

시판 된장을 이용한 식빵 제조: 3. 된장과 대두분의 단백질분산성이 글루텐물성과 식빵의 품질특성에 미치는 효과

오현주 · 김창순[†]
창원대학교 식품영양학과

Development of Yeast Leavened Pan Bread Using Commercial *Doenjang* (Korean Soybean Paste): 3. The Effects of Protein Dispersibility of *Doenjang* Powders and Soy Flours on the Gluten Rheology and Bread Quality Characteristics

Hyun-Ju Oh and Chang-Soon Kim[†]

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

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of soy protein dispersibility on the bread making properties when *Doenjang* powders (DP) were added to the bread formula at the levels of 2.5 or 5.0%, comparing with full fat (FSF) or defatted (DSF) soy flours which contain same protein contents as those of DP. Protein dispersibility indices (PDI) for DP, FSF, DSF and strong wheat flour were 57.1, 7.3, 10.8 and 32.8%, respectively. Addition of DP decreased significantly the resistance to extensibility of wet gluten and increased its extensibility. However, FSF and DSF showed different changes in gluten rheology due to their PDI. In correlation coefficient values, PDI affected positively both gluten extensibility ($r=0.98$, $p<0.01$) and oven spring ($r=0.88$, $p<0.05$) resulting in loaf volume and texture improvement of bread with addition of DP.

Key words: *Doenjang* (Korean soybean paste) powders, soy flours, protein dispersibility, gluten extensibility, bread quality

서 론

최근 생리활성을 갖는 기능성 식품에 대한 관심이 전 세계적으로 증가하는 추세로 대두는 그 대표적인 건강 식품소재로 꼽히고 있다. 대두는 영양적으로 식물성 단백질의 주요 공급원이 되며 isoflavone, 식이섬유, 대두 올리고당, 레시틴, 사포닌 등 우수한 생리활성물질을 함유하고 있어 각종 암, 골다공증, 고지혈증 예방뿐만 아니라 비만, 혈당 및 콜레스테롤 등의 조절로 성인병 예방 효과가 우수하다고 알려져 있다(1, 2). 이러한 대두를 주원료로 하는 된장은 대두 자체의 건강기능성 뿐만 아니라 발효과정을 통하여 생성된 단백질 가수분해물인 펩타이드는 혈전용해능력과 항돌연변이원성 및 혈압강화작용 등의 효과가 현저히 높은 것으로 알려져 있다(3, 4). 또한 된장의 발효과정 중 대두 단백질의 효소적 가수분해는 단백질의 화학적 구조변화와 다양한 기능기의 노출로 수용성의 증가, 용해성, 유화성, 기포성 등의 향상을 가져와(5,6) 식품 가공 적성에서의 유리한 기능적 특성을 기대할 수 있다. 제빵에 있어 밀가루의 단백질 함량 및 질은 빵 품질에 크

게 영향을 미치는 중요 요소이며, 밀 단백질 함량이 일정한 조건에서는 단백질의 질이 최종 빵 품질을 지배하게 된다(7, 8). 일반적으로 제품의 다양화를 위하여 제빵에 밀가루 이외에 쌀, 보리, 옥수수, 수수, 감자, 고구마 가루 등을 혼합한 복합분이 사용되고 있다(9,10). 또한 밀가루에 부족한 lysine 과 isoleucine 등의 필수아미노산 보충을 위하여 대두분이나 대두단백제품을 첨가한 복합분의 제빵적성에 대한 연구가 오래 전부터 이루어져왔다(11-14). 그러나 이러한 복합분으로 제조된 빵은 밀가루만으로 만든 빵보다 품질이 떨어지며 특히 빵의 부피가 감소하는 단점이 있어 이러한 문제점을 해결하기 위하여 활성 gluten이나 유화제 같은 품질개량제를 사용하기도 한다(11,12). 특히 대두단백제품을 사용할 경우 단백질분산지수(protein dispersibility index: PDI)가 제빵성에 크게 영향을 미치는데 건조과정의 적당한 열처리로 PDI가 70 이상이 되면 PDI가 20 이하인 과도한 열처리의 대두단백보다 제빵품질이 덜 손상되는 것으로 보고되고 있다(14). 이는 제빵에 대두단백 사용은 용해성이 높고 분산이 잘 되는 것이 유리하다는 것을 의미한다. 한편 위의 복합분 사용의

[†]Corresponding author. E-mail: cskim@changwon.ac.kr
Phone: 82-55-279-7482, Fax: 82-55-281-7480

효과와 다르게 전보(15)의 Oh 등에 의하면 빵 배합에 일정비율의 시판된장분말 사용으로 오히려 빵 부피와 조직감 등을 포함한 전반적인 빵 품질이 현저히 향상하였음을 보고하였다. 이에 본 연구에서는 된장의 대두단백질의 분산성이 제빵 적성에 어떠한 효과를 나타내는지 알아보고자 전지대두분(FSF; full fat soy flour)과 탈지대두분(DSF; defatted soy flour)을 밀가루 반죽과 빵배합에 각각 사용하여 gluten물성과 최종 빵 품질을 된장분말첨가구와 비교하고 측정값들 간의 상관관계를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 된장분말은 국내에서 시판되고 있는 개량식 된장을 2002년 3월에 시중에서 구입하여 수분함량을 일정(10.0%)하게 조정하기 위하여 동결건조기(Bondiro, Ilshin Lab Co., Ltd, Korea)로 건조하여 분쇄한 후 80 mesh 표준망 체로 통과시켜 분말화하였다. 대두분은 효소 불활성화시킨 전지대두분(full fat soy flour; FSF)과 탈지대두분(defatted soy flour; DSF)을 Cargill Inc.(USA)로부터 직접 제공받아 사용하였다. 강력분(대한제분, 1등급; 수분 12.81%, 조단백질 11.72%, 조지방 1.26%, 회분 0.34%), 인스턴트 드라이 이스트(Saf-instant, France), 설탕(제일제당), 소금(한주), 탈지분유(지유락-300)는 시중에서 구입하여 사용하였으며, 유화제가 첨가되지 않은 쇼트닝은 동서유지(주)로부터 제공받아 사용하였다. 된장분말과 대두분, 밀가루의 수분, 조단백질, 조지방과 회분 함량은 AOAC방법(16)에 준하여 측정하였다.

단백질 분산지수(protein dispersibility index; PDI)

된장분말, 대두분 및 강력분에 대한 단백질 분산지수(PDI)는 AOCS 10-65 방법(17)에 준하여 측정하였다. 시료를 20 g씩 취하여 300 mL의 증류수를 넣어 homogenizer(24,000 rpm, 20 min)로 균질화하고 10분간 정치한 뒤 원심분리(2,000×g, 20 min)하여 지방층을 제거한 후 상층액 10 mL를 취하여 micro-Kjeldahl법으로 물에 분산된 단백질함량(water-dispersible protein)을 측정하여 아래의 식에 따라 단백질 분산 지수를 계산하였다.

$$\text{Protein dispersibility index (\%)} = \frac{\text{water-dispersible protein (\%)} \times 100}{\text{total protein (\%)}}$$

글루텐 제조

밀가루 200 g 기준으로 된장분말 2.5%, 5.0%와 동일한 단백질 함량이 되도록 첨가량을 각각 조절한 전지대두분(FSF)과 탈지대두분(DSF)이 밀가루 반죽의 글루텐 물성에 미치는 효과를 조사하고자 밀가루 반죽을 제조하였다. 이때 반죽 각각의 적정가수율(60.0%~62.5%)은 예비실험을 통하여 얻었고, 최종 염도는 무첨가구와 동일하도록 소금 첨가량

(0.5~2.0%)을 조절하였다. 글루텐 제조는 AACC 방법(18) 38-10을 변형하여 Oh와 Kim(19)의 방법으로 수행하였다.

오븐 팽창력 측정

오븐 팽창력은 He & Hosney(8)와 Chiharu 등(20)의 방법에 따라 즉, 2차 발효 후 빵 틀 내의 반죽 높이와 최종 제빵 후 빵 높이 차를 오븐 내에서의 팽창 정도로 나타내었다.

식빵의 제조 및 품질 특성 평가

이스트 발효 식빵의 기준 배합비는 강력분 100%, 설탕 6%, 소금 2%, 탈지분유 3%, 쇼트닝 5%, 인스턴트 이스트 1.3%, 물 64%이며, 제빵 공정은 직접반죽법으로 AACC 10-10A 표준방법(17)에 준하여 12분 반죽시간을 사용한 전보(15)의 Oh 등의 방법에 따라 수행하였다. 밀가루 중량에 대하여 2.5%와 5.0%의 된장 분말과 이들 각각에 대하여 단백질 함량이 동일하도록 FSF는 1.68%, 3.36%, DSF는 1.20%, 2.40%를 각각 첨가하여 빵을 제조하였다. 빵 반죽의 가수율은 예비실험 결과에 따라 실험군에 대한 각각의 적정 가수율(64.0%~65.3%)을 정하였으며, 이 때 모든 반죽의 최종 염도가 무첨가구와 동일하도록 각 실험군의 소금 첨가량(2.0~2.1%)을 조절하였다. 된장분말의 수화 속도를 고려하여 배합비중 물의 일부를 이용하여 된장을 페이스트 상태로 복원시킨 후 반죽에 투입하였다. 완성된 식빵은 1시간 방냉 후 종자치환법으로 빵부피를 구하고 식빵의 수분은 빵속 중심부를 취하여 air-oven법인 AACC 44-15A 방법(18)으로 측정하였으며, 식빵 표면과 내부의 색은 색도계(CM-3400d, Minolta, Japan)를 이용하여 L*(명도), a*(적색도), b*(황색도)값으로 표현하였으며 각 시료 당 15회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이 때 사용된 표준색판으로 백색판(L=96.88, a=-0.16, b=-0.29)을 사용하였다.

물성 조사

제조된 wet gluten의 신장성과 신장저항도 측정은 texture analyzer 본체(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., England)에 SMS/Kieffer rig를 부착하여 Micro-extensigraph를 사용하는 Smewing의 방법(21)에 따라 실시하였으며, 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. 빵의 조직감은 빵 내부를 일정 크기(50×40×25 mm)로 잘라 texture analyzer를 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 hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess 및 chewiness 등을 10회 반복 측정하였다.

통계적 처리 및 결과 분석

모든 실험 결과는 SPSS program을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하여 각 측정 평균값의 유의성을 p<0.05

Table 1. Proximate composition of Doenjang powder and soy flours (g/100 g)

Items	Doenjang powder	FSF	DSF
Moisture	10.05±0.04 ²⁾	5.79±0.03	5.16±0.05
Crude protein ¹⁾	23.30±0.02	34.86±0.08	48.66±0.06
Crude lipid	7.86±0.06	23.78±0.08	0.12±0.02
Ash	26.82±0.02	4.84±0.07	5.82±0.06

Abbreviation: FSF=full fat soy flour; DSF=defatted soy flour.
¹⁾Crude protein (%)=total nitrogen (%)×nitrogen factor (5.71).
²⁾Values are mean±standard deviation (n=3).

수준으로 Duncan's 다중범위시험법을 사용하여 검정하였다. 실험결과 값들 사이의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

일반성분

된장분말과 대두분(FSF, DSF)의 일반성분은 Table 1과 같다. 된장분말, FSF, DSF의 조단백질 함량은 각각 23.30%, 34.86%, 48.66%이고 조지방함량은 각각 7.86%, 23.78%, 0.12%으로 단백질 함량은 된장분말보다 대두분이 높았고 대두분의 경우 지방제거에 따라 단백질과 지방 함량의 차이가 크게 나타났다.

단백질 분산지수(protein dispersibility index; PDI)

된장분말과 대두분(FSF, DSF), 강력분의 단백질 분산지수는 Table 2에 나타내었다. 단백질 분산지수는 된장분말이 57.1%로 FSF 7.3%, DSF 10.8%, 강력분 32.8%보다 유의적으로 높았다. 이는 된장은 대두분과는 달리 대두단백질의 일부가 발효과정 중 protease 작용에 의하여 이미 가수분해물로 전환되면서 분자량이 저하되고 net charge와 분자구조의 변화와 더불어 소수성기가 노출된다(5,6). 따라서 본래 단백질과는 다르게 열변성이 적어지고 생성된 단백질 가수분해물은 분산성에 유리하게 작용하여 단백질분산지수의 증가(14)로 나타난 것으로 생각된다. 반면에 대두분은 가공과정 시 과도한 열처리로 교차결합(cross-linking)과 중합에 의하여 분자구조가 커지면서 PDI의 저하를 초래한 것으로 보이며, 이는 commercial gluten이 건조과정의 열처리로 soluble protein이 감소하는 것(22)과 유사한 이치인 것이다.

Table 2. Protein dispersibility index (PDI) of Doenjang powder, soy flours and wheat flour

Products	WDP (%)	Crude Protein (%)	PDI ¹⁾ (%)	Hunter color values ²⁾		
				L*	a*	b*
Doenjang powder	13.3 ^{a3)}	23.3 ^c	57.1 ^a	70.5 ^c	8.8 ^a	35.0 ^a
FSF	2.6 ^d	34.9 ^b	7.3 ^d	82.7 ^b	2.3 ^b	22.8 ^b
DSF	5.3 ^b	48.7 ^a	10.8 ^c	85.0 ^b	1.8 ^c	16.5 ^c
Wheat flour	3.8 ^c	11.7 ^d	32.8 ^b	92.6 ^a	0.1 ^d	8.5 ^d

Abbreviation: FSF and DSF are same as Table 1, WDP = water dispersible protein.

¹⁾PDI = water dispersible protein (%) / total protein (%) × 100.

²⁾L*: lightness, a*: redness, b*: yellowness.

³⁾Means with the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

Wet gluten의 물성변화

된장분말과 대두분(FSF, DSF) 첨가가 밀가루 반죽의 wet gluten의 물성변화에 미치는 효과를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 이때 FSF와 DSF의 첨가량은 된장분말 첨가량 2.5%나 5.0%에 함유된 단백질 함량과 동일하도록 그 해당첨가량을 각각 FSF는 1.68, 3.36%로 DSF는 1.20, 2.40%로 조절하였다. Wet gluten의 신장저항도(peak force), 신장성(extensibility) 및 신장저항도/신장성의 비(P/E)에서 된장분말의 첨가량이 많을수록 신장저항도는 감소하였고 신장성은 대조구보다 현저히 증가하였다. FSF는 첨가량이 증가할수록 무첨가구에 비하여 신장저항도는 낮아졌으나 신장성은 유의적인 변화를 보이지 않았다. DSF 1.20%첨가는 신장저항도가 106.2 g, 신장성 56.7 mm로 무첨가구와 유사하였으나 첨가량을 2.40%로 증가함에 따라 신장저항도가 90.1 g으로 다소 감소하였고 신장성은 61.2 mm로 증가하였다. 된장분말 2.5% 첨가 반죽의 gluten 신장저항도 값(49.9 g)은 동일한 단백질 함량의 반죽 FSF 1.68%와 DSF 1.20%의 gluten 신장저항도값(71.6 g, 106.2 g)에 비하여 현저히 낮은 반면 신장성은 현저히 큰 값(78.3 mm)을 보였고, 된장분말의 첨가량 증가는 대두분 사용 반죽물성과 더 큰 차이를 보였다. 이러한 현상은 된장분말이나 대두분의 대두단백이 주로 글리아딘과 소수성 반응을, 글루테닌과는 친수성 반응을 하면서 글리아딘-대두단백질-글루테닌 복합체를 형성하여 글루텐 구조를 방해하여(23) 복합분 반죽의 신장저항도 감소를 가져 온 것으로 보인다. 대두분 단백질은 건조과정을 거치면서 이미 열변성된 상태가 되고 이와는 달리 된장은 protease 작용

Table 3. Properties of wet glutens made with Doenjang powder and soy flours

Properties	Control	Doenjang powder (%)		Soy flours					
		2.5		5.0		FSF (%)		DSF (%)	
		2.5	5.0	1.68	3.36	1.20	2.40		
Wet gluten	Peak force (g)	106.5 ^{a1)}	49.9 ^c	22.5 ^f	71.6 ^c	61.3 ^d	106.2 ^a	90.1 ^b	
	Extensibility (mm)	54.6 ^c	78.3 ^a	80.2 ^a	57.1 ^c	53.6 ^c	56.7 ^c	61.2 ^b	
	P/E (g/mm)	1.96 ^a	0.64 ^d	0.28 ^e	1.26 ^c	1.15 ^c	1.88 ^a	1.45 ^b	

Abbreviation: FSF and DSF are same as Table 1.

¹⁾Means with the same superscripts in each row are not significantly different (p<0.05).

으로 단백질의 peptide 결합의 일부 분해와 가수분해물의 생성(24)으로 그 단백질의 구조가 대두분에서와 매우 상이한 상태이다. 따라서 혼합분의 반죽과정에서 이들 대두단백과 밀단백과의 상호작용의 결과는 당연히 다를 수밖에 없다고 생각된다. 그러므로 대두분보다 된장분말 사용에 의한 현저한 신장저항도 감소와 신장성 증가는 된장의 단백질이나 단백질 가수분해물이 반죽과정에서 신장성과 관련한 저분자량의 밀단백질 gliadin과의 상호작용이 glutenin과의 상호작용보다 우세하여 나타난 현상으로 추측된다. 본 연구에 앞서 Oh와 Kim(19)의 반죽신장성과 관련한 된장빵 연구에서 된장에 함유되어 있는 α -amylase보다는 protease 활성이 큰 된장일수록 빵반죽의 신장성 증가를 가져와 최종빵 부피를 향상시키는 것으로 나타났다. 그밖에 유리당, 유리아미노산, 엽도, 회분 등의 성분상의 차이도 gluten 물성에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 따라서 된장첨가는 대두분 첨가와 다르게 신장저항도 감소뿐만 아니라 신장성이 크게 증가하는 물성변화를 보였다.

빵의 품질특성 평가

오븐팽창력, 빵부피, 색도, 기계적 조직감: 된장분말과 대두분(FSF, DSF)을 첨가하여 제조한 빵반죽의 오븐팽창력과 빵부피는 Fig. 1과 같다. 굽기과정 중의 오븐팽창력은 DSF의 1.20%와 2.40%첨가는 각각 2.63 cm와 2.50 cm로 무첨가구 2.5 cm와 유의적인 차이가 없었으나 FSF 3.36% 첨가는 2.33 cm로 감소하였다. 한편 대두분과 동일한 단백질 함량의 된장분말첨가군은 유의적으로 높은 오븐 팽창력(2.95~3.50 cm)을 나타내었다. 이는 대두분의 단백질형태보다 발효된장의 protease 활성(19)과 일부 가수분해된 단백질 형태가 반죽의 신장성을 증가시켜 오븐팽창력을 향상시키는 것으로 보인다. 빵부피는 된장첨가 2.5~5.0%에서 무첨가구(control; 509 mL)보다 최대 13%의 부피 증가를 보였으나 대두분(FSF, DSF)첨가는 478~505 mL의 범위로 다소 감소하였다. 몇몇 연구자들(11,12,23)에 의하면 대두분을 사용한 복합분으로 만든 빵은 본래의 100% 밀빵보다 빵부피 감소와 전반적인 품질저하를 초래하는데 이는 대두단백이 글루텐 구조형성을 억제하기 때문이라고 하였다. 본 연구에서는 FSF가 DSF에 비해 첨가량이 증가할수록 빵부피가 감소하였다. Kim과 Ruitter(25)는 FSF첨가빵의 비체적이 1.7 mL/g로 DSF첨가빵의 1.9 mL/g보다 낮았다고 보고하였다. 이와는 상반된 결과로 Tsen과 Hoover(11), Hyder 등(13), Chung 등(23)은 FSF첨가빵이 DSF첨가빵보다 오히려 우수한 빵품질을 가졌으며 이는 반죽과정에서 대두의 glycolipid가 대두단백질과 밀단백질의 상호작용에 영향을 미쳐서 최종 빵품질에 긍정적인 효과를 보인다고 하였다. 또한 Ranhotra와 Loewe(12)는 같은 첨가량을 사용하는 경우 DSF가 FSF보다 대두단백질함량이 높아 반죽의 gluten망상구조에 더욱 손상을 초래한다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 대두분의 첨가량을 동일한 단백질 함량이 되도록 조절하였으므로 FSF첨가빵

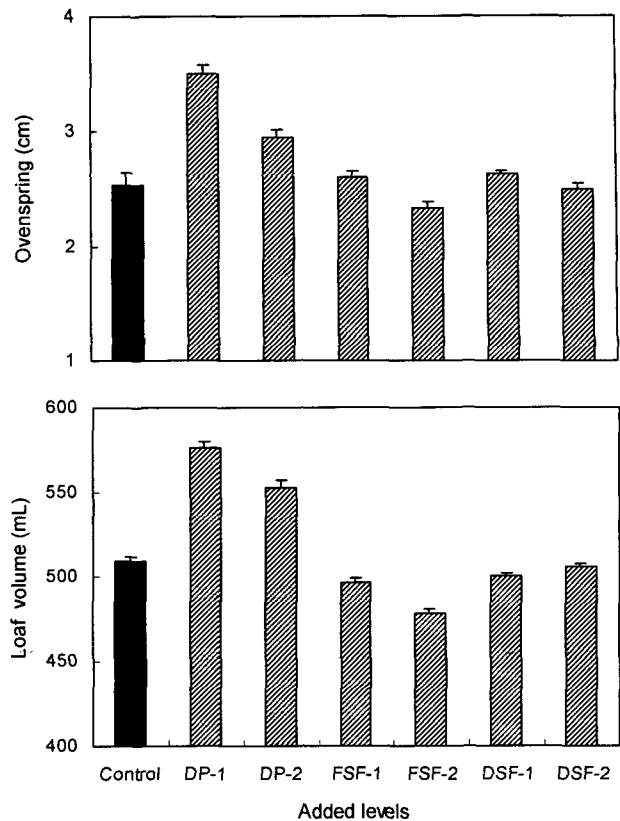


Fig. 1. Effect of Doenjang powder and soy flours at various addition levels on ovenspring and loaf volume.

Abbreviation: Control = bread without Doenjang powders or soy flours, DP-1 = bread with Doenjang powder 2.5%, DP-2 = bread with Doenjang powder 5.0%, FSF-1 = bread with FSF 1.68%, FSF-2 = bread with FSF 3.36%, DSF-1 = bread with DSF 1.20%, DSF-2 = bread with DSF 2.40%.

부피가 DSF첨가빵보다 적은 것은 대두단백질함량의 차이보다는 FSF의 낮은 단백질분산성이 일부 영향을 미친 것으로 생각된다.

된장분말과 대두분 2종을 첨가한 식빵의 표면과 내부의 색도는 Table 4와 같다. 된장분말이나 대두분 첨가로 빵의 색은 어두워졌다. 된장첨가빵 표면은 대두분첨가빵보다 낮은 L^* 값으로 현저히 어둡고 적색도(a^*)가 높게 나타났으나 빵내부는 큰 차이가 없었다. 대두분 자체의 색도(Table 2)와 달리 DSF첨가빵이 FSF첨가빵에 비해 빵표면의 L^* 값이 낮았다.

Texture analyzer로 2회 압착하여 얻은 빵 시료의 각 항목별 기계적 조직감 측정치는 Table 5와 같다. 식빵의 최종 수분함량은 41.1~41.5%로 실험구간에 유의적인 차이가 없었다 (data not shown). 대두분은 모두 첨가량이 증가함에 따라 경도가 증가하였으며 FSF(3.36%)와 DSF(2.40%)를 첨가한 빵은 무첨가구보다 각각 높은 경도값(218 g, 224 g)과 낮은 탄력성값(0.97, 0.99)을 나타내어 본 실험의 빵부피 감소에 따른 결과로 생각되며, 이는 볶은 대두분(26)이나 분리대두단백(27) 첨가가 빵의 경도 증가와 탄력성 감소를 초래하였다는 연구보고와 일치하였다. 반면에 된장분말첨가군에서는

Table 4. Color values of crust and crumb color of yeast leavened pan bread containing *Doenjang* powder and soy flours at different addition levels

Hunter color values ¹⁾		Control	<i>Doenjang</i> powder (%)		Soy flours			
			2.5	5.0	FSF (%)		DSF (%)	
					1.68	3.36	1.20	2.40
Crust	L	54.7 ^{a2)}	47.1 ^e	45.1 ^f	54.4 ^{ab}	52.9 ^{bc}	52.4 ^{cd}	51.0 ^d
	a	15.1 ^{fg}	17.0 ^b	17.5 ^a	15.0 ^g	15.7 ^{de}	15.4 ^{ef}	15.9 ^d
	b	31.0 ^a	27.7 ^c	26.4 ^{cd}	31.1 ^a	30.0 ^{ab}	30.4 ^{ab}	29.1 ^b
	ΔE	54.7 ^f	59.7 ^b	60.9 ^a	55.0 ^{ef}	55.8 ^{de}	56.2 ^{cd}	56.9 ^c
Crumb	L	80.5 ^b	78.4 ^d	76.0 ^e	79.6 ^c	79.4 ^c	79.3 ^{cd}	78.7 ^{cd}
	a	0.31 ^e	1.25 ^b	2.23 ^a	0.70 ^d	0.93 ^c	1.09 ^{bc}	1.30 ^b
	b	16.4 ^f	18.8 ^{cd}	20.3 ^a	18.3 ^{de}	18.2 ^e	19.0 ^c	18.3 ^e
	ΔE	23.4 ^d	26.6 ^b	29.4 ^a	25.4 ^c	25.4 ^c	26.1 ^{ab}	26.1 ^{ab}

Abbreviation: FSF and DSF are same as Table 1.

¹⁾L*: lightness, a*: redness, b*: yellowness.

²⁾Means with the same superscripts in each row are not significantly different (p<0.05).

Table 5. Textural characteristics of yeast leavened pan bread containing *Doenjang* powder and soy flours at different addition levels

Characteristics	Control	<i>Doenjang</i> powder (%)		Soy flours			
		2.5	5.0	FSF (%)		DSF (%)	
				1.68	3.36	1.20	2.40
HD (g)	200 ^{b1)}	153 ^d	181 ^c	180 ^c	218 ^a	181 ^c	224 ^a
AD (g)	-0.06 ^{def}	-0.47 ^{ef}	-0.34 ^{ef}	1.77 ^a	-0.96 ^f	1.37 ^{ab}	0.29 ^{de}
SPR	1.35 ^a	1.35 ^a	1.09 ^c	0.99 ^d	0.97 ^d	0.98 ^d	0.99 ^d
COH	0.57 ^a	0.56 ^b	0.54 ^c	0.58 ^a	0.56 ^b	0.57 ^a	0.57 ^{ab}
GUM	114.3 ^c	85.4 ^f	97.9 ^e	103.6 ^d	121.8 ^b	103.8 ^d	126.9 ^a
CHW	154.5 ^a	115.3 ^d	105.9 ^e	102.3 ^e	117.7 ^d	102.6 ^c	124.3 ^c

Abbreviation: FSF, DSF are same as Table 1. HD = hardness; AD = adhesiveness; SPR = springness; COH = cohesiveness; Gum = gumminess; CHW = chewiness.

¹⁾Means with the same superscripts in each row are not significantly different (p<0.05).

무첨가군보다 낮은 경도와 높은 탄력성을 나타내어 대두분 첨가에 따른 부정적인 조직감 결과와 상이하였다.

측정값들간의 상관관계 조사결과(Table 6)에 의하면 단백질분산지수는 gluten신장성(r=0.98, p<0.01)과 오븐팽창력(r=0.88, p<0.05)에 영향을 미치며, 결과적으로 이들은 빵 부피와 큰 상관성을 갖는 것으로 나타났다(p<0.01). 따라서 본

연구에서 동일한 단백질 함량에도 불구하고 된장분말첨가로 빵부피와 조직감의 현저한 향상은 된장분말의 높은 단백질 분산지수, 반죽 신장성 및 오븐 팽창력 증가에 의한 것으로 판단된다. 따라서 빵 배합에 단백질분산성이 낮은 대두분 사용은 첨가량이 증가할수록 제빵 품질에 저하를 가져오기 쉬우나 단백질분산성이 우수한 된장분말의 일정량 사용은 빵

Table 6. Correlation coefficients among parameters of *Doenjang* powder and soy flours, rheological properties of wet gluten and quality characteristics of yeast leavened pan bread made with *Doenjang* powder and soy flours

	Protein contents (%)	Ash (%)	PDI (%)	Gluten peak force (g)	Gluten extensibility (mm)	Gluten P/E (g/mm)	Ovenspring (cm)	Loaf volume (mL)	Texture		
									HD (g)	SPR	GUM
Protein contents (%)											
Ash (%)	-0.82*										
PDI (%)	-0.80	1.00**									
Gluten peak force (g)	0.93**	-0.78	-0.77								
Gluten extensibility (mm)	0.99**	0.98**	0.98**	-0.74							
Gluten P/E (g/mm)	0.93**	-0.86*	-0.85*	0.98**	-0.84*						
Ovenspring (cm)	-0.68	0.88*	0.88*	-0.49	0.86*	-0.61					
Loaf volume (mL)	-0.70	0.96**	0.96**	-0.61	0.96**	-0.73	0.96**				
Texture HD (g)	0.58	-0.65	-0.65	0.32	-0.59	0.38	-0.84*	-0.82*			
Texture SPR	-0.69	0.83*	0.83*	-0.50	0.79	-0.62	0.97**	0.91*	-0.73		
Texture GUM	0.67	-0.75	-0.74	0.44	-0.69	0.50	-0.88*	-0.79	0.99**	-0.77	

Abbreviation: PDI = protein dispersibility index, P/E = peak force (g)/extensibility (mm), HD, SPR and GUM are same as Table 5. Significant y different at *p<0.05, **p<0.01.

품질 향상에 매우 유리한 것으로 나타났다.

위의 결과들로부터 사용된 된장분말 2.5~5.0%의 첨가는 동일한 단백질 함량의 대두분 2종(FSF, DSF)을 사용한 경우보다 wet gluten의 신장성 증가와 우수한 오븐팽창력으로 빵부피가 현저히 상승하였고 탄력성의 부드러운 조직감을 보였다.

요 약

된장의 대두단백질 분산성이 제빵적성에 어떠한 효과를 나타내는지 알아보고자 전지대두분(FSF; full fat soy flour)과 탈지대두분(DSF; defatted soy flour)을 밀가루 반죽과 빵배합에 사용하여 gluten물성과 최종 빵 품질을 된장분말 첨가(2.5%, 5.0%)와 비교하고 측정값들간의 상관관계를 조사하였다. 단백질 분산지수는 된장분말이 57.1%로 FSF 7.3%, DSF 10.8%, 강력분 32.8%보다 유의적으로 높았다. 된장분말 첨가는 wet gluten의 현저한 신장저항도 감소와 신장성 증가를 보였으나 대두분 첨가는 단백질분산지수의 차이로 물성의 변화 정도가 서로 다르게 나타났다. 측정값들간의 상관관계 조사결과 단백질분산지수는 gluten신장성($r=0.98$, $p<0.01$)과 오븐팽창력($r=0.88$, $p<0.05$) 증가에 영향을 미치며, 결과적으로 이들은 빵 부피와 큰 상관성을 갖는 것으로 나타났다($p<0.01$). 따라서 된장분말의 일정량 사용으로 인한 된장첨가빵의 부피와 조직감의 현저한 향상은 된장분말의 높은 protease 활성에 의한 단백질분산지수, 반죽의 신장성 증가 및 오븐 팽창력 증가에 의한 것으로 판단된다.

감사의 글

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

문 헌

1. Wang HJ, Murphy PA. 1994. Isoflavone content in commercial soybean foods. *J Agric Food Chem* 42: 1666-1669.
2. Carroll KK, Kurowska EM. 1993. Soy consumption and cholesterol reduction. *J Nutr* 125: 5945-5975.
3. Song YS, Kwon TW. 2000. Hypocholesterolemic effect of soybean and soy products. *Food Industry and Nutr* 5: 36-41.
4. Shin ZI, Ahn CW, Nam HS, Lee HJ, Moon TH. 1995. Fractionation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from soybean paste. *Korean J Food Sci Technol* 27: 230-234.
5. Kang JH. 1999. Functional characterization of soy protein hydrolysate. *Food Ind Nutr* 4: 66-72.
6. Cha MH, Yoon S. 1993. Modification of functional properties of soy protein isolate by proteolytic enzymes. *Korean J Food Sci Technol* 25: 39-45.
7. Maleki M, Hoseney RC, Mattern PJ. 1980. Effects of loaf volume, moisture content, and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem* 57: 138-140.
8. He H, Hoseney RC. 1992. Effect of quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. *Cereal Chem* 69: 17-19.
9. 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.
10. Kang MY, Choi YH, Choi HC. 1997. Effects of gums, fats and glutes adding on processing and quality of milled rice bread. *Korean J Food Sci Technol* 29: 700-704.
11. Tsen CC, Hoover WJ. 1973. High-protein bread from wheat flour fortified with full-fat soy flour. *Cereal Chem* 50: 7-16.
12. Ranhotra GS, Loewe RJ. 1974. Breadmaking characteristics of wheat flour fortified with various commercial soy protein products. *Cereal Chem* 51: 629-634.
13. Hyder MA, Hoseney RC, Finney KF, Shogren MD. 1974. Interaction of soy flour fractions with wheat flour components in breadmaking. *Cereal Chem* 51: 666-675.
14. Pylar EJ. 1988. Miscellaneous flours. In *Baking Science and Technol.* 3rd ed. Sosland Pub Co., Marriam, KS. Vol I, p 402-404.
15. 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.
16. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC.
17. AOCS. 1990. *Official methods and recommended practices of the AOCS*. 4th ed. Am Oil Chem Soc, Champaign, IL.
18. AACC. 1986. *Official method of the AACC*. 8th ed. American association of cereal chemists, St. Paul, MN.
19. Oh HJ, Kim CS. 2004. Development of yeast leavened pan bread using commercial *Doenjangs* (Korean soybean pastes): 2. Correlation between factors relating with dough extensibility and bread quality in addition of *Doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 880-887.
20. Chiharu KS, Toshiko FJ, Hiroshi MS. 1999. Role of starch granules in controlling expansion of dough during baking. *Cereal Chem* 76: 920-924.
21. 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.
22. Miller RA, Hoseney RC. 1996. Evaluating vital wheat gluten quality. *Cereal Foods World* 41: 412-416.
23. Chung OK, Tsen CC, Robinson RJ. 1981. Functional properties of surfactants in breadmaking. III. Effects of surfactants and soy flour on lipid binding in breads. *Cereal Chem* 58: 220-226.
24. Misaki T, Yamada M, Okazaki T, Sawada J. 1970. Studies on protease constitution of *Aspergillus oryzae*. *Agric Biol Chem* 34: 1382-1390.
25. Kim JC, Ruitter DD. 1968. Bread from nonwheat flours. *Food Technol* 22: 867-878.
26. Jung HO, Lim SS, Jung BM. 1997. A study on the sensory and texture characteristics of bread with roasted soybean powder. *Korean J Soc Food Sci* 13: 266-271.
27. Bae SH, Rhee C. 1998. Effect of soybean protein isolate on the baking qualities of bread. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1295-1300.

(2004년 3월 2일 접수; 2004년 7월 2일 채택)