

효소 저항성 전분의 첨가가 옥수수빵의 텍스처 특성에 미치는 영향

조아라 · 안승요
서울대학교 식품영양학과

Effect of Addition of Enzyme-Resistant Starch on Texture Characteristics of Corn Bread

Ah-Ra Joe and Seung-Yo Ahn
Dept. of Food and Nutrition, Seoul National University

Abstract

Effects of replacement of corn starch with Amylomaize VII starch and addition of enzyme-resistant starch on texture characteristics of corn bread (CON) were investigated. Amylomaize-substituted corn bread (AMZ) was made by replacing corn starch with Amylomaize VII starch. 15% (RS15) and 30% (RS30) of butter was replaced with enzyme-resistant starch (RS) from Amylomaize VII starch, respectively. Texture describing terms were classified according to their physical properties. Result of sensory evaluation characteristics showed that the size of air cells increased as butter replacement level decreased and that hardness increased but springiness decreased as corn starch was replaced with Amylomaize VII starch. The results of Texture Profile Analysis with deformation of 30% and 50% showed that hardness increased but cohesiveness decreased as cooling time increased.

Key word: enzyme-resistant starch, amylomaize VII, corn bread, sensory evaluation, texture profile analysis

I. 서 론

현대 식품 산업에 있어서 고섬유소 저지방 저열량의 식품 개발은 중요한 목적¹⁾ 중 하나이며 따라서 식이섬유와 유사한 성질을 가진 효소 저항성 전분(Enzyme-Resistant Starch)에 대해 최근 많은 연구가 이루어지고 있다.

Englyst와 Cummings²⁾는 전분을 소화성에 따라 분류하여 갖 조리된 식품의 readily digestible starch, 생감자 또는 바나나 전분에서 발견되는 partially resistant starch 및 식품 공정에 의해 만들어지는 resistant starch (RS)로 나누었다. 이 중 RS에 관한 물리화학적 특성^{3,4)}이나 소화성 및 영양적 가치에 대한 많은 연구^{4,7-10)} 결과 RS는 전분 분해 효소를 사용한 *in vitro* 실험뿐 아니라 인간의 소장내 효소 체계에 의해서도 소화되지 않는다는 것이 알려졌다. 시차주사열량계(Differential Scanning Calorimetry)로 관찰시 RS는 120-165°C 온도 범위에서 endothermic transition을 보이고 피크는 155°C 근처에서 나타나며^{1,11)}, 요오드 결합능^{10,12)}, X선 회절도^{3,13)}, 겔 크로마토그래피^{3,12)} 및 효소법^{6,12)}에 의한

연구 결과 주로 재결정화된 아밀로오스가 RS의 형성에 관여하는 것으로 생각된다. RS는 아밀로오스 함량과 양의 상관관계가 있으며 고아밀로오스 전분에 열처리 및 냉각 과정을 반복하여 처리할 경우 높은 수율로 얻어진다¹¹⁾. Sievert and Pomeranz¹¹⁾, Berry⁹⁾ 및 Englyst 등⁶⁾이 각각 RS의 결정 및 분리 방법에 대한 제의를 하였는데 기본 원리는 여러가지 효소 처리를 하여 분해되지 않고 남은 잔기를 RS로 결정하는 것이다.

식품의 제조 방법¹⁴⁾이나 가정 조리 방법¹⁵⁾에 따른 RS의 변화를 알아보기 위한 시도가 행해졌다. 또한 밀가루의 일부를 옥수수 전분, 고아밀로오스 옥수수 전분, 고아밀로오스에서 추출한 노화 전분으로 치환하여 빵을 제조한 후 저장시 변화를 살펴본 연구 결과¹⁶⁾도 있다.

옥수수빵은 밀가루, 옥수수 가루, 소금, 설탕, 지방, 달걀, 우유, 베이킹 파우더를 함유하는 복잡한 유화 체계를 가지고 있으며 내용물의 적절한 조합 및 굽는 조건이 양질의 옥수수빵의 질감을 만드는데 관여한다. 지방은 baked products에 있어 중요한 역할¹⁷⁻¹⁹⁾을 하는데 Pomeranz 등은 yellow layer cake에서 shortening을

RS로 일부 대체했을 경우의 물성 변화에 대해 보고¹⁾ 하였으나 옥수수빵의 구성성분을 대체하거나 RS를 첨가한 경우 물성의 변화에 대한 연구는 전무한 실정이다.

본 실험에서는 옥수수빵 제조시 옥수수 전분을 아밀로오스 함량이 높은 Amylomaize VII 전분으로 대체했을 경우와 그와 동시에 지방의 일부를 Amylomaize VII에서 분리한 RS로 대체한 경우의 텍스처 변화를 살펴보고 고섬유소 저지방 저열량 식품 제조에 대한 기초 자료를 마련하고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 옥수수 전분은 흥천의 옥수수 작물시험장에서 1994년에 수확한 광한옥 품종을 구입하였고 고아밀로오스 옥수수 전분은 Amylomaize VII 전분으로서 American Maize-Products Co.(Hammond, IN)에서 제공받아 사용하였다. 밀가루는 대한 제분 중력분 밀가루(단백질 함량 10.0±0.5%), 설탕은 제일제당 백설탕, 소금은 정제염 한주소금, 버터는 서울우유 무염버터, 베이킹 파우더는 범아 식품 베이킹 파우더를 각각 구입하여 사용하였다.

2. RS 형성

RS는 Sievert and Pomeranz의 방법¹¹⁾에 따라 제조하였다. 즉 Amylomaize VII(약 70% 아밀로오스 함유) starch 20 g을 1,000 ml 삼각 플라스크에 넣고 200 ml의 증류수를 가하여 완전히 분산시킨 후 이 현탁액을 121°C의 autoclave에서 1시간동안 가열한 뒤 30분간 냉각시키고 4°C의 냉장고에서 22시간동안 방치시켰다. 이 과정을 세 번 반복한 후 건조시켜 60 mesh 체를 통과하여 냉장보관하며 시료로 사용하였다.

3. RS의 측정 및 분리

RS는 enzymatic-gravimetric assay에 의해 측정되는데, 본 실험에서는 AOAC의 총섬유소 측정 방법²⁰⁾에 준한 Sievert and Pomeranz 방법¹¹⁾을 수정하여 행하였다. 즉 0.5 g의 시료를 pH 6.0의 phosphate buffer 50 ml에 잘 분산시켜 heat-stable α -amylase(Termamyl 120L, Novo Laboratories Inc., Danbury, CT) 0.2 ml를 넣고 boiling water bath에서 30분간 shaking하며 반응시킨 후 실온으로 냉각시켜 0.275 N NaOH로 pH 7.5±0.2로 조정하였다. 이 용액에 50 mg의 protease(No. P-3910, Sigma Chemical Co., Louis, MO)를 1 ml의 phosphate buffer에

분산시킨 용액 0.1 ml를 첨가하여 60°C의 shaking water bath에서 30분간 가열한 후 실온으로 냉각시켜 0.325M HCl로 pH 4.0-4.6(pH 4.5)으로 조정하였다. 이 현탁액에 0.3 ml의 amyloglucosidase(No. A-9913, Sigma Chemical Co., Louis, MO)를 첨가하여 60°C의 shaking water bath에서 30분간 가열하고 280 ml의 95% EtOH을 첨가하여 1시간동안 방치한 후 Whatman filter paper No. 41을 사용하여 여과한 후 78% EtOH로 20 ml씩 3번, 95% EtOH로 10 ml씩 2번 세척하였고 불용성 잔사를 105°C 오븐에서 하룻밤동안 방치하여 RS를 분리하였다. RS 수율은 다음 식과 같이 계산하였다.

$$RS = \frac{\text{불용성 잔사의 무게 (g)}}{\text{시료의 무게 (dry basis, g)}} \times 100$$

4. 옥수수빵의 제조

옥수수빵(CON) 및 옥수수 전분을 Amylomaize VII로 대체한 경우(AMZ)와 지방의 일부를 Amylomaize VII에서 분리 결정된 RS로 대체한 경우(지방의 15% 대체시 RS15, 30% 대체시 RS30)에 있어서 각각의 formula는 Table 1과 같다.

Shifter에 내린 밀가루, 옥수수 전분과 설탕, 소금, 베이킹 파우더 및 RS를 섞어 다시 shifter에 내렸다. 달걀은 custom portable mixer(M24WH, General Electric)의 stir상태로 1분간 섞은 후 정확한 양을 취하여 우유와 증탕한 버터를 섞고 다시 custom portable mixer의 stir상태로 1분간 혼합한 후 사용하였다. 지름 30 cm의 스테인레스제 보울에 모든 재료를 넣고 custom portable mixer의 mix 상태로 30초간 혼합한 후 벽면에 붙은 반죽을 긁어 섞은 후(scraped down), 다시 30초간 혼합하여 40 g씩 알루미늄박 baking cup에 넣어

Table 1. Corn bread formula

Ingredient	Weight (%)			
	CON	AMZ	RS15	RS30
flour	80	80	80	80
baking powder	8	8	8	8
salt	4	4	4	4
sugar	30	30	30	30
corn starch	120	-	-	-
amylomaize VII	-	120	120	120
whole eggs	60	60	60	60
milk	100	100	100	100
butter	23	24	20.4	16.8
RS	-	-	3.6	7.2

220°C로 미리 가열해 둔 오븐에서 15분간 구운 후 10분간 냉각하여 시료로 사용하였다²¹⁾.

5. 관능검사

(1) 텍스처 특성 표현어 조사

옥수수빵의 텍스처 특성을 대변하는 표현어에 대해 조사하기 위해 서울대학교 식품영양학과 대학원 학생 25명(남 1명, 여 24명)에게 설문지를 분배한 후 옥수수빵에서 느껴지는 모든 텍스처 특성의 표현어를 자유롭게 기록하도록 하였다.

(2) 관능검사

서울대학교 식품영양학과 대학원 학생 25명(남 1명, 여 24명)을 평가원으로 하여 각 텍스처 용어에 대한 정의를 설명하고 측정방법을 훈련시킨 후 외관, oral texture, chew down, 전체적 기호도에 대한 관능검사를 실시하였다. 15 cm 표준척도(standard rating scales)의 양 극단에 텍스처 특성을 나타내는 용어를 표시하였는데 이 용어는 텍스처 특성 표현어 조사 결과를 참고하여 Meilgaard 등의 용어 선정 방법²²⁾에 따라 선정하였다. 외관상으로는 crust와 crumb에 있어서 각각 색깔의 짙은 정도(intensity), 고른 정도(evenness) 및 crumb내의 기공의 크기와 고른 분포 정도를 살펴보았다. Oral texture중 견고성, 응집성, 탄성, denseness에 대한 검사는 Spectrum method²³⁾에 따라 표준물질을 선정하고 해당되는 값을 표준척도에 표시하여 제시하였으며 사용된 표준물질의 종류 및 준비 방법은 Table 2와 같다. 시료가 구강내에서 붕괴되는 과정에 관련된 항목으로 수분 흡수량 및 cohesiveness of mass를 검사하였으며²³⁾ 종합적 기호도를 살펴보았다.

6. 기계적 texture 측정

Texture analyser(TA-XT 2, SMS Stable Micro Systems, Haslemere, England)를 사용하여 loadcell 2 kg,

test speed 1.0 mm/sec, plunger diameter 18 mm, sample size 15×15×20 mm의 조건으로 two-bite Texture Profile Analysis를 실시하였다. 냉각 30분 및 120분의 각각의 조건에 대해 deformation 30% 및 50%를 각 시료당 10회씩 실시하여 통계처리하였다.

7. 통계처리

관능검사 결과 및 기계적 texture 측정의 결과는 ANOVA를 이용하여 p < 0.05 수준에서 Duncan의 다중범위 검정으로 시료간의 유의성을 검정하였다²³⁾.

III. 실험 결과 및 고찰

1. RS의 수율

Sievert and Pomeranz의 방법에 따라 열처리-냉각 과정을 3번 반복하여 제조한 시료에서 분리된 RS의 수율은 28.96%였다. 동일한 조건에서 실험한 경우 생 전분에서 분리된 RS의 수율은 14.38%였으며 1번의 cycle을 거친 경우 22.32%로 증가하였고 cycle의 반복수에 따라 수율도 증가하는 경향을 보여 7 cycles의 경우 39.03%에 이르렀다.

2. 텍스처 특성 표현어

옥수수빵의 텍스처 특성 표현어에 대해 조사하기 위해 25명의 평가원에 의해 표현된 용어들을 수집하여 Szczesniak의 분류²⁴⁾에 따라 Table 3에 수록하였고 한글로 표현된 표현 용어들은 이 등의 분류²⁵⁾를 참조하였다.

옥수수빵의 텍스처로서 가장 많이 언급된 항목은 시료의 수분 함량에 관련된 용어로서 촉촉하다가 22회였다. 깨짐성 및 검성에 관련된 표현은 푸석푸석하다, 부슬부슬하다가 각각 4회 및 16회였고 입자 크기와 관련된 용어는 부드럽다가 10회, 꺼끌꺼끌하다

Table 2. Standard Intensity Scale Values for Oral Texture Attributes

Oral Texture Attributes	Scale Value	Reference	Brand/Type/Manufacturer	Size
Hardness	1.0	cream cheese	Philadelphia/Kraft	1/2" cube
	4.5	cheese	Cheddar process cheese/서울우유	1/2" cube
	11.0	carrots	Uncooked, fresh, unpeeled	1/2" slice
Cohesiveness	5.0	cheese	Cheddar process cheese/서울우유	1/2" cube
	15.0	chewing gum	Dentist/Lotte	1 stick
Springiness	0	cream cheese	Philadelphia/Kraft	1/2" cube
	5.0	Frankfurter	Cooked 10 min/Corn King	1/2" slice
	9.5	Marshmallow	Minature Marshmallow/Kraft	3 pieces
Denseness	9.0	Frankfurter	Cooked 5 min/Corn King	1/2" slice

Table 3. Texture Describing Terms of Corn Breads and Their Classification by Szczesniak's Mechanical Characteristics

Mechanical Characteristics	Texture Describing Terms	No. of Appearance
Mechanical characteristics		
1. Hardness related terms	딱딱하다 물컹물컹하다	4 1
2. Cohesiveness related terms		
1) Brittleness-gumminess related terms	푸석푸석하다 부슬부슬하다	4 16
2) Chewiness related terms	질기다 연하다	3 4
3. Viscosity related terms		
4. Springiness related terms	말랑말랑하다	3
5. Adhesiveness related terms		
Geometric characteristics		
1. Particle size and shape related terms	부드럽다 꺼끌꺼끌하다(모래같다)	10 9
2. Particle size and orientation		
Other characteristics		
1. Moisture content related terms	뻣뻣하다 촉촉하다	2 22
2. Fat content related terms	기름이 잘잘 흐른다	1

및 모래같다가 9회의 빈도수를 보였다. 기타 견고성, 씹힘성, 탄성, 기름 함량과 관련된 표현이 언급되었는데 Syarief 등²⁰은 식품의 대표적인 텍스처 특성 항목을 찾아내는 것은 텍스처를 설명하기 위한 기본 작업이며 대표 특성을 찾아 평가하는 방법은 평가원들의 피로를 줄이고 평가의 타당성과 신뢰도를 높일 수 있다고 하였다.

3. 관능검사

관능검사 결과 CON, AMZ, RS15, RS30의 네 시료에 대한 Duncan의 다중범위 검정 결과는 Table 4와 같다.

표준 척도의 양 극단에 용어를 표시하는 bipolar scale을 사용하였으며 이 때 표시된 용어들은 텍스처 특성 표현어 조사의 결과 언급된 용어들을 참고로 하여 Spectrum method²²⁾에서 선정하였다. 조사 결과 언급된 텍스처 특성 표현어를 그대로 선정하지 않은 이유로서 첫째, 대표성을 가질만큼 빈도수가 많지 않았거나 둘째, 본 실험에서는 bipolar scale을 사용하였는데 한쪽 방향만을 대표하는 용어밖에 언급되지 않았거나 셋째, 같은 텍스처 특성을 표시하는 용어임에도 불구하고 개인에 따라 언급한 용어가 다양하여 대표성을 띄는 용어를 선택하는데 어려움이 있었기 때문이었다. 단 훈련시 같은 텍스처 특성을 나타내는 표현어들에 대해 충분히 설명한 후 관능검사를 하도록 하였다.

RS의 첨가에 따른 시료의 색상 차이가 있는지 알아보기 위해 crust 및 crumb의 색깔의 짙은 정도 및 고른 정도에 대해 관능 평가를 실시하였다. Crust 및 Crumb에서 색깔의 짙은 정도는 색깔이 밝은 것에서 어두운 것까지 색깔의 세기나 정도를 말하는 것으로 [light ↔ dark]로 나타내었고, 고른 정도는 얼룩덜룩 (blotchy)하지 않고 얼마나 고르게 색깔이 분포되는가를 의미하는 개념으로 [uneven ↔ even]으로 표시하였다. Crust의 색깔은 AMZ, RS15, RS30이 모두 CON에 비해 유의적으로 짙어졌다는 결과가 나왔으나 RS에 의한 영향이라기보다는 옥수수 전분을 대치한 고아 밀로오스 전분의 색깔에 의한 차이라고 생각된다. 그러나 crust 색깔의 고른 정도에서는 유의적 차이가 없었고 crumb의 경우에는 색깔의 짙은 정도 및 고른 정도에서 시료간에 아무런 유의적 차이를 발견할 수 없었다.

기공의 크기는 시료내 기공의 상대적 크기를 의미하며 [small ↔ large]로 표시하고 지방을 RS로 대체한 경우 유의적으로 크게 나타나 반죽의 안정성에 관여하는 지방의 역할을 반영하였다. Pomeranz 등이 재료 중 쇼트닝의 일부를 RS로 치환하여 제조한 yellow layer cake 반죽을 냉동건조하여 Scanning Electron Micrograph로 관찰한 결과 단위 면적당 기공의 수는 RS의 치환도가 증가할수록 감소하며 전체 부피중 기공이 차지하는 부피의 비율은 RS의 치환도가 증가할수

Table 4. Duncan's Multiple Range Test Data of Sensory Evaluation of Corn Breads

Terms	CON	AMZ	RS15	RS30
CSI	7.457 ^b	8.793 ^a	9.280 ^a	9.172 ^a
CSE	7.700 ^a	7.237 ^b	8.277 ^a	7.893 ^a
CRI	9.060 ^a	6.507 ^b	8.173 ^a	9.414 ^a
CRE	7.133 ^a	7.407 ^a	7.730 ^a	7.462 ^a
SIZE	6.520 ^b	6.933 ^b	8.703 ^a	8.876 ^a
ED	7.447 ^a	7.577 ^a	7.137 ^a	7.062 ^a
HD	5.300 ^b	6.420 ^a	6.980 ^a	6.293 ^a
COH	7.473 ^a	7.143 ^a	6.670 ^a	6.390 ^a
SPR	7.383 ^a	5.660 ^b	5.903 ^b	5.828 ^b
DEN	7.560 ^a	7.473 ^a	6.397 ^a	6.831 ^a
MST	7.463 ^a	7.293 ^a	7.230 ^a	7.452 ^a
CM	9.063 ^a	6.950 ^b	7.527 ^b	6.583 ^b
OA	6.640 ^a	6.607 ^a	6.570 ^a	6.000 ^a

Means with the same letter are not significantly different.

CON: corn bread made by recipe, AMZ: corn bread of which corn starch was substituted with Amylomaize VII, AMZ+15% of butter was replaced with RS, RS30: AMZ+30% of butter was replaced with RS.

CSI: color intensity of crust, CSE: color evenness of crust, CRI: color intensity of crumb, CRE: color evenness of crumb, SIZE: size of air bubbles, ED: even distribution of air bubbles, HD: hardness, COH: cohesiveness, SPR: springiness, DEN: denseness, MST: moisture absorption, CM: cohesiveness of mass, OA: overall acceptability.

록 증가하는 경향을 보였다는 보고¹⁾와 관련성이 있을 것으로 생각된다.

Spectrum method를 실시한 oral texture에 대한 관능 검사 결과 전체적인 경향은 CON에 비해 AMZ, RS15 및 RS30의 견고성이 유의적으로 증가하고 탄성은 유의적으로 감소하였다. 견고성의 경우 [very soft ↔ very hard]로 표시하였고 관능검사 결과 CON, AMZ, RS15 및 RS30는 표준물질로 제시한 치즈(견고성 4.5) 보다 견고성이 높으나 당근(견고성 11.0)보다는 견고성이 훨씬 떨어지는 것을 알 수 있었다. 탄성을 나타내는 용어로서 [no recovery. ↔ very springy]였는데 이 경우에도 CON, AMZ, RS15 및 RS30는 표준물질로 제시한 프랑크푸르트 소시지(탄성 5.0)와 마쉬멜로우(탄성 9.5) 사이의 범위에 존재하였다. 응집성은 [breaks ↔ deforms]로 표시하였고 CON에 비해 AMZ, RS15 및 RS30에서 유의적인 차이는 없으나 감소하였으며 CM(Cohesiveness of Mass)는 유의적으로 감소하였다는 결과를 보였다. 따라서 일반적인 방법으로 만든 옥수수빵에 비해 옥수수 전분을 Amylomaize VII로 대체하거나 지방의 일부를 RS로 대체한 경우 좀 더 단단하고 탄력성은 떨어지며 잘 부스러지는 옥수수빵이 된다는 것을 알 수 있었다. Denseness는 단면의 밀집된 정도를 의미하며 [light ↔ dense]로 나타내었고, moisture absorption은 제품에 흡수되는 타액의 양을 말하며 [none ↔ all]으로 표시하였고, cohesiveness of mass는 시료가 한 덩어리로 있으려고 하는 정도라고 정의되며 [loose mass ↔ compact mass]로 나타내었다

데 이러한 여러 가지 관능검사 항목들에서는 네 가지 시료 사이에 유의적인 차이가 발견되지 않아 성분을 변화시키더라도 큰 차이는 없다는 것을 알 수 있었다. 또한 [very bad ↔ very good]으로 표시된 종합적 기호도에서도 유의적인 차이가 없었다.

4. 기계적 texture 특성

Texture analyser를 이용하여 deformation 30% 및 50%로 시간에 따라 측정된 TPA 특성치들에 대한 Duncan의 다중범위 검정 결과는 Table 5 및 Table 6과 같다.

30% 변형시킨 경우 시간이 경과함에 따라 견고성은 CON, AMZ 및 RS15에 있어서 유의적으로 차이가 없거나 증가하는 경향을 보였으며 RS30만이 208.67a에서 132.22bc로 감소하였는데 이는 지방이 반죽의 안정성에 영향을 미치므로 이러한 지방을 30% 치환한 경우 영향을 미치지 때문이라고 해석되었다. 응집성은 변화가 없거나 감소하였고 탄성은 냉각 시간 30분에서 CON이 AMZ, RS15 및 RS30과 비교하여 항상 유의적으로 높은 값을 보여 관능검사 결과와 일치하였고 이런 경향은 냉각 시간 120분에서도 마찬가지였다. 씹힘성이나 검성에 있어서는 냉각 시간이 증가함에 따라 차이가 없거나 증가하는 경향을 보이나 RS30의 경우 감소하는 경향을 보였다.

50% 변형시킨 경우에도 30% 변형시킨 경우와 전체적으로 비슷한 경향을 보였다. 즉 냉각 시간 30분에 비교하여 냉각 시간 120분에서 견고성은 유의적인 차이가 없거나 증가하는 경향을 보였다. 그러나 응집성

Table 5. Duncan's Multiple Range Test Data of TPA by Texture Analyser for Deformation of 30% for Corn Breads

Cooling Time	Sample	HD	COH	SPR	CHW	GUM
30 min	CON	142.95 ^{bc}	0.6838 ^a	0.9345 ^a	91.167 ^b	97.619 ^b
	AMZ	146.60 ^{bc}	0.5790 ^c	0.8513 ^b	73.093 ^{ode}	85.404 ^{bc}
	RS15	115.59 ^c	0.5794 ^c	0.8523 ^b	58.002 ^c	66.967 ^c
	RS30	208.67 ^a	0.5039 ^c	0.7832 ^c	77.666 ^{bcd}	102.551 ^{ab}
120 min	CON	186.60 ^a	0.6500 ^b	0.9289 ^a	111.018 ^a	121.019 ^a
	AMZ	192.39 ^a	0.5600 ^{cd}	0.8549 ^b	88.150 ^{bc}	105.370 ^{ab}
	RS15	153.07 ^b	0.5524 ^{cd}	0.8583 ^b	74.448 ^{bode}	85.570 ^{bc}
	RS30	132.22 ^{bc}	0.5342 ^c	0.8583 ^b	62.424 ^{de}	71.798 ^c

Means with the same letter are not significantly different.

CON, AMZ, RS15, RS30 are equal to Table 5.

HD: hardness, COH: cohesiveness, SPR: springiness, CHW: chewiness, GUM: gumminess.

Table 6. Duncan's Multiple Range Test Data of TPA by Texture Analyser for Deformation of 50% for Corn Breads

Cooling Time	Sample	HD	COH	SPR	CHW	GUM
30 min	CON	405.92 ^b	0.62 ^a	0.9250 ^a	232.67 ^b	250.40 ^b
	AMZ	392.92 ^b	0.48 ^a	0.8005 ^{bc}	144.32 ^{de}	184.06 ^{cd}
	RS15	283.32 ^{cd}	0.48 ^a	0.7731 ^{bc}	106.17 ^f	139.93 ^c
	RS30	213.05 ^d	0.51 ^a	0.7622 ^c	87.44 ^f	99.33 ^f
120 min.	CON	544.79 ^a	0.58 ^a	0.9036 ^a	309.17 ^a	321.40 ^a
	AMZ	392.83 ^b	0.48 ^a	0.8075 ^{bc}	150.28 ^{od}	183.55 ^{cd}
	RS15	434.61 ^b	0.49 ^a	0.8203 ^b	179.73 ^c	215.12 ^{bc}
	RS30	305.37 ^c	0.45 ^a	0.7889 ^c	112.99 ^{ef}	149.95 ^{de}

Means with the same letter are not significantly different.

CON, AMZ, RS15, RS30 are equal to Table 5.

HD: hardness, COH: cohesiveness, SPR: springiness, CHW: chesiness, GUM: gumminess.

은 냉각 시간 30분과 냉각 시간 120분 사이에 유의적인 차이가 없었고 시료에 따라라도 유의적 차이가 없었다. 탄성은 30분 냉각시 CON이 다른 시료들과 비교하여 유의적으로 높은 값을 가졌고 냉각 시간 120분에서도 같은 경향이 나타나서 30% 변형시킨 경우와 동일하였다. 특히 RS30은 견고성 및 탄성에 있어서 유의적으로 가장 낮은 값을 가져서 지방의 30%를 RS로 치환했을 경우 물성에 변화를 가져온다는 것을 알 수 있었다. 씹힘성 및 검성에 있어서 냉각 시간 30분에 비해 냉각 시간 120분에서 증가하는 경향을 보였다.

IV. 요약

옥수수빵(CON)과 그 구성 성분중 옥수수 전분을 Amylo maize VII starch로 대체한 제품(AMZ)을 제조하였다. 또한 AMZ의 구성 성분중 지방의 일부를 RS로 대체한 제품(지방의 15% 대체시 RS15, 30% 대체시 RS30)을 제조하여 총 네 가지 제품에 있어서 품질 특성을 살펴본 결과는 다음과 같다.

1. Sievert and Pomeranz의 방법에 따라 열처리-냉각 과정을 3번 반복하여 제조한 시료에서 분리된 RS의 수율은 28.96%였다.

2. 옥수수빵의 텍스처 특성 표현어를 Szczesniak의 방법에 따라 분류한 결과 가장 많이 언급된 항목은 시료의 수분 함량에 관련된 촉촉하였다으며 깨짐성 및 검성에 관련된 표현어로서 푸석푸석하다, 부슬부슬하다 및 입자 크기와 관련된 용어로서 부드럽다, 꺼끌꺼끌하다, 모래같다 등이었다.

3. 관능검사 결과 기공의 크기는 지방을 RS로 대체한 경우 유의적으로 증가하였고 CON에 비해 AMZ, RS15 및 RS30의 견고성이 유의적으로 증가하고 탄성은 유의적으로 감소되는 것을 알 수 있었다.

4. Texture analyser를 이용하여 deformation 30%로 기계적 texture를 관찰한 결과 견고성은 시간이 경과함에 따라 유의적으로 차이가 없거나 증가하는 경향을 보였으며 응집성은 변화가 없거나 감소하였고 탄성은 CON이 AMZ, RS15 및 RS30과 비교하여 항상 유의적으로 높은 값을 보여 관능검사 결과와 일치하였다.

5. 50% 변형시킨 경우에도 30% 변형시킨 경우와 비슷한 경향을 보였으며 특히 지방의 30%를 RS로 치환했을 경우 물성에 유의적인 변화를 가져온다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Lin, P., Czuchajowska, Z., and Pomeranz, Y.: Enzyme-resistant starch in Yellow Layer Cake, *Cereal Chem.* **71**(1): 69 (1994).
2. Englyst, H.N., and Cummings, J.H.: Resistant starch, a new food component: A classification of starch for nutritional purposes, pages 221-233 in: *Cereals in a European context*, First European conference on Food Science and Technology., I. D. Morton, ed., Ellis Horwood Ltd. (1987).
3. Berry, C.S., l'Anson, K., Miles, M.J., Morris, V.J., and Russell, P.L.: Physical chemical characterisation of resistant starch from wheat, *J. Cereal Sci.* **8**: 203 (1988).
4. Englyst, H.N., and MacFarlane, G.T.: Breakdown of resistant and readily digestible starch by human gut bacteria, *J. Sci. Food Agric.* **37**: 699 (1986).
5. Asp, N., and Bjorck, I.: Resistant starch, *Trends in Food Sci. Tech.* **3**: 111 (1992).
6. Berry, C.S.: Resistant starch: Formation and Measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fibre, *J. Cereal Sci.* **4**: 301 (1986).
7. 不破英次: Resistant starch, *澱粉科學* **38**(1): 51 (1991).
8. Faisant, N., Buleon, A., Colonna, P., Molis, C., Lartigues, S., Galmiche, J.P., and Champ, M.: Digestion of raw banana starch in the small intestine of healthy humans: structural features of resistant starch, *British J. Nutr.* **73**: 111 (1995).
9. Ring, S.G., Gee, J.M., Whittam, M., Orford, P.D., and Johnson, I.T.: Resistant starch: Its chemical form in foodstuffs and effect on digestibility *in vitro*, *Food Chem.* **28**: 97 (1988).
10. Raben, A., Tagliabue, A., Christensen, N.J., Madsen, J., Holst, J.J., and Astrup, A.: Resistant starch: the effect on postprandial glycemia, hormonal response, and satiety, *Am. J. Clin. Nutr.* **60**: 544 (1994).
11. Sievert, D. and Pomeranz, Y.: Enzyme-resistant starch. I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical, and microscopic methods, *Cereal Chem.* **66**(4): 342 (1989).
12. Matsunaga, A., and Kainuma, K.: Studies on the retrogradation of starch in starchy foods, Part 3, Effect of the addition of sucrose fatty acid ester on the retrogradation of corn starch, *Stärke* **38**: 1 (1986).
13. Sievert, D., Czuchajowska, Z., and Pomeranz, Y.: Enzyme-resistant starch. III. X-ray diffraction of autoclaved amylo maize VII starch and enzyme-resistant starch residues, *Cereal Chem.* **68**(1): 86 (1991).
14. Kingman, S.M., and Englyst, H.N.: The influence of food preparation methods on the in-vitro digestibility of starch in potatoes, *Food Chem.* **49**: 181 (1994).
15. Thed, S.T.: Changes of dietary fiber and starch composition of processed potato products during domestic cooking, *Food Chem.* **52**: 301 (1995).
16. Eerlingen, R., Van Haesendonck, I.P., De Paepe, G., and Delcour, J.A.: Enzyme-resistant starch. III. The quality of straight-dough bread containing varying levels of enzyme-resistant starch, *Cereal Chem.* **71**(2): 165 (1994).
17. Birnbaum, H.: Surfactants and shortenings in cake making, *Baker's Dig.* **52**(1): 28 (1978).
18. Czuchajowska, Z., Sievert, D., and Pomeranz, Y.: Enzyme-resistant starch. IV. Effects of Complexing lipids, *Cereal Chem.* **68**(5): 537 (1991).
19. Szczodrak, J. and Pomeranz, Y.: Starch-lipid interactions and formation of resistant starch in high-amylose barley, *Cereal Chem.* **69**(6): 626 (1992).
20. American Association of Official Analytical Chemists: Changes in methods: Total dietary fiber in foods, Enzymatic gravimetric method, First action, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **68**: 399 (1985).
21. Rombauer, I.S. and Becker, M.R.: Corn bread, page 627 in: *Joy of cooking*, Bobbs-Merrill (1975).
22. Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T.: Descriptive analysis techniques, pages 1-23 in: *Sensory evaluation techniques*, vol. II, CRC press, Inc. (1987).
23. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천: SAS를 이용한 통계자료분석, pp.97-122, 자유아카데미, (1992).
24. Szczesniak, A.S.: Classification of textural characteristics, *J. Food Sci.* **28**: 385 (1963).
25. 이철호, 박상희: 한국인의 조직감 표현용어에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **14**(1): 21 (1982).
26. Syarief, H., Hamann, D.D., Giesbrecht, F.G., Young, C.T., and Monroe, R.J.: Interdependency and underlying dimensions of sensory textural characteristics of selected foods, *J. Texture Studies* **16**: 29 (1985).

(1996년 5월 14일 접수)