

두류가 첨가된 글루텐-프리 쌀쿠키의 품질 특성에 가공방법이 미치는 영향

김유연¹ · 정두연¹ · 정현정^{1,*}
¹전남대학교 식품영양과학부

Effect of processing method on quality characteristics of gluten-free rice cookies containing legume flours

Yuyeon Kim¹, Duyun Jeong¹, and Hyun-Jung Chung^{1,*}

¹Division of Food and Nutrition, Chonnam National University

Abstract Different processing methods, including steeping, boiling, roasting, and pressure roasting were used to deactivate anti-nutritional factors and remove off-flavor present in legumes. The physical and textural characteristic of cookie made with the treated flours were examined. The lightness of roasted cowpea flour was higher than that of the other treated legume flours, whereas that of pressure-roasted mungbean flour was the lowest. The boiled and pressure-roasted legume flours exhibited substantially lower pasting viscosity since the starches in these flours were considerably gelatinized during the heat treatment. Steeped mungbean flour had a significantly higher final viscosity than the other treated legume flours. Cookies containing mungbean flour had a higher protein content but lower lipid content than those containing cowpea flour. Cookies made with cowpea flour had a greater hardness than those made with mungbean flour. Cookies containing roasted flour had relatively better color properties than did those containing flours that were treated using other methods.

Keywords: gluten-free cookie, legume flour, processing method, quality characteristics

서 론

한국의 식사생활이 서구화의 영향으로 쌀 섭취량은 감소하고 밀가루의 섭취량이 증가하고 있다. 밀가루 식품 섭취 증가로 인하여 서구의 질병구조가 나타나게 되었고 글루텐 성분에 기인한 셀리악병(celiac disease) 환자에 관한 국내 사례 보고가 꾸준히 증가하고 있는 추세이다(Joung 등, 2017). 셀리악병은 밀가루 단백질인 글루텐 성분이 소장 점막 세포에 염증을 일으켜 용모가 손상되어 흡수장애나 아토피 등의 질환을 나타내는 것으로 알려져 있다. 알레르기 질환인 셀리악병의 원인이 밀을 포함한 곡물에 들어 있는 글루텐에 기인한 것으로 밝혀지면서 글루텐을 제거한 글루텐-프리 식품에 대한 연구가 점차 확대되고 있다(Lee와 Lim, 2013; Moore, 2006). 우리나라에서 주식으로 이용되어 온 쌀은 밥의 형태로 소비되는 양이 크게 감소되자 최근에는 쌀을 이용한 여러 가공품 및 기능성 식품으로 개발 연구가 증가하고 있으며 옥수수, 수수 및 메밀과 더불어 글루텐-프리 식품을 제조하기 좋은 원료 중의 하나이기도 하다. 그러나 쌀은 곡물 중에 단백질 함량이 낮은 편이며 특히 글루텐을 형성할 단백질이 없어 반죽 형성 시 탄력성과 결합력이 부족한 문제점이 있다. 이러한 문제는 제빵 및 제과에서의 소재로 이용 시 품질 저하의 원인이 되기도 한다(Han, 2009). 이를 해결하기 위하여 다양한 연구가 시

도되고 있는 실정이다.

두류는 혈당 감소, 혈압 감소, 콜레스테롤과 중성 지방 감소 효과를 나타낸다고 보고되고 있다(Park 등, 2017). 두류의 종류는 강낭콩, 녹두, 동부, 리마콩, 완두, 팥 등과 같이 다양한 종이 있으며, 종별 또는 품종별 구성성분의 차이가 있다. 탄수화물과 단백질 함량이 높은 두류로는 녹두와 동부 등이 있으며 녹두와 동부는 전통적으로 묵, 국수, 고물, 죽, 소 등의 가공 식품에 많이 이용되어 왔다. 두류 내 전분은 아밀로즈 함량이 높아 위와 소장의 통과시간을 지연시킴으로써 식후 혈당 상승을 낮추는 효과가 있는 것으로 알려져 있어 많은 가공식품 개발에 활용되고 있다(Chung 등, 2008).

쿠키는 맛이 달고 바삭한 텍스처를 가지고 있어 차나 음료와 잘 어울리며 어린이와 여성, 노약자의 간식으로 애용되어 왔으며 낮은 수분 함량으로 인해 미생물에 의한 부패가 적어 저장성이 우수한 장점을 지니고 있다(Cho 등, 2006). 최근에 건강에 대한 소비자의 관심이 고조되면서 다양한 생리활성 및 향미를 갖는 기능성 쿠키가 보고되고 있다. 흑미가루 첨가 쿠키(Lee와 Oh, 2006), 흰깨가루 첨가 쌀쿠키(Jung 등, 2007), 발아콩 첨가 쿠키(Han, 2011), 볶은 콩가루 첨가 쌀쿠키(Lee와 Lim, 2013), 전분을 첨가한 글루텐-프리 쿠키(Joung 등, 2017), 대두콩/서리태 첨가 쿠키(Park 등, 2017) 등이 보고되고 있으나 기능성 쌀쿠키나 두류를 활용한 기능성 쿠키에 대한 연구는 부족한 실정이다.

두류는 다양하게 조리 및 가공하여 활용되고 있다. 두류의 침지, 가열에 의한 기능성 물질 및 물리적 변화에 대한 연구가 진행되고 있다(Toda 등, 2000). 그러나 두류의 가공 및 조리 조건이 가공식품의 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 진행되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 단백질과 전분을 많이 함유한 두류(녹

*Corresponding author: Hyun-Jung Chung, Division of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea
Tel: +82-62-530-1333
Fax: +82-62-530-1339
E-mail: hchung@jnu.ac.kr
Received September 6, 2018; revised September 19, 2018;
accepted September 27, 2018

두, 동부) 소재를 활용하여 쌀쿠키를 제조한 후 그들의 이화학적 특성과 텍스처 특성을 살펴보았다. 또한 녹두와 동부의 쿠키 가공적성을 향상시키기 위하여 침지, 삶음, 볶음, 가압볶음의 가공 방법에 의해 가루로 만들고 이를 이용하여 쿠키를 제조하였고 그들의 품질특성을 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 녹두(mungbean, 소현품종)와 동부(cowpea, 옥당품종)는 국립식량과학원(Jeonju, Korea)에서 제공받아 사용하였고 찹쌀(백옥찰품종)은 시중에서 구입하여 사용하였다. 박력밀가루(CJ Co., Seoul, Korea), 설탕(CJ Co., Seoul, Korea), 버터(Lotte Co., Seoul, Korea), 베이킹파우더(SL Food, Seoul, Korea), 우유(Maeil Dairies Co., Seoul, Korea), 소금(Daesang Co., Seoul, Korea), 계란은 시중에서 구입하여 사용하였다.

두류의 가공

녹두와 동부의 가공적성 평가를 위하여 4가지 방법인 침지(steeeping), 삶음(boiling), 볶음(roasting), 가압볶음(pressure roasting)으로 가루를 만들고 이를 이용하여 쿠키를 제조하였다. 모든 시료 제조는 녹두와 동부를 증류수로 세척하고 물기를 제거한 후 사용하였다. 침지(steeeping)에 의한 시료 제조는 동부와 녹두(1 kg)를 증류수(1 L)에 가하고 25°C에서 12시간 동안 침지한 후 탈수하여 45°C에서 2시간 동안 건조시켰다. 삶음(boiling)에 의한 시료는 동부와 녹두(1 kg)에 증류수(1 L)를 가하고 열을 가해 끓여 오르면 5분간 익힌 후 탈수하여 45°C에서 2시간 동안 건조시켰다. 볶음(roasting)은 수세한 두류(1 kg)를 로스터기(CBR-101A, Genesis Co. Ltd., Ansan, Korea)를 이용하여 200°C에서 10분간 볶은 후 냉각하였다. 가압볶음(pressure roasting)은 수세한 두류(1 kg)를 가압볶음 장치(JIC-압력볶음기, Jeil-Tech, Seoul, Korea)에서 1.0 kg/cm²의 압력으로 200°C에서 10분간 처리한 후 냉각하였다. 침지, 삶음, 볶음, 가압볶음 처리한 시료를 믹서(DA5500, Daesung Artlon Co., Seoul, Korea)로 분쇄한 후 45°C에서 12시간 동안 건조시켰다. 건조된 시료를 다시 믹서로 재분쇄하고 100메시체로 통과시켜 쿠키제조에 사용하였다.

글루텐-프리 쌀쿠키의 제조

글루텐-프리 쌀쿠키는 AACC법(AACC, 2000)을 수정하여 제조하였다. 버터 100 g을 볼(bowl)에 넣고 핸드믹서로 부드러운 상태가 되도록 1분간 크림화한 후, 소금 2 g을 넣고 잘 섞어주었다. 80 g의 설탕을 3번에 나누어 넣어주면서 3분간 혼합한 후 달걀 1 개를 넣고 크림상태가 될 때까지 휘핑하였다. 밀가루(200 g) 또는 두류가루와 찹쌀가루 혼합 분말(200 g)을 각각의 볼에 넣고 혼합하여 반죽을 완성하였다. 예비실험을 통하여 두류가루와 찹쌀가루를 1:1로 혼합하였을 때 쿠키의 물리적 및 관능적 품질 특성이 우수함을 확인하여 본 연구에서 두 가루의 비율을 1:1로 혼합하여 쿠키 제조에 사용하였다. 완성된 반죽을 지퍼백에 넣어 30분 동안 4°C 냉장고에서 휴지시킨 후 아크릴판 틀에 넣고 5 mm가 되도록 밀대로 고르게 밀었다. 반죽을 쿠키틀(직경 58 mm)로 찍고 150°C 오븐(FDO-7104B, Daeyoung Bakery Machinery Co., Seoul, Korea)에서 12분간 구웠다. 구워진 쿠키는 실온에서 1시간 식혀 랩으로 싸 후 지퍼백에 넣고 밀봉하여 보관하면서 실험에 사용하였다.

두류가루와 쿠키의 일반성분 분석

두류가루와 제조된 글루텐-프리 쌀쿠키의 일반성분(조회분, 조지방, 조단백질, 수분)은 AOAC법(AOAC, 2000)에 의하여 분석하였다. 조단백질은 켈달법, 조지방은 에틸에테르를 용매로 속슬렛법, 조회분은 550°C 전기로를 이용한 직접 회화법, 수분 함량은 105°C 오븐을 이용한 상압가열건조법을 이용하여 측정하였다.

두류가루와 쿠키의 색도 측정

두류가루와 제조된 쿠키의 색도는 색차계(SpectraMagic NX, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L*), 적색도(redness, a*), 황색도(yellowness, b*)값을 측정하여 나타냈다.

두류가루의 페이스팅 점도 특성 측정

두류가루의 페이스팅 점도 특성은 rapid visco-analyser (RVA-TecMaster, Newport Scientific Pty Ltd., Warriewood, Australia)를 이용하여 측정하였다. 시료 3 g (12%, w/v)을 RVA용 용기에 넣고 증류수 25 mL를 가하여 50°C에서 1분 동안 유지한 후 50-95°C까지 6°C/min의 속도로 가열하고 95°C에서 5분간 유지한 후, 95-50°C까지 6°C/min의 속도로 냉각한 다음 50°C에서 2분 동안 유지하면서 점도를 측정하였다.

두류가루의 differential scanning calorimeter (DSC)를 이용한 호화특성 분석

두류가루의 호화특성(호화온도 및 호화엔탈피) 분석은 시차주사열량기(DSC 4000, PerkinElmer Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였으며 알루미늄 펜에 두류가루와 증류수의 중량비율이 1:2가 되도록 넣고 밀봉하여 2시간 동안 유지한 후 5°C/min의 속도로 20°C에서 150°C까지 가열하면서 용융흡열곡선을 얻어 분석하였다.

쿠키의 텍스처 측정

쿠키의 경도(hardness)와 부서짐성(fracturability)은 텍스처 분석기(texture analyser, TA-XT+, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 이용하여 측정하였다. 쿠키 한 개를 시료로 하여 프로브(probe)는 HDP/BS blade를 사용하였으며, test speed는 1.0 mm/s, 변형률(strain)은 50%의 조건에서 측정하였다.

통계적 분석

모든 실험결과는 최소 3번 이상 실험을 통하여 얻어진 결과의 평균과 표준편차로 나타냈으며 통계 분석은 SPSS (version 12.0, SPSS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분석별 3회 이상 반복 측정된 결과 값에 대해 분산분석(ANOVA)을 시행하였고, 각 시료 간의 유의성은 던컨의 다중비교(Duncan's multiple test)로 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

가공방법에 따른 두류가루의 일반성분

녹두와 동부의 4가지 가공방법(침지, 삶음, 볶음, 가압볶음)에 따른 가루의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 두류가루의 수분 함량은 3.0-15.1%로 가공방법에 따라 영향을 받았다. 예상대로 침지한 시료에서 가장 높은 수분 함량을 나타냈으며 볶음 처리한 시료에서 가장 낮은 수분 함량을 나타냈다. 볶음 공정은 높은 온도에 처리되기에 증기압력의 증가에 따른 수분증발이 유

Table 1. Proximate composition and color values of cowpea and mungbean flours prepared with different processing methods

Samples	Moisture (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Ash (%)	L*	a*	b*
Cowpea							
Steeping	13.4±0.1 ^b	19.7±0.2 ^c	3.0±0.8 ^{bc}	2.3±0.0 ^d	82.80±0.46 ^b	1.12±0.24 ^c	16.29±0.11 ^{cd}
Boiling	10.0±0.3 ^c	22.9±0.6 ^{bc}	5.2±0.3 ^a	2.4±0.1 ^d	83.66±0.13 ^b	0.31±0.06 ^d	17.28±0.32 ^{bc}
Roasting	5.6±0.1 ^e	23.6±0.0 ^b	4.6±0.6 ^{ab}	3.0±0.0 ^c	85.04±0.40 ^a	0.03±0.01 ^{de}	12.61±0.62 ^e
Pressure roasting	5.7±0.1 ^e	22.2±0.7 ^{cd}	4.0±0.5 ^a	3.3±0.1 ^b	73.63±0.08 ^e	4.42±0.12 ^a	17.87±0.03 ^{ab}
Mungbean							
Steeping	15.1±0.3 ^a	21.4±0.3 ^d	3.0±0.6 ^{bc}	2.4±0.1 ^d	77.21±0.32 ^d	-0.21±0.01 ^e	16.64±0.42 ^{bc}
Boiling	6.7±0.0 ^d	23.7±0.1 ^b	4.7±0.6 ^a	2.9±0.0 ^c	74.19±0.35 ^e	-0.04±0.03 ^{de}	17.33±0.78 ^{bc}
Roasting	3.0±0.0 ^g	23.1±0.1 ^{bc}	2.3±0.7 ^c	2.4±0.2 ^d	81.09±0.24 ^c	-0.24±0.04 ^e	15.09±0.00 ^d
Pressure roasting	4.4±0.4 ^f	24.8±0.3 ^a	2.3±0.5 ^c	3.9±0.1 ^a	72.30±1.03 ^f	3.52±0.44 ^b	18.92±1.30 ^a

L*, a*, and b* mean lightness, redness, and yellowness, respectively.

Values in the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

도되었기 때문이었다. 두류가루의 단백질 함량은 19.7-24.8%로 녹두가루가 동부가루보다 다소 높은 값을 나타냈다(Table 1). 본 연구의 결과는 Chung 등(2008)과 Khattab 등(2009)이 보고한 두류의 단백질 함량(각각 25.6-31.5와 21.6-28.1%)에 비해 다소 낮은 결과를 보였다. 침지한 시료의 단백질 함량이 다른 가공방법에 비해 낮았는데 이는 침지한 시료의 수분 함량이 높았기 때문으로 생각된다. 수분 함량을 고려할 때 삶음 처리한 두류가루가 다소 높은 단백질 함량을 나타냈다(Table 1). 이는 삶는 과정에서 가용성 성분들이 용출되어 상대적으로 단백질 함량이 높게 나타난 것으로 생각된다. 조지방 함량은 2.3-5.2%였으며 삶은 두류가루에서 가장 높은 조지방 함량을 나타냈다. Chung 등(2008)도 렌틸과 완두의 조지방 함량을 2.3-2.8%로 보고하였다. 삶은 두류가루에서 높은 조지방 함량을 나타낸 것은 앞서 언급한 것과 같이 삶는 과정에서 가용성 성분이 용출되어 조지방 함량이 다른 가공방법보다 유의적으로 높게 나타난 것으로 생각된다. 삶는 과정에서 두류 내 존재하는 전분의 아밀로즈-지방질 복합체가 분리되어 유리된 지방질(free lipid) 함량이 증가하면서 총 지질 함량이 증가하는 또 하나의 원인이 되었을 것으로 생각된다. 볶음 시료에서의 다소 낮은 조지방 함량은 수분 함량이 낮기 때문으로 생각된다. 조회분 함량은 2.3-3.9%로 Khattab 등(2009)의 보고(2.8-4.6%)와 거의 비슷한 함량을 보였다. 가공방법 중에는 가압볶음 시료에서 가장 높은 조회분 함량을 나타냈는데 수분 함량의 차이, 압력에 의한 성분 변화에 기인한 것으로 생각된다. 결과적으로 다양한 가공방법에 따라 일반성분의 변화가 있음을 확인할 수 있었다.

가공방법에 따른 두류가루의 색도

녹두와 동부의 4가지 가공방법(침지, 삶음, 볶음, 가압볶음)에 따른 가루의 색도 결과를 Table 1에 나타냈다. 식품의 색은 소비자의 기호도에 영향을 줄 수 있는 중요한 특성이다(Pellegrini 등, 2010). 색의 밝기를 나타내는 명도(L*)값은 72.3-85.0으로 나타났고 보고된 두류가루의 명도(75.6-88.1)에 비해 다소 낮았는데 이는 가공에 의한 적용된 열처리 효과라 생각된다(Xu 등, 2007). 가공방법 중에서 볶음이 가장 높은 명도를 나타냈으며 가압볶음이 가장 낮은 명도를 보였다(Table 1). 적색도(a*)와 황색도(b*) 또한 비슷한 경향을 나타냈다(Table 1). 이러한 결과는 볶음 공정의 차이가 가루의 색에 영향을 준 것으로 생각된다. 가압 볶음 공정 중 환원당과 아미노산의 메일라드반응(Maillard reaction)으로 인해 멜라노이드(melanoidin) 색소가 생성되며 이러한 색소의 형성

이 쿠키의 색에 영향을 미친 것으로 생각된다(Chevallier 등, 2000). 그에 비해 볶음 공정에서는 처리시간이 10분이었기에 두류의 표면에만 주로 열이 전달되어 메일라드반응이 가장 낮게 일어나 명도가 가장 높고 황색도는 가장 낮은 결과를 보인 것으로 생각된다.

가공방법에 따른 두류가루의 점도 특성

녹두와 동부의 4가지 가공방법(침지, 삶음, 볶음, 가압볶음)에 따른 가루의 페이스팅 점도 특성은 RVA를 이용하여 분석하였고 viscogram은 Fig. 1에 나타냈다. 두류가루의 페이스팅 점도는 최고점도(peak viscosity)에 비해 최종점도(final viscosity)가 높은 점도곡선을 보였다(Fig. 1). 이는 두류가루 내 전분의 아밀로즈 함량이 높기에 전분입자의 팽윤을 억제하고 전분입자의 붕괴를 지연시켰기 때문이다(Kaur와 Singh, 2005). 침지한 녹두가루와 동부가루의 페이스팅 점도 특성을 비교하면 녹두가루가 최고점도가 낮고 최종점도는 현저하게 높은 결과를 보였다. 본 연구에 이용된 녹두 소현품종의 아밀로즈 함량은 38.5%, 동부 옥당품종의 아밀로즈 함량은 36.1%였다(Kim 등, 2018). 전분 내 아밀로즈는 전분입자의 팽윤을 억제하여 최고점도를 낮게 하고 냉각 시에는 전분의 노화를 촉진하는 역할을 하기에 최종점도가 높은 주원인이 되었다(Chung 등, 2014). 예상했던 대로 삶은 두류가루와 가압볶음 처리한 시료는 거의 점도를 나타내지 않은 결과를 보였다. 이는 삶는 공정과 가압볶음 공정 중에 두류가루 내 전분의 호화가 일어나 페이스팅 점도를 나타내지 않은 것으로 생각된다. 볶음 처리한 시료는 동부와 녹두 모두 일반적인 페이스팅 점도 곡선을 나타냈다. 이는 볶음 처리한 녹두가루는 최고점도와 최종점도가 침지한 시료에 비해 현저하게 낮은 결과를 보였는데 이는 볶음 처리에 의해 전분의 부분적인 호화가 일어났기 때문으로 생각된다. 그런데 볶음 처리한 동부가루는 침지한 동부가루에 비해 최고점도는 낮았고 오히려 최종점도는 높은 결과를 보였다(Fig. 1). 볶음 공정 중에 동부도 녹두와 같이 전분의 부분적인 호화는 일어났으나 그 정도가 적었을 것으로 예상되며 적용된 가열공정에 의해 전분, 지질, 단백질간의 상호작용을 유도하여 팽윤을 억제하고 냉각 중에 회합을 증가시키므로서 최종점도를 증가시켰던 것으로 생각된다. 볶음 조건은 녹두와 동부에 대해 같지만 열에 의한 영향은 달라 페이스팅 점도가 현저하게 다른 결과를 보인 것으로 생각된다. 볶음과 가압볶음을 비교하였을 경우 가압볶음 조건이 두류가루 내 성분들의 상호작용에 더 큰 영향을 미침으로써 페이스팅 점도의 차이를 나타낸 것을 확인할 수 있었다.

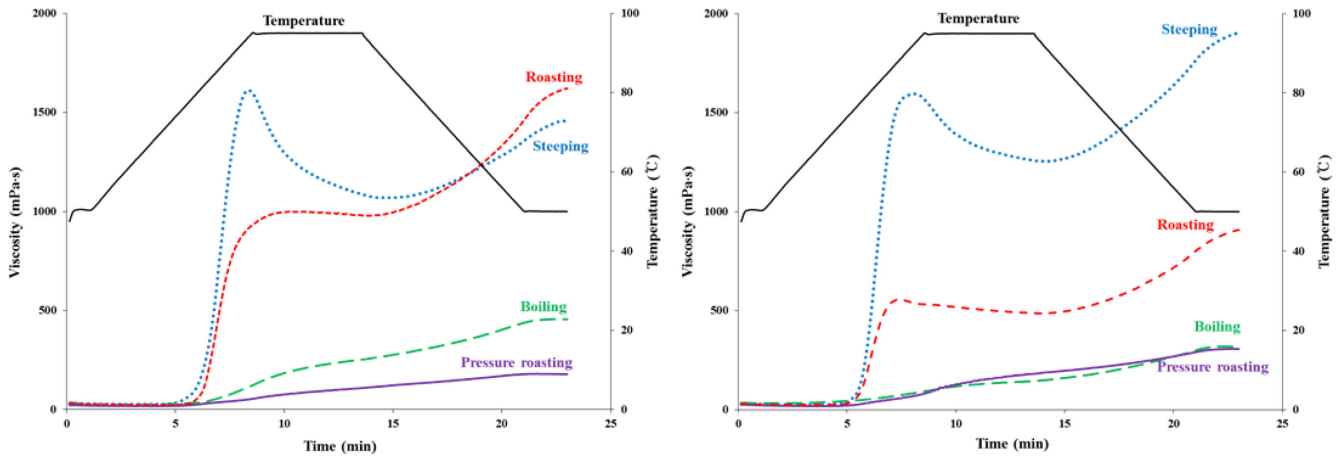


Fig. 1. RVA viscograms of cowpea (A) and mungbean (B) flours prepared with different processing methods.

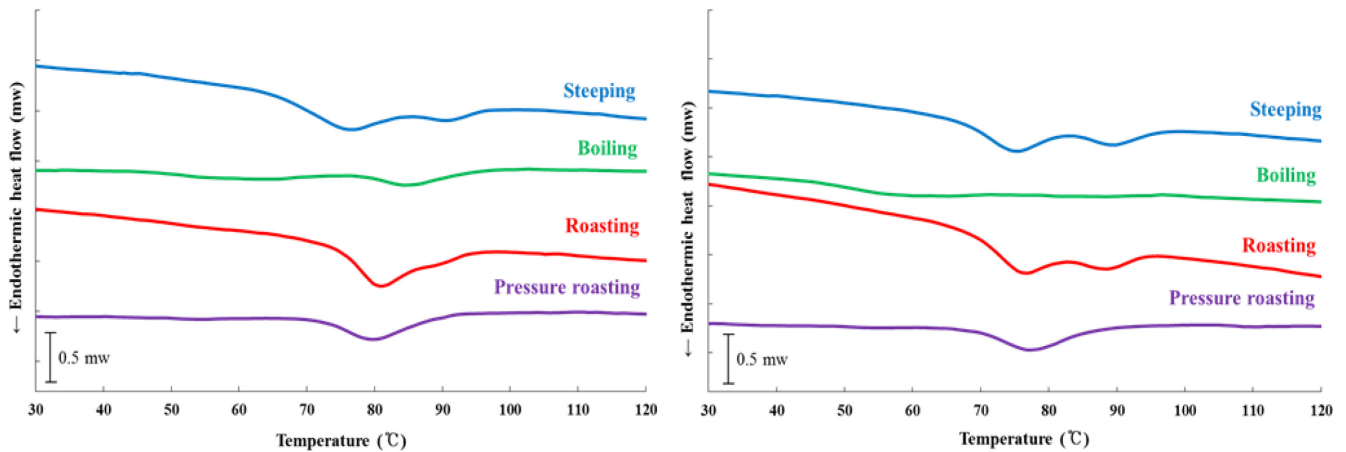


Fig. 2. DSC thermograms of cowpea (A) and mungbean (B) flours prepared with different processing methods.

가공방법에 따른 두류가루의 호화특성

녹두와 동부의 가공방법에 따른 thermogram을 Fig. 2에 나타냈다. 다양한 가공방법에 의해 두류의 thermogram은 다르게 나타남을 확인할 수 있었다. 침지한 녹두와 동부가루의 thermogram은 60-80, 80-100°C에서의 두 개의 흡열피크를 나타냈다. 첫 번째 피크는 전분의 호화에 의한 것이며 높은 온도에서의 두 번째 피크는 아밀로즈-지질 복합체의 용융에 의한 것이다(Chung과 Liu, 2009). 삶은 처리한 시료는 전분 내 존재하는 결정구조가 호화되어 무정형으로 전환되었기에 60-80°C에 발견되었던 피크는 사라졌다. 그런데 40-60°C에 작고 넓은 피크가 보였는데 엔탈피는 1-2 J/g 정도를 나타냈다(Fig. 2). 이는 두류 내 전분의 노화에 의해 나타나는 노화엔탈피이며 이는 삶은 처리 공정 후 냉각과정 중에 두류는 아밀로즈 함량이 높기에 노화가 빠르게 나타났기 때문으로 생각된다. 삶은 공정 중에 아밀로즈-지질 복합체의 용융에 의해 나타나는 피크도 감소함을 확인할 수 있었는데 이는 삶은 공정 중에 아밀로즈-지질 복합체의 분해가 일어났기 때문으로 생각된다.

녹두는 볶음에 의해 두 개의 피크를 나타냈으나 두 피크 모두 면적이 감소하는 결과를 보였는데 이는 볶는 과정에서 부분적으로 전분의 호화가 일어났을 뿐 아니라 아밀로즈-지질 복합체의 분해가 일어났기 때문으로 생각된다. 동부가루도 아밀로즈-지

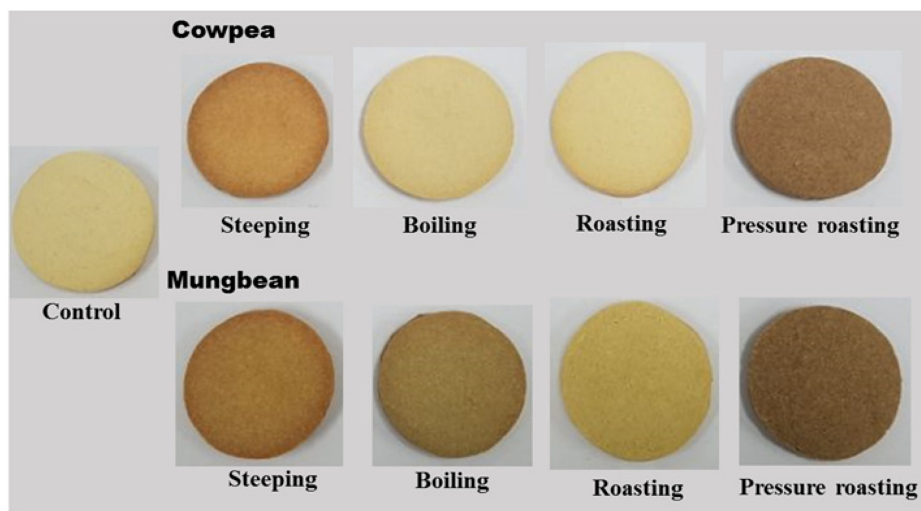
질 복합체에 의한 피크 면적이 감소하였다. 그런데 볶음에 의해 동부가루의 호화에 의한 피크 온도가 크게 증가하였으며 피크의 범위는 작아지는 결과를 보였다. 이는 볶음에 의해 부분적인 호화가 나타났으나 잔존하는 결정구조는 열에 의해 오히려 상호작용이 증가하여 결정의 강도는 증가하였고 결정의 균일성이 증가한 것으로 생각된다. 이는 Fig. 1의 페이스팅 점도 곡선에서의 볶은 동부가루는 치반점도(setback viscosity)가 거의 나타나지 않는 결과와 일치하였다. 가압볶음 처리한 동부와 녹두가루는 하나의 피크만을 나타냈다(Fig. 2). 이는 가압볶음 처리에 의해 아밀로즈-지질 복합체의 분해가 되었을 것으로 생각된다. 호화에 의한 피크는 볶음 처리한 시료와 같이 높은 온도로 이동한 결과를 보였다. 가압볶음 처리한 시료는 부분적인 호화가 일어났지만 여전히 thermogram 상에서 호화에 의한 피크가 나타났고 RVA viscoqram에서는 점도를 거의 나타내지 않았다. 이는 삶은 시료에서 완전한 호화에 의한 원인과 다르게 가압볶음 시료는 완전 호화가 나타나지는 않았지만 남은 결정들이 강한 상호작용이 나타났기에 점도가 거의 나타나지 않은 것으로 생각된다. 전분의 강한 가교결합이 존재할 경우 viscoqram에서 점도를 거의 나타나지 않는 결과와 유사하였다(Chung 등, 2004). 결과적으로 다양한 가공방법에 의해 열적 특성이 다르게 나타나는 것은 그들을 이용한 가공품의 품질 특성에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

Table 2. Proximate composition and color values of gluten-free rice cookies containing cowpea and mungbean flours prepared with different processing methods

Cookies	Moisture (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Ash (%)	L*	a*	b*
Control	6.1±0.8 ^{ab}	6.4±0.2 ^c	32.8±0.7 ^{cde}	0.5±0.0 ^c	78.57±0.01 ^a	3.67±0.02 ⁱ	24.06±0.01 ^e
Cowpea							
Steeping	4.6±0.9 ^{bcde}	10.1±0.2 ^a	34.6±0.5 ^b	1.4±0.1 ^{ab}	67.46±0.01 ^e	11.15±0.00 ^a	25.22±0.01 ^c
Boiling	7.2±0.7 ^a	9.1±0.1 ^c	33.4±0.2 ^{bcd}	1.3±0.1 ^b	76.66±0.01 ^b	4.66±0.01 ^g	23.32±0.01 ^f
Roasting	4.5±0.9 ^{bcde}	8.9±0.1 ^c	37.5±0.1 ^a	1.4±0.1 ^{ab}	73.85±0.01 ^c	6.97±0.01 ^d	25.50±0.01 ^b
Pressure roasting	4.1±0.5 ^{de}	8.2±0.1 ^d	31.8±0.2 ^{ef}	1.4±0.2 ^{ab}	56.94±0.00 ^h	8.61±0.01 ^c	19.11±0.01 ⁱ
Mungbean							
Steeping	4.2±0.1 ^{cde}	10.2±0.0 ^a	33.9±0.9 ^{bc}	1.2±0.0 ^b	62.44±0.00 ^g	9.82±0.00 ^b	24.51±0.01 ^d
Boiling	5.9±0.3 ^{abc}	9.9±0.2 ^{ab}	30.2±0.3 ^g	1.3±0.1 ^b	63.83±0.0 ^f	5.95±0.02 ^f	23.11±0.01 ^g
Roasting	5.2±1.0 ^{bcd}	10.2±0.2 ^a	32.3±0.9 ^{def}	1.4±0.1 ^{ab}	69.27±0.01 ^d	4.57±0.01 ^h	25.94±0.00 ^a
Pressure roasting	3.3±0.8 ^e	9.5±0.1 ^b	31.4±0.8 ^g	1.5±0.0 ^a	56.94±0.01 ^h	6.77±0.01 ^e	19.23±0.00 ^h

L*, a*, and b* mean lightness, redness, and yellowness, respectively.

Values in the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

**Fig. 3. Images of gluten-free rice cookies containing cowpea and mungbean flours prepared with different processing methods.**

쿠키의 일반성분

녹두와 동부의 4가지 가공방법(침지, 삶음, 볶음, 가압볶음)에 따른 가루와 찹쌀가루를 1:1로 혼합하여 제조한 글루텐-프리 쿠키의 일반성분 결과를 Table 2에 나타냈다. 밀가루로 제조한 대조군의 수분 함량은 6.1%였으며 두류-찹쌀 혼합가루를 첨가하여 제조한 쿠키의 수분 함량이 대조군에 비해 다소 감소하는 경향을 나타냈다. 도라지 분말 첨가 쿠키(Jeong 등, 2013)와 인삼 분말 첨가 쿠키(Kim과 Park, 2006)에서도 본 연구와 같은 결과를 나타냈다. 가공방법 중에서 가압볶음한 가루를 이용한 쿠키가 가장 낮은 수분 함량을 나타냈는데 이는 가루에서 수분 함량과 일치하는 경향을 보였다. 조단백질 함량은 대조군 쿠키는 6.4%였으나 두류-찹쌀 혼합가루로 제조한 쿠키는 8.2-10.2%로 대조군보다는 높았는데 이는 두류의 높은 단백질 함량 때문이다. 동부가루보다는 녹두가루로 만든 쿠키의 단백질 함량이 더 높았는데 이는 가루에서도 녹두가루의 단백질 함량이 높았기 때문으로 생각된다. 조지방 함량은 대조군 쿠키와 두류-찹쌀 혼합가루로 제조한 쿠키와 유의적인 차이를 나타내지는 않았다($p > 0.05$). 가공방법에 따라 조지방 함량은 경향성을 나타내지는 않았으나 비교적 가압볶음시료에서 다소 낮은 조지방 함량을 나타냈으며 녹두가루로 제조한 쿠키가 동부가루로 제조한 쿠키에 비해 낮은 조지방

함량을 나타냈다. 조회분 함량은 대조군 쿠키는 0.5%였으나 두류-찹쌀 혼합가루로 제조한 글루텐-프리 쿠키는 1.2-1.5%로 대조군에 비해 증가하는 결과를 보였다. 이는 두류가루가 밀가루에 비해 높은 무기질 함량에 기인한 것으로 생각된다(Noor Aziah 등, 2012). 결과적으로 본 연구에서 두류-찹쌀 혼합가루로 제조한 글루텐-프리 쿠키는 대조군에 비해 단백질과 회분의 함량이 높음을 확인할 수 있었다.

쿠키의 색도와 외관

두류-찹쌀 혼합가루로 제조한 쿠키의 색도 결과는 Table 2에 외관은 Fig. 3에 나타냈다. 쿠키의 명도(L*)는 대조군이 78.6이었으나 가공처리된 두류가 첨가된 쿠키는 명도가 감소하는 결과를 보였다. 이는 두류 자체의 색소에 의한 영향으로 명도가 감소한 것으로 생각된다. 전체적으로 동부가루 첨가된 쿠키의 명도가 녹두가루가 첨가된 쿠키보다 높았다. 이는 동부가루 자체의 명도가 녹두가루보다 높았기 때문으로 생각되며 가루의 색도의 결과(Table 1)와 일치하였다. 가압볶음 처리한 두류가 첨가된 쿠키가 가장 낮은 명도를 보였는데 이는 쿠키의 외관(Fig. 3)과 같은 결과를 보였다. 이는 두류가루의 색도 결과(Table 1)와 같이 가압볶음 처리에 의한 메일라드 갈변반응에 의한 결과로 생각된다. 가공처리 방

Table 3. Textural properties of gluten-free rice cookies containing cowpea and mungbean flours prepared with different processing methods

Cookies	Hardness (g)	Fracturability (mm)
Control	3810.4±47.6 ^a	14.6±0.3 ^c
Cowpea		
Steeping	3094.0±61.4 ^b	13.8±0.3 ^d
Boiling	1373.2±62.2 ^e	15.0±0.7 ^{bc}
Roasting	2545.9±50.4 ^c	14.8±0.6 ^{bc}
Pressure roasting	1522.6±43.6 ^f	15.4±0.7 ^{ab}
Mungbean		
Steeping	2477.6±32.2 ^d	13.8±0.4 ^d
Boiling	1660.0±53.5 ^e	16.1±0.6 ^a
Roasting	1713.5±43.3 ^e	13.3±0.6 ^d
Pressure roasting	1362.0±51.8 ^e	15.1±0.5 ^{bc}

Values in the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

범 중에는 볶음 처리한 두류가 첨가된 쿠키의 명도가 가장 높았다. 이는 앞서 설명한 대로 볶음 처리는 두류의 외피에 주로 열이 전달되어 내부는 갈변현상이 거의 나타나지 않았기에 쿠키에서도 같은 결과를 나타낸 것으로 생각된다. 침지한 두류가루를 첨가한 쿠키는 삶은 두류를 첨가한 쿠키에 비해 명도(L*)가 낮고 적색도(a*)와 황색도(b*)는 높은 결과를 보였으며 이러한 특성은 쿠키의 외관에서도 같은 결과를 보였다. 이는 침지과정에서 일부 환원당 함량이 증가하였기에 쿠키의 제조 과정 중 메일라드반응이 많이 일어났기 때문으로 생각된다.

쿠키의 텍스처

두류-찹쌀 혼합가루로 제조한 쿠키의 텍스처 결과는 Table 3에 나타냈다. 텍스처는 쿠키의 품질을 결정하는 중요한 요소이다 (Chung 등, 2014). 두류-찹쌀 혼합가루로 만든 쿠키는 대조군인 밀가루 쿠키에 비해 낮은 경도를 나타냈다(Table 3). 글루텐은 반죽의 신장성과 인장성에 영향을 주며 쿠키 조직의 팽창과 기공 발달에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Shewry 등, 1995). 결과적으로 글루텐이 없는 쿠키에서 조직의 팽창이 억제되고 기공이 치밀하게 형성되지 않았기에 경도가 감소한 것으로 생각된다. 본 결과와 유사하게 전분을 첨가한 글루텐-프리 쿠키에서도 경도가 대조군에 비해 낮았다(Joung 등, 2017). 경도는 두류가루의 종류와 가공방법에 영향을 받았다. 동부가루가 첨가된 쿠키가 녹두가루가 첨가된 쿠키에 비해 높은 경도를 나타냈다(Table 3). 이는 동부와 녹두의 이화학적 특성의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 녹두가루는 동부가루에 비해 높은 단백질 함량을 나타냈다(Table 1). 녹두가루에서의 높은 단백질은 반죽 형성 시 많은 수분 보유력을 나타내고 결과적으로 부드러운 쿠키가 제조되었을 것으로 생각된다(Noor Aziah 등, 2012). 두류의 가공방법 중에서는 침지공정에 의한 가루가 포함된 쿠키가 가장 높은 경도를 나타냈다. 이는 가루제조 시 다른 공정은 열이 가해지지만 침지공정은 열이 가해지지 않기에 손상전분의 생성이 적어 비교적 강한 네트워크를 형성하였기 때문으로 생각된다. 또한 침지공정에 의한 두류가루의 수분 함량이 가장 높았는데 이는 쿠키 제조 시 치밀한 구조를 형성하는데 수분이 도움을 주었을 것으로 생각된다. 다양한 연구결과에서 쿠키의 강도는 가루의 수분 함량과 높은 상관성을 가진다고 보고하였다(Chung 등, 2014). 침지에 의한 가루로 제조한 쿠키는 삶은 가루로 제조한 쿠키에 비해 현저하게 높은

경도를 나타냈다(Table 3). 이는 두류가루의 DSC에 의한 엔탈피와 RVA에 의한 페이스트 점도에 나타나듯이 침지한 두류는 완전한 호화가 이루어지지 않았고 쿠키제조 중 열에 의해 호화가 일어날지라도 완전 호화되지 않은 부분의 존재에 의해 경도가 증가하였을 것으로 생각된다. 볶음처리와 가압볶음처리를 비교하면 가압볶음한 두류를 이용하여 제조한 쿠키가 현저하게 낮은 경도를 나타냈다(Table 3). 이는 가압공정에 의해 전분이나 단백질의 일부 구조가 파괴되어 반죽 형성 시 약한 네트워크를 형성하였기 때문으로 생각된다.

부서짐성은 쿠키에 힘을 가하여 처음으로 깨짐이 일어나는 데 필요한 힘을 나타낸다(Min 등, 2010). 본 연구에서 경도가 높은 시료는 대체적으로 부서짐성이 낮은 결과를 보였다. 두류-찹쌀 혼합가루를 첨가한 쿠키는 대조군 쿠키와 유의적인 차이를 나타내지는 않았다($p > 0.05$). 삶음과 가압볶음 처리한 두류가루로 제조한 쿠키가 침지와 볶음 처리한 두류가루로 제조한 쿠키에 비해 높은 부서짐성을 나타냈다. 이는 다양한 열처리에 의해 변형된 구조에 기인한 것으로 생각된다. 결과적으로 두류가루의 가공방법에 따라 쿠키의 텍스처가 다르게 나타났으며 이는 두류가 첨가된 글루텐-프리 쿠키 산업화의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 4가지 가공방법(침지, 삶음, 볶음, 가압볶음)에 의해 처리한 두류가루로 쿠키를 제조한 후 그들의 이화학적 특성과 텍스처 특성을 살펴보았다. 품질특성과 영양적 가치를 높이기 위하여 두류-찹쌀 혼합가루를 이용하여 글루텐-프리 쌀쿠키를 제조하였다. 가압볶음과 삶음에 의해 두류가루는 호화가 일어나 페이스팅 점도를 나타내지 않았으며 볶음처리에 의한 두류가루는 열처리에 의해 상호작용이 유도되어 호화온도가 증가하고 치반점도가 거의 나타나지 않은 특성을 보였다. 볶음처리한 두류가루로 제조된 쿠키는 대조군과 거의 유사한 색상을 나타냈으며 가압볶음이나 삶음 처리한 두류가루 보다는 높은 경도를 나타냈다. 녹두가루보다는 동부가루로 제조한 쿠키가 더 우수한 색상을 나타냈으며 경도도 더 높은 결과를 보였다. 결과적으로 본 연구에서 두류의 종류와 두류의 가공방법에 의해 글루텐-프리 쌀쿠키의 품질에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ01183303) 지원에 의하여 수행된 연구 결과 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

References

1. AACC. Approved Methods of AACC International. St. Paul, MN, USA (2000)
2. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA (2000)
3. Chevallier S, Colonna P, DellaValle G, Lourdin D. Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. J. Cereal Sci. 31: 241-252 (2000)
4. Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. Korean J. Food Culture 21:541-549 (2006)
5. Chung HJ, Cho A, Lim ST. Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies. LWT-Food

- Sci. Technol. 57: 260-266 (2014)
6. Chung HJ, Liu Q. Impact of molecular structure of amylopectin and amylose on amylose chain association during cooling. *Carbohydr. Polym.* 77: 807-815 (2009)
 7. Chung HJ, Liu Q, Donner E, Hoover R, Warkentin TD, Vandenberg B. Composition, molecular structure, properties, and *in vitro* digestibility of starches from newly released Canadian pulse cultivars. *Cereal Chem.* 85: 471-479 (2008)
 8. Chung HJ, Woo KS, Lim ST. Glass transition and enthalpy relaxation of cross-linked corn starches. *Carbohydr. Polym.* 55: 9-15 (2004)
 9. Han JA. Digestive, physical and sensory properties of cookies made of dry-heated OSA-high amylose rice starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 668-672 (2009)
 10. Han JA. Development and characterization of rice cookies containing germinated yakkong powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 27: 681-689 (2011)
 11. Jeong EJ, Kim KP, Bang BH. Quality characteristics of cookies containing *Platycodon grandiflorum* powder. *Korean J. Food Nutr.* 26: 759-765 (2013)
 12. Joung KY, Song KY, O H, Zhang Y, Shin SY, Kim YS. Effect of various gluten-free flours on quality characteristics and antioxidant activities of cookies. *Korean J. Food Cook. Sci.* 33: 127-136 (2017)
 13. Jung YJ, Seo HS, Myung JE, Shin JM, Lee EJ, Hwang IK. Physicochemical and sensory characteristics of rice cookies based on goami 2 with sesames (white and black) and perilla seeds. *Korean J. Food Cook. Sci.* 23: 785-792 (2007)
 14. Kaur M, Singh N. Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chem.* 91: 403-411 (2005)
 15. Khattab RY, Arntfield SD, Nyachoti CM. Nutritional quaternity of legume seeds as affected by some physical treatments, Part 1: Protein quality evaluation. *LWT-Food Sci. Technol.* 42: 1107-1112 (2009)
 16. Kim HY, Park JH. Physicochemical and sensory characteristics of pumpkin cookies using ginseng powder. *Korean Soc. Food Cook. Sci.* 22: 855-863 (2006)
 17. Kim Y, Woo KS, Chung HJ. Starch characteristics of cowpea and mungbean cultivars grown in Korea. *Food Chem.* 263: 104-111 (2018)
 18. Lee JK, Lim JK. Effects of roasted soybean flour on textural properties of rice cookies. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 1426-1432 (2013)
 19. Lee MH, Oh MS. Quality characteristics of cookies with brown rice flour. *Korean J. Food Culture* 21: 685-694 (2006)
 20. Min B, Bae IY, Lee HG, Yoo SH, Lee S. Utilization of pectin-enriched materials from apple pomace as a fat replacer in a model food system. *Bioresource Technol.* 101: 5414-5418 (2010)
 21. Moore MM, Heinbockel M, Kockery P, Ulmer HM, Arendt EK. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Cereal Chem.* 83: 28-36 (2006)
 22. Noor Aziah AA, Mohamad Noor AY, Ho LH. Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. *Int. Food Res. J.* 19: 1539-1543 (2012)
 23. Park JH, Kim RY, Park E. Effect of cookies made with soybean/*seoritae* and *Hwangggum* using response surface methodology on the blood glucose response in healthy adults. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49: 186-191 (2017)
 24. Pellegrini N, Chiavaro E, Gardana C, Mazzeo T, Contino D, Gallo M, Riso P, Fogliano V, Porrini M. Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen *Brassica* vegetables. *J. Agr. Food Chem.* 58: 4310-4321 (2010)
 25. Shewry PR, Tatham AS, Barro F, Barcelo P, Lazzeri P. Biotechnology of breadmaking: Unraveling and manipulating the multi-protein gluten complex. *Nat. Biotechnol.* 13: 1185-1190 (1995)
 26. Toda T, Sakamoto A, Takayanagi T, Yokotsuka K. Changes in isoflavone compositions of soybean foods during cooking process. *Food Sci. Technol. Res.* 6: 314-319 (2000)
 27. Xu BJ, Yuan SH, Chang SKC. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *J. Food Sci.* 72: S167-S177 (2007)