

## 품질개량제 첨가가 냉동반죽의 Microwave 가열특성에 미치는 영향

김은미\* · 한혜경 · 김인호<sup>1</sup>

한국식품연구원 식품산업자원연구본부, <sup>1</sup>식품자원이용연구본부

### The Additional Effects of Various Materials on Microwave Heating Property of Frozen Dough

Eun-Mi Kim\*, Hye-Kyung Han, and In-Ho Kim<sup>1</sup>

Food Industry Promotion and <sup>1</sup>Food material processing technology, Korea Food Research Institute

This study was conducted to improve the properties of frozen dough foods (buns and noodles etc.) on the quality deterioration with microwave oven cooking. Microwave is a useful cooking method, but it quickly takes moisture from food surface and makes lowering food quality abruptly. For improvement of these problems, mixing doughs with addition of various additives of 34 types manufactured respectively; starches, modified starches, gums and emulsifiers etc. Each mixing dough produced in sheet type (30×30×1 mm) and steamed them, was quickly froze at -70°C and packed with polyethylene. Packed samples kept at -20°C for 48 hours. After they were steam or microwave treatment packed or non-packed with polyethylene, studied for improvement effects of quality as sensory evaluation and selected 6 type additives; modified starches (TA, ST), gums (AR, GA) and emulsifiers (E, S1) as improvement agent. Because moisture loss from microwave oven cooking leads to quality deterioration of frozen dough foods, additive, such as including starches, modified starch, gums, and emulsifiers were added to improve dough properties. Amylogram, scanning electron microscopy, textural analysis, and differential scanning calorimetry revealed addition of additives improved textural properties including surface-hardening of frozen dough foods compared to the control.

**Key words:** sensory evaluation, gelatinization, hardening, textural property

## 서 론

급격한 산업화에 따른 경제성장과 여성들의 사회참여 증가 등은 많은 생활양식의 변화를 초래하고 식문화는 점차 고급화, 다양화, 간편화를 추구하는 경향을 보이고 있다. 이에 따라 외식 횟수가 증가하면서 외식산업이 활성화되고 일반 가정에서 즉석에서 쉽게 섭취가 가능한 인스턴트식품, 레토르트식품 등의 가공식품들의 수요가 증가하는 특징을 보이고 있다(1). 특히, 이러한 변화는 손쉬운 조리가 가능한 전자레인지의 보급률을 증가 시키고 이를 활용한 즉석식품의 활용도를 증가시키는 결과를 가져왔다(2). 현재 시판되는 대부분의 냉동식품이 이미 가열조리된 상태로 냉동되어 판매되는 제품으로 가정에서 손쉬운 가열조작에 의해 섭취가 가능하도록 제조된 제품이다. 냉동 만두류와 국수류는 대표적인 전분질 냉동식품으로 이들 제품은 저장기간이 긴 장점은 있으나 저장기간 중에 다른 냉동

제품보다 쉽게 노화되는 문제점을 가지고 있다. 이는 낮은 온도에서는 전분분자간의 결합력이 증가하여 점도가 증가하게 되고 분자간의 결합이 유발되어 amylose분자가 본래와 다른 형태로 재결정화 되기 때문에(3,4) Miles 등(5)은 amylose와 함께 amylopectin의 결정화가 전분의 노화에 기여한다고 보고한 바가 있다(6-18). 동시에 이러한 전분질 냉동식품은 전자레인지를 이용한 조리시에도 전분-지방 복합체 형성, 전분의 겔화촉진, 결합수 등의 변화에 따른 경화 현상 등(19,20)에 의해 가열 후의 제품품질이 저하되는 문제점이 발생하는 것으로 알려져 있다.

이와 같이 전분성 냉동반죽물은 저장 중 반죽표면에 노화현상이 나타나고, 전자레인지로 가열조리 경우에도 제품 표면의 건조현상으로 품질이 저하되는 문제점을 갖고 있다. 본 연구에서는 전자레인지 가열조건에서 물성개량제의 첨가와 polyethylene 포장에 전분성 냉동식품의 품질개선에 미치는 효과를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 밀가루는 대한제분(주) 강력분, 중력분 1급품을 사용하였으며, 그 외 반죽의 품질개선을 위해 사용된 전분류, 검류, 다당류 및 유화제 등의 원료는 Table 1에 나타내었다.

\*Corresponding author: Eun-Mi Kim, Korea Food Research Institute, San46-1 Baekhyun-Dong, Bundang-Ku, Songnam-Si, Kyunggi-Do 463-420, Korea  
Tel: 82-31-780-9287  
Fax: 82-31-780-9059  
E-Mail: kem@kfri.re.kr

**Table 1. The additives used to improve physical properties of frozen dough**

Classification	Materials				
	Cereal	CO (Corn; Sungjin Food), GR (Glutinous; Jungwon Food)			
	Roots	PO (Potato; Samkwang Food) TA (Tapioca; casava starch, Samyang genex)			
Starches	Modified	SG (Sunsupergel; pregelatinized waxy starch, Samyang genex) ST (Suntender; acetylated distarch adipate, Samyang genex) SF (Sunfree; emulsification stabililty starch, Samyang genex) VA (VA100; hydroxyl propylate distarch phosphate, Avebe, Netherlands) T4 (T420; modified-tapioca starch, Avebe, Netherlands) AG (AG600; modified potato starch, Avebe, Netherlands) KM (KMU-2; oxidized tapioca starch, Matsutani, Japan) K (78-0148K; pregelatinized corn starch, National Starch, Denmark) RS (Red-star; sticky corn starch, Doosan)			
		Gums	AR (Arabic gum; Sanmaul Food), GA (Guar gum; Sanmaul Food), XT (Xanthan gum; xanthomonas campestris, Sanmaul Food), CF1 (CFN06; pulp hydrolysis starch, Samsung Fine Chemicals) CF2 (CFN15; pulp hydrolysis starch, Samsung Fine Chemicals) CF3 (CFN60; pulp hydrolysis starch, Samsung Fine Chemicals) CMC (CMC; carboxy methyl cellulose, Young Add F.I) GM (Glucomannan; Hanmi Food), CR (Carrageenan; Il Shin Emulsifier Co., Ltd.), AA (Alginic acid; Kelco, Japan), A (Agar; MSC Co., Ltd.)		
			Emulsifiers	IA (Improvement agents; Il Shin Emulsifier Co., Ltd.) T (Thickener; Il Shin Emulsifier Co., Ltd.) E (E-600; natural substance mixing agents, Il Shin Emulsifier Co., Ltd.) S1 (S-770; sucrose fatty acid esterification, RYOTO, Japan), S2 (S-1170; sucrose fatty acid esterification, RYOTO, Japan), S3 (S-1570; sucrose fatty acid esterification, RYOTO, Japan)	
				Enzymes	$\alpha$ -amylase I ( <i>Bacillus sp.</i> Sigma, USA), $\alpha$ -amylase II ( <i>Aspergillus or.</i> Sigma, USA), Novamyl ( <i>Bacillus st. Novo</i> , Denmark), Noopazyme ( <i>Aspergillus or.</i> Novo, Denmark)

### 기본반죽물의 제조 및 저장

일반 냉동 만두제조업체(S사, P사 등)에서 일반적으로 활용되고 있는 국수 및 만두제품 반죽물의 제조공정을 실험실적으로 진행하였다. 기본반죽(Table 2)은 반죽기(K5SS Kitchen Aid, USA)를 이용하여 flat beater로 기초반죽 5분(control speed 1), dough hook으로 본반죽 30분(control speed 2)을 마친 후 4°C 냉장(GC-114 FDMP, LG전자, Korea)에서 1시간 숙성시켰다. 숙성을 마친 반죽물은 sheet형태(30×30×1 mm)로 성형(반죽성형기기, A-RYUK)하고 3분간 찢기(HT-207, Hisen HAH TECH, Korea)로 증숙시킨 후 -70°C로 급속냉동(DF8510 ilshin Lab Co., Ltd, Korea)한 다음, 각 시료당 500g씩 polyethylene 수지로 소포장하여 -20°C에서 48시간 저장하였다.

### 혼합반죽물의 제조 및 저장

반죽물의 품질개선을 위해 전분류 첨가물은 반죽물 총량의 1, 3, 5 및 7%로 각각 달리하여 첨가하고, 유화제 및 검류 첨가물 또한 반죽물 총량의 0.1, 0.2 및 0.3%로 첨가 실험하였다. 각각의 첨가물의 적정 첨가량은 전분류 5%, 유화제 및 검류 0.1%로 각각의 첨가물(Table 1)을 기본반죽(Table 2)에 첨가하여 기본반죽물의 제조과정과 동일하게 각각의 혼합반죽 시료를 제조 및 저장하였다.

**Table 2. Composition of materials for base and mixing dough**

Composition	Base dough (%)	Mixing dough (%)
Strong flour	49.63	49.63-X/2
Medium flour	49.63	49.63-X/2
Salt	0.74	0.74
Additives	-	X <sup>1)</sup>
Total	100.00	100.00
Water	45.00	45.00

<sup>1)</sup>Additive percentage.

### 기호도 검사

-20°C에서 48시간 냉동 저장된 시료들은 polyethylene 수지로 포장 또는 비포장 상태로 증숙 및 전자레인지(M-M270TC LG전자) 가열조리 후 선별된 10인의 패널을 통하여 9점 평점법으로 텍스처(texture), 외관(appearance), 색깔(color) 등에 대하여 관능검사를 실시하였다. 점수의 척도는 9점 평점법으로 수치가 클수록 텍스처, 외관, 색깔이 좋은 것으로 평가하였다(예, 1점: 매우 나쁘다, 5점: 그저 그렇다, 9점: 매우 좋다). 본 실험의 전자레인지 가열조리 조건으로 30초 동안 재가열 조리하였으며, 정격 소비전력은 1150 W, 정격 고주파출력은 750 W, 주

파수는 2,450 MHz로 측정하였다.

**통계처리**

실험결과와 통계처리는 window용 SPSS 7.5 program을 사용하였으며, 분산분석(ANOVA: analysis of variance)과 Duncan의 다중범위검증법(DMRT; Duncan's multiple range test)(21)으로 유의성을 검정하였다.

**첨가원료에 따른 점도측정**

기호도에 따라 선별된 6종의 혼합전분은 Amylogram(Bra-bender사, Germany)을 사용하여 Medcalf와 Gilles의 방법(22)을 변형하여 각 시료의 농도를 8% 현탁액으로 제조하여 amylogram 용기에 넣고 35°C부터 1.5°C/min의 속도로 95°C 가열온도까지 가열한 다음 15분간 유지시키고 다시 1.5°C/min의 속도로 50°C 까지 냉각시키면서 측정하였다.

**α-amylase-iodine 법을 이용한 노화도 측정**

전자레인지 가열조리에 의한 시료의 노화 정도는 Tsuge 등 (23)의 α-amylase를 이용한 노화도 측정방법을 변형하여 측정하였다. 방법은 시료 250 mg에 증류수 50 mL를 가하여 균질기 (Biohomogenizer M133/1281-0, ESGE, Switzerland)로 혼합한 후 5 mL를 취하고 증류수 3 mL, 0.1 M 인산 완충용액(pH 6.0, 0.3% NaCl) 2 mL, α-amylase(EC 3.2.1.1 from Bacillus species, 51 units/mg solid, sigma USA)용액 2 mL(7 unit)을 가한 다음, 37°C 항온수조에서 10분 동안 반응시켰다. 4 N NaOH 용액 5 mL를 가하고 4 N HCl로 pH를 중성으로 맞춘 후 증류수를 이용하여 100 mL로 만들었다. 이 용액 10 mL과 요오드 용액(0.2% I2-2% KI, w/v) 5 mL를 반응시킨 후 증류수를 가하여 100 mL로 만들고, 실온에서 20분 동안 방치한 후 분광광도계(Jasco V-550, Japan)를 이용하여 625 nm에서 흡광도를 측정하였다. 냉동 반죽물의 노화도(degree of retrogradation)는 다음 식을 이용하

여 계산하였다.

$$\text{노화정도} = 100 - \frac{a-b}{a-c} \times 100$$

이때, a는 총 전분 분획의 흡광도, b는 효소 반응시킨 후 전분 분획의 흡광도, c는 효소에 의해 완전히 분해된 후 전분 분획의 흡광도이다.

**Texture analyser를 이용한 물성 측정**

텍스처 측정기(Texture analyser, Model XT2, Stable Micro Systems Co., England)를 사용하여 전자레인지 가열조리한 시료 {(30×30×1 mm)×3 sheet}를 2단 압착시험(Two-cycle compression test)으로 측정하였다. 이때의 측정조건은 test speed 120 mm/min, probe type cylindrical type, diameter 40 mm, force 200, depth 0.5 mm로 측정하였다.

**첨가원료에 따른 미세구조 관찰**

증숙 및 전자레인지 가열조리한 시료를 동결 건조(II sin engineering Co., Korea)하여 gold-polladium ionsputter(C1010 Hitachi, Japan)로 코팅처리 후 SEM(Scanning electron microscope; S2380N, Hitachi, Japan)을 사용하여 가속전압 18 KV하에서 각각의 냉동반죽물 표면 미세구조를 관찰하였다(24).

**결과 및 고찰**

**첨가원료별 개선효과 및 첨가원료 선별**

**전분류 첨가에 따른 개선효과:** 기본 조성물에 첨가한 전분들은 백색의 무미, 무취의 식품소재로 증숙 및 전자레인지 가열 조리에 따른 텍스처, 외관, 색깔 등의 기호도 결과는 Table 3과 같다. 전분소재의 첨가원료 효과는 전체적으로 대조구보다 높은 기호도를 나타내었다. 특히 일반전분(CO, TA), 변성전분(ST,

**Table 3. Sensory evaluation of frozen dough containing various starches by steam and microwave heating treatment**

Sample <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>	Texture			Appearance			Color		
		Steam	MHNP	MHP	Steam	MHNP	MHP	Steam	MHNP	MHP
Control		7.1 ± 0.57 <sup>3)ab4)</sup>	4.2 ± 1.61 <sup>ab</sup>	4.5 ± 2.12 <sup>bc</sup>	8.8 ± 0.50 <sup>ab</sup>	5.1 ± 1.71 <sup>b</sup>	5.3 ± 2.21 <sup>b</sup>	8.4 ± 0.50 <sup>ab</sup>	6.9 ± 0.62 <sup>b</sup>	6.7 ± 0.74
Starches	CO	8.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	5.3 ± 1.53 <sup>b</sup>	5.5 ± 2.78 <sup>c</sup>	9.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	5.0 ± 1.73 <sup>b</sup>	5.7 ± 2.08 <sup>b</sup>	9.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>bc</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>b</sup>
	GR	7.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	5.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	4.0 ± 1.00 <sup>b</sup>	8.5 ± 0.50 <sup>ab</sup>	6.7 ± 1.53 <sup>c</sup>	6.7 ± 1.53 <sup>bc</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>bc</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>b</sup>
	PO	6.7 ± 1.53 <sup>a</sup>	3.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	3.3 ± 0.58 <sup>b</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	4.0 ± 1.00 <sup>b</sup>	4.7 ± 1.15 <sup>b</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>ab</sup>	6.3 ± 2.52 <sup>b</sup>	7.0 ± 2.00 <sup>b</sup>
	TA	9.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>d</sup>	7.0 ± 1.73 <sup>d</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>d</sup>	6.7 ± 0.58 <sup>c</sup>	6.7 ± 1.53 <sup>bc</sup>	7.8 ± 0.76 <sup>a</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>c</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>b</sup>
Modified starches	SG	6.0 ± 2.65 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.58 <sup>b</sup>	5.3 ± 0.5 <sup>c</sup>	7.3 ± 1.53 <sup>a</sup>	4.3 ± 1.53 <sup>b</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>c</sup>	7.0 ± 1.73 <sup>a</sup>	6.3 ± 1.15 <sup>b</sup>	7.3 ± 2.08 <sup>a</sup>
	ST	7.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>cd</sup>	6.3 ± 1.15 <sup>cd</sup>	7.7 ± 1.15 <sup>a</sup>	7.3 ± 1.53 <sup>c</sup>	6.7 ± 2.08 <sup>bc</sup>	8.5 ± 0.87 <sup>ab</sup>	7.5 ± 1.80 <sup>bc</sup>	7.2 ± 2.25 <sup>b</sup>
	SF	8.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	5.7 ± 0.58 <sup>bc</sup>	6.0 ± 1.00 <sup>cd</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>c</sup>	6.7 ± 1.15 <sup>bc</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	7.0 ± 2.00 <sup>b</sup>
	VA	8.8 ± 0.29 <sup>ab</sup>	5.8 ± 0.29 <sup>bc</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>d</sup>	8.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	6.8 ± 0.29 <sup>c</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>c</sup>	8.5 ± 0.50 <sup>ab</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>c</sup>	7.0 ± 0.58 <sup>b</sup>
	T4	9.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	4.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	6.0 ± 1.00 <sup>cd</sup>	8.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	5.3 ± 1.15 <sup>b</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>c</sup>	8.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	6.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>b</sup>
	AG	8.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>c</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>cd</sup>	8.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	5.3 ± 1.15 <sup>b</sup>	6.3 ± 2.08 <sup>b</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.7 ± 1.53 <sup>bc</sup>	7.0 ± 2.00 <sup>b</sup>
	KM	7.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	5.3 ± 1.53 <sup>b</sup>	4.3 ± 1.15 <sup>b</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	6.0 ± 1.73 <sup>bc</sup>	5.0 ± 2.00 <sup>b</sup>	8.0 ± 1.73 <sup>ab</sup>	7.7 ± 1.15 <sup>bc</sup>	7.0 ± 2.00 <sup>b</sup>
	K	7.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	5.3 ± 1.53 <sup>b</sup>	5.8 ± 1.26 <sup>cd</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	6.0 ± 0.00 <sup>bc</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>c</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.7 ± 1.53 <sup>bc</sup>	7.3 ± 1.53 <sup>b</sup>
	RS	8.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	3.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	8.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	2.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	2.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	3.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.58 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>MHP: microwave heating after polyethylene packed, MHNP: microwave heating after non-packed.

<sup>3)</sup>Mean ± S.E. (n=10).

<sup>4)</sup>Mean values within a column with different superscript letters were significantly different (p < 0.05).

**Table 4. Sensory evaluation<sup>1)</sup> of frozen dough containing gums and polysaccharides by steam and microwave heating treatment**

Sample	Treatment	Texture			Appearance			Color		
		Steam	MHNP	MHP	Steam	MHNP	MHP	Steam	MHNP	MHP
Control		7.1 ± 0.57 <sup>a</sup>	4.2 ± 1.61 <sup>ab</sup>	4.5 ± 2.12 <sup>ab</sup>	8.8 ± 0.50 <sup>ab</sup>	5.1 ± 1.71 <sup>ab</sup>	5.3 ± 2.21 <sup>ab</sup>	8.4 ± 0.50 <sup>ab</sup>	6.9 ± 0.62 <sup>ab</sup>	6.7 ± 0.74 <sup>a</sup>
Gums	AR	8.2 ± 1.44 <sup>ab</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>c</sup>	7.3 ± 1.15 <sup>c</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.0 ± 0.00 <sup>bc</sup>	6.7 ± 0.58 <sup>bc</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>
	GA	8.2 ± 1.04 <sup>ab</sup>	4.3 ± 1.53 <sup>ab</sup>	4.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	8.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	4.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	5.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>ab</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	6.7 ± 0.58 <sup>a</sup>
	XT	8.0 ± 0.00 <sup>ab</sup>	7.7 ± 1.53 <sup>c</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>c</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>c</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>c</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>b</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>ab</sup>
	CF1	7.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	5.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	4.3 ± 1.15 <sup>ab</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	4.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	5.0 ± 1.00 <sup>ab</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>ab</sup>	7.3 ± 1.15 <sup>ab</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>
	CF2	7.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	5.0 ± 1.00 <sup>b</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>c</sup>	9.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	6.0 ± 1.73 <sup>b</sup>	6.3 ± 1.53 <sup>b</sup>	9.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	8.3 ± 1.15 <sup>b</sup>	8.7 ± 0.58 <sup>b</sup>
	CF3	8.2 ± 1.04 <sup>ab</sup>	4.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	4.3 ± 1.15 <sup>ab</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	5.7 ± 1.15 <sup>b</sup>	4.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>
	CMC	7.7 ± 1.15 <sup>ab</sup>	4.7 ± 1.53 <sup>b</sup>	3.3 ± 1.15 <sup>a</sup>	8.2 ± 0.76 <sup>ab</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>bc</sup>	5.0 ± 2.00 <sup>ab</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	6.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>a</sup>
Polysaccharides	GM	8.2 ± 0.29 <sup>ab</sup>	4.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	6.5 ± 0.50 <sup>c</sup>	7.5 ± 0.50 <sup>d</sup>	4.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>b</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.8 ± 0.29 <sup>ab</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>
	CR	7.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.58 <sup>b</sup>	5.8 ± 0.76 <sup>bc</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	6.7 ± 0.58 <sup>bc</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>
	SA	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	3.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	3.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	3.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	9.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	6.7 ± 0.58 <sup>a</sup>
	pA	8.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	5.3 ± 0.58 <sup>b</sup>	5.0 ± 0.00 <sup>bc</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	4.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>b</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.

SF) 등의 첨가효과가 전분소재 중 좋은 것으로 나타났다. 이들 전분성 첨가소재들이 점성이 높고 노화안정성 등이 우수한 가공전분들로 첨가목적에 따라 가공 및 제품적성을 향상시키는 것으로 보고 되고 있으며 본 실험에서도 같은 첨가효과를 나타낸 것으로 생각되었다. 면류 및 제빵용 특수전분인 VA, T4, AG 혼합반죽물은 모든 처리구에서 텍스처가 대조구보다 높은 것으로 조사되었으나 색깔, 외관은 대조구와 유사한 것으로 조사되었다. 전자레인지 가열조리 시 외관, 색깔에 비해 텍스처에 대한 기호도는 증숙 조리 처리구보다 급격하게 감소하였으며, 특히 RS 혼합반죽물은 전자레인지 처리구에서 가장 낮은 기호성향을 갖는 것으로 조사되었다. 전체적으로 색깔은 첨가물에 의해 변화가 없는 것으로 조사되었으며, 외관 또한 증숙 조리에 따른 고른 수분공급에 의해 냉동전분 표면에 큰 영향을 주지 않은 것으로 보인다. 첨가원료에 따른 개선효과에는 TA, ST의 첨가효과가 우수한 것으로 조사되었으며, 모든 처리구에서 PE 포장에 따른 개선효과는 대체로 텍스처, 외관에서 효과적이었다.

**검류 및 다당류 첨가에 따른 개선효과:** 제빵, 제면 또는 소스의 물성개량을 목적으로 사용되는 검류 등의 개선효과는 Table 4와 같다. 검류 첨가원료 효과는 전체적으로 대조구보다 높은 기호도를 나타내었다. 이는 검류 특성상 식품을 저장하는 동안에 보습제로 작용(25)하여 제품품질을 향상시켰기 때문이라고 생각되었다. 특히 전자레인지 가열조리에서 AR, XT, CF2 혼합반죽물이 Table 3에서의 TA, ST, ST, SF 등과 유사한 기호양상이 나타났다.

다당류 등의 개선효과는 Table 4와 같다. 대체로 대조구와 유사한 기호성향을 나타내고 있으며, CR과 A 혼합반죽물에서 전자레인지 조리 시에 대조구보다 나은 기호양상을 보였다. CR의 경우는 Lee 등(26)이 보고한 바와 같이 냉동저장 시 발생하는 얼음 입자의 재결정화 지연에 효과가 있어 얼음 결정체가 성장하는 속도와 크기를 줄임으로서 gluten구조의 물리적 손상을 줄일 수 있어 냉동반죽 품질 향상에 크게 기여 할 수 있을 것으로 보고하였다. PE 포장에 따른 개선 효과는 대체로 텍스처, 외관에서 나타났다.

**유화제 첨가에 따른 개선효과:** 제빵, 제면 또는 소스의 물성개량을 목적으로 사용되는 물성개량제, 증점제, 유화제(E, S1, S2, S3) 등이 기본조성물에 첨가 시 나타나는 효과는 Table 5와 같다. 물성개량제, 증점제, 유화제 혼합반죽물 중 전분분자의 결정질 영역의 형성을 방지하는 유화제(27)가 첨가된 E와 S1 혼합반죽물이 증숙 및 전자레인지 가열조리 시 대조구보다 텍스처, 외관, 색깔 등이 효과적인 것으로 나타났다. 특히 E의 첨가효과가 우수한 것으로 조사되어 전자레인지 가열조리에 의한 품질저하 특성을 개선하는데 효과가 있는 것으로 나타났으며, Shin(28)과 Moon(29) 등의 결과에서는 S1이 전분의 노화 억제 효과가 있는 것으로 보고하고 있다. 같은 유화제이지만 이들의 지방산의 사슬길이, 불포화도, 친수성 부분의 조성(13-15), 지방질 단위체(lipid monomer)의 농도에 따라 전자레인지 가열특성에 서로 다른 효과가 있는 것으로 조사되었으며, PE 포장에 따른 개선 효과는 IA, S3를 제외하고는 효과가 나타나지 않았다.

**효소류 첨가에 따른 개선효과:** 전분분획들이 쉽게 결정화되는 것을 방지하여 경화를 억제할 목적으로 각 효소의 dosage range별로 첨가하여 실험하였다.  $\alpha$ -amylase I(5.86 mg/kg),  $\alpha$ -amylase II(0.04 mg/kg), Novamyl(30 mg/kg), Noopazyme(30 mg/kg)를 기본 조성물에 첨가한 그 결과는 Table 5와 같다. 기본반죽물에  $\alpha$ -amylase II, Noopazyme를 첨가 시 반죽물의 점도가 낮아 상온에서 반죽물의 형성이 어려운 것으로 나타났다. 특히 Noopazyme은 주로 점도가 강한 듀럼 세몰리나(스파게티, 파스타의 주원료) 등에 사용 되는 것으로 알려졌으나 점도가 낮은 강력분과 중력분의 반죽물에는 역효과가 나타난 것으로 생각되었다. 증숙 처리구에서  $\alpha$ -amylase I은 대조군보다 텍스처는 개선되었으나 외관, 색깔 등에 대한 기호도는 감소하는 것으로 조사되었다. Novamyl(novozymes)의 경우 효소자체의 밝은 갈색의 고유색을 띠고 있어서 대조군보다 외관, 색깔 등에 대한 기호도가 낮은 것으로 조사되었으며 전자레인지 가열조리 상태에서 대조군과 비교 시에  $\alpha$ -amylase I첨가구의 품질개선 효과가 있는 것으로 조사되었으나 외관, 색깔은 대조구와 유사한 결과를 보였다. PE 포장에 따른 개선 효과에서는 포장에 의해 더 나빠진 것으로 나타났다.

**Table 5. Sensory evaluation<sup>1)</sup> of frozen dough containing emulsifiers and enzymes by steam and microwave heating treatment**

Sample	Treatment	Texture			Appearance			Color		
		Steam	MHNP	MHP	Steam	MHNP	MHP	Steam	MHNP	MHP
	Control	7.1 ± 0.57 <sup>b</sup>	4.2 ± 1.61 <sup>a</sup>	4.5 ± 2.12 <sup>ab</sup>	8.8 ± 0.50 <sup>b</sup>	5.1 ± 1.71 <sup>ab</sup>	5.3 ± 2.21 <sup>b</sup>	8.4 ± 0.50	6.9 ± 0.62 <sup>a</sup>	6.7 ± 0.74
Emulsifiers	IA	8.7 ± 0.58 <sup>c</sup>	6.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	5.7 ± 0.58 <sup>bc</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	4.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	6.0 ± 1.00 <sup>bc</sup>	7.7 ± 0.58	7.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>
	T	6.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	4.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	3.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	4.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.58 <sup>b</sup>	7.3 ± 0.58	7.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.0 ± 0.00 <sup>a</sup>
	E	8.5 ± 0.50 <sup>c</sup>	7.5 ± 0.50 <sup>b</sup>	5.7 ± 0.58 <sup>bc</sup>	9.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>c</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>bc</sup>	7.3 ± 0.58	8.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>b</sup>
	S1	8.5 ± 0.50 <sup>c</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	7.5 ± 0.50 <sup>c</sup>	7.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	6.8 ± 0.76 <sup>bc</sup>	6.7 ± 0.58 <sup>c</sup>	8.3 ± 0.58	8.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>b</sup>
	S2	4.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	3.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	5.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	4.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	3.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.7 ± 0.58	7.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>a</sup>
	S3	6.8 ± 0.29 <sup>b</sup>	4.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>bc</sup>	8.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	6.0 ± 1.00 <sup>b</sup>	6.3 ± 0.58 <sup>bc</sup>	8.3 ± 0.58	8.0 ± 1.00 <sup>ab</sup>	8.0 ± 1.00 <sup>b</sup>
Enzymes	α-amylase I	8.2 ± 0.29 <sup>bc</sup>	7.0 ± 0.00 <sup>ab</sup>	5.3 ± 0.58 <sup>b</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>b</sup>	4.7 ± 0.58	4.7 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>ab</sup>	7.0 ± 0.00
	α-amylase II	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Novamyl	6.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	5.0 ± 1.00 <sup>ab</sup>	3.7 ± 0.58 <sup>a</sup>	8.3 ± 0.58 <sup>b</sup>	4.3 ± 0.58	3.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.3 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	6.7 ± 0.58
	Noopazyme	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.

**Table 6. Comparison of amylograph characteristics of dough containing various starches and additives**

Addition Agents <sup>1)</sup>	Initial Gelatinization Temp. (°C)	Peak Viscosity (B.U.):P	15 min Viscosity (B.U.):H	Height at 50°C (B.U.):C	Break Down :P-H	SetBack <sup>2)</sup> :C-P	Consistency :C-H
Control	71.0	213	190	428	23	215	238
TA	59.5	227	181	418	46	191	237
ST	68.0	200	170	415	30	245	275
AR	71.0	200	182	420	18	238	256
XT	80.0	-	-	-	-	-	-
E	80.0	195	195	465	0	270	270
S1	68.0	200	180	420	20	220	240

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Different in viscosity between height at 50°C and 15 min height.

**첨가원료별 혼합에 따른 선별 및 개선효과:** 첨가원료별 각각의 품질개선효과를 기호도로서 검토한 결과 Table 3, 4, 5에서 보듯이 5% TA, 5% ST, 0.1% AR, 0.1% XT, 0.1% E, 0.1% S1 등이 전자레인지 가열조리특성에 개선효과가 있는 것으로 나타났다. 이들 6종의 첨가물에 대한 증숙 및 전자레인지 가열 조리 전후의 노화정도, 물성변화, 표면 미세구조 관찰 등의 개선효과를 검토하였다.

**첨가원료에 따른 점도측정**

선별된 6종의 첨가원료 혼합전분의 amylogram의 특성치는 Table 6과 같다. 각 첨가구 중 TA 혼합전분의 호화개시온도는 Moorthy(16)의 실험에서도 보고된 바와 같이 59°C로 가장 낮았다. 최대점도(18)는 TA에서 각각 227 B.U.로 다른 첨가구보다 25 B.U.정도 높은 값을 나타내었으며, setback 또한 191 B.U.로 TA혼합전분에서 가장 낮은 것으로 조사되었다. 일반적으로 amylogram에 의한 호화양상은 전분 입자의 팽윤정도와 팽윤된 입자의 열 및 전단력, amylose와 amylopectin의 구성비 및 구조 차이 등에 의해 결정되며(30), amylose 함량이 높을수록 전분 입자가 강하게 결합되어 있어서 가열 시 입자의 팽윤 부족으로 점도가 떨어지는 것으로 보고되고 있다(31). 50°C 냉각점도는 전분 호화액을 냉각할 때 무질서한 상태로 존재하던 amylose 분자들이 서로 나란히 배열된 분자간의 많은 수소결합을 통해 회합체를 이룸으로써 점도가 증가됨을 나타내고, consistency와

setback은 50°C 냉각점도와 가열 시의 점도 차이를 보여주므로 노화 경향을 예측하였다. TA 혼합전분은 control과 consistency의 큰 차이를 나타내지 않았으나 setback 값으로 보아 전분입자의 결합력이 약하여 가열시 입자의 팽윤 점도가 증가하는 것으로 나타나 노화개선에 어느 정도 효과가 있을 것으로 생각되었다. E 혼합전분은 최고점도가 없이 높아진 점도가 계속 유지되는 양상을 보였으며, 다른 처리구와 달리 가열 중의 점도 변화가 다르게 나타났다. 각각의 첨가원료 혼합전분마다 호화성질이 서로 다르기 때문에 각기 다른 특징을 나타냈으나 전반적으로 E, XT를 제외하고는 비슷한 양상을 보였다.

**첨가원료에 따른 노화개선 효과**

α-amylase-iodine법을 이용하여 선별된 첨가원료의 노화정도를 측정된 결과는 Table 7과 같다. 증숙 처리구의 노화정도는 18.12%로 대조구가 가장 높았으며, TA(10.97%), XT(10.59%), AR(10.55%) 순으로 나타났다. 전자레인지 가열조리 처리구에서 대조구가 31.59%(비포장), 34.52%(PE 포장)로 가장 높게 나타났다. 혼합반죽물의 노화정도는 PE 포장 유무에 상관없이 대조구보다 낮게 나타났다. 이는 각 첨가원료 등의 특성에 의한 효과로서 Kulp와 Ponte 등(11)이 보고한 바와 같이 지방산, 계면활성제와 유화제 등은 amylose나 amylopectin과 복합체를 형성하여 linear chain 재배열을 막아 노화를 억제시킨다고 하였으며 전자레인지 가열조리와 같은 급격한 가열조건에서도 표

**Table 7. Degree of retrogradation of frozen dough containing various starches**

Cooking method <sup>1)</sup>	Sample <sup>2)</sup>	Degree of retrogradation
Steam	Control	18.12
	TA	10.97
	ST	15.76
	AR	10.55
	XT	10.59
	E	15.52
	S1	16.20
MHNP	Control	31.59
	TA	20.48
	ST	29.96
	AR	21.05
	XT	20.97
	E	20.08
	S1	21.24
MHP	Control	34.52
	TA	27.20
	ST	30.25
	AR	24.98
	XT	25.47
	E	25.48
	S1	27.83

<sup>1)</sup>MHP: microwave heating after polyethylene packed, MHNP: microwave heating after non-packed.

<sup>2)</sup>Refer to Table 1.

면 수분증발에 따른 노화현상에서도 같은 효과를 나타낼 것으로 추정되었다. 전자레인지 가열조리 처리구에서는 비포장처리 시료보다 PE 포장처리 시료의 노화정도가 5-10% 심화된 것을 확인할 수 있었다. 이는 PE 포장 내부의 고온이 유지되면서 표면수분의 증발이 지속적으로 이루어져 표면의 전분과 전분 결합력이 강화되어 노화속도를 촉진한 것으로 생각된다.

#### 첨가원료에 따른 물성 변화

첨가원료 첨가구의 물성변화는 Table 8과 같다. 증숙 조리시 첨가원료 처리구는 대조구보다 hardness, cohesiveness, springiness, chewiness 등이 낮은 경향을 보였다. 전자레인지 가열조리 시에도 증숙 처리구에 비해 경도, cohesiveness, gumminess, chewiness 등이 감소하는 경향을 보였고, 대조구에 비해서는 hardness는 감소, cohesiveness는 증가하는 경향을 나타내었다. Lee와 Shin 등(18)은 유화제가 전분입자와 결합함으로써 밀착된 amylose와 amylopectin 사이의 공간이 넓어져 수분 흡수가 증가되고, 전분간의 인력이 감소한다고 보고한 것과 같이 각 첨가원료들도 탄력성 등에 영향을 미친 것으로 생각되었다. PE 포장 처리구의 경우 PE 수지에 의한 수분이탈 현상이 적게 이루어져 비포장보다 경도가 낮게 나타나야 하는데 본 실험에서는 비포장 시료의 경도가 더 낮은 경향을 보였다. 하지만 증숙 및 전자레인지 가열조리 시 첨가원료 첨가구의 물성변화 개선 효과는 확인할 수 있었다.

#### 첨가원료에 따른 미세구조 관찰

물성개선효과를 보인 첨가원료 6종의 혼합반죽물의 전자레인지 가열조리에 따른 개선효과를 미세구조 변화로서 관찰하

**Table 8. Comparison of textural properties of frozen dough containing various starches and additives**

Treatment <sup>1)</sup>	Additive	Hardness (g)	Adhesiveness (gs)	Springness (%)	Cohesiveness (%)	Gumminess (g)	Chewiness (g)
Steam	Control	41.260	-171.124	1.649	0.766	31.597	52.096
	TA	38.324	-621.685	1.704	0.693	26.565	45.260
	ST	29.578	-590.570	1.507	0.668	19.749	29.758
	AR	30.112	-21.663	0.899	0.789	25.879	23.112
	XT	34.109	-16.663	0.833	0.876	29.867	24.864
	E	23.573	-214.575	1.200	0.698	25.774	31.726
	S1	25.070	-234.638	1.577	0.643	18.627	29.370
MHNP	Control	25.660	-309.312	1.740	0.759	19.469	33.876
	TA	21.884	-58.907	1.769	0.779	17.041	30.147
	ST	24.608	-376.680	1.613	0.726	17.876	28.365
	AR	27.434	-65.856	0.934	0.811	21.743	19.156
	XT	24.551	-62.469	0.888	0.828	20.331	18.044
	E	21.881	-186.618	0.998	0.712	14.926	24.398
	S1	23.850	-149.175	1.371	0.697	15.697	20.225
MHP	Control	25.852	-191.832	1.749	0.678	17.517	30.633
	TA	30.819	-39.498	0.921	0.785	24.199	22.295
	ST	27.329	-73.261	0.986	0.743	20.311	20.031
	AR	27.563	-47.465	0.857	0.808	20.112	21.675
	XT	24.275	-136.508	1.258	0.821	19.931	25.063
	E	22.647	-105.4.8	0.929	0.798	16.084	21.077
	S1	24.079	-86.408	0.998	0.717	20.084	19.007

<sup>1)</sup>Refer to Table 7.

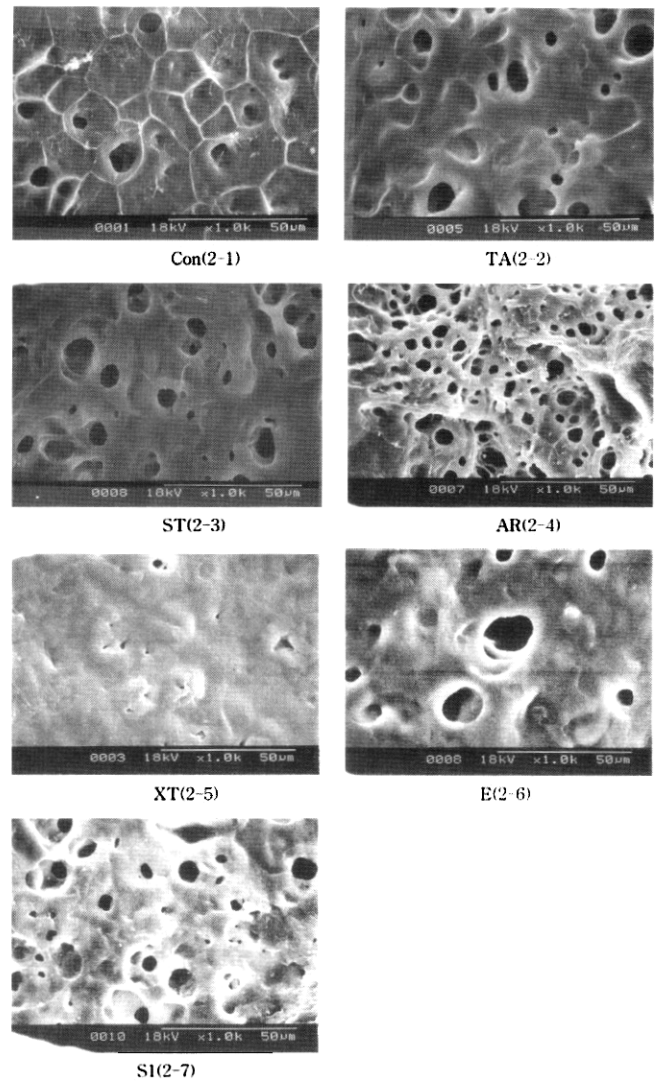
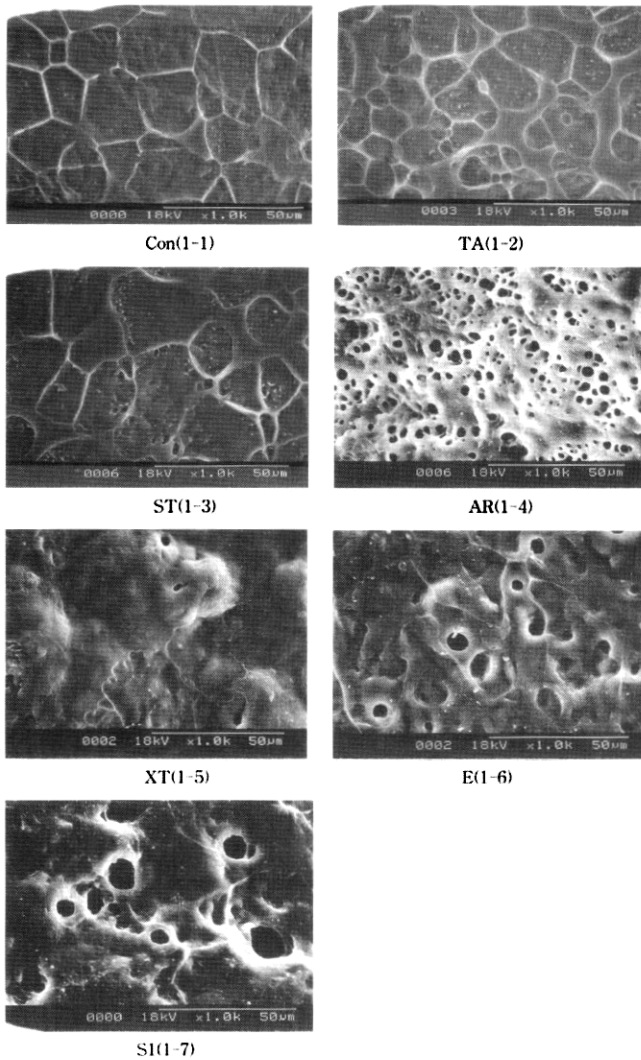


Fig. 1. The surface of each frozen dough containing various starches and additives by steam treatment.

Fig. 2. The surface of each frozen dough containing various starches and additives by microwave treatment.

었다. 그 결과는 Fig. 1, 2, 3에 나타내었다. 증숙 및 전자레인지 처리구마다 대조구와 TA 혼합반죽물은 비슷한 격자무늬의 미세구조가 나타났다. 전자레인지 가열조리 처리구의 대조구는 격자무늬를 유지한 채 크고 불균일한 기공을 갖는 반면, 첨가구는 격자무늬 형태가 붕괴되고 작고 균일한 기공을 갖는 것으로 조사되어 첨가구간의 미세구조 차이를 식별할 수 있었다. 특히 TA 혼합반죽물의 경우 전자레인지 조리 시, 균일한 크기의 기공으로 보아 망상구조의 재배열이 다른 첨가구에 비해 덜 붕괴되었고, 대조구는 다른 첨가구의 기공보다 불규칙하고 큰 것으로 보아 경화정도에서 언급한 것과 같이 수분이탈로 망상구조의 재배열이 심화된 것으로 보인다. 대조구를 포함한 모든 처리구 중 TA 혼합반죽물은 전자레인지 가열조리에 따른 전분 입자의 손상이 적은 것으로 생각되었다.

### 요 약

본 연구는 전분성 냉동제품의 저장기간 중 발생하는 제품표면의 노화현상과 전자레인지 조리 후 식품표면의 수분증발에 따른 마름(경화)현상 등 제품의 품질저하특성을 일차적으로

원료측면에서 개선하고자 기존에 사용되고 있는 전분성 물성 개량제의 첨가효과와 polyethylene(PE) 포장에 따른 품질변화를 전자레인지 조리특성과 함께 검토하였다. 첨가원료에 대한 효과는 현재 산업체에서 적용되고 있는 기본반죽조성물에 34종의 첨가원료를 농도별로 혼합하여 증숙 및 전자레인지 가열조리에 대한 기호도 조사로 검토하였다. 기호도 조사로 전분류(TA, ST), 검류(AR, XT), 유화제(E, S1)의 총 6종의 시료가 선별되었으며, 선별된 6종의 첨가원료 중 TA 혼합반죽물이 텍스처, 외관, 색깔에 따른 기호도가 가장 높은 것으로 조사되었다. 선별된 시료가 첨가된 혼합반죽물의 amylogram 결과, TA 혼합반죽물의 호화개시온도는 61.5°C로 가장 낮았고, 최고점도는 227 B.U로 가장 높았다. 노화경향을 예측할 수 있는 setback값 또한 24-79 B.U.까지 낮은 191 B.U로 노화개선에 효과적임을 보였다. α-amylase-iodine법을 이용한 노화측정은 전자레인지 가열조리 중 대조구는 31.59%(비포장), 34.52%(PE포장)로 가장 높게 나타났고, 20.08%, 20.48%로 비포장 처리된 E와 TA 혼합반죽물의 노화정도가 가장 낮게 나타났다. 전자레인지 가열조리 처리구에서는 비포장처리 시료보다 PE 포장처리 시료의 노화가 5-10% 정도 노화정도가 심화된 것을 확인하였다. 기계

## 문 헌

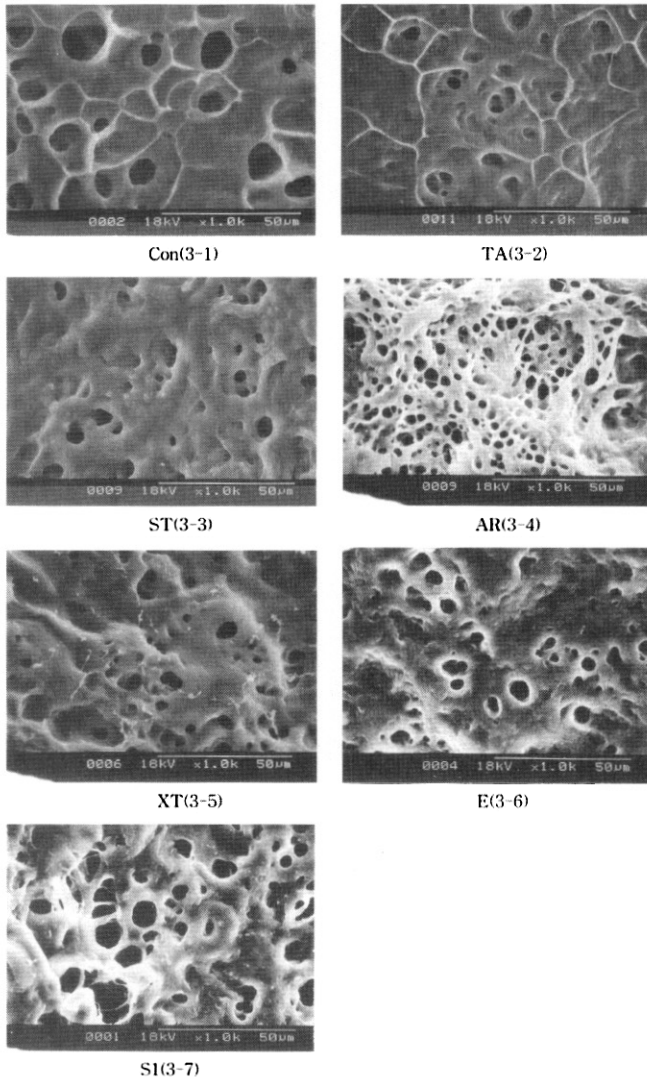


Fig. 3. The surface of each frozen dough containing various starches and additives by microwave treatment after polyethylene packed.

적 물성변화는 증숙조리 시 대조구의 hardness, cohesiveness, springiness, chewiness 등이 높은 경향을 보였다. 전자레인지 가열조리 시에는 증숙처리구보다 hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness가 감소하는 경향이 나타났고, 대조구에 비해 hardness는 감소, cohesiveness는 증가하였다. 미세구조변화는 전자레인지 가열조리에서는 대조구가 격자부녀 형태가 붕괴되고 작은 균일한 기공을 갖는 것으로 조사되어 첨가구간의 미세구조 차이를 식별할 수 있었으며, 특히 TA 냉동만두피의 경우 균일한 크기의 기공으로 보아 망상구조의 재배열이 다른 첨가구에 비해 덜 붕괴되었고, 대조구는 기공이 크고 불규칙하였다. 전반적인 TA 전분 첨가구가 전자레인지 가열조리에 의한 품질 저하를 개선하는 것으로 나타났으며, PE 포장조리에 따른 노화억제효과는 크게 나타나지 않았다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과 의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

1. Kim MA. Use of microwave range and oven, and change on dietary type. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 9: 1-6 (1993)
2. Richard EM. Microwave food processing. A science status summary by the institute of food technologists' expert panel on food safety and nutrition. Institute Food Technol. 117-124 (1989)
3. Kim JO, Choi CR, Shin MS, Kim SK, Lee SK, Kim WS. Effect of water content and storage temperature on the aging of rice starch gels. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 552-557 (1996)
4. Lee HY, Lee CH, Lee SH. A study on the improvement of storage stability for traditional rice cakes and its commercialization. Korean food research institute. pp. 16-17 (1993)
5. Miles MJ, Morris VJ, Oxford PD, Ring SG. The roles of amylose and amylopectin in the gelation, retrogradation of starch. Carbohydr. Res. 135: 271-281 (1985)
6. Biliaderis CG, Harwalkar VR. pp. 168-196. In: Thermal Analysis Foods. Elsevier Applied Science, NY, USA (1990)
7. Hebeda RE, Bowles LK, Teague WM. Cereal Foods World Vol. 36, pp. 8, 619. In: Use of Intermediate Temperature Stability Enzymes for Retarding in Baked Goods. AACC International Press, Pusan, Korea (1991)
8. Martin ML, Horeney RC. A mechanism of bread firming. II. Role of starch hydrolyzing enzymes. Cereal Chem. 68: 503-507 (1991)
9. Lagendijk J, Pennings HJ. Relation between complex formation of starch with monoglycerides and the firmness of bread. Cereal Sci. 15: 354-356, 365 (1970)
10. Hyang JJ, White PJ. Waxy corn starch: Monoglyceride interaction in a model system. Cereal Chem. 70: 42-47 (1993)
11. Kulp K, Ponte JG. Staling of white pan bread fundamental causes. CRC Critic. Rev. Food Sci. Nutri., Boca Raton, FL, USA. pp. 1-47 (1981)
12. Eliasson AC. Starch gelatinization in the presence of emulsifier. A morphological study of wheat starch. Stärke 37: 411-415 (1985)
13. Hoover R, Edmanton DH. Characterization of potato starch and its monoglyceride complex. Stärke 33: 290-300 (1981)
14. Ohashi K, Goshima G, Kusuda H, Tsuge H. Effect of embraced lipid on the gelatinization of rice starch. Stärke 32: 54-58 (1980)
15. Hahn DE, Hood LF. Factors influencing corn starch-lipid complexing. Cereal Chem. 64: 81-85 (1987)
16. Moorthy SN. Effect of different types of surfactants on cassava starch properties. J. Agric. Food Chem. 33: 1227-1232 (1985)
17. Lee SK, Shin MS. Physicochemical characteristics of surfactant added sweet potato starch. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 8: 255-263 (1992)
18. Lee SK, Shin MS. Gelatinization and retrogradation properties of surfactant added sweet potato starches. Korean Soc. Appli. Biol. Chem. 37: 463-471 (1994)
19. Higo A, Noguchi S, Nakazawa F, Shimazaki M. Hardening of food texture induced by microwave irradiation (part 8) Vol. 34, p. 88. In: Effect of starch-gel formation on bread-hardening. J. Home Econom. Jpn., Japan (1983)
20. Higo A, Shimazaki M, Noguchi S, Nakazawa F. Hardening of food texture induced by microwave irradiation (part 10) Vol. 34, p. 474. In: Changes in bound water content of breads accompanied with hardening. J. Home Econom. Jpn., Japan (1983)
21. Larmond E. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Research Branch, Canada Dept. of Agriculture Publication 1637: 41-48 (1977)
22. Medicalf DF, Gilles KA. Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem. 42: 558-568 (1965)
23. Tsuge HF, Hishida M, Watanabe S, Goshima G. Enzymatic evaluation for the degree of starch retrogradation in food and food-stuffs. Stärke 42: 213-216 (1988)
24. Song E, Shin MS, Hong YH. Physicochemical properties of sweet potato starch by heat-moisture treatment. J. Korean Agric. Chem. Soc. 30: 242-249 (1987)
25. Min SG, Wolf W, Morton M. Changes in crystal-size distribution during recrystallization of ice in hydrocolloid matrix. J. Food Sci. Technol. Today 8: 234-242 (1994)



26. Lee JM, Lee MK, Lee SK, Cho MJ, Kim SM. Effect of gums added in making frozen dough on the characteristics of bread-making. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 190-194 (2001)
27. Kim DH. Starch retrogradation. pp. 300-307. In: Food Chemistry. Tamgudang, Seoul, Korea (2003)
28. Shin MS. Influence of water and surfaces on wheat starch gelatinization and retrogradation. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 116-121 (1991)
29. Moon SH, Kim JO, Lee SK, Shin MS. Retrogradation of sucrose fatty acid ester and soybean oil added rice flour gels. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 305-310 (1996)
30. Beleia A, Varriano-ME, Hosney RC. Characterization of starch from pearl millets. Cereal Chem. 57: 300-303 (1980)
31. Baek MK, Shin MS. Effect of water activity on the physicochemical properties of sweet potato starch during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 532-536 (1995)

---

(2005년 3월 14일 접수; 2005년 9월 12일 채택)