

## 당귀잎 착즙액을 이용하여 제조한 식빵의 물리적 특성

김원모<sup>1</sup> · 오석태<sup>2</sup> · 송미란<sup>3</sup> · 김기혁<sup>2,4</sup> · 이규희<sup>4</sup>

<sup>1</sup>우송정보대학 제과제빵학과, <sup>2</sup>우송대학교 외식조리학부  
<sup>3</sup>충남 금산군 농업기술센터, <sup>4</sup>우송대학교 조리과학연구소

### Physical Properties of Pan Bread Made with Various Amounts of Squeezed Danggui Leaf (*Angelica acutiloba* Kitagawa) Juice

Won-Mo Kim<sup>1</sup>, Suk-Tae Oh<sup>2</sup>, Mi-Ran Song<sup>3</sup>, Kee-Hyuk Kim<sup>2,4</sup>, and Gyu-Hee Lee<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Baking & Pastry, Woosong College

<sup>2</sup>Department of Culinary Arts and <sup>4</sup>Culinary Science Research Center, Woosong University

<sup>3</sup>Agricultural Technology & Extension Services, Geumsan County, Chungnam

**ABSTRACT** Danggui leaf (*Angelica acutiloba* Kitagawa) has numerous dietary fiber and healthy functional properties such as anti-inflammatory activity. However, it is usually discarded after its roots are harvested. For wide application of danggui leaf, squeezed danggui leaf juice was used for making pan bread. Treatments included imported wheat flour (IMWF) and domestic wheat flour (DOWF) as a control, 1% soluble solid contents of squeezed danggui leaf juice instead of wheat flour (1% SDLJ), 2% SDLJ, 3% SDLJ, and 4% SDLJ. In the fermentation expansion, dough volume was not significantly different between DOWF and 1% SDLJ, whereas it decreased according to increased amount of squeezed danggui leaf juice. Regarding physical properties, springiness and cohesiveness decreased according to increased amount of squeezed danggui leaf juice and longer storage period. Gumminess, brittleness, and hardness increased according to increased amount of squeezed danggui leaf juice, although these were not statistically different among IMWF, DOWF, and 1% SDLJ after making pan bread. Principal component analysis (PCA) was performed to assess the correlation between storage period and physical properties. In the PCA, variance proportion of principal component (PC) 1 was 0.87 while that of PC 2 was 0.10. Further, 1% SDLJ showed similar results as DOWF and INWF after making pan bread and after 3 days of storage. In conclusion, use of 1% SDLJ is desirable for making squeezed danggui leaf juice.

**Key words:** danggui leaf, squeezed juice, bread, physical properties, PCA

## 서 론

당귀는 미나리과 식물로 우리나라에서는 참당귀(*Angelica gigas* Nakai)와 일당귀(*Angelica acutiloba* Kitagawa)가 재배되고 있으며 당귀 뿌리는 주로 한약재로 사용되고 있다. 일당귀 뿌리의 주요성분은 bergapten, hydrothalid, valerophenone 등으로 이들 성분은 빈혈 치료와 산후 진정통에 효능이 있는 것으로 알려져 여성병 치료를 위한 한약재로 사용되고 있다(1). 일당귀의 뿌리는 일본(2)과 중국(3)에서도 여성의 gynecological diseases 치료제로 사용되고 있다. 이처럼 한약재로 사용되는 부분은 당귀의 뿌리 부분으로 뿌리에 대하여는 많은 연구가 진행되었지만, 뿌리를 수확한 후 지상 부위 활용에 대한 연구는 많지 않다. Uto 등(4)은

일당귀 지상 부위에서 anti-inflammatory activity를 갖는 falcariindiol, bergaptol 및 bergaptol과 같은 물질을 분리해내고 일당귀잎이 inflammatory diseases 치료제로의 개발 가능성을 시사하였다. 일당귀잎은 기능성 식품의 재료로 사용될 가능성이 있을 뿐 아니라 산채류로써 이용할 수 있으며, 당귀잎 어린순은 나물이나 찜으로 활용하는 등 식품 재료로도 이용되고 있다(5).

오늘날 현대인들은 바쁜 사회생활과 주부의 사회참여로 인하여 밥을 주식으로 하는 문화에서 간편한 빵을 선호하는 문화로 조금씩 전환되고 있다. 식빵의 이용은 약 12,000여년의 오랜 역사를 가지고 있으며(6), 식빵은 편리하게 식생활에 적용될 수 있으므로 서구뿐만 아니라 우리나라에서도 제빵 산업의 규모는 점점 커지고 있다(7). 여기에 급속증진 경제력은 건강에 대한 관심도를 증가하는 데 큰 몫을 하고 있다. 따라서 자연식품 및 생리활성 성분이 다량 함유된 천연식품 소재를 빵에 첨가하여 기능성과 저장성을 향상한 제품을 개발하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다(8).

Received 2 March 2017; Accepted 26 July 2017

Corresponding authors: Gyu-Hee Lee, Culinary Science Research Center, Woosong University, Daejeon 34606, Korea  
E-mail: gyuhee@wsu.ac.kr, Phone: +82-42-630-9744

본 연구에서는 한약재 원료로 사용되는 당귀 뿌리를 수확한 후 부산물인 당귀잎을 활용하는 범위를 넓히고자 당귀잎을 착즙액 형태로 해 첨가량을 달리하여 식빵을 제조하였다. 그리고 당귀잎 착즙액 첨가량을 달리한 식빵의 물리적 특성을 분석하여 제빵 가능한 당귀잎 착즙액 첨가량 범위를 확인하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

당귀잎 착즙액 첨가량을 달리하여 제조한 식빵을 제조하기 위한 재료로는 생이스트(raw yeast, Ottuggi, Gyeonggi, Korea), 설탕(Fine Sugar, CheilJedang, Gyeonggi, Korea), 쇼트닝(Lotte Samgang, Gyeonggi, Korea), 탈지분유(Seoul Milk Co., Ltd., Gyeonggi, Korea), 소금(Ggotsogeum, Beak-Jo Pyo, Gyeonggi, Korea)을 사용하였다. 대조구로 수입밀(imported wheat flour)은 (주)대한제분(high gluten wheat flour, Daehan Flour Mills Co., Ltd., Gyeonggi, Korea) 제빵용 강력밀가루를 이용하였다. 우리밀(domestic wheat flour)은 구례 지역에서 재배된 금강 품종을 제분한 (주)사조해표(first grade high gluten wheat flour, Haepyo Woo-ri Mill wheat flour, Sajo Haepyo Co., Ltd., Jeonnam, Korea) 밀가루를 사용하였다.

당귀잎 착즙액은 2016년 당귀 수확 후 충남 금산 농가에서 구입한 당귀잎을 흐르는 물에 깨끗이 씻어 물기를 제거한 후 휴롬 착즙기(Hurom HT-SKF14, Hurom, Gimhae, Korea)에 착즙하였다. 착즙액의 고형분 함량은 6%였다.

### 식빵의 제조

식빵의 제조를 위한 반죽 배합비는 당귀잎 착즙액 고형분 함량을 밀가루 대체 비율로 하였으며 반죽 배합비는 Table 1에 표시하였다. 제빵은 각각의 재료를 반죽기(SM 200,

Sinmag, Taipei, Taiwan)에 넣고 27°C에서 저속으로 2분, 중속으로 3분간 반죽한 후 클린업 단계에서 쇼트닝을 넣고 저속으로 2분, 중속으로 최종단계까지 반죽하여 60분 동안 1차 발효(온도 27°C, 습도 80%)를 시행하였다. 1차 발효 후 반죽을 500 g씩 성형하고 식빵 팬(215×90×90 mm)에 넣은 다음 온도 38°C, 습도 80% 조건에서 45분간 2차 발효를 하여 180°C의 오븐에서 30분간 굽는 것을 제빵 방법으로 하였다.

당귀잎 착즙액 첨가량을 달리하여 제조한 식빵은 실온(온도 22±2°C, 습도 75±10%)에서 2시간 식힌 후 실험 재료로 사용하였다.

### 반죽의 발효팽창력

반죽의 발효팽창력 측정은 1차 발효 후 30 g씩을 떼어 250 mL의 메스실린더에 취해 표면을 평평하게 한 다음 2차 발효조건인 온도 38°C, 습도 80%인 발효기에서 45분 발효시켜 발효팽창력을 측정하였다. 한 시료당 3개씩 측정하여 그 평균값을 발효팽창력으로 하였다.

### 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기손실률

당귀잎 착즙액 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 무게는 빵을 구운 후 실온에서 2시간 방랭한 다음 측정하였으며, 식빵의 부피는 중자치환법으로 측정하였다. 당귀잎 착즙액 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 비용적은 빵 부피(mL)를 빵 무게(g)로 나누어 구하였으며, 굽기 손실률은 반죽의 무게와 식빵의 무게를 이용하여 다음과 같이 산출하였다(9).

$$\text{굽기손실률(\%)} = \frac{\text{반죽의 무게(g)} - \text{식빵의 무게(g)}}{\text{반죽의 무게(g)}} \times 100$$

### Crumb 색도 측정

식빵의 crumb 색도를 Color Reader(DR-10, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)로 Hunter system에 의하여 명도

**Table 1.** Mixing ratio for making the pan bread with various squeezed danggui leaf juice (SDLJ) amount

	IMWF	DOWF	1% SDLJ	2% SDLJ	3% SDLJ	4% SDLJ
Wheat flour	100.0	100.0	99.0	98.0	97.0	96.0
Water	63.0	63.0	48.0	33.0	18.0	1.0
Yeast	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sugar	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Shortening	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Milk powder	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Salt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Soluble solid of SDLJ	—	—	1.0	2.0	3.0	4.0
SDLJ	—	—	16.0	32.0	48.0	66.0
Water of SDL	—	—	15.0	30.0	45.0	62.0

IMWF means normal dough making with imported wheat flour as control.

DOWF means normal dough making with the domestic wheat flour as control.

1.0% SDLJ means dough making with soluble solid of the squeezed danggui leaf juice instead of 1.0% domestic wheat flour.

2.0% SDLJ means dough making with soluble solid of the squeezed danggui leaf juice instead of 2.0% domestic wheat flour.

3.0% SDLJ means dough making with soluble solid of the squeezed danggui leaf juice instead of 3.0% domestic wheat flour.

4.0% SDLJ means dough making with soluble solid of the squeezed danggui leaf juice instead of 4.0% domestic wheat flour.

These abbreviations were related with all Figures and Tables.

(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)의 값을 나타냈으며, L값은 0(검은색)에서 100(흰색)까지, a값(적색도)은 -80(녹색)에서 100(적색)까지, b값(황색도)은 -70(청색)에서 70(황색)까지였다. 표준편은 백색판을 사용하였고 백색판이 나타내는 L, a, b 값은 각각 93.81, -0.19, 3.91이었다. 식빵을 10×10×1.5 cm 크기로 잘라 3회씩 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

**식빵의 물성**

식빵의 물성은 빵의 중심을 동일한 크기(3×3×1 cm)로 잘라 2장을 겹쳐 레오미터(Rheometer, COMPAC-100 II, Sun Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 직경이 25 mm인 원통형 plunger를 사용하여 최대하중 2 kg, table speed 60 mm/min, distance는 50%의 조건으로 springiness(탄력성), cohesiveness(응집성), gumminess(점성), brittleness(깨짐성), hardness(경도)의 변화를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

**저장 기간에 따른 식빵의 특성 변화**

당귀잎 착즙액 첨가량을 달리하여 제조된 식빵을 실온에서 2시간 식힌 후 빵을 poly ethylene film bag에 넣어 밀봉한 다음 항온 항습기(온도 25±2°C, 습도 75±10%)에서 3일간 저장하면서 1일 간격으로 시료를 취하여 수분함량, 색도 및 물성의 변화를 측정하였다. 저장과정 중 수분함량은 상압건조법(10)을 이용하였다. 저장과정 중 색도 및 물성의 변화는 식빵의 색도 및 물성 측정 방법과 같이하였다.

**통계분석**

통계분석에는 SPSS 프로그램(ver 12.0, IBM Company, Chicago, IL, USA)을 사용하였고, 결과분석은 분산분석 후 Duncan's multiple range test( $P<0.05$ )를 실시하였다. 식빵의 물성 분석 결과와 식빵의 처리별 저장 기간에 따른 상관관계를 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 수행하였다. PCA 분석과 결과에 대한 plot은 Minitab 14(Minitab™ Release 14.20, Minitab Inc., State College, PA, USA)를 이용하였다.

**결과 및 고찰**

**반죽의 발효팽창력**

당귀잎 착즙액 첨가량을 달리하여 제조한 반죽의 발효팽창력은 Table 2에 나타내었다. 반죽의 발효팽창력은 우리밀을 이용하여 제조한 빵(DOWF)과 1% 당귀잎 착즙액 고품분

을 첨가하여 제조한 빵(1% SDLJ) 사이에 통계적 유의차가 없었으나 당귀잎 착즙액의 함량이 증가할수록 부피 반죽의 발효팽창력은 낮아지는 것을 볼 수 있었다. Kim과 Choi(5)는 한약재 잎을 채소로 활용하기 위해 성분을 분석하였을 때 일당귀잎의 수분함량은 약 80%, 조단백질 약 1.12%, 조지방 1.3%, 조섬유 3.9%로 고품분 및 조섬유가 높은 함량을 보였으며, 무기질 중에서는 K이 346.58 mg%, Ca 20.29 mg%, Mg 10.0 mg%를 함유하고 있다고 보고하였다. 제빵과정 중 조섬유와 무기질의 양은 발효력을 높이는 데 역의 상관관계를 가진다(11,12). 본 연구에서도 당귀잎 착즙액의 첨가량이 많아질수록 발효력은 낮아지는 것을 알 수 있었다. 수입산 밀을 이용하여 제조한 빵(IMWF)과 DOWF 사이에 발효력은 통계적 유의차가 없었으나 국내산 밀가루의 발효력이 약간 낮은 것을 볼 수 있었다. 그러나 1% SDLJ는 IMWF와 통계적으로 차이가 있었으나 DOWF와 반죽의 발효력에는 통계적으로 차이가 없었기 때문에 당귀잎 착즙액 1%를 첨가하는 것은 제빵과정 중 반죽의 발효력에 크게 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

**식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굵기손실률**

당귀잎 착즙액 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 단면에 대한 사진은 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 1% SDLJ 처리구는 대조구들과 유사한 단면을 나타내었으나 2% SDLJ 이상에서는 부피와 형태가 줄어드는 것을 볼 수 있었다. 인체에서 식이섬유는 식이섬유가 가지고 있는 수용성의 특징(water solubility)과 거친 특성(coarseness)이 대장 미생물의 생리활성 및 소화에 영향을 준다. 따라서 수용성이든 불수용성이든 간에 식이섬유는 소화 바람직한 영향을 줄 수 있다고 보고된 바 있다(13). 그러나 제빵에서 섬유질의 첨가는 반죽 시 반죽이 흡착하는 수분을 섬유질이 활용하기 때문에 반죽 형성에 필요한 수분함량을 줄이는 역할을 하여 반죽의 viscoelastic 특성을 줄여준다. 또한, 반죽 과정 중 식이섬유는 gluten의 수화 속도를 천천히 하도록 하고 gluten의 발전을 더디게 하기 때문에 반죽 과정에서 dough development time이 증가하고 반죽 안정성이 감소하는 현상을 가져온다고 하였다(14). 섬유질의 water-binding capacity는 제품의 밀도를 증가시키고 반죽 구조를 약하게 하거나 손상을 일으키며, CO<sub>2</sub> gas 보유력을 감소시킨다. 더구나 상당한 양의 물이 fiber와 결합하게 되어 starch-gluten network 형성에 필요한 물이 줄어들게 되어 빵의 크기를 작게 만드는 것이다. 따라서 식이섬유를 넣어 제빵 할 때 빵의 부피가 줄어드는 것은 gluten의 희석과 섬유 구성성분, 수분과 gluten 사이의 상호작용에 의한 것이라고 보고된 바

**Table 2.** Volume of doughs made with various squeezed danggui leaf juice amount

	IMWF	DOWF	1% SDLJ	2% SDLJ	3% SDLJ	4% SDLJ
Volume (mL)	128.67±1.15 <sup>a1)2)</sup>	124.67±4.16 <sup>ab</sup>	120.00±0.00 <sup>b</sup>	100.00±2.00 <sup>c</sup>	96.00±3.46 <sup>cd</sup>	93.33±5.03 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>2)</sup>Means with different letters are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

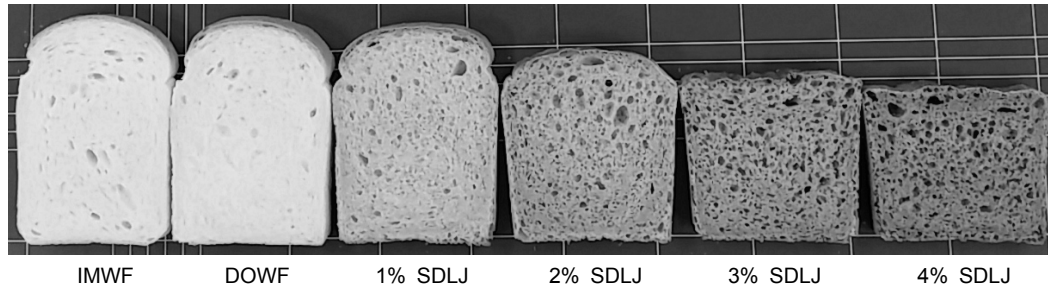


Fig. 1. Cross section photos of the pan bread made with various soluble solid contents of squeezed danggui leaf juice.

있다(15). 또한, 식이섬유의 첨가는 빵의 volume을 줄일 뿐만 아니라 crumb firmness를 증가시키며 crumb 색을 어둡게 한다고 하였다(14). 본 연구결과 Table 3에서 1% SDLJ은 부피에 큰 영향을 미치지 않았지만, 당귀잎 착즙액의 첨가량이 많을수록 부피가 줄어드는 경향을 보여 이들의 보고와 같은 현상이 일어남을 알 수 있었다. 당귀잎 착즙액의 함량을 달리하여 제조한 식빵의 무게는 당귀잎 착즙액 첨가량이 많을수록 무게가 증가하는 경향을 나타내었다. 빵의 부피와 비용적은 1% SDLJ가 대조구와 통계적으로 유의차를 나타내지 않았으나 당귀잎 착즙액을 첨가할수록 빵의 부피가 줄어드는 것을 알 수 있었다. 굽기손실률은 DOWF가 가장 높았고 IMWF와 1% SDLJ는 통계적으로 유의차를 나타내지 않았다. 2% 이상의 처리구에서는 당귀잎 착즙액의 첨가량이 많을수록 감소하는 경향을 나타내었다.

저장 중 식빵의 특성 변화

수분함량의 변화: 저장 중 식빵의 수분함량 변화는 Table

4에 나타내었다. 결과에서 당귀잎 착즙액 첨가량이 많을수록 수분함량은 낮은 경향을 나타내었다. 저장 기간에 모든 처리구에서는 통계적으로 유의차를 나타내며 감소하는 경향을 나타내었다. 빵의 crumb firmness와 수분함량 사이에 상관관계는 노화와 탈수 속도 사이의 관계에 영향을 준다. 식빵의 수분은 저장과정 중 crumb에서 cluster 쪽으로 이동하게 되고 이들 수분의 재분배는 부분적으로 amylopectin recrystallization kinetics에 영향을 주어 노화를 촉진하게 된다(6).

Crumb 색도의 변화: 저장과정 중 식빵 색도의 변화는 Table 5에 나타내었다. 당귀잎 착즙액의 첨가량이 많을수록 L값은 낮아지는 경향을 나타내었으나 b값은 증가하는 경향을 나타내었다. a값은 음의 값을 나타내며 녹색 정도가 높아지는 것을 알 수 있었다. 저장 기간에 따라 L값은 낮아지는 경향을 나타내었으나 b값의 변화는 유의적 차이가 없었다. a값은 음의 값을 나타내며 녹색 정도가 높아지는 것을 알 수 있었다. 당귀잎 착즙액의 첨가량이 많을수록 녹색의

Table 3. Quality characteristics of the pan breads made with various squeezed danggui leaf juice amount

	Weight (g)	Volume (mL)	Specific volume (g/mL)	Baking loss rate (%)
IMWF	453.33±1.15 <sup>ab1)2)</sup>	2,023±49 <sup>a</sup>	4.46±0.10 <sup>a</sup>	9.33±0.23 <sup>ab</sup>
DOWF	451.33±1.15 <sup>b</sup>	1,981±52 <sup>a</sup>	4.39±0.11 <sup>a</sup>	9.73±0.23 <sup>a</sup>
1% SDLJ	453.33±2.31 <sup>ab</sup>	2,013±23 <sup>a</sup>	4.44±0.03 <sup>a</sup>	9.33±0.46 <sup>ab</sup>
2% SDLJ	455.33±2.31 <sup>ab</sup>	1,770±10 <sup>b</sup>	3.89±0.01 <sup>b</sup>	8.93±0.46 <sup>b</sup>
3% SDLJ	458.00±5.29 <sup>a</sup>	1,578±16 <sup>c</sup>	3.45±0.06 <sup>c</sup>	8.40±1.06 <sup>b</sup>
4% SDLJ	457.33±3.06 <sup>a</sup>	1,473±15 <sup>d</sup>	3.22±0.06 <sup>d</sup>	8.53±0.61 <sup>b</sup>

1) Mean±SD (n=3).

2) Means with different letters in same column are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Moisture content changes of the pan bread made with various squeezed danggui leaf juice amount during storage (unit: %)

	Storage periods (days)			
	0	1	2	3
IMWF	43.07±0.07 <sup>aA1)2)</sup>	41.19±0.48 <sup>aAB</sup>	40.28±1.31 <sup>abB</sup>	39.38±1.65 <sup>abB</sup>
DOWF	42.45±0.19 <sup>bA</sup>	41.94±0.65 <sup>aA</sup>	40.29±1.58 <sup>abB</sup>	38.52±1.56 <sup>abB</sup>
1% SDLJ	42.43±0.20 <sup>bA</sup>	41.37±1.37 <sup>aAB</sup>	39.28±1.58 <sup>abB</sup>	35.65±0.57 <sup>bC</sup>
2% SDLJ	42.32±0.20 <sup>bcA</sup>	40.16±0.55 <sup>abB</sup>	38.37±1.48 <sup>abC</sup>	35.79±0.92 <sup>bD</sup>
3% SDLJ	42.05±0.14 <sup>cdA</sup>	40.02±1.48 <sup>abAB</sup>	38.14±2.04 <sup>abB</sup>	35.19±1.67 <sup>bC</sup>
4% SDLJ	41.94±0.21 <sup>dA</sup>	38.44±0.31 <sup>bbB</sup>	36.11±2.02 <sup>bbC</sup>	35.07±0.63 <sup>bC</sup>

1) Mean±SD (n=3).

2) Means with different letters in a column (a-d) and a row (A-D) are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

**Table 5.** Crumb surface color changes of the pan bread made with various squeezed danggui leaf juice amount during storage

		Storage periods (days)			
		0	1	2	3
L	IMWF	78.75±1.67 <sup>aA1)2)</sup>	78.75±0.67 <sup>aAB</sup>	77.79±1.27 <sup>aAB</sup>	76.61±1.14 <sup>aB</sup>
	DOWF	78.70±2.05 <sup>aA</sup>	78.45±1.04 <sup>aAB</sup>	76.43±0.46 <sup>bB</sup>	76.03±0.97 <sup>aB</sup>
	1% SDLJ	67.14±0.77 <sup>bA</sup>	66.84±0.58 <sup>bAB</sup>	65.13±0.51 <sup>cbB</sup>	64.86±0.23 <sup>bB</sup>
	2% SDLJ	60.92±0.62 <sup>cA</sup>	58.45±0.32 <sup>cAB</sup>	58.24±0.78 <sup>dAB</sup>	56.81±0.60 <sup>cbB</sup>
	3% SDLJ	54.14±0.47 <sup>dA</sup>	52.41±0.84 <sup>dAB</sup>	52.24±0.48 <sup>eAB</sup>	50.36±0.37 <sup>dB</sup>
	4% SDLJ	49.10±0.71 <sup>eA</sup>	48.25±0.92 <sup>eA</sup>	47.96±0.57 <sup>fAB</sup>	46.23±0.69 <sup>ebB</sup>
a	IMWF	1.69±0.53 <sup>aA</sup>	1.18±0.56 <sup>aAB</sup>	0.17±0.82 <sup>aB</sup>	0.02±0.49 <sup>aB</sup>
	DOWF	1.65±0.06 <sup>aA</sup>	0.45±0.59 <sup>abB</sup>	-0.27±0.22 <sup>abB</sup>	-0.44±0.78 <sup>aB</sup>
	1% SDLJ	1.04±0.51 <sup>aA</sup>	0.34±0.43 <sup>bcB</sup>	-0.80±0.74 <sup>abB</sup>	-1.25±0.06 <sup>aC</sup>
	2% SDLJ	-0.84±0.56 <sup>bA</sup>	-1.38±0.80 <sup>dB</sup>	-2.33±0.12 <sup>dC</sup>	-2.73±0.57 <sup>bC</sup>
	3% SDLJ	-0.64±0.63 <sup>bA</sup>	-1.04±0.59 <sup>cdA</sup>	-2.15±0.45 <sup>cdB</sup>	-2.27±0.61 <sup>bB</sup>
	4% SDLJ	-0.10±0.34 <sup>aA</sup>	-0.83±0.39 <sup>cB</sup>	-1.22±0.71 <sup>bcB</sup>	-1.53±0.33 <sup>bB</sup>
b	IMWF	12.94±0.88 <sup>d</sup>	13.07±0.35 <sup>c</sup>	13.51±0.82 <sup>c</sup>	13.70±0.53 <sup>d</sup>
	DOWF	12.10±0.82 <sup>d</sup>	12.85±0.74 <sup>c</sup>	12.84±0.41 <sup>c</sup>	13.68±0.97 <sup>d</sup>
	1% SDLJ	30.50±0.94 <sup>c</sup>	29.84±2.13 <sup>b</sup>	28.89±0.78 <sup>b</sup>	28.48±0.28 <sup>c</sup>
	2% SDLJ	35.19±0.63 <sup>b</sup>	34.58±0.90 <sup>a</sup>	34.26±0.09 <sup>a</sup>	34.19±0.65 <sup>b</sup>
	3% SDLJ	36.57±0.10 <sup>a</sup>	35.56±0.18 <sup>a</sup>	35.46±0.73 <sup>a</sup>	35.42±0.45 <sup>a</sup>
	4% SDLJ	36.50±0.42 <sup>a</sup>	35.55±0.36 <sup>a</sup>	35.55±0.32 <sup>a</sup>	34.94±0.47 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>2)</sup>Means with different letters in a column (a-f) and a row (A-C) are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

정도가 높아졌다.

**물성 변화:** 당귀잎 착즙액을 첨가하여 제빵 하였을 때의 특성과 저장 중 변화에 대한 결과는 Table 6에 표시하였다. 탄력성은 당귀잎 착즙액의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 당귀잎 착즙액의 첨가량이 증가할수록 저장 기간에 탄력성은 급격히 감소함을 알 수 있었다. 탄력성의 감소는 저장 기간 중 gluten network가 유연성이 감소하기 때문으로 탄력성의 감소는 제빵에서는 바람직하지 못한 특성으로 표시된다(6). 응집성은 식빵 입자끼리의 응집성을 나타내는 값으로 값이 높을수록 입자들끼리 더 잘 결합하는 것을 의미한다. 응집성은 IMWF가 DOWF보다 높은 값을 나타내었으며 당귀잎 착즙액의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 당귀잎 착즙액의 첨가량이 증가할수록 저장 기간에 급격히 감소함을 알 수 있었는데 이는 저장 기간이 지나면서 빵이 잘 부스러지는 특성을 나타냄을 의미한다. 검성은 당귀잎 착즙액의 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었으나 IMWF, DOWF와 1% SDLJ 사이에서 통계적 유의차는 없었다. 모든 처리구에서 검성은 저장 기간에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 4% SDLJ는 첫째 날부터 매우 강한 검성을 나타내었으며 저장 기간에 따른 변화는 다른 처리구보다 적은 것을 알 수 있었다. 깨짐성은 당귀잎 착즙액의 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었으나 IMWF, DOWF와 1% SDLJ 사이에서 통계적 유의차는 없었다. 저장 기간에 따라 깨짐성은 증가하는 경향을 나타내었다. 4% SDLJ는 첫째 날부터 매우 강한 깨짐성을 나타내었으며 저장 기간에 따른 변화는 다른 처리구보다 적은 것을 알 수 있었다. 경도는 당귀잎 착즙액의 첨가

량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었으나 IMWF, DOWF와 1% SDLJ 사이에서 통계적 유의차는 없어 제빵 직후 특성에서는 1% SDLJ가 대조구와 같아 당귀잎 착즙액을 이용하여 제빵 할 때는 1% SDLJ로 하는 것이 좋을 것으로 판단되었다. Collar 등(16)은 식이섬유를 제빵에 첨가하면 밀가루 반죽이 회석될 뿐만 아니라 식이섬유가 반죽의 확장에 낮은 저항을 주어 반죽의 길이가 짧아지게 하고, gluten network 형성을 부분적으로 파괴하여 gas의 유지력을 떨어뜨리게 되므로 식이섬유를 첨가한 식빵은 경도가 증가한다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 1% SDLJ를 제외하고 당귀잎 착즙액 첨가량이 많을수록 경도가 높아지는 경향을 나타내었다. 저장 기간에 따라 모든 처리구에서 경도는 증가하는 경향을 나타내었다. 빵의 경도 증가는 노화를 일으키는 가장 명확하고 일반적인 parameters이다(17). 저장 기간 중 빵의 cellular matrix는 노화된 아밀로펙틴의 함량을 높이고, 수분함량이 줄어들면서 더 단단해져 경도를 높인다(18). 따라서 경도가 높아진다는 것은 빵이 노화가 되었다는 것을 말하는 것이다. 본 실험의 결과에서도 저장 기간에 따라 경도는 증가하였으나, 저장 3일째에도 IMWF, DOWF와 1% SDLJ 사이에서 통계적 유의차는 없어 저장과정 중 부드러운 특성을 유지하는 측면에서도 당귀잎 착즙액을 이용하여 제빵 할 때는 1% SDLJ로 하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

**식빵의 저장 기간과 물성 사이의 상관성 분석:** Jensen 등(19)은 빵을 3주 동안 저장하면서 gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS)로 분석한 휘발성 성분과 high liquid chromatography(HPLC)를 이용하여 분석한 비

**Table 6.** Rheology changes of the pan bread made with various squeezed danggui leaf juice amount during storage

		Storage periods (days)			
		0	1	2	3
Springiness (%)	IMWF	96.33±0.58 <sup>a1)2)</sup>	96.33±0.58 <sup>a</sup>	95.33±1.53 <sup>a</sup>	95.67±0.58 <sup>a</sup>
	DOWF	97.00±0.00 <sup>a</sup>	96.33±0.58 <sup>a</sup>	96.00±1.00 <sup>a</sup>	96.00±1.00 <sup>a</sup>
	1% SDLJ	96.33±0.58 <sup>aA3)</sup>	95.00±1.00 <sup>aB</sup>	94.00±0.58 <sup>aC</sup>	93.67±0.00 <sup>abC</sup>
	2% SDLJ	95.00±0.58 <sup>bcA</sup>	94.67±0.00 <sup>aA</sup>	89.67±2.08 <sup>bB</sup>	89.33±3.79 <sup>bcB</sup>
	3% SDLJ	95.33±0.58 <sup>ba</sup>	93.00±1.00 <sup>bA</sup>	87.67±2.08 <sup>bB</sup>	86.33±1.53 <sup>cB</sup>
	4% SDLJ	94.00±0.00 <sup>cA</sup>	91.33±0.58 <sup>cA</sup>	84.67±2.52 <sup>cB</sup>	80.67±5.77 <sup>dB</sup>
Cohesiveness (%)	IMWF	89.67±0.58 <sup>aA</sup>	84.00±2.00 <sup>aB</sup>	80.33±0.58 <sup>aB</sup>	74.33±4.73 <sup>aC</sup>
	DOWF	87.33±1.53 <sup>ba</sup>	75.67±3.79 <sup>bB</sup>	71.00±1.00 <sup>bB</sup>	75.67±9.81 <sup>aB</sup>
	1% SDLJ	83.67±1.53 <sup>cA</sup>	76.67±2.08 <sup>bB</sup>	68.33±4.73 <sup>cC</sup>	67.00±5.57 <sup>aC</sup>
	2% SDLJ	80.00±1.00 <sup>dA</sup>	72.67±4.73 <sup>ba</sup>	48.00±1.00 <sup>dB</sup>	51.00±9.54 <sup>bB</sup>
	3% SDLJ	76.33±1.15 <sup>eA</sup>	59.67±3.21 <sup>cB</sup>	48.00±3.00 <sup>dC</sup>	41.67±0.58 <sup>bD</sup>
	4% SDLJ	71.00±1.00 <sup>fA</sup>	57.67±3.51 <sup>cB</sup>	46.00±6.08 <sup>dB</sup>	46.67±9.81 <sup>bB</sup>
Gumminess (g)	IMWF	171.00±30.27 <sup>cd</sup>	265.00±19.00 <sup>cc</sup>	324.33±35.00 <sup>cb</sup>	458.33±31.90 <sup>aA</sup>
	DOWF	172.00±9.85 <sup>cC</sup>	293.33±9.29 <sup>bcB</sup>	321.00±40.95 <sup>cb</sup>	438.00±71.14 <sup>aA</sup>
	1% SDLJ	183.33±22.28 <sup>cc</sup>	297.33±9.29 <sup>bcB</sup>	310.67±40.62 <sup>cb</sup>	465.33±27.30 <sup>aA</sup>
	2% SDLJ	291.33±70.85 <sup>bc</sup>	323.00±22.87 <sup>bbC</sup>	373.00±14.93 <sup>bb</sup>	480.00±84.55 <sup>aA</sup>
	3% SDLJ	293.00±45.31 <sup>bc</sup>	368.67±62.15 <sup>abB</sup>	373.00±24.27 <sup>bb</sup>	495.33±82.40 <sup>aA</sup>
	4% SDLJ	447.33±66.08 <sup>ab</sup>	463.33±79.02 <sup>ab</sup>	466.00±8.96 <sup>ab</sup>	569.33±99.91 <sup>aA</sup>
Brittleness (g)	IMWF	164.73±29.23 <sup>cd</sup>	256.07±17.45 <sup>cc</sup>	309.55±28.69 <sup>bb</sup>	438.61±32.15 <sup>aA</sup>
	DOWF	167.01±9.83 <sup>cd</sup>	279.62±8.44 <sup>cc</sup>	306.92±36.73 <sup>bb</sup>	419.50±72.51 <sup>aA</sup>
	1% SDLJ	176.15±21.00 <sup>cc</sup>	286.87±10.31 <sup>cc</sup>	290.92±39.05 <sup>bb</sup>	438.88±25.05 <sup>aA</sup>
	2% SDLJ	276.09±68.57 <sup>bc</sup>	306.75±21.52 <sup>bcBC</sup>	345.29±14.52 <sup>bb</sup>	440.90±85.79 <sup>aA</sup>
	3% SDLJ	278.11±42.14 <sup>bb</sup>	368.77±56.37 <sup>abAB</sup>	387.32±25.08 <sup>abAB</sup>	467.39±66.95 <sup>aA</sup>
	4% SDLJ	420.30±62.10 <sup>ab</sup>	425.20±70.56 <sup>ab</sup>	451.93±21.16 <sup>abAB</sup>	469.39±49.30 <sup>aA</sup>
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	IMWF	79.33±14.01 <sup>cd</sup>	130.00±10.15 <sup>dc</sup>	166.33±17.01 <sup>db</sup>	253.00±2.65 <sup>cA</sup>
	DOWF	82.00±5.29 <sup>cC</sup>	159.33±9.71 <sup>cdB</sup>	186.33±22.50 <sup>cdB</sup>	236.67±12.86 <sup>cA</sup>
	1% SDLJ	91.00±9.54 <sup>cC</sup>	136.67±2.89 <sup>dc</sup>	194.00±19.08 <sup>cdB</sup>	264.67±11.93 <sup>cA</sup>
	2% SDLJ	149.00±33.72 <sup>bc</sup>	182.33±7.77 <sup>cC</sup>	233.67±18.58 <sup>cb</sup>	302.33±20.21 <sup>bcA</sup>
	3% SDLJ	158.00±22.11 <sup>bb</sup>	270.00±42.23 <sup>ba</sup>	316.00±13.08 <sup>ba</sup>	362.00±80.67 <sup>ba</sup>
	4% SDLJ	258.33±37.98 <sup>ac</sup>	330.67±51.81 <sup>abC</sup>	409.33±59.81 <sup>ab</sup>	510.00±13.01 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=3).

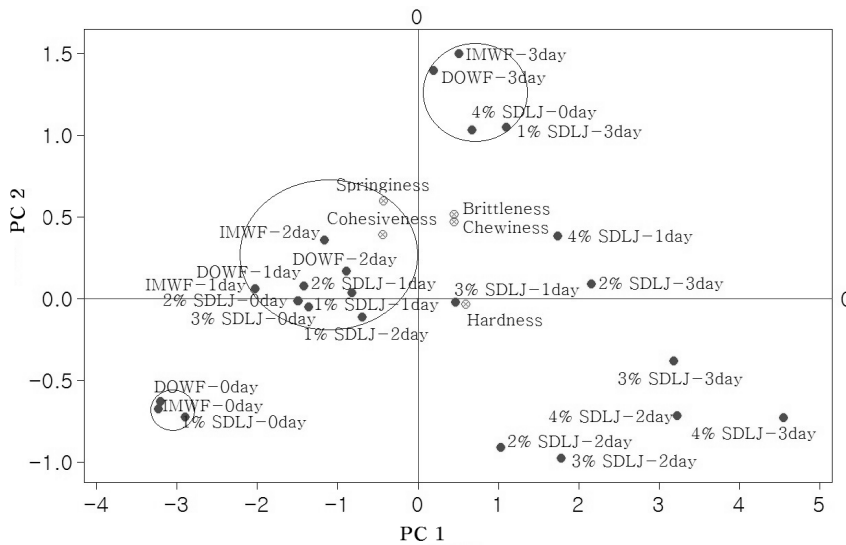
<sup>2)</sup>Means with different letters in a column (a-f) and a row (A-D) are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

휘발성 물질 분석 결과를 PCA로 분석하여 저장 기간과 성분들에 대한 상관관계를 분석하였다. 본 연구에서도 분석한 식빵의 저장 기간과 물리적 특성 사이의 상관성을 분석하고자 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 하였다. 주성분 분석을 하였을 때 PC1에 대한 variance proportion은 0.87이었고 PC2에 대한 variance proportion은 0.10이었다. PCA 분석 결과 plot은 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 저장 직후 식빵의 특성은 DOWF-0day, IMWF-0day 및 1% SDLJ-0day가 유사한 그룹으로 분류할 수 있다. 제빵 직후 2% SDLJ-0day와 3% SDLJ-0day, 저장 1일째 DOWF-1day, IMWF-1day, 1% SDLJ-1day 및 2% SDLJ-1day, 저장 2일째 DOWF-2day, IMWF-2day 및 1% SDLJ-2day가 또 하나의 그룹을 형성하였다. 이들은 탄력성과 응집성이 높은 특성을 갖는 식빵으로 이들 그룹까지는 물성의 변화로만 보았을 때 아직 식빵으로서 좋은 특성을 갖는 것을 알 수 있었다. DOWF-3day, INWF-3day, 1% SDLJ-3day와 4% SDLJ-0day는 주성분 분석 결과 같은

그룹을 형성하고 있으며, 깨짐성 및 검성과 상관성이 높은 것을 알 수 있어 물성 특성으로는 바람직하지 못한 상태로 볼 수 있다. 4% SDLJ는 제빵 직후부터 보통 식빵을 3일 동안 저장했을 때와 유사한 물성을 가지고 있어 4% SDLJ의 당귀잎 착즙액을 이용하여 제조하는 것으로는 바람직하지 않음을 알 수 있었다. 반면에 1% SDLJ는 제빵 후 및 저장 3일째에도 DOWF나 IMWF와 같은 대조구와 제빵 후 특성 및 저장성이 유사한 것을 알 수 있었다. 결과를 분석해 보면 당귀잎 착즙액으로 제조하는 것은 첨가하지 않은 식빵(대조구)보다 물리적 특성이 우수하지는 못하지만 1% SDLJ는 대조구와 유사한 제빵 특성과 저장 특성을 가지므로 당귀잎 착즙액으로 제조할 경우에는 1% SDLJ로 제조하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구에서는 한약재 원료로 사용되는 당귀에서 뿌리를 수



**Fig. 2.** The plot of physical properties and products of the bread made with various squeezed danggui leaf juice amount according to storage periods on PC axes using PC1 and PC2.

확한 후 부산물인 당귀잎을 활용하는 범위를 넓히고자 당귀잎을 착즙액 형태로 첨가량을 달리하여 제빵 하고, 식빵의 물성을 분석하여 제빵 가능한 당귀잎 착즙액 첨가량 범위를 확인하고자 하였다. 결과에서 발효팽창력은 우리밀을 이용하여 제조한 빵(DOWF)과 1% 당귀잎 착즙액 고품분을 첨가하여 제조한 빵(1% SDLJ) 사이에 통계적 유의차가 없었으나 당귀잎 착즙액의 함량이 증가할수록 부피 팽창력은 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 수분함량은 당귀잎 착즙액 첨가량이 많을수록 줄어드는 경향을 나타내었으며 저장 기간에는 모든 처리구에서 통계적으로 유의차를 나타내며 감소하는 경향을 나타내었다. 색도는 당귀잎 착즙액의 첨가량이 많을수록 L값은 낮아지는 경향을 나타내었고, a값은 음의 값을 나타내었으며 b값은 증가하는 경향을 나타내었다. 저장 기간에 따라서 L값은 낮아지는 경향을 나타내었고 a값은 음의 값을 나타내었으며, b값의 변화는 유의적 차이가 없었다. 탄력성은 당귀잎 착즙액의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며 저장 기간에는 감소하였다. 응집성은 수입밀로 제조한 빵(IMWF)이 DOWF보다 높은 값을 나타내었으며, 저장 기간에 급격히 감소하였다. 겉섬, 깨짐성 및 경도는 당귀잎 착즙액의 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었으나 IMWF, DOWF와 1% SDLJ 사이에서 통계적 유의차는 없었다. 제빵 직후 물성 분석 결과 IMWF, DOWF와 1% SDLJ 사이에 유의차가 없어 당귀잎 착즙액을 이용하여 제빵 할 때는 1% SDLJ로 하는 것이 좋을 것으로 판단되었다. 식빵의 저장 기간과 물리적 특성 사이의 상관성을 주성분 분석(principal component analysis, PCA)하였을 때 PC1에 대한 variance proportion은 0.87이었고 PC2에 대한 variance proportion은 0.10이었다. PCA 분석 결과 1% SDLJ는 제빵 후 및 저장 3일째에도 DOWF나 IMWF와 같은 대조구와 제빵 후 특성 및 저장성이 유사한 것을 알 수 있었다. 결론적으로 당귀잎 착즙액으로 제빵 할 경우에는 1% SDLJ로 제빵 하는 것이 바람직할 것으로 판단된

다. 당귀잎 착즙액을 이용하였을 때 제빵 가능성이 확인되었으므로 앞으로 기호성에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 충남 금산군 농업기술센터 6차 산업 수익모델 약초 가공품 개발 용역사업에 의해 이루어진 것으로, 그 지원에 감사드립니다.

### REFERENCES

- Hwang JB, Yang MO. 1997. Comparison of chemical components of *Angelica gigas* Nakai and *Angelica acutiloba* Kitagawa. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1113-1118.
- Tsuchida T, Kobayashi M, Kaneko K, Mitsuhashi H. 1987. Studies on the constituents of Umbelliferae plants. XVI. Isolation and structures of three new ligustilide derivatives from *Angelica acutiloba*. *Chem Pharm Bull* 35: 4460-4464.
- Chao WW, Lin BF. 2011. Bioactivities of major constituents isolated from *Angelica sinensis* (Danggui). *Chin Med* 6: 29.
- Uto T, Tung NH, Taniyama R, Miyanowaki T, Morinaga O, Shoyama Y. 2015. Anti-inflammatory activity of constituents isolated from aerial part of *Angelica acutiloba* Kitagawa. *Phytother Res* 29: 1956-1963.
- Kim YD, Choi SK. 1995. Studies on utilization of medicinal herbs as vegetable by hydroponics. 3. Component analysis of medicinal herbs as vegetable. *J Oriental Bot Res* 8: 281-286.
- Sivam AS, Sun-Waterhouse DS, Quek SY, Perera CO. 2010. Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: a review. *J Food Sci* 75: R163-R174.
- Kim MJ, Song EJ, Kim KBWR, Lee CJ, Jung JY, Kwak JH, Choi MK, Kim DH, Sunwoo C, Choi JS, Choi HD, Ahn DH. 2011. Effect of *Sargassum fulvellum* extracts on shelf-life and quality improvement of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 867-874.
- Shin GM, Kim DY. 2008. Quality characteristics of white

- pan bread by *Angelica gigas* Nakai powder. *Korean J Food Preserv* 15: 497-504.
9. Kim YS, Jeon SS, Jung ST. 2002. Effect of lotus root powder on the backing quality of white bread. *Korean J Soc Food Cook Sci* 18: 413-425.
  10. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KY, Oh MH, Oh SH. 2000. *Standard food analytics*. Jigu Publishing Co., Seoul, Korea. p 221-222.
  11. Martínez MM, Díaz Á, Gómez M. 2014. Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making. *J Food Eng* 142: 49-56.
  12. Preston KR. 1989. Effects of neutral salts of the lyotropic series on the physical dough properties of a Canadian red spring wheat flour. *Cereal Chem* 66: 144-148.
  13. Van Soest PJ. 1984. Some physical characteristics of dietary fibres and their influence on the microbial ecology of the human colon. *Proc Nutr Soc* 43: 25-33.
  14. Wang M, Hamer RJ, van Vliet T, Oudgenoeg G. 2002. Interaction of water extractable pentosans with gluten protein: effect on dough properties and gluten quality. *J Cereal Sci* 36: 25-37.
  15. Sudha ML, Baskaran V, Leelavathi K. 2007. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chem* 104: 686-692.
  16. Collar C, Santos E, Rosell CM. 2007. Assessment of the rheological profile of fibre-enriched bread doughs by response surface methodology. *J Food Eng* 78: 820-826.
  17. Besbes E, Jury V, Monteau JY, Bail AL. 2014. Effect of baking conditions and storage with crust on the moisture profile, local textural properties and staling kinetics of pan bread. *LWT—Food Sci Technol* 58: 658-666.
  18. Patel BK, Waniska RD, Seetharaman K. 2005. Impact of different baking processes on bread firmness and starch properties in breadcrumb. *J Cereal Sci* 42: 173-184.
  19. Jensen S, Oestdal H, Skibsted LH, Larsen E, Thybo AK. 2011. Chemical changes in wheat pan bread during storage and how it affects the sensory perception of aroma, flavour, and taste. *J Cereal Sci* 53: 259-268.