

밀 배아 첨가가 상화병의 품질 특성에 미치는 영향(I) - 밀 배아 첨가 소맥분의 리올로지 특성 -

최봉순¹ · 황성연² · 강근옥^{3*}

¹경기대학교 외식조리관리학과, ²국립한경대학교 식품생물공학과, ³국립한경대학교 영양조리학과

Effect of Wheat Germ on the Quality Characteristics of Sangwhabyung - Rheology Characteristics of Medium Flour with Wheat Germ -

Bong-Soon Choi¹, Seong-Yun Hwang² and Kun-Og Kang^{3*}

¹Dept. of Foodservice Culinary & Management, Kyonggi University, Seoul 120-702, Korea

²Dept. of Food Biotechnology, Hankyong National University, Ansong 456-749, Korea

³Dept. of Nutrition and Culinary Science, Hankyong National University, Ansong 456-749, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of wheat germ on medium flour using falling number and RVA tests, as well as farinogram and rheofermentometer analyses. The wheat germ was added to the medium flour on a 3, 5, and 7% basis. Falling numbers increased with increasing amounts of wheat germ. Analysis of the RVA characteristics showed that the wheat germ additions did not have significant effects on the initial pasting temperature. In the farinogram, water absorption decreased with an increasing amount of wheat germ. Also, development time was longest in the control group and shortest in the group with the highest addition of wheat germ. The results of the effects of added wheat germ on fermentation by rheofermentometer analysis showed that the H'm value reached a maximum height at 3%. Finally, the volume of CO₂ lost was increased whereas the retention coefficient was decreased.

Key words : Wheat germ, medium flour, rheology characteristics.

서 론

밀은 전체 곡류 생산 중 30%를 차지하는 세계적으로 주요한 곡물의 하나이며, 밀 배아는 밀의 제분 과정에서 얻어지는 부산물로 제분 단계에서 순수한 배아만을 분리하여 얻어진다. 국내에서 생산되는 밀 배아는 밀의 2~3%를 차지하며 지방 및 비타민 등 영양 성분도 상당량 들어 있다. 예전에는 밀 배아를 이용한 식품이 다소 있었지만 지금은 대부분이 밀 기울과 함께 섞여진 상태에서 저렴한 사료로 이용되고 있는 실정이다.

밀 배아에 관하여 그 동안 이루어진 연구들을 살펴보면 밀 배아 지방의 산화 안정성과 카로티노이드 및 토코페롤의 변화에 관한 연구(Kim & Choi 1995), 소맥 배아유의 산화 안정성(Pyo YH 1991)에 관한 연구 등이 있으며, Choi *et al*(2002)은 밀 배아에서 분리된 arabinoxylan의 면역세포 활성화를 검토하여 arabinoxylan의 면역 증진 효과를 확인하였다고 보고

한 바 있다.

밀 배아 외에도 여러 가지 곡류의 배아에 관한 연구도 이루어졌다. 보리의 항산화성을 본 연구(Seog *et al* 2002, Tamagawa *et al* 1997)가 있으며, 쌀 배아에 관한 연구로 Ghoneum M(1998)는 미강에서 추출된 arabinoxylan이 NK(natural killer) cell의 암세포 독성 효과를 증가시킨다고 보고하였고, 그 외에도 미강의 혈중 콜레스테롤 저하 효과(Kahlon *et al* 1989), 항산화 효과(Osawa *et al* 1985), 혈압 강하 효과(Muramoto & Kawamura 1991) 및 쌀 배아의 단백질, 비타민, 필수지방산 등에 대한 연구(Juliano BO 1985) 등이 보고되어 있다.

상화병은 우리나라 전래 떡의 한 종류로서 상외떡 또는 상애떡이라고도 하며, 6월 15일 유두일에는 특별한 절식으로 만들어 먹었다(윤서석 1985). 상화병은 원나라 몽고인이 전해준 만두류의 변형된 형태로서 술을 발효시켜 만드는 것은 증편과 비슷하지만 제조 방법과 모양을 보면 중국의 상화에서 유래한 것이라고 할 수 있다. 상화병은 밀가루를 술로 부풀리고 콩, 팥 또는 깨에 꿀을 넣어 소를 만들어 넣고 찐 것이지만 우리나라에서는 밀가루의 산출량이 적었기 때문에 상화는 점차 없어지고 멥쌀을 이용한 증편류가 일반화되었음

* Corresponding author : Kun-Og Kang, Tel : +82-31-670-5181, Fax : +82-31-670-5187, E-mail : cocco-9522@hanmail.net

을 짐작할 수 있다. 상화병에 관련한 연구로는 상화병의 발효에 관한 연구(Park SH 2003, Kwak *et al* 2007)와 Kim WS(2002)이 보리상외떡의 품질을 개선하기 위하여 호박, 녹차, 짚을 첨가하여 기계적, 관능적 품질 특성을 검토한 것이 있을 뿐 연구가 많이 수행되지 않았다.

그러므로 본 연구에서는 지금까지 이용이 제한되었던 밀 배아를 기능성 식재료로 첨가하여 우리의 전통 음식인 상화병을 제조하고자 밀 배아를 첨가한 소맥분의 리올로지 특성을 조사함으로써 전통 음식의 계승 발전과 기능성을 가진 밀 배아의 활용에 기여할 수 있는 계기를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 밀 배아는 2008년 6월 동아제분에서 중력분 밀가루(미국산) 제조 시 분리된 것을 받아 사용하였고, 밀가루는 중력분(제일제당)을 사용하였다.

2. 밀 배아의 일반 성분 측정

밀 배아의 일반 성분은 AOAC법(AOAC 1990)에 의하여 분석하였다. 수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백은 semi micro Kjeldahl법(N×6.25), 조회분은 550°C 회화법, 조섬유는 H₂SO₄-KOH법으로 정량하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조단백, 조회분, 조섬유를 뺀 값으로 하였으며, 인지질의 실험 방법은 아세톤법(기준유지분석 시험 1984)으로 행하였다.

3. 밀 배아를 첨가한 소맥분 반죽의 물성 측정

1) Falling Number 측정

소맥분 반죽의 falling number는 Perten Instruments(Hud-dinge, Sweden)의 falling number 1500을 사용하여 AACC법(AACC 2000a)에 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉, 수분 함량 14% 기준으로 중력분 7.00±0.05 g을 정확하게 계량한 후 증류수 25±0.2 mL를 넣고 고무마개로 막아 20~30회 균일하게 교반하여 현탁액을 만들었다. 교반하여 균일하게 만든 현탁액을 100°C 비등수에서 60초 동안 호화시킨 다음 5회 반복 측정하여 평균값을 내었다. 밀 배아는 3, 5, 7% 별로 중력분을 대치하여 계량한 다음 소맥분에 잘 섞은 후 시료로 사용하였다.

2) 호화도 측정

호화도는 신속 점도계(Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty. LTD. Australia)를 이용하여 다음과 같이 측정하였

다. 알루미늄 용기에 밀 배아 3, 5, 7%를 첨가한 중력분을 각각 3.5 g씩 넣고 물 25±0.1 mL를 가한 다음 플라스틱 회전축으로 균일하게 교반하여 사용하였다. 50°C로 맞춘 신속 점도계에서 1분간 빠른 속도로 교반한 다음, 1분에 12°C씩 상승시키면서 95°C까지 가열하고 이 상태에서 2.5분 유지시킨 후 50°C로 냉각시키면서 호화 개시 온도(pasting temperature), 최고 점도(peak viscosity), 최고 점도 시간(peak time), 최고 점도 후에 나타나는 최저 점도인 유지 강도(holding strength), 최종 점도(final viscosity), 최고 점도에서 최저 점도를 뺀 값인 break down 및 최종 점도(final viscosity)에서 최저 점도를 뺀 값인 set back 값을 5회 반복 측정하여 평균값을 내었다.

3) Farinogram 측정

밀 배아를 중력분에 각각 3, 5, 7% 씩 첨가한 시료의 farinogram 특성 측정은 Farinogram-E(M81044, Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany)를 사용하여 AACC 방법(AACC 2000b)으로 측정하였다. 즉, 시료 300 g에 증류수를 첨가한 다음 커브의 중앙이 500±10 FU(Farinogram Unit)에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다. 이 흡수율을 사용하여 밀 배아 첨가 시료의 farinogram 값을 구하였으며, 이때 반죽 온도는 30±0.2°C를 유지하도록 하였다. Farinogram으로부터 반죽의 강도(consistency)와 흡수율(water absorption), 반죽 형성 시간(development time), 안정도(stability), 연화도(time to breakdown), 반죽의 내성(tolerance index MTI) 및 farinograph quality number의 값을 5회 반복 측정하여 계산한 평균값을 사용하였다.

4) Rheofermentometer 측정

Rheofermentometer 특성 측정에는 F3 Rheofermentometer (Chopin S.A, Villeuneuve La Garenne, France)를 사용하였다. 측정 시 반죽 제조 온도는 28.5°C, 시료 250 g, 효모(compressed yeast) 3 g, 식염 5 g, 물은 mixograph 데이터에 기초한 결과에 따라 129.4 mL를 넣었다. 그리고 alveograph 믹서로 먼저 시료와 효모를 믹서 볼에 넣고 1분간 혼합한 후 식염과 물을 첨가하여 6분간 혼합하여 250 g을 만들어 측정에 사용하였다. 측정 조건을 보면 protocole type 온도 28.5°C, duration 180 mm, 반죽 무게 250 g, 원추 무게 2 kg, piston 규격 standard, quantity 1.2%로 하였으며, 측정은 밀 배아를 각 3, 5, 7%씩 첨가하여 3시간 동안 지속적으로 하였다.

Rheofermentometer 측정 시 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. Gaseous release는 H_m(가스 발생 커브의 최대 높이), T₁(가스 발생 커브 최대 높이까

지 소요되는 시간), Tx(반죽에서 CO₂ 가스가 손실되기 시작할 때의 시간), 전체 부피(A1 + A2 커브에서 가스 발생량), CO₂ 가스 손실량과 보유량(mL) 및 CO₂ 가스 보유율(%)로 나타내었다.

4. 통계분석

실험 결과는 SAS package(release 8.01)(SAS 1997)를 이용하여 평균±표준편차로 표시하였고, 평균값의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 밀 배아의 일반 성분 함량

본 연구에 사용한 밀 배아의 일반 성분은 Table 1과 같다. 밀 배아의 수분 함량은 11.4%였으며, 조단백 24.4%, 조지방 13.1%, 조지방 중의 인지질의 함량은 1.7%로 나타났고, 당 46.7%, 조섬유 3.3% 그리고 조회분은 2.1%로 나타났다. Choi *et al*(2000)의 연구에서 밀 배아의 수분 함량은 11.6%, 조단백 25.1%, 조지방 7.5%, 당 49.1%, 조섬유 2.8% 그리고 조회분은 4.0% 정도로 조지방 함량만 다소 차이가 있을 뿐 본 연구와 비슷한 함량을 나타내었다. 또한 Ho *et al*(1986)의 연구에서는 수분 함량 10.5%, 조단백 22.8%, 조지방 2.4%, 조섬유 1.5% 그리고 조회분은 3.2%로 보고하여 역시 조지방 함량에서만 차이를 보였는데, 이는 시료의 차이에 기인한 것으로 보인다. 사용한 중력분의 수분 함량은 12.7%이었고, 회분은 0.3%, 조단백질 10.2%이었다.

2. Falling Number 특성

밀 배아를 3, 5, 7% 첨가한 시료의 falling number는 Table 2와 같다. Falling number는 100°C의 물에서 전분질이 호화된 후 플런저(plunger)가 낙하하는 시간을 측정된 값으로, 낙하

시간이 짧으면 α -amylase 활성이 커 전분이 효소에 의하여 가수분해가 많이 일어난 것을 뜻한다(Pyler EJ 1982). 본 실험에서 control의 falling number는 351.0±1.4 sec이었고, 밀 배아를 각각 3, 5 및 7% 첨가한 시료들은 각각 422.5±7.8, 472.5±7.8 및 531.5±2.1 sec로 높아졌다. 밀 배아 첨가량 증가에 따라 falling number 값이 유의적으로 높아진 것은 밀 배아에 함유된 섬유소, 유지 등에 의하여 호화된 소맥분의 점도를 높임으로서 control에 비하여 플런저가 떨어지는 시간이 더 소요되는 것으로 판단되었다. Song & Hwang(2007)의 죽엽분말을 첨가한 반죽의 falling number 값은 412±7.8 sec로 본 연구에서보다 낮았는데, 이는 소맥분의 제조사의 차이에 따른 것으로 판단된다.

3. 호화도 특성

반죽의 호화도는 Table 3과 같다. Control의 호화 개시 온도(initial pasting temp)는 69.4±0.1°C이었으며, 밀 배아를 3, 5, 7% 첨가한 시료는 각각 71.1±1.2, 69.7±1.8 및 70.2±0.0°C로 초기 호화 온도는 밀 배아 3%를 넣었을 때 증가하였다가 이후 감소 및 증가하는 등 일관된 모습을 보이지 않았다. 이러한 결과는 Chang HK(2004)이 보고한 바와 같이 호화 개시 온도는 첨가 물질에 따른 영향을 많이 받지 않는다는 보고와 일치하였다. 그러나 Ha *et al*(2003)은 결명자 식이섬유, hydroxypropylmethyl cellulose, xanthan gum을 첨가하여 amylogram을 조사한 결과 xanthan gum을 첨가한 경우 호화 개시 온도가 가장 낮게 나타났고, Cassia tora 섬유소를 첨가한 것의 호화 개시 온도는 가장 높은 것으로 나타났다고 하였으며, Lee YT(1994)는 hydroxypropylmethyl cellulose를 첨가할 경우 호화 개시 온도가 낮아지는 이유는 쌀가루의 호화와 hydroxypropylmethyl cellulose의 호화가 결합하는 현상으로 쌀가루 호화 온도보다 hydroxypropylmethyl cellulose의 호화 온도가 낮기 때문이라고 하였다. 또한, Lee & Chang(2003)은 찰성 및 메성 쌀보리가루 첨가가 제빵 특성에 미치는 영향을 조사한 실험에서 호화 개시 온도는 쌀보리가루를 첨가한 복합분이 약간 증가하는 경향을 보였으며, 찰성 쌀보리 복합분이 메성에 비해 약 2°C 정도 낮게 나왔다고 하였다. 이상과 같은 연

Table 1. Approximate composition of the wheat germ

Items	Wheat germ (%)
Moisture	11.4±0.1 ¹⁾
Crude protein	24.4±0.2
Crude lipid(Phospholipid)	12.1±0.2(1.7±0.1)
Carbohydrate	46.7±0.3
Crude fiber	3.3±0.1
Crude ash	2.1±0.1

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=3.

Table 2. Falling number in the medium flour with different quantity of wheat germ

Samples	Control	3%	5%	7%
Falling number	351.0±1.4 ^{d1)}	422.5±7.8 ^c	472.5±7.8 ^b	531.5±2.1 ^a

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=5.

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

Table 3. RVA data on the medium flour with different quantity of wheat germ

Samples	Initial pasting temp.	Peak viscosity		Holding strength	Final viscosity	Break down	Set back
	(°C)	RVU	Time(min)	RVU	RVU	RVU	RVU
Control	69.4±0.1 ^{a1)}	218±0.8 ^a	6.3±0.0 ^a	156±1.2 ^a	264±0.1 ^a	62±2.0 ^a	108±1.3 ^a
3%	71.1±1.2 ^a	200±1.2 ^b	6.3±0.0 ^a	144±0.2 ^b	245±2.1 ^b	56±1.0 ^b	101±1.8 ^b
5%	69.7±1.8 ^a	195±0.8 ^c	6.3±0.0 ^a	138±2.0 ^c	239±2.9 ^c	56±1.2 ^b	101±0.9 ^b
7%	70.2±0.0 ^a	189±0.4 ^d	6.3±0.0 ^a	135±0.4 ^d	232±2.1 ^d	54±0.1 ^b	98±1.6 ^b

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=5.

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

구 결과들을 볼 때 첨가 물질, 또는 전분의 종류에 의하여 초기 호화 온도에 차이가 생기지만 그 영향은 크지 않다는 것을 알 수 있었다.

최고 점도(peak viscosity)의 경우 중력분 control이 218±0.8 RVU이었으며, 밀 배아를 3, 5, 7% 첨가한 시료는 각각 200±1.2, 195±0.8 및 189±0.4 RVU로 나타나 밀 배아 함량이 증가함에 따라 최고 점도가 낮아졌으며, 밀 배아를 첨가한 시료 간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 그러나 최고 점도에 도달하는 시간은 6.3±0.0 min으로 모든 시료가 동일한 값을 보였다. Im & Kim(2003)이 검정콩 분말을 첨가한 식빵의 호화도 변화를 측정된 결과, 검정콩 분말 첨가량이 많아짐에 따라 최고 점도가 낮아졌으며, 최저 점도 및 최종 점도도 낮아졌다고 하여 본 실험과 동일한 결과를 보였다.

아밀로그래프는 전분의 호화 과정 중에 전분입자의 팽윤과 관련된 점도 변화를 측정하는 것으로 특히 α -amylase가 중요한 역할을 하는데, α -amylase 활성이 지나쳐 최고 점도 값이 너무 낮게 나타나면 빵 속이 질고 끈적이는 식감을 나타내고 최고 점도가 너무 높으면 이스트 발효에 필요한 전분 분해 당이 부족하여 반죽의 발효 상태가 나쁘고 빵 속이 건조하고 거칠게 된다고 한다(Kim *et al* 2001). 아밀로그래프의 주요 기능은 α -amylase의 활성을 확인하는 것으로 전분의 종류, 전분의 변성 정도 또는 첨가물에 의한 호화 정도의 차이 등이 나타나는데, 밀 배아를 첨가할 경우 밀가루 전분이 희석됨으로써 전분이 흡수되는 정도가 떨어지게 되고 결과적으로 호화되는 상태가 달라져 최고 점도가 낮게 나온 것으로 추정되었다.

Holding strength(유지강도)는 control이 156±1.2 RVU이었고, 밀 배아를 3, 5 및 7% 첨가한 시료들은 각각 144±0.2, 138±2.0 및 135±0.4 RVU로 나타나 밀 배아 첨가량이 증가할수록 점점 감소되었으나 밀 배아를 첨가한 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Holding strength는 시료가 호화된 상태에서 95°C를 유지하면서 기계적 전단력을 계속 받게 되면 입자가 붕괴되면서 아밀로오스 분자가 용액으로 용출되어 점

도가 떨어지게 된다(Newport Scientific 1995a). 이러한 결과는 Nam YJ(2008)가 수행한 연구에서 중력분, 박력분 모두 매실 엑기스 첨가량이 증가함에 따라 holding strength가 감소하였으며, control과 매실 엑기스 첨가구 간에 유의적인 차이를 보였다고 한 결과와 같은 것이다.

Break down은 holding strength와 연관되며 최고 점도에서 유지강도를 빼면 break down 값이 된다. Control의 break down 값은 62±2.0 RVU이었고, 밀 배아를 3, 5, 7%로 첨가한 시료들은 각각 56±1.0, 56±1.2, 54±0.1 RVU로 감소되는 경향을 보였지만 서로 간에 유의적인 차이는 없었다. Break down 값이 낮아지는 정도는 온도, 섞어주는 정도, 호화된 시료에 미치는 전단력 또는 서류 전분을 사용했는지, 곡류 전분을 사용했는지 등 시료 자체의 특성에 따라 달라지며 높은 온도와 기계적 전단력에 견디는 특성은 전분식품을 가공할 때 중요한 요소로 작용한다(Newport Scientific 1995b).

호화된 시료를 냉각수를 이용하여 강제로 50°C까지 온도를 낮추면 호화되었던 전분이 노화되기 시작하면서 점도가 높아진다. 이때 나타나는 값을 final viscosity(최종 점도)라고 하는데, 점도가 높아지는 이유는 호화된 전분이 재결합을 이루기 때문이며 정도의 차이는 있지만 주로 아밀로오스가 관여한다. Control의 최종 점도는 264±0.1 RVU이었으며, 밀 배아를 3, 5, 7% 별로 넣은 시료의 최종 점도는 각각 245±2.1, 239±2.9, 232±2.1 RVU로 나타나, 밀 배아 첨가량이 많아지면 최종 점도가 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이와 같이 최종 점도가 control에 비하여 감소하는 이유는 밀 배아의 조 단백질과 조지방이 각각 20.8%, 13.1% 정도 함유되어 있어 소맥분에 함유된 전분이 희석되었기 때문에 최종 점도가 낮아진 것으로 판단된다. Set back 값은 최종 점도에서 유지강도 즉, 최저 점도를 뺀 값으로 그 차이로 전분의 노화 정도를 추정할 수 있다(Newport Scientific 1995a). Set back 값이 낮다는 것은 최종 점도가 낮거나 최저 점도가 높은 경우로 일반적으로 고구마, 감자, 타피오카 등 서류 전분은 밀, 옥수수 등의 곡류 전분에 비하여 최종 점도가 매우 낮아 set

back 값이 적게 나온다. 따라서 서류 전분이 곡류 전분에 비하여 쉽게 노화되지 않음을 알 수 있다. 본 실험에서 control의 set back 값이 108±1.3 RVU이었고, 밀 배아를 3, 5, 7%로 첨가한 시료의 set back 값은 각각 101±1.8, 101±0.9, 90±1.6 RVU로 set back 값이 낮아지는 경향을 보여 밀 배아가 첨가 되면 노화가 지연되는 효과가 있음을 알 수 있었다. Lim JH (2009)의 연구에서는 매실 농축액 첨가량이 많아질수록 set back 값이 다소 증가하지만 control 및 첨가구 간에 유의적인 차이를 보이지 않아 매실 농축액 첨가가 소맥분의 노화를 지연시키거나 억제시키는 효과는 나타나지 않는 것으로 판단된다고 보고한 바 있어 본 연구와 상반된 결과를 보였는데 이는 첨가된 시료의 차이에서 오는 것으로 사료된다.

4. Farinogram 특성

밀 배아를 3, 5, 7% 첨가한 시료의 farinogram 특성 값을 측정한 결과는 Table 4, Fig. 1에 나타내었다. 반죽의 강도 또는 된 정도를 나타내는 control의 consistency는 504.0±8.5 FU 이었다. 밀 배아를 3, 5 및 7% 첨가했을 때는 502.5±3.5, 499.0±5.7, 489.0±1.4 FU로 밀 배아 첨가량이 증가될수록 consistency는 감소하였다. 밀 배아 첨가 함량에 따른 유의적인 차이는 나지 않았으나 consistency가 감소한 이유로서는 밀 배아에 함유된 유지가 반죽을 연화시키는 역할을 하여 반죽이 부드러워진 것으로 판단된다. 인삼 분말을 첨가한 중력분과 박력분의 consistency도 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타나 본 연구와 같았다(Yoon *et al* 2007).

흡수율(water absorption ratio)은 반죽의 graph band가 중앙 500 FU 기준선과 일치하였을 때 사용된 물의 양으로 사용량은 밀가루 대비 %로 표시하였다(Benner RE 1985). Control의 흡수율은 58.7±0.2%이었으며, 밀 배아를 % 별로 첨가한 시료의 흡수율은 각각 58.6±0.1, 58.5±0.1, 58.3±0.1%로 나타나 조금씩 감소되는 모습을 보였으며, 3%와 5% 시료 간에는 서로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이 같이 밀 배아

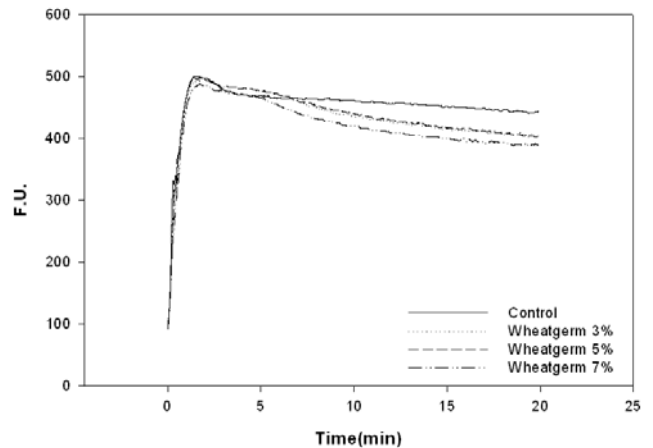


Fig. 1. Farinogram profiles of the medium flour with different quantity of wheat germ.

를 첨가하였을 때 흡수율이 감소한 것은 밀 배아가 첨가되면서 밀 단백질과 전분 등이 상대적으로 감소되었을 뿐만 아니라 밀 배아에 함유된 조지방이 수분 흡수를 저해하였기 때문인 것으로 판단된다. Kim *et al*(2001)은 수분 흡수율에 영향을 주는 것은 단백질(글루텐) 함량과 전분 특히 손상 전분의 함량이며, 단백질 및 손상 전분의 함량이 증가하면 흡수율은 증가하는 경향이 있다고 하면서 천마 분말을 첨가한 것의 수분 흡수율이 약간 높아지는 모습을 보였다고 하여 본 연구와 다른 경향을 보고하였다.

반죽 형성 시간(development time)은 소맥분을 반죽하기 시작하여 최고점 또는 최대 반죽 강도에 도달하는 시간을 분으로 나타낸 수치로, 소맥분의 안정성이 클수록 반죽 형성 시간은 길어지며, 제빵 적성이 좋아지는 것으로 알려져 있다(Kim *et al* 2000). 보통 반죽의 형성 시간은 물이 흡수되는 속도를 나타내며, 빵의 경우에는 형성 시간이 길수록 제품 성이 좋아지며, 그 이유는 반죽하는 동안 글루텐이 망사 구조를 형성하기 때문이라고 한다(Rasper VF 1992). Control의

Table 4. Farinogram parameters for the medium flour with different quantity of wheat germ

Samples	Farinogram parameters						
	Consistency (FU)	Water absorption (%)	Development time (min)	Stability (min)	Time to breakdown (sec)	Tolerance index (MTI) (FU)	Farinogram quality number
Control	504.0±8.5 ^{a1)}	58.7±0.2 ^a	4.5±0.3 ^a	4.9±0.0 ^a	383.0±21.0 ^a	37.5±1.4 ^c	37.0±1.4 ^b
3%	502.5±3.5 ^a	58.6±0.1 ^{ab}	2.1±0.1 ^b	4.4±0.0 ^{ab}	364.0±11.3 ^a	37.5±0.7 ^c	56.5±4.9 ^a
5%	499.0±5.7 ^a	58.5±0.1 ^{ab}	2.0±0.0 ^b	4.2±0.0 ^{ab}	341.0±29.7 ^a	47.5±2.1 ^b	60.5±2.1 ^a
7%	489.0±1.4 ^a	58.3±0.1 ^b	2.1±0.2 ^b	4.0±0.5 ^b	222.0± 5.7 ^b	64.0±4.2 ^a	63.5±3.5 ^a

¹⁾ Values are Mean±S.D., n=5.

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

반죽 형성 시간은 4.5 ± 0.3 min으로 가장 길게 나타났고, 첨가구에서는 3% 첨가 2.1 ± 0.1 min, 5% 첨가 2.0 ± 0.0 min, 7% 첨가 2.1 ± 0.2 min으로 밀 배아 첨가구 간에 서로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이처럼 밀 배아 첨가구 간에 반죽 형성 시간의 차이가 나지 않은 것은 반죽이 시작되는 시간이 매우 짧아 밀 배아 첨가 비율에 의한 영향을 크게 받지 않았던 것으로 생각된다.

반죽의 안정도(stability)는 그래프가 500 FU에 도달하는 시간부터 떠날 때까지 걸리는 시간으로 소맥분에 함유된 글루텐 힘이나 강도를 알 수 있다. 즉, 글루텐의 힘이 강하면 안정도가 길어지고 약하면 안정도가 짧아지는데, Lindborg *et al*(1997)은 반죽의 힘이 강하면 안정도가 길어지고 믹싱 및 발효 내구력이 좋아지지만 반대로 힘이 약한 밀가루는 안정도가 짧아져서 제빵 시 빵의 부피가 감소한다고 하였다. Control의 안정도는 4.9 ± 0.0 min이었고, 밀 배아를 3, 5, 7%로 첨가한 첨가구는 각각 4.4 ± 0.0 , 4.2 ± 0.3 , 4.0 ± 0.5 min으로 점차 감소하는 경향을 보였다. 밀 배아를 첨가한 소맥분의 안정도가 감소되는 이유는 밀 배아에 함유된 조단백, 조지방 등이 글루텐을 희석하였을 뿐만 아니라 글루텐의 피막 형성을 저해하였기 때문으로 판단된다.

반죽 파괴 시간을 나타내는 time to breakdown 값은 반죽이 최고점에 도달한 후, 계속 반죽이 진행되면서 최고점에서 30 FU가 떨어지는데 걸린 시간을 말하는 것으로 control의 time to breakdown 값은 383.0 ± 21.0 sec이었고, 3, 5, 7%로 밀 배아를 첨가한 시료들의 time to breakdown 값은 각각 364.0 ± 11.3 , 341.0 ± 29.7 그리고 222.0 ± 5.7 sec이었다. Mixing tolerance index(MTI)는 최고점(peak)에서 5분이 지난 후의 값을 FU로 나타낸 수치로 반죽의 내성을 나타내며 MTI 값이 높을수록 반죽의 내성이 떨어짐을 뜻하는데, 이는 그 만큼 글

루텐의 힘이 약해지고 있다는 것이며, MTI 값이 적게 되면 반죽이 안정적이라고 표현할 수 있다. Control은 37.5 ± 1.4 FU이었고, 밀 배아를 3, 5, 7% 첨가한 시료는 각각 37.5 ± 0.7 , 47.5 ± 2.1 , 64.0 ± 4.2 FU로 첨가구보다 높게 측정되었다. Control과 3% 첨가구와는 유의적인 차이가 나지 않았으나, 5%, 7% 첨가구와 control, 3% 첨가구간에는 유의적인 차이가 발생해 밀 배아를 3% 이상 첨가할 경우에는 반죽의 내성을 약화시킬 수 있음을 알 수 있었다. Control의 farinogram quality number는 37.0 ± 1.4 로 밀 배아 첨가구들과 유의적인 차이가 있었으며, 밀 배아 3, 5, 7% 첨가구는 각각 56.5 ± 4.9 , 60.5 ± 2.1 , 63.5 ± 3.5 로 첨가구 간에 유의차가 없었다.

5. Rheofermentometer 특성

제분과정에서 추출한 밀 배아를 3, 5, 7% 별로 소맥분에 넣은 다음 활성 건조 이스트를 사용하여 밀 배아 첨가가 발효 정도에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5, Fig. 2와 같다. H'm 값, 즉 탄산가스가 방출되기 시작한 후 반죽의 최대 높이는 control이 70.2 mm이었으며, 밀 배아 첨가량이 3%일 때 70.7 mm 그리고 5%와 7%에서 68.1, 61.4 mm로 3%에서 가스가 생성되는 최대 높이가 약간 증가되었지만 이는 큰 의미가 없는 것으로 생각되며, 전체적으로 H'm 값은 밀 배아 함량이 증가하면 감소하는 경향을 보였다. 이는 밀 배아를 첨가하면 반죽할 때 글루텐 형성이 방해되므로 그만큼 반죽의 가스 보유 능력이 떨어지게 되는 것으로 사료된다. 반면 매실 농축액을 3, 5, 7% 첨가한 반죽에 관한 연구(Lim JH 2009)에서는 control의 H'm 값이 61.4 mm, 매실 농축액을 3, 5, 7% 첨가한 것은 각각 68.8, 77.1, 80.7 mm로 매실 농축액 첨가량이 증가할수록 H'm 값이 높아졌는데, 그 이유는 매실 농축액의 산도에 의하여 밀 단백질이 단단해지게 되고 결과

Table 5. Rheofermentometric analysis for gaseous releases of doughs prepared with different wheat germ

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	70.2	79.5	99	1,550	42	1,508	97.3
3%	70.7	79.5	97.5	1,545	44	1,501	97.2
5%	68.1	177	76.5	1,497	48	1,449	96.8
7%	61.4	180	73.5	1,394	68	1,326	95.1

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 release 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 %.

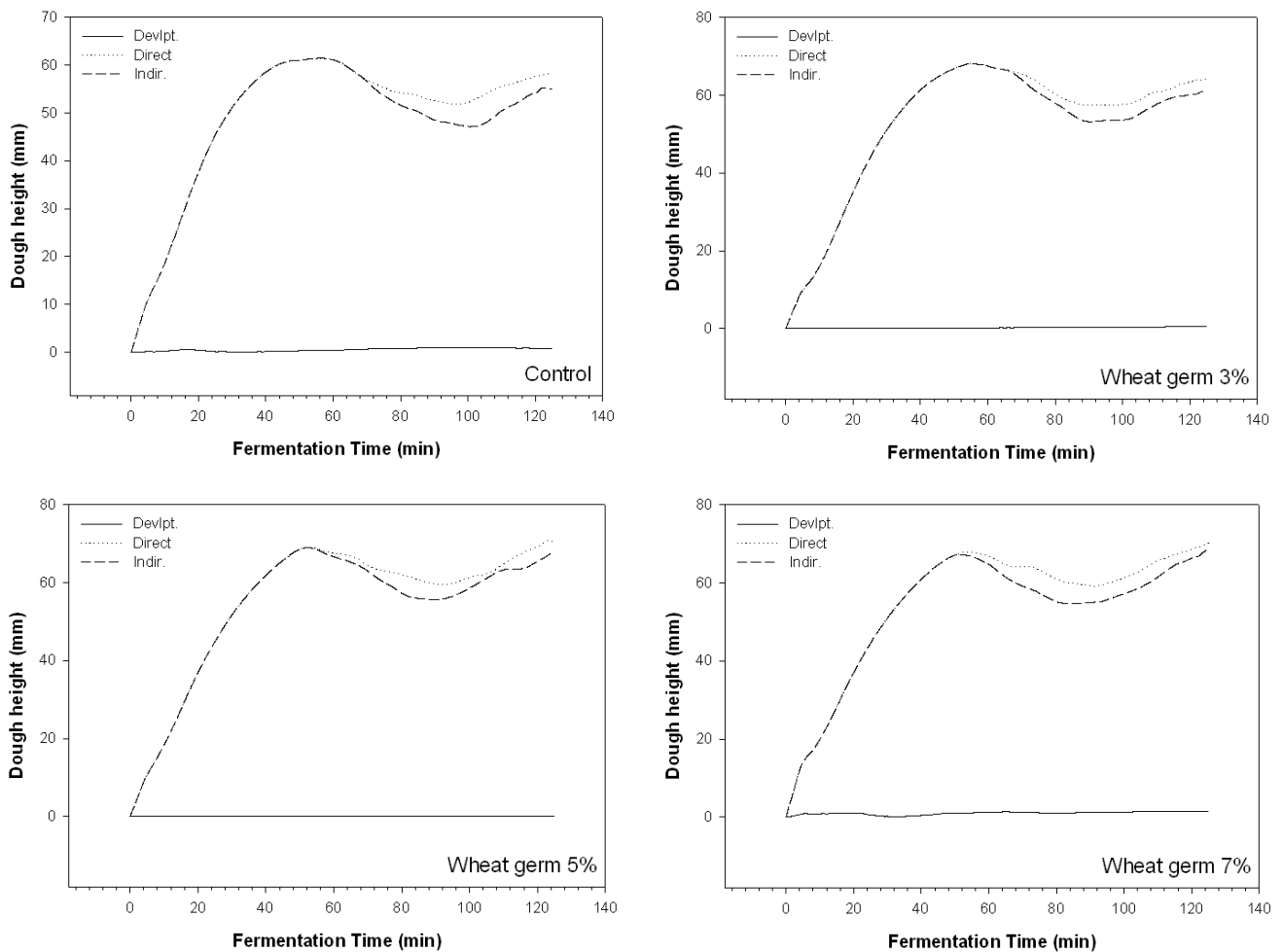


Fig. 2. Effects of the medium flour with different wheat germ on the rheofermentometric characteristics.

적으로 반죽과정에 형성된 글루텐 막이 탄산가스 발생을 잘 보유하므로 최대 높이가 높아지는 것으로 여겨진다고 하였다. 최대 높이에 도달하는 시간인 T_1 값은 control이 79.5분 걸렸으며, 밀 배아를 3, 5, 7%로 첨가한 것들은 각각 79.5, 177, 180분으로 밀 배아 첨가량이 많아질수록 최대 높이에 도달하는 시간이 길어졌다. 이는 밀 배아를 첨가한 시료들이 충분히 글루텐을 형성되지 못하였기 때문에 최대 높이에 도달하는 시간이 더 걸리는 것으로 판단되었다. 반죽에서 가스가 빠져 나가기 시작하는 T_x 값은 control이 99분이었고, 밀 배아 첨가량이 3, 5, 7% 인 첨가구는 각각 97.5, 76.5, 73.3분으로 점차 감소하는 모습을 보였는데, 이는 밀 배아 첨가로 하여 약하게 형성된 글루텐 피막 때문에 가스가 쉽게 빠져나감을 의미하였다.

총 부피는 control이 1,550 mL이었고, 3, 5, 7% 밀 배아 첨가구들은 각각 1,545, 1,497, 1,384 mL로 밀 배아 첨가량이 많아지면 총 부피는 감소하였는데, 이는 전술한 바와 같이 글루텐이 충분히 발전되지 못하여 가스를 잘 보유하지 못한 결

과이다. 따라서 밀 배아 첨가량이 많아질수록 상화병의 부피는 감소한다는 것을 나타내었다. 반죽에 남아있는 가스에 의한 retention volume은 control이 1,508 mL이었고, 3, 5, 7% 밀 배아 첨가구는 1,501, 1,449, 1,326 mL로 줄어드는 모습을 볼 수 있었다. 총 부피와 retention volume 간에 관계를 %로 나타낸 retention coefficient는 control의 97.3%에서 밀 배아 3, 5, 7% 첨가구의 97.2, 96.8, 95.1%로 감소하였다.

요약 및 결론

본 연구에서는 지금까지 이용이 제한되었던 밀 배아를 기능성 식재료로 첨가하여 우리의 전통 음식인 상화병을 제조하는 기초 자료로 삼고자 먼저 밀 배아를 첨가한 소맥분의 리올로지 특성을 조사하였다. Falling number는 밀 배아를 3, 5, 7% 첨가하였을 때 422.5 ± 7.8 , 472.5 ± 7.8 , 531.5 ± 2.1 sec이었으며, 호화도 실험에서 최고 점도는 밀 배아 함량이 증가함에 따라 낮아졌다. Holding strength는 밀 배아 첨가량이 증

가할수록 점점 감소되었으며, break down 값은 감소되었다. Final viscosity는 밀 배아 첨가량이 많아지면 최종 점도가 감소하는 경향을 보였다. Set back 값은 각각 101 ± 1.8 , 101 ± 0.9 , 90 ± 1.6 RVU로 낮아져 밀 배아 첨가가 노화를 지연시키는 기능이 있음을 알 수 있었다. Farinogram 특성에서 흡수율은 밀 배아 함량이 증가될수록 감소되었고, 반죽 형성 시간은 control이 4.5 ± 0.3 min으로 가장 크게 나타났으며, 5% 첨가구가 2.0 ± 0.0 min으로 가장 짧았다. Rheofermentometer를 사용하여 밀 배아 첨가가 발효에 미치는 영향을 조사한 결과, 총 부피는 control이 70.2 mm, 3%일 때 70.7 mm, 5%일 때 68.1 mm, 7%에서 68.1 mm로 가스가 생성되는 최대 높이가 약간 증가되었지만 전체적으로 H'm 값은 감소하는 경향을 보였다. 이상의 실험에서 밀 배아의 첨가량이 증가하면 반죽이 약화되는 경향이 있었지만 3%까지는 상화병을 제조하는데 무리가 없을 것으로 판단되었다.

문헌

- 윤서석 (1985) 한국 식품사 연구. 신광출판사, 서울. pp 202-212.
- 유화학회 (1984) 기준유지분석시험법. 일본유화학회. 2.2. 8: 3-71.
- AACC (2000a) American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., AACC Method pp56-81B.
- AACC (2000b) American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., AACC Method pp 54-21.
- AACC (2000c) American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 10th ed., AACC Method pp 54-30A.
- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis* 15th ed. Association of official analytical chemists Washington DC USA
- Bennet RE (1985) Baking science laboratory 2nd. American Association of Cereal Chemists, MN. pp 459.
- Chang HK (2004) Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of millet flour. *Korean J Food Sci Technol* 36: 952-958.
- Choi EM, Lim TS, Lee HL, Hwang JK (2002) Immune cell stimulating activity of wheat arabinoxylan. *Korean J Food Sci Technol* 34: 510-517.
- Choi OK, Yun SK, Hwang SY (2000) The chemical components of Korea rice germ. *Korean J Dietary Culture* 15: 253-258.
- Ghoneum M (1998) Enhancement of human killer cell activity by mod-ified arabinoxylan from rice bran(MGN-3). *Int J Immunotherapy* 14: 89-99.
- Ha TU, Kim SH, Cho LJ, Lee HU (2003) Effect of dietary fiber purified from *Cassia tora* on the quality characteristics of the bread with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 35: 598-603.
- Ho JK, Kim DW, Shin DH, Cho KY (1986) Studies on the isolation of albumin and globulin from wheat germ protein. *J Korean Soc Food Nutr* 15: 128-135.
- Im JG, Kim YH (2003) Quality characteristics of bread prepared by the addition of black soybean powder. *J Eastern Asian Soc Dietary Life* 13: 334-342.
- Juliano BO (1985) In rice-chemistry and technology. AACC New York.
- Kahlon TS, Saunders RM, Chow FL, Chiu MC, Betschart AA (1989) Effect of rice bran and oat bran on plasma cholesterol in hamsters. *Cereal Foods World* 34: 768.
- Kim BR, Choi YS, Lee SY (2000) Rheological properties of buckwheat-wheat flour mixture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 369-374.
- Kim CS, Hwang CM, Song YS, Kim HI, Chung DJ, Han JH (2001) Commercial wheat flour quality and bread making conditions for Korean-style steamed bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1120-1128.
- 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 HK, Choi HS (1995) Oxidative stability of wheat germ lipid and changes in the concentration of carotenoid and tocopherol during oxidation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 478-482.
- Kim WS (2002) A study for the quality improvement of Jeju barley bread. *Ph D Dissertation* Chung-Ang University, Seoul. pp 1-3.
- Kwak EJ, Park SH, Kim JS, Lee YS (2007) The effects of fermentantion agent and fermentation temperature on the quality of Bori-Sangoedduk. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 173-179.
- Lee YT (1994) Formula optimization for rice bread with soy flour substitution. *Foods Biotechnol* 3: 226-232.
- Lee YT, Chang HG (2003) Effects of waxy and normal hull-less barley flours on bread-making properties. *Korean J Food Sci Technol* 35: 918-923.
- Lim JH (2009) The effect of maesil (*Prunus mume*) concentrate on the characteristics quality of the wheat flour and product. *Ph D Dissertation* Sejong University, Seoul. pp 96-100.
- 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: 49-50.
- Muramoto G, Kawamura S (1991) Rice protein and anti-hypertensive peptide (angiotensin converting enzyme inhibitor) from rice. *Nippon Shokuhin Kogyo* 34: 18-26.
- Nam Yoon Joo (2008) Study of characteristics of yellow layer cake with maesil extract. *MS Thesis* Hankyong National University. Ansong. pp 18-19.
- Newport Scientific (1995a) Operation manual for the series 3, rapid visco analyser. Newport Scientific Pty. Ltd. pp 10-18.
- Newport Scientific (1995b) Operation manual for the series 3, rapid visco analyser. Newport Scientific Pty. Ltd. pp 24.
- Osawa T, Narasimha R, Kawakishi S, Namaki M, Tashiro T (1985) Oxygen radicals. *Agric Biol Chem* 49: 3085-3087.
- Park SH (2003) The studies of the standarization of Bori-Sangoedduk preparation. *MS Thesis* Kyung Hee University, Seoul. pp 1-3.
- Pyler EJ (1982) Baking science & technology. 3rd ed., Sosland Publishing Co. Merrian, Kansas, USA. pp 141.
- Pyo YH (1991) Oxidative stability of crude wheat germ oil. *J Korean Home Economics* 29: 37-43.
- Rasper VF (1992) Dough rheology and physical testing of dough. In: *Advances in Baking Technology*, MN. pp 107-110.
- SAS (1997) SAS/STAT guide for personal computer. version 6th ed. SAS Institute Inc North Carolina pp 60.
- Seog HM, Seo MS, Kim SR, Park YK, Lee YT (2002) Characteristics of barley polyphenol extract(BPE) separated from pearling by-products. *Korean J Food Sci Technol* 34: 775-779.
- 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.
- Tamagawa K, Iizuka S, Fukushima S, Endo Y, Komiyama Y (1997) Antioxidative activity of polypenol extracts from barley bran. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 44: 512-515.
- Yoon SB, Hwang SY, Chun DS, Kong SK, Kang KO (2007) An investigation of the characteristics of sponge cake with ginseng powder. *Korean J Food Nutrition* 20: 20-26.
(2009년 7월 1일 접수, 2009년 8월 4일 채택)