

된장과 청국장 첨가가 강력분의 물성 변화에 미치는 영향

강 근 옥^{1*} · 황 성 연²

¹국립한경대학교 영양조리학과, ²국립한경대학교 식품생물공학과/식품생물산업연구소

The Effects on the Rheological Properties of the Bread Flour containing *Doenjang* and *Chunggukjang*

Kun-Og Kang^{1*} and Seong-Yun Hwang²

¹Dept. of Nutrition and Culinary Science, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea

²Dept. of Food and Biotechnology & Institute of Food Industry and Biotechnology, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea

ABSTRACT

Effects of *Doenjang* and *Chunggukjang* on rheological properties of bread flour were investigated based on falling number, RVA, farinogram, colorimeter, rheofermentometer and SEM. The falling number of bread flour was highest among all samples, and mixed flours containing *Chunggukjang* showed lower falling number than *Doenjang*. RVA showed that initial pasting temperatures of the control mixed flour of *Doenjang* and *Chunggukjang* increased sequentially, whereas peak viscosities were reversed and final viscosities showed similar results. In the farinogram, consistencies and water absorptions decreased with increasing quantity of *Doenjang* and *Chunggukjang*. Developments, stabilities, time to breakdowns and farinogram quality numbers of the mixed flour containing *Doenjang* were higher than those of *Chunggukjang* and greater addition decreased values. In the rheofermentometer test, height of maximum dough development of mixed flours containing *Chunggukjang* were lower than that of flours containing *Doenjang*. Total volumes, retention volumes and retention coefficients of mixed flours containing *Doenjang* and *Chunggukjang* were lower compared to the control. For features, SEM showed that mixed flour containing *Chunggukjang* showed a faded boundary compared to flour containing *Doenjang*. All of results showed that the various activities of *Chunggukjang* were more potent than those of *Doenjang*.

Key words : *Doenjang*, *Chunggukjang*, rheological property, bread flour

서 론

콩(*Glycine max* L.)은 동부 아시아, 중국 북부가 원산지로서 기원 전 2000년부터 단백질과 지질 급원으로 이용되어 왔다. 그러나 콩은 조식이 단단하여 삶거나 볶더라도 소화율이 70% 이하로 좋지 않다. 하지만 된장이나 청국장처럼 발효 가공식품으로 만든 경우에는 소화율이 85% 이상 된다고 한다(Cho JS & Hwang SY 2011).

된장은 삶은 콩에 *Aspergillus oryzae* 등과 같은 국균류를 증식시켜 발효하고, 장류 중에서 숙성기간이 가장 짧은 청국장은 *Bacillus subtilis*, *Bacillus natto* 등이 내는 강력한 protease의 작용으로 발효시킨 제품이다. 이 과정에서 만들어지는 가용성 점질물은 단백질과 당질에서 유래한 프락탄과 폴리글루탐산의 중합물질로 알려져 있다(Lee YL *et al* 1992).

또한 콩을 발효시킨 된장과 청국장이 기능성 식품으로 작용한다는 사실이 밝혀지면서 이에 대한 여러 가지 연구가 이루어졌다. Ko YJ *et al*(2012)은 국내산 시판 청국장의 품질 및 특성을 조사하여 풍미와 영양성분에 차이가 있음을 밝혔고, Yoo JS(2011)는 대두의 전처리 및 청국장의 발효조건을 확립함으로써 이소플라본 함량을 증가시킬 수 있었다고 하였다. Lee JJ *et al*(2011), Kim AR *et al*(2010)은 고지혈증과 비만예방 효과가 대두보다 청국장과 된장이 더 효과적이라고 하였으며, Joo EY & Park CS(2011)은 대두와 청국장 추출물의 항산화능과 혈전용해능 실험에서 대두에 비해 청국장의 효능이 더 큼을 밝혔다. 이처럼 삶은 콩에 증식한 *Aspergillus* sp.와 같은 국균류와 *Bacillus* sp.와 같은 세균류는 부패 유해균의 활동을 억제함으로써 각종 향압, 항산화, 혈전용해 효과 등을 얻을 수 있다. 이러한 특성을 식품가공에 이용한 울무 청국장을 첨가한 쿠키(Lee HJ *et al* 2011a), 파운드케이크(Lee HJ *et al* 2011b) 연구가 있다. 이외에도 Bang BH *et al* (2011)과 Song YH & Joo NM(2009)는 쿠키, Park KS *et al*

*Corresponding author : Kang Kun Og, Tel: +82-31-670-5181, Fax: +82-31-670-5189, E-mail : cocco-9522@hanmail.net

(2010)은 청국장을 이용한 설기떡의 품질 특성을 조사하는 등 다양한 연구가 이루어졌다.

그러나 된장과 청국장을 이용한 대부분의 실험이 분말을 사용하였고, 생된장과 생청국장을 가공식품에 이용한 경우는 없었다. 분말 된장이나 청국장의 경우, 이들을 분말로 만드는 과정에서 발효에 사용된 *amylase*와 *protease*의 활성이 약화될 수밖에 없다. 그러나 빵, 면류, 쿠키, 케이크 등에 널리 사용되는 소맥분에 생된장이나 생청국장을 첨가할 경우, 세균과 곰팡이에서 유래된 *amylase*와 *protease*의 활성이 그대로 있기 때문에, 반죽의 물성 및 발효에 다른 영향을 미치리라 추정된다. 또한 곰팡이와 세균이 분비하는 효소의 특성이 서로 다를 것으로 여겨져, 건조 분말과정을 거치지 않은 된장과 청국장을 강력분에 첨가하여 *amylase* 활성, 호화도, 반죽의 강도, 흡수율, 안정도 등의 물성과 발효력에 미치는 차이를 조사함으로써 반죽이 제빵에 적합한지를 파악하고, 또 된장과 청국장의 기능성을 활용하는데 기초자료로 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 연구에 사용한 된장과 청국장은 품질의 균일화 및 숙성시간을 단축하기 위하여 소금을 사용하지 않고 만들었다. 된장에 사용한 코오지는 한국효소주식회사(Korea enzyme Co. LTD, 경기 화성), 청국장에 사용한 나또는 풀무원(서울)에서 각각 구입하여 Fig. 1과 Fig. 2의 방법으로 된장과 청국장을 제조한 다음 실험재료로 사용하였다. 그리고 강력분(1등급, 대한제분)과 발효력 실험에는 활성 이스트(Saf instant, France)를 사용하였다.

2. 된장과 청국장 복합분의 물성 측정

1) Falling Number 측정

Falling number는 Perten Instruments(Huddinge, Sweden)의 falling number 1500을 사용하여 AACC 법(2000a)에 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉, 강력분 대조구와 된장, 청국장을 각각 3%, 6%씩 강력분에 첨가하여 만든 복합분을 7 g씩 정확하게 계량한 후 용기에 넣고, 증류수 25 mL를 가해 고무마개로 막고 20회 정도 균일하게 흔들어주어 현탁액을 만들었다. 이것을 100℃ 비등수에서 60초 동안 호화시킨 다음 5회 반복 측정하였다.

2) 호화도 측정

호화도는 RVA(Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific

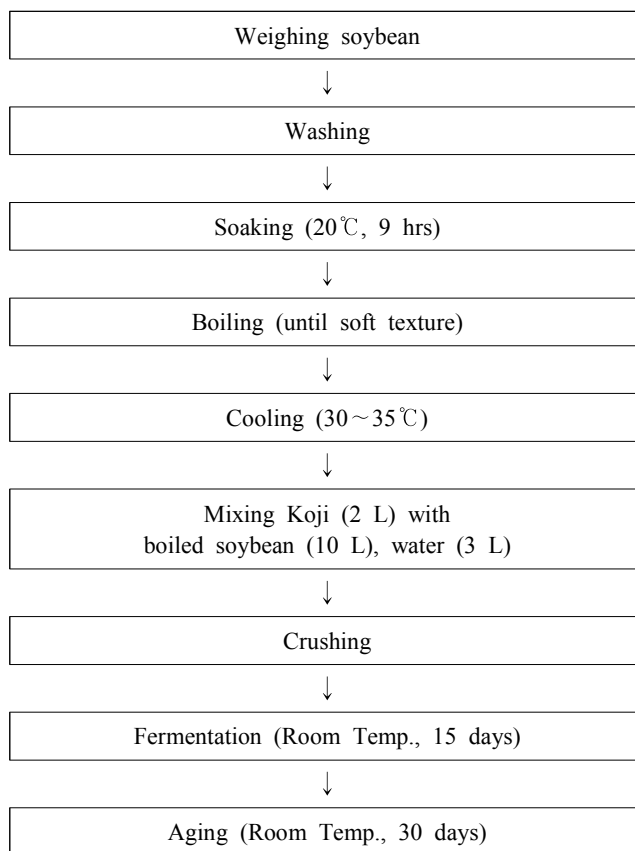


Fig. 1. Diagram for making *Doenjang*

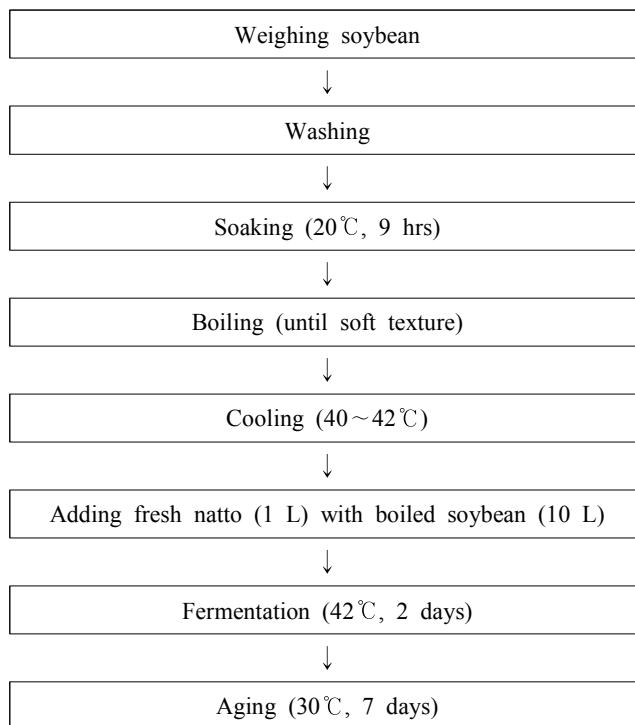


Fig. 2. Diagram for making *Chunggukjang*

Ltd., Australia)를 이용하여 다음과 같이 측정하였다. 즉, 시료 3.5 g을 알루미늄 용기에 넣고, 증류수 25 mL를 가한 다음 회전축을 이용하여 일정한 힘으로 10회 정도 균일하게 교반하여 현탁액을 만들었다. 이후 50℃로 맞춘 신속 점도계에서 1분간 빠른 속도로 교반한 다음, 1분에 12℃씩 상승시키면서 95℃까지 가열하고, 이 상태에서 2.5분 유지시킨 후 50℃로 냉각시키면서 호화 개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최고점도 시간(peak time), 최저점도인 유지강도(holding strength), 최고점도에서 최저점도를 뺀 break down, 최종점도(final viscosity), 최종점도에서 최저점도를 뺀 set back을 5회 반복 측정하였다.

3) Farinogram 측정

Farinogram은 Farinogram-E(M81044, Brabender Co., Ltd., Germany)를 사용하여 AACCC(2000b) 방법으로 다음과 같이 측정하였다. 즉, 시료 300 g을 취하고, 파리노그램 커브의 중앙이 500±10 FU(farinogram unit)에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였으며, 이때 반죽온도는 30.0±0.2℃이었다. Farinogram으로부터 반죽의 되기 또는 강도(consistency)와 흡수율(water absorption), 반죽 형성시간(development time), 반죽 안정도(stability), 반죽 파괴시간(time to break down), 반죽 내성(mixing tolerance index: MTI) 및 farinograph quality number를 5회 반복 측정하였다.

4) Rheofermentometer 측정

Rheofermentometer(F3, Chopin Co., France)를 사용하여 반죽의 발효특성을 알아보았다. 측정 시작 온도는 24.0℃로 맞추었으며, 소맥분 250 g, 효모 3 g, 식염 5 g, 물은 mixograph 데이터에 기초한 결과에 따라 130.2 mL를 넣었다. 먼저 소맥분과 효모를 믹서 볼(NG, Chopin Co., France)에 넣고 1분간 혼합한 다음 식염과 물을 첨가하고, 6분 30초간 믹싱한 후 이 가운데 350 g을 분석에 사용하였다. 측정 조건은 protocol type 온도 28.5℃, duration 180 mm, 원추무게 2 kg, piston은 standard, quantity는 1.2%로 하였으며, 측정에 소요된 시간은 3시간이었다. Rheofermentometer parameter의 dough development curve는 T₁(최대 팽창 높이까지 소요되는 시간), H_m(dough development의 최대 높이), h(시험이 끝났을 때 dough development의 높이) 및 (H_m-h)/H_m{3시간 후 T₁과 비교한 development의 감소율(%)}을 측정하였다. 또한 gaseous release는 H'm(가스 발생 커브의 최대 높이), T'₁(가스 발생 커브 최대 높이까지 소요되는 시간), T_x(반죽에서 CO₂ 가스가 손실되기 시작할 때의 시간), 전체 부피(A1+A2 커브에서 가스 발생량), CO₂ 가스 손실량과 보유량(mL) 및 CO₂ 가스 보유율(%)을 측정하였다.

5) 색도 측정

색도는 Colorimeter(JS 555, Color Techno System Co., Japan)를 사용하여 시료를 용기에 균일하게 담고 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 측정하였다. 이때 표준 백색판(Calibration palate)의 값은 L = 98.37, a = -0.05, b = -0.23이었다.

6) 미세구조 측정

발효된 된장, 청국장 및 이를 첨가한 복합분의 미세구조 측정에는 Scanning Electronic Microscope II(SU 3500, Hitachi, Japan)를 사용하였다. 시료의 전처리에는 동결건조기(LYOPH-PVFD 20R, Ilshin, Korea)로 -40℃~-35℃에서 동결시킨 후 단계적으로 24시간 동안 건조하였으며, 실험조건은 가속전압 10 KV, 저진공(low vacuum mode, 100 Pa)에서 코팅 처리 없이 500, 1,000, 3,000 배율로 촬영하였다.

3. 통계처리

실험결과와 통계처리는 SAS package(release 8.01)를 사용하였으며, 평균±표준편차로 나타내었다. 시료의 유의성 검증은 일원분산분석(ANOVA)을 이용하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 다중범위검증(Duncan's multiple range test)을 실시하여 각 시료간의 통계적 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. Falling Number

된장과 청국장 첨가가 강력분의 falling number에 미치는 영향은 Table 1과 같았다. 강력분 대조구는 367.2±4.1초였으며, 된장 3%, 6% 첨가구는 331.2±6.2, 311.5±3.7초, 청국장 3%, 6% 첨가구는 312.8±1.2, 287.8±2.2초였다. Falling number는 전분의 특성 및 효소 활성도를 측정하는 것으로 amylase가 전분을 분해하는 정도가 크면 그 값은 감소하는데, falling number의 값이 낮을수록 즉, 플런저가 낙하하는 시간이 짧을수록 amylase 활성이 높다는 것을 의미한다(Hwang SY 2010).

Park BJ *et al*(2005)은 소맥분의 종류에 따라서 falling number가 달라지는데, 강력분, 중력분, 박력분의 순으로 낮아졌다고 하였다. Pylar EJ(1982)는 제빵용 밀가루는 적절한 amylase 활성을 지니고 있어야 하며, falling number가 250~290초 정도 나오는 것이 좋다고 하였다. 본 실험에 사용된 강력분의 falling number는 367.2±4.1초로 amylase 활성이 그다지 높다고 볼 수 없었으나, 된장과 청국장을 첨가한 복합분의 경우 그 첨가량이 많아지면 falling number가 낮아졌고, 청국장 복합분이 된장 복합분보다 falling number가 더 낮은 것으로 나타났다. 즉, *Bacillus natto*가 분비하는 amylase 활성이 *Aspergillus*

Table 1. Falling number of the bread flour containing different quantity of Doenjang and Chunggukjang (unit: sec)

Samples	Control	A	B	C	D
Falling number	367.2±4.1 ^{a1)}	331.2±6.2 ^b	311.5±3.7 ^c	312.8±1.2 ^c	287.8±2.2 ^d

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=5.

^{a~d} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

A: Mixed flour with added Doenjang 3%, B: Mixed flour with added Doenjang 6%, C: Mixed flour with added Chunggukjang 3%, D: Mixed flour with added Chunggukjang 6%.

oryzae 활성보다 더 높다는 것을 알 수 있었으며, 따라서 제빵용 소맥분에 청국장 또는 된장을 적절하게 첨가할 경우, 필요한 amylase 활성을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

2. 호화도

강력분 대조구와 복합분의 호화특성을 보면 Table 2, Fig. 3과 같이, 초기 호화온도는 강력분 대조구가 65.28±0.04℃이었으며, 된장과 청국장을 3%, 6%별로 첨가한 시료들은 각각 65.33±0.04, 66.18±0.04, 66.90±0.07, 67.28±0.67℃로 더 높았고, 첨가량이 많아질수록 초기 호화온도는 높아지는 경향을 보였다.

좁쌀분말 함량을 다르게 한 복합분(Chang HG 2004)과 죽업을 이용한 yellow layer cake 실험(Song YK & Hwang SY 2007)에서는 초기 호화온도가 시료들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다고 한 반면, Hwang SY & Eom IT(1999)은 유화제를 종류에 상관없이 첨가할 경우, 소맥분의 초기 호화온도가 낮아진다고 하였다. 본 연구에서는 된장과 청국장 복합분의 초기 호화온도가 대조구보다 된장 및 청국장 첨가구에서, 또한 첨가량이 많아질수록 더 높아졌다. 이는 초기 호화온도가 소맥분에 첨가된 물질의 종류에 따라 차이를 나타내는 것으로, 본 연구에서는 첨가된 된장과 청국장 자체도 영

향을 미치지 않지만, 이들에 함유된 amylase의 영향을 받아 전분이 어느 정도 당화되고 따라서 총 전분량이 감소되므로 호화 개시온도가 높아지는 것으로 판단되었다.

최고점도는 강력분 대조구가 366.25±12.02 RVU로 된장과 청국장을 첨가할 때 더 낮아졌으며, 청국장 6% 첨가구에서 234.54±0.06 RVU로 가장 낮은 값을 보였다. Cho NJ *et al* (1998)은 밀가루 속에 내재되어 있는 α-amylase의 활성 점도를 나타내는 최고점도는 원료 밀가루보다 첨가량에 따라 낮아져서 amylase 활성이 증가함을 알 수 있다고 하였다. 이는 falling number에서와 같이 amylase 활성이 높으면 전분이 당화되고, 따라서 호화된 상태가 묽어지므로 그 수치가 떨어지는 것과 동일한 모습이다.

최고점도 후에 나타나는 최저점도인 유지강도는 된장 3% 첨가구가 170.96±9.49 RVU로 가장 높았으며, 다음은 대조구였고, 된장과 청국장 함량이 많아질수록 더 낮아졌다. 최고점도에서 최저점도를 뺀 break down 값은 강력분 대조구가 216.58±4.89 RVU로 가장 높았고, 된장과 청국장 복합분들은 이보다 낮았으며, 청국장 6% 첨가구에서 가장 낮게 나타났다. Song YK *et al*(2012)은 소맥분에 첨가한 쌀가루량이 많을수록 break down 값이 커지는데, 이 값이 클수록 호화된 전분 상태가 쉽게 파괴되는 것을 의미하고, 온도, 반죽의 정도, 전단력, 전분

Table 2. RVA data of the bread flour containing different quantity of Doenjang and Chunggukjang

Samples	Initial pasting temp.	Peak viscosity		Holding strength	Break down	Final viscosity	Set back
	(°C)	RVU	Time (min)	RVU	RVU	RVU	RVU
Control	65.28±0.04 ^{c1)}	366.25±12.02 ^a	5.87±0.00 ^c	149.67±3.18 ^b	216.58±4.89 ^a	231.84±1.18 ^b	82.17±0.11 ^a
A	65.33±0.04 ^c	311.05± 0.18 ^b	6.17±0.05 ^a	170.96±9.49 ^a	140.09±1.36 ^c	254.88±7.13 ^a	83.92±0.11 ^a
B	66.18±0.04 ^b	309.29± 4.89 ^b	5.97±0.05 ^b	139.79±1.00 ^{bc}	169.51±0.53 ^b	225.09±4.36 ^c	85.30±0.07 ^a
C	66.90±0.07 ^a	286.55± 3.71 ^c	5.80±0.10 ^c	136.96±2.77 ^c	149.59±4.60 ^c	191.63±0.88 ^d	54.67±0.14 ^b
D	67.28±0.67 ^a	234.54± 0.06 ^d	5.70±0.04 ^c	122.75±1.06 ^c	111.79±0.99 ^d	144.42±0.94 ^c	21.67±0.35 ^c
F-value	162.19 ^{***}	241.69 ^{***}	21.19 ^{**}	124.16 ^{***}	33.18 ^{***}	18.99 ^{**}	1.82

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=5

^{a~d} Means with the same letter in column are not significantly different by duncan's multiple range test ($p<0.05$).

A: Mixed flour with added Doenjang 3%, B: Mixed flour with added Doenjang 6%, C: Mixed flour with added Chunggukjang 3%, D: Mixed flour with added Chunggukjang 6%.

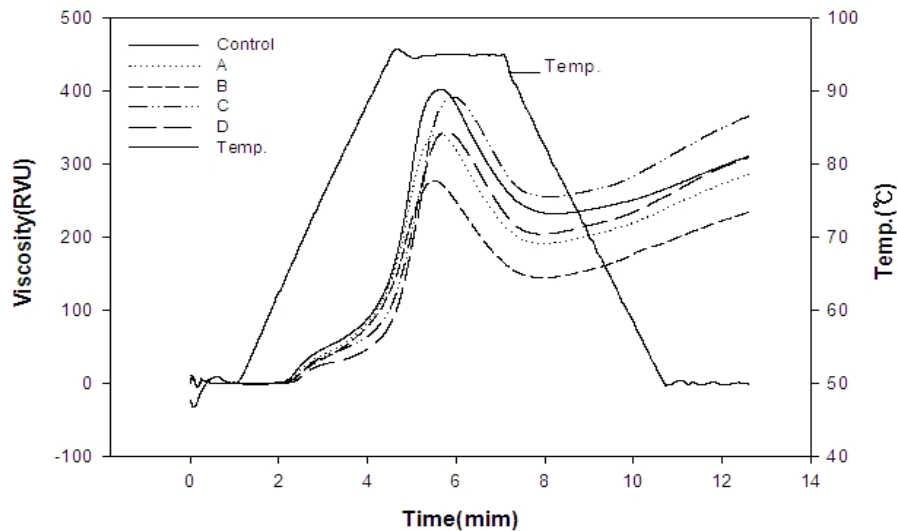


Fig. 3. Rapid Visco Analyser (RVA) pasting curves of the bread flour containing different quantity of *Doenjang* and *Chunggukjang*.

A: Mixed flour with added *Doenjang* 3%, B: Mixed flour with added *Doenjang* 6%, C: Mixed flour with added *Chunggukjang* 3%, D: Mixed flour with added *Chunggukjang* 6%.

의 상태 등에 영향을 받는다고 하였다. 청국장 복합분의 break down 값이 된장 복합분이나 대조구에 비하여 낮게 나타난 것은 청국장 복합분을 호화시킬 경우, 그 호화된 상태가 대조구 및 된장 복합분에 비하여 안정된다는 것을 의미하는 것으로 그 가공적성이 좋음을 예측할 수 있다. 최종점도는 호화가 끝난 전분을 강제로 냉각시킨 후의 점도로, 호화되었던 전분이 노화되는 정도에 따라 그 값이 달라진다. 대조구의 최종점도는 231.84 ± 1.18 RVU이었고, 된장 3% 첨가구가 254.88 ± 7.13 RVU로 대조구보다 높았지만, 된장 6% 첨가구와 청국장 첨가구들은 모두 낮게 나타났다.

최종점도에서 최저점도를 빼서 얻은 set back 값은 호화되었던 전분이 노화되는 정도를 예측하는데 이용된다. 강력분 대조구의 set back 값은 82.17 ± 0.11 RVU이었고, 된장 3%, 6% 첨가구는 각각 83.92 ± 0.11 , 85.30 ± 0.07 RVU로 된장 첨가량이 많아지면 약간씩 높아졌지만 대조구와 유의적인 차이는 없었다. 청국장 3%, 6% 첨가구는 각각 54.67 ± 0.14 , 21.67 ± 0.35 RVU로 set back 값이 급격하게 낮아졌으며, 대조구 및 된장 첨가구들과 유의적인 차이를 보였다. 이 같은 결과는 청국장의 *Bacillus natto*에서 분비되는 amylase 활성이 된장의 *Aspergillus oryzae*보다 훨씬 강력하여 전분을 많이 당화시켰고, 따라서 노화될 수 있는 전분이 줄어들어 set back 값이 낮게 나타난 것으로 판단되었다.

3. Farinogram

강력분 대조구와 된장, 청국장 복합분의 farinogram 측정 결과는 Table 3과 같았다. Consistency(반죽의 강도 또는 되

기)는 물의 함량이나 소맥분의 특성 즉, 단백질의 양과 질, 펜토산, 손상전분 등에 의하여 영향을 받으며, 동일한 소맥분에서 500 FU를 넘으면 반죽이 되다는 것을 의미하므로 500 FU에 맞추기 위해서 물의 양을 증가시켜야 한다고 한다(Hwang SY 2010). 본 실험에서 강력분 대조구의 consistency는 504.50 ± 3.54 FU이었고, 다음은 이를 기준으로 동일한 양의 물을 첨가하였을 때 청국장 6% 첨가 복합분(482.50 ± 3.54 FU)이었으며, 된장과 청국장 첨가량이 많아질수록 consistency는 낮아지는 경향을 보였다. 즉, 된장과 청국장 복합분의 consistency는 대조구에 비하여 되기가 낮다는 것을 의미하는데, 이는 된장과 청국장에는 글루텐이 함유되어 있지 않아 그 함량이 많아질수록 반죽이 상대적으로 질다는 것을 의미하는 것이다.

흡수율은 강력분 대조구가 $65.80 \pm 0.42\%$ 로 가장 높았으며, 그 다음은 청국장 3% 첨가구의 $64.90 \pm 0.14\%$ 이었지만, 서로 간에 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 전체적으로 된장과 청국장 분말 첨가량이 많아질수록 흡수율은 낮아졌는데, 이는 된장과 청국장의 재료가 대두이고, 대두의 주성분은 단백질과 유지로 소맥분에 비하여 친수기가 적기 때문에 흡수율이 낮아진 것으로 판단되었다. Kim HJ et al(2001)은 동결 건조한 천마분말 첨가가 소맥분의 물리적 특성에 미치는 영향을 조사한 결과, 수분흡수율이 대조구는 63.0%, 천마분말 첨가구들은 63.0~63.3%로 차이가 거의 없다고 한 반면, Yook HS et al(2000)은 멥게껍질에서 분리한 식이섬유를 제빵제조용 시료로 사용하여 흡수율을 실험한 결과, 섬유소 슬러리를 첨가한 반죽의 흡수율은 100% 밀가루보다 높아졌다고 하였다. 이 같은 실험들에서 흡수율은 첨가하는 재료의 특성에 따

Table 3. Farinogram parameters of the bread flour containing different quantity of Doenjang and Chunggukjang

Samples	Farinogram parameters					
	Consistency (FU)	Water absorption (%)	Development time (min)	Stability (min)	Time to breakdown (sec)	Farinogram quality number
Control	504.50±3.54 ^{a1)}	65.80±0.42 ^a	9.75±0.35 ^a	14.80±0.28 ^a	854.00±1.41 ^a	194.00±1.41 ^a
A	392.50±3.54 ^c	63.75±0.07 ^b	9.15±0.21 ^b	13.45±0.35 ^b	346.00±2.83 ^b	188.50±2.12 ^b
B	328.50±3.54 ^d	61.80±0.42 ^c	8.00±0.00 ^c	11.70±0.57 ^a	210.50±0.71 ^c	163.50±2.12 ^c
C	482.50±3.54 ^b	64.90±0.14 ^a	7.70±0.28 ^d	6.50±0.71 ^c	180.50±0.71 ^d	97.00±1.41 ^d
D	389.50±0.71 ^c	63.30±0.57 ^b	6.95±0.07 ^e	5.00±0.00 ^d	160.00±0.08 ^d	93.00±2.83 ^d
F-value	1,044.75 ^{***}	43.20 ^{***}	215.66 ^{***}	220.30 ^{***}	290.75 ^{***}	1,145.15 ^{***}

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=5.

^{a-d} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

A: Mixed flour with added Doenjang 3%, B: Mixed flour with added Doenjang 6%, C: Mixed flour with added Chunggukjang 3%, D: Mixed flour with added Chunggukjang 6%.

라 영향을 받는다는 것을 알 수 있었는데, 천마분말은 전분함량이 86.5% 정도로 소맥분과 거의 비슷하므로 흡수율에 차이가 나지 않은 것으로 생각되며, 멩계 섬유소는 친수기를 다수 가지고 있을 뿐만 아니라, 함량이 거의 20%에 가까우므로 흡수율을 높인 것으로 사료된다.

반죽의 발전시간은 반죽을 시작하여 최고점 또는 최대 반죽 강도에 도달하는 시간으로 강력분 대조구가 9.75±0.35분으로 가장 길었으며, 다음은 된장 3%, 6%(9.15±0.21, 8.00±0.00분), 청국장 3%, 6%(7.70±0.28, 6.95±0.07분) 순이었다. 즉, 된장과 청국장 함량이 많아질수록 발전시간은 짧아졌는데, 이는 소맥분에 함유된 글루텐이 상대적으로 희석되었기 때문에 나타난 현상으로 파악되었다. 된장과 청국장 복합분을 서로 비교하여 보면 청국장 복합분의 발전시간이 된장보다 더 짧았는데, 이는 청국장의 amylase와 protease의 특성이 된장보다 커서 전분이나 단백질 분해가 더 일어났고, 따라서 발전시간은 짧아진 것으로 사료된다.

안정도는 강력분 대조구가 14.80±0.28분이었고, 된장과 청국장 복합분 모두 첨가량이 증가할수록 안정도는 낮아졌다. 청국장 복합분의 안정도가 된장 복합분보다 낮게 나타났는데, 이로써 세균 amylase와 protease의 활성이 곰팡이에 비하여 매우 강하다는 사실을 알 수 있었다. 반죽 파괴시간은 반죽을 시작하고부터 반죽이 진행되다가 500 FU를 떠나는데 걸리는 시간으로 강력분 대조구는 854.00±1.41초였고, 된장 3%, 6% 복합분은 각각 346.00±2.83, 210.50±0.71초 그리고 청국장 3%, 6% 복합분은 각각 180.50±0.71, 160.00±0.08초였다. 이 같은 결과에서 안정도가 좋은 대조구가 반죽파괴시간도 빨리 오지 않는다는 것을 알 수 있었다. Choi BS *et al*(2008)은 매실 엑기스 첨가가 케이크 반죽의 리올로지 특성에 미치

는 실험에서 박력분에 매실 엑기스 즉, 산성 물질을 첨가하면 단백질이 단단해지고, 이는 안정도의 증가로 이어진다고 하였으며, 그 결과 반죽 파괴도 쉽게 되지 않는다고 하였다. 이를 본 실험과 비교하여 보면 안정도가 좋은 소맥분은 반죽 파괴가 쉽게 일어나지 않으며, 결과적으로 된장과 청국장에 함유된 효소는 소맥분을 약화시킨다는 사실을 확인할 수 있었다. Farinogram quality number는 강력분 대조구가 194.00±1.41이었고, 된장과 청국장을 3%, 6%별로 첨가한 복합분들은 각각 188.50±2.12, 163.50±2.12, 97.00±1.41, 93.00±2.83으로 된장 복합분보다는 청국장 복합분의 값이 더 낮았으며, 첨가량이 많아지면 그 값은 더 떨어지는 경향을 보였다. Hwang SY (2008)도 강력분과 중력분 그리고 박력분의 farinogram quality number는 각각 138.0, 57.0, 32.0으로 소맥분의 성질이 약해질수록 그 값은 낮아진다고 하였다.

4. Rheofermentometer

된장과 청국장에 함유된 곰팡이와 세균의 amylase 및 protease 효소가 강력분 반죽의 발효에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4 및 Table 5와 같았다. 즉, dough development curve의 T₁(최대 팽창 높이까지 소요되는 시간)은 대조구가 180분이었고, 된장 3% 복합분 역시 180분으로 대조구와 차이가 없었다. 그러나 된장 6% 복합분과 청국장 3%, 6% 복합분들은 각각 177분, 115.5분, 81분으로 소요된 시간이 점차 감소하였다. 이는 청국장에 함유된 세균 amylase와 protease의 활성이 된장 곰팡이의 것보다 강하여 글루텐 조직을 약화시키고, 발효과정에서 발생한 이산화탄소를 충분히 포집하지 못하여 최대 팽창 높이까지 걸리는 시간이 짧아진 것으로 판단되었다. Kim SY(2004)는 곰팡이, 세균, 맥아에서 분리한 α-

Table 4. Rheofermentometric analysis for developments of doughs containing different quantity of Doenjang and Chunggukjang

Samples	T ₁ ¹⁾ (min)	Hm ²⁾ (mm)	h ³⁾ (mm)	(Hm-h)/Hm ⁴⁾ (%)
Control	180	21.1	20.0	0.05
A	180	18.0	17.6	0.02
B	177	15.0	14.2	0.05
C	115.5	10.0	9.8	0.03
D	81	10.0	9.7	0.03

¹⁾ Time of maximum rise expressed in minutes.

²⁾ Height of maximum dough development under constraint, expressed in mm.

³⁾ Height of dough development at the end of the test(T: 3 hours for a whole test, or T: x for a test manually interrupted).

⁴⁾ Lowering of the development percentage after 3 hours compared to T₁.

A: Mixed flour with added Doenjang 3%, B: Mixed flour with added Doenjang 6%, C: Mixed flour with added Chunggukjang 3%, D: Mixed flour with added Chunggukjang 6%.

amylase를 첨가한 냉동 생지를 보관하면서 T₁값을 측정하였을 때 반죽의 냉동 저장기간이 증가할수록 냉동으로 인한 효모 사멸율의 증가로 T₁값이 오래 걸렸다고 하였다. 반면, 본 연구는 반대의 결과로 이는 된장과 청국장 복합분의 경우, 이산화탄소는 더 발생하였지만 보유를 하지 못하여 최대 높이

에 다다른 시간이 짧아졌기 때문에 사료된다.

Hm(dough development의 최대 높이)는 강력분 대조구가 21.1 mm이었고, 된장과 청국장 복합분들은 각각 18.0 mm, 15.0 mm, 10.0 mm, 10.0 mm로 된장보다는 청국장 복합분이, 그리고 첨가량이 많아질수록 Hm값은 낮아졌다. T(실험이 끝났을 때 dough development 높이)는 대조구가 20.0 mm이었으며, 된장 3%, 6% 복합분은 17.6 mm, 14.2 mm이었고, 청국장 3%, 6% 복합분은 9.8 mm, 9.7 mm로 된장과 청국장 분말 첨가량이 많아질수록 발효 후 최종 높이가 낮아짐을 알 수 있었다. (Hm-h)/Hm(발효가 시작된 후 3시간이 지나서 T₁과 비교한 development의 감소율)은 모든 시료에서 0.02~0.05로 나타나 그 차이가 크지 않았었다.

또한 Table 5에서와 같이 H'm(이산화탄소 발생 커브의 최대 높이)는 강력분 대조구가 95.0 mm로 가장 높았으며, 다음은 된장 복합분과 청국장 복합분순이었고, 첨가량이 많으면 낮은 값을 보였다. T₁(이산화탄소 발생 커브 최대 높이까지 소요되는 시간) 값과 T_x(반죽에서 이산화탄소 가스가 손실되기 시작할 때의 시간) 값은 강력분 대조구가 가장 높은 값이 나왔고, 된장과 청국장 복합분 그리고 그 첨가량이 많아질수록 시간이 짧아져 된장과 청국장에 함유된 protease가 글루텐 피막을 약화시킴을 추정할 수 있었다.

전체 부피 즉, total volume(총 부피), retention volume(최종적으로 반죽이 보유하고 있는 이산화탄소 부피), retention coefficient는 된장과 청국장 복합분들이 대조구에 비하여 감소하였으며, 그 정도는 청국장 복합분이 된장 복합분보다 크게 나타났다. 그리고 CO₂ lost volume(이산화탄소 손실 부피)

Table 5. Rheofermentometric analysis for gaseous releases of doughs prepared with different quantity of Doenjang and Chunggukjang

Samples	H'm ¹⁾ (mm)	T ₁ ²⁾ (min)	T _x ³⁾ (min)	Total volume ⁴⁾ (mL)	CO ₂ lost volume ⁵⁾ (mL)	Retention volume ⁶⁾ (mL)	Retention coefficient ⁷⁾ (%)
Control	95.0	178	119	2,130	53	2,077	97.5
A	92.8	172	92	2,080	68	2,012	96.7
B	89.5	170	90	1,929	72	1,857	96.2
C	82.6	168	86	1,817	140	1,677	92.3
D	79.1	162	85	1,730	192	1,538	88.9

¹⁾ Maximum height (mm) of the gaseous release curve.

²⁾ Time spent to reach H'm.

³⁾ Appearance time of the dough's porosity (time when the dough begins to CO₂).

⁴⁾ Total volume of gaseous release in mL (A1+A2).

⁵⁾ The carbon dioxide volume released by the dough during its fermentation (A2).

⁶⁾ The carbon dioxide volume in mL kept in the dough at the end of the test (A1).

⁷⁾ The retention volume divided by the total gaseous release in %.

A: Mixed flour with added Doenjang 3%, B: Mixed flour with added Doenjang 6%, C: Mixed flour with added Chunggukjang 3%, D: Mixed flour with added Chunggukjang 6%.

은 높아지는 경향이였다. Park BJ(2005)은 냉동 반죽의 저장에 따른 발효특성 실험에서 저장기간이 증가할수록 효모가 불활성화되고, 냉-해동의 문제로 발효력이 떨어지는데, 이렇게 되면 이산화탄소 생성이 적게 되어 반죽의 높이를 줄이게 된다고 보고하였다. 본 연구와 비교해 보면 된장과 청국장 첨가에 의하여 효모가 불활성화되는 경향은 보이지 않았지만, 이들에 함유된 효소가 단백질 피막을 약화시켜 이산화탄소 손실을 크게 하였을 뿐만 아니라, 반죽의 높이도 낮추는 것으로 판단되었다. 즉, 이 같은 결과는 이스트의 발효력 문제와는 달리 이산화탄소를 보유할 수 있는 글루텐의 역할이 중요함을 보여주는 것이다.

5. 색도

강력분 대조구의 명도(L값)는 95.19 ± 0.22 이었고, 된장과 청국장을 3%, 6% 첨가한 복합분들은 각각 92.61 ± 0.04 , 90.39 ± 0.03 , 92.92 ± 0.05 , 91.50 ± 0.01 로 복합분 군이 대조구에 비하여 낮았으며, 된장 3%, 청국장 3% 복합분 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 6). 본 실험에서 된장과 청국장 양을 동일하게 첨가하였고, 원재료인 대두도 동일하게 사용하였지만 명도의 차이가 생긴 것은 된장의 제조기간이 청국장에 비하여 더 길고, 따라서 마이야르 반응이 많이 일어나 명도가 낮아진 것으로 판단되었다. 적색도(a값)와 황색도(b값)에서는 강력분 대조구가 -0.25 ± 0.07 , 9.66 ± 0.13 으로 가장 낮게 나타났으며, 적색도와 황색도 모두에서 된장과 청국장 함량이 많아지면 그 값들은 높아졌다. 그리고 된장 복합분과 청국장 복합분을 비교하여 보았을 때 동일한 양을 첨가하였

을 경우, 된장 복합분의 적색도와 황색도가 더 높게 나타났다. Lee HJ *et al*(2011a)도 쿠키에 청국장 분말 첨가량이 많아지면 명도는 낮아지고, 적색도는 증가하는데, 이는 재료에 함유된 당과 아미노산의 갈변반응 때문이라고 하였다.

6. 미세구조 관찰

발효된 된장, 청국장과 이를 첨가한 복합분의 미세구조를 전자현미경으로 관찰한 모습은 Fig. 4와 같았다. 전반적으로 된장이 청국장에 비하여 밝은 모습을 띠었고, 세포간의 경계선이 더 선명하지 않음을 알 수 있었다. 이 같은 현상은 청국장은 삶은 대두를 으깨지 않은 상태에서 발효시킨 다음 파쇄하여 동결건조한 것이고, 된장은 으갠 다음 코오지와 섞어서 만들었기 때문으로 즉, 된장은 발효초기부터 효소와 접촉면이 큰 반면 청국장은 삶은 대두를 통째로 발효시킨 다음 분쇄함으로써 내부에 효소작용이 충분히 미치지 못하여 세포선이 뚜렷하게 남은 것으로 판단되었다.

복합분들의 미세구조에서는 된장과 청국장에 함유된 *amylase*와 *protease*가 열처리한 대두에 작용하여 이를 부분적으로 분해하였을 뿐만 아니라, 이들 효소들이 소맥분에도 작용하여 강력분의 주성분인 전분 알갱이와 단백질에 영향을 미쳤음을 알 수 있었다. 즉, 1,000배율의 경우 강력분 대조구는 입자의 경계면이 뚜렷하게 구분되는 반면, 된장과 청국장을 함유한 복합분들의 경계면은 약간 흐릿해짐을 알 수 있었다. 또한 된장과 청국장 복합분들을 비교하였을 때 청국장 복합분이 된장 복합분에 비하여 입자들의 경계면이 약해진 현상을 보여주었는데, 이는 청국장 세균의 효소활성이 된장 곰팡이보다 더 강하다는 것을 보여주는 사례로 판단되었다. Park BJ(2005)도 곰팡이와 세균에서 분리된 α -*amylase*를 첨가한 시료들에서 전분입자가 효소에 의해 분해된 것을 확인할 수 있다고 하여 동일한 결과를 보여 주었다.

요약 및 결론

된장과 청국장을 강력분에 첨가하였을 때 변화되는 물리적인 특성을 조사한 결과, 대조구보다 된장과 청국장 첨가량이 많아질수록, 또 된장 복합분보다 청국장에서 *falling number*가 더 낮았다. RVA상의 초기 호화온도는 대조구, 된장, 청국장 복합분의 순으로 높아졌고, 최고점도는 반대의 결과를 보였다. *Break down*과 *set back* 값은 된장 복합분에 비하여 청국장 복합분이 낮았다.

*Farinogram*에서 *consistency*, 흡수율은 된장과 청국장 함량이 많아지면 낮아졌고, 청국장 복합분보다 된장 복합분에서 더 낮았다. 반죽의 발전시간과 안정도, 반죽 파괴시간, *farinogram quality number*는 된장 복합분이 청국장 복합분보다 높

Table 6. Color value of the bread flour containing different quantity of Doenjang and Chunggukjang

Samples	Color values		
	L	a	b
Control	$95.19 \pm 0.22^{a1)}$	-0.25 ± 0.07^d	9.66 ± 0.13^c
A	92.61 ± 0.04^b	0.36 ± 0.01^b	10.58 ± 0.01^b
B	90.39 ± 0.03^c	0.64 ± 0.03^a	11.21 ± 0.12^a
C	92.92 ± 0.05^b	0.16 ± 0.02^c	9.91 ± 0.03^c
D	91.50 ± 0.01^c	0.46 ± 0.09^b	10.38 ± 0.02^b
F-value	21.31**	39.60***	19.35*

1) Values are Mean \pm S.D., n=5.

^{a-d} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

A: Mixed flour with added Doenjang 3%, B: Mixed flour with added Doenjang 6%, C: Mixed flour with added Chunggukjang 3%, D: Mixed flour with added Chunggukjang 6%.

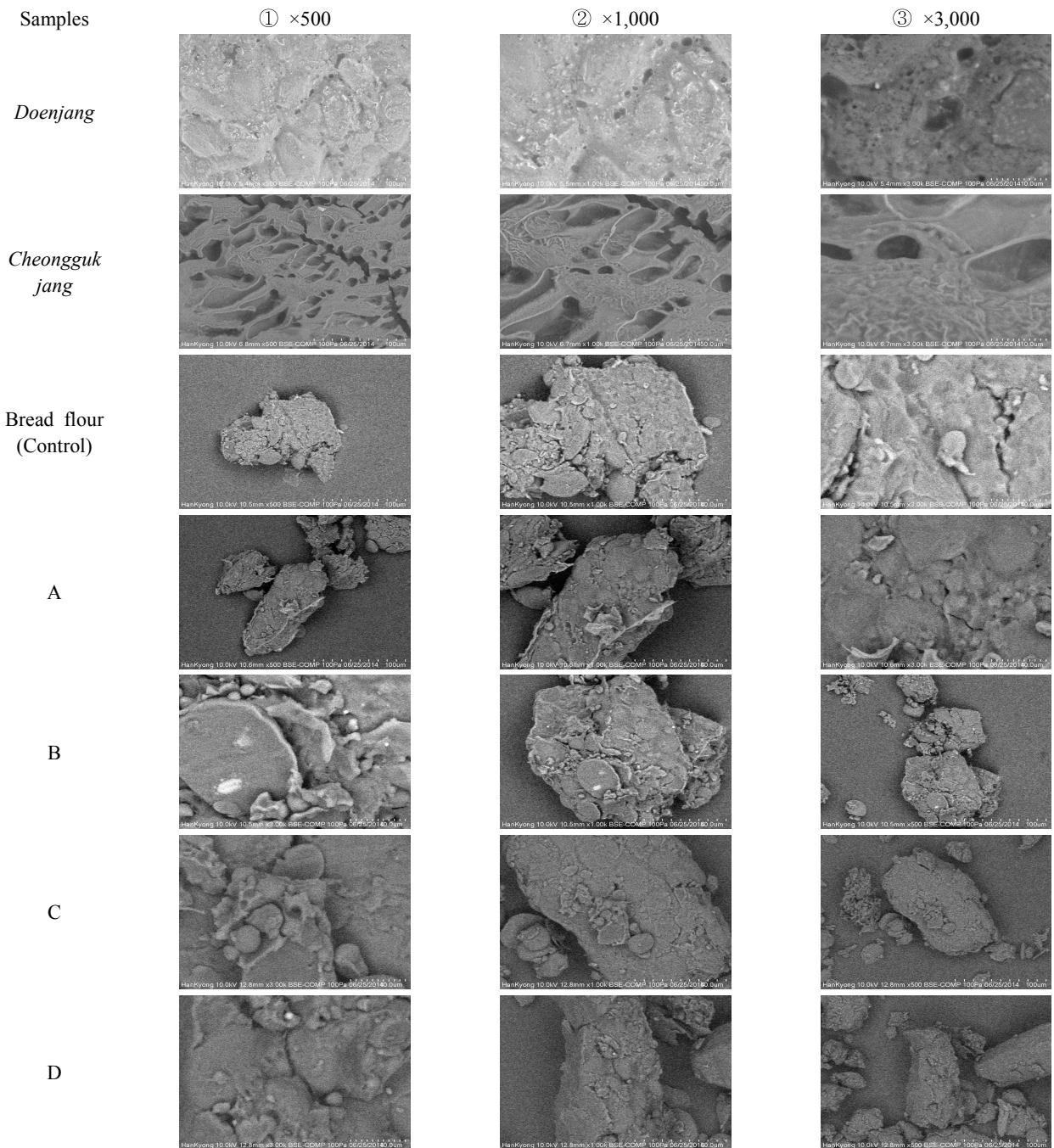


Fig. 4. Micrographs of the *Doenjang*, *Cheonggukjang* and flours.

A: Mixed flour with added *Doenjang* 3%, B: Mixed flour with added *Doenjang* 6%, C: Mixed flour with added *Cheonggukjang* 3%, D: Mixed flour with added *Cheonggukjang* 6%.

았으며, 그 첨가량이 많아질수록 낮은 값을 보였다. 발효력 시험에서 dough development의 최대 높이는 된장보다는 청국장 복합분이, 그리고 첨가량이 많아지면 낮아졌으며, total volume, retention volume, retention coefficient들은 된장과 청국장 복합분들이 대조구에 비하여 감소하였다. 색도에서 L, a, b값 모두 동일한 양을 첨가한 경우, 청국장 복합분이 된장 복합

분보다 낮은 값을 보였다. 그리고 미세구조 상에 나타난 청국장 복합분이 된장 복합분에 비해 경계면이 덜 뚜렷하였는데, 이는 청국장 세균의 효소활성이 된장보다 크다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

이와 같은 결과들에서 청국장의 효소활성이 된장보다 더 크음을 알 수 있었다. 또한 된장과 청국장을 소맥분에 첨가할

경우, 이들에 함유된 효소들이 소맥분에 미치는 영향을 어느 정도 예측할 수 있어, 발효력이 요구되는 제빵 등 가공제품 개발에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한경대학교 2014년도 학술연구조성비의 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- AACC (2000a) American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., Method 56-81B.
- AACC (2000b) American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., Method 54-21.
- Bang BH, Kim KP, Kim MJ, Jeong EJ (2011) Quality characteristics of cookies added with *Chungkukjang* powder. *Korean J Food & Nutr* 24: 210-216.
- Chang HG (2004) Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of millet flour. *Korean J Food Sci Technol* 36: 952-958.
- Cho JS, Hwang SY (2011) Food Materials. Moonundang, Seoul. pp 86-89.
- Cho NJ, Lee SK, Kim SK, Joo HK (1998) Effect of wheat brew with *Bifidobacterium bifidum* on rheological properties of wheat flour dough. *Korean J Food Sci Technol* 30: 832-841.
- Choi BS, Nam YJ, Hwang SY, Kang KO (2008) Effects of *Maesil* extract on the quality characteristics of yellow layer cake(1)-Rheology characteristics of cake batter. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 539-546.
- Hwang SY (2010) Cereal Processing. Jin Ro Book Center, Seoul. pp 162-165.
- Hwang SY, Eom IT (1999) Effects of emulsifiers on the quality of steamed bread. *Korean J Food Sci Technol* 31: 977-983.
- Joo EY, Park CS (2011) Antioxidant and fibrinolytic activities of extracts from soybean and *Chungkukjang* (Fermented soybean paste). *Korean J Food Preserv* 18: 390-937.
- Kim AR, Lee JJ, Chang HC, Lee MY (2010) Body-weight-loss and cholesterol lowering effects of *Chunggukjang*(a fermented soybean paste) given to rats fed a high-fat/high-cholesterol diet. *Korean J Food Preserv* 17: 688-697.
- Kim HJ, Kang WW, Moon KD (2001) Quality characteristics of bread added with *Gastrodia elata* Blume powder. *Korean J Food Sci Technol* 33: 437-443.
- Kim SY (2004) Rheology and quality characteristics of the wheat flour dough, frozen dough and bread prepared with amylase. *Ph Dissertation* Konkuk University, Seoul. pp 145-152.
- Ko YJ, Son YH, Kim EJ, Seol HG, Lee GR, Kim DH (2012) Quality properties of commercial *Chunggukjang* in Korea. *J Agriculture & Life Science* 46: 1-11.
- Lee HJ, Park HO, Jang JS, Kim SS, Han CK, Oh JB, Do WY (2011a) Antioxidant activity and quality characteristics of American cookies prepared with Job's tears (*Coix lachryma-jobi* L.) *Chungkukjang* powder and wheat bran powder. *Korean J Food & Nutr* 24: 85-93.
- Lee HJ, Park HO, Jang JS, Kim SS, Han CK, Han JH, Oh JB (2011b) Antioxidant activity and properties characteristics of pound cakes prepared using Job's tears (*Coix lachryma-jobi* L.) *Chungkukjang* powder and wheat bran powder. *Korean J Food & Nutr* 24: 350-361
- Lee JJ, Kim AR, Lee H, Kim CH, Chang HC, Lee MY (2011) Effects of soybean, *Cheonggukjang* on serum cholesterol level and weight reduction in rats fed a high-fat/high cholesterol diet. *Korean J Food Preserv* 18: 226-233.
- Lee YL, Kim SH, Choung NH, Yim NH (1992) A study on the production of viscose substance during *Chungkookjang* fermentation. *J Korean Agri Chem Soc* 35: 202-209.
- Park BJ (2005) Studies on the quality characteristics of the wheat flour dough, frozen dough and bread prepared with various α -amylase and emulsifiers. *Ph Dissertation* Kyung Hee University, Seoul. pp 129-175.
- Park BJ, Hwang SY, Park CS (2005) Effect of amylase and emulsifier on the characteristics of the bread dough. *Korean J Food Sci Technol* 37: 763-767.
- Park KS, Jang JO, Yoon HK, Kim HR (2010) The quality characteristics of *Sulgidduk* added with *Cheongkukjang* powder. *Korean J Culinary Research* 16: 250-258.
- Pylar EJ (1982) Baking Science and Technology. Vol 1. Siebel Publishing, Chicago. p 141.
- Song YH, Joo NM (2009) The characteristics and optimization of brown rice cookies prepared using *Chungkukjang*. *Korean Food Culture* 24: 321-330.
- Song YK, Hwang SY, Qu Ij, Kang KO (2012) Quality characteristics of the steamed cake containing rice flour. *J East Asian Soc Dietary Life* 22: 802-811.

Song YS, Hwang SY (2007) A study on the characteristics of yellow layer cake made with bamboo leaf powder. *Korean J Food & Nutr* 20: 164-172.

Yoo JS (2011) Pretreatment of soybean and development of fermentation conditions of *Chungkukjang* for high contents isoflavone production. *Food Engineering Progress* 13: 355-361.

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.

Date Received	Mar. 27, 2015
Date Revised	Apr. 22, 2015
Date Accepted	Apr. 23, 2015