

## Seed Mash와 유산균 발효액을 첨가한 밀가루 반죽의 물성학적 특성

이명구 · 이정훈 · 이시경<sup>†</sup>  
건국대학교 응용생물화학과

### Rheological Properties of Bread Dough Added with Flour Ferments by Seed Mash and Lactic Acid Bacteria

Myung-Ku Lee, Jeong Hoon Lee, and Si-Kyung Lee<sup>†</sup>

Dept. of Applied Biology & Chemistry, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

#### Abstract

This study was carried out to determine the rheological properties of bread doughs containing flour-ferments prepared with seed mash obtained by Koji incubation, yeast, and lactic acid bacteria, using farinograph, extensograph, amylograph, and large scale-dough mixer. According to farinograph, the addition of the flour-ferments did not influence the water-absorption rate of doughs, regardless of the kinds of flour-ferments, however, it increased development time and decreased stability of doughs. According to extensograph, both dough resistance and resistance-to-extensibility ratio increased with the addition of flour-ferments. Especially the dough containing the flour-ferments prepared with seed mash, *S. cerevisiae*, and *L. brevis* showed the highest resistance-to-extensibility ratio. According to amylograph, although the doughs containing the flour-ferments did not show the differences in gelatinization temperature and temperature at maximum viscosity with the control which does not contain the flour-ferments, they showed lower maximum viscosity than the control. They also showed lower development value and faster development time.

**Key words:** rheological properties, bread dough, flour ferment, lactic acid bacteria

#### 서 론

곡류와 빵은 수세기 동안 개인과 민족 집단의 주식으로 이용되어 왔으며, 빵으로부터 모든 영양소의 18~80%를 섭취하고 있다. 빵은 주 영양소로 단백질을 9%정도 함유하고 있으며, 밀가루 단백질의 아미노산 조성 중에서 리신은 2.5%이지만 빵 발효 시 리신을 약 1.3% 함유하고 있는 효모를 3~5%정도 첨가하게 되면 전체적인 영양가가 증가되고, 많은 양의 비타민 특히 비타민 B 복합체와 비타민 E가 풍부한 식품이 된다(1). 빵은 필요한 재료를 혼합하여 반죽을 만들고, 만들어진 반죽을 효모로 발효시켜 굽기 과정을 거쳐 제조한다. 그러나 빵은 오븐에서 구운 후 시간이 경과함에 따라 빵의 겉질과 내부에서 발생하는 물리 화학적 변화에 의해 노화 현상이 발생하여 상품적 가치를 잃게 된다. 제빵 산업에서 반죽의 취급성이나 품질 개선을 위해 다양한 식품 첨가물을 사용하였다. 빵은 일반적으로 직날법과 중중법으로 만들고 있으나 제빵 기계의 발달로 연속적으로 균일한 제품을 대량생산하기 위하여 1950년대 이후 액체발효법을 고안하였다. 액체발효법은 중중법을 간략히 변형시킨 방법으로 액종을 만들어 식빵, 햄버거, 롤빵 등의 생산에 이용되

었고 특히 곡물 빵에 응용이 우수하였다(2-4). Sour dough 빵은 유산균과 효모를 첨가하여 주로 호밀빵에 응용하였는데 최근에는 밀가루 빵에 적용하여 빵의 방향과 풍미를 증가시키고 노화속도를 지연시켜 빵의 저장기간을 연장시키는 장점이 있어(5-7) 제빵에 많이 이용하고 있다. 호밀이나 밀가루 반죽의 sour dough 발효에서 homo형 혹은 hetero형 젖산균이 만들어 내는 젖산에 의해 빵의 보존성과 안정성이 높아지는 효과를 볼 수 있기 때문이다. 한편 일본에서는 청주 제조 시 사용하는 황국균인 *A. oryzae*로 주종 발효액을 만들어 빵의 제조에 첨가하여 빵의 표피가 얇고, 부드러우며 청주 풍미가 나는 특징적인 제품을 생산하고 있다. 이러한 양질의 빵을 생산하는데 국의 역할은 액화효소와 당화효소의 작용으로 발효성 당을 생산하고 단백질 가수분해 효소의 작용으로 아미노산을 생산하며, 또 국이 가지고 있는 무기질과 비타민 등을 효모에 공급하여 주종 특유의 풍미성분을 생성하게 된다(8). 한국은 오래전부터 전통주인 탁주를 첨가하여 증편을 만들어 왔는데 이것은 일본의 주종 빵과 유사한 방법의 하나이다(9).

따라서 제빵공업의 현장에서 이를 이용하여 새롭게 사용할 수 있는 제빵법을 확립할 필요성이 있어 이를 위하여 한

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: lesikyung@konkuk.ac.kr  
Phone: 82-2-450-3759, Fax: 82-2-456-7183

국 전통주인 탁주제조에 이용되고 있는 백국균인 *A. kawachii*를 증자한 밀가루에 접종하여 만든 밀가루 koji에 물을 가하여 seed mash를 만들고(10), 밀가루에 이 seed mash와 sour dough 법에서 사용되는 유산균을 함께 첨가하여 혼합 배양한 발효액을 제조하였다(11). 본 연구에서는 빵의 품질 향상에 기여하고자 이 발효액을 밀가루 반죽에 첨가하여 파리노그래프, 익스텐소그래프, 아밀로그래프 등 반죽의 기계적 특성을 분석하여 향후 제빵 적성에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

밀가루는 국내에서 생산된 수분 13.9%, 단백질 12.73%, 회분 0.41%의 것을 사용하였고, 효모는 시판용 인스턴트 드라이 이스트, 유산균은 *L. brevis*와 *Leu. cremoris*, *Str. lactis* subsp. *lactis*, *Str. lactis* subsp. *diacetylactis* 및 *Str. lactis* subsp. *cremoris*(CHN-22, Christian Hansen Co., Ltd., Horsholm, Denmark)의 혼합균주를 사용하였다. Koji는 천등산 박달주에서 제조한 밀가루 입국(증자 소맥분에 *A. kawachii* 종균을 살포하여 기계적 방법으로 제국)을 사용하였고, *A. kawachii*는 충무발효의 백국균 종균을 사용하였다.

### Seed mashes의 제조

전통주 제조기술의 방법에 따라 증류수 560 g을 삼각 플라스크에 넣고 해당 균주들을 Table 1과 같이 고당용 효모와 유산균을 각각의 비율로 첨가하여 용해한 후 여기에 koji를 400 g씩 넣고 교반 후 각각의 시료를 25°C의 항온기에서 6시간 간격으로 교반하면서 3일간 배양하였다.

### 발효액종의 제조

일정량의 증류수(520~570 mL)를 삼각 플라스크에 넣고 해당 원료 및 균주들을 Table 2와 같이 효모와 유산균을 각각의 비율로 첨가하고, 여기에 seed mash를 5% 비율로 첨가하여 용해한 후 밀가루 400 g씩을 넣고 혼합한 후 각각의 시료를 25°C 항온기에서 6시간 교반하면서 발효하였다. 발효가 종료되면 5°C 냉장고에 16시간 보관 후 40시간까지 사용하였다.

Table 1. Formulas for seed mashes (unit: g)

Seed mashes	Koji	Water	Instant dry yeast	<i>L. brevis</i> (L-62)	CHN-22 <sup>1)</sup>
i	400	560	1	0	0
ii	400	560	1	0.1	0
iii	400	560	1	0	0.1
iv	400	560	1	0.05	0.05

<sup>1)</sup>Compound of *Leuconostoc cremoris*, *Streptococcus lactis* subsp. *lactis*, *Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis* and *Streptococcus lactis* subsp. *cremoris*.

Table 2. Formulas for flour ferments (unit: g)

Ingredients	Control	I	II	III	IV
Flour	400	400	400	400	400
Skim milk powder	30	30	30	30	30
Salt	5	5	5	5	5
Water	570	520	520	520	520
Ammonium sulfate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Instant dry yeast	2	2	2	2	2
Seed mash i	—	50	—	—	—
Seed mash ii	—	—	50	—	—
Seed mash iii	—	—	—	50	—
Seed mash iv	—	—	—	—	50
<i>L. brevis</i> (L-62)	—	—	0.2	—	0.1
CHN-22 <sup>1)</sup>	—	—	—	0.2	0.1

<sup>1)</sup>Compound of *Leuconostoc cremoris*, *Streptococcus lactis* subsp. *lactis*, *Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis* and *Streptococcus lactis* subsp. *cremoris*.

### 파리노그래프 측정

파리노그래프는 AACC 방법(54-21)에 따라 측정하였다(12). 보울의 온도가 30±0.2°C이 되도록 유지하고 밀가루 280 g(수분함량 14% 기준)과 25°C에서 4시간 발효한 각각의 발효액을 120 g을 첨가하여 혼합하는 동안 커브의 중앙이 500±20 B.U.에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다. 파리노그래프로부터 도착시간(arrival time), 반죽시간(development time), 출발시간(departure time), 반죽의 기계적 내성(mechanical tolerance index, MTI), 반죽 안정도(stability) 등의 값을 측정하였다.

### 익스텐소그래프 측정

반죽의 신장력과 신장 저항도를 측정하는 익스텐소그래프는 AACC 방법(54-10)에 따라 측정하였다(12). 밀가루 280 g, 소금 6 g, 각각의 발효액종 120 g을 첨가한 후 물의 양은 파리노그래프 흡수량보다 2% 적게 하였다. 3분 동안 반죽 후 5분간 방치하고 다시 2분간 반죽을 하면서 파리노그래프의 중심이 500 B.U.에 도달하도록 필요에 따라 흡수량을 조절하였다. 반죽이 끝난 다음 150±0.1 g로 분할한 후 라운더에서 20번 둥글리기하고 원통형으로 성형하여 30°C의 항온조에서 45분간 방치하고 1차 측정하였다. 다시 30°C에서 45분간 방치하고 2차 측정 후에 45분간 방치하여 3차 측정하였다. 신장도는 커브의 전체길이(cm)로 표시하였고, 신장도에 대한 저항도(R/E)는 5 cm에서의 높이(B.U.)로 표시하였다.

### 아밀로그래프 측정

제빵 시 빵을 구울 때의 초기상태를 예측하는데 많이 활용되는 아밀로그래프는 AACC 방법(22-10)에 따라 측정하였다(12). 밀가루 63 g(수분함량 14%기준)과 각각의 발효액종 21 g을 450 mL 증류수에 현탁시켜 보울에 넣고 보울의 회전속도를 75 rpm으로 조정하였다. 현탁액은 1분간 1.5°C의 비율로 30°C에서 95°C까지 가열시키면서 paste의 호화계시온도, 최고점도, 최고점도온도 등을 측정하였다.

### 반죽의 물성 및 안정도 측정

발효액종의 첨가가 반죽의 물성 및 안정도에 미치는 영향을 대용량 배합기(Oshikiri mixer, Oshikiri Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 보울에 밀가루 7 kg, 소금 200 g, 각각의 발효액종 3 kg을 첨가하여 저속(55 rpm)에서 3분, 중속(110 rpm)에서 15분간 반죽하면서 기계에 전달되는 힘의 정도를 그래프화하여 기계적으로 분석한 값으로 반죽의 물리적 특성(점성, 탄성, 신장성)과 밀가루 고유의 성질인 단백질 함량과 질을 파악할 수 있는 D.V.(development value)값 등을 측정하였다.

### 통계분석

통계분석은 Statistical Analysis System(SAS, ver. 8.1) (13) 통계 프로그램을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 각 시료 간의 유의성 검증은  $p < 0.05$  수준으로 던컨의 다중 범위시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 파리노그래프 특성

Koji를 배양한 seed mash와 효모, 다양한 유산균을 이용하여 발효시킨 발효액종을 밀가루에 대하여 30% 첨가한 반죽을 제조하였을 때의 파리노그래프 측정 결과는 Table 3과 같다. 전체적인 반죽의 흡수율을 비교하였을 때 seed mash를 첨가하지 않고 효모로만 발효하여 만든 발효액종을 첨가한 대조구와 효모, seed mash, *L. brevis*(L-62), 혼합유산균 등을 첨가하여 만든 시험구의 발효액종 모두 48%로 대조구와 시험구 간에 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 안정도는 효모로만 발효하여 만든 발효액종을 첨가한 대조구의 21분에 비하여 효모, seed mash, *L. brevis*(L-62), 혼합유산균 등으로 발효시켜 제조한 발효액종을 첨가하여 만든 시험구는 각각 17.3, 15.7, 16, 15.3분으로 대조구보다 짧아 유의적인 차이가 있었고( $p < 0.05$ ), 반죽의 기계적 내성(MTI)은 대조구의 10 B.U.에 비하여 시험구는 각각 25, 40, 40, 40 B.U.로

대조구보다 높아 유의적인 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 경향은 departure time에서도 유사하여 대조구가 23분, 시험구가 각각 19.3, 15.2, 18.5, 17.3분으로 대조구보다 낮아 시험구의 밀가루 강도가 감소하였음을 보여주었다. 이는 밀가루를 seed mash와 유산균으로 발효하여 발효액종을 만드는 동안, 또한 반죽 시 발효액종에 함유되어 있는 koji에 의해 생성된 amylase에 의해서 밀가루 전분이 분해되고, 젓산균에 의해 생성된 산이 글루텐을 약화시켰기 때문으로 생각된다. Koji를 25°C에서 72시간 배양한 본 실험에 사용한 seed mash에는 *A. kawachii*에 의해 생성되는 액화효소와 당화효소 및 산성 protease의 활성이 높은 것으로 보고되고 있다 (10). 특히 seed mash와 함께 유산균으로 *L. brevis*를 발효시킨 발효액종을 첨가한 반죽에서 가장 낮았다. Tanaka 등 (14)은 pH가 낮아짐에 따라 반죽은 불안전해지고 혼합시간이 짧아지는데, 이는 용해성 단백질 양이 증가되기 때문이라고 하였다. Kim(15)도 다양한 자원의 amylase를 첨가하여 빵을 제조할 경우, 효소원으로 맥아 분말 첨가시 반죽의 안정도가 감소한다고 하였다. 또한 Tsen(16)의 보고에 의하면 입자가 큰 단백질로 구성된 밀가루는 수화되면서 연속상의 글루텐 막을 형성할 수 있는 작은 단위의 단백질로 나누어진다. 이와 같은 단백질의 분리현상은 반죽기에서 형성되는 전단효과와 같은 물리적 작용이나 시스템인, 글루타치온 등과 같은 환원성 물질에 의해 -SS-결합을 -SH기와 상호 교환함으로써 일어난다고 하였다. 따라서 본 실험에서 발효액종 제조 시 seed mash, 유산균, 효모 등의 혼합발효는 반죽의 물리적 성질에 변화를 가져와 반죽혼합 시간을 단축하기 위해 사용하는 제빵 개량제와 유사한 특성을 나타내는 것으로 생각된다.

### 익스텐소그래프 특성

반죽의 신장저항도와 신장도를 측정하는 익스텐소그래프 측정 결과는 Table 4와 같다. Seed mash를 첨가하지 않고 효모로만 발효하여 만든 발효액종을 첨가한 대조구의 저항도는 45, 90, 135분 발효했을 때 각각 345, 565, 640 B.U.이었으나, seed mash와 유산균, 효모를 이용하여 만든 발효액종

Table 3. Frarinograph properties of flour doughs containing various flour ferments

Items	Doughs <sup>1)</sup>				
	Control	I	II	III	IV
Absorption (%)	48±0.07 <sup>abc2)</sup>	48±0.05 <sup>abc</sup>	48±0.1 <sup>de</sup>	48±0.04 <sup>abc</sup>	48±0.12 <sup>de</sup>
Arrival time (min)	2±0.02 <sup>a</sup>	2±0.04 <sup>bc</sup>	2.5±0.06 <sup>de</sup>	2.5±0.04 <sup>bc</sup>	2±0.08 <sup>de</sup>
Development time (min)	2.3±0.4 <sup>abc</sup>	2.5±0.6 <sup>d</sup>	3±0.8 <sup>e</sup>	5±0.46 <sup>abc</sup>	3.6±0.44 <sup>abc</sup>
Stability (min)	21±1.2 <sup>e</sup>	17.3±0.8 <sup>d</sup>	12.7±0.46 <sup>a</sup>	16±0.6 <sup>bc</sup>	15.3±0.8 <sup>bc</sup>
Departure time (min)	23±1.4 <sup>e</sup>	19.3±1.0 <sup>bc</sup>	15.2±1.4 <sup>a</sup>	18.5±1.2 <sup>d</sup>	17.3±0.8 <sup>bc</sup>
Mechanical tolerance index (B.U.)	10±2 <sup>a</sup>	25±2.4 <sup>b</sup>	40±2.6 <sup>cde</sup>	40±3.4 <sup>cde</sup>	40±2.8 <sup>cde</sup>

<sup>1)</sup>Control: Dough with flour ferment fermented by *S. cerevisiae*, I: Dough with flour ferment fermented by seed mash and *S. cerevisiae*, II: Dough with flour ferment fermented by seed mash, *S. cerevisiae* and *L. brevis*, III: Dough with flour ferment fermented by seed mash, *S. cerevisiae* and CHN-22\*, IV: Dough with flour ferment fermented by seed mash, *S. cerevisiae*, *L. brevis* and CHN-22. \*Compound of *Leuconostoc cremoris*, *Streptococcus lactis* subsp. *lactis*, *Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis* and *Streptococcus lactis* subsp. *cremoris*.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD, n=3. Means with the same letter (a-e) in row are not significantly different by Duncan's range test ( $p < 0.05$ ).

Table 4. Extensograph properties of wheat flour doughs containing various flour ferments

Doughs <sup>1)</sup>	Resistance (B.U.)			Extensibility (cm)			R/E ratio		
	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
Control	345±4.8 <sup>a2)</sup>	565±4.6 <sup>a</sup>	640±2.8 <sup>a</sup>	18±1.2 <sup>cd</sup>	12.5±1.4 <sup>bc</sup>	12.5±2.4 <sup>e</sup>	19.1±0.8 <sup>ab</sup>	45.2±1.6 <sup>ab</sup>	51.2±1.6 <sup>a</sup>
I	392±2.6 <sup>de</sup>	620±4.8 <sup>e</sup>	670±6.2 <sup>de</sup>	18±1.4 <sup>cd</sup>	12.5±2.4 <sup>d</sup>	12±1.2 <sup>d</sup>	21.7±1.4 <sup>cd</sup>	49.6±1.4 <sup>de</sup>	55.8±1.2 <sup>c</sup>
II	370±3.4 <sup>bc</sup>	580±3.6 <sup>b</sup>	655±4.8 <sup>bc</sup>	17.5±0.8 <sup>b</sup>	11.7±0.8 <sup>a</sup>	10.8±0.4 <sup>a</sup>	21.1±1.2 <sup>cd</sup>	49.6±0.6 <sup>de</sup>	60.6±0.8 <sup>de</sup>
III	400±5.2 <sup>de</sup>	590±8.2 <sup>cd</sup>	665±12.0 <sup>de</sup>	16±1.6 <sup>a</sup>	12±1.2 <sup>bc</sup>	11±0.8 <sup>b</sup>	25±2.2 <sup>e</sup>	49.1±0.8 <sup>c</sup>	60.4±0.8 <sup>de</sup>
IV	378±3.2 <sup>bc</sup>	595±8.0 <sup>cd</sup>	660±10.2 <sup>bc</sup>	19.5±1.0 <sup>e</sup>	13±1.4 <sup>a</sup>	11.5±1.0 <sup>c</sup>	19.4±1.6 <sup>ab</sup>	45.7±1.4 <sup>ab</sup>	57±1.4 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Refer to the legend of Table 3.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD, n=3. Means with the same letter (a-e) in column are not significantly different by Duncan's range test (p<0.05).

을 첨가한 시험구의 경우 135분 발효 시 655~670 B.U.로 대조구와 시험구간에 유의적인 차이가 있었다(p<0.05).

신장성은 대조구에서 45, 90, 135분 발효했을 때 18, 12.5, 12.5 cm로 시험구와 유의적인 차이가 없었다(p<0.05). 따라서 R/E 비율은 대조구보다 seed mash를 이용하여 만든 발효액종 첨가 시험구 반죽이 높은 값을 나타내었다. 이는 Elkassabany와 Hosney(17)가 아스코르브산 등과 같은 첨가물이 반죽의 R/E 비율을 증가시킨다는 보고와 유사한 경향이었다. 즉 발효액종 중의 seed mash, 유산균, 효모가 발효과정 중 생성하는 효소, 유기산, 환원성 물질 등으로 인하여 반죽의 레올로지에 미치는 영향은 여러 측면에서 산화제의 역할과 비슷하다고 알려져 있는데(18), 본 실험에서도 seed mash를 이용하여 만든 발효액종을 첨가한 시험구 반죽의 저항성이 증가되고 신장성이 다소 감소되어 R/E 비율이 대조구에 비하여 상대적으로 높게 나타났고, 이는 최근에 Cho 등(19)의 밀가루에 Bifidus 균을 발효시킨 brew의 첨가량이 증가할수록 저항성이 증가되고 신장성이 감소되어 R/E 비율이 증가되었다는 연구 결과와도 유사하였다. 이상의 실험에서 저항성 증가와 신장성이 감소한 반죽의 물성변화는 발효시간을 단축할 수 있음을 의미하며, 시간의 흐름에 따라 저항성이 증가하는 밀가루는 제빵 공정에서 반죽이 쉽고 좋은 빵이 되는 것으로 알려져 있어 향후 koji와 유산균을 발효시킨 발효액종 첨가 시 제품의 물성이나 부피의 변화와 같은 제빵 특성에도 영향을 주어 양질의 제품을 생산할 수 있을 것으로 생각된다.

#### 아밀로그래프 특성

Koji를 이용한 seed mash, 유산균, 효모를 발효시켜 제조한 발효액종을 첨가한 반죽의 아밀로그래프 측정 결과는 Table 5와 같다. 호화개시 온도는 대조구가 61°C, 시험구가 각각 61, 61, 61, 61.5°C로 대조구와 시험구간에 유의적인 차이는 없었으나(p<0.05), 최고점도에서의 온도는 시험구 중 seed mash, *L. brevis*(L-62), 효모를 발효시킨 발효액종을 첨가한 반죽에서 가장 높았다. 최고점도는 대조구가 845 B.U., 시험구가 각각 810, 780, 735, 820 B.U.로 대조구가 가장 높았으며, 발효액종을 첨가한 시험구 등이 낮아 대조구와 시험구 간에 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 이상의 실험에서 koji를 배양한 seed mash와 유산균을 발효시킨 발효액

Table 5. Amylograph properties of wheat flour dough containing various flour ferments

Doughs <sup>1)</sup>	Gelatinization temperature (°C)	Temperature at maximum viscosity (°C)	Maximum viscosity (B.U.)
Control	61±0.5 <sup>abcd2)</sup>	90.7±0.5 <sup>ab</sup>	845±12 <sup>e</sup>
I	61±0.2 <sup>abcd</sup>	90.7±0.3 <sup>ab</sup>	810±10 <sup>cd</sup>
II	61±0.8 <sup>abcd</sup>	91.6±0.8 <sup>cde</sup>	780±20 <sup>a</sup>
III	61±0.4 <sup>abcd</sup>	91±0.6 <sup>cde</sup>	735±18 <sup>a</sup>
IV	61.5±0.4 <sup>e</sup>	91±0.6 <sup>cde</sup>	820±10 <sup>cd</sup>

<sup>1)</sup>Refer to the legend of Table 3.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD, n=3. Means with the same letter (a-e) in column are not significantly different by Duncan's range test (p<0.05).

종 첨가 시 최고점도가 감소한 것은 seed mash속의 α-amylase와 β-amylase의 효소활성 증가로 전분이 액화 및 당화되었기 때문으로 생각된다. 이러한 결과는 Kim(15)이 빵 제조 시 다양한 자원의 amylase를 첨가할 경우 최고점도가 낮았다는 연구와 일치하였다. 또한 Valjakka 등(20)도 전분분해 효소를 첨가하였을 때의 아밀로그래프 특성을 조사한 결과 호화개시온도에서는 대조구와 거의 차이가 없었으나, 최고점도는 효소첨가 비율이 증가할수록 감소하였다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 아밀로그래프의 점도는 전분입자의 팽윤정도와 팽윤된 전분입자의 열과 전단에 대한 저항도(21), 가열된 입자로부터 용출된 가용성 전분의 존재(22), 그리고 팽윤된 입자끼리의 상호작용 또는 응집성 등에 따라 좌우된다.

#### 반죽의 물리적 특성

Koji를 배양한 seed mash, 유산균, 효모 등을 이용하여 발효시킨 발효액종을 첨가하여 제조한 반죽의 물리적 특성 및 안정도를 대용량 배합기로 측정된 결과는 Table 6과 같다. 반죽의 물리적 특성(점성, 탄성, 신장성)과 밀가루 고유의 성질인 단백질 함량과 질을 파악할 수 있는 D.V.값은 대조구가 시험구들보다 높아 유의적인 차이가 있었으며(p<0.05), 시험구 간에는 seed mash와 CHN-22를 첨가한 것에서 가장 높았다. 이는 koji를 배양한 seed mash와 유산균으로 발효시킨 발효액종의 첨가에 의해서 발효가 활발히 진행되어 많은 산을 생성해 글루텐이 약화되는 연화작용(23)에 의한 것으로 판단되며, 또한 maximum peak에 도달하는 시

Table 6. Effect of flour ferments on the dough development properties

Items	Doughs <sup>1)</sup>				
	Control	I	II	III	IV
Development value (D.V.)	58.50±2.3 <sup>de2)</sup>	48.81±1.4 <sup>ab</sup>	49.57±2.0 <sup>ab</sup>	57.84±3.2 <sup>de</sup>	53.52±3.6 <sup>c</sup>
Development index value (D.I.V.)	0.95±0.06 <sup>d</sup>	0.9±0.0 <sup>ac</sup>	0.85±0.04 <sup>a</sup>	1.0±0.04 <sup>e</sup>	0.93±0.08 <sup>ac</sup>
Maximum-peak (min)	13±1.3 <sup>e</sup>	10.5±0.8 <sup>ab</sup>	12±1.4 <sup>d</sup>	11±1.2 <sup>c</sup>	10±0.6 <sup>ab</sup>
Cleanup time (min)	4.5±0.4 <sup>e</sup>	1.5±0.02 <sup>a</sup>	3±0.24 <sup>d</sup>	2±0.26 <sup>bc</sup>	2.5±0.42 <sup>bc</sup>
Development time (min)	15.5±0.8 <sup>e</sup>	10.5±0.4 <sup>ab</sup>	10.5±0.46 <sup>ab</sup>	11±0.6 <sup>cd</sup>	11±0.44 <sup>cd</sup>
Let down time (min)	23±1.4 <sup>e</sup>	15±0.8 <sup>a</sup>	16.5±0.4 <sup>bcd</sup>	16±1.0 <sup>bcd</sup>	16.5±1.2 <sup>bcd</sup>

<sup>1)</sup>Refer to the legend of Table 3.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD, n=3. Means with the same letter (a-e) in row are not significantly different by Duncan's range test (p<0.05).

간, 반죽이 발전하기 시작하는 시간, 반죽이 발전하는데 걸리는 시간도 모두 대조구에서 높았다. 이러한 결과는 시험구의 밀가루 강도가 감소하였음을 의미하며, 이는 글루텐이 약화되어 점성과 탄성, 신장성이 낮아졌기 때문으로 생각된다. 이상의 실험에서와 같이 반죽 제조 시에 발효액종을 첨가할 경우 밀가루 반죽의 기계적 특성, 저항성에 변화가 있어 이는 향후 빵 제품의 부피, 노화, 물성 및 관능 등 제품의 품질특성에도 영향을 줄 것으로 기대된다.

## 요 약

Koji를 배양한 seed mash, 유산균, 효모 등으로 발효하여 제조한 발효액종을 밀가루에 첨가하여 파리노그래프, 익스텐소그래프, 아밀로그래프, 대용량 배합기로 반죽의 물리적 특성 등을 분석하였다. 파리노그래프에서 발효액종의 종류에 관계없이 흡수율은 동일하였으나 발효액종 첨가로 반죽 발전시간이 길어졌고, 안정도는 감소하였다. 익스텐소그래프에서 반죽저항성은 발효액종 첨가로 증가하였고, R/E값도 증가하여 seed mash, *S. cerevisiae*, *L. brevis*로 발효시킨 발효액종을 첨가한 반죽에서 가장 높았다. 아밀로그래프에서 호화온도와 최고점도 온도는 대조구와 시험구간에 차이가 거의 없었으나 최고점도는 발효액종 첨가 시 낮아졌다. 반죽의 물리적 특성에서 D.V.(development value)값은 대조구에 비하여 모두 낮아졌고, 반죽발전시간도 짧아졌다.

## 문 헌

- Gottfried S. 1986. *Baked Goods*. Bundesforschungsanstalt für Getreide- und kartoffelverarbeitung. Detmold, Federal Republic of Germany. p 3-8.
- Stuteville BJG, Ponte JG, Faubion JM, Kulp K. 1988. Comparison of white and whole wheat flour brews in the liquid ferment breadmaking process. *Cereal Foods World* 33: 434-438.
- Bastetti G. 2001. Breads produced in Italy. Part I: Sour preferments and starters. *American Institute of Baking Tech Bull* 23: 1-8.
- Kulp K. 1986. Influence of liquid ferments on quality characteristics of white pan bread. *American Institute of Baking Tech Bull* 8: 1-9.
- Rocken W, Voysey PA. 1995. The society for applied bacteriology: Sour-dough fermentation in bread-making. *J Appl Bacteriol* 79: 38-48.
- Vollmar A, Meuser F. 1992. Influence of starter cultures consisting of lactic acid bacteria and yeasts on the performance of a continuous sourdough fermenter. *Cereal Chem* 69: 20-27.
- Martinez-Anaya MA, Pitarch B, Bayarri P, De Barber B. 1990. Micro-flora of the sourdoughs of wheat flour bread. *Cereal Chem* 67: 85-91.
- Akinaga A, Bakery I. 1999. *New Making Bread (Basic Technic)*. Fujimisha Co., Tokyo, p 42-45.
- Lee JM. 1990. Properties of Jeung-Pyun made with different methods. *Report of Miwon Research Institute of Korean Foods Dietary Culture* 26: 209-247.
- Lee MK, Park JK, Lee SK. 2005. The physicochemical properties of seed mash prepared Koji. *Kor J Food Sci Technol* 37: 199-205.
- Lee MK, Kang SM, Lee SK. 2006. Characteristics of flour ferment with seed mash containing wheat flour, Koji and lactic acid bacteria. *J Kor Soc Appl Biol Chem* 49: 97-102.
- AACC. 1985. *Approved methods of AACC*. American Association of Cereal Chemists, Methods 54-21, 54-10, 22-10.
- SAS. 2000. *User's guide*. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Tanaka K, Furukawa K, Matsumoto H. 1967. The effect of acid and salt on the farinogram and extensogram of dough. *Cereal Chem* 44: 678-683.
- Kim SY. 2004. Rheology and quality characteristics of the wheat flour dough, frozen dough and bread prepared with amylose. *PhD Dissertation*. Konkuk University.
- Tsen CC. 1969. Effects of oxidizing and reducing agents on change of flour during mixing. *Cereal Chem* 46: 435-437.
- Elkassabany M, Hoseney RC. 1980. Ascorbic acid as an oxidant in wheat flour dough. II. rheological effects. *Cereal Chem* 57: 88-92.
- Pylar EJ. 1979. Physical and chemical test methods. In *Baking Science and Technology*. Sosland Publishing Co., Merriam, KS. p 891-895.
- Cho NJ, Lee SK, Kim SK, Joo HK. 1998. Effect of wheat flour brew with *Bifidobacterium bifidum* on rheological properties of wheat flour dough. *Korean J Food Sci Technol* 30: 832-841.
- Valjakka TT, Ponte JG, Kulp K. 1994. Studies on a raw starch digesting enzyme. I. Comparison to fungal and bacterial enzymes and emulsifier in white pan bread. *Cereal Chem* 71: 139-144.
- El Faki HA, Desikachar HSR, Paramahans SV, Tharanathan RN. 1983. Physicochemical characteristics of starches from chick pea, cow pea and horse gram. *Stärke* 35: 118-124.
- Allen JE, Hood LF, Chabot JF. 1977. Effect of heating on

the freeze-etch ultrastructure of hydroxy propyl distarch phosphate and unmodified tapioca starches. *Cereal Chem* 54: 783-787.

23. Yun MS. 2003. *Theory of baking and pastry*. Jigumunhwas Co., Seoul, Korea. p 76.

(2008년 9월 17일 접수; 2008년 11월 17일 채택)