

죽엽과 연잎 분말을 첨가한 밀 복합분의 물성에 관한 연구

황성연¹ · 오금자¹ · 강근옥^{2*}

¹국립한경대학교 식품생물공학과 식품생물산업연구소, ²국립한경대학교 영양조리학과

Study on the Rheological Characteristics of the Mixed Wheat Flour Containing Bamboo and Lotus Leaf Powder

Seong-Yun Hwang¹, Kum-Ja Oh¹, Kun-Og Kang^{2*}

¹Department of Food Biotechnology & Institute of Food Industry and Biotechnology, Hankyong National University

²Department of Nutrition and Culinary Science, Hankyong National University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the rheological characteristics of medium wheat flour mixed with bamboo leaf and lotus leaf powders. Rheological properties of the mixed flours were tested based on falling number, color, RVA, farinogram, and rheofermentometer analyses. Falling numbers increased with addition of bamboo leaf and lotus leaf powders. The L values of all mixed flours were less than that of control. The 1% mixed flour sample containing bamboo leaf and lotus leaf powders was not significantly different from 3% mixed flour. The a values of the mixed flour decreased as bamboo and lotus powders increased, whereas b values increased. Addition of bamboo leaf and lotus leaf powders to flour reduced peak viscosity, holding strength, and final viscosity. The set back values of mixed wheat flour containing bamboo leaf powder were lower than those of mixed wheat flour containing lotus leaf powder, suggesting that bamboo leaf powder suppressed retrogradation of flour compared to lotus leaf powder. In the farinogram, the water absorption and consistency of the flours containing bamboo and lotus leaf powders increased, whereas development time and stability decreased. The fermentation time of dough with lotus leaf powder was less than that of dough with bamboo leaf powder.

Key Words: Bamboo leaf powder, lotus leaf powder, mixed flour, rheological characteristics

1. 서 론

대나무(*Phyllostachys*)는 화본과 식물에 속하며, 주 서식지는 열대 또는 아열대지방인 동남아시아, 인도, 중국남부, 중앙아메리카, 남아메리카 등이다. 품종은 약 600여 종에 달하는데 우리나라에서 자생하고 있는 대나무 품종은 5속 10종, 4변종이 있으며, 대부분은 중부이남 지역에서 자라고 있다(Song & Hwang 2007).

우리나라 남부지역에서 겨울에도 푸른 잎을 지닌 대나무는 방부효과도 있다고 알려져 김치를 저장할 때 항아리에 눌러 담은 후 대나무 잎으로 덮기도 하였으며, 동치미를 담글 때 어린 대나무 줄기와 잎을 넣으면 시어지는 것을 방지할 수 있다고 하였다(Kang 2002). Ju 등(2005)은 죽엽의 폴리페놀류를 조사하여 항산화활성 및 항균활성을 보고하였고, Oh(2004)는 죽엽의 항산화성 조사에서 높은 전자공여능을 확인하였으며, Lee 등(2004)은 죽엽을 식품소재로 이용하기 위

해 추출용매의 종류, 추출온도, 용매 혼합비율 등을 달리한 추출조건을 결정하였다. 그리고 죽엽 분말을 첨가한 제빵관련 연구로는 밀가루 반죽의 물성(Hwang 2011), 빵의 품질 및 저장성(Kang 2002)에 관한 것이 있으며, Oh(2004)는 죽엽 분말을 첨가한 국수의 품질을 보고한 바 있다.

한편 연(*Nelumbo nucifera*)은 수생식물이면서 부엽식물로 쌍떡잎식물에 속하며 아시아 남부, 호주 북부가 원산지인 연못이나 늪에서 대부분 자라고 논에서도 재배된다. 중국에서는 잎, 열매, 뿌리 등을 약재로 이용하여 왔으며, 국내에서도 뿌리, 연꽃, 씨앗 등을 밀반찬 및 약용으로 쓰고 있다(Chung & Shin 1990). 연잎에 대한 다양한 약리작용이 보고된 바 있으며(Lee 등 2006), Lee 등(2008)은 연잎 총 페놀함량 및 항산화 효과를 검증한 결과에서 녹차에 비하여 비타민과 무기질은 큰 차이를 보이지 않았으나 갈습 함량이 녹차보다 20 배 이상 높았다고 하였다.

연잎을 가공식품에 이용하기 위한 것으로 연잎 분말을 첨

*Corresponding author: Kang Kun Og, Hankyong National University, Dept. of Nutrition and Culinary Science, Kyunggido Ansungsi Seongjungdong, Korea
Tel: 82-31-670-5181 Fax: 82-31-670-5187 E-mail: cocco-9522@hanmail.net

가한 복합분의 물성 및 식빵의 품질특성(Kim 2012a), 연잎 첨가 케이크의 품질특성(Kim 등 2011)에 관한 연구가 있으며, Choi 등(2012)은 연근 및 연잎을 첨가한 돈육 패티의 품질을 조사하였고, Hwang 등(2012)은 연잎과 연자엽을 첨가하여 아이스크림을 만들었다. Yoo & Chung(2011)은 연잎을 첨가한 탁주의 발효특성 변화를 살펴보았으며, 그 밖에도 연잎분말을 죽(Park 등 2009a), 두부(Park 등 2009b), 빵(Park 등 2009c) 등에 첨가하여 품질특성을 살펴본 것이 있다.

이러한 연구들을 기반으로 본 연구에서는 항산화성 등 약리효과를 가진 죽엽과 연잎 분말 함량을 달리하여 중력분에 첨가한 후 이들 복합분의 물성을 비교 실험함으로써 제빵 시의 가공적성을 파악하기 위한 기초자료로 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

실험에 사용한 죽엽은 2012년 4월에 담양에서 솜대 어린 잎을 채취하였고, 연잎은 무안에서 2012년 5월에 딴 것을 -20°C 냉동고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 죽엽과 연잎 분말 제조

죽엽과 연잎 분말 제조방법을 보면 우선 죽엽과 연잎의 줄기부분을 제거한 후 잎 부위만을 흐르는 물로 세척한 다음 물기를 제거하고 냉풍건조하여 1~2 cm 크기로 잘랐다. 이를 동결건조기(Freeze dryer, TD-5075R, Korea)를 이용하여 -40°C 에서 48시간 동결건조시킨 다음 분쇄기(air-flow type mill, Hyun Jun Powtech Co. Ltd., Korea)로 분쇄하고 100 mesh로 체질하여 얻어진 분말을 시료로 사용하였다.

3. 일반 성분

중력분과 죽엽 및 연잎분말의 수분과 회분은 AACC법(2000a)에 준하여 실시하였고, 조단백질은 Kjeldahl법(AACC 2000b)으로 측정하였다.

4. Falling number 측정

중력분과 죽엽 및 연잎 분말을 첨가한 복합분의 falling number는 Perten Instruments(Falling number 1500, Huddinge, Sweden)를 사용하여 AACC법(AACC 2000c)에 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉, 수분함량 14% 기준으로 중력분과 복합분을 각각 7.00 ± 0.05 g씩 정확하게 계량한 후 용기에 넣고 증류수 25 ± 0.2 mL를 가해 고무마개로 막고 10~15회 정도 일정한 속도로 흔들어 주어 현탁액을 만들었다. 이것을 100°C 비등수에서 60초 동안 호화시킨 다음 플런저가 떨어지는 시간을 5회 반복 측정하였다.

5. 색도 측정

복합분의 색도는 Colorimeter(JS 555, Color Techno

System Co., Japan)를 사용하여 대조구 중력분과 복합분을 용기에 가볍게 담고 표준 백색판(Calibration palate, L=95.93, a=0.01, b=2.23) 위에 올려놓아 측정하였다. 이때 측정한 값을 Hunter 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)로 나타내었다.

6. 호화도 측정

중력분과 복합분들의 호화도는 Rapid Visco Analyzer(Newport Scientific Pty., Ltd., Australia)를 이용하여 다음과 같이 측정하였다. 즉, 알루미늄 용기에 중력분과 죽엽 및 연잎 분말을 각각 %별로 첨가한 복합분을 3.5 g씩 넣고 증류수 25 ± 0.1 mL를 가한 다음 플라스틱 회전축으로 균일하게 교반하여 사용하였다. 50°C 로 맞춘 신속 점도계에서 1분간 빠른 속도로 교반한 다음, 1분에 12°C 씩 상승시키면서 95°C 까지 가열하고 이 상태에서 2.5분 유지시켰다. 그 후 냉각수를 이용하여 50°C 까지 강제 냉각시키면서 호화 개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최고점도 시간(peak time), 최저점도(holding strength), break down, 최종점도(final viscosity) 및 set back 값을 5회 반복 측정하였다.

7. Farinogram 측정

Farinogram을 이용한 중력분과 복합분들의 물성은 Farinogram-E(M81044, Brabender Co. Ltd., Germany)를 사용하여 AACC 방법(AACC 2000d)으로 다음과 같이 측정하였다. 중력분을 대조구로 하고, 죽엽과 연잎분말을 1, 3%씩 각각 첨가하여 만든 복합분을 300 g씩 계량하여 커브의 중앙이 500 ± 10 FU(Farinogram Unit)에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다. 이때 반죽온도는 $30\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 를 유지하도록 하고, 중력분 대조구의 500 ± 10 FU에 맞추어진 흡수량을 기준으로 죽엽과 연잎 복합분에 동일한 물량을 첨가한 후 반죽의 강도(consistency), 흡수율(water absorption), 반죽 형성시간(development time), 안정도(stability), 연화도(time to breakdown), 반죽의 내성(tolerance index) 및 farinograph quality number를 5회 반복 측정하였다.

8. Rheofermentometer 측정

반죽의 발효특성을 알아보기 위해 Rheofermentometer(F3, Chopin Co., France)를 사용하였으며, 시료는 28.5°C 에서 믹서 불(NG, Chopin Co., France)에 소맥분 250 g과 효모 3 g을 넣고 1분간 혼합한 다음 식염 5 g과 물 129.4 mL를 첨가하고 6분간 혼합하여 반죽을 만들었다. 측정 조건은 protocol type의 온도 28.5°C , duration 180 mm, 반죽무게 250 g, 원추무게 2 kg, piston은 standard, quantity는 1.2%로 하였으며, 측정은 죽엽과 연잎 분말을 각각 1, 3%씩 첨가하여 3시간 동안 지속적으로 하였다. Rheofermentometer parameter의 dough development curve는 T_1 (최대 팽창 높이까지 소

요되는 시간), Hm(dough development의 최대 높이), h(실험이 끝났을 때 dough development의 높이) 및 (Hm-h)/Hm{(3시간 후 T₁과 비교한 development의 감소율(%))을 측정하였다. Gaseous release는 H'm(가스 발생 커브의 최대 높이), T₁(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 3회 반복 측정하였다.

9. 통계 분석

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

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

사용한 소맥분의 일반성분은 수분 12.7%, 회분 0.3%, 단백질 10.2%이었으며, 죽엽 분말과 연잎 분말의 수분함량은 각각 5.3%, 6.1%이었고, 조회분은 7.2%, 8.1% 그리고 조단백질은 6.8%, 5.7%이었다.

2. Falling number 특성

중력분에 죽엽과 연잎 분말을 각각 1, 3% 첨가한 후 falling number를 측정 한 결과는 <Table 1>과 같았다. 즉, 중력분 대조구는 402.0±6.1초였고, 죽엽과 연잎 분말 1% 첨가구는 각각 418.5±4.0, 408.0±3.2초로 대조구보다는 높았으나 두 첨가구 간에는 falling number 변화에 유의적인 차이가 없었으며, 3% 첨가구에서는 죽엽 분말 첨가 시 다른 시료에 비해 유의적으로 더 높은 것으로 나타났다(p<0.01). Hwang(2011)도 죽엽 분말을 첨가하여 반죽의 물리적 특성을 조사한 실험에서 소맥분 대조구의 falling number는 438이고 죽엽 분말 2% 첨가 시 469로 더 높아졌다고 하였다. 대조구의 falling number 차이는 소맥분 종류가 달랐기 때문으로 판단되며, 죽엽 분말 첨가량이 많아질수록 falling number가 높아지는 것은 동일한 결과였다.

Falling number는 일정량의 소맥분에 증류수를 넣고 완전히 혼합시킨 다음 100°C 끓는 물에서 호화시키면 전분의 호화특성에 따라 플런저(plunger)의 낙하 시간이 달라진다. 소

맥분이나 쌀가루 등을 호화시킨 후 플런저가 낙하하는 시간은 amylase 활성에 따라 달라지며, 낙하시간이 짧으면 효소 작용을 많이 받아 다량의 전분이 가수분해되었다는 것을 추정할 수 있다. Park 등(2005)은 강력분에 곰팡이에서 추출한 α-amylase와 유화제를 첨가하여 실험한 결과 falling number가 감소하였다고 하였다. 즉, falling number는 amylase의 활성도를 간접적으로 알아볼 수 있는데, 본 실험에서 죽엽과 연잎 분말을 첨가했을 때 그 수치가 더욱 높아진 것은 amylase와의 관계보다는 죽엽과 연잎에 함유된 섬유소가 수분을 먼저 흡수하여 호화된 전분이 진해진 상태가 되었기 때문으로 판단되었다.

3. 색도 특성

중력분 대조구와 죽엽 및 연잎 분말 복합분들의 색도를 측정한 결과는 <Table 2>와 같았다. 명도를 나타내는 L값은 중력분 대조구가 95.90±0.11이었으며, 죽엽과 연잎 분말 1, 3% 첨가구들은 각각 92.31±0.40, 88.65±0.24, 92.83±0.12, 88.08±0.22로 모든 복합분의 L값이 대조구에 비하여 떨어졌으며, 첨가량이 많을수록 L값은 낮게 나타났다(p<0.001). 하지만 죽엽과 연잎 1% 첨가 복합분과 3% 첨가 복합분 간에는 서로 유의적인 차이를 보이지 않았다.

적색도를 나타내는 a값은 대조구가 -0.44±0.25인 반면, 죽엽 분말을 1, 3%씩 첨가하였을 때는 -1.12±0.32, -2.37±0.71로 낮아졌고 연잎 분말을 1, 3%씩 첨가하였을 때는 -0.39±0.41, -0.09±0.20으로 높아지는 경향을 나타내어 모든 시료 간에 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.001). 황색도를 보여주는 b값은 중력분 대조구가 9.17±0.32로 가장 낮았고, 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 시료에서, 그리고 첨가량이 많을수록 b값은 높아졌으며, 죽엽과 연잎을 비교하였을 때 죽엽 분말을 첨가한 복합분이 연잎 분말을 첨가한 것보다 약간 높은 값을 보였다(p<0.001).

Park 등(2010)은 연잎 분말 첨가량을 달리하여 제조한 건면의 색도 측정에서 연잎 분말 첨가량이 많아질수록 명도와 적색도는 낮아지고 황색도는 높아졌다고 하였으며, Park & Kim(2006)도 강력분에 썩 분말을 넣어 국수를 만든 후 건조시키고 이를 분말화하여 색도를 측정 한 결과에서 썩 첨가량이 증가할수록 명도, 적색도는 낮아지고 황색도는 증가하였다고 하였다. 이러한 결과들은 본 실험에서와 유사하였으며, 색도는 첨가 시료의 종류에 따라 영향을 받을 수 있었다.

<Table 1> Falling number of the medium flour with different quantity of bamboo leaf and lotus leaf powder

Samples	Control	Bamboo leaf powder		Lotus leaf powder		F-value
		1%	3%	1%	3%	
Falling number	402.0±6.1 ^d	418.5±4.0 ^c	441.3±8.0 ^a	408.0±3.2 ^c	421.3±7.2 ^b	78.29**

Values are Mean±SD, n=5.

^{a-d}Means with the same letter in row are not significantly different by duncan's range test (p<0.05)

<Table 2> Color value of the medium flour with different quantity of bamboo leaf and lotus leaf powder

Samples	Color values		
	L	a	b
Control	95.90±0.11 ^a	-0.44±0.25 ^c	9.17±0.32 ^e
Bamboo leaf powder	1%	92.31±0.40 ^b	-1.12±0.32 ^d
	3%	88.65±0.24 ^c	-2.37±0.71 ^e
Lotus leaf powder	1%	92.83±0.12 ^b	-0.39±0.41 ^b
	3%	88.08±0.22 ^c	-0.09±0.20 ^a
F-value	49691.1***	13581.9***	64646.1***

Values are Mean±SD, n=5.

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

4. 호화도 특성

중력분 대조구와 죽엽 및 연잎 분말을 1, 3%씩 각각 첨가한 복합분들의 호화도는 <Table 3> 및 <Figure 1>과 같았다. 즉, 중력분 대조구와 죽엽 및 연잎 복합분의 호화 개시 온도는 각각 69.0±0.7, 69.4±1.2, 68.6±0.1, 71.8±1.1, 68.7±0.0°C로 연잎 분말 1% 첨가구의 초기 호화온도에서 가장 높은 값을 보여주었다(p<0.05). 그리고 각 분말 1% 첨가구는 대조구보다 호화개시 온도가 높았으나 3% 첨가구는 다시 감소하여 일관성을 나타내지 않았으며 각 시료 간 유의적인 차이가 없었다. Chang(2004)은 sponge cake 제조 시 조 분말을 10, 20, 30, 40 및 50%씩 첨가하였을 때 호화개시 온도는 71.6±77.8로 첨가량에 따라 일정한 경향을 보이지 않았으며, 첨가량에 따른 유의적인 차이도 없었다고 하여 본 실험과 동일한 결과를 보였다. Kim(2012a)도 소맥분에 연잎 분말을 첨가한 반죽의 물성변화 실험에서 대조구의 호화개시 온도인 67.3±0.3°C에 비하여 연잎 분말 첨가량이 증가할수록 호화개시 온도가 다소 높아지지만 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하였는데 이러한 결과들에서 초기 호화온도는 첨가물질의 종류 및 양에 의해 크게 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있었다.

최고점도에서 중력분 대조구의 257.3±1.9 RVU와 죽엽 분말 1% 첨가구인 258.5±0.4 RVU 간에는 유의적인 차이가

없었으나, 죽엽 3%, 연잎 1, 3% 첨가구는 각각 245.0±4.3, 249.0±1.5, 242.1±1.6 RVU로 대조구에 비하여 최고점도가 유의적으로 낮아져(p<0.01) 대체로 죽엽과 연잎 분말을 첨가할 경우 최고점도가 떨어짐을 확인할 수 있었다. 또한 Park 등(2008)도 중력분에 연근 분말을 첨가한 반죽의 호화도 실험에서 연근 분말 첨가량이 많을수록 감소하는 경향을 보였다고 하였는데 본 실험에서도 동일한 결과를 나타내었다. 이 같은 결과에서 점도는 전분의 호화정도에 따라 변화되는데, 단백질, 지질, 당, 섬유소 등과 같은 물질들이 전분에 혼합될 경우 전분 자체의 양이 줄어들기 때문에 점도는 떨어지게 되고 따라서 최고점도도 낮아지게 되며, 그 감소되는 정도는 첨가되는 재료의 성분이나 양에 의하여 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

최고점도에 도달하는데 소요된 시간은 6.0±6.2분으로 시료 종류에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 최고점도에 다다른 호화상태의 전분을 2.5분 간 계속 교반할 경우 물리적 전단력을 받게 되어 호화상태가 파괴되고 그 결과 반죽이 묽게 되면서 결국 점도가 떨어지게 된다. 최고점도에서 이처럼 묽게 된 최저점도 값인 유지강도(holding strength)를 뺀 값이 break down인데 그 차이가 클수록 호화된 전분상태가 불안정하다고 판단할 수 있다(Hwang 2012). 대조구의 break down 값은 97.0±0.8 RVU이었고, 죽엽과 연잎 분말을 1, 3%별로 첨가한 시료들은 각각 107.4±1.3, 100.4±3.2, 96.6±0.2, 105.4±1.3 RVU로 일관된 양상을 보이지 않았다.

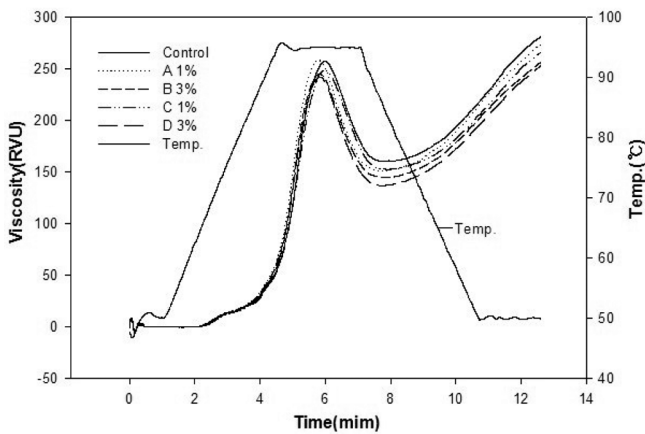
호화된 전분을 강제로 냉각시키면 최종점도가 나타나는데 중력분 대조구의 최종점도는 281.0±2.3 RVU이었으며, 죽엽 분말보다는 연잎 분말 첨가구의 최종점도가 낮게 나타났고, 두 시료 모두 첨가량이 많아지면 최종점도는 낮아졌다(p<0.01). 호화된 전분은 시간이 지남에 따라 노화되며, 이 노화 정도를 예측할 수 있는 것이 set back 값으로 최종점도에서 break down 값을 빼면 얻을 수 있다. 대조구의 set back 값은 120.7±1.2 RVU이었고, 죽엽과 연잎 분말을 1, 3%별로 첨가한 시료들은 각각 111.7±3.7, 113.6±2.1, 116.7±0.9, 116.7±3.7 RVU로 대조구에 비하여 모두 낮았다(p<0.05). 전체적으로 볼 때 죽엽과 연잎 분말을 첨가할 경우 set back

<Table 3> Rapid Visco Analyser pasting characteristics of the medium flour containing different quantity of bamboo leaf and lotus leaf powder

Samples		Initial pasting temp.	Peak viscosity		Holding strength	Break down	Final viscosity	Set back
		(°C)	RVU	Time (min.)	RVU	RVU	RVU	RVU
Control		69.0±0.7 ^b	257.3±1.9 ^a	6.2±0.0 ^a	160.3±1.1 ^a	97.0±0.8 ^b	281.0±2.3 ^a	120.7±1.2 ^a
Bamboo leaf powder	1%	69.4±1.2 ^b	258.5±0.4 ^a	6.0±0.0 ^b	151.1±0.9 ^b	107.4±1.3 ^a	273.9±2.8 ^a	111.7±3.7 ^b
	3%	68.6±0.1 ^b	245.0±4.3 ^{bc}	6.0±0.0 ^b	144.7±1.1 ^c	100.4±3.2 ^b	256.4±3.1 ^c	113.6±2.1 ^b
Lotus leaf powder	1%	71.8±1.1 ^a	249.0±1.5 ^b	6.2±0.0 ^a	152.7±1.7 ^b	96.6±0.2 ^b	266.0±2.6 ^b	116.7±0.9 ^{ab}
	3%	68.7±0.0 ^b	242.1±1.6 ^c	6.0±0.0 ^b	136.7±0.4 ^d	105.4±1.3 ^a	253.4±4.1 ^c	116.7±3.7 ^{ab}
F-value		5.63*	19.43**	19.53**	128.81***	16.50**	29.11**	6.46*

Values are Mean±SD, n=5

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



<Figure 1> Rapid Visco Analyser pasting characteristics of the medium flour containing different quantity of bamboo leaf and lotus leaf powder.

A, B : Bamboo leaf powder C, D : Lotus leaf powder

값이 낮아지는 경향이었는데 이는 이들 분말이 전분을 희석시켰기 때문에 나타나는 현상으로 판단되었다. Cho 등(2007)은 중력분에 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율을 조절하고 두 종류의 갈락토 만난을 첨가하여 제면특성을 조사한 실험에서 아밀로펙틴 함량이 증가할수록 set back이 감소하는 경향을 보였다고 하여 set back 값은 노화 정도와 관계가 있음을 알 수 있었다. 죽엽과 연잎 분말 첨가구의 노화 정도를 예측할 수 있는 비교 값을 보면 죽엽 분말 첨가구가 연잎 분말 첨가구들에 비하여 set back 값이 낮아 죽엽 분말이 연잎 분말보다 노화를 억제할 수 있음을 알 수 있었다.

5. Farinogram 특성

Farinogram은 소맥분에 물을 넣고 일정한 온도에서 반죽할 때 생기는 가소성(plasticity)과 흐름성(mobility)을 측정하여, 반죽의 강도, 흡수율, 반죽형성시간, 반죽안정도, 반죽 내성 등과 같은 물성을 측정하는데 사용된다. 중력분을 대조구로 하고, 죽엽과 연잎 분말을 1, 3% 첨가한 복합분의 farinogram 특성은 <Table 4> 및 <Figure 2>와 같았는데 중력분 대조구의 consistency는 504.0±2.8 FU이었고, 죽엽과 연잎 분말 1, 3% 첨가구들은 각각 488.5±0.7, 462.5±0.7, 488.5±0.7, 475.5±4.9 FU로, 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 시료들 모두 첨가량이 많을수록 대조구에 비해 consistency가 감소되었다. 그리고 죽엽과 연잎 분말 1% 첨가구 간의 consistency는 488.5±0.7로 차이가 없었으며, 죽엽 분말 3% 첨가구가 연잎 분말 3% 첨가구보다 consistency가 유의적으로 가장 낮았다(p<0.001). Kim(2012b)은 소맥분에 활성 글루텐을 첨가하면 consistency가 증가하는데 이는 글루텐이 반죽의 되기를 높인 것으로 판단되며 그 이유는 글루텐의 흡수율이 전분보다 높아 수분을 먼저 흡수하였기 때문이라고 하였다. Kim(2009)도 박력분에 여주 분말을 첨가한 물성 실험

에서 여주 분말 첨가량이 많아지면 consistency가 증가되었는데 이는 여주 분말에 함유된 섬유소가 물을 흡수하여 consistency가 높아졌다고 설명하였다. 이 같은 실험에서 알 수 있는 것은 일정량의 물을 소맥분이 먼저 흡수하는지 아니면 소맥분에 첨가된 성분 등이 물을 더 빠르게 또는 많이 흡수하는지 여부에 따라 반죽의 consistency가 달라짐을 알 수 있었다. 따라서 본 실험에서 중력분에 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 복합분 그리고 그 양을 증가시켰을 때 consistency가 중력분 대조구에 비하여 더 낮게 나타난 것은 죽엽과 연잎 분말이 수분을 잘 흡수하지 못하기 때문에 나타난 현상으로 판단되었다.

흡수율(water absorption ratio)은 반죽이 형성되면서 graph band가 중앙 500 FU 기준선과 일치하였을 때 사용된 물의 양(Bennet 1985)으로, 단백질 함량과 전분의 손상도 등에 따라 달라진다(Kim 등 2002). 본 실험에서 대조구로 사용된 중력분의 흡수율은 60.0±0.0%였고, 죽엽과 연잎 분말을 1, 3%별로 첨가한 복합분들의 흡수율은 각각 61.1±0.4, 61.5±0.1, 61.6±0.2, 61.8±0.0%로 대조구에 비해 첨가구에서 흡수율이 증가하였으며, 죽엽보다 연잎 분말 첨가구의 수분흡수율이 다소 더 높았다(p<0.01). 흡수율은 소맥분에 함유된 단백질의 양과 질, 펜토산 함량 등에 따라 달라지는데, 본 실험에서는 죽엽과 연잎에 함유된 섬유소 등에 의하여 흡수율이 대조구에 비하여 증가한 것으로 판단되었다.

반죽형성시간은 소맥분을 반죽하기 시작하여 최고점 또는 최대 반죽강도에 도달하는 시간으로 중력분 대조구의 반죽형성시간은 11.6±0.1분이었고 죽엽과 연잎 분말을 1, 3%별로 첨가한 시료들은 각각 8.2±0.7, 7.3±0.4, 8.1±0.1, 6.4±0.8분으로 죽엽과 연잎 분말 첨가량이 많을수록 반죽형성시간이 짧아졌다(p<0.01). 반죽의 발전시간은 물이 흡수되는 속도를 나타내며 빵의 경우에는 발전시간이 길수록 제품성이 좋은데, 그 이유는 반죽과정에서 글루텐의 피막이 충분히 형성되기 때문이며(Rasper 1992), 반죽형성시간은 반죽의 안정성이 클수록 길어진다고 하였다(Kim 등 2001). Bae 등(2003)은 양과 분말을 첨가한 복합분의 반죽형성시간이 대조구에 비하여 첨가량이 많아질수록 짧아진다고 하여 본 연구와 동일한 결과를 보였다. 이처럼 복합분에 사용되는 죽엽이나 연잎 분말 첨가량이 증가할수록 반죽형성시간이 짧아지는 이유는 이들 첨가물질들이 소맥분의 망상구조를 형성하는 것을 방해하기 때문으로 판단되었다.

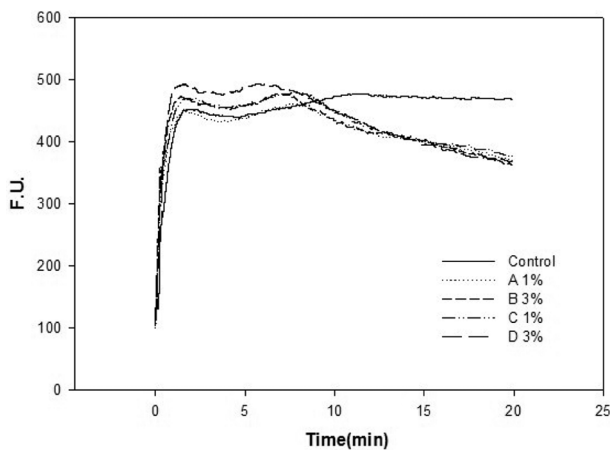
반죽의 안정도는 그래프가 500 FU에 도달하는 시간부터 벗어날 때까지의 시간을 말하는 것으로 글루텐 함량이 높은 강력분이 박력분에 비하여 반죽의 안정도가 크다. 대조구의 안정도는 18.5±0.1분이었으며, 죽엽과 연잎 분말을 1, 3% 첨가한 시료들의 안정도는 8.9±0.1, 7.9±0.1, 8.7±0.1, 8.4±0.1분으로 죽엽과 연잎 분말을 첨가할 경우 안정도는 급격하게 감소되었다(p<0.001). 죽엽 분말 1% 첨가구와 연잎 분말 1% 첨가구에서 죽엽 분말 첨가구의 안정도가 좀 더 높게 나

<Table 4> Farinogram parameters of the medium flour containing different quantity of bamboo leaf and lotus leaf powder

Samples	Farinogram parameters						
	Consistency (F.U.)	Water absorption (%)	Development time (min.)	Stability (min.)	Time to breakdown (sec.)	Tolerance index (MTI) (F.U.)	Farinograph quality number
Control	504.0±2.8 ^a	60.0±0.0 ^c	11.6±0.1 ^a	18.5±0.1 ^a	388.5±3.5 ^a	12.0±0.0 ^a	63.0±0.0 ^a
Bamboo leaf powder	1%	488.5±0.7 ^b	61.1±0.4 ^b	8.2±0.7 ^b	8.9±0.1 ^b	366.0±2.8 ^b	55.0±2.2 ^c
	3%	462.5±0.7 ^d	61.5±0.1 ^b	7.3±0.4 ^{bc}	7.9±0.1 ^d	356.0±1.4 ^c	61.0±8.5 ^b
Lotus leaf powder	1%	488.5±0.7 ^b	61.6±0.2 ^a	8.1±0.1 ^b	8.7±0.1 ^{bc}	366.0±8.5 ^b	54.0±2.7 ^c
	3%	475.5±4.9 ^c	61.8±0.0 ^a	6.4±0.8 ^c	8.4±0.1 ^c	360.0±9.9 ^c	59.0±2.7 ^b
F-value	71.68***	20.39**	31.19**	237.82***	30.67**	93.75***	92.95***

Values are Mean±SD, n=5

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



<Figure 2> Farinogram parameters of the medium flour containing different quantity of bamboo leaf and lotus leaf powder.

A, B: Bamboo leaf powder C, D: Lotus leaf powder

타났지만 그 차이는 크지 않았고, 3% 첨가구에서는 연잎 분말 첨가구의 안정도가 더 좋았으며 유의적인 차이를 보였다.

반죽과괴시간을 나타내는 time to breakdown 값은 반죽이 500 FU에 도달한 후 반죽이 진행되어 500 FU를 떠나는 시간을 말한다. 대조구는 388.5±3.5초이었고, 죽엽과 연잎 분말을 1, 3% 첨가한 시료들은 각각 366.0±2.8, 356.0±1.4, 366.0±8.5, 360.0±9.9초로 죽엽과 연잎 분말을 첨가할 경우 대조구에 비해 반죽과괴시간이 짧아졌으며(p<0.01), 1%와 3% 첨가구 사이에서는 죽엽과 연잎 분말의 종류에 상관없이 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반죽과괴시간은 반죽의 안정도와 관계가 있는데, 안정도가 높을수록 형성된 글루텐 피막은 안정된 상태를 유지하고 따라서 형성된 반죽은 쉽게 파괴되지 않게 된다. 따라서 반죽과괴시간은 반죽의 안정도에 따라서 달라진다. 본 실험에서 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 복합분들의 반죽과괴시간이 짧아진 것은 죽엽과 연잎 분말이 글루텐 형성을 방해하고 뿐만 아니라 형성된 글루텐 피막을 파괴하였기 때문으로 판단되었다.

Mixing tolerance index(MTI)는 최고점(peak)에서 5분이

지난 후의 높은 점을 FU로 나타낸 수치로 반죽의 내구성을 의미한다. 중력분 대조구의 MTI값은 12.0±0.0 FU이었고, 죽엽과 연잎 분말을 1, 3% 첨가한 시료들은 각각 55.0±2.2, 61.0±8.5, 54.0±2.7, 59.0±2.7 FU로 대조구에 비하여 높아졌으며, 그 함량이 많아지면 더 높아지는 경향을 보였다(p<0.001). 이는 죽엽과 연잎 분말에 함유된 섬유소가 밀 단백질을 희석하고 또한 반죽하는 과정에서 글루텐 형성을 방해하여 나타나는 현상으로 파악되었다. Farinograph quality number는 중력분 대조구가 63.00±0.0이었고, 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 복합분들은 각각 60.1±1.4, 58.5±3.5, 60.5±2.1, 57.3±2.1로 그 수치가 감소하였다(p<0.001). 죽엽과 연잎 분말 1% 첨가구 간에, 그리고 3% 첨가구 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

5. Rheofermentometer 특성

중력분 대조구와 죽엽 및 연잎 분말을 1, 3% 첨가한 복합분들의 발효특성은 <Table 5>와 같았다. 이산화탄소가 방출되기 시작한 후 반죽의 최고 높이에 도달한 H'm 값은 중력분 대조구가 49.9±0.1 mm이었고 죽엽과 연잎 분말을 1, 3% 별로 첨가한 시료들은 각각 52.4±0.7, 55.5±0.2, 56.1±0.2, 61.9±0.0 mm로 나타나, 죽엽과 연잎 분말 첨가 시 대조구에 비하여 H'm 값이 증가하였다(p<0.001). 최대 높이인 H'm에 도달하는데 걸린 시간인 T₁ 값은 대조구가 119.8±0.2분, 그리고 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 시료들은 각각 177.2±0.3, 168.3±0.3, 175.7±1.2, 162.0±0.2분으로 연잎 분말을 첨가한 시료들이 죽엽 분말을 넣은 시료들보다 시간이 적게 걸렸다(p<0.001). 반죽의 최고 높이는 연잎 분말 첨가 시료들이 죽엽이나 대조구에 비하여 더 높게 나타나 연잎 분말을 첨가할 경우 반죽이 더 부드럽게 된다는 사실을 알 수 있었다. Kim(2011a)은 연잎 분말을 %별로 강력분에 첨가하여 발효 특성을 살펴 본 결과에서 연잎 분말 첨가가 일정량을 넘어설 경우 반죽의 글루텐을 약화시켜 최대 높이에 도달하는 시간이 늦어졌다고 하였다. 본 실험결과와 비교하여 보면 죽엽과 연잎 분말 첨가는 글루텐 피막을 약화시키고 따라서 발

<Table 5> Rheofermentometric analysis for gaseous releases of doughs prepared with different quantity of bamboo leaf and lotus leaf powder

Samples	Hm 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	49.9±0.1 ^d	179.8±0.2 ^a	102.1±0.4 ^a	1244.3±1.5 ^a	21.2±0.2 ^c	1221.4±0.9 ^a	98.1±0.2 ^a
Bamboo leaf							
1%	52.4±0.7 ^c	177.2±0.3 ^{ab}	97.4±0.5 ^b	1109.4±1.1 ^b	24.3±0.2 ^b	1084.4±1.4 ^b	97.7±0.3 ^{ab}
3%	55.5±0.2 ^b	168.3±0.3 ^c	94.2±0.3 ^c	951.9±0.7 ^c	23.3±0.1 ^b	928.8±1.1 ^c	97.5±0.1 ^{ab}
Lotus leaf							
1%	56.1±0.2 ^b	175.7±1.2 ^b	94.4±0.6 ^c	1067.8±0.6 ^{bc}	35.8±0.7 ^a	1046.6±0.6 ^b	98.0±0.2 ^a
3%	61.9±0.0 ^a	162.0±0.2 ^d	89.8±0.3 ^d	896.1±0.9 ^d	23.1±0.3 ^b	860.2±0.5 ^d	95.9±0.4 ^b
F-value	128.25***	89.14***	94.77***	72.76***	38.19**	92.94***	9.18*

Values are Mean±SD, n=3

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 %.

생된 가스는 반죽의 최고 높이를 쉽게 올린 것으로 판단되었으 며, 이 때 소요된 시간도 양이 많아질수록 짧아진 것으로 여겨졌다.

반죽이 가스를 내기 시작하는 시간 또는 반죽의 기공이 나타나기 시작한 시간인 Tx는 대조구가 102.1±0.4분 걸렸으며, 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 시료들은 각각 97.4±0.5, 94.2±0.3, 94.6±0.6, 89.8±0.3분이 소요되었다(p<0.001). 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 시료들은 대조구에 비하여 가스를 방출하기 시작한 시간이 더 짧아졌으며, 첨가량이 많을수록, 그리고 죽엽보다는 연잎을 첨가한 시료들의 Tx 값이 더 낮았다. 이는 죽엽이나 연잎이 글루텐 피막을 약화시켜 가스 보유를 어렵게 하였기 때문으로 판단되었다. Choi(2008)는 밀 배아를 이용한 상화병의 품질특성 연구에서 밀배아 첨가로 인하여 약하게 형성된 글루텐 피막때문에 가스가 쉽게 빠져 나간다고 하여 본 실험과 동일한 결과를 보여주었다.

총 부피는 증력분 대조구가 1,244.3±1.5 mL이었고, 죽엽 분말 1% 첨가구 1,109.4±1.13 mL, 연잎 분말 1% 첨가구 1,067.8±0.6 mL의 순이었다. 죽엽과 연잎 분말 첨가량을 3%로 하였을 때는 951.9±0.7, 896.1±0.9 mL로 나타나(p<0.001), 죽엽과 연잎 분말을 첨가할 경우 총 부피가 감소됨을 알 수 있었으며, 연잎 분말 첨가가 죽엽 분말보다 부피 감소가 컸다. 이산화탄소 손실량은 증력분 대조구가 21.2±0.2 mL로 가장 적었으며(p<0.01), retention volume 역시 대조구가 시험구들에 비하여 1,221.4±0.9 mL로 가장 높게 나타났다(p<0.001). 죽엽과 연잎 분말 첨가량이 많아지면서 유지 부피는 감소하였으며, 그 정도는 연잎 분말에서 더 크게 나타났다. Retention coefficient는 retention volume을 total volume으로 나눈 것으로 증력분 대조구가 98.1±0.2로 가장 높게 나타났으며, 다음은 연잎 분말 1% 첨가구로 98.0±0.2이었다. 죽엽 분말 1, 3% 첨가한 것은 97.7±0.3, 97.5±0.1이었으며, 연잎 분말 3% 첨가한 것이 95.9±0.4로 가장 낮게 나타났다(p<0.05). 이 같은 결과들은 죽엽과 연잎 분말의 첨가 및 그 양의 증가가 글루텐 형성을 방해할 뿐만 아니라 형성된 글

루텐의 피막을 약화시켜 이산화탄소를 쉽게 방출하게 된 결과로 판단되었다. Hwang(2011)은 죽엽 분말의 발효실험 결과에서 죽엽 첨가량이 증가하면 글루텐 피막 형성을 방해하고 결과적으로 가스 보유력이 약해진다고 하여 본 실험 결과와 동일한 양상을 보였다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 죽엽과 연잎 분말 첨가 소맥분의 물성에 미치는 영향을 조사하고 그 가공적성을 살펴보고자 증력분에 죽엽과 연잎 분말을 각각 1, 3% 첨가한 복합분의 물리적 특성을 비교 분석하였다.

Falling number는 대조구보다 복합분에서 첨가량이 많을수록 더 높게 나타났고, 죽엽 복합분이 연잎 복합분보다 더 높았다(p<0.01). 모든 복합분의 L값은 대조구에 비하여 낮았으며, 첨가량이 많을수록 더 낮아졌다(p<0.001). a값은 죽엽 복합분은 감소, 연잎 복합분은 증가하여 차이를 보였으며(p<0.001), b값은 모든 복합분에서 첨가량이 많을수록 높아졌다(p<0.001).

호화 개시온도는 연잎 분말 1% 첨가구에서 가장 높았으며(p<0.05), 최고점도는 대조구에 비하여 전반적으로 죽엽과 연잎 분말을 첨가할 경우 떨어짐을 확인할 수 있었다(p<0.01). 죽엽 분말보다는 연잎 분말 첨가구의 최종점도가 낮게 나타났고, 두 시료 모두 첨가량이 많아질수록 최종점도는 낮아졌다(p<0.01). Set back 값은 죽엽 분말 첨가구가 연잎 분말 첨가구들에 비하여 낮게 나타나 죽엽 분말이 연잎 분말보다 노화를 억제할 수 있음을 알 수 있었다(p<0.05).

Farinogram에 나타난 consistency는 대조구에 비해 죽엽과 연잎 복합분 모두에서 감소하였고(p<0.001), 흡수율은 죽엽보다 연잎 분말 첨가구에서 더 높게 나타났으며(p<0.01), 첨가량이 많아짐에 따라 반죽 형성시간(p<0.01)과 안정도(p<0.001)는 감소되었다. 반죽과괴시간은 죽엽과 연잎 분말을 첨가할 경우 대조구에 비해 반죽과괴시간이 짧아졌으며,

mixing tolerance index(MTI)는 첨가량이 많아질수록 더 높아지는 경향을 보였다($p<0.001$). Rheofermentometer를 이용한 반죽의 발효정도에서는 연잎 분말 첨가구들이 죽엽 분말 첨가구들보다 발효시간이 적었고($p<0.001$), 반죽의 최고 높이는 연잎 분말 첨가구에서 죽엽이나 대조구에 비하여 더 높게 나타나($p<0.001$) 연잎 분말을 첨가할 경우 반죽이 더 부드럽게 된다는 사실을 알 수 있었다. 이상에서 나타난 죽엽과 연잎 등을 부재료로 첨가하였을 때의 반죽 특성 변화를 바탕으로 본 연구에서는 이전부터 섭취해온 찰떡제조에 활용하기 위해 후속 연구를 진행하고 있으며 이를 통해 가능성을 가진 제품개발이 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 56-81B
- AACC. 2000d. American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., A.A.C.C. Method 54-21
- Bae JH, Woo HS, Choi H, Choi C. 2003. Physicochemical properties of onion powder added wheat flour dough. Korean J. Food Sci. Technol., 35(3):436-441
- Bennet RE. 1985. Baking Science Laboratory. 2ed. III. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. pp 459
- Chang HK. 2004. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of millet flour. Korean J. Food Sci. Technol., 36(6):952-958
- Cho YH, Shim JY, Lee HG. 2007. Characteristics of wheat flour dough and noodles with amylopectin content and hydrocolloids. Korean J. Food Sci. Technol., 39(2):138-145
- Choi YJ, Park HS, Park KS, Lee KS, Moon YH, Kim MJ, Jung IC. 2012. Quality characteristics of pork patty containing lotus root and leaf powder. J. East Asian Soc. Dietary Life, 22(1):33-40
- Choi BS. 2008. Biological activity of wheat germ and qualitative character of the Sanghwa-byung. Doctoral degree thesis. Kyonggi University. pp 102-106
- Chung BS, Shin MK. 1990. Illustration great encyclopedia of herb medicine. Young Lim Book Center. Seoul. pp 208
- Hwang EH, Jung SY, Jung DM. 2012. Development of ice cream prepared lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertner) leaf and seeds. Korean J. Human Ecology, 21(2):377-388
- Hwang SJ. 2011. Physical properties of dough with bamboo leaf powder. Korean J. Food Preserv., 18(4):517-526
- Hwang SY. 2012. Cereal processing. Jin Ro Book Center. Seoul. pp 166-168
- Ju IO, Jung GT, Ryu J, Choi JS, Choi YG. 2005. Chemical components and physiological activities of bamboo (*Phyllostachys bambusoides* Starf) extracts prepared with different methods. Korean J. Food Sci. Technol., 37(4):542-548
- Kang CO. 2002. Effect of the addition of powdered-bamboo leaves on the quality and preservations of breads. Masters degree thesis. Chonnam National University. pp 28-32
- Kim HJ, Kang WW, Moon KD. 2001. Quality characteristics of bread added with *Gastrodia elata* Blume powder. Korean J. Food Sci. Technol., 33(4):437-443
- 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 KJ. 2012a. Effects of lotus leaf powder on the rheology of wheat flour and white pan bread. Master's degree thesis. Hankyong National University. pp 32-39
- Kim MH. 2009. Effects of bitter melon powder on the quality of sponge cake. Master's degree thesis. Yonsei University. pp 28-30
- Kim SH. 2012b. The effects of addition of waxy corn powder and vital gluten on the white pan bread. Master's degree thesis. Hankyong National University. pp 25-26
- Kim YS, Chun SS, Tae JS, Kim RY. 2002. Effects of lotus root powder on the quality of dough. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 18(6):573-578
- Lee KE, Oh NS, Park WJ, Rhu GH. 2004. Changes in extraction pattern and yield of bamboo leaf powder at different extraction conditions. Food Industry & Nutrition, 9(1):46-52
- Lee KS, Kim MG, Lee KY. 2006. Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35(2):183-186
- Lee KS, Kwon YJ, Lee KY. 2008. Analysis of chemical composition, vitamin, mineral and antioxidative effect of the lotus leaf. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 37(12):1622-1626
- Oh HS. 2004. Biological activities of bamboo leaf and quality characteristics of buckwheat cold noodle using bamboo leaf powder as a functional ingredient. Korean J. Food Cookery Sci., 20(5):498-504
- Park BH, Cho HS, Bae KY. 2008. Quality characteristics of dried noodle made with lotus root powder. Korean J. Food Cookery Sci., 24(5):593-600
- Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD. 2009a. Quality characteristics of Jook prepared with lotus leaf powder. Korean J. Food Cookery Sci., 25(7):55-67

- Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD, Koh KM. 2009b. Quality characteristics of soybean curd prepared with lotus leaf powder. *Korean J. Food Culture*, 24(3):315-320
- 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(5):763-767
- Park CS, Kim ML. 2006. Functional properties of mugwort extracts and quality characteristics of noodles added mugwort powder. *Korean J. Preserv.*, 13(2):161-167
- Park SH, Chang KH, Byun GI, Kang WW. 2009c. Quality characteristics of bread made with flour partly substituted by lotus leaf powder. *Korean J. Food Culture*, 24(3):315-320
- Rasper VF. 1992. Dough rheology and physical testing of dough. In: *Advances in baking technology*. MN. pp 107-110
- Song YS, Hwang SY. 2007. A study on the characteristics of yellow layer cake made with bamboo leaf powder. *Korean J. Food & Nutr.*, 20(2):164-172
- Yoo HN, Chung CH. 2011. Fermentation characteristics of Takju prepared with lotus leaf. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 27(5):577-587

Received February 27, 2014; revised June 6, 2014; revised August 5, 2014; accepted August 8, 2014