녹색 밀을 첨가한 베이커리 제품의 품질 특성

김진영¹ · 이기택¹ · 이정희^{2†}

¹충남대학교 식품공학과, ²대구대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Bakery Products with Whole Green Wheat Powder

Jin-Young Kim¹, Ki-Teak Lee¹ and Jeung-Hee Lee^{2†}

¹Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

²Department of Food and Nutrition, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

Abstract

Premature-green wheat is typically obtained by early harvest when culms of wheat still appear green in color, and the wheat and its food products have been considered as wellbeing foods. The pasting properties of prematured whole green wheat powder (WGWP), were analyzed with a rapid viscosity analyzer (RVA), and compared with commercial flours. The RVA values of lower peak viscosity and time, holding strength, final viscosity, as well as breakdown and setback viscosity showed that the WGWP could retard a gelatination of starch and also delay retrogradation in bakery products. WGWP with different levels of 10, 20, 30 or 50% was added into flours for preparing bakery product (bread, muffin and cookie), and their quality properties were evaluated. The addition of WGWP lead to a reduction in loaf volume of bread and muffin, and bakery products containing different levels of WGWP showed the changed internal surface structure (e.g. pore size) observed with a scanning electron microscope when compared with the control (0% WGWP). The hardness, gumminess, chewiness of bread and muffins were increased, and cohesiveness was decreased as the WGWP content increased, but the hardness of cookies was decreased. The bakery products added WGWP showed darker and more greenish and yellowish color than control ($p < 0.05$). The sensory evaluation showed that bakeries with WGWP were scored to have more greenish taste and green color ($p < 0.05$), and muffins and cookies with WGWP were evaluated to have more nutty and less oily taste ($p < 0.05$).

Key words : whole green wheat powder, bread, muffin, cookie

I. 서 론

현대인의 소득 수준의 향상은 소비자의 기호를 다양화, 고급화시켜 생체방어 역할과 신체리듬을 조절하는 건강한 먹거리를 찾는 well-being 붐을 일으켰다. 이러한 well-being 붐의 일환으로 곡물에 있어서도 전곡립(whole grain) 형태의 곡물에 관심이 높아져 미국, 영국, 캐나다 등의 세계 주요 국가들은 전곡립의 섭취를 권장하는 구체적인 항목을 개정된 식이지침

에 추가하고 있다(Lee SM 2011).

전곡립은 도정한 곡류와 달리 벼의 겉겨만 제거하여 식이 섬유, 비타민, 미량무기질 이외에도 다양한 생리활성물질을 다량 함유한 외피와 배젖, 배아를 포함하고 있어 영양학적으로 우수성이 인정되고 있다(Lee SM 2011과 Jones JM 2002). 또한 적절한 전곡류의 섭취에 따른 암, 당뇨병, 고혈압, 심혈관계 질환 등의 만성질환 예방효과에 대한 연구결과도 지속적으로 보고되고 있다(Anderson JW 등 2000, Flint AJ 등 2009, Jacobs DRJ 등 1998, Cleveland LE 등 2000, Slavin JL 등 1999). Fung TT 등(2002)의 약 45,000명의 남성을 12년간 추적한 전향적 연구에 따르면, 제 2형 당뇨병 발생률은 전곡류의 섭취량이 많은 군이 적은 군에 비하여 낮은 것으로 보고되고 있다. 심혈관계 질환의 경우, 10년간 약 75,000명의 성인 여성을 대상으로 한 연구에서 전곡립 섭취가 높은 군이

[†]Corresponding author: Jeung-Hee Lee, Department of Food and Nutrition, Daegu University, Gyeongsan, 712-714, Korea
Tel: +82-53-850-6836
Fax: +82-55-850-6839
E-mail: jeunghlee@daegu.ac.kr

낮은 군에 비하여 심장질환에 대한 상대적 위험도가 낮음이 보고되었다(Liu S 등 1999).

이처럼 전곡립이 식품학적 이용가치가 높게 보고되고, 보건복지가족부의 2009년 한국 성인을 위한 식생활지침(Paik HY 등 2008) 중 “곡류는 다양하게 먹고 전곡을 많이 먹습니다”의 내용에도 불구하고, 우리나라의 곡류 섭취는 백미가 많은 비중을 차지하고 있어 전곡류의 섭취량은 매우 낮은 것으로 예상된다. 전곡립을 이용한 가공제품의 개발과 관련하여, 녹색 whole grain인 보리, 밀, 찹쌀, 멥쌀 분말을 첨가한 발효유의 특성에 관한 연구(Bae HC 등 2011), 도정 부산물을 첨가한 쿠키와 머핀의 품질 특성 연구(Kim JH와 Lee YT 2004)가 보고되어 있을 뿐 전곡류의 소비 촉진을 유도할 수 있는 제품개발이나 활용방안에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 녹색 밀은 성숙과정중의 유색미로서 상품성이 높고 독특한 향과 맛을 가질 뿐만 아니라, Kim MC 등 (2007)의 연구에 따르면 녹색 밀은 완숙 밀에 비하여 유리당과 유리 아미노산 함량이 높고 특히 필수 아미노산의 함량은 완숙 밀보다 약 두 배가량 높은 것으로 나타났다. 또한 식이섬유인 β -glucan의 함량이 완숙 밀보다 높아 소화를 지연시키고 다이어트 효과가 있는 등의 전곡립으로서의 많은 이점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 녹색 밀의 이용 가치를 높이고, 가공식품산업으로의 적용 이용성을 조사하고자, 국내산 녹색 밀을 제분하여 첨가량을 달리한 베이커리 제품(식빵, 머핀, 쿠키)을 제조한 후, 녹색 밀가루의 제과제빵 적성과 품질특성을 평가하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 녹색 밀의 품종은 금강밀이며 전라북도 농업기술원(Iksan, Korea)에서 2010년 4월 26일에 출수 후 20일에 수확된 것으로 분쇄기(대성 Green Mix G, DA700-G, (주)대성아트론, 파주, Korea)로 분쇄하여 사용하였다. 제빵용 밀가루(강력분 1등급, CJ제일제당, 서울, Korea), 제과용 밀가루(박력분 1등급, CJ제일제당, 서울, Korea), 설탕(CJ제일제당, 인천, Korea), 소금(꽃소금, CJ제일제당, 신안군, Korea), 베이킹파우더(성진식품, 광주, Korea), 바닐라향(성진식품, 광주, Korea), 이스트(신세계 이마트, 이천, Korea), 마가린(옥수수 마가린, 오투기, 안양, Korea), 버터(무염, 롯데, 양산, Korea), 달걀(홈플러스, 여주, Korea), 생크림(서울우유, 서울, Korea), 탈지분유(매일유업, 아산, Korea)등은 시중에서 구입하였고 물은 정수기물을 사용하였다.

2. 녹색 밀가루의 호화 특성 측정

일반 강력분 밀가루에 대해 녹색 밀가루를 0, 10, 20, 30, 100%(w/w) 비율로 혼합한 시료의 호화특성은 Rapid Visco Analyser (RVA, RVA-3D, Newport Scientific Inc., Warriewood,

Australia)를 이용하여 측정하였다. 측정방법은 Tie J(2009)의 방법을 일부 변경하여 진행하였다. 시료 3.5 g(11%, w.b.)과 증류수 25 mL를 알루미늄 용기에 넣고 50℃로 맞춘 RVA에서 유리 막대를 이용하여 1차 교반한 후, 시료의 분산을 증가시키기 위하여 10초간 960 rpm으로 페달을 회전시킨 후 160 rpm에서 총 소요 시간 20분간 점도를 측정하였다. 가열 및 냉각조건은 초기 온도 50℃에서 30초 동안 유지한 다음 2분 30초 동안 95℃로 승온하여 9분간 유지하였으며 3분에 걸쳐 50℃로 냉각하였다. RVA viscogram으로부터 호화개시온도(pasting temp., PST), 최고점도(peak viscosity, PV), 최고점도에 이르는 시간(peak time, PT), 최저점도(holding strength, HS), 최종점도(final viscosity, FV), 최고점도에서 최저점도를 뺀 값인 구조과괴점도(breakdown viscosity, BV)와 최종점도에서 최저점도를 뺀 값인 회복점도(setback viscosity, SV)를 구하였다. 점도단위는 cP로 표시하였고, 2회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

3. 녹색 밀가루의 수분 함량 측정

일반 강력분 밀가루에 대해 녹색 밀가루를 0, 10, 20, 30, 100%(w/w) 비율로 혼합한 시료의 수분 함량은 적외선 수분 측정기(Infrared Moisture Determination Balance, FD-240, KETT Electric Laboratory, Villa Park, CA, U.S.A)를 이용하여 측정하였다. 시료는 1 g을 취하였으며 2회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

4. 식빵 제조

식빵 제조는 유지를 제외한 전 재료를 동시에 혼합하는 스트레이트법(신명철 2009)을 사용하였다. 제조공정은 반죽기(후드믹서기, MS250, (주)브레드가든, 서울, Korea)에 재료를 Table 1의 배율비율대로 혼합하고, 저속에서 밀가루를 수화시킨 후 마가린을 첨가한 다음 최적상태의 반죽이 형성될 때까지 혼합하였다. 실온에서 20분간 1차 발효시키고, 180 g씩 분할한 후 둥글리기 하여 실온에서 10분간 중간 발효를 실시하였다. 중간발효가 끝난 후 밀대로 밀어 펴기 하여 성형한 후 3겹접기로 말아 식빵 팬에 3개씩 팬닝하였다. 오븐(Hauzen oven, HS-C364AB, Samsung, 수원, Korea)을 이용한 발효모드에서 뜨거운 물을 넣고 1시간동안 2차 발효를 실시한 후, 같은 오븐에서 180℃로 20분간 굽기를 실시하였다.

5. 머핀 제조

녹색 밀가루를 함유한 머핀 제조를 위한 재료 배합비율은 신명철 (2009)의 방법을 일부 변경하였으며, Table 1과 같다. 상온에 30분 방치하여 부드럽게 만든 버터와 설탕을 반죽기로 잘 섞어 크림상태로 만든 후 소금을 첨가한 달걀을 넣고 혼합하였다. 박력분, 베이킹파우더, 녹색 밀가루는 체에 쳐서 내린 후 위의 재료와 생크림을 넣고 다시 반죽기를 이용하여 고루 반죽한 후 머핀종이에 65 g씩 취하여 오븐에서 180℃로

Table 1. Formula for bakery products added with different levels of whole green wheat powder

(Unit : g)

	Ingredients	Content of whole green wheat powder (%)			
		0%	10%	20%	30%
Bread	Flour	400	360	320	280
	Green wheat powder	0	40	80	120
	Margarine	16	16	16	16
	Sugar	24	24	24	24
	Yeast	8	8	8	8
	Salt	8	8	8	8
	Skim milk powder	12	12	12	12
	Water	226,8	226,8	226,8	226,8
	Ingredients	Content of whole green wheat powder (%)			
		0%	20%	30%	50%
Muffin	Flour	200	160	140	100
	Green wheat powder	0	40	60	100
	Butter	100	100	100	100
	Sugar	140	140	140	140
	Egg	120	120	120	120
	Salt	2	2	2	2
	Baking powder	2,5	2,5	2,5	2,5
	Fresh cream	10	10	10	10
Cookie	Flour	200	160	140	100
	Green wheat powder	0	40	60	100
	Butter	140	140	140	140
	Sugar	100	100	100	100
	Egg	60	60	60	60
	Salt	2	2	2	2
	Vanilla flavor	1	1	1	1

20분간 구웠다.

6. 쿠키 제조

신명철 (2009)에 따른 재료 배합비(Table 1)를 이용하여 쿠키를 제조하였다. 상온에 두어 부드럽게 만든 버터와 설탕을 반죽기로 잘 섞어 크림상태로 만든 후 소금을 첨가한 달걀을 세 번 나누어 첨가하여 혼합하였다. 박력분, 바닐라 향, 녹색 밀가루는 체에 쳐서 내린 후 반죽기를 이용하여 위의 재료와 반죽하여 쿠키 틀 (10 cm x 10 cm x 1,2 cm)에 일정량 취하여 오븐에서 180℃로 20분간 구웠다.

7. 색도 측정

녹색 밀가루의 첨가 비율을 달리한 베이커리 제품의 색도 측정은 표준백판으로 보정한 색차계(Colorimeter, JC801, Color techno co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 식빵은 일정한 두께(1,3 cm)로 자른 것의 단면을, 머핀은 윗부분의 둥근 부분을 잘라낸 단면을, 쿠키는 위쪽 단면을 측정하였다. 표준백판으로 보정한 후 Hunter L(명도), a(+적색도/-녹색도), b(+황색도/-청색도)값을 3회 이상 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다. 녹색 밀가루의 첨가량에 따른 전체적인 색도의 차이(ΔE)는 $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ 의 공식에 의하여 구하

였다. 이때 사용한 표준백판의 L, a, b값은 각각 92,14, -0,05, 3,48이었다.

8. 베이커리 제품의 미세구조

녹색 밀가루를 첨가한 베이커리 제품의 미세구조는 주사현미경(Scanning Electron Microscope, Hitachi, S-4800, Tokyo, Japan)을 통하여 관찰하였다. 식빵, 머핀, 쿠키를 -70 ℃ 냉동실에서 급속 동결한 뒤, 동결건조기(Clean Vac 8B, BioTron, Inc., 부천, Korea)로 48시간 동결 건조하여 5 x 5 x 2 mm 크기로 만든 시편을 백금(Platinum)으로 80초간 도금하여 50 배로 확대하여 촬영하였다.

9. 조직감 측정

녹색 밀가루의 첨가 비율을 달리한 베이커리 제품의 조직감은 Texture Analyzer (TA-XT2i, Stable Micro System, Surrey, England)를 이용하여 측정하였다. TPA (Texture Profile Analysis) 방법으로, 식빵은 일정한 두께(1,3 cm)로 자른 단면을 두 장씩 겹쳐놓고 측정하였고, 머핀은 내부를 3 x 3 x 2 cm 의 동일한 크기로 잘라 측정하였으며 쿠키는 2 x 9,5 x 1,5 cm 크기의 막대모양으로 잘라 측정하였다. 식빵의 측정 조건은 AACC method 74-09 (1986)의 방법을, 머핀과 쿠키는

AIB standard procedure (1999)를 일부 수정하여 사용하였다. 이는 Table 2에 제시하였다.

Table 2. Operating conditions of texture analyzer for bakery products

	Bread	Muffin	Cookie
Probe	P/36R Cylinder	75mm ϕ Rounded	Three Point
	Probe	Cylinder Probe (P/18R)	Bending Rig
Pre-test speed	1mm/s	1.5mm/s	2mm/s
Test speed	1.7mm/s	1mm/s	1mm/s
Post-test speed	10mm/s	1mm/s	10mm/s
Strain	40%	70%	-
Distance	-	-	7mm

10. 관능검사

녹색 밀가루를 첨가한 베이커리 제품의 관능평가는 C대학 교 식품공학과 대학원생과 재학생 30여명을 대상으로 실시하였다. 평가항목으로 녹색(green color), 풋내(greenish taste), 고소한 맛(nutty taste), 전반적인 선호도(overall preference)를 세 가지 제품 모두 측정하였다. 식빵은 결대로 찢어지는 정도(texture)와 전체적인 입 안에서의 촉감(mouth feel)을, 머핀과 쿠키는 느끼함(oily taste)과 경도(hardness)의 평가항목을 추가하였다. 전반적인 선호도는 순위법을 이용하여 상대적인 순위를 결정하도록 하고, Basker의 순위법 유의성 검정표(구난숙 등 2006)를 이용하여 결과를 분석하였다. 이외의 관능특성에 대한 평가방법은 9점(1=흰색 or 매우 약함 or 매우 부드러움 or 매우 싫음, 9=녹색 or 매우 강함 or 매우 단단함 or 매우 좋음) 척도법을 이용하여 평가하였다.

11. 통계처리

실험 결과는 SAS(Statistical Analysis System) 9.2를 이용하여

분산분석을 실시하고 Duncan's multiple range test에 의해 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 호화 특성

녹색 밀가루의 첨가량에 따른 밀가루의 호화 특성을 RVA를 이용하여 분석하였다. 호화개시온도, 최고점도, 최고점도에 이르는 시간, 최저점도, 최종점도, 구조파괴점도 및 노화점도 결과는 Table 3과 같다. 호화개시온도는 녹색 밀가루를 첨가하지 않은 밀가루가 67.90℃이었고 10%와 20%의 첨가군은 각각 68.35℃, 67.83℃로 대조군과 유의적인 차이($p < 0.05$)는 없었으나 30%와 100%의 첨가군의 경우 69.98℃, 79.35℃로 상승하여 30%이상의 녹색 밀가루의 첨가는 전분의 호화를 지연시키는 것으로 분석되었다. Ha TY 등 (2003)의 결명자 식이 섬유를 첨가한 식빵의 amylograph에 의한 호화개시온도가 대조군에 비해 높게 나타났으며, 세몰리나를 첨가한 쌀국수의 경우 15%이상 첨가 시 호화개시온도가 높아져 전분의 호화가 지연된다는 보고 (Kim BK 등 2011)와 일치하였다.

한편, 녹색 밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 최고점도, 최고점도에 이르는 시간, 최저점도 및 구조파괴점도는 감소하는 경향을 보였다. 최고점도는 대조군 (0% 첨가)이 2450.50 cP로 가장 높았으나, 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로($p < 0.05$) 감소하여 100% 녹색 밀가루의 최고점도는 874.50 cP로 가장 낮게 나타났다. 최저점도는 대조군이 933.00 cP로 가장 높게 나타났으며, 30% 녹색 밀가루의 첨가 시까지 유의적으로($p < 0.05$) 감소하여 30%의 녹색 밀가루를 첨가한 밀가루의 최저점도는 647.50 cP로 가장 낮게 나타났다. 또한 최고점도와 최저점도의 차이 값인 구조파괴점도는 대조군이 1517.50 cP로 가장 높은 값을 나타냈으며 녹색 밀가루 10, 20, 30, 100% 첨가군은 각각 1454.00, 1102.00, 895.00, 111.00 cP로 첨가량이 증가할수록 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였으나

Table 3. Pasting characteristics and moisture contents of flour with different levels of whole green wheat powder

whole green wheat powder(%)	PST ¹⁾ (℃)	Peak viscosity		HS(cP) ²⁾	BV(cP) ³⁾	FV(cP) ⁴⁾	SV(cP) ⁵⁾	Moisture contents (%)
		cP	Time(min)					
0	67.90±0.07 ^{bc}	2450.50±71.42 ^a	5.20±0.00 ^a	933.00±25.46 ^a	1517.50±45.96 ^a	2525.00±32.53 ^a	1592.00±7.07 ^a	12.91±0.13 ^a
10	68.35±0.21 ^{bc}	2294.50±57.28 ^b	5.04±0.05 ^b	840.50±2.12 ^b	1454.00±59.40 ^a	2442.00±22.63 ^b	1601.50±24.75 ^a	12.38±0.18 ^b
20	67.83±0.74 ^c	1817.00±53.74 ^c	4.90±0.04 ^c	715.00±9.90 ^c	1102.00±43.84 ^b	2145.50±33.23 ^c	1430.50±23.33 ^b	11.46±0.10 ^c
30	69.98±0.60 ^b	1542.50±19.09 ^d	4.73±0.00 ^d	647.50±19.09 ^d	895.00±38.18 ^c	1969.00±18.38 ^d	1321.50±0.71 ^c	11.10±0.12 ^d
100	79.35±1.48 ^a	874.50±34.65 ^e	4.24±0.05 ^e	763.50±33.23 ^c	111.00±1.41 ^d	1567.00±16.97 ^e	803.50±16.26 ^d	5.46±0.01 ^e

Values are expressed as the mean $\pm$ standard deviation (n=2)

^{a-e} Means within the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

¹⁾ Pasting temperature

²⁾ Holding strength

³⁾ Breakdown viscosity

⁴⁾ Final viscosity

⁵⁾ Setback viscosity

대조군과 10%의 녹색 밀가루를 첨가한 밀가루에서는 유의적인 차이를 발견할 수 없었다. 구조파괴점도는 호화과정 중에 페이스트에 작용하는 기계적인 shear에 의한 호화된 전분입자의 파괴되는 정도를 나타내는데(EL-Dash AA 등 1980), 녹색 밀가루의 첨가로 인하여 전분의 호화가 지연되어 전분사슬의 구조 형성이 미흡해진 것으로 사료된다.

최종점도와 회복점도 또한 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 감소하여 최고점도와 구조파괴점도와 같은 경향을 나타내었다. 최종점도와 최저점도의 차이 값인 회복점도는 냉각으로 인한 노화 경향을 나타내며 그 값이 클수록 노화가 쉽게 일어남을 시사한다. 대조군의 회복점도는 1592.00 cP로 가장 높았고, 녹색 밀가루 10, 20, 30, 100% 첨가군은 각각 1601.50, 1430.50, 1321.50, 803.50 cP로 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 감소하였으나 대조군과 10%의 첨가 밀가루에서는 유의적인 차이($p < 0.05$)가 없었다. 이와 같은 결과를 미루어 볼 때, 20% 이상의 녹색 밀가루 첨가는 전분의 노화를 지연하는 효과를 줄 것으로 생각된다. 이상의 호화 특성 측정 결과, 녹색 밀가루의 첨가로 인하여 호화개시온도는 증가하는 경향을 보였으나 최고점도, 최고점도에 이르는 시간, 최종점도, 최저점도, 구조파괴점도와 회복점도는 모두 감소하는 경향을 보였다. 일반 밀가루에 대한 녹색 밀가루의 첨가는 호화를 지연시켜 전분사슬의 구조를 약하게 하는 것에 기인하나 노화를 지연시키는 효과를 주는 것으로 평가된다.

2. 색도

녹색 밀가루의 첨가량에 따른 각 베이커리 제품의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 명도(lightness)를 나타내는 L값은 녹색 밀가루를 첨가하지 않은 식빵, 머핀, 쿠키에서 각각 81.46, 80.83, 77.13으로 가장 높았으나, 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여($p < 0.05$), 30%의 첨가 식빵과 50%의 첨가 머핀과 쿠키의 L값은 66.06, 64.46, 68.56으로 낮아지면서 어두운 색이 증가되는 경향을 나타내었다. 이는 삼백초 분말을 첨가한 슈거스냅 쿠키(Bae HJ 등 2010), 오디 분말을 첨가한 식빵(Bae JS 등 2010), 흑마늘 가루를 첨가한 식빵(Kim JH 등 2010), 팥잎 가루를 첨가한 머핀(Lee HY 등 2011)의 결과와 유사하였다.

적색도(+, redness)와 녹색도(-, greenness)를 나타내는 a값은 모든 베이커리 제품에서 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 -a값이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 식빵과 쿠키의 녹색도는 유의적으로 증가됨을 보였다($p < 0.05$). 황색도(+ yellowness)를 나타내는 b값은 식빵과 머핀의 경우 0% 첨가군이 각각 17.88, 32.43으로 가장 낮았지만, 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 황색도가 증가하였다. 반면, 쿠키는 대조군의 경우, b값이 41.71로 가장 높았으나, 첨가량이 증가할수록 황색도가 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$).

기준색(대조군의 평균)에 대하여 시료의 색깔이 주는 지각적 차이를 정량적으로 표시한 값인 ΔE (색차지수값, total color difference)는 각 베이커리 제품 모두 녹색 밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 전체적인 색도의 차이가 유의적으로

($p < 0.05$) 증가하는 결과를 나타내었다.

Table 4. Hunter color values of bakery products with different levels of whole green wheat powder

Samples	whole green wheat powder (%)	L	a	b	$\Delta E^{(1)}$
Breads	0	81.46±0.46 ^a	-3.87±0.20 ^a	17.88±1.03 ^d	—
	10	76.23±0.28 ^b	-4.23±0.20 ^b	23.39±0.23 ^c	7.62±0.22 ^c
	20	73.23±0.35 ^c	-4.66±0.17 ^c	25.87±0.35 ^b	11.51±0.30 ^b
	30	66.06±0.76 ^d	-4.90±0.14 ^d	26.71±0.47 ^a	17.67±0.87 ^a
Muffins	0	80.83±0.87 ^a	-4.91±0.12 ^a	32.43±0.71 ^b	—
	20	72.83±0.70 ^b	-5.18±0.08 ^b	33.00±0.59 ^{ab}	7.95±0.69 ^c
	30	68.70±1.13 ^c	-5.15±0.00 ^b	33.59±0.90 ^a	12.07±1.19 ^b
	50	64.46±1.13 ^d	-5.04±0.06 ^{ab}	33.66±0.50 ^a	16.28±1.15 ^a
Cookies	0	77.13±1.81 ^a	2.11±1.71 ^a	41.71±0.93 ^a	—
	20	72.27±0.28 ^b	-1.85±0.76 ^b	35.60±1.95 ^b	8.75±1.58 ^c
	30	70.24±0.79 ^c	-2.67±0.46 ^b	35.07±0.83 ^b	10.55±0.30 ^b
	50	68.56±0.28 ^d	-3.98±0.83 ^c	32.99±0.11 ^c	13.48±0.29 ^a

Values are expressed as the mean $\pm$ standard deviation ($n \geq 3$)

^{a-d} Means within the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

$$^{(1)} \Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

3. 베이커리 제품의 미세구조

녹색 밀가루의 첨가에 따른 식빵의 미세구조를 주사전자현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같으며 녹색 밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 식빵의 기공은 작아졌으며 그 갯수도 감소한 것으로 나타났다. 또한 식빵의 외관을 나타낸 Fig. 2에서 녹색 밀가루 첨가량이 증가할수록 식빵의 부피가 감소하여 높이가 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 호화 특성의 결과에서 나타난 것과 같이, 녹색 밀가루의 첨가에 따라 전분의 호화가 지연되면서 식빵 반죽의 팽창에 영향을 주어, 결과적으로 식빵의 부피 감소로 이어진 것으로 보여진다. 밀은 출수 후 성숙도에 따른 영양성분의 차이가 있고, 미성숙상태인 녹색 밀은 완숙 밀에 비해 β -glucan의 함량이 높다 (Kim MC 등 2007). 특히 본 연구에 이용된 금강밀은 다른 국내 품종인 그루밀과 청계밀보다 출수 후 26일까지의 β -glucan 함량이 비교적 높은 것으로 보고되고 있다 (Kim MC 등 2007). 따라서, 출수 후 20일에 수확된 녹색 밀은 완숙 밀에 비해 식이성 섬유인 β -glucan의 함량이 높을 것으로 예상되며, 강한 수분 결합력을 가진 β -glucan이 반죽의 글루텐 형성을 저해하여 결과적으로 기공이 잘 발달하지 못하고 부피가 감소된 것으로 사료된다. 이는 Na_2CO_3 로 처리된 보릿가루를 첨가한 식빵에서 첨가량이 증가할수록 반죽의 호화에 필요한 충분한 수분공급이 이루어지지 않아 호화되지 않은 전분입자들이 증가한다고 보고(Hwang YH 등 2006)와 유사하다.

또한 머핀의 외관을 나타낸 Fig. 2에서 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 머핀의 부피가 감소하는 것으로 나타나 녹색 밀가루를 첨가한 식빵과 유사한 경향을 나타내었다. 머핀과 쿠키의 내부 표면관찰 결과(Fig. 3과 Fig. 4)에서도 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 기공의 크기가 작아지고, 반죽의 팽창이 일어나지 않은 부분이 증가하는 경향을 보였으나 식빵과 비교하였을 때 머핀과 쿠키의 내부 표면(기공의 크기 및 개수)은 상대적으로 각 첨가량간의 차이가 크지 않은 것으로 판단된다.

Fig. 1. Micrographs of breads with different level of whole green wheat powder (x50).

Fig. 2. Photographs of bakery products with different level of whole green wheat powder (A: breads, B-a: muffins, B-b: the upper side of muffins).

Fig. 3. Micrographs of muffins with different level of whole green wheat powder (x50).

Fig. 4. Micrographs of cookies with different level of whole green wheat powder (x50).

4. 조직감

녹색 밀가루의 첨가에 따른 각 베이커리 제품의 조직감 변화를 경도(hardness), 부서짐성(fracturability), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)으로 분석하여 그 결과를 Table 5에 나타내었다. 식빵과 머핀의 경도는 녹색 밀가루를 첨가할수록 증가하여 첨가량이 가장 많은 녹색 밀가루 30% 첨가 식빵이 6673.81 g, 50% 첨가 머핀이 20824.85 g으로 가장 단단하게 나타났다. 이와 같은 결과는 내부 표면 관찰을 통해서 발견된 녹색 밀가루를 첨가한 베이커리 제품의 미흡한 기공의 발달로 인한 빵의 부드러움과 부피 감소가 기인한 것으로 생각된다. 부서짐성은 식빵의

Table 5. Texture characteristics of bakery products with different levels of whole green wheat powder

Samples	whole green wheat powder (%)	Hardness (g)	Fracturability (g)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Breads	0	479.87±90.56 ^d	20.31±1.83 ^a	0.87±0.02 ^a	0.54±0.01 ^a	257.22±51.00 ^d	249.07±25.62 ^c
	10	1137.64±186.06 ^c	19.86±1.42 ^a	0.80±0.05 ^b	0.49±0.02 ^b	554.20±64.89 ^c	441.60±40.29 ^c
	20	3308.69±231.45 ^b	20.82±0.91 ^a	0.76±0.02 ^b	0.45±0.01 ^b	1503.89±133.05 ^b	1143.89±115.52 ^b
	30	6673.81±326.53 ^a	21.13±1.48 ^a	0.76±0.03 ^b	0.46±0.03 ^b	3071.10±263.01 ^a	2333.78±286.01 ^a
Muffins	0	10051.59±851.46 ^b	16.89±1.95 ^b	0.71±0.04 ^a	0.42±0.02 ^a	4528.02±449.50 ^b	3212.15±166.17 ^c
	20	18747.90±812.70 ^a	17.93±3.36 ^a	0.64±0.00 ^b	0.39±0.01 ^{ab}	7336.21±272.08 ^a	4679.91±139.09 ^a
	30	19443.85±888.94 ^a	19.62±0.93 ^a	0.61±0.02 ^{bc}	0.36±0.01 ^b	7065.47±367.04 ^a	4318.26±120.42 ^{ab}
	50	20824.85±2259.35 ^a	17.68±0.85 ^{ab}	0.57±0.03 ^c	0.35±0.03 ^b	6796.98±812.41 ^a	3984.69±572.30 ^b
Cookies	0	5204.64±360.04 ^a	92.49±7.95 ^a	-	-	-	-
	20	4019.52±70.73 ^a	40.38±5.16 ^c	-	-	-	-
	30	3730.57±412.79 ^a	54.04±10.64 ^{bc}	-	-	-	-
	50	1896.78±1026.55 ^b	64.24±3.59 ^b	-	-	-	-

Values are expressed as the mean ± standard deviation (n=2)

^{a-d} Means within the same column with different letters are significantly different (p<0.05)

경우 19.86-21.13 g의 범위로 대조군과 녹색 밀가루가 함유된 첨가군들 간에 유의적인 차이가 없었으며(p<0.05), 머핀의 경우 대조군은 부서짐성(16.89 g)이 가장 낮았지만, 녹색 밀가루의 첨가 시 부서짐성이 증가(17.68-19.62 g)된 것으로 나타났다.

한편 쿠키의 경도는 대조군의 쿠키가 5204.64 g으로 가장 단단하였으며, 첨가량이 증가될수록 감소하여 50% 첨가된 쿠키의 경도는 1896.78 g을 나타내었다. 쿠키의 경도는 첨가되는 부재료의 종류와 첨가량에 따라 영향을 받는 것으로 보고되고 있으며 부추 분말을 첨가한 쿠키의 품질특성에 대한 연구(Lim EJ 등 2009)에 따르면, 부추 분말을 첨가할수록 경도가 감소하였는데, 이는 첨가된 부추 분말이 반죽 형성에 요구되는 수분과 결합하면서 상대적으로 글루텐 형성이 억제되어 쿠키를 부드럽게 하는 연화작용에서 기인된 것으로 해석하였다. 즉, 수분 결합력이 높은 β -glucan과 같은 식이섬유가 풍부한 녹색 밀가루(Kim MC 등 2007)의 첨가가 쿠키의 반죽형성에 필요한 수분의 부족을 초래하면서 충분한 호화가 일어나지 못해 쿠키가 부드러워지고 결과적으로 경도가 감소한 것으로 사료된다. 한편 쿠키의 부서짐성은 대조군의 경우 92.49 g으로 가장 높았지만, 첨가군의 부서짐성(40.38-64.24 g)은 낮게 측정되었다. 즉, 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 쿠키의 경도와 부서짐성이 감소하면서 조직감이 부드러워지는 것으로 보여진다.

식빵과 머핀의 경우, 녹색 밀가루의 첨가로 인해 탄력성과 응집성은 감소하고, 검성과 씹힘성은 증가되는 경향을 보였다. 식빵과 머핀의 대조군의 탄력성은 0.87과 0.71로 가장 높았고, 녹색 밀가루의 첨가에 따라 유의적으로 낮은 탄력성을 보였지만, 첨가량에 따른 유의적인 차이를 발견할 수 없었다(p<0.05). 응집성 또한 탄성과 같은 경향을 보였다. 검성과 씹힘성은 식빵과 머핀의 대조군이 가장 낮은 값을 나타냈으며, 식빵은 녹색 밀가루 첨가량이 10%에서 30%로 증가할수록 유의적으로 증가하였으나, 머핀의 경우 첨가량 20, 30, 50%의 첨가군들간의 유의적인 차이는 보이지 않았다.

5. 관능검사

녹색 밀가루의 첨가에 따른 각 베이커리 제품의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 식빵, 머핀, 쿠키의 녹색(green color)과 풋내(greenish taste)는 녹색 밀가루의 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로(p<0.05) 증가하였다. 녹색은 50% 첨가된 머핀에서 7.53으로, 풋내는 30% 첨가된 식빵에서 6.95로 가장 높은 점수를 받았다. 고소한 맛은 식빵과 쿠키에서 녹색 밀가루 첨가량에 따른 유의적 차이를 발견할 수 없었으나(p>0.05), 머핀의 경우 녹색 밀가루 첨가량이 증가할수록 고소한 맛이 증가하여 50% 첨가된 머핀이 5.78로 가장 높은 점수를 받았다. 머핀과 쿠키의 느끼한 맛(oily taste)은 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여(p<0.05), 머핀과 쿠키 모두 50% 첨가군에서 3.60, 3.63으로 가장 낮아, 느끼하고 기름진 맛이 감소한 것으로 나타났다. 머핀의 경도(hardness)는 녹색 밀가루의 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 증가하여(p<0.05), 50% 첨가군이 6.27로 가장 높아 Texture analyzer를 이용한 경도(hardness)와 일치하였다. 반면, 쿠키의 경도는 50% 첨가군이 5.88로 가장 높은 경도, 20% 첨가군은 4.47로 가장 낮은 점수를 받아, Texture analyzer의 분석결과와는 다른 양상을 보였다. 식빵의 결대로 찢어지는 정도(texture)는 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 낮은 점수를 받아 결대로 찢어지지 않은 단단한 조직감을 나타내었다. 입 안에서의 촉감(mouth feel)은 대조군과 10% 첨가한 식빵이 20%와 30%를 첨가한 식빵보다 더 좋은 점수를 받았다.

녹색 밀가루의 첨가량에 따른 각 베이커리 제품(식빵, 머핀, 쿠키)의 전반적인 선호도(overall preference)는 순위법으로 실시하였으며, 그 결과는 Table 7과 같다. 머핀의 경우 녹색 밀가루의 첨가량에 따른 전반적인 선호도의 유의차는 보이지 않았으며(p<0.05), 식빵의 전반적 선호도 순위는 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났으나, 0%-20% 첨가군들에서는 유의적인 차이가 없었다(p<0.05).

Table 6. Sensory evaluation of bakery products with different levels of whole green wheat powder

Sensory characteristics		Content of whole green wheat powder (%)			
		0	10	20	30
Bread	Green color	2.17±1.55 ^d	3.77±1.32 ^c	5.91±1.19 ^b	7.26±1.68 ^a
	Greenish taste	2.84±2.23 ^d	4.22±1.40 ^c	5.91±1.29 ^b	6.95±1.87 ^a
	nutty taste	4.11±2.02 ^a	4.13±1.37 ^a	4.02±1.77 ^a	4.25±2.17 ^a
	Texture	5.88±1.74 ^a	5.03±1.69 ^b	3.88±1.15 ^c	4.11±2.04 ^c
	Mouth feel	5.23±2.06 ^a	5.43±1.44 ^a	4.22±1.97 ^b	3.88±1.72 ^b
Sensory characteristics		Content of whole green wheat powder (%)			
		0	20	30	50
Muffin	Green color	2.07±0.76 ^d	3.63±0.83 ^c	6.25±0.81 ^b	7.53±0.95 ^a
	Greenish taste	2.51±1.57 ^c	3.30±1.77 ^c	4.69±1.47 ^b	5.75±1.83 ^a
	nutty taste	4.47±1.98 ^c	4.66±1.68 ^{bc}	5.54±1.66 ^{ab}	5.78±1.97 ^a
	Oily taste	5.13±2.18 ^a	5.21±1.78 ^a	4.04±1.48 ^b	3.60±1.56 ^b
	Hardness	2.81±1.62 ^c	3.63±1.71 ^c	4.75±1.79 ^b	6.27±1.93 ^a
Cookie	Green color	2.08±1.06 ^d	4.39±1.25 ^c	5.60±1.16 ^b	7.12±0.92 ^a
	Greenish taste	1.41±0.64 ^d	3.38±1.68 ^c	4.13±1.71 ^b	5.99±1.63 ^a
	nutty taste	4.98±2.04 ^a	4.89±1.81 ^a	4.42±1.93 ^a	5.26±2.13 ^a
	Oily taste	5.37±1.69 ^a	4.02±1.53 ^b	3.80±1.53 ^b	3.63±1.66 ^b
	Hardness	5.32±2.34 ^{ab}	4.47±1.69 ^b	4.73±1.74 ^b	5.88±1.65 ^a

Values are expressed as the mean ± standard deviation (n=32)

^{a-d}Means within the same column with different letters are significantly different (p<0.05)

관능검사 결과, 녹색 밀가루를 첨가한 베이커리 제품은 외관적으로 녹색을 띄어 유색미로서의 상품성이 있음을 확인하였다. 또한 녹색 밀가루를 10%내외로 첨가한 식빵 또는 20% 내외로 첨가한 머핀과 쿠키의 경우, 느끼한 맛이 감소하고 고소한 맛을 주어 베이커리 제품의 기호성에 좋은 영향을 주는 것으로 생각된다. 베이커리 제품의 부피(기공의 발달정도)와 조직감(경도)과 같은 요인의 품질저하는 제빵 개량제나 유향제의 첨가로 보완시켜 준다면 전곡립으로서의 녹색 밀의 건강 기능성을 이용한 베이커리 제품 개발이 가능할 것으로 기대된다.

Table 7. Overall preference¹⁾ of bakery products used different levels of whole green wheat powder

	Content of whole green wheat powder (%)			
	0%	10%	20%	30%
Bread	63 ^b	66 ^b	88 ^{ab}	103 ^a
	Content of whole green wheat powder (%)			
	0%	20%	30%	50%
Muffin	78 ^a	81 ^a	76 ^a	95 ^a
Cookie	74 ^{ab}	67 ^b	80 ^{ab}	99 ^a

¹⁾Each Value means sum of scores on rank evaluation and lower scores indicate more preference

^{a-b}Means within the same column with different letters are significantly different (p<0.05)

IV. 요약

전곡립(whole grain)인 녹색 밀의 이용 가치를 높이고, 가공식품산업으로의 적용 가능성을 알아내고자 녹색 밀을 제분하여 얻은 녹색 밀가루의 호화 특성을 조사하고, 녹색 밀가루의 첨가량을 달리한 베이커리 제품(식빵, 머핀, 쿠키)을 제조하여 색도와 조직감 측정, 내부 표면 관찰, 관능검사를 실시함으로써 녹색 밀가루의 제과제빵 적성과 품질특성을 평가하였다. 일반 밀가루에 녹색 밀가루의 첨가량을 달리한 전분의 호화 특성 분석 결과, 호화개시온도만 증가하는 경향을 보였고 최고점도, 최고점도에 이르는 시간, 최종점도, 최저점도, 구조과괴점도와 회복점도는 모두 감소하는 경향을 보였다. 이는 녹색 밀가루의 첨가로 인하여 호화가 지연되어 전분사슬의 구조는 미흡해지나, 노화를 지연시키는 효과를 주는 것으로 보인다. 녹색 밀가루의 첨가로 베이커리 제품의 색도는 전반적으로 어둡고 녹색과 황색을 띄는 경향을 나타내었고, 내부 표면은 녹색 밀가루의 첨가가 증가할수록 기공의 수와 크기가 줄어 팽창 정도가 감소하였으나 식빵에 비하여 머핀과 쿠키는 상대적으로 그 정도가 크지 않았다. 조직감의 경우, 식빵과 머핀은 녹색 밀가루의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였지만 쿠키는 경도가 감소하였다. 베이커리 제품의 관능평가에서 전반적인 선호도는 녹색 밀가루 30% 첨가된 머핀과 20% 첨가된 쿠키가 가장 높은 값으로 나타났으나 식빵의 경우, 녹색 밀가루의 첨가가 증가할수록 전반적인 선호도가 낮게 나타났다.

녹색 밀가루를 첨가한 베이커리 제품은 외관적으로 녹색을 띄어 유색미로서의 상품성이 있음을 확인하였으며 녹색 밀가루를 10%내외로 첨가한 식빵 또는 20%내외로 첨가한 머핀과

쿠키의 경우, 느끼한 맛이 감소하고 고소한 맛을 주어 베이커리 제품의 기호성에 좋은 영향을 주는 것으로 생각된다. 따라서 전곡립인 녹색 밀의 영양학적 우수성을 베이커리제품을 비롯한 다양한 가공식품산업으로의 적용할 가능성이 있을 것으로 기대된다.

V. 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부기술사업화 지원사업에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 구난숙, 김향숙, 이경애, 김미정. 2006. 식품관능검사. 교문사. 파주. pp 224-229
- 신명철. 2009. 제과제빵 실기 225選. 대전문화요리제과직업전문학교. 대전. pp 13-16, 51, 150
- AACC. 1986. Approved methods of the AACC, 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA, methods 74-09
- AIB. 1999. AIB Standard Procedure - White Pan Bread, American Institute of Baking, Research Department, Kansas, USA.
- Anderson JW, Hanna TJ, Peng X, Kryscio RJ. 2000. Whole grain foods and heart disease risk. J Am Coll Nutr 19(3): 291S-299S
- Bae HC, Renschkhand G, Ku JH, Nam MS. 2011. Characterization of fermented milk added with green whole grains of barley, wheat, glutinous rice and common rice powders. GNU J Agric Sci 38(3): 485-491
- Bae HJ, Lee HY, Lee JH, Lee JH. 2010. Effects of *saurourus chinensis* powder addition on the quality of sugar snap cookies. Food Engineering Progress 14(3): 256-262
- Bae JS, Lee ES, Hong ST. 2010. Quality characteristics of bread containing mulberry fruit powder. J Agric Sci 37(2): 249-254
- Cleveland LE, Moshfegh AJ, Albertson AM, Goldman JD. 2000. Dietary intake of whole grains. J Am Coll Nutr 19(3): 331S-338S
- EL-Dash AA, Gonzales R, Giol M. 1980. Response surface methodology in the control of thermoplastic extrusion of starch, pp 51-74. In: Extrusion Cooking Technology. Jowitt R (ed). Elsevier Applied Science Publishers, New York, USA
- Flint AJ, Hu FB, Glynn RJ, Jensen MK, Franz M, Sampson L, Rimm EB. 2009. Whole grains and incident hypertension in men. Am J Clin Nutr 90(3): 493-498
- Fung TT, Hu FB, Pereira MA, Liu S, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC. 2002. Whole-grain intake and the risk of type 2 diabetes: a prospective study in men. Am J Clin Nutr 76: 535-540
- Ha TY, Kim SH, Cho IJ, Lee HY. 2003. Effect of dietary fiber purified from *cassia tora* on the quality characteristics of the bread with rice fiber. Korean J Food Sci Technol 35(4): 598-603
- Hwang YH, Lee WJ, Kim YS. 2006. Effects of deoxynivalenol reduced barley flours on breadmaking properties. Korean J Food Sci Technol 38(2): 222-231
- Jacobs DRJ, Meyer KA, Kushi LH, Folsom AR. 1998. Whole-grain intake may reduce the risk of ischemic heart disease death in postmenopausal women: the Iowa Women's Health Study. Am J Clin Nutr 68(2): 248-257
- Jones JM, Reicks M, Adams J, Fulcher G, Weaver G, Kanter M, Marquart L. 2002. The importance of promoting a whole grain foods message. J Am Coll Nutr 21(4): 293-297
- Kim BK, Park JE, Zu G. 2011. Effect of semolina on quality characteristics of the rice noodles. Food Engineering Progress 15(1): 56-63
- Kim JH, Lee MH, Lee SA, Choi YS. 2010. Quality characteristics of pan bread added with black garlic flour. Korean J Culi Res 16(3): 286-297
- Kim JH, Lee YT. 2004. Effects of barley bran on the quality of sugar-snap cookie and muffin. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(8): 1367-1372
- Kim MC, Lee KS, Lee BJ, Kwon BG, Ju JI, Gu JH, Oh MJ. 2007. Change in the physicochemical characteristics of green wheat during maturation. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(10): 1307-1313
- Lee HY, Jung HA, Kim DH, Kwon HJ, Lee MH, Kim AN, Park CS, Yang KM, Bae HJ. 2011. Studies on functional properties of mulberry leaf extracts and quality characteristics of mulberry leaf muffins. Korean J Food Cookery Sci 27(4): 27-34
- Lee SM. 2011. Association of whole grain consumption with socio-demographic and eating behavior factors in a Korean population: based on 2007-2008 Korea national health and nutrition examination survey. Korean J Community Nutr 16(3): 353-363
- Liu S, Stampfer MJ, Hu FB, Giovannucci E, Rimm E, Manson JE, Hennekens CH, Willett WC. 1999. Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. Am J Clin Nutr 70: 412-419

- Lim EJ, Huh CO, Kwon SH, Yi BS, Cho KR, Shin SG, Kim SY, Kim JY. 2009. Physical and sensory characteristics of cookies with added leek(*Allium tuberosum* Rottler) powder. Korean J Food & Nutr 22(1): 1-7
- Paik HY, Kim CI, Moon HK, Yoon JS, Joung HJ, Shim JE, Jung HJ. 2008. 2008 Dietary goals and dietary guidelines for korean adults. Korean J Nutr 41(8): 887-899
- Slavin JL, Martini MC, Jacobs DRJ, Marquart L. 1999. Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains. Am J Clin Nutr 70(3): 459S-463S
- Tie J. 2009. Development of instant *injeolmi* machine and characteristics analysis of *injeolmi*. Doctorate thesis, The Kongju National University of Korea. pp 10-11

2013년 1월 29일 접수; 2013년 2월 13일 심사(수정); 2013년 3월 25일 채택