ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)

한국지역사회생활과학회지 26(1): 135~143, 2015 Korean J Community Living Sci 26(1): 135~143, 2015

http://dx.doi.org/10.7856/kjcls.2015.26.1.135

연잎 분말을 첨가한 식빵의 유변학적 특성

이 현 주[†] 한경대학교 영양조리과학과

Rheological Properties of Bread Containing Lotus Leaf Powder

Hyun-Joo Lee^{1)†}

Dept. of Food Nutrition & Culinary Science, Hankyong National University

ABSTRACT

This study investigates the rheological properties of bread containing lotus leaf powder, added to the bread bases at 1%, 2%, and 3% concentrations. Physical properties of bread with lotus leaf powder were tested using the rapid viscoanalyzer (RVA), a farinogram, an alveogram, and a rheofermentometer. The initial pasting temperature increased with an increase in lotus leaf powder, whereas peak viscosity and, the peak time decreased. According to the farinogram test, consistency and water absorption increased with an increase in the ratio of lotus leaf powder. The p value of the alveogram increased with an increase in lotus leaf powder, whereas L and G values decreased. The fermentation time of the dough increased with an increase in the ratio of lotus leaf powder. The results suggest the potential development of bread containing functional ingredient such as lotus leaf powder based on the rheological properties identified in this study.

Key words: lotus leaf powder, rheological properties

I. 서론

식빵은 밀가루, 이스트, 소금, 설탕 등을 물과 배합한 반죽을 발효시켜 구워낸 것이다(Lee & Park 2011). 빵은 열량이 높고 부드러워 많이 이용하고 있는 인류의 열량 공급원으로서 주식 대용으로 빵의 소비가 증가하고 있다. 건강에 대한 관심이 증가하면서 천연에 존재하는 여러 가지 부재료를 첨가하여 영양을 갖춘 기능성 빵들이 개발되고 있다(Kim et al. 2012).

연(Nelumbo nucifera)은 연못이나 늪에서 주로 자라고 논에서도 재배되며(Dahlgren & Rasmussen 1983) 원형의 큰잎이 뿌리줄기에서 나오는데 자루는 잎 뒷면의 중앙부에 달리며 가시 같은 돌기가 있고 꽃잎과 더불어 수면위에 떠서 펼쳐진다(Park et al. 2009). 중국에서는 연을 불노식으로 취급하여 잎, 열매, 뿌리의 모든 부분을 약재로 이용해 왔으나, 국내에서 식용으로 사용되는 연근이 있고, 연꽃과 씨앗(연밥)은 약용으로 사용되고 있다(Park et al. 2005) 연잎은 하엽이라 하며 여름과 가을에

접수일: 2015년 2월 3일 심사일: 2015년 2월 7일 게재확정일: 2015년 2월 25일

[†]Corresponding Author: Hyun-Joo Lee Tel: 82-31-670-5183 Fax: 82-31-670-5189

e-mail: hjlee@ hknu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

채취하여 햇볕에 말린 후 잎 꼭지를 제거하여 반 원 또는 부채꼴로 접어 다시 말린다. 연잎은 진통 작용, 진정작용이 있는 roemerine, nuciferin, armepavine, N-nornuciferine, pronuciferine, d-n-methylcoclaurine, liriodenine) 등의 alkaloid 성분과 주석산, 구연산, 사과산, 호박산, 탄닌 등이 함유되어 있다(Byun et al. 2005). 연잎의 맛은 쓰지만 출혈성 위궤양이나 위염, 치질, 출혈, 설사, 두통과 어지럼증, 토혈, 산 후 어혈치료, 야뇨증, 해독작용으로 민간치료제로 사용하여 왔다(Lee et al. 2006). 연잎을 이용한 연 구로는 연화차, 연근차, 연잎차(Yook 1989), 연꽃 과 연잎으로 제조한 연엽주(Kim et al. 2006), 연잎 분말 함유 어묵의 품질 특성(Shin 2007), 연잎가루 를 첨가한 설기떡의 품질특성(Yoon 2007), 연잎의 지질저하 효과(Kim et al. 2005a; Shin & Han 2006), 연잎 분말과 추출물 첨가 국수의 이화학적 물리적 품질 특성(Son & Park 2007), 연잎 에탄올 추출물 의 항산화효과(Lee et al. 2006) 등이 보고되고 있 다. 또한 자색 고구마가루(Kim & Lee 2013)를 첨 가한 스펀지케이크의 항산화성 및 호화 특성, 영 양과 경제성을 고려하여 솔잎가루(Jung et al. 2009), 뽕잎가루(Ahn & Yuh 2004), 메밀가루(Lee et al. 2011), 송화가루(Lee 2001), 매생이(An et al. 2008), 마늘 분말(Hong & Shin 2008), 연근(Seo et al. 2008), 함초 분말(Bae et al. 2008), 쑥 분말(Jung 2006), 양배 추가루(Kim et al. 2012) 등을 첨가한 식빵에 대한 연구를 수행하였다.

이에 본 연구에서는 면역증강효과, 항균효과, 항산화효과, 콜레스테롤 및 중성 지질 함량을 조절하며 지질 대사를 촉진하여 성인병 예방 등이 있는 것으로 알려진(Kim et al. 2005b) 연잎 분말을 첨가한 식빵의 유변학적 특성을 분석하기 위하여 연잎의 일반성분, 연잎 분말 첨가에 따른 반죽의 farinogram과 alveogram을 측정하였고, 연잎 분말첨가 식빵의 rheofermentometer 부피를 측정하여 연잎을 기능성 소재로서 이용 가능한지에 대한 기초 자료를 제시하고자 실시하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 재료

본 실험에 사용한 연(Nelumbo nucifera) 잎 분말은 김포시 양촌면 흥신리 연꽃농장에서 구입하여 사용하고, 소맥분은 강력 1등급(대한제분), 활성이스트(Saf instant, France), 설탕(삼양사), 식염(한주염업), 쇼트닝(오뚜기), TS 탈지분(혼합탈지분유85%, 유청 15%, TS 유업), 제빵개량제(IREKS Frost-Diamant, REKS GMBH Co.)는 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 일반성분 측정

소맥분의 수분과 회분은 AACC(AACC 2000a)법으로 단백질은 Kjeldahl(AACC 2000b)법에 준하여실시하였고 조지방은 Soxhlet(2000c)법으로 5회 반복 측정하였다.

3. 호화도 측정

호화도는 Rapid Visco Analyzer(Newport Scientific Ptv. LTD. Australia)를 이용하여 다음과 같이 측정 하였다. 즉, 강력분에 연잎 분말을 1, 2, 3%씩 각각 첨가하여 알루미늄 용기에 3.5 g씩을 넣고 증류수 25±0.1 mL를 가한 다음 플라스틱 회전축을 이용하 여 균일하게 20회 정도 교반하여 시료를 제조하였 다. 50 ℃로 맞춘 신속 점도계(RVA)에서 1분간 빠 른 속도로 교반한 다음, 1분에 12 ℃씩 상승시키면 서 95 ℃까지 가열하고, 이 상태에서 2.5분 유지시 킨 후 50 ℃로 냉각시키면서 호화 개시온도(pasting temperature), 최고 점도(peak viscosity), 최고 점도 시간(peak time), 최고 점도 후에 나타나는 최저 점 도인 유지 강도(holding strength), 최고 점도에서 최 저 점도를 뺀 값인 break down값과 최종점도(final viscosity)에서 최저 점도를 뺀 값인 set back 값을 5회 반복 측정하여 평균값을 내었다.

4. Farinogram 측정

Farinogram 측정은 Farinogram-E(M81044, Brabender Co., Ltd., Germany)를 사용하여 AACC(AACC 2000d)법으로 다음과 같이 측정하였다. 강력분에

연잎 분말 1%, 2%, 3%를 각각 첨가한 복합분 300 g에 farinogram 커브의 중앙이 500±10 FU(Farinogram Unit)에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다. 이때 반죽온도는 30±0.2 ℃를 유지하도록 하였다. 반죽의 강도(consistency), 흡수율(water absorption), 반죽 형성 시간(development time), 반죽의 안정도(stability), 연화도(time to break down), farinograph quality number 값을 5회 반복 측정하였다.

5. Alveogram 측정

Alveogram 측정은 Alveograph(NG, Chopin Co. Ltd, Villeneuve, France)를 이용하여 AACC법(AACC 2000d)에 따라 측정하였다. 즉, 강력분에 연잎 분말 1%, 2%, 3%씩 각각 첨가한 복합분 250±0.5 g에 2.5%의 NaCl 용액을 넣고 배합하여 24℃로 하였다. 반죽 판을 5개 준비하고 배합을 시작하여 8분이 지난 다음 반죽을 1 cm로 잘라 반죽판 위에 올려놓고 롤러로 9~12회 정도 눌러 반죽이 균일한두께가 되도록 한 다음 25℃의 resting room에 반죽을 순서대로 넣었다. 이때 Alveolink에 P_{\max} (반죽의 변형에 필요한 최대 저항력과 관계되는 압력), L(mm)(팽창된 반죽이 터질 때까지의 신장성), $G(2.22 \sqrt{L}$, 팽창 지표), W(반죽 탄력에 대한 저항성)값을 5회 반복 측정하였다.

6. Rheofermentometer 측정

소맥분 250 g과 효모(compressed yeast) 3 g을 혼합한 후 식염 3 g과 물 129.4 mL를 넣고 여기에 연잎 분말 각각 1, 2, 3%씩 첨가하여 6분 30초간 믹상한 후 350 g을 사용하였다. 온도 28.5 ℃, duration 180 mm, 반죽 무게는 350 g, 원추 무게 2 kg, piston은 standard, quantity는 1.2%로 측정조건을 맞춘후, 측정시간은 3시간 동안 지속적으로 측정하였다. Rheofermentometer(Rheofermentometer Chopin S.A, Villeuneuve La Garenne, France)를 사용하여 parameter의 dough development curve는 T₁(최대 팽창 높이까지 소요되는 시간), Hm(dough development의 최대 높이), H(시험의 끝났을 때 dough development의 보이) 및 (Hm-h)/Hm(3시간 후 T₁과 비교한 development의 감소율(%))을 측정하였고, gaseous

release는 H'm(가스 발생 커브의 최대 높이), T_1 (가 스 발생 커브 최대 높이까지 소요되는 시간), T_X (반죽에서 CO_2 가스가 손실되기 시작할 때의 시간), 전체 부피(A1+A2 커브에서 가스 발생량), CO_2 가스 손실량과 보유량(mL) 및 CO_2 가스 보유율 (%)을 5회 반복 측정하였다.

7. 통계 분석

실험결과는 평균치±표준편차(Mean±SD)로 나타 내었으며, 실험군들 간의 유의성은 SAS(statistical analysis system)통계 package의 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반 성분

사용한 강력분의 일반 성분은 수분 13% 조단백 길 11%, 회분 0.4%, 조지방 1.1%이었고, 연잎 분말은 수분 79.7%, 조단백질 1.7%, 조지방 0.1%, 회분 2.2% 이었다. 연잎 분말의 배합비는 Table 1과 같다.

Table 1. The formula for white pan bread with lotus leaf powder

(Unit; % of the flour basis)

Ingredients	Flour basis (%)			
Bread flour	100.0			
Water	63.0			
Salt	1.8			
Non fat dry milk	3.0			
Sugar	8.0			
Instant dry yeast	2.0			
Shortening	3.0			
Dough improver	2.0			
Lotus leaf powder	1.0, 2.0, 3.0			

2. 호화도 특성

강력분에 연잎 분말 1, 2, 3% 첨가한 후 RVA를 이용하여 호화도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 대조구의 호화 개시온도(initial pasting temp.) 67.33 ±0.3 ℃에 비하여 1, 2, 3% 수준별로 연잎 분말을

첨가한 첨가구는 각각 68.13±0.3, 68.34±0.4, 68.45±0.4 ℃로 나타나 연잎 분말 첨가량이 증가할수록 높은 호화 개시온도를 보였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Hwang(2011)은 죽엽 분말을 0, 2, 4, 6, 8% 첨가하여 호화 개시온도를 측정한 결과 대조구와 죽엽 분말을 첨가한 밀가루의 초기호화온도는 각각 66.92~67.87 ℃ 범위로서 차이는 나타나지 않아 본 실험과 유사한 경향을 보였다. 이 같은 결과로 볼 때 초기 호화 개시온도는 첨가물질에 따른 영향을 크게 받지 않는다는 것을 알수 있었다.

최고 점도(peak viscosity)에서 대조구는 256.67± 0.9 RVU이었으며 연잎 분말 1% 첨가구는 226.83± 0.3 RVU으로 2, 3% 첨가구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 최고 점도는 amylase 활성을 알 수있는 부분으로, amylase 활성이 클 경우에는 전분이 부분 가수분해 되어 점도가 떨어지게 되므로 최고 점도가 낮은 값을 보이게 된다. 본 실험에서 연잎 분말 첨가량이 많아질수록 최고 점도가 낮아졌는데, 이는 연잎 분말에 함유된 섬유소 등이 소맥분의 전분을 희석시키는 효과를 내어 전분의 호화정도를 낮추는 것으로 사료된다.

Holding strength도 최고 점도와 비슷한 경향을

보여 대조구가 144.92±0.6 RVU로 가장 높았고, 전 단력의 약화 정도를 나타내는 break down 값은 최 고 점도에서 최저 점도를 뺀 값으로 1, 2, 3% 연잎 분말의 첨가량이 많아질수록 각각 92.59±1.3, 97.25±0.3, 100.46±1.3 RVU로 높아졌으나 대조구 111.75±0.3 RVU보다는 낮은 값을 보였다. 노화정 도를 나타내는 set back 값은 대조구 134.55±0.9 RVU이었으며, 1% 첨가구에서는 113.34±0.3 RVU 로 감소하였다가 2%와 3% 첨가구에서는 각각 115.79±1.3, 117.04±0.3 RVU로 증가하여 break down 결과와 유사한 경향을 보였다. Hwang & Choi (2001)는 강력분에 녹차 분말을 첨가하였을 때 set back 값이 높아졌다고 보고하였으나 본 실험에서 는 대조구에 비하여 연잎 분말 첨가량이 많을수록 set back 값이 낮아져 녹차 분말과 연잎 분말 첨가 시 서로 다른 물성 차이를 보였다.

3. Alveogram 특성

연잎 분말을 강력분에 수준별로 첨가하였을 때 Alvergram 특성을 측정한 결과는 Table 3, Fig 1과 같다. 반죽의 변형에 필요한 최대 압력을 나타내는 P_{max} 값은 대조구가 226.5±2.1 mm으로 가장 높았고, 연잎 분말 1, 2, 3% 첨가시 각각 170.0, 175.5±16.3, 181.5±0.7 mm로 대조구에 비하여 P_{max} 값은 낮았지만, 연잎 분말 첨가량이 증가할수록 P_{max} 값도 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다. 이는 연잎 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽 저항력도 높아진 것으로 생각된다. Hyun et al.(2001)은

Table 2. RVA data on bread flour with different quantities of lotus leaf powder

Samples	Initial pasting temp.	Peak viscosity		Holding strength	Break-down	Final viscosity	Set back
	(℃)	RVU	Time(min.)	RVU	RVU	RVU	RVU
Control	67.33±0.3 ¹⁾	256.67±0.9 ^a	6.04±0.04	144.92±0.6 ^a	111.75±0.3 ^a	279.46±1.5°	134.55±0.9 ^a
LLP-1	68.13±0.3	226.83 ± 0.3^{b}	6.10 ± 0.03	134.25 ± 1.1^{b}	92.59±1.3°	247.58 ± 0.8^{b}	113.34±0.3°
LLP-2	68.34±0.4	222.79±1.5°	6.04 ± 0.04	125.54±1.3°	97.25 ± 0.3^{b}	241.34 ± 2.6^{bc}	115.79±1.3 ^{bc}
LLP-3	68.45±0.4	221.21±0.5°	5.97±0.04	120.75 ± 1.8^{c}	100.46 ± 1.3^{b}	237.79±2.0°	117.04 ± 0.3^{b}

¹⁾ Values are mean±S.D., n=5

LLP: Lotus leaf powder

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

소맥분에 녹차 분말을 0.1% 첨가하였을 때 P_{max} 값 이 대조구 152에 비하여 139로 감소하였다가 0.5%, 1% 첨가구에서는 각각 147, 162로 증가하는 경향을 나타내었다. 이와 본 실험 결과는 유사한 경향을 나타내었다. 반죽의 신장성을 나타내는 L 값은 대조구 72.5±3.5 mm로 가장 높았고 반죽의 신장성은 1% 첨가구는 45.5±1.3 mm, 2% 첨가구는 26.0±0.0 mm, 3% 첨가구에서는 25.5±0.7 mm로 나 타나 연잎 분말 첨가량에 따라 유의적으로 낮게 나타났다. 반죽의 신장성은 글루텐 함량과 질에 영향을 받는데 본 실험에서 첨가한 연잎 분말은 글루텐의 함량을 상대적으로 감소시킬 뿐만 아니 라 글루텐 피막이 형성되는 것을 방해하여 신장성 이 감소된 것으로 생각되었다. 반죽의 신장성과 관련이 되는 G값은 대조구가 19.0±0.4 mm 이었고 연잎 분말 1, 2, 3% 첨가구는 각각 14.6±5.2, 11.3±

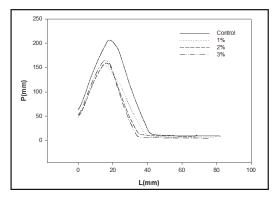


Fig. 1. Alveogram profiles of bread flour with different quantities of lotus leaf powder

0.0, 11.2±0.1 mm로 나타나 연잎 분말 함량에 따라 G값은 낮아지는 경향을 보였다. Song & Hwang (2007a)의 연구에서 죽엽 분말을 첨가하였을 때 소 때분의 신장성이 감소되었고, Kang et al.(2009)의 연구에서도 G값은 쑥 분말 첨가량이 많아질수록 감소하여 본 연구와 비슷한 경향을 나타내었다. 이는 연잎 분말을 첨가할 경우 강력분에 함유된 글루텐 형성을 방해하여 L값과 G값이 낮아진 것으로 판단된다. W값(반죽의 탄력에 대한 저항성)은 대조구가 $262.5\pm3.5\times10^4$ J으로 가장 높았고, 연 잎 분말 1, 2, 3% 첨가구에서는 각각 194.0 ± 5.7 , 211.0 ± 8.5 , $238.0\pm7.1\times10^4$ J로 나타나 연잎 분말 첨가량이 많을수록 유의적으로 높게 나타났다.

4. Farinogram 특성

강력분에 연잎 분말 1, 2, 3%를 첨가시킨 후 farinogram 특성을 측정한 결과는 Table 4, Fig 2와 같다. 반죽의 강도(되기)를 나타내는 consistency는 대조구가 505.0±1.4 F.U.로 가장 높게 나타났으며, 연잎 분말 1% 첨가구에서는 458.5±2.1로 감소하였다가 2%, 3% 첨가구에서는 각각 476.0±1.4, 484.5±0.7로 나타나 연잎 분말 첨가량이 증가할수록 consistency는 낮아진 후 다시 높아지는 경향을 보여 일관성을 보이지 않았다. Song & Hwang(2007b)은 중력분과 박력분에 죽엽 분말을 첨가한 후 consistency를 측정하여 본 결과 중력분은 3% 첨가구에서 감소하였다가 5%에서 증가하였으며 박력분에서는 대조구에 비하여 3, 5% 첨가구에서 점차증가하여 일관성을 나타내지는 않았다. 이는 반죽

Table 3. Alveogram parameters of bread flour with different quantities of lotus leaf powder

Samples	Overpressure <i>P</i> (mm)	Extensibility $L(mm)$	Swelling index $G(mm)$	Deformation energy W (10 ⁻⁴ ×J)
Control	226.5±2.1 ^{a1)}	72.5±3.5 ^a	19.0±0.4 ^a	262.5±3.5 ^a
LLP-1	170.0 ± 0.0^{b}	45.5±1.3 ^b	14.6±5.2 ^{ab}	194.0±5.7°
LLP-2	175.5±16.3 ^b	26.0 ± 0.0^{c}	11.3 ± 0.0^{b}	211.0±8.5°
LLP-3	181.5 ± 0.7^{b}	25.5 ± 0.7^{c}	11.2±0.1 ^b	238.0±7.1 ^b

¹⁾Values are mean±S.D., n=5

LLP: Lotus leaf powder

a-c Means with the same letter in the column are not significantly different based on Duncan's multiple range test(p < 0.05)

이 진행되는 동안 글루텐이 형성되는 것을 섬유소가 방해하기 때문으로 사료된다.

수분흡수율(water absorption)은 대조구 65.3%이었고, 연잎 분말 첨가량에 따라 각각 64.2, 64.6, 64.8%로 나타나 첨가구 간에 유사한 경향을 보였다. 반죽 형성시간(development time)은 대조구 13.5±0.4분이었고 연잎 분말의 첨가량이 많아질수록 반죽의 형성시간은 점점 감소하여 3% 첨가구에서는 10.6분 이었다. 일반적으로 반죽 형성시간은 단백질 함량이나 전분이 손상된 정도 등에 따라 많이 달라질 수 있다고 한다(Jacobsberg et al. 1976). 본 실험에서는 연잎 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽형성시간이 유의적으로 낮게 나타났다. 이는 연잎 분말에 함유된 섬유소가 수분을 먼저 흡수하였을 뿐만 아니라 밀가루 반죽의 글루텐

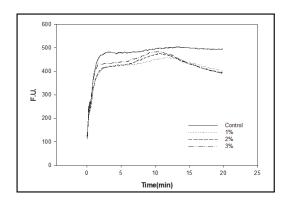


Fig. 2. Farinogram profiles of bread flour with different quantities of lotus leaf powder

형성을 저해하였기 때문에 반죽형성시간이 감소 하는 경향으로 판단된다. 반죽의 안정도(stability) 는 대조구가 17.7±0.2분이었으며 연잎 분말 첨가량 이 증가할수록 반죽의 안정도는 감소하였다. Lindbrog et al.(1997)의 연구에 의하면 반죽의 힘이 강하면 높은 안정도를 갖고 힘이 약한 가루는 낮은 안정 도를 갖는다고 하였다. 또한 밀가루 이외의 곡분 이나 종실 단백질, 전분을 첨가하면 안정도가 감 소한다는 Kim et al.(1994), Jo & Lee(1996)의 결과 와 본 실험은 유사한 경향을 나타내었다. 반죽 파 괴시간(Time to break down)은 대조구가 10.0±1.4 sec.이었고, 1, 2, 3% 연잎 분말 첨가구에서는 각각 37.5±2.1, 51.5±0.7, 56.0±0.0 sec.로 나타나 대조구 에 비하여 유의적인 차이를 나타냈다. 이는 연잎 분말이 소맥분에 함유된 글루텐을 희석시켰을 뿐 만 아니라, 반죽할 때 글루텐이 형성되는 것을 방 해하기 때문에 쉽게 반죽이 파괴 되는 것으로 판 단된다. 연잎 분말의 첨가량이 많아지면 farinogram quality는 낮아지는 것으로 나타났는데 Lee(2009) 의 메밀을 이용한 바켓의 특성에 관한 연구에서 글루텐 함량이 감소할수록 farinogram quality number 가 감소하는 것으로 보고하였다. 이와 본 실험은 유사한 결과를 나타내었다. 따라서 강력분에 연잎 분말 첨가량이 많아지면 상대적으로 글루텐 함량 이 감소되고 이는 반죽이 약화됨을 알 수 있었다.

Table 4. Farinogram parameters of bread flour with different quantities of lotus leaf powder

	Farinogram parameters						
Samples	Consistency (F.U.) Water absorption (%)		Development time (min.)	Stability (min.)	Time to breakdown (sec.)	Farinograph quality number	
Control	$505.0\pm1.4^{a1)}$	65.3±0.0 ^a	13.5±0.4 ^a	17.7±0.2 ^a	10.0 ± 1.4^{d}	200.0±0.0°	
LLP-1	458.5 ± 2.1^{d}	64.2 ± 0.1^d	12.1 ± 0.1^{b}	11.4 ± 0.3^{b}	37.5 ± 2.1^{a}	161.5 ± 0.7^{b}	
LLP-2	476.0±1.4°	64.6 ± 0.0^{c}	10.8 ± 0.0^{c}	7.2 ± 0.3^{c}	51.5 ± 0.7^{b}	137.5±0.7°	
LLP-3	484.5±0.7 ^b	64.8 ± 0.0^{b}	10.6±0.1°	7.7±1.0°	56.0±0.0 ^a	135.0±0.0 ^d	

¹⁾ Values are mean±S.D., n=5

 $^{^{}a-d}$ Means with the same letter in column are not significantly different based on Duncan's multiple range test(p<0.05) LLP: Lotus leaf powder

5. Rheofermentometer 특성

강력분에 연잎 분말 1, 2, 3%를 첨가하여 발효특성을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 반죽의 최대 높이(Hm)는 대조구가 57.2 mm 이었고 연잎 분말 1, 2, 3% 첨가구는 각각 57.1, 57.9, 58.2 mm로 나타났다. 반죽의 최대높이 도달시간(Ti)은 대조구가 136.5 min.이었고, 연잎 분말 1, 2 % 첨가구는 각각 133.5, 135.0 min.로 나타났으나 3% 첨가구에서는 180 min.으로 나타나 최대 높이 도달 시간이길어진 것을 알 수 있었다. 이는 연잎 분말 첨가가일정량을 넘어 선 경우 반죽의 글루텐을 약화시켜최대 높이 도달 시간이 늦어진 것으로 생각된다.

반죽에서 CO₂가 나오기 시작하는 시간(Tx), 또는 기공이 형성되는 시간은 대조구가 111 min. 이었고 연잎 분말 3% 첨가구에서는 118.5 min. 으로연잎 분말 첨가량에 따른 차이는 보이지 않았다. 총 부피는 대조구가 1162 mL 이었고 연잎 분말 1%, 2%, 3%에서 각각 1116, 1099, 1086 mL로 나타나 연잎 분말 첨가량이 많을수록 총 부피가 감소하는 경향을 보였다. Kim et al.(2011)의 연잎과 연근 분말 첨가량을 달리하여 제조한 스펀지케이크의 품질 특성에서 연잎 분말 첨가량이 많을수록

유의적으로 부피가 작았다는 결과와 본 실험은 유 사한 경향을 나타내었다. 이는 연잎 분말 첨가량 에 따른 연잎에 들어있는 섬유소가 글루텐 형성을 방해한 것으로 생각된다. 이산화탄소 가스 방출량 (CO₂ lost volume)은 대조구가 37 mL로 가장 낮았 고 연잎 분말 3% 첨가구에서는 71 mL로 연잎 분 말 첨가량이 많을수록 가스 방출량도 증가하였다. 유지 부피(Retention volume)는 대조구가 1116 mL 이었고 연잎 분말 3% 첨가구에서는 1015 mL로, 연잎 분말 첨가량이 증가할수록 가스잔량이 감소 하였다. 이는 연잎 분말 첨가에 따른 글루텐 형성 이 약화되어 만들어진 CO2 gas를 충분하게 보유하 지 못해 나타난 것으로 생각된다. 유지 부피를 총 부피로 나눈 가스 보유율(Retention coefficient)은 대조구가 96.0%이었고 연잎 분말 1, 2, 3% 첨가구 에서는 각각 96.1, 96.6, 93.5%로 나타나 대조구와 연잎 분말 1%, 2% 첨가구간에는 차이가 거의 나 지 않았지만 3% 첨가구에서는 93.5%로 낮아져, 연 잎 분말을 3% 이상 첨가하는 것은 반죽의 부피를 떨어뜨린다는 것을 알 수 있었다.

Table 5. Arheofermentometric analysis of the gaseous releases of doughs prepared with different quantities of lotus leaf powder

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	57.2 ^{8)bc}	136.5 ^{bc}	111.0 ^{bc}	1162 ^a	37 ^b	1116 ^a	96.0 ^b
LLP-1	57.1°	133.5°	120.0^{a}	1116 ^{ab}	43 ^b	1073 ^{ab}	96.1 ^{ab}
LLP-2	57.9 ^b	135.0^{b}	120.0^{a}	1099 ^b	46 ^b	1062 ^b	96.6 ^a
LLP-3	58.2 ^a	180.0^{a}	118.5 ^b	1086 ^b	71 ^a	1015 ^c	93.5 ^b

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

LLP: Lotus leaf powder

²⁾ Time spent to reach H'm.

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

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

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

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

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

⁸⁾ Values are Means±S.D., 7:5.

^{a-c} Means with the Same letter in column are not significantly by Duncaris multiple range test(p<0.05)

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 소맥분에 연잎 분말을 1%, 2%, 3%를 첨가하였을 때 연잎 분말 첨가가 소맥분의 유변학적 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 호화도, Farinogram, Alveogram, Rheofermentometer 를 측정하였다.

호화 개시온도는 연잎 분말 첨가량이 증가할수 록 호화 개시온도가 높았으나 유의적인 차이는 나 타나지 않았다. 최고 점도는 연잎 분말 1% 첨가구 는 2, 3% 첨가구에 비해 유의적으로 높게 나타났 다. Peak time은 대조구에 비하여 연잎 분말 1%, 2%. 3% 첨가구에서 연잎 분말의 첨가량이 많을수 록 peak time 차이는 크게 나타나지 않았다. Holding strength도 최고 점도와 비슷한 경향을 보 였고, break down 값은 연잎 분말의 첨가량이 많을 수록 높아졌으나 대조구보다는 낮은 값을 보였다. Set back 값은 1% 첨가구에서 감소하였다가 2%와 3% 첨가구에서는 증가하였다. 반죽의 신장성을 나타내는 L값은 대조구가 가장 높았고 1%, 2%, 3% 첨가구에서는 연잎 분말 첨가량이 많을수록 유의적으로 낮게 나타났다. G값은 연잎 분말 1, 2, 3% 첨가구에서 연잎 분말이 많을수록 낮아지는 경향을 보였다. W값은 대조구에서 가장 높았고 1, 2, 3% 첨가구에서는 연잎 분말 첨가량이 많아질수 록 유의적으로 높게 나타났다. Farinogram 특성에 서 consistency는 연잎 분말 1% 첨가구에서는 감소 하였다가 2%, 3% 첨가구에서는 높아지는 경향을 보였다. 수분흡수율은 첨가구 간에 유사한 경향을 보였다. 반죽 형성시간과 반죽 안정도, quality number는 연잎 분말 첨가량이 많을수록 감소하는 경향을 나타내었다. Rheofermentometer를 이용한 반죽의 발효 정도에서는 대조구에 비해 연잎 분말 1%, 2% 첨가구에서는 발효시간이 짧았고, 3% 첨 가구에서는 발효시간이 길었다. 반죽의 최고 높이 (Hm)는 첨가량에 따라 반죽이 더 부드럽게 된다는 사실을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 연잎 분말을 첨가하였을때 반 죽의 특성 변화를 바탕으로 기능성 식빵 개발이 가능할 것으로 사료된다.

References

- AACC(2000a) American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., A.A.C.C. Method 44-15A,08-01
- AACC(2000b) American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., A.A.C.C. Method 46-10
- AACC(2000c) American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., A.A.C.C. Method 54-21
- AACC(2000d) American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., A.A.C.C. Method 56-81B
- Ahn CS, Yuh CS(2004) Sensory evaluations of muffins with mulberry leaf powder and their chemical characteristics. J East Asian Soc Dietary Life 14(6), 576-581
- An HL, Lee KS, Park SJ(2008) Quality of white pan bread with mesangi (*Capsosiphon fulvecense*). J East Asian Soc Dietary Life 18(4), 563-568
- Bae JY, Park LY, Lee SH(2008) Effect of Salicornia herbacea L. powder on the quality characteristics of bread. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(9), 1196-1201
- Byun BH, Moon KS, Song YS, Park EJ(2005) Chinese Nutritional Food. Shinil Sangsa Co. pp98-99
- Dahlgren R, Rasmusen FN(1983) Monocotyledon evolution characters and phylogenetic estimation. J Evol Biol 16, 255-265
- Hong SY, Shin GM(2008) Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. Korean J Food & Nutr 21(4), 485-491
- Hyun YH, Hwang YK, Lee YS(2001) A study of cooking properties of the noodle made of composite flour with green tea powder. J East Asian Soc Dietary Life 11(4), 295-304
- Hwang SJ(2011) Physical properties of dough with bamboo leaf powder. Korean J Food Preserv 18(4), 517-526
- Hwang SY, Choi OK(2001) Influence green tea powder on the physical properties of the bread from an dough rheology of white pan bread. Korean J Food Nutr 14(1), 34-39
- Jacobsberg FR. Worman SL, Daniels NWR(1976) Lipid binding in sheat flour doughs, The effect of datem emulsifier. J Sci Food Agric 27, 1064-1070
- Jo MK, Lee YJ(1996) Preparation of high-fiber bread with barley flour. Korean J Food Sci Technol 28(4), 702-706
- Jung HA, Kim SH, Lee MA(2009) Storage quality characteristics of cookies prepared with pine needle powder. Korean J Food Preserv 16(4), 506-511
- Jung IC(2006) Rheological properties and sensory

- characteristics of white bread with added mugwort powder. J East Asian Soc Dietary Life 16(3), 332-343
- Kang KO, Park SH, Lee HJ(2009) Rheological characteristics of flour batters in the presence of mugwort powder. Korean J Community Living Sci 20(2), 231-237
- Kim DC, Kim DW, In MJ(2006) Preparation of lotus tea and its quality characteristics. J Korean Soc Appl Biol Chem 49(2), 163-164
- Kim JH, Lee KJ(2013) Antioxidative activities and gelatization characteristics of sponge cake added with purple sweet potato. J East Asian Soc Dietary Life 23(6), 750-759
- Kim HS, Lee CH, Oh JW, Lee JH, Lee SK(2011) Quality characteristics of sponge cake with added lotus leaf and lotus root powders. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(9), 1285-1291
- Kim SB, Rho SB, Rhyu DY, Kim DW(2005) Effect of Nelumbo nucifera leaves on hyperlipidemic and atherosclerotic bio FIB hamster. Kor J Pharmacogn 36(3), 229-234
- Kim SH, Lee HJ, Paik JE, Joo NM(2012) Quality characteristics and storage stability of bread with cabbage powder. Korean J Food Cook Sci 28(4), 431-441
- Kim YH, Kim SD, Hong EH(1994) 11S and 7S globulin fractions in soybean seed and soycurd characteristics. Korean J Crop Sci 39(4), 348-352
- Lee HJ(2009) Study on the characteristics of baguettes containing buckwheat flour. Korean J Community Living Sci 20(4), 493-502
- Lee HJ, Kim MA, Lee HJ(2011) Study on rheological properties of wheat flour mixed with buckwheat powder. J East Asian Soc Dietary Life 21(1), 53-59
- Lee HK, Choi YM, Noh DO, Suh HJ(2005) Antioxidant effect of Korean traditional lotus liquor(Yunyupju). J Food Sci Technol 40, 709-715
- Lee HS(2001) The effect of buckwheat flour and pine pollen addition on the quality of domestic product white bread. Master's thesis, Sunchon National University, pp34-56

- Lee KS, Kim MG, Lee KY(2006) Antioxidative activity of ethanol extract from lotus(*Nelumbo nucifra*) leaf. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(2), 182-186
- Lee SM, Park GS(2011) Quality characteristics of bread with different concentrations of purple sweet potato. Korean J Food Cook Sci 27(4), 1-16
- Lindborg KM, Tragardh C, Eliasson AC, Dejmek P(1997) Time-resolved shear viscosity of wheat flour doughs-effect of mixing, shear rate, and resting on the viscosity of doughs of different flours. Cereal Chem 74(1), 49-55
- Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD(2009) Quality characteristics of Jook prepared with lotus leaf powder. Korean J Food Cookery Sci 28(1), 123-131
- Park IB, Park JW, Kim JM, Jung ST, Kang SG(2005) Quality of soybean paste (doenjang) prepared with lotus root powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 34(4), 519-523
- Seo EO, Choi EH, Yun YS, Chung BW(2008) Effects of ethanol on the characteristics of white bread containing lotus root powder. J East Asian Soc Dietary Life 18(1), 64-71
- Shin MK, Han SH(2006) Effects of lotus(Nelumbo nucifera Gaertn) leaf powder on lipid concentrations in rats fed high fat diet rats. Korean J Food Culture 21(2), 202-208
- Shin YJ(2007) Quality characteristics of fish paste containing lotus(*Nelumbo nucifera*) leaf powder. Korean J Food Cookery Sci 23(6), 947-953
- Son KH, Park DY(2007) Quality characteristics of sulgi prepared using different amounts of mulberry leaf powder and lotus leaf powder. Korean J Food Cookery Sci 23(6), 977-986
- Song YS, Hwang SY(2007) A study of the characteristics of yellow layer cake made with bamboo leaf powder. Korean J Food Nutr 20(2), 164-172
- Yook CS(1989) A pictorial book for Korean curative herb. Seoul Academy Co. pp 219-230
- Yoon SJ(2007) Quality characteristics of sulgitteok added with lotus leaf powder. Korean J Food Cookery Sci 23, 433-442