

## 시판 된장을 이용한 식빵 제조: 2. 된장 첨가에 따른 반죽 신장성 관련인자와 빵품질 특성과의 상관성 조사

오현주 · 김창순<sup>†</sup>

창원대학교 식품영양학과

### Development of Yeast Leavened Pan Bread Using Commercial *Doenjangs* (Korean Soybean Paste): 2. Correlation between Factors Relating with Dough Extensibility and Bread Quality in Addition of *Doenjang*

Hyun-Ju Oh and Chang-Soon Kim<sup>†</sup>

Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

#### Abstract

This study was carried out to examine the effect of added *Doenjang* on wheat flour dough and gluten rheological properties using Micro-extensigraph method and correlation between factors relating with *Doenjang* or dough rheology and bread quality. There were big differences in protease activity and free amino acid contents among seven commercial *Doenjangs*. The addition of *Doenjang* to wheat flour dough required increased mixing time for gluten development. Dry gluten content increased significantly with addition of less than 5.0% of *Doenjang* powder. As the amount of *Doenjang* powder increased, dough peak force decreased and extensibility increased up to a certain level and then decreased, producing the weak dough. This phenomena was seen more obviously in wet gluten than wheat flour dough. Especially, the *Doenjang* having high protease activity and high cysteine content, caused highly extensible weak dough resulting in bread with high loaf volume and tender texture at the levels of 2.5% added *Doenjang*. Increase of dry gluten content and extensibility of wheat flour dough or wet gluten positively correlated ( $r=0.76, 0.91, 0.93$ ), with loaf volume and negatively with hardness values, respectively. Therefore, it was concluded that improvement of bread quality with *Doenjang* resulted from increase of gluten content and dough extensibility.

**Key words:** *Doenjang* (Korean soybean paste), bread quality, dough extensibility, correlation coefficients

#### 서 론

최근에는 소비자들의 건강 지향적인 제품 구매 성향에 맞추어 빵류 제품에도 다양한 건강성의 식재료들이 사용되고 있다. 그러나 첨가되는 재료들의 특성에 따라 반죽과정 중의 글루텐 형성이나 반죽물성에 변화를 가져와 최종 빵 품질에 영향을 미치게 된다. 일반적으로 반죽 물성은 밀단백질 이외에도 전분, 지방질 및 무기질 등의 밀가루 구성성분, 효소, 산화제와 유화제 등의 첨가재료, 반죽의 pH, 밀가루의 손상 정도, 교반시간, 가수율 등 여러 인자가 관여된다(1-3). 특히 반죽의 신장성과 신장저항성의 변화는 발효과정에서 생성된 탄산가스에 의한 기포팽창이나 가스 포집력과 관련하여 최종 빵의 부피에 직접적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(3). 멥게껍질(4), 찰보리가루(5), 메밀분(6)의 사용은 반죽의 신장성과 신장저항성 감소로 약한 반죽이 되어 빵 부피의 저하를 가져왔고, 메밀 껍질(6)이나 녹차 분말(7)과 같이 섬

유소가 다량 함유된 재료의 사용은 신장성은 감소하나 신장저항성은 크게 증가하여 경직성의 반죽으로 역시 최종 빵의 부피가 감소하는 결과를 보였다. 그러므로 제빵 적성에 좋은 반죽 물성은 신장성과 신장저항도의 균형이 적당히 이루어져야 한다.

신장성과 신장저항도의 측정에는 Brabender사의 extensograph가 오랫동안 사용되어져 왔으나 최근에는 extensograph 결과와 동일한 양상을 보이며 20 g 이하의 적은 시료나 wet gluten 사용이 가능하고 측정방법이 간편한 Micro-extensigraph method가 소개되어 그 사용이 시도되고 있다(8). 진보(9)에서 Oh 등은 시판된장을 이용한 된장식빵에 대한 연구보고에서 된장분말 5.0% 이하 첨가로 된장 식빵의 부피 증가뿐만 아니라 현저한 조직감의 향상을 보였다. 이에 본 연구에서는 시판 된장의 사용이 밀가루 반죽 물성 특히 신장성과 신장저항성에 미치는 효과를 Micro-extensigraph를 사용하여 알아보고, 된장 및 반죽특성 관련 인자들과 빵

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: cskim@changwon.ac.kr  
Phone: 82-55-279-7482, Fax: 82-55-281-7480

품질 특성과의 상관관계를 조사하여 그 결과를 보고하고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 재료

사용된 된장은 7종으로 재래식 된장(A) 1종과 국내 시판 개량식 된장(B, C, D, E) 4종, Miso type 된장(F) 1종, 일본산 Miso(G) 1종이며 2002년 3월에 시중에서 구입하여 -27°C의 급속 냉동고에 보관하면서 분석시료로 사용하였다. 여기에서 재래식된장이라 함은 *Bacillus*속 세균과 곰팡이의 미생물 작용을 이용한 100% 콩된장을 말하며 개량식된장은 대두와 전분질 재료의 혼합물에 *Aspergillus oryzae*를 사용한 것을 말한다. 반죽 형성에 사용되는 된장 시료는 일정 수분함량(10.0%)으로 조정하기 위하여 동결건조기(Freeze dryer, Bondi-ro, Ilshin Lab Co., Ltd, Korea)로 건조하여 분쇄한 후 80 mesh 표준망체로 통과시켜 분말화하였다. 강력분(대한제분(주), 수분 12.8%, 조단백질 11.7%, 조지방 1.26%, 회분 0.34%), 소금(한주), 인스턴트 드라이 이스트(Saf-instant, France), 설탕(제일제당), 탈지분유(지유락-300)를 시중에서 구입하여 사용하였으며, 유화제가 첨가되지 않은 쇼트닝은 동서유지(주)로부터 제공받아 사용하였다.

#### 일반성분 및 염도 측정

된장과 밀가루의 수분, 조단백질, 조지방과 회분 함량은 AOAC방법(10)에 준하여 측정하였으며, 된장의 염도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가하여 균질화한 후 염도계(TM-30D/Takemura Electric Works, Ltd., Japan)로 측정하였다.

#### 된장의 효소 활성 측정

효소활성 측정을 위한 조효소액은 된장 3 g을 막자사발에 갈아 9 mL 증류수에 희석하여 강하게 진탕한 후 여과하여 그 여액을 조효소액으로 사용하였다.  $\alpha$ -Amylase 활성은 Starch-Iodine 발색법(11)을 이용하여 측정하였고,  $\alpha$ -amylase 1 unit는 37°C에서 30분동안 10 mg의 전분을 분해하는 효소의 양으로 하였다. Protease 활성은 0.5% casein 용액(in 50 mM phosphate buffer, pH 7.5) 1.0 mL에 조효소액 0.2 mL를 첨가하여 30°C에서 1시간 반응시킨 후 생성된 tyrosine량을 Folins's법(12)으로 측정하였고, protease 1 unit는 1분당 1  $\mu$ mol의 tyrosine을 유지시키는 효소의 양으로 하였다.

#### 된장의 유리아미노산 분석

유리아미노산은 동결건조한 된장 시료 2 g에 에탄올 20 mL를 가하여 균질화시킨 후 30분간 원심분리하여 상등액(①)을 취하였다. 침전물에 75% 에탄올을 10 mL 가하여 위의 방법으로 원심분리하여 상등액(②)을 취한 후, 상등액(①-②)을 혼합하여 진공농축기(EYELA N-N series, Tokyo Rikakikai Co. Ltd, Japan)로 에탄올을 제거하였다.

제거한 시료를 8 mL의 증류수로 녹인 후 0.2 g의 sulfsali-cyclic acid를 가하여 혼합한 다음 -4°C에서 60분간 방치하여 불순물을 침전시켰다. 그 후 30분간 원심분리하여 상등액을 취하고 증류수로 10 mL 정용하여 2 mL를 취하여 원심분리한 후 0.2  $\mu$ m membrane filter로 여과한 여액을 아미노산자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia Biotech Ltd., England)를 이용하여 분석하였다.

#### 밀가루 반죽과 글루텐 제조 및 글루텐 함량 측정

된장 첨가가 글루텐 형성에 미치는 효과를 조사하기 위하여 7가지 된장 분말을 밀가루 중량의 2.5, 5.0, 7.5, 10.0%의 비율로 각각 첨가한 밀가루 반죽을 제조하였다. 이때 반죽의 적정가수율(60.0%~65.0%)은 예비실험을 통하여 얻었고, 최종 염도는 무첨가구와 동일하도록 소금 첨가량(0~1.6%)을 조절하였다. 반죽은 Fig. 1과 같이 AACC 방법(13) 38-10을 변형하여 일정량의 된장분말을 사용물의 일부를 이용하여 페이스트 상태로 복원시킨 후 밀가루에 투입하고 나머지 물을 가하여 vertical type mixer(N-50, Hobart, USA)로 저속(47 rpm) 3분, 중속(87 rpm) 9분을 적용하여 총 12분 동안 반죽을 형성하였다. 완성된 반죽 중 40 g을 흐르는 수도물에 씻어 전분 및 수용성 물질을 제거하고 최후한 글루텐을 물속에서 10분 정도 방치한 후 꺼내어 물기를 제거하고 무게

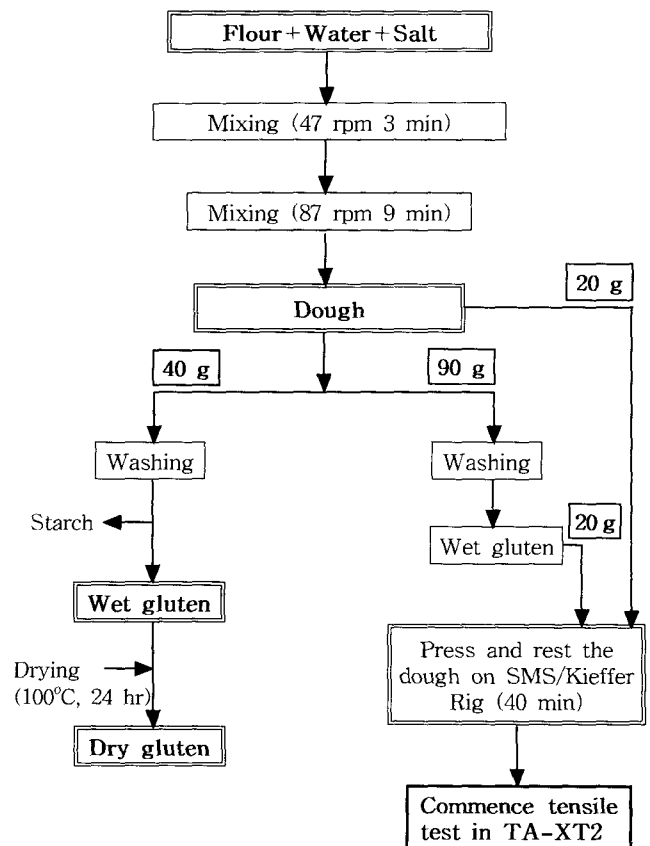


Fig. 1. Flow sheet of wheat flour dough and gluten preparation procedure.

비율을 산출하여 % wet gluten으로 나타내었으며, dry gluten은 wet gluten을 건조기(100°C)에서 24시간 건조하여 테스트케이터에서 30분간 방냉 후 무게를 달아 원료 밀가루에 대한 % dry gluten으로 표시하였다. 측정값들은 3회 반복 측정된 평균값으로 나타내었다.

#### 반죽과 wet gluten의 물성 조사

Fig. 1과 같이 준비된 밀가루 반죽과 wet gluten의 신장성과 신장저항도 측정은 TA-XT2 texture analyzer 본체에 SMS/Kieffer rig(Stable Micro System, Godalming, England)를 부착하여 Micro-extensigraph를 사용하는 Sme-wing의 방법(8)에 따라 실시하였으며, 이 때의 측정 조건은 adaptor, Kieffer dough & gluten extensibility Rig(A/KIE); distance, 85 mm; test speed, 3.3 mm/sec; data acquisition rate, 200 pps로 하였다.

#### 식빵의 제조 및 품질 특성 평가

이스트 발효 식빵의 기본 배합비는 강력분 100%, 설탕 6%, 소금 2%, 탈지분유 3%, 쇼트닝 5%, 인스턴트 이스트 1.3%, 물 64%이며, 제빵 공정은 직접반죽법으로 AACCC 10-10A 표준방법(13)에 준하여 12분 반죽시간을 사용한 전보(9)의 Oh 등의 방법으로 수행하였다. 완성된 식빵은 1시간 방냉 후 쪄살을 이용한 중차치환법으로 빵부피를 구하고 조직감은 빵의 내부부를 일정 크기(50×40×25 mm)로 잘라 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., England)를 사용하여 adaptor, 25 mm plexiglass cylinder probe (P/25P); force, 100 g; distance, 50%; test speed, 1.0 mm/sec; data acquisition rate, 400 pps의 조건으로 시료를 2회 연속적으로 압착시켰을 때 얻어지는 force-time curve로부터 hardness를 10회 반복 측정하였다.

#### 통계적 처리 및 결과분석

모든 실험 결과는 SPSS program을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하여 각 측정 평균값의 유의성을  $p < 0.05$  수준으로 Duncan's 다중범위시험법을 사용하여 검정하였다. 실험결과 값들 사이의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관분석을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 된장의 이화학적 특성

된장 7종의 수분, 조단백, 조지방, 회분 함량 및 염도는 Table 1과 같다. 수분함량은 49.07~52.18%의 범위에 있으며, 조단백질 함량은 재래식 된장(A)이 14.08%로 가장 높고 시판 개량식 된장인 B, C, D, E는 11.62~11.71%의 범위에 있으며 국내 시판 Miso type 된장 F는 9.72%, 일본산 Miso G는 10.51%이다. 조지방 또한 2.11~7.68%로 된장시료간에 큰 차이를 보여 콩을 많이 함유한 된장일수록 높은 조단백과 조지방 함량을 보였다. 회분함량은 10.87~17.38% 범위로 비교적 높고 염도는 A가 17.5%로 가장 높았고 G는 13.0%, B~E는 11.5~12.5%, F는 10.4%로 시료간에 차이가 크게 나타났다.

**된장의 효소 활성**: 각 된장별 효소활성은 Fig. 2와 같다.

$\alpha$ -amylase 활성은 페이스트 상태의 된장에 비하여 된장분말이 낮은 활성을 보였으며, 특히 전분질 재료가 많이 함유되어 있는 시판 Miso type 된장 F가 가장 높았고 그 다음은 B, E가 서로 유사하며 C, D, A, G 순으로 낮았다. Protease 활성은 된장과 된장분말이 서로 유사하였으며 시판 개량식 된장 C가 가장 높았고 A, D, E, G, B, F 순으로 낮게 나타나 F는 가장 큰 아밀라제 활성을 보인 반면 protease 활성은 가장 낮았다. G된장은 두 가지 효소활성이 대체로 낮게 나타나 된장 저장 중에 효소에 의한 품질변화가 다른 된장에 비하여 적게 나타나리라고 생각된다. 이와 같이 된장별 효소 활성에 차이를 보인 것은 된장 제조시 사용한 균주, 국(麴)의 사용기질의 차이에 기인된 것(14)으로 생각된다.

**된장의 유리아미노산**: 된장의 유리아미노산 함량은 Table 2와 같다. 유리아미노산의 총 함량은 1,763~9,411 mg/100 g의 범위로 시료간에 크게는 5.3배의 차이를 보였으며, 재래식 된장(A)이나 시판 개량식 된장(B, C, D, E)의 유리아미노산 함량은 시판 Miso type 된장(F)과 Miso(G)에 비해 현저히 높았고, 된장에 따라 유리아미노산 종류간의 함량 차이가 많이 나타났다. 특히, 된장 C에는 합황 아미노산인 cysteine과 methioine 함량이 각각 60.3 mg/100 g, 369.2 mg/100 g으로 다른 된장에 비하여 현저히 높은 값을 보였다. 이와

Table 1. Proximate composition of Doenjangs

Doenjangs <sup>1)</sup>	Moisture	Crude protein <sup>2)</sup>	Crude lipid	Ash	Salt
A	51.00±0.06 <sup>3)</sup>	14.08±0.04	7.68±0.03	17.38±0.04	17.5±0.20
B	50.16±0.08	11.71±0.05	4.04±0.06	11.48±0.03	12.0±0.00
C	50.13±0.02	11.62±0.04	3.93±0.08	13.32±0.05	12.0±0.00
D	52.18±0.07	11.62±0.05	5.32±0.03	12.72±0.05	12.5±0.10
E	50.19±0.08	11.75±0.06	3.55±0.05	12.32±0.01	11.5±0.20
F	50.00±0.08	9.72±0.06	2.11±0.02	10.87±0.06	10.4±0.23
G	49.07±0.09	10.51±0.06	4.70±0.03	13.48±0.05	13.0±0.00

<sup>1)</sup>A = traditional Doenjangs; B~E = commercially improved Doenjang; F = commercial Miso-type Doenjang; G = Japanese Miso.

<sup>2)</sup>Crude protein (%) = total nitrogen (%) × nitrogen factor (5.71).

<sup>3)</sup>Values are mean ± standard deviation (n=3).

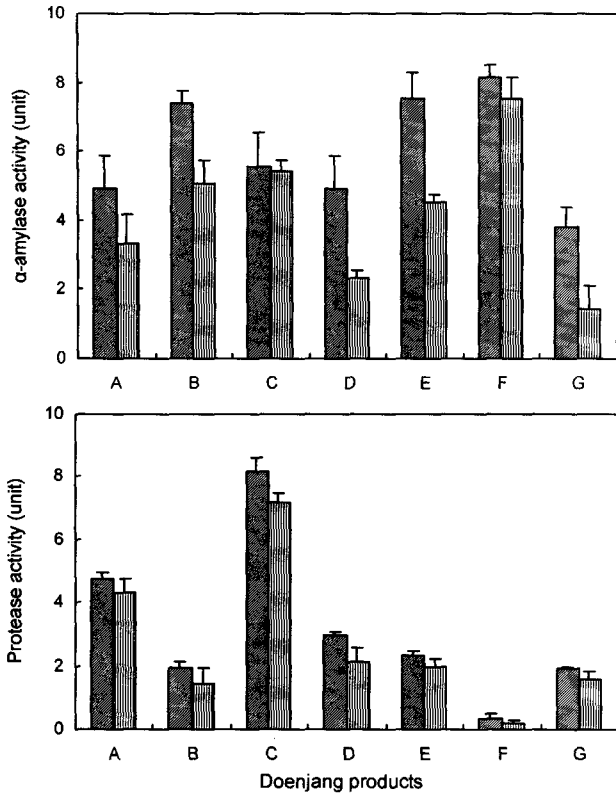


Fig. 2. Enzyme activity of  $\alpha$ -amylase and protease in various commercial Doenjangs.  
 ▨ Doenjang, ▨ Doenjang powder.

같은 결과들은 사용 균주의 종류와 효소활성, 담금 원료 조성, 숙성기간 및 조건에 기인하는 것으로 생각된다(15).

**글루텐 함량**

된장 첨가가 밀가루 반죽의 글루텐 형성에 미치는 영향을

조사하고자 완성된 반죽의 wet gluten과 dry gluten 함량을 측정하였다(Table 3). 예비실험에서 대조구(된장무첨가)는 12분 미만의 반죽시간으로 gluten이 형성되었으나 된장첨가군의 경우 gluten이 충분히 형성되지 못하였다. 한편 반죽시간 12분을 초과한 반죽은 과도한 gluten 파괴로 반죽이 처지면서 낮은 gluten 함량을 보였다(data not shown). 따라서 본 실험에서의 적정반죽시간은 12분으로 정하였다. 이때 된장 2.5% 첨가로 dry gluten 함량(8.7~8.9%)이 무첨가구(8.5%)보다 오히려 높게 나타나 된장이 첨가되면 gluten 형성에 필요한 반죽시간이 더 요구됨을 알 수 있었다. 일부 된장 첨가구의 gluten 증가는 대두단백질, 밀단백질 그리고 된장의 protease에 의한 이들 단백질의 peptide 결합의 일부 파괴로 생성된 단백질사슬 등이 반죽과정 중 적당한 상호작용에 의하여 -SS- 결합으로 연결되면서 형성되는 새로운 gluten 망상구조에 의한 것으로 생각된다. Chung(16)은 밀가루와 콩가루 혼합물을 반죽할 때 콩단백질이 주로 글리아딘과 소수성 반응을, 글루테닌과는 친수성 반응을 하면서 글리아딘-콩단백질-글루테닌 복합체를 형성하여 결과적으로 글루텐 구조를 방해한다고 하였다. 반면에 고와 송(17)은 콩단백질 가수분해물과 peptide가 반죽의 물성을 개선하여 빵의 부피 증대를 가져왔다고 발표하였다. 한편 된장 첨가량이 5.0%에서 10.0%로 증가할수록 dry gluten 함량은 7.1%까지 감소하는 경향을 보여 일정량 이상의 된장 증가는 된장내의 지나친 fungal protease 활성화와 지방함량 증가로 글루텐 형성을 오히려 방해하는 것으로 사료된다. 이러한 결과를 뒷받침하는 연구보고로 Chung(16)은 밀가루 반죽시 지방은 글리아딘-지방-글루테닌 복합체를 형성함으로써 글루텐 구조 형성을 방해한다고 하였고, Woods 등(18)과 Kim 등(19)은 반죽이나 gluten에 지나친 protease 작용은 글루텐 구조 형성을 방해

Table 2. Contents of free amino acid in Doenjangs (mg/100 g)

Free amino acid	Doenjang <sup>1)</sup> powder						
	A	B	C	D	E	F	G
Asp	13.2	27.8	16.8	14.8	43.4	10.5	31.4
Thr	253.6	45.1	251.4	113.0	98.2	62.4	103.9
Ser	286.8	148.7	290.7	196.8	116.7	59.6	121.9
Glu	656.5	369.2	459.4	334.8	420.4	93.7	307.9
Pro	ND <sup>2)</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Gly	1378.5	760.5	1187.5	782.2	431.1	277.6	567.9
Ala	346.1	311.9	417.1	236.6	137.3	74.1	173.5
Val	610.4	363.7	684.3	342.4	251.1	82.1	301.1
Cys	ND	ND	60.3	3.0	3.8	ND	12.4
Met	149.2	331.2	369.2	153.6	143.4	45.9	98.0
Ile	3277.1	2596.0	3370.6	2419.2	1580.3	336.0	426.6
Leu	1098.5	619.8	1045.7	883.1	565.4	301.1	388.7
Tyr	225.8	527.0	393.6	176.6	146.8	127.8	92.3
phe	724.4	362.1	553.5	447.9	306.1	198.7	220.5
Lys	166.5	35.0	93.9	70.8	61.9	27.7	50.2
His	42.2	2.1	20.9	8.9	7.8	4.9	10.0
Arg	182.4	8.4	170.1	87.7	103.9	61.2	70.2
Total	9,411	6,509	9,385	6,271	4,418	1,763	2,977

<sup>1)</sup> A~G are same as Table 1.

<sup>2)</sup> Not detected.

**Table 3. Effect of *Doenjang* powders at various addition levels on wet and dry gluten separated from the wheat flour dough**

Control	Wet gluten (%)				Dry gluten (%)			
	23.8				8.5			
	Added levels (%)				Added levels (%)			
Dough with <i>Doenjang</i> <sup>1)</sup>	2.5	5.0	7.5	10.0	2.5	5.0	7.5	10.0
AD	B <sup>2)</sup> 23.2 <sup>a3)</sup>	C <sup>2)</sup> 21.3 <sup>b</sup>	BC <sup>2)</sup> 21.1 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 20.5 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 8.5 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 8.4 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 8.0 <sup>b</sup>	CD <sup>2)</sup> 7.6 <sup>c</sup>
BD	B <sup>2)</sup> 22.8 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 21.9 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 20.4 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 19.2 <sup>c</sup>	A <sup>2)</sup> 8.9 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 8.5 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 8.3 <sup>bc</sup>	A <sup>2)</sup> 8.2 <sup>c</sup>
CD	A <sup>2)</sup> 24.8 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 24.3 <sup>ab</sup>	A <sup>2)</sup> 23.8 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 22.3 <sup>c</sup>	AB <sup>2)</sup> 8.7 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 8.4 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 8.4 <sup>b</sup>	BC <sup>2)</sup> 7.8 <sup>c</sup>
DD	A <sup>2)</sup> 24.4 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 24.4 <sup>a</sup>	BC <sup>2)</sup> 21.5 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 20.7 <sup>b</sup>	AB <sup>2)</sup> 8.8 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 8.0 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 7.5 <sup>c</sup>	E <sup>2)</sup> 7.1 <sup>d</sup>
ED	A <sup>2)</sup> 24.6 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 23.3 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 22.1 <sup>c</sup>	AB <sup>2)</sup> 21.6 <sup>c</sup>	AB <sup>2)</sup> 8.8 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 8.6 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 8.1 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 7.9 <sup>d</sup>
FD	C <sup>2)</sup> 21.0 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 21.8 <sup>a</sup>	BC <sup>2)</sup> 21.5 <sup>a</sup>	AB <sup>2)</sup> 21.6 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 8.0 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 7.7 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 7.6 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 7.6 <sup>b</sup>
GD	B <sup>2)</sup> 23.5 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 24.1 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 23.9 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 20.7 <sup>b</sup>	AB <sup>2)</sup> 8.8 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 8.6 <sup>ab</sup>	A <sup>2)</sup> 8.4 <sup>b</sup>	BC <sup>2)</sup> 7.8 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Control = dough without *Doenjang* powder; AD = dough with A; BD = dough with B; CD = dough with C; DD = dough with D; ED = dough with E; FD = dough with F; GD = dough with G.  
<sup>2)</sup>Means with the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).  
<sup>3)</sup>Means with the same superscripts in each row are not significantly different (p<0.05).

한다고 하였다. 따라서 된장 종류별 반죽간의 글루텐 함량의 차이는 protease 활성과 지방함량 차이에 기인하는 것으로 보인다.

밀가루 반죽 및 wet gluten의 물성변화  
 된장을 첨가한 밀가루반죽 및 wet gluten의 40분 휴지 후

의 신장저항도(peak force), 신장성(extensibility) 및 신장저항도/신장성의 비(P/E)는 Table 4와 5에 각각 나타내었다. Table 4에서 전반적으로 된장의 첨가비율이 증가할수록 신장저항도는 감소하였고 신장성은 첨가량 5.0%까지 증가하다 그 이후 gluten 형성 부족으로 감소하여 반죽이 연화되는

**Table 4. Peak force, extensibility and P/E of wheat flour doughs added with various *Doenjang* powders**

Control	Peak force (g)				Extensibility (mm)				P/E <sup>2)</sup> (g/mm)			
	32.1				64.2				0.50			
	Added levels (%)				Added levels (%)				Added levels (%)			
Dough with <i>Doenjang</i> <sup>1)</sup>	2.5	5.0	7.5	10.0	2.5	5.0	7.5	10.0	2.5	5.0	7.5	10.0
AD	A <sup>3)</sup> 32.9 <sup>b4)</sup>	CD <sup>2)</sup> 26.2 <sup>c</sup>	A <sup>3)</sup> 31.3 <sup>b</sup>	A <sup>3)</sup> 39.4 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 63.0 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 68.4 <sup>a</sup>	CD <sup>2)</sup> 57.6 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 51.8 <sup>d</sup>	A <sup>2)</sup> 0.53 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 0.38 <sup>c</sup>	A <sup>2)</sup> 0.54 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 0.76 <sup>a</sup>
BD	C <sup>2)</sup> 30.5 <sup>a</sup>	E <sup>2)</sup> 27.6 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 26.9 <sup>b</sup>	CD <sup>2)</sup> 26.7 <sup>b</sup>	BC <sup>2)</sup> 61.9 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 66.3 <sup>a</sup>	BC <sup>2)</sup> 61.5 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 50.5 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 0.49 <sup>ab</sup>	B <sup>2)</sup> 0.42 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 0.44 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 0.53 <sup>a</sup>
CD	D <sup>2)</sup> 23.2 <sup>a</sup>	E <sup>2)</sup> 21.6 <sup>ab</sup>	E <sup>2)</sup> 21.2 <sup>b</sup>	F <sup>2)</sup> 19.1 <sup>c</sup>	A <sup>2)</sup> 75.7 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 79.2 <sup>a</sup>	AB <sup>2)</sup> 62.6 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 62.7 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 0.30 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 0.27 <sup>c</sup>	C <sup>2)</sup> 0.34 <sup>a</sup>	D <sup>2)</sup> 0.30 <sup>b</sup>
DD	C <sup>2)</sup> 30.1 <sup>a</sup>	D <sup>2)</sup> 25.6 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 24.7 <sup>bc</sup>	DE <sup>2)</sup> 24.5 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 66.4 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 67.3 <sup>a</sup>	AB <sup>2)</sup> 64.8 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 62.9 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 0.45 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 0.38 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 0.38 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 0.39 <sup>b</sup>
ED	BC <sup>2)</sup> 31.1 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 30.9 <sup>a</sup>	AB <sup>2)</sup> 30.5 <sup>ab</sup>	B <sup>2)</sup> 29.4 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 56.8 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 62.8 <sup>a</sup>	D <sup>2)</sup> 55.3 <sup>bc</sup>	A <sup>2)</sup> 50.2 <sup>c</sup>	A <sup>2)</sup> 0.55 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 0.50 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 0.55 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 0.59 <sup>a</sup>
FD	AB <sup>2)</sup> 32.7 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 32.6 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 29.3 <sup>b</sup>	BC <sup>2)</sup> 28.1 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 65.5 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 66.1 <sup>a</sup>	AB <sup>2)</sup> 65.3 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 59.1 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 0.50 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 0.49 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 0.45 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 0.47 <sup>ab</sup>
GD	C <sup>2)</sup> 31.1 <sup>a</sup>	CD <sup>2)</sup> 26.5 <sup>b</sup>	CD <sup>2)</sup> 26.0 <sup>b</sup>	E <sup>2)</sup> 24.1 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 67.2 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 67.8 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 67.0 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 60.5 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 0.47 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 0.39 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 0.39 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 0.49 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Control and AD~GD are same as Table 3.  
<sup>2)</sup>P/E = peak force (g) / extensibility (mm).  
<sup>3)</sup>Means with the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).  
<sup>4)</sup>Means with the same superscripts in each row are not significantly different (p<0.05).

**Table 5. Peak force, extensibility and P/E of wet glutens added with various *Doenjang* powders**

Control	Peak force (g)				Extensibility (mm)				P/E <sup>2)</sup> (g/mm)			
	106.5				54.6				1.96			
	Added levels (%)				Added levels (%)				Added levels (%)			
Wet gluten with <i>Doenjang</i> <sup>1)</sup>	2.5	5.0	7.5	10.0	2.5	5.0	7.5	10.0	2.5	5.0	7.5	10.0
AWG	D <sup>3)</sup> 78.8 <sup>ab4)</sup>	C <sup>2)</sup> 62.8 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 73.6 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 81.5 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 63.7 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 59.5 <sup>ab</sup>	C <sup>2)</sup> 58.7 <sup>ab</sup>	B <sup>2)</sup> 58.8 <sup>ab</sup>	B <sup>2)</sup> 1.25 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 1.06 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 1.26 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 1.39 <sup>a</sup>
BWG	F <sup>2)</sup> 64.1 <sup>a</sup>	D <sup>2)</sup> 56.2 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 54.9 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 35.8 <sup>c</sup>	BC <sup>2)</sup> 65.1 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 66.2 <sup>ab</sup>	C <sup>2)</sup> 59.4 <sup>abc</sup>	B <sup>2)</sup> 58.1 <sup>bc</sup>	C <sup>2)</sup> 0.99 <sup>a</sup>	D <sup>2)</sup> 0.85 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 0.94 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 0.62 <sup>c</sup>
CWG	G <sup>2)</sup> 49.9 <sup>a</sup>	F <sup>2)</sup> 22.5 <sup>b</sup>	F <sup>2)</sup> 21.2 <sup>b</sup>	F <sup>2)</sup> 13.8 <sup>c</sup>	A <sup>2)</sup> 78.3 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 80.2 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 78.3 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 70.6 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 0.64 <sup>a</sup>	F <sup>2)</sup> 0.28 <sup>b</sup>	E <sup>2)</sup> 0.27 <sup>b</sup>	E <sup>2)</sup> 0.19 <sup>c</sup>
DWG	E <sup>2)</sup> 71.8 <sup>a</sup>	E <sup>2)</sup> 33.1 <sup>b</sup>	E <sup>2)</sup> 30.7 <sup>b</sup>	E <sup>2)</sup> 30.6 <sup>b</sup>	B <sup>2)</sup> 71.2 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 71.6 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 68.7 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 67.7 <sup>a</sup>	BC <sup>2)</sup> 1.01 <sup>a</sup>	E <sup>2)</sup> 0.46 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 0.45 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 0.45 <sup>b</sup>
EWG	C <sup>2)</sup> 97.8 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 65.1 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 64.4 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 56.2 <sup>c</sup>	D <sup>2)</sup> 56.5 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 58.1 <sup>ab</sup>	D <sup>2)</sup> 51.6 <sup>b</sup>	D <sup>2)</sup> 42.3 <sup>c</sup>	A <sup>2)</sup> 1.74 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 1.12 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 1.26 <sup>bc</sup>	AB <sup>2)</sup> 1.34 <sup>b</sup>
FWG	A <sup>2)</sup> 118.0 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 80.8 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 67.4 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 67.0 <sup>c</sup>	BC <sup>2)</sup> 67.7 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 69.8 <sup>a</sup>	BC <sup>2)</sup> 65.6 <sup>ab</sup>	B <sup>2)</sup> 61.1 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 1.75 <sup>a</sup>	B <sup>2)</sup> 1.16 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 1.03 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 1.11 <sup>b</sup>
GWG	B <sup>2)</sup> 109.4 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 93.5 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 84.2 <sup>c</sup>	B <sup>2)</sup> 71.2 <sup>d</sup>	CD <sup>2)</sup> 61.2 <sup>ab</sup>	B <sup>2)</sup> 67.5 <sup>a</sup>	C <sup>2)</sup> 60.1 <sup>b</sup>	C <sup>2)</sup> 49.8 <sup>c</sup>	A <sup>2)</sup> 1.81 <sup>a</sup>	A <sup>2)</sup> 1.40 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 1.40 <sup>b</sup>	A <sup>2)</sup> 1.44 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Control = wet gluten without *Doenjang* powder; AWG = wet gluten with A; BWG = wet gluten with B; CWG = wet gluten with C; DWG = wet gluten with D; EWG = wet gluten with E; FWG = wet gluten with F; GWG = wet gluten with G.  
<sup>2)</sup>P/E = peak force (g) / extensibility (mm).  
<sup>3)</sup>Means with the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).  
<sup>4)</sup>Means with the same superscripts in each row are not significantly different (p<0.05).

경향을 나타내었다. 특히 된장 2.5% 첨가에서 반죽 CD(dough with C)의 신장저항도값(23.3 g)은 다른 된장첨가반죽(30.1~32.9 g)에 비하여 현저히 낮은 반면 신장성은 가장 큰 값(75.5 mm)을 보였고, 동일한 된장 첨가수준에서 ED(dough with E)의 신장성은 56.8 mm로 가장 적었다. BD(dough with B), CD, DD(dough with D), ED에서 gluten함량이 8.7~8.9%로 서로 유사함에도 불구하고 된장간의 protease 활성 차이는 반죽물성에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 이때 된장 A는 된장자체의 높은 염도로 7.5% 이상 첨가 수준에서는 무첨가구와 동일한 염도 조절이 불가능하여 그 결과 반죽의 염도 상승으로 다른 된장첨가군과 다르게 반죽의 신장저항도는 증가하고 신장성은 감소하였다. 이는 높은 염도는 반죽의 신장성을 감소시키며 신장저항도를 증가시켜 강한 반죽을 형성한다고 보고한 Finney(20) 및 Harinder와 Bains(21)의 결과와 일치한다.

Table 5에서 밀가루 반죽으로부터 전분을 제거한 wet gluten의 물성은 반죽에서와 유사한 경향을 나타내었으나 된장무첨가구와 된장첨가구의 신장저항도는 밀가루 반죽에서보다 훨씬 큰 측정값을 보였으며, 무첨가구의 신장성은 된장첨가구보다 현저히 낮은 값을 보여 반죽물성에서 신장저항도와 신장성은 전분보다는 gluten에 주로 기인한다는 것을 확인하였다. 된장 종류나 첨가량에 따른 신장저항도와 신장성의 변화폭도 밀가루반죽에서보다 wet gluten에서 크게 나타나 된장첨가는 gluten 물성 특히 강도에 직접적으로 관련하여 신장저항도에 영향을 미친다고 사료된다. 특히, protease 활성이 높고 유리아미노산인 cystein이 다른 된장보다 다량 함유되어 있는 C 된장은 2.5%에서 10.0%로 첨가량이 증가함에 따라 신장저항도가 49.9 g에서 13.8 g으로 다른 된장첨가구보다 크게 감소하면서 매우 약한 gluten 물성을 나타내었다. 이러한 결과는 cystein의 환원작용으로 반죽의 gluten 단백질간의 결합이 일부 파괴되어 신장저항도는 감소하고 신장성은 증가하여 P/E(g/mm)의 큰 감소를 보인다는 Jo 등(22)과 protease 작용에 의해 신장성이 증가한다는

Indrani 등(23)의 보고와 일치하였다. 된장무첨가구와 비교하여 된장첨가구 wet gluten의 낮은 P/E값은 된장첨가로 반죽의 현저한 신장성 증가를 나타내며, 특히, C 첨가구에서 가장 낮았다. 이러한 결과들은 이미 앞에서 언급된 바와 같이 된장 내의 cystein의 환원작용과 protease의 활성차이로 인한 휴지시간 40분 동안의 글루텐 망상구조 변화가 반죽의 신장저항도와 신장성에 영향을 미친 것으로 생각된다. 특히, 밀가루 반죽에서보다 전분이 제거된 wet gluten에서 그 효과가 뚜렷이 나타났다.

식빵의 품질 특성 평가

된장분말을 첨가한 식빵의 부피와 hardness는 Table 6과 같다. 된장 2.5~5.0% 첨가한 GBR(bread with G product)을 제외하고 모든 된장첨가군 빵 부피가 무첨가구(control; 509 cc)에 비해 유의적으로 증가하여 최대 13%의 부피 증가를 나타내었다. 경도(hardness)는 된장 종류간에 유의적인 차이가 있으며, A, E, G를 제외한 나머지 된장 7.5% 이하의 첨가는 무첨가구에 비해 유의적으로 낮은 값을, 그 이상의 된장 첨가는 빵 부피 감소로 높은 경도값을 나타내었다.

된장과 반죽의 특성 요소와 식빵의 부피 및 조직감과의 상관관계

된장의 효소활성, 유리아미노산 함량, cystein 함량, 밀가루 반죽 및 wet gluten의 신장저항도 및 신장성, 그리고 최종 식빵의 중요 품질 요소인 부피와 경도(hardness)에 대한 상관관계는 Table 7과 같다. 밀가루 반죽의 신장저항도는 wet gluten의 신장저항도와 신장성에 대해 각각 높은 상관관계( $r=0.78, -0.78$ )를 보였으며 밀가루 반죽의 P/E와 wet gluten의 P/E와는 서로 양의 상관성( $p<0.05$ )을 나타내었다. 식빵 부피와 경도는 반죽 신장저항도와는 관련이 적은 반면 dry gluten 함량, 밀가루 반죽이나 wet gluten의 신장성은 빵부피와 각각 양의 상관성( $r=0.76, 0.91, 0.93$ )을 보였고 빵의 경도는 이들과 음의 상관성을 나타내어 반죽 및 wet gluten의 신장성이 클수록 빵의 부피가 증가하고 부드러운 빵의 품질을 가

Table 6. Loaf volume and hardness of yeast leavened pan bread made with *Doenjang* powders at various addition levels

Control	Loaf volume (cc)				Hardness (g)			
	509				200			
	Added levels (%)				Added levels (%)			
<i>Doenjang</i> breads <sup>1)</sup>	2.5	5.0	7.5	10.0	2.5	5.0	7.5	10.0
ABR	BC <sup>2)</sup> 555 <sup>a3)</sup>	B <sup>550</sup> <sup>a</sup>	D <sup>494</sup> <sup>b</sup>	D <sup>442</sup> <sup>c</sup>	C <sup>178</sup> <sup>c2)</sup>	B <sup>186</sup> <sup>c</sup>	A <sup>227</sup> <sup>b</sup>	A <sup>288</sup> <sup>a</sup>
BBR	BC <sup>560</sup> <sup>a</sup>	AB <sup>554</sup> <sup>a</sup>	C <sup>508</sup> <sup>b</sup>	A <sup>508</sup> <sup>b</sup>	C <sup>175</sup> <sup>c</sup>	CD <sup>172</sup> <sup>c</sup>	CD <sup>186</sup> <sup>b</sup>	E <sup>195</sup> <sup>a</sup>
CBR	A <sup>576</sup> <sup>a</sup>	AB <sup>553</sup> <sup>b</sup>	C <sup>505</sup> <sup>c</sup>	B <sup>464</sup> <sup>d</sup>	D <sup>153</sup> <sup>c</sup>	BC <sup>181</sup> <sup>b</sup>	CD <sup>184</sup> <sup>b</sup>	D <sup>211</sup> <sup>a</sup>
DBR	BC <sup>558</sup> <sup>a</sup>	A <sup>563</sup> <sup>a</sup>	B <sup>522</sup> <sup>b</sup>	BC <sup>454</sup> <sup>c</sup>	C <sup>169</sup> <sup>bc</sup>	C <sup>162</sup> <sup>c</sup>	D <sup>178</sup> <sup>b</sup>	C <sup>232</sup> <sup>a</sup>
EBR	C <sup>548</sup> <sup>a</sup>	C <sup>516</sup> <sup>b</sup>	D <sup>490</sup> <sup>c</sup>	B <sup>463</sup> <sup>d</sup>	B <sup>187</sup> <sup>c</sup>	A <sup>208</sup> <sup>b</sup>	B <sup>206</sup> <sup>b</sup>	B <sup>270</sup> <sup>a</sup>
FBR	AB <sup>566</sup> <sup>a</sup>	AB <sup>558</sup> <sup>a</sup>	A <sup>536</sup> <sup>b</sup>	A <sup>514</sup> <sup>c</sup>	C <sup>170</sup> <sup>c</sup>	B <sup>185</sup> <sup>b</sup>	C <sup>190</sup> <sup>b</sup>	C <sup>226</sup> <sup>a</sup>
GBR	D <sup>522</sup> <sup>a</sup>	D <sup>500</sup> <sup>b</sup>	E <sup>465</sup> <sup>c</sup>	CD <sup>451</sup> <sup>d</sup>	A <sup>189</sup> <sup>c</sup>	A <sup>204</sup> <sup>b</sup>	A <sup>228</sup> <sup>a</sup>	C <sup>234</sup> <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Control = bread without *Doenjang* powder; ABR = bread with A; BBR = bread with B; CBR = bread with C; DBR = bread with D; EBR = bread with E; FBR = bread with F; GBR = bread with G.

<sup>2)</sup>Means with the same superscripts in each column are not significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>3)</sup>Means with the same superscripts in each row are not significantly different ( $p<0.05$ ).

Table 7. Correlation coefficients among parameters of *Doenjang*, rheological properties of wheat flour dough and wet gluten and quality characteristics of yeast leavened pan bread made with *Doenjang* powders

	Dry gluten (%)	Dough peak force (g)	Dough extensi- bility (mm)	Dough P/E <sup>1)</sup> (g/mm)	Gluten peak force (g)	Gluten extensi- bility (mm)	Gluten P/E (g/mm)	Volume (cc)	Hard- ness (g)	Protease (unit)	$\alpha$ - Amylase (unit)	Total free amino acid (mg/100 g)	Cystein (mg/100 g)
Dry gluten (%)													
Dough peak force	0.62												
Dough extensibility	0.05	-0.83*											
Dough P/E	-0.21	0.98**	-0.91**										
Gluten peak force	0.06	0.78*	-0.60	0.76*									
Gluten extensibility	-0.34	-0.78*	0.91**	-0.93**	-0.88**								
Gluten P/E	0.17	0.67	-0.66	0.78*	0.98**	-0.68							
Volume	0.76*	0.15	0.91**	-0.22	0.71	0.93**	-0.65						
Hardness	-0.78*	0.35	-0.93**	0.95**	0.65	-0.87*	0.71	-0.88**					
Protease	0.30	-0.85*	0.87*	-0.86*	-0.72	0.91**	-0.68	0.31	-0.16				
$\alpha$ -Amylase	-0.31	0.69	-0.37	0.65	0.69	-0.17	0.08	0.28	0.03	-0.40			
Total free amino acid	0.31	-0.76*	0.61	-0.73	-0.73	0.16	-0.65	0.41	-0.04	0.85*	-0.33		
Cystein	0.20	-0.72	0.93**	-0.78*	-0.56	0.75	-0.60	0.34	-0.01	0.83*	-0.25	0.45	

<sup>1)</sup>P/E = peak force (g) / extensibility (mm).

Significantly different at \*p = 0.05, \*\*p = 0.01.

저왔다. 된장의 protease 활성은 밀가루 반죽 신장저항도와 음의 상관관계( $r=-0.85$ )를, 반죽 신장성과는 양의 상관관계( $r=0.87$ )를 보여 밀가루 반죽의 P/E와 음의 상관성( $r=-0.86$ )을 나타내었다. Indrani 등(23)은 밀가루 반죽에 protease 처리는 반죽의 신장저항도 감소와 신장성 증가를 가져와 최종적으로 식빵의 부피 증가를 가져온다고 보고하였다. 본 실험에서도 protease 활성이 클수록 반죽의 신장성이 증가하였으나 최종 빵 부피와는 상관성을 보이지 않았다. 이는 protease 활성 외에  $\alpha$ -amylase 활성이나 된장의 여러 성분 차이에 기인된 복합된 결과라고 생각된다. 또한 protease 작용으로 인한 된장에 유리된 아미노산 중 cystein 함량은 밀가루 반죽의 신장성과 높은 양의 상관성( $r=0.93$ )을 보여 cystein의 환원작용에 의한 것임을 확인하였다. Cullen 등(24)은 cystein 50 ppm 첨가한 반죽의 180분간 발효 후 퍼짐율은 cystein 무첨가 반죽과 차이가 나타나지 않았는데, 이는 발효과정 중 효모에 의하여 반죽 산화제와 유사한 효과가 나타나 반죽에 대한 환원제로서의 cystein의 효과를 상쇄하는 것으로 알려져 있다(25). 즉, cystein을 첨가한 초기 빵반죽의 퍼짐율은 증가를 보이거나 발효과정 중 cystein의 효과가 억제(즉, 퍼짐율의 감소)된다는 것이다. 따라서 된장분말 첨가에 의한 빵 부피의 증가는 빵반죽의 gluten 감소가 나타나지 않는 된장 첨가범위에서 gluten 물성에 변화를 가져와 반죽의 유연성과 신장성 증가로 발효과정에서 생성된 탄산가스에 의한 기포팽창이나 가스포집력 향상과 높은 오븐팽창의 증가(9)에

의한 것으로 생각된다.

## 요 약

된장분말 첨가가 밀가루 반죽과 글루텐 물성에 미치는 효과를 알아보고자 Micro-extensigraph를 이용하여 신장저항도와 신장성을 측정하였고 된장 및 반죽 특성 요소와 빵품질 특성에 대한 상관관계를 조사하였다. 시판 된장의 조단백질, 조지방, 염도, 효소 활성 및 유리아미노산 함량은 된장간에 큰 차이를 보였다. 반죽에 된장분말 첨가는 gluten 형성에 필요한 반죽시간의 증가가 요구되며, 5.0% 이하의 된장분말 첨가로 dry gluten 함량은 유의적으로 증가하였다. 된장분말 첨가비율이 증가할수록 밀가루 반죽의 신장저항도는 지속적으로 감소하고 신장성은 일정수준까지는 증가하다가 다시 감소하면서 반죽이 연화되었다. 이러한 현상은 밀가루 반죽에서보다 전분을 제거한 wet gluten에서 뚜렷이 나타났으며, 이는 된장의 protease활성, cystein의 환원작용 등과 관련한다. 특히, protease활성과 cystein 함량이 가장 높은 시판된장 첨가구는 gluten의 신장도와 연화정도가 가장 크게 나타나면서 2.5% 첨가수준에서 모든 된장첨가빵 중에서 최대 빵 부피와 가장 부드러운 조직감을 나타내었다. 된장 첨가에 의한 글루텐 함량 증가, 밀가루 반죽 및 wet gluten의 신장성 증가는 최종 빵의 부피와 각각 높은 양의 상관성( $r=0.76, 0.91, 0.93$ )을, 빵의 경도와는 음의 상관성을 나타내었다. 그러므로

시판된장 첨가로 인한 빵품질 향상은 gluten 증가와 반죽 신장성 증가에 기인됨을 알 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구 논문은 한국과학재단목적기초연구(과제번호: R01-2001-000-00001-0(2002)) 지원에 의하여 수행된 내용의 일부로서 지원에 감사 드립니다.

### 문 헌

- Dong W, Hoseney RC. 1995. Effects of certain breadmaking oxidants and reducing agents on dough rheological properties. *Cereal Chem* 72: 58-64.
- Jo NJ, Hue DK, Kim SK. 1989. Effects of ascorbic acid and L-cystein on rheological properties of wheat flour and on no-time dough process. *Korean J Food Sci Technol* 21: 800-807.
- Kim YH, Choi KS, Son DH, Kim JH. 1996. Rheological properties of dough with whole wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 817-823.
- Yook HS, Kim YH, Ahn HJ, Kim DH, Kim JO, Byun MW. 2000. Rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. *Korean J Food Sci Technol* 32: 387-395.
- Ryu CH. 1999. Study on bread-making quality with mixture of waxy barley-wheat flour 1. rheological properties of dough made with waxy barley-wheat flour mixture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1034-1043.
- Chung JY, Kim CS. 1998. Development of buckwheat bread: 1. Effects of vital wheat gluten water-soluble gums on dough rheological properties. *Korean J Soc Food Sci* 14: 140-147.
- Oh YK, Kim CS. 2002. Effects of green tea powder on dough rheology and gelatinization characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 749-753.
- Smewing J. 1995. The measurement of dough and gluten extensibility using the SMS/Kieffer rig and TA-XT2 texture analyser. *American Association of Cereal Chemists Conference Paper*, p 1-3.
- Oh HJ, Moon HK, Kim CS. 2003. Development of yeast leavened pan bread using commercial *Doenjangs* (Korean soybean pastes): 1. Physicochemical properties of *Doenjang* and physical properties of bread added with *Doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1002-1010.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC.
- Ministry of Science and Technology. 1995. Scientific approaches on Korean traditional fermented foods-Study on the commercial scale production of *meju* for Korean fermented soybean products. Korean Food Research Institute, Annual Report N1036-0627, 57.
- Misaki T, Yamada M, Okazaki T, Sawada J. 1970. Studies on protease constitution of *Aspergillus oryzae*. *Agric Biol Chem* 34: 1382-1390.
- AACC. 1986. *Official method of the AACC*. 8th ed. American association of cereal chemists, St. Paul, MN.
- Joo HK, Kim ND, Yoon KS. 1989. Changes of enzymatic activities during the fermentation of soybean-soypaste by *Aspergillus* spp. *J Korean Agric Chem Soc* 32: 295-302.
- Kim SH, Kim SJ, Kim BH. 2000. Fermentation of *Doenjang* prepared with sea salts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1365-1370.
- Chung OK. 1981. A three way contribution of wheat flour lipids, shortening and surfactants to bread-making. *Korean J Food Sci Technol* 13: 74-89.
- 고봉경, 송경아. 2002. 단백질 가수분해물 및 peptide를 이용한 제빵 첨가물의 기능검색. 한국식품과학회 69차 학술발표회. p 202.
- Woods FC, Bruinsma BL, Kinsella JE. 1980. Note on the effects of protease from *Saccharomyces carlsbergensis* on dough strength. *Cereal Chem* 57: 290-293.
- Kim KH, Han M, Oh NS. 2001. Influences of gluten and effects of protease on the liquefaction of wheat flour. *Food Engineering Process* 5: 230-234.
- Finney KF. 1984. An optimized, straight-dough, bread-making method after 44 years. *Cereal Chem* 61: 20-27.
- Harinder K, Bains GS. 1990. High  $\alpha$ -amylase flours: effect of pH, acid, and salt on the rheological properties of dough. *Cereal Chem* 67: 588-594.
- Jo MJ, Hue DK, Kim SK. 1989. Effects of ascorbic acid and L-cysteine on rheological properties of wheat flour and on no-time dough process. *Korean J Food Sci Technol* 21: 800-807.
- Indrani D, Prabhasankar P, Rajiv J, Venkateswara RG. 2003. Scanning electron microscopy, rheological characteristic, and bread-baking performance of wheat-flour dough as affected by enzymes. *J Food Sci* 68: 2804-2809.
- Cullen RA, Faubion JM, Hoseney RC. 1988. Lubricated uni-axial compression of fermenting dough. *Cereal Chem* 65: 401-408.
- Hoseney RC, Hsu KH, Junge RC. 1979. A simple spread test to measure the rheological properties of fermenting dough. *Cereal Chem* 65: 141-146.

(2004년 2월 13일 접수; 2004년 5월 31일 채택)