

인절미의 노화억제를 위한 반죽, 첨가제 및 효소분해의 영향

조태옥 · 서형진 · 김주숙¹ · 홍진숙
세종대학교 조리외식경영학과, ¹세종대학교 생활과학과

Effect of Kneading, Ingredients and Enzymatic Hydrolysis on Retrogradation of Injulmi

Tae-Oc Cho, Hyung-Jin Seo, Joo-Sook Kim¹, Jin-Sook Hong
Department of Culinary & Foodservice Management, Sejong University
¹Department of Human Life Sciences, Sejong University

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of modified starch, sugars and enzymatic hydrolysis with β -amylase on extending the self-life of Injulmi, a Korean soft and glutinous rice cake, in terms of maintaining a soft texture. The Injulmi was prepared with or without kneading of waxy rice flour, NaCl and water mixture. The Injulmi was stored at -20, 4 and 20°C and the hardness was measured to calculate the Avrami exponents during storage. The results showed that cold kneading and enzymatic hydrolysis with β -amylase before steaming of the waxy rice dough significantly extended the self-life on the basis of the Avrami equation. Among the various additives including different kinds of starches, sugars and polymannuronic acid, the addition of 1.5% tapioca starch, 8.0% of glucose or 3.0% of polymannuronic acid was also effective for delaying the retrogradation phenomena during storage. However, despite the effectiveness of these treatments, the Injulmi developed hardness within 2-3 days at 4°C and within 4 days at 20°C while storage at -20°C showed a storage stability that was maintained over x days. Sensory test showed the Injulmi prepared with NOVA-0.005, GL-8.0 had a lower hardness than that of the other treatments.

Key words : Injulmi, Retrogradation, Kneading, Ingredients, β -amylase

1. 서 론

떡은 원료와 제조방법에 따라 종류가 다양하고 모양과 맛이 다른 우리 고유의 전통 음식이다. 최근 떡에 대한 관심이 높아가면서 현대인의 기호에 적합하면서 저장과 유통에 안전하고 표준화된 떡 제품의 생산을 위하여 많은 연구가 이루어지고 있다.

떡은 쌀, 밀 등 곡류의 분말을 호화시켜 제조하는 과정에서 수분함량이 높아 저장 중 미생물 번식에 의

한 변질과 호화전분의 노화에 의해 단단해지는 문제가 있다. 특히 조직이 부드러우면서도 탄력성이 있는 인절미는 노화속도가 빨라 하루가 지나면 조직의 경화현상에 의해 먹기에 불편하다. 그리하여 이러한 노화의 속도를 지연시키기 위한 연구가 이루어진 바 있다.

Kim K 등(1995)은 상온에서 찹쌀을 오래 수침시킬수록 노화속도가 늦어진다고 하였다. Lee MG 등(1990)은 차의 생업을 첨가한 인절미의 저장 중 노화에 미치는 영향 조사에서 차 생업이 증가할수록 텍스처가 부드럽게 변하며 경화현상도 지연되었다고 하였고 또한 Yoon GS와 Koh HY(1998)는 찰보리쌀 가루를 이용하여 인절미와 찹쌀떡을 만들었을 때 찰보리쌀을 찌서 만든 떡이 저장 3일후에도 부드러움을 유지하였다고 하였다. 이외에 Lee SM 과 Cho JS(2001)는 수리취

Corresponding author: Jin-Sook Hong, Sejong University, 98,
Gunja-dong, Kwang jin-gu, Seoul 143-747, Korea
Tel : 02-3408-3186
Fax : 02-3408-3563
E-mail : hongjs@sejong.ac.kr

20%를 배합하면 저장 중 인절미의 경화현상을 지연시킨다는 보고와 Cha GH 와 Lee HG(2001)는 다진 대추를 첨가하면 대추인절미의 저장 중 노화 속도가 느려진다고 보고하였다.

이와 같이 인절미의 노화현상의 억제를 위한 연구는 다각도로 이루어져 왔지만 아직도 현재 제조 판매하고 있는 인절미의 경우 하루만 지나도 딱딱해지는 경화현상 때문에 판매에 큰 어려움을 주고 있다. 그리하여 본 연구에서는 이러한 노화 현상을 지연시키기 위하여 인절미 제조 시의 반죽효과, 변성전분, 당류의 첨가 및 효소 분해 효과 등을 검토하여 인절미의 노화 현상을 억제할 수 있는 방법을 찾고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 찹쌀은 2003년에 수확한 것을 농협에서 구입하여 8시간 수침하고 30분간 체에서 물기를 뺀 후 마쇄하고 30 mesh 체를 통과시켜 얻어진 찹쌀가루를 -20℃ 냉동고에 저장하면서 사용하였다. 인절미의 노화억제를 위해 검토한 첨가제는 Tapioca #4 (Chemical specialties corp. Ltd, Thailand), Supreme (Starch technology & trading. Ltd, Thailand), Glucose ((주)대정, 경기도, 시흥), Isomalto-oligosaccharides((주)대상 경기도, 이천), Polymannuronic acid인 Polymann (KBP, 경기도, 평택)을 사용하였다. 찹쌀가루의 효소분해를 위해 사용한 β -amylase는 분말형태로 최적온도가 50-55℃, 최적 pH가 6.0인 Novamyl(Novo Co. Denmark)을 사용하였다. 사용된 Tapioca는 호화하기 쉽고 노화하기 어려운 성질이 있으며 Supreme 역시 성질은

Tapioca와 비슷한데 보습성이 뛰어나고, Glucose는 물에 잘 녹으며, Isomalto-oligosaccharides는 저 감미도에 보습, 침투, 비발효성, 낮은 수분 활성도, 변색방지 등의 특성을 가지고 있다. 또 Polymann은 천연생물 신소재로 고기능성 식품첨가제로 쓰이고, Novamyl은 유전자 재조합 미생물의 발효 생성물질로 제빵 시 노화 방지용으로 이용된다.

이와 같이 다양한 개개의 특장이 있어 이들을 상호 비교 검토하기 위해 시료로 선정하였다.

2. 인절미의 제조

인절미의 품질향상을 위해 사용한 변성전분과 당, 다당류 등의 첨가는 찹쌀가루와 소금, 첨가물 등의 전체 무게를 100 g으로 하였고 물은 30 mL로 일정하게 하였다. 첨가물과 찹쌀가루의 배합비율은 Table 1과 같다.

인절미 제조는 반죽과정 없이 원료를 20분간 증기로 찌고 반죽기로 5분간 치댐을 하는 일반적 무반죽 제조 방법과 원료를 먼저 반죽하고 찌는 반죽 법으로 인절미를 만들었다. 반죽 법은 반죽 시 상온의 물을 첨가하는 cold kneading과 끓는 물을 첨가하는 hot kneading으로 나누어 실험하였다. 찬 반죽 법에 의해 인절미를 제조할 경우 설탕을 제외한 모든 재료들을 3분간 상온에서 물 30 mL를 넣고 반죽한 후 1,000 mL의 물이 담긴 찹통(지름 24.5 cm, 높이 11.5 cm)위에 시루(지름 20.5 cm, 높이 5.5 cm)를 얹어 놓고 그 안에 젖은 행주를 깔고 편편하게 한 반죽을 얹어 놓은 다음 강한 불로 20분간 찌다. 찌진 떡에 설탕 4 g을 고르게 섞은 다음 즉시 반죽기(N50, Hobart, USA)에서 5분간 치대어 인절미를 만들었다. 치댄 인절미는 지름 5 cm, 높

Table 1. Formulas for preparation of *Injulmi* with addition of modified Starch, Sugar, Polymann and Novamyl

Sample	Waxy rice flour	Salt	Sucrose	Ingredient
Control	95.0	1.0	4.0	-
Tapioca 4 1.5% (TP4-1.5)	93.5	1.0	4.0	1.5
Tapioca 4 3.0% (TP4-3.0)	92.0	1.0	4.0	3.0
Supreme 1.5% (SP-1.5)	93.5	1.0	4.0	1.5
Supreme 3.0% (SP-3.0)	92.0	1.0	4.0	3.0
Glucose 8% (GL-8.0)	91.00	1.0	-	8.0
Isomaito-oligosaccharides 7.5% (IMOS)	91.50	1.0	-	7.5
Polymann 1.5% (PM-1.5)	93.5	1.0	4.0	1.5
Polymann 3.0% (PM-3.0)	92.0	1.0	4.0	3.0
Novamyl (NOVA)	95.0	1.0	4.0	0.005

이 1 cm의 플라스틱 petri dish를 전자저울 위에 놓아 27 g씩을 넣고 성형시킨 다음 -20°C , 4°C , 20°C 항온기에 저장하였다. 인절미를 4°C 와 -20°C 에 저장하였을 경우 20°C 의 항온기에서 2시간 놓아두어 인절미의 온도를 20°C 로 조정 한 뒤 인절미의 경도와 표면의 색도를 측정하였다. 익반죽 법은 100 g원료에 끓는 물 30 mL를 넣고 반죽하였다. 당류는 분말 상태의 Glucose와 액상의 Isomalto-oligosaccharides를 사용하였고 설탕이외의 당 첨가량은 설탕과 단맛을 맞추기 위하여 그 첨가량을 달리 하였다. 분말상태의 당은 치델 때 첨가하였고 액상은 반죽 시 첨가하였다. Novamyl은 찹쌀가루의 0.005%를 50°C 30 mL의 물에 분산시켜 활성화 한 뒤 찹쌀가루에 넣어 반죽하였다. 이들을 첨가한 인절미는 Fig. 1의 cold kneading 방법으로 제조하였다.

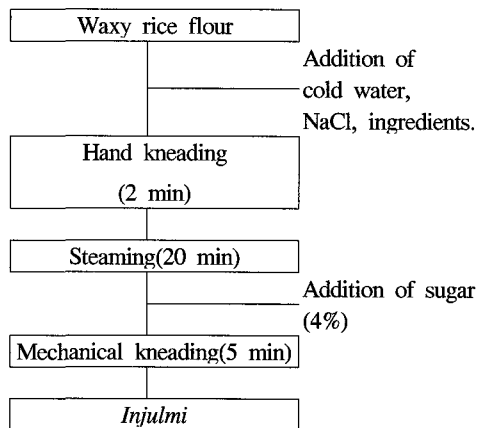


Fig. 1. Procedures for preparation of Injulmi.

3. 측정방법

1) 무게 및 수분함량 측정

인절미 제조과정 중 반죽 후 증기로 찌낸 직후 무게를 측정하여 무게증가율(%)을 계산하였고, 수분함량 측정은 A.O.A.C.(Arlington, 1990) 방법 의하여 105°C 에서 3시간 건조시켜 항량에 도달한 값을 측정하였다.

2) 점도 측정

반죽한 인절미를 찢 다음 반죽기로 친 것의 점도는 점도계(digital viscometer model DV-II, USA)를 이용하여 6번 spindle로 반죽 표면에 접촉시킨 다음 RPM=1에서 30초간 작동시켜 각 시료 당 점도(cps)를 10회 측정하여 최고치와 최저치를 제외시킨 평균값을 계산하

였다.

3) 색도 측정

인절미 제조 중 반죽 후, 찌낸 후 치델 후의 표면색은 color difference meter (CT-310, Minolta Co. Japan)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다. 이때 사용한 표준 백판은 L값=95.1, a값=0.3126, b값=0.3191이었으며 5회 이상 반복 측정하여 평균값을 계산하였다.

4) 경도 측정

인절미의 경도는 Rheometer(Sun Rheometer Sun Sci. Co., Japan)를 사용하여 adaptor는 No.5 (직경 2 mm), load cell은 1.00 kg에서 측정하였으며 시료표면으로부터 5 mm 침투시켜 mode 2에서 5회 반복하여 측정하여 최고 및 최저 값을 제외한 평균값을 계산하였다.

5) 노화속도 측정

시간에 따른 인절미의 경도 변화를 측정한 결과를 Avrami식(Kim SK와 Pyun YR, 1982)에 의하여 분석하고 이로부터 노화속도를 산출하였다. Avrami식은 $\theta = \exp(-kt^n)$ 으로 표시된다. θ 는 일정시간(t)후 남아있는 비결정 부분, k는 속도상수 및 n은 Avrami지수이다. 만일 인절미의 경도변화가 결정화 정도를 측정하는 척도라고 본다면 $\theta = (E_L - E_t) / (E_L - E_0) = \exp(-kt^n)$ 으로 표시된다. 따라서 $\log [-\ln (E_L - E_t) / (E_L - E_0)] = \log k + n \log t$ 로 표시할 수 있다. 여기서 E_0 및 E_t 는 시간 0 및 t에서의 인절미의 경도이다. E_L 은 이론적으로 무한대의 시간 후의 경도이다. Avrami지수 (n)은 위식의 그래프로부터 구하였다. 속도상수 (k)는 $\ln (E_L - E_t)$ 와 시간과의 그래프로부터 구할 수 있으며 n=1로 하여 상수의 역수 즉 속도상수의 역수 $1/k$ 을 시간상수로 하였다.

4. 관능검사

인절미의 첨가제에 대한 관능적 품질의 차이를 알아보기 위하여 차이식별의 다시료 비교법(multiple comparison test)으로 평가하였으며 패널요원의 구성은 식품공학과 대학원생중 인절미의 관능검사에 흥미를 갖고 있는 10명을 선정하여 실험 목적을 설명하고 예비 실험을 통해 평가할 각 항목과 그 기준에 익숙해지도록 훈련 시켰다. 그리고 인절미의 관능적 품질을 대표할 수 있는 냄새와 맛 등에 대하여 시료에 대한 느

김을 설문지에 9점법으로 평가하도록 하였다. 관능검사 결과는 SAS(Statistical Analysis System) 통계package를 사용하여 분산분석 및 Duncan의 다범위 검증 (Kim WJ 와 Koo KH 2001)으로 유의성 분석을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 반죽의 영향

인절미 제조 후 온도 별 저장 중 경도의 변화를 반죽한 것(반죽법)과 안한 것(무반죽)을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 무 반죽 법에 의해 만든 인절미는 20℃에서 저장했을 때 1일 후 경도가 급격히 증가하기 시작하여 3일 후에는 저장 전 인절미 경도의 17배 정도 되었다. 이러한 경화 현상은 4℃에 저장했을 때 더욱 현저하여 3일 후에는 대단히 단단한 25배 정도로 증가하였다. 반죽을 하였을 경우 찬 반죽 법 및 익반죽 법으로 만든 인절미는 모두 단단한 정도(경도)가 반죽 안한 것의 약 1/2정도여서 반죽이 인절미의 경도를 낮게 해주는 영향이 있었음을 알 수 있었다. 이들을 상온에서 저장하였을 때 2일부터 단단해져 무반죽 인절미보다 단단해지기 시작하는 것이 1일 더 연장됨을 알 수 있었다. 상온에서의 저장 시 익반죽과 찬반죽의 인절미의 경도는 전반적으로 익반죽이 약간 더 높음을 보여주었다. 4℃에서의 저장도 저장 2일부터 단단해지기 시작했으며 -20℃에서의 저장은 해동 후 초기의 경도와 큰 차이가 없었다. 20℃에서의 저장은 2일 후부터는 인절미 표면에 곰팡이 발생이 관찰되었고 이 때부터의 경도감소는 미생물 번식과 관계가 있다고 생각되었다. 이러한 곰팡이 번식은 찬 반죽과 익반죽 그리

고 반죽 안한 것 모두 관찰되었다. 이상의 결과에서 반죽 안한 것보다는 반죽한 것이, 익반죽보다는 찬 반죽이 인절미의 경도를 낮추는데 효과가 있음을 보여주었다. 그래서 첨가제의 영향을 측정하기 위한 본 실험에서의 인절미 제조는 무 반죽, 찬 반죽, 익반죽 법 중 가장 효과적인 찬 반죽 법을 기본으로 하여 제조하였다.

2. 무게 및 수분함량, 점도에의 영향

변성전분(TP4-1.5, TP4-3.0, SP-1.5, SP-3.0), 당류 Glucose(GL), Isomalto-Oligosaccharides(IMOS), Polymann (PM), Novamyl(NOVA)을 각각 첨가하여 제조한 인절미의 무게, 수분함량, 점도에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 변성 전분류를 각각 첨가하여 제조한 인절미를 실험한 결과는 TP4-3.0이 17.50%로 무게 증가율이 가장 컸고 수분함량 역시 57.70%로 가장 높았으나 시료들 간에 큰 차이는 없었다. 반죽(hand kneading)과 치댄(mechanical kneading) 후의 점도는 큰 차이가 없었으나 SP-1.5는 치댄 후에 점도가 약 2배정도 상승하였다. 반죽과 치댄 후 control의 각각 75.00×10^3 cps, 54.70×10^3 cps와 비교할 때 TP4-3.0첨가 시에는 반죽과 치댄 후 모두 control보다 점도가 낮은 44.10 , 51.20×10^3 cps를 보였고 SP-3.0은 반대로 100.40×10^3 cps, 121.30×10^3 cps로 높은 점도를 보였다. IMOS의 무게의 증가율은 19.61%로 control보다 3.7% 증가하였고 수분함량 역시 IMOS가 조금 높았으나 시료 간 큰 차이는 없었다. 반죽(hand kneading)과 치댄(mechanical kneading) 후의 점도는 IMOS 첨가 시 33.60×10^3 cps, 24.20×10^3 cps로 두 경우 모두 control

Table 2. Effect of cold or hot kneading on hardness of Injulmi during storage at-20, 4 and 20℃

(unit : g)

	Storage Temp.(℃)	Storage period(days)					
		0	1	2	3	4	5
Without hand kneading	-20	43.2 ^t	97.6 ^c	188.5 ^d	263.2 ^c	299.5 ^b	355.3 ^a
	4	43.2 ^t	406.6 ^c	1000.4 ^d	1096.6 ^c	1140.6 ^b	1295.6 ^a
	20	43.2 ^d	194.2 ^c	558.2 ^b	744.6 ^a	- ¹⁾	- ¹⁾
Hand kneading (cold)	-20	17.9 ^t	19.6 ^c	20.0 ^d	22.4 ^a	22.2 ^b	21.0 ^c
	4	17.9 ^t	21.8 ^c	102.7 ^d	291.9 ^c	382.7 ^b	400.8 ^a
	20	17.9 ^d	21.2 ^a	20.5 ^b	18.2 ^c	14.2 ^e	5.8 ^t
Hand kneading (hot)	-20	22.2 ^d	22.2 ^d	23.6 ^c	23.8 ^b	22.2 ^d	25.3 ^a
	4	22.2 ^t	26.2 ^e	86.4 ^d	198.8 ^c	299.6 ^b	356.6 ^a
	20	22.2 ^d	25.2 ^b	24.0 ^c	22.0 ^e	26.0 ^a	- ¹⁾

¹⁾ not measured, because of spoilage

보다 아주 낮은 점도를 보였으나 GL-8.0은 반죽 후의 점도가 189.00×10^3 cps로 control보다 2.5배 이상 높았고 치댄 후에는 조금 낮았다. 반죽과 치댄 후의 점도 비교에서는 두 경우 모두 치댄 후에 점도가 낮았다. 다당류인 PM(1.5, 3.0)에 의한 실험 결과는 PM-1.5가 무게증가를 17.84%, 수분함량 58.04%로 조금 높았고 반죽과 치댄 후의 점도는 3.0%가 각각 $40.25, 30.25 \times 10^3$ cps로 상당히 낮은 값을 보였다. 효소(β -amylase)인 NOVA-0.005%를 첨가한 실험에서는 무게증가를 15.61%, 수분함량 57.98%였으며 점도는 반죽 후가 24.62×10^3 cps, 치댄 후가 129.00×10^3 cps로 control과 비교할 때 특히 반죽 후의 점도가 control보다 현저히 낮았다. 이상의 결과에서 무게 증가율, 수분함량에서 모두 가장 높은 값을 보인 것은 IMOS였고 점도는 반죽 후 가장 낮은 값을 보인 것이 NOVA, 치댄 후 가장 낮은 값을 보인 것이 IMOS였다.

Table 3. Moisture contents viscosity and the ratio of weight increase of *Injulmi* as affected by addition of modified Starch, Sugar, Polymann and Novamyl

	Weight increased (%)	Moisture content (%)	Viscosity($\times 10^3$ cps,)	
			Hand kneading	Mechanical kneading
Control	15.90	57.65	75.00	54.70
TP4-1.5	14.20	56.74	86.00	77.20
TP4-3.0	17.50	57.70	44.10	51.20
SP-1.5	15.80	57.32	66.40	106.30
SP-3.0	16.90	57.47	100.40	121.30
GL-8.0	17.56	57.32	189.00	48.75
IMOS	19.61	59.33	33.60	24.20
PM-1.5	17.84	58.04	57.75	63.50
PM-3.0	15.69	56.92	40.25	30.25
NOVA	15.61	57.98	24.62	129.00

3. 색도에의 영향

인절미를 제조하는 과정에서 반죽, 증기로 쪄, 치댄 후의 표면색을 비교한 결과는 Table 4와 같다. 첨가물을 넣지 않고 제조한 인절미의 경우 전반적으로 밝기를 나타내는 L값은 쪄는 과정에서 많이 감소하였다가 치댄 후 약간 증가하였고 녹색의 -a값과 황색의 b값도 L값과 같은 경향으로 변하였다. 전체적인 색은 치댄 후 L값이 70이고 a값이 -1.2, b값이 3.6으로 약간 밝으면서 연한 황녹색이 있음을 알 수 있었다.

변성전분 TP4-1.5, TP4-3.0 과 SP-1.5, SP-3.0 을 각각 첨가하여 제조한 인절미의 반죽 후와 쪄낸 후 그리고 치댄 후의 표면색을 비교한 결과는 전반적으로 각 과정 중의 색의 변화는 변성전분을 첨가하지 않은 무반죽 경우와 큰 차이가 없었으나 반죽 후에는 변성전분을 첨가한 것이 L값이 약간 더 높았고 a값과 b값은 큰 차이가 없었다. 이러한 L값의 차이는 쪄낸 후에도 유사하였으며, 치댄 후에는 b값이 높아졌고 a값은 변성전분을 첨가하지 않은 경우와 비슷하였지만 SP-1.5를 제외하곤 그 값이 약간 낮아 졌다. GL-8.0, IMOS 역시 비슷한 경로로 색을 나타냈고 NOVA의 경우 밝은 정도를 나타내는 L값은 감소-증가의 값을 나타내어 반죽만 했을 때는 가장 밝았고 반죽을 쪄낸 후는 색깔이 조금 어두워졌으며 쪄낸 떡을 반죽기에 넣고 치댄 후에는 다시 색깔이 밝아지는 경향을 보이고 있다. 녹색의 -a값과 황색의 b값 역시 같은 경향의 변화를 나타냈다.

4. 경도에의 영향

변성전분 TP와 SP, PM을 각각 1.5%, 3.0% 등을 첨가하여 제조한 인절미를 -20°C 와 4°C , 20°C 에서 저장하는 동안 저장기간에 따른 인절미의 경도변화는 Table 5와 같다. 전반적으로 -20°C 에서는 저장기간이

Table 4. Comparison of color values of waxy rice flour dough after steaming and kneading prepared with modified Starch, Sugar, Polymann and Novamyl

	Color	Control	TP4-1.5	TP4-3.0	SP-1.5	SP-3.0	GL-8.0	IMOS	PM-1.5	PM-3.0	NOVA
Hand kneading	L	87.60 ⁱ	89.11 ^e	89.63 ^c	89.99 ^a	89.01 ^f	89.67 ^b	88.65 ^g	88.32 ^h	86.33 ^j	89.50 ^d
	a	-0.5 ^d	-0.56 ^e	-0.61 ^h	-0.31 ^a	-0.54 ^c	-0.57 ^f	-0.63 ⁱ	-0.60 ^g	-0.55 ^d	-0.76 ^f
	b	4.61 ^h	4.96 ^c	4.60 ^f	5.23 ^a	4.91 ^c	4.98 ^b	4.92 ^d	4.77 ^f	4.72 ^g	4.48 ⁱ
Steaming	L	61.22 ⁱ	62.90 ^e	64.91 ^a	63.72 ^d	60.20 ^j	64.82 ^b	62.21 ^g	62.85 ^f	61.54 ^h	63.80 ^c
	a	-1.66 ⁱ	-1.62 ^d	-1.55 ^c	-1.49 ^b	-1.41 ^a	-1.63 ^e	-1.92 ^h	-1.66 ^f	-1.49 ^b	-1.83 ^g
	b	3.48 ^c	3.98 ^a	3.51 ^d	3.41 ^f	2.96 ^h	2.96 ^h	2.84 ^f	3.00 ^g	3.95 ^b	3.66 ^e
Mechanical kneading	L	70.68 ^d	69.55 ^h	69.80 ^f	69.83 ^c	70.91 ^c	71.51 ^a	69.18 ^f	69.72 ^g	71.16 ^b	68.15 ^f
	a	-1.20 ^b	-1.33 ⁱ	-1.37 ^g	-1.32 ^e	-1.27 ^d	-1.64 ^j	-1.52 ^h	-1.25 ^c	-1.00 ^a	-1.60 ^f
	b	3.66 ^h	4.69 ^f	4.72 ^e	4.80 ^d	4.85 ^c	3.24 ⁱ	4.65 ^g	5.07 ^b	5.27 ^a	4.80 ^d

경과하여도 초기의 경도와 크게 변화가 없었고 4℃에서는 저장 제 2일 째부터 급격한 경도의 상승을 보이 기 시작했다. 저장 제 5일 째에는 NOVA는 213.8이었고 SP-1.5는 463.6을 나타내 초기 값보다 무려 20배 이상 경도의 상승을 보였다. 20℃에서는 모든 시료에서 저장 하루 혹은 이틀 후부터 경도가 감소함을 보였고 이때부터 곰팡이의 번식이 관찰되었다. 따라서 이때의 경도 감소는 곰팡이 등 미생물의 증식으로 인한 가수 분해 활동이 영향을 주었을 것이라 생각된다. 20℃에서의 저장 중 경도의 감소는 저장 4일 째부터 더욱 뚜렷하였다. GL-8.0, IMOS 등 당류를 첨가한 경도 실험에서는 역시 저장 -20℃에선 큰 변화가 없었고 4℃에선 저장 2~3일째에 경도의 급상승을 보여 5일째에는

GL-8.0은 290.4, 나머지 시료는 모두 400~500 이상의 경도를 나타내 초기 경도의 20~30배를 초과하였다. 20℃에서는 미생물의 번식이 없었던 IMOS가 저장 5일 째에 경도 68.0으로 비교적 낮은 경도를 나타내었다. NOVA-0.005를 첨가한 경우 -20℃에서는 다른 시료들 처럼 큰 변화가 없었으나 4℃에선 경도 값이 완만히 상승하여 굳는 정도가 매우 약하고 말랑거리는 것을 나타냈다. 이는 효소의 작용으로 냉장 온도에 저장을 하여도 매우 효과적이라 생각된다. 20℃에서는 저장하는 동안 경도 값이 크게 변화하지 않았으며 저장 5일 째에는 18.6으로 모든 시료들 중 가장 낮은 경도 값을 나타냈다.

Table 5. Changes in hardness of *Injulmi* prepared with addition of modified Starch, various Sugar, Polymann and Novamyl during storage at-20, 4 and 20℃ (unit : g)

Sample	Temp(℃)	storage period (days)					
		0	1	2	3	4	5
Control	-20	17.9 ^f	19.6 ^e	20.0 ^d	22.4 ^a	22.2 ^b	21.0 ^c
	4	17.9 ^f	21.8 ^e	102.7 ^d	291.9 ^c	382.7 ^b	400.8 ^a
	20	17.9 ^d	21.2 ^a	20.5 ^b	18.2 ^c	14.2 ^c	5.8 ^f
TP4-1.5	-20	19.0 ^d	21.2 ^a	18.8 ^b	20.0 ^c	19.6 ^c	19.8 ^f
	4	19.0 ^f	26.4 ^e	134.4 ^d	241.4 ^c	292.6 ^b	408.4 ^a
	20	19.0 ^b	20.0 ^a	16.8 ^c	15.6 ^d	13.2 ^e	12.4 ^f
TP4-3.0	-20	20.4 ^b	19.4 ^d	18.6 ^e	20.2 ^c	22.0 ^a	19.4 ^d
	4	20.4 ^f	31.8 ^e	193.6 ^d	268.0 ^c	320.8 ^b	383.6 ^a
	20	20.4 ^a	18.6 ^b	16.0 ^d	17.6 ^c	13.4 ^e	11.4 ^f
SP-1.5	-20	21.2 ^c	20.6 ^d	24.2 ^a	20.6 ^d	20.6 ^d	21.8 ^b
	4	21.2 ^f	33.8 ^e	164.2 ^d	327.2 ^c	333.6 ^b	463.6 ^a
	20	21.2 ^c	22.8 ^a	21.6 ^b	13.8 ^d	11.8 ^e	6.4 ^f
SP-3.0	-20	19.4 ^d	21.4 ^b	21.4 ^b	19.4 ^d	21.6 ^a	20.5 ^c
	4	19.4 ^f	30.2 ^e	184.2 ^d	317.0 ^c	344.0 ^b	402.0 ^a
	20	19.4 ^a	18.6 ^c	19.2 ^b	14.8 ^d	12.4 ^e	11.6 ^f
GL-8.0	-20	13.4 ^f	15.4 ^e	16.2 ^d	14.8 ^c	16.8 ^b	17.0 ^a
	4	13.4 ^f	15.8 ^e	40.6 ^d	205.2 ^c	250.6 ^b	290.4 ^a
	20	13.4 ^d	15.2 ^b	16.2 ^a	12.8 ^e	14.4 ^c	- ¹⁾
IMOS	-20	15.2 ^e	15.2 ^e	16.8 ^c	17.6 ^b	16.2 ^d	18.4 ^a
	4	15.2 ^f	22.0 ^e	150.4 ^d	325.2 ^c	374.0 ^b	438.8 ^a
	20	15.2 ^f	17.4 ^d	16.8 ^e	20.4 ^c	38.6 ^b	68.0 ^a
PM-1.5	-20	14.9 ^f	21.8 ^d	22.6 ^c	23.6 ^b	24.0 ^a	19.4 ^e
	4	14.9 ^f	28.8 ^e	127.4 ^d	253.6 ^c	302.8 ^b	346.0 ^a
	20	14.9 ^e	22.6 ^a	19.6 ^b	19.2 ^c	13.8 ^f	16.8 ^d
PM-3.0	-20	16.9 ^d	21.4 ^b	21.4 ^b	22.4 ^a	22.4 ^a	20.8 ^c
	4	16.9 ^f	27.8 ^e	108.4 ^d	262.0 ^c	313.8 ^b	320.8 ^a
	20	16.9 ^f	22.0 ^c	23.6 ^d	24.6 ^c	27.6 ^b	31.0 ^a
NOVA	-20	12.8 ^f	16.6 ^a	16.2 ^b	15.6 ^d	15.8 ^c	14.2 ^e
	4	12.8 ^f	17.8 ^e	24.8 ^d	84.2 ^c	146.2 ^b	213.8 ^a
	20	12.8 ^f	14.4 ^c	16.6 ^b	16.2 ^c	15.6 ^d	18.6 ^a

¹⁾ not measured, because of spoilage

5. 노화 속도 비교

첨가제를 달리하여 제조한 인절미의 저장기간에 따른 경도변화를 Avrami 방정식에 의하여 분석하였는데 이 중 β -amylase인 NOVA를 첨가하고 일부를 도시한 결과는 Fig. 2와 같으며 직선 회귀식에서 계산된 기울기는 Avrami지수(n)이고, Fig. 3은 4°C에서 저장 중 $LOG_e(E_L-E_t)$ 의 변화를 보여주는 것으로 직선 회귀식에서의 기울기인 각각의 시간 상수(1/K)를 계산한 값이며 이 결과에서 시간상수(1/K)를 계산하여 정리한 것은 Table 6과 같다. 반죽 안한(W/O hand kneading) 인절미의 경우의 n값이 1에 가장 가까웠고 반죽(hand kneading)한 것은 6.92로 높은 값을 보였으며 NOVA를 첨가했을 때는 2.78이었다. Shaples A(1966)는 Avrami 지수 값은 결정핵 형성시간 및 결정체 형성 속도 상수에 의존하는 복합된 값으로서 결정성장의 형태에 따라 일반적으로 1~4까지의 값을 나타내는데 이 값이 1에 근접하는 것은 결정핵 형성 즉시 결정체의 성장이 막대모양으로 일어나는 것을 의미한다고 하였다. Avrami 이론에 따르면 결정이 형성되면 결정은 성장하고 그 결과 노화가 점진적으로 일어난다고 한다. 기울기로부터 구한 Avrami 지수가 1일 때 노화속도상수는 $LOG_e(E_L-E_t)$ 와 시간의 관계로부터 구할 수 있는데 Fig. 3.에서 NOVA의 기울기 즉 노화속도상수는 0.26이었다. 노화속도로부터 구한 노화되는 시간인 시간상수(1/K)의 경우 반죽을 하지 않은 경우는 1.09일로 노화속도가 빨리 진행되는 데 반해 NOVA는 3.85일로 무

반죽의 경우보다 3배 이상의 노화지연 효과를 나타냈다.

위와 똑같은 방법으로 분석한 다른 첨가제들의 분석 결과는 변성전분의 경우 TP4-1.5가 노화속도상수 0.33, 노화시간상수 3.03일로 가장 노화의 지연도가 컸으며 그 다음이 SP-1.5였다. 당류(GL-8.0, IMOS,)의 경우는 노화시간상수가 각각 1.98, 1.96일로 노화 지연도가 비슷하였다. 이상의 결과에서 노화속도상수 0.26, 노화시간상수 3.85일을 나타낸 NOVA가 가장 노화 억제 효과가 큰 첨가물임을 알 수 있었으며 효소류의 떡 응고

Table 6. Avrami exponent, rate constant and time constant of *Injulmi* prepared by addition of modified Starch, various Sugar and Novamyl with or without hand kneading

	Avrami exponent (n)	Rate constant (k)	Time constant (1/k)
Without hand kneading	1.79	-0.92	1.09
Hand kneading(cold)	6.92	-0.45	2.22
TP4-1.5	3.06	-0.33	3.03
TP4-3.0	2.91	-0.46	2.17
SP-1.5	2.85	-0.36	2.78
SP-3.0	3.12	-0.52	1.92
GL-8.0	4.10	-0.50	1.98
IMOS	3.54	-0.51	1.96
PM-1.5	2.75	-0.40	2.75
PM-3.0	2.54	-0.38	2.82
NOVA	2.78	-0.26	3.85

*n=1 in this experiment

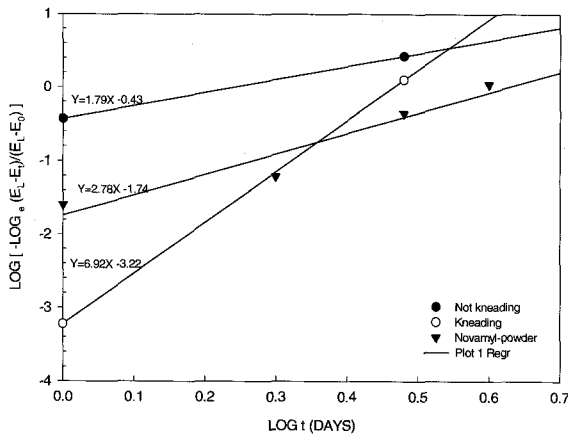


Fig. 2. Changes $LOG[-LOG_e(E_L-E_t)/(E_L-E_0)]$ against $LOG t$ for *Injulmi* prepared by addition of Novamyl during storage at 4°C.

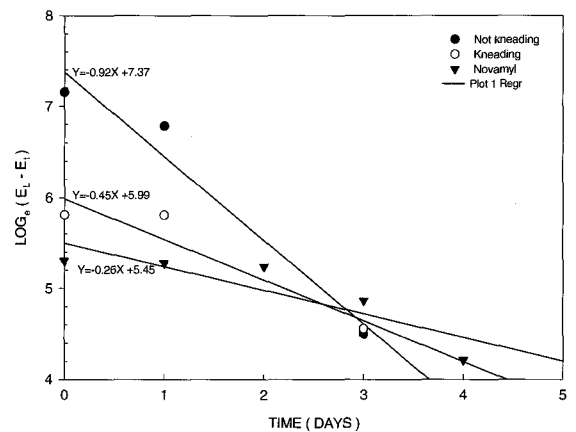


Fig. 3. Changes in $LOG_e(E_L-E_t)$ against time for *Injulmi* prepared by addition of Novamyl during storage at 4°C.

방지에 대한 연구에서 Song JC 와 Park HJ(2003)는 α -, β -amylase, GP (glucoamylase + pullulanase)을 각각 첨가하여 조직감을 측정 한 결과 GP, β , α -amylase 순으로 부드러운 조직감을 나타냈다하였고 Son CB 와 Lee SM(1994)은 β -amylase를 사용하면 떡의 노화를 지연시킬 뿐만 아니라 소화성과 맛을 좋게 하여 떡의 품질을 향상시킬 수 있다고 보고하여 NOVA가 확실히 노화 억제에 효과가 있다고 생각된다.

6. 관능적 특성 비교

관능검사 시료는 여러 가지 첨가물들 중 비교적 효과가 있었던 SP-3.0, GL-8.0, PM-3.0, NOVA-0.005를 선택하였으며 이 들을 각각 첨가하여 제조한 인절미에 대하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 7과 같다.

견고성(hardness)은 PM-3.0이 가장 높았고 GL-8.0이 가장 낮았으며, 점착성(adhesiveness)은 시료 간 큰 차이가 없었고 GL-8.0이 조금 높았다. 단맛(sweet)은 SP-3.0이 가장 높았고 GL-8.0, PM-3.0이 낮았으며 쓴맛(bitters)은 GL-8.0이 가장 높았고 SP-3.0이 가장 낮았다.

성 전분류에서는 TP4-1.5가, 당류에서는 GL-8.0이 대체로 낮은 경도를 보였고 다당류인 PM의 경우는 PM-3.0이 PM-1.5보다 조금 더 경도를 낮추는 효과가 있었다. 20℃에서는 곰팡이 등 미생물이 증식하기 전인 저장 2 일째까지는 GL-8.0, IMOS, NOVA가 다른 여타 시료들보다 가장 낮은 경도를 보였고 이들 경도 값 또한 서로 비슷하였으나 효소 NOVA의 경우 4℃ 저장 시의 경도측정에서 GL-8.0, IMOS보다 낮은 경도를 보였고 또 노화 속도 비교 측정에서는 GL-8.0, IMOS보다 2배 정도의 노화 지연도를 나타내 인절미의 노화를 억제하는데 NOVA의 첨가가 가장 효과적임을 알 수 있었다. 관능검사 결과 견고성(hardness)은 SP-3.0, PM-3.0이 높게 나타났고 NOVA-0.005, GL-8.0은 낮게 나타났으며 점착성(adhesiveness)이 낮고 단맛(sweet)이 강한 것은 SP-3.0이었다. 관능검사에선 GL-8.0이 NOVA-0.005보다 hardness가 약간 낮게 나타났으나 기계적 측정과 관능검사가 반드시 일치하지 않음을 고려할 때 노화의 지연도는 NOVA가 확실한 유의성을 갖는다고 사료된다.

참고문헌

Table 7. Sensory properties of fresh Injulmi prepared by addition of Supreme, Glucose, Polymann and Novamyl

Properties	SP-3.0	GL-8.0	PM-3.0	NOVA-0.005
Hardness	4.70 ^{ab}	3.50 ^c	5.30 ^a	4.15 ^{bc}
Adhesiveness	5.40 ^a	6.00 ^a	5.65 ^a	5.65 ^a
Sweet	5.05 ^a	3.90 ^b	3.95 ^b	4.85 ^a
Bitters	2.70 ^b	4.10 ^a	3.35 ^{ab}	3.35 ^{ab}

^{a-c} Means with different superscripts in a row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 인절미의 노화방지를 위하여 인절미 제조 시의 반죽효과를 살펴 본 뒤 변성전분, 당류, 그리고 효소 분해 효과 등을 조사하였다. 먼저 반죽의 효과에 있어서는 찬 반죽법 및 익반죽법으로 제조한 인절미가 무 반죽의 경우보다 경도가 1일 이상 연장됨을 보였고 또 익반죽보다는 찬 반죽법이 상온에서 경도를 낮추는데 효과가 있었다. 저장 온도별 반응에서는 찬 반죽 법으로 제조한 모든 첨가군에서 -20℃에서는 저장기간에 따른 경도에 큰 변화가 없었고 4℃에서는 저장 2~3일째에 경도의 급격한 상승을 보였다. 변

AOAC. 1990. Official Method of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia

Cha GH, Lee HG. 2001. Sensory and physicochemical characteristics and storage time of Daechu-Injulmi added with various levels of chopping jujube. Korean J Soc Food Sci 17(1): 29-42

Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics.(II)

Kim K, Lee YH, Park YK. 1995. Effect of steeping time of waxy rice on the firming rate of waxy rice cake. Korean J Food Sci Technol 27(2): 264-265

Kim SK, Pyun YR. 1982. Staling rate of cooked rice stored at 21℃ and 72℃. Korean J. Food Sci. Technol. 14: 80-81

Kim WJ, Koo KH. 2001. Methods for sensory evaluation of foods. Hyoil. Seoul.

Lee MG, Kim SS, Lee SH, Oh SL, Lee SW. 1990. Effects on retrogradation of Injeulmi(Koream glutinous rice cake) added with the macerated tea leaves during storage. J Korean Agric Chem Soc 33(4): 277-281

Lee SM, Cho JS. 2001. Sensory and Mechanical characteristics of Surichwi-injulmi by Adding Surichwi contents. Korean J Soc Food Sci 17(1): 1-6

Shrples A. 1966. Introduction to Polymer Creystallization. Edward Arnold Ltd., London. p. 50

Son CB, Lee SM. 1994. Effect of retrograde restraint of rice

- cake using raw starch saccharifying β -amylase from *Bacillus polymyxa*. Kor J Food Sci Technol 26: 459-463
- Song JC, Park HJ. 2003. Effect of starch degradation enzymes on the retrogradation of a korean rice cakes. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(8): 1262-1269
- Yoon GS, Koh HY. 1998. Preparation of waxy barley cake and its quality characteristics. J Korean Soc Food Sci Nutr 27(5): 890-896
-
- (2005년 12월 15일 접수, 2006년 6월 28일 채택)