 설탕이 증가하면 1.63kg으로 약간 증가하여 접착성이 많아진 것으로 나타났다. cohesiveness는 변화 양상이 뚜렷하지 않아 gumminess에는 설탕이 별로 작용을 하지 않은 것으로 보였다. gumminess는 설탕을 첨가하지 않은 것이 2.59 ± 0.32 kg이었고 설탕 5%까지 약간 증가하였다가 설탕 10%로 되면 4.57kg으로 크게 증가하였는데 이는 hardness의 변화와 비슷한 양상이었다.

동결 저장 후 스팀 처리한 것은 설탕 증가에 따른 hardness 및 gumminess의 증가 경향은 대조구와 비슷하였으나 전체적으로 수치가 약간씩 높게 나타났다. adhesiveness와 cohesiveness는 대조구와 뚜렷한 차이가 없었다. 동결 후 마이크로파 처리한 것은 설탕 증가에 따른 hardness 및 gumminess의 증가가 뚜렷하였으며 특히 5% 이상 설탕 첨가시 수치의 증가가 뚜렷하였다.

Hansen 등(20) 및 Davis 등(21)에 의하면 찹쌀은 7번 동결 및 해동을 하더라도 안정한 상태를 유지할 수 있다고 보고한 바 있다. 국내에서 떡과 같은 식품을 생산시 찹쌀과 멥쌀을 혼합하는 경우도 있으므로 이들의 혼합비에 따른 조직 상태를 조사하기 위하여 우선 50% 수분의 멥쌀과 찹쌀을 일정 비율로 혼합 가열하여 냉동 저장 3일 후 스팀 및 마이크로파 가열하여 hardness 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Changes in hardness of rice flour gels(50%WC) with addition of waxy rice flour after 3 days freeze storage and heating of steam and microwave.

Heating Source	Added waxy rice flour(%)			
	0	25	50	75
Steam	2.86 ± 0.29^a	1.65 ± 0.11	0.95 ± 0.17	0.46 ± 0.04
Microwave	2.89 ± 0.34	2.10 ± 0.25	1.51 ± 0.19	0.58 ± 0.12

^aMean \pm standard deviation of 7 measurements after 6 hrs of heating treatments.

마이크로파 가열의 hardness는 멥쌀 100%일 때 2.89kg이었다가 찹쌀 25%를 첨가시 2.10kg이었으며, 혼합비가 50:50 및 75:25로 변화함에 따라 1.51kg 및 0.58kg으로 낮아졌다. 스팀 재가열구는 마이크로파에 비하여 약간 더 낮은 값을 나타냈다.

가열 후 실온 방치에 따른 hardness 및 중량감소율의 변화

동결 및 가열 처리 후 20℃에서 저장기간에 따른 멥쌀가루겔 인절미의 hardness의 변화를 조사한 결과는 Table 6과 같다. 저장기간에 따른 멥쌀가루겔의 hardness 증가를 보면 스팀과 마이크로파간에는 큰 차이가 없고 포장과 무포장과의 차이가 크며 가열직 후 15분(0.3시간)까지 식는 동안에 hardness가 크게 증가하였고 계속해서 시간이 경과함에 따라 증가하였다. 즉, 스팀 처리 무포장의 경우 hardness가 가열직 후(0.3시간 후) 1.16kg에서 0.8시간 경과 후 2.94kg으로 그리고 1.8시간 경과 후 4.57kg으로 크게 증가하였고 5.4시간 경과 후 5.39kg으로 hardness 증가가 매우 작아졌으며 24시간 이후 6.42kg으로 계속해서 시간이 경과함에 따라 hardness가 서서히 증가함을 볼 수 있었다. 그러나 포장된 것은 초기 1.16kg에서 0.8시간 후 1.43kg으로 그리고 1.8시간 후에도 1.97kg으로 증가가 무포장에 비해 각각 1.51kg과 2.6kg이 작았다. 24시간 후에도 4.45kg으로 무포장에 비해 약 2kg이 작았다.

Table 6. Changes in hardness of rice flour gels after frozen and heating during storage(20℃) (unit : kg)

Food items	Heating methods	Packaging methods	Storage time(hrs)				
			0.3	0.8	1.8	5.4	24
Rice flour gels	Steam	Non	1.16	2.94	4.57	5.39	6.42
		PE wrap	1.16	1.43	1.97	2.46	4.45
	Microwave	Non	1.18	2.69	3.18	3.67	5.75
		PE wrap	1.18	2.20	2.33	2.79	4.59
Injolmi	Microwave	Non	1.83	2.15	2.15	2.17	3.83

인절미의 경우 가열직후인 0.3 시간 후 1.83kg으로 같은 마이크로파 무포장의 쌀가루겔의 1.18kg에 비해 약간 높았으나 시간이 조금 경과되어 0.8 시간이후로 된 시점부터는 인절미가 약간 낮은 수치를 보였는데 5.4시간 방치의 경우 이것이 2.17kg인데 비해 쌀가루겔은 3.67kg으로 나타났다.

가열방법 및 포장방법별 가열 및 저장 중 호화된 멥쌀가루겔 및 인절미의 무게 변화는 Table 7과 같다. 肥後溫子(5)에 의하면 텍스트린, 용성전분, 호화소맥전분은 전자렌지와 140℃의 항온기에서 일정온도

로 가열시 가열 직후의 결합수량은 마이크로파 가열이 작았다고 하였다. 또한 스팀 가열의 경우 함수율이 높은 쪽이 수분증발이 빠르고, 함수율이 낮으면 물의 확산속도가 저하하여 표면 경화에 의해 증발속도가 지연된다. 그러나, 마이크로파는 승온속도 증가와 팽화에 따른 기공의 증가와 함께 물의 증발이 빨라진다고 하였으나 본시험에서는 멍쌀가루겔의 마이크로파 가열에 의한 물의 증발이 랩 포장에 의해 가열 후 무게 변화가 거의 발생되지 않았고 상온저장 1일 동안에도 수분감량이 0.44%였다. 이에 비해 스팀가열은 수분감소량이 같은 조건에서 0.92%로 약간 많았다. 무포장의 경우도 스팀가열이 초기 재가열 직후 0.41%에서 6시간 저장 후 1.96%로 되었다가 저장 1일 후 2.45%의 수분손실이 일어난 데 비해 마이크로파 가열은 가열 직후 0.52%이었다가 6시간 저장 후 2.11%로 1일 후에는 2.82%로 스팀과 큰 차이를 보이지 않았는데 이는 마이크로파는 짧은 시간, 즉, 7분 동안에 가열이 완료되어 수분손실이 많지 않기 때문으로 보이는데 시간이 길어지면 증발이 많아질 수도 있을 것이다.

Table 7. Changes in weight loss of rice flour gells in packaging methods after frozen and heating during storage(20℃)

Food items	Heating methods	Packaging methods	Storage time(hrs)			
			0	2	6	24
Rice flour gells	Steam	Non PE wra	0.41	1.85	1.96	2.45
		Microwave Non PE wra	0.03	0.37	0.54	0.92
Injolmi	Microwave	Non	0.52	2.00	2.11	2.82

무게감소율의 경우 1일 저장 무포장구가 2.45~2.82%인데 비해 포장구는 0.44~0.92%로 1% 이내를 유지하였다. 이와 같이 무포장구와 포장구 사이의 무게감소율 차이는 2% 내외 정도 범위로 크지는 않았지만 표면 경화와 관련된 hardness의 증가에 많은 영향을 미친 것으로 생각된다.

인절미의 수분감소율은 같은 마이크로파 무포장 조건에서 쌀가루겔보다 약간씩 많았으나 어느 시점에서나 1% 이내의 차이만을 보였다.

요 약

수분과 설탕 함량을 달리한 멍쌀가루겔과 인절미를 냉장, 냉동하고 마이크로파와 스팀 가열했을 때의

조직특성 변화를 조사하였다. 쌀가루겔은 동결 후 가열시 스팀과 마이크로파 가열간의 차이 없이 수분함량이 45%에서 55%로 증가함에 따라 hardness와 gumminess는 감소하였으나 adhesiveness와 cohesiveness는 거의 변화하지 않았다. 가열 처리 방법에 따른 조직 특성 차이는 현저하지 않았고, 동결은 경화억제에 효과적이었다. 재가열된 제품의 hardness는 실온에 24시간 방치시 시간 경과에 민감하게 변하였고, 피어랩 2겹 포장은 경화 억제에 매우 효과적이었다. 멍쌀가루에 설탕을 0%-10%까지 첨가하면 첨가량이 증가할수록 hardness, adhesiveness 및 gumminess는 높아지는 경향을 보였으나 cohesiveness는 변화가 거의 없었다.

감사의 글

본 연구의 일부는 (주)미원 부설 음식문화연구원원의 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Mudgett, R.E. (1986) Microwaves properties and heating characteristics of foods. *Food Technol.*, p.84-94, June
- Nakamura, H. (1986) Microwave sterilization of foods. *New Food Industry*, 28(11), 11-21
- Esaka, M., Okada, K., Suzuki, K., Kubota, K. and Kawakami, H.(1987) Micro-wave pasteurization of starch foods. *Jap. J. Food Sci. Technol.*, 34(2), 69-97
- Suzuki, M and Orita, T.(1985) Microwave heating type. *Refrigeration*, 60(689), 59-66
- 肥後温子 (1987) 電子range, 微波 食品利用 handbook. 日本食品工業社, p.33-41
- 최차란, 신말식 (1996) 당 첨가가 쌀가루겔의 노화에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 28(5), 904-909
- 문세훈, 김정옥, 이신경, 신말식 (1996) 슈크로오스 지방산 에스테르와 대두유 첨가 쌀가루겔의 노화. *한국식품과학회지*, 28(2), 305-310
- 송지영, 김정옥, 신말식, 김성곤, 김광중 (1997) 첨가물이 쌀전분겔의 노화에 미치는 영향. *한국농화학회지*, 40(4), 289-293
- 김정옥, 신말식 (1996) 저장온도에 따른 쌀가루겔의 노화. *한국농화학회지*, 39(1), 44-48
- 김정옥, 최차란, 신말식, 김성곤, 이상규, 김광수 (1996) 쌀전분겔의 노화에 수분함량과 저장온도가 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 28(3), 552-557

11. 김관, 이용현, 박양균 (1995) 찹쌀의 침지시간을 달리하여 제조한 찹쌀떡의 노화속도. 한국식품과학회지, **27(2)**, 264-265
12. 백무영, 김광중, 천기철, 하연철, 김왕수 (1997) 쌀 전분질의 재결정화에 미치는 수분함량의 영향. 한국식품과학회지, **29(5)**, 936-946
13. 금준석, 한익, 김용환 (1996) 마이크로파 재가열이 쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **25(3)**, 504-512
14. 금준석, 이창호, 이상효, 이현유 (1996) 무균포장 밥의 Microwave reheating 후의 품질 특성에 관한 연구. 한국식품과학회지, **28(3)**, 528-537
15. Faridi, H. and Faubion J. M. (1986) Fundamentals of dough rheology. AACC Inc., Minnesota
16. Conford, S.J., Axford, D.W.E. and Elton, G.A.H. (1964) The elastic modulus of bread crumb in linear compression in relation to staling. *Cereal Chem.*, **41**, 216
17. Peleg, M. and Bagley, E.B. (1983) Physical properties of foods. AVI
18. A.O.A.C.(1980) Methods of Analysis, 13th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D. C.
19. 肥後温子, 野口駿, 中澤文子, 島崎通夫 (1983) マイクロ波加熱による食品の硬化現象について (第8報)でんぷん粒の變化とパンの硬さとの關係. 家政學雜誌, **34(2)**, 83-88
20. Hansen,H.L., Nishita,K.D. and Lineweaver, H (1953) Preperation of stable frozen puddings. *Food Technol.*, **7**, 462
21. Davis,J.G., Anderson,J.H.and Hansen,H.L. (1955) Starch cereal thickening agents for canned food products. *Food Technol.*, **9**, 13

(1998년 12월 18일 접수)