

다양한 식이섬유를 첨가한 프렌치브레드의 품질 특성

이현주 · 신말식¹

목포과학대학 호텔조리영양계열, ¹전남대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of French Bread with Various Dietary Fibers

Hyun-Ju Lee, Mal-Shick Shin¹

Department of Hotel Cuisine & Nutrition, Mokpo Science College

¹Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

Abstract

The quality characteristics of dough and French breads containing dietary fibers, which were resistant starches (RS3 and RS4 types) and commercial non-starch polysaccharides (cellulose, pectin, and chitosan), were investigated. The pH of the dough containing all dietary fiber except pectin was greater than that of control and was increased with increasing addition level. There was no correlation between pH and the expansion ratio of dough. As the level of added dietary fibers became high, the bread baking loss decreased, and the order of specific bread volume was 5% cellulose < 5% pectin < control bread, with no significant difference in specific volume. When a high level of dietary fibers was added to wheat flour, a complex phase appeared due to the formation between the network structure of additives and wheat gluten, and starch granules were heavily masked by the increased development of gluten-network matrix after the first fermentation, like a wide spread net. Comparing the colorimetric changes of breads with the same added ratio (10%) of dietary fibers, the cellulose and RS4 addition breads had lower levels and the pectin-added bread had the highest value in the redness, while the chitosan-added bread had the highest value in the yellowness. Breads with a high level of dietary fibers showed increased hardness, gumminess, and brittleness and decreased springiness and cohesiveness. By sensory data, breads with 5% NSP and 10% RS addition showed high overall acceptability, with higher sensory RS score, compared to NSP addition. In conclusion, it was suggested that bread with lower than 10% RS or 5% NSP addition, based on the amount of wheat flour, was acceptable with no considerable change in preference/overall quality and processing in bread-making.

Key words : non-starch polysaccharide(NSP), resistant starch(RS), French bread, the colorimetric changes, preference/overall quality

1. 서 론

최근 소비자들의 건강한 삶에 대한 기본 요구가 증가됨에 따라 1990년대 후반 이후에 기능성 식품의 시장이 급격하게 확대되었고 기능성 식품을 미

래 산업의 중요 분야로 인식하게 되어 식품업체 뿐 아니라 유통업체, 제약업체 등도 기능성 식품 시장에 적극 진출하여 기능성 소재 개발과 더불어 일반 식품에 기능성 성분을 첨가한 건강식품을 개발하거나 연구가 활성화되고 있다. 특히 식이섬유는 인간의 소화효소로는 가수 분해되지 않는 식물세포의 잔여물로 정의되는 난소화성 다당류로써 불용성 식이섬유와 용해성 식이섬유로 분류된다. 불용성 식이섬유에는 cellulose, hemicellulose, lignin 등이 포함되고 용해성 식이섬유는 펙틴질과 검 물질 등이 속한

Corresponding author : Hyun-Ju Lee, Mokpo Science College, 525 Sang-dong, Mokpo, 530-730, Korea
Tel : 82-61-270-2693, 017-622-5627
Fax : 82-61-270-2692
E-mail : hjri2001@hotmail.com

다. 용해성 식이섬유는 불용성 식이섬유에 비해 보수력이 크므로 점성이 높아 식후 만족감을 지속시키고 열량 섭취량을 감소시켜 체중을 감소시킬 수 있다. 또한 위 내용물의 체류시간 연장 및 흡수억제 작용을 가짐으로써 포도당 흡수를 저하시키고 동시에 내당성의 개선 효과(Lee HJ 1996)와 인슐린 분비의 절약에 도움을 준다. 불용성 식이섬유는 소화되지 않고 물을 흡수, 팽윤하여 장운동을 촉진하고 장내세균에 의해 발효되어 단쇄 지방산을 생성함으로써 대장암의 억제 효과가 있다고 보고되고 있다(Gordon DT 1992).

식이섬유와 비슷한 생리적 기능을 가지며 체내에서 소화 흡수되지 않는 다양한 형태의 저항전분(resistant starch, RS)이 개발되어 사용되면서 소비자의 관심이 증가되고 있다(Cummings JH 와 Englyst HN 1995, Asp N-G 1992). 최근에는 총 식이섬유에 비전분성 다당류와 저항전분 및 리그닌을 포함시키고 있다(Institute of Medicine 2001, Baghurst PA 등 1996). 저항전분 중에는 아밀로오스 함량을 90%까지 증가시킨 고아밀로오스 옥수수 전분과 감자 생전분이 포함되는 RS2 type이 있으며 가열-냉각 과정으로 노화시킨 RS3 type과 화학적 변성에 의한 RS4 type이 포함된다(Englyst HN 등 1992, Eeligen RC 등 1993).

저항전분은 경제성이 있으면서 형태에 따라 이화학적 성질이 다르므로 가공식품의 종류에 따라 적성에 맞는 형태의 저항전분을 첨가하면 품질유지가 용이하다. 일부 연구에서는 저항전분을 식빵, 떡, 국수 등에 첨가하여 식이섬유 함량을 높이면서 식품의 품질유지에 효과가 있다는 결과들이 보고되고 있다(Song JY 등 2000, Kim JO 와 Shin MS 2003, Mun SH 와 Shin MS 2000). 특히 저항전분은 식품에 첨가되었을 때 향미나 조직감을 변화시키지 않으므로 기호도를 유지 또는 증진시키는 면에서 기능성 식품에 이용할 수 있는 좋은 소재가 될 수 있다(Niba LL 2002, Alexander RJ 1995). 이와 같이 식이섬유는 장과 관련된 이점을 얻기 위해서는 식이섬유소를 하루 25~30 g을 섭취해야 한다고 제안하고 있다(Baghurst PA 등 1996, Cho SS 등 1999)

본 연구에서는 빵의 기본 재료인 밀가루, 이스트, 소금, 물로 만든 프렌치브레드에 시판중인 비전분성 다당류로 불용성 식이섬유인 cellulose와 chitosan, 용

해성 식이섬유인 pectin 과 밀 전분으로 두 가지 형태의 저항전분인 RS3 와 RS4를 제조하고 첨가 비율을 식이섬유에 따라 가공특성, 품질, 식이섬유 함량이 다르므로 비전분성 다당류는 5%와 10%, 저항전분은 10%와 20%를 첨가하여 제빵 특성을 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

저항전분을 제조하기 위한 밀 전분은 (주)신송식품(논산, 한국)에서, Cellulose(Microcrystalline cellulose, Mingtai Chemical Co., LTD., Taiwan), pectin(Pckelco. Chemical. Co, U.S.A), chitosan(Novolite Chemical Co., LTD., China)은 대홍약품에서 구입하였다. 프렌치브레드를 제조하기 위해 강력분(동아제분, 1등급), 이스트(Fermipan Instant Yeast Red, Netherland), 제빵 개량제(S-500, Puratos, Belgium), 소금(삼호 꽃소금, 염도 99% 이상), 맥아(가보농산), 비타민 C(Junsei, Japan)을 사용하였다.

2. 저항전분의 제조

저항전분은 밀전분을 사용하여 RS3는 Sievert와 Pomeranz(1989)와 Mun 등(2002)의 방법으로, RS4는 Mun과 Shin(2002)의 방법으로 제조하였다.

3. 빵 반죽의 pH 및 1차 발효 후 반죽증가율 측정

저항전분과 비전분성 다당류를 첨가한 밀가루를 반죽한 다음 pH 와 반죽증가율을 측정하였다. 빵 반죽의 pH는 반죽 10 g을 증류수 50 mL와 함께 homogenizer로 10,000 rpm에서 5분간 균질화하여 그 혼탁액을 pH meter(WTW, Co. Germany)로 측정하였다. 반죽증가율 측정은 반죽 10 g을 50 mL 메스실린더에 넣고 반죽의 부피를 측정한 다음 1차 발효시킨 후 다시 부피를 측정하여 증가된 부피의 차이를 백분율로 나타내었다.

4. 주사전자현미경에 의한 반죽 형태 관찰

밀가루와 첨가된 저항전분이나 비전분성 다당류가 반죽 형성에 미치는 영향을 알아보기 위해 프렌치브레드(French bread) 빵 반죽과 1차 발효한 후 빵 반죽

형태를 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM, JEOL JSM-5400, Japan)으로 관찰하였다. 각각의 반죽을 액체 질소에 담가 급속 냉동시켰고 이를 동결 건조기(freeze dryer, Ilshin, Co. Korea)에 동결 건조하여 얇게 편으로 잘라 사용하였으며 2000배로 확대하여 비교하였다. 반죽은 Hobart mixer(N50, Hobart, USA)를 이용하여 15분간 혼합하여 반죽하였고 1차 발효는 온도 27℃, 85% 습도로 120분간 시켰다. SEM 시료는 동결건조 후 진공하에서 백금/금으로 coating하여 사용하였다.

5. 빵의 제조

프렌치브레드는 강력분(동아제분, 1등급), 이스트(Fermipan Instant Yeast Red, Netherland), 제빵개량제(S-500, Puratos, Belgium), 소금(삼호 꽃소금, 염도 99% 이상), 맥아(가보농산), 비타민 C(Junsei, Japan), 물은 정수된 물을 사용하여 Table 1과 같은 배합비로 만들었다. Hobart mixer(N50, Hobart, USA)로 재료를 혼합하여 15 분간 반죽하고 온도 27℃, 습도 85%에서 1차 발효를 1시간 20분 한 후 50 g씩 분할하여 둥글리기를 하고 중간발효를 하였다. 온도 38℃, 95% 습도에서 30분간 2차 발효를 하고 200℃ 오븐(Dae Myung Co., Korea)에 넣은 후 바로 steam을 분사시켜 20분간 구웠다. 구운 즉시 바के트 팬에서 꺼내 실온에서 2시간 방냉 후 실험하였다.

6. 빵의 형태, 비용적 및 굽기 손실률 측정

저항전분과 비전분성 다당류를 첨가한 빵의 외

형적인 형태를 사진 촬영 및 높이, 단면 가로 길이, 측면 길이를 측정하여 비교하였다. 총 부피는 좁쌀을 이용한 종자치환법 AACC method 72-10(AACC 2000)으로 측정하였고 비용적은 종자치환법을 통해 측정된 부피(mL)를 무게(g)로 나누어 계산하였다. 프렌치브레드의 굽기 손실률은 다음과 같은 식에 의해 계산하였고 계산식의 A는 2차 발효가 끝난 반죽 증량(g)이고 B는 구운 후 빵 증량(g)을 나타낸다.

$$\text{굽기 손실률(\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

7. 빵의 수분 함량 측정

수분 함량은 AACC method 44-15A(AACC 2000)에 따라 빵의 가운데 부분에서 crumb 부분만 잘라 시료로 사용하였다. Crumb 부분을 플라스틱 필름백(LLDPE, Ziploc, (주) 한국존슨)에 담아 25℃에서 수분 함량을 측정하였다.

8. 색도 측정

빵의 색도는 color meter(JX-777, Color techno system, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 10회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다. 총 색 변화를 알기 위해 ΔE값을 나타내어 비교하였으며 이 때 사용한 표준 백색 판의 값은 L(98.27), a(-0.01), b(-0.18)이었다.

9. 텍스처 측정

제조한 빵의 텍스처 측정은 빵의 한가운데 부분을

Table 1. Dough formula for french bread with resistant starches and non-starch polysaccharides

| | CON ²⁾ | CELLULOSE | | PECTIN | | CHITOSAN | | RS3 ³⁾ | | RS4 ⁴⁾ | |
|----------------------|-------------------|-----------|------|--------|------|----------|------|-------------------|------|-------------------|------|
| | % | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 10% | 20% | 10% | 20% |
| Wheat flour | 100 | 95 | 90 | 95 | 90 | 95 | 90 | 90 | 80 | 90 | 80 |
| NPS&RS ¹⁾ | 0 | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 10 | 10 | 20 | 10 | 20 |
| Instant yeast | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| Improver | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Salt | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Malt | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Vitamin C (ppm) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Water | 61.0 | 63.3 | 68.3 | 61.0 | 63.0 | 63.3 | 67.7 | 63.0 | 65.0 | 63.3 | 65.3 |

¹⁾NSP & RS means non-starch polysaccharide and resistant starch, respectively. ²⁾CON means the control. ³⁾RS3 and ⁴⁾RS4 were prepared by autoclaving-cooling cycle with organic acid mixtures and moisture-heating method and cross-linking with STMP and STPP, respectively, from wheat starches.

직경 5 cm, 두께 2 cm 원통형으로 잘라 rheometer(Sun compact-100, Japan)를 이용하여 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점성(gumminess), 파쇄성(brittleness)을 측정하였다. 모든 시료를 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타냈으며 측정 조건은 Table 2와 같다.

10. 관능 검사

빵의 관능검사는 식품영양과 2학년 학생들에게 실험 목적을 설명하고 각 특성치에 대해 반복하여 훈련을 시킨 다음 선호도조사를 실시하였다. 빵 외관(appearance)은 빵 모양의 균형, 껍질 색, 표면의 바삭거리는 정도와 빵의 기공, 속 색, 향미, 텍스처, 종합적 선호도를 평가하였다. 각 항목에 대하여 1점(아주 나쁘다)에서 9점(아주 좋다)으로 표시하도록 하였고 이치는 1점(약하다) 9점(아주 강하다)로 표시하였다.

11. 통계처리

실험 결과는 SAS package(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 통계 처리하였고 ANOVA와 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test 로 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식이섬유를 첨가한 밀가루 반죽의 pH 및 1차 발효 후 반죽증가율

식이섬유인 저항전분과 비전분성 다당류를 각각의 비율로 첨가한 밀가루 외 다른 재료를 혼합하여 만든 프렌치브레드 빵 반죽의 pH를 각각 측정

Table 2. Measurement conditions of textural properties of french bread using rheometer

| | |
|------------------|------------------------|
| Test type | Mastication |
| Parameter | |
| Mode | Mode 21 |
| Press/Traction | Press |
| Load cell | 2 kg |
| Set value | 15 mm |
| Table speed | 60 mm/min |
| Deformation | 50% |
| Plunger diameter | 25 mm |
| Sample condition | ∅50 mm × 20 mm(height) |

하였고 1차 발효 후 반죽의 부피증가율은 Table 3과 같다.

본 연구에서는 pectin을 첨가한 것을 제외한 모든 시료가 무첨가 밀가루 반죽보다 반죽의 pH가 증가되었으며 첨가 비율이 높아질수록 pH는 더 높아졌다. 같은 양의 저항전분이나 비전분성 다당류를 첨가한 경우(10%)에는 pectin을 제외하고 무첨가 반죽에 비해 pH가 높았으며 그 범위는 5.1~5.9이었다. 그 중 pectin첨가 반죽이 pH가 3.7로 가장 낮았으나 반죽증가율이 크게 높지 않았으며 pH가 가장 높은 chitosan 첨가 반죽은 반죽 증가율이 낮아 반죽의 pH와 증가율과는 다소 차이가 있었다. 반죽의 pH가 낮으면 가스 발생량이 많아져서 팽창력은 증가하나 가스 안정성은 떨어지며 pH가 높으면 가스 안정성이 향상된다고 한다(Park GS 등 2001). Park GS 등(2001)은 밀가루에 동충하초를 1%, 2%, 3%, 4% 각각 첨가하여 식빵을 제조하였을 때 3% 첨가한 식빵이 가장 높은 pH를 보였고 4% 첨가한 식빵의 경우 pH는 다시 낮아졌다고 하였으며 솔잎 추출물(Kim EJ와 Kim SM 1998)이나 녹차(Kim JS 1998)를 첨가한 식빵의 경우 첨가량이 많을수록 pH가 저하되어 가스안정성이 낮아진다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 첨가 성분이나

Table 3. pH of dough and expansion ratio of dough after the first fermentation

| | Addition level (%) of NSP&RS ¹⁾ | pH | Expansion ratio |
|-------------------|--|-----|-----------------|
| Control | | 4.6 | 2.00 |
| Cellulose | 10 | 5.1 | 1.80 |
| Pectin | 10 | 3.7 | 1.70 |
| Chitosan | 10 | 5.9 | 1.50 |
| RS3 ²⁾ | 10 | 5.0 | 1.80 |
| RS4 ³⁾ | 10 | 5.4 | 1.90 |
| Cellulose | 5 | 4.8 | 2.00 |
| Pectin | 5 | 4.2 | 1.95 |
| Chitosan | 5 | 5.4 | 1.80 |
| RS3 | 20 | 5.4 | 1.65 |
| RS4 | 20 | 5.7 | 1.75 |

¹⁾NSP & RS means non-starch polysaccharide and resistant starch, respectively.

²⁾RS3 and ³⁾RS4 were prepared by autoclaving-cooling cycle with organic acid mixtures and moisture-heating method and cross-linking with STMP and STPP, respectively, from wheat starches.

첨가 비율에 따라 일관성 있는 결과를 나타내지 않아 제빵적성에는 빵 반죽의 pH 뿐만 아니라 gluten 함량을 비롯한 다른 조건들이 함께 영향을 미치는 것이라 생각되었다. 그리고 반죽의 pH가 낮으면 가스 발생량이 많아져서 팽창력은 증가하나 오븐에서 구울 때 gluten에 의한 신장성이 약하고 가스 보유력이 떨어져 제대로 부풀지 못했기 때문인 것으로 생각된다. 즉, 발효에 의해 반죽 증가가 크더라도 gluten 형성 능력과 가스 보유력이 떨어지면 제빵적성이 바람직하지 않은 것으로 생각되어진다.

반죽증가율은 첨가물질을 넣음에 따라 cellulose 5% 첨가 반죽만 제외하고 무첨가 반죽보다 감소하였으나 같은 비율을 첨가하였을 경우(10%) 부피 비율이 RS4의 90%에서 chitosan의 50% 범위를 나타내었다. 이런 반죽증가율의 감소는 밀가루의 글루텐 단백질의 감소에 기인하며 같은 첨가 비율에서 나는 차이는 첨가물질의 특성에 의하며 이런 반죽 특성이 제빵성이나 빵의 품질에 영향을 줄 것으로 생각되었다.

2. 주사전자현미경에 의한 반죽상태 관찰

저항전분과 비전분성 다당류를 각각의 비율로 첨가한 프렌치브레드의 빵 반죽과 1차 발효 후 반죽을 동결 건조 후 주사전자현미경으로 관찰한 결과 Fig. 1과 같다. 무첨가 반죽은 글루텐 형성 막이 얇게 형성되었으며 전분입자가 팽윤되었는데 1차 발효 후 gluten matrix는 더 잘 발달한 것으로 생각되었다. 다양한 식이섬유를 같은 비율(10%) 첨가하였을 때 cellulose와 chitosan 첨가반죽은 각 첨가물의 섬유구조가 글루텐 형성 막과 함께 형성하면서 복잡한 양상을 나타냈고 반죽을 1차 발효하면 식이섬유와 gluten matrix가 함께 퍼진 망처럼 두껍게 가리고 있다. Pectin을 첨가하면 밀가루의 전분입자를 둘러싸며 끈기를 갖는 두꺼운 막을 형성하였으며 반죽의 전분입자가 거의 가려지도록 끈끈한 막을 넓게 형성한 것으로 관찰되었고 1차 발효 후에는 기본 matrix가 퍼진 망처럼 전분입자를 가리고 있었다. RS3 첨가시에는 cellulose와 chitosan과 같은 양상을 보였고 RS4 첨가시에도 RS4와 전분입자가 밀착되어 gluten matrix와 두껍게 막을 형성하였다.

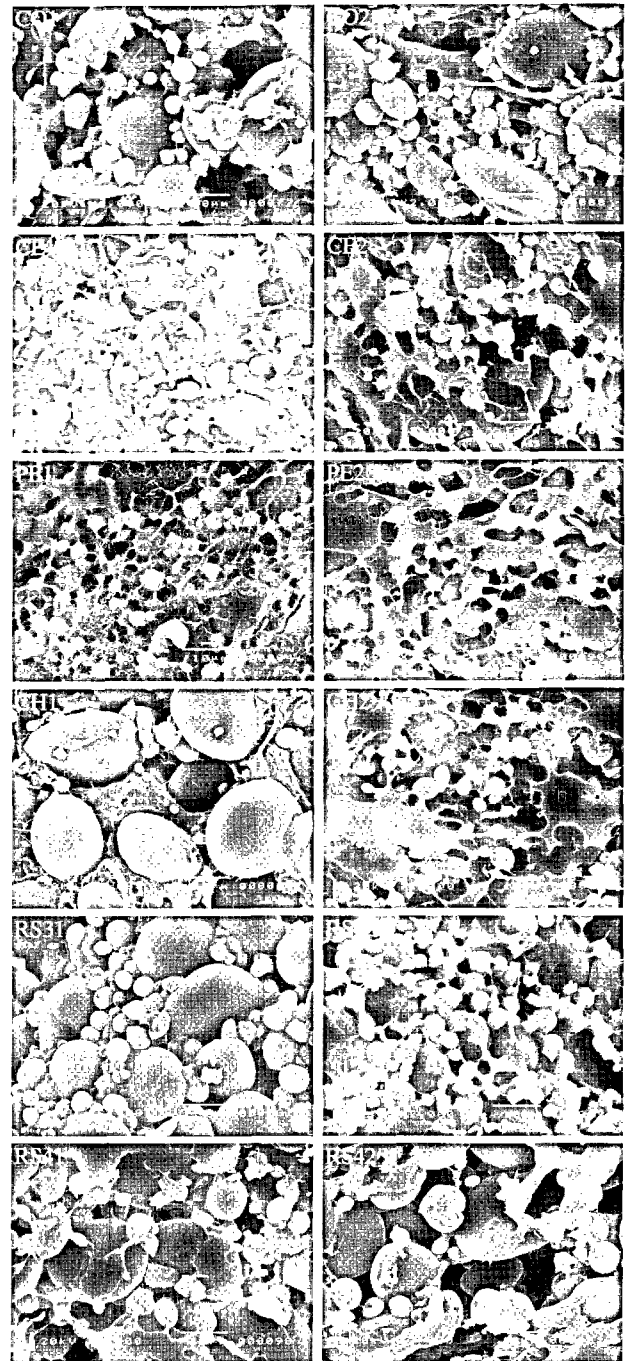


Fig. 1. Scanning electron micrographs of doughs added with 10% level of dietary fibers before and after the first fermentation

- CO1 : control
- CO2 : CO1 after the first fermentation
- CE1 : cellulose 10%
- CE2 : cellulose 10% after the first fermentation
- PE1 : pectin 10%
- PE2 : pectin 10% after the first fermentation
- CH1 : chitosan 10%
- CH2 : chitosan 10% after the first fermentation
- RS31: RS310%
- RS32: RS3 10% after the first fermentation
- RS41: RS4 10%
- RS42: RS4 10% after the first fermentation

3. 빵의 굽기 손실률, 비용적 및 외부 특성

저항전분과 비전분성 다당류를 첨가하여 제조한 빵의 굽기 손실률, 빵의 높이, 단면 가로길이, 측면 가로길이, 비용적(Specific volume)은 Table 4와 같다. 그리고 제조된 빵의 사진은 Fig. 2에 있다. 무첨가 빵의 경우 굽기 손실률은 15.4%이었고 같은 첨가 비율인 10% 첨가한 것을 비교하였을 때 pectin 과 chitosan은 손실률이 크게 감소한 반면 cellulose, RS3 와 RS4는 15.3~15.5를 나타냈다. pectin 을 첨가한 경우 굽기 손실률이 가장 낮았는데 빵으로 제조되었을 때 모든 빵 중 비용적도 낮았고 빵 껍질 색도 가장 낮았다. 빵의 굽기 손실은 발효산물 중 휘발성 물질이 굽기 중 열에 의해 휘발하면서 수분도 증발한 것이라고 하였고(Kim SK 등 1978) 같은 굽기 조건에서 손실률이 증가할수록 호화가 양호하고 껍질의 착색도 좋다고(Roels SP 등 1993)하였다. 이처럼 식이섬유 첨가 비율이 높음에 따라 굽기 손실률이 감소됨에 따라 굽기 손실률이 적을수록 빵의 품질과 빵 껍질 색에 바람직하지 않는 영향을 미치는 것과 깊은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 그리고 빵의 무게나 부피는 밀가루 단백질의 함량과 질 즉 glutenin 과 gliadin 의 비율, 글루텐 형성 정도, 첨가재료의 종류와 제조 과정 등 여러 가지 요인에 영향을 받으며 첨가되는 부재료의 양이 많

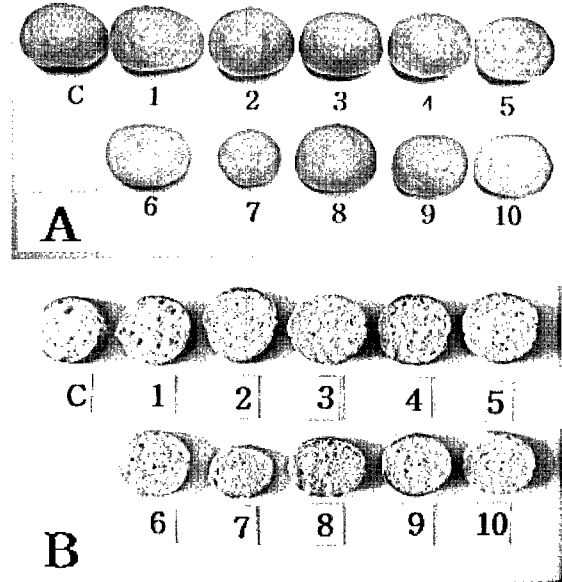


Fig. 2. The shapes of French breads added with non-starch polysaccharides and resistant starches

- A : Appearances of French breads
 B : Cross sections of French breads
 C : Control
 1 : Cellulose 5% 2 : Pectin 5%
 3 : Chitosan 5% 4 : RS3 10%
 5 : RS4 10% 6 : Cellulose 10%
 7 : Pectin 10% 8 : Chitosan 10%
 9 : RS3 20% 10 : RS4 20%

Table 4. Baking properties for french breads added with non-starch polysaccharides and resistant starches

| Addition level (%) of NSP&RS ¹⁾ | | Baking loss ratio (%) | Height (cm) | Cross section length (cm) | Side length (cm) | Specific volume (ml/g) |
|--|----|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Control | | 15.4±0.07 ^a | 6.1±0.10 ^{bc} | 6.4±0.10 ^b | 9.3±0.10 ^{ab} | 4.8±0.11 ^b |
| Cellulose | 10 | 15.3±0.14 ^{ab} | 5.6±0.10 ^d | 6.1±0.07 ^c | 8.4±0.10 ^c | 4.0±0.15 ^d |
| Pectin | 10 | 11.6±0.15 ^c | 4.3±0.10 ^f | 4.9±0.10 ^d | 6.1±0.08 ^h | 2.1±0.07 ^g |
| Chitosan | 10 | 14.5±0.34 ^c | 5.3±0.05 ^e | 6.5±0.05 ^b | 8.0±0.10 ^{fg} | 3.6±0.14 ^e |
| RS3 ²⁾ | 10 | 15.5±0.14 ^a | 6.0±0.10 ^c | 6.3±0.08 ^b | 8.6±0.08 ^d | 4.3±0.09 ^c |
| RS4 ³⁾ | 10 | 15.4±0.06 ^a | 6.0±0.08 ^c | 6.4±0.08 ^b | 9.2±0.10 ^{bc} | 4.4±0.10 ^c |
| Cellulose | 5 | 15.5±0.11 ^a | 6.2±0.10 ^b | 6.3±0.10 ^b | 9.4±0.10 ^a | 5.0±0.15 ^a |
| Pectin | 5 | 15.0±0.06 ^b | 6.5±0.10 ^a | 6.3±0.10 ^b | 9.1±0.10 ^c | 4.9±0.06 ^{ab} |
| Chitosan | 5 | 15.3±0.27 ^{ab} | 5.6±0.10 ^d | 7.0±0.10 ^a | 8.4±0.10 ^c | 4.1±0.12 ^d |
| RS3 | 20 | 13.9±0.08 ^d | 5.3±0.10 ^e | 6.1±0.10 ^c | 7.9±0.10 ^g | 3.2±0.09 ^f |
| RS4 | 20 | 14.2±0.19 ^c | 5.4±0.08 ^e | 6.1±0.03 ^c | 8.1±0.08 ^f | 3.4±0.10 ^{ef} |

Superscript alphabet means significantly different within column ($p<0.05$).

¹⁾NSP & RS means non-starch polysaccharide and resistant starch, respectively.

²⁾RS3 and ³⁾RS4 were prepared by autoclaving-cooling cycle with organic acid mixtures and moisture-heating method and cross-linking with STMP and STPP, respectively, from wheat starches.

아질수록 빵의 부피는 작아진다고 알려져 있다(Lai C.S 등 1989, Pomeranz, Y 1988). 오븐 안에서 제품의 내부온도가 50℃에 도달되기 전까지는 α -amylase와 효모의 활성이 가속되어 많은 양의 이산화탄소가 생성되며 생성된 이산화탄소는 제품의 부피를 크게 하는 원인이 된다. 제품의 온도가 60℃에 도달하게 되면 대부분의 효소와 효모는 불활성화되나 계속적인 부피의 팽창이 일어나며 이 부피의 팽창을 oven spring이라 하고 원래 부피의 약 1/3정도가 증가하게 된다(Pyler E.J., 1988).

빵의 부피를 무게로 나눈 비용적은 cellulose 5% 첨가 빵이 가장 컸고 pectin 5%, 무첨가 빵의 순으로 크게 나타났으나 이들 간에는 큰 차이가 나타나지 않았으며, 같은 첨가 비율인 10%를 첨가하여 비교하였을 때 RS3와 RS4와 같은 저항전분을 첨가한 빵이 cellulose, pectin, chitosan과 같은 비전분성 다당류를 첨가한 것보다 비용적이 훨씬 크게 나타났다. 빵의 높이는 첨가 성분내 따라 차이를 보였고 첨가비율이 높아짐에 따라 높이가 감소하였다. pectin 5%가 가장 높이 팽창하였고 모양도 좋았다. 같은 첨가비율(10%)을 비교해 보면 RS3 와 RS4 첨가한 빵이 가장 높이가 높았고 펙틴 첨가 시료를 제외한 다른 첨가 시료의 단면가로 길이 간에는 유의적인 차이가 없었다.

4. 빵의 수분 함량

빵을 제조한 당일 빵의 수분 함량은 Table 5와 같다. Cellulose 5%, chitosan 10% 와 RS4 10%를 첨가한 빵들은 무첨가 빵보다 수분함량이 높게 나타났으나 그 외 빵들의 수분함량은 무첨가 빵과 유의적인 차가 없었다. pectin 과 chitosan 을 첨가한 경우 첨가 비율이 높을수록 약간 증가되었으나 그 외의 경우는 감소되는 경향을 보였다. Chitosan은 필름형성 능력이 있어 식품에 처리할 경우 보습 효과를 가진다는 보고(Ahn DH 등 2003)가 있는데 이는 chitosan이 지니는 보수성에 기인하여 식품에 chitosan의 표면 처리가 빵의 노화억제에도 효과가 있을 것이라고 하였다. 같은 첨가 비율(10%)을 비교하였을 때 RS4 > chitosan > RS3 > pectin > cellulose 순이었다.

5. 색도

저항전분과 비전분성 다당류를 첨가해서 제조한

Table 5. Moisture contents of French breads added with resistant starches and non-starch polysaccharides at 25℃

| | Addition level (%) of NSP&RS ¹⁾ | Moisture contents (%) |
|-------------------|---|------------------------|
| Control | | 44.0±0.5 ^b |
| Cellulose | 10 | 43.4±0.3 ^c |
| Pectin | 10 | 44.2±0.8 ^b |
| Chitosan | 10 | 45.2±0.0 ^a |
| RS3 ²⁾ | 10 | 44.6±0.8 ^b |
| RS4 ³⁾ | 10 | 45.4±0.5 ^a |
| Cellulose | 5 | 45.0±0.2 ^a |
| Pectin | 5 | 43.9±0.1 ^{bc} |
| Chitosan | 5 | 44.5±0.1 ^b |
| RS3 | 20 | 44.3±0.7 ^b |
| RS4 | 20 | 44.6±0.2 ^b |

Superscript alphabet means significantly different within column ($p < 0.05$).

¹⁾NSP & RS means non-starch polysaccharide and resistant starch, respectively.

²⁾RS3 and ³⁾RS4 were prepared by autoclaving-cooling cycle with organic acid mixtures and moisture-heating method and cross-linking with STMP and STPP, respectively, from wheat starches.

프렌치브레드의 crumb부분의 색도는 Table 6과 같다. 무첨가 빵은 L값(명도)이 83.4였고 a값(적색도)은 0.8, b값(황색도)은 15.7을 나타냈다. Cellulose 10%, RS3 20%, RS4 10%, RS4 20% 첨가된 빵들은 무첨가 빵에 비해 명도가 높게 나타났고 그 외의 빵들은 무첨가 빵과 유의적인 차이가 없었다. 식이섬유 첨가 비율이 높을수록 명도가 높아졌으며 같은 첨가 비율(10%)을 비교하였을 때 chitosan과 RS3를 첨가한 경우를 제외하고 무첨가 빵보다 명도가 높았다. 비전분성 다당류 중에서는 cellulose, 저항전분 중 RS4의 명도가 가장 높았는데 cellulose는 적색도와 황색도가 낮게 나타났으며 RS4는 황색도가 낮게 나타났다.

ΔE 값은 총 색 변화를 나타낸 값으로 무첨가 빵은 21.8이었고 다른 식이섬유보다 chitosan 첨가 빵 모두 높게 나타났으며, 같은 첨가비율(10%)을 비교했을 때 cellulose가 19.3, RS4가 19.4로 낮은 값을 보였으며 pectin 첨가 빵이 적색도가 가장 높았고 chitosan 첨가 빵은 황색도가 가장 높게 나타났다.

6. 텍스처

빵의 경도에 영향을 미치는 요인으로 빵의 수분 함량, 기공의 발달 정도 및 부피 등이 있는데 기공

이 잘 발달된 빵은 부피가 크고 부드러움이 증가하여 경도가 낮으며 빵의 texture 특성은 첨가 소재에 따라 달라지는 경향이 있다.

무첨가 빵에 비해 pectin 5%, RS3 10%, RS4 10%를 첨가한 경우 견고성이 낮았으며, 모든 빵이 첨가율이 높을수록 견고성(hardness), 검성(gumminess), 파쇄성(brittleness)이 증가하였고 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness)이 감소하였다. 같은 비율(10%)을 첨

가하였을 때 무첨가 빵과 비전분성 다당류보다 저항분인 RS3, RS4의 견고성, 검성, 파쇄성이 낮게 나타났다. pectin 5% 첨가한 빵은 다른 빵에 비해 견고성, 응집성, 탄성, 검성, 파쇄성 모두 낮았으나 10% 첨가하였을 때 응집성과 탄력성은 가장 낮았으며 견고성, 검성, 파쇄성이 다른 빵보다 크게 증가하였다.

Table 6. Color values of crumb from French breads added with resistant starches and non-starch polysaccharides

| Addition level (%) of NSP & RS ¹⁾ | | Color values | | | |
|---|----|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| | | L | a | b | ΔE ²⁾ |
| Control | | 83.4±1.7 ^{cde} | 0.8±0.1 ^d | 15.7±0.6 ^c | 21.8±0.2 ^c |
| Cellulose | 10 | 86.2±0.7 ^{ab} | 0.04±0.1 ^e | 14.9±1.1 ^{cde} | 19.3±0.5 ^d |
| Pectin | 10 | 84.6±1.7 ^{bcd} | 2.3±0.5 ^a | 18.3±1.4 ^b | 23.1±0.2 ^b |
| Chitosan | 10 | 82.2±1.8 ^{de} | 0.8±0.1 ^d | 20.7±0.6 ^a | 26.4±0.7 ^a |
| RS3 ³⁾ | 10 | 82.7±0.2 ^{cde} | 0.8±0.1 ^d | 15.8±0.7 ^c | 22.3±0.7 ^{bc} |
| RS4 ⁴⁾ | 10 | 85.0±3.0 ^{bc} | 0.8±0.1 ^d | 14.0±1.0 ^c | 19.4±0.3 ^d |
| Cellulose | 5 | 83.3±1.1 ^{cde} | 1.1±0.1 ^{bc} | 14.3±0.8 ^{de} | 20.8±0.2 ^{cd} |
| Pectin | 5 | 82.5±2.4 ^{cde} | 1.3±0.2 ^b | 14.9±0.8 ^{cde} | 21.9±0.2 ^c |
| Chitosan | 5 | 80.9±1.4 ^e | 1.4±0.1 ^b | 20.3±0.9 ^a | 26.9±0.1 ^a |
| RS3 | 20 | 88.1±2.8 ^a | 0.7±0.1 ^d | 15.9±1.1 ^c | 19.0±0.3 ^d |
| RS4 | 20 | 86.3±2.6 ^{ab} | 0.9±0.2 ^{cd} | 15.5±0.8 ^{cd} | 19.7±0.4 ^d |

Superscript alphabet means significantly different within column (p<0.05).

¹⁾NSP & RS means non-starch polysaccharide and resistant starch, respectively.

²⁾ΔE is the total color change compared to reference white clay.

³⁾RS3 and ⁴⁾RS4 were prepared by autoclaving-cooling cycle with organic acid mixtures and moisture-heating method and cross-linking with STMP and STPP, respectively, from wheat starches.

Table 7. Textural profile analysis of french breads with resistant starches and non-starch polysaccharides

| Addition level (%) of NSP&RS ¹⁾ | | Hardness (g / cm ²) | Cohesiveness (%) | Springiness (%) | Gumminess (g) | Brittleness (g) |
|---|----|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Control | | 191.36±1.79 ^{def} | 77.39±4.36 ^a | 92.29±1.41 ^a | 374.77±35.08 ^{cd} | 345.62±28.85 ^{abc} |
| Cellulose | 10 | 239.56±1.44 ^{bc} | 68.95±0.68 ^{cd} | 90.79±1.04 ^{abc} | 385.37±18.37 ^{cd} | 351.66±18.27 ^{abc} |
| Pectin | 10 | 450.07±1.68 ^a | 55.96±2.98 ^e | 70.95±2.29 ^e | 549.07±18.26 ^a | 403.33±25.48 ^{ab} |
| Chitosan | 10 | 213.59±2.24 ^{cd} | 69.00±3.17 ^{cd} | 89.28±1.37 ^c | 366.48±24.64 ^{cd} | 349.40±31.12 ^{abc} |
| RS3 ²⁾ | 10 | 179.60±1.86 ^{ef} | 73.46±2.72 ^b | 91.86±1.46 ^{ab} | 312.36±23.57 ^{fg} | 283.58±33.65 ^c |
| RS4 ³⁾ | 10 | 163.04±8.56 ^f | 71.47±1.52 ^{bc} | 89.87±3.04 ^{bc} | 285.28±5.58 ^g | 255.91±5.30 ^{cd} |
| Cellulose | 5 | 188.64±1.99 ^{def} | 72.21±2.45 ^{bc} | 91.81±1.27 ^{ab} | 330.61±32.33 ^{ef} | 300.26±24.57 ^c |
| Pectin | 5 | 126.16±1.68 ^g | 68.08±2.23 ^{cd} | 82.28±0.68 ^d | 208.66±20.50 ^h | 178.90±11.42 ^d |
| Chitosan | 5 | 196.56±2.35 ^{de} | 72.10±5.10 ^{bc} | 90.88±1.14 ^{abc} | 352.26±32.42 ^{de} | 320.18±38.13 ^{bc} |
| RS3 | 20 | 261.94±3.41 ^b | 70.35±0.62 ^{bcd} | 90.80±0.92 ^{abc} | 481.08±27.22 ^b | 438.87±34.44 ^a |
| RS4 | 20 | 265.25±2.27 ^b | 66.53±3.65 ^d | 89.70±0.56 ^{bc} | 390.87±24.46 ^c | 353.34±23.69 ^{abc} |

Superscript alphabet means significantly different within column (p<0.05).

¹⁾NSP & RS means non-starch polysaccharide and resistant starch, respectively.

²⁾RS3 and ³⁾RS4 were prepared by autoclaving-cooling cycle with organic acid mixtures and moisture-heating method and cross-linking with STMP and STPP, respectively, from wheat starches.

7. 관능 평가

저항전분은 10%, 20%를 비전분성 다당류는 5%, 10% 각각 첨가하여 제조한 프렌치브레드의 외부 특성으로는 외부 균형, 껍질 색, 껍질의 바삭거리는 정도를, 내부 특성으로는 기공, 속 색, 향미, 질감, 종합적 선호도를 평가한 결과를 Table 8에 나타내었다.

빵의 외형의 균형도, 색, 향미, 질감, 전반적인 선호도 평가에서 pectin 10%를 첨가한 빵을 제외하고 4.8이상의 점수를 받았다. 특히 첨가량이 적은 즉, 저항전분은 10% 첨가한 것과 비전분성 다당류는 5% 첨가한 것의 선호도가 높았으며 저항전분 첨가 빵의 경우 비전분성 다당류를 첨가한 빵보다 훨씬 높은 선호도를 나타냈다. 빵 껍질 색깔의 경우 chitosan 5% 첨가한 빵이 가장 진한 갈색을 보였고 chitosan 10% 첨가 빵은 노란색이 진하게 났다. 또

한 이취가 가장 큰 빵은 chitosan 10% 첨가 빵이었고 독특한 냄새로 인해 chitosan 5% 역시 이취가 10%에 비해 강하지 않았지만 선호도를 많이 감소시킨 것으로 생각되었으며 실제로 pectin 10% 첨가 빵은 쉰 냄새가 많이 났다. pectin 5% 첨가 빵은 외형이 옆으로 퍼짐성이 작아 동그랗게 위로 부풀어 모양이 좋았으나 탄성이 적어 빵의 질감을 저하시켰고 미끈거리는 질감이 있어 선호도를 떨어뜨렸으며 전체 빵 중 가장 전반적인 선호도가 좋은 빵은 cellulose 5% > RS4 10% > 무첨가빵, pectin 5% > RS3 10% > RS3 20%, RS4 20%의 순서로 나타났다.

IV. 결 론

빵 제조에 필요한 기본적인 재료만을 사용하여

Table 8. Sensory evaluation data of French breads added with resistant starches and non-starch polysaccharides.

| Addition level (%) of NSP&RS ¹⁾ | Shape | Color | | Crust characteristic | Grain | Flavor | | Texture | | | Overall Quality |
|--|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | Crust | Crumb | | | Roasted | Off-flavor | Hardness | Springiness | Moistness | |
| Control | 7.2± 0.3 ^{bc} | 6.1± 0.2 ^c | 2.5± 0.0 ^{dc} | 7.0± 0.0 ^{bcd} | 6.5± 0.5 ^a | 5.9± 0.4 ^{bc} | 0.7± 0.3 ^e | 3.0± 0.0 ^b | 7.0± 0.3 ^a | 5.9± 0.4 ^{bc} | 6.8± 0.3 ^{bc} |
| Cellulose 10 | 6.0± 1.0 ^{def} | 5.7± 0.7 ^{cd} | 3.7± 1.1 ^c | 6.3± 0.3 ^{ef} | 6.6± 1.4 ^a | 5.6± 0.6 ^{bcd} | 1.2± 0.3 ^{de} | 3.7± 0.7 ^{ab} | 7.1± 0.6 ^a | 5.2± 0.9 ^{bcd} | 5.6± 1.0 ^{def} |
| Pectin 10 | 3.9± 1.3 ^g | 3.2± 1.2 ^b | 4.7± 0.5 ^b | 4.7± 0.4 ^g | 3.8± 0.6 ^b | 3.1± 0.7 ^c | 5.7± 0.8 ^b | 3.9± 0.4 ^a | 3.7± 0.6 ^c | 7.4± 0.8 ^a | 3.7± 0.7 ^g |
| Chitosan 10 | 5.1± 0.9 ^f | 5.0± 1.1 ^{de} | 5.6± 0.5 ^a | 6.0± 0.5 ^f | 6.9± 0.9 ^a | 5.2± 0.9 ^{bcd} | 6.4± 0.8 ^a | 3.5± 0.8 ^{ab} | 5.4± 1.3 ^{cd} | 4.2± 0.9 ^c | 4.8± 0.8 ^f |
| RS3 ²⁾ 10 | 6.5± 0.6 ^{cde} | 7.4± 0.3 ^{ab} | 3.0± 0.3 ^d | 7.4± 0.3 ^{abc} | 6.1± 0.9 ^a | 6.0± 0.5 ^{bc} | 0.8± 0.3 ^e | 3.5± 0.3 ^{ab} | 6.9± 0.7 ^{ab} | 4.9± 1.1 ^{cde} | 6.2± 0.5 ^{bcd} |
| RS4 ³⁾ 10 | 7.5± 0.6 ^{ab} | 5.4± 0.7 ^{cde} | 2.8± 0.8 ^d | 7.6± 0.4 ^{ab} | 6.7± 1.1 ^a | 6.1± 0.4 ^b | 0.8± 0.3 ^c | 2.9± 1.0 ^b | 7.1± 0.5 ^a | 5.1± 0.9 ^{bcd} | 6.9± 0.6 ^b |
| Cellulose 5 | 6.8± 0.4 ^{bcd} | 5.7± 0.3 ^{cd} | 2.6± 0.5 ^{de} | 7.2± 0.4 ^{abcd} | 6.6± 0.6 ^a | 5.9± 0.3 ^{bc} | 0.5± 0.2 ^e | 3.2± 0.4 ^{ab} | 7.0± 0.5 ^a | 5.6± 0.6 ^{bcd} | 8.0± 0.6 ^a |
| Pectin 5 | 8.3± 0.3 ^a | 6.9± 0.2 ^b | 2.7± 0.7 ^d | 7.7± 0.9 ^a | 6.8± 0.5 ^a | 5.9± 0.3 ^{bc} | 1.2± 0.5 ^{de} | 1.7± 0.9 ^c | 4.7± 1.0 ^d | 6.0± 1.1 ^b | 6.3± 0.4 ^{bc} |
| Chitosan 5 | 5.6± 0.6 ^{ef} | 8.0± 0.5 ^a | 4.6± 0.5 ^b | 6.8± 1.0 ^{cde} | 6.3± 0.6 ^a | 7.3± 0.3 ^a | 2.8± 1.3 ^c | 3.1± 0.9 ^{ab} | 5.3± 1.7 ^{cd} | 4.7± 0.9 ^{de} | 5.1± 1.1 ^{ef} |
| RS3 20 | 5.6± 1.2 ^{ef} | 5.2± 1.1 ^{de} | 1.9± 0.8 ^{ef} | 5.7± 0.7 ^f | 6.4± 0.9 ^a | 5.4± 0.6 ^{cd} | 1.9± 0.7 ^d | 3.5± 0.8 ^{ab} | 6.0± 1.0 ^{bc} | 5.2± 1.1 ^{bcd} | 5.9± 1.0 ^{cde} |
| RS4 20 | 6.3± 0.7 ^{de} | 4.7± 0.5 ^e | 1.6± 0.6 ^f | 6.7± 0.7 ^{de} | 6.7± 0.5 ^a | 7.3± 0.5 ^a | 0.6± 0.3 ^e | 3.2± 0.7 ^{ab} | 6.2± 0.3 ^{abc} | 5.4± 1.0 ^{bcd} | 5.9± 1.1 ^{cde} |

Superscript alphabet means significantly different within column (p<0.05).

¹⁾NSP & RS means non-starch polysaccharide and resistant starch, respectively.

²⁾RS3 and ³⁾RS4 were prepared by autoclaving-cooling cycle with organic acid mixtures and moisture-heating method and cross-linking with STMP and STPP, respectively, from wheat starches.

제조되는 프렌치브레드에 기능성 성분인 저항전분과 비전분성 다당류를 첨가하여 식이섬유를 첨가한 빵을 제조하였다. 빵의 품질 저하에 영향이 큰 비전분성 다당류로는 불용성 식이섬유인 cellulose와 chitosan, 수용성 식이섬유인 pectin을 5%와 10%를 첨가하였고, 수분 흡수율이 낮고 빵의 품질에 큰 변화가 없는 RS3와 RS4는 10%와 20%를 첨가하여 반죽의 특성과 제빵특성을 비교하였다.

Pectin을 첨가한 것을 제외한 모든 시료가 무첨가 밀가루 반죽보다 반죽의 pH가 증가되었고 첨가 비율이 높을수록 pH는 높아졌으며 반죽의 pH와 증가율은 다소 차이가 있었다. 주사전자 현미경으로 관찰한 결과 무첨가 반죽보다 식이섬유들을 첨가했을 때 각 첨가물의 섬유구조가 글루텐 막과 함께 형성하면서 복잡한 양상을 나타냈고 1차 발효 후 더 발달하여 gluten matrix와 함께 퍼진 망처럼 전분 입자를 두껍게 가리고 있었다. Pectin을 첨가한 경우 굽기 손실률이 가장 낮았는데 빵으로 제조되었을 때 모든 빵 중 비용적도 낮았고 빵 겉질 색도가 가장 낮았다. 식이섬유 첨가 비율이 높을수록 굽기 손실률이 감소되어 굽기 손실률이 적을수록 빵의 품질과 빵 겉질 색에 바람직하지 않는 영향을 미치는 것과 깊은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 비용적은 cellulose 5%, pectin 5%, 무첨가 빵의 순으로 큰 차이가 나타나지 않았으며 같은 첨가 비율(10%)을 비교했을 때 저항전분을 첨가한 빵이 비전분성 다당류를 첨가한 것보다 훨씬 크게 나타났다. 빵의 높이는 첨가 성분에 따라 차이를 보였고 첨가비율이 높음에 따라 높이가 감소하였다. 그리고 저항전분인 RS3, RS4와 chitosan 첨가 빵의 수분함량이 전반적으로 양호한 것으로 나타났다. ΔE 값은 chitosan 첨가 빵 모두 높게 나타났으며, 같은 첨가비율(10%)을 비교해 봤을 때 cellulose와 RS4 첨가 빵이 낮은 값을 보였다. 또한 pectin 첨가 빵이 적색도가, chitosan 첨가 빵이 황색도가 높게 나타났다. 모든 빵이 첨가율이 높을수록 견고성, 점성, 파쇄성이 증가하였고 탄성, 응집성이 감소하였다. 전반적인 기호도 평가에서 pectin 10%를 첨가한 빵을 제외하고 4.8이상의 점수를 받았으며 저항전분 첨가 빵이 비전분성 다당류를 첨가한 빵보다 훨씬 높은 선호도를 나타냈고, 저항전분은 10% 첨가한 것과 비전분

성 다당류는 5% 첨가한 것이 높게 나타나 저항전분의 첨가는 10% 이하로, 비전분성 다당류는 5% 이하로 빵에 첨가하는 것이 빵의 적성이나 선호도에 영향을 주지 않으며 pectin과 chitosan은 첨가량을 크게 줄이거나 다른 첨가물에 대한 연구를 통해 보완하여 첨가하는 것이 바람직하다고 생각된다.

참고문헌

- Ahn DH, Choi JS, Lee HY, Kim JY, Youn SK, Park SM. 2003. Effects on Preservation and Quality of Bread with Coating High Molecular Weight Chitosan. *Korean J. Food & Nutr.* 16(4) : 430-436
- Alexander RJ. 1995. Resistant starch-New ingredient for the food industry. *Cereal Foods World* 40 : 455-458
- American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved methods of the A.A.C.C. 10th ed., Method 44.15A, St. Paul, MN U.S.A
- American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved methods of the A.A.C.C. 10th ed., Method 72.10, St. Paul, MN U.S.A
- Asp N-G. 1992. Resistant starch, Proceed of the 2nd plenary meeting of EURESTA: European FLAIR Concerted Action No.11 (COST911). Physiological implications of the consumption of resistant starch in man. *Eur. J. Clin. Nutr.* 46(Su) : 1
- Baghurst PA, Baghurst KI, Record SJ. 1996. Recommended levels in dietary fibre, non-starch polysaccharides and resistant starch-a review. *Supplement to Food Australia.* 48 : S17-S19
- Cho SS, O'Sullivan K, Rickard S. 1999. Worldwide diet fiber intake : recommendations and actual consumption patterns. pp.71-111. In *Complex Carbohydrate Foods*(Ed.) Cho SS, Prosky L, Dreher M. Marcel Dekker, Inc. New york. U.S.A
- Cummings JH, Englyst HN. 1995 Gastrointestinal effects of food carbohydrate. *Am. J. Clin. Nutr.* 61(4 Su) : 938S-945S
- Eeligen RC, Crombez M, Delcour JA. 1993. Enzyme-Resistant starch I. Quantitative and qualitative influence of incubation time and temperature of autoclaved starch on resistant starch formation. *Cereal Chem.* 70 : 339-344
- Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.* 46 : S33-S50
- Gordon DT. 1992. The importance of dietary fiber in human nutrition and health. *Korean J. Nutr.* 25 : 75-76
- Institute of Medicine. 2001. Issues in defining dietary fiber. pp12-21. In : *Dietary Reference Intakes : Proposed*

- Defining Dietary Fiber. National Academy Press. Washington, D.C. U.S.A.
- Kim EJ, Kim SM. 1998. Bread Properties Utilizing Extracts of Pine Needle according to Preparation Method. Korean J. Food Sci. Technol 30(3) : 542-547
- Kim JO, Shin MS. 2003. Effect of RS3 type resistant starch prepared from non-waxy rice starch on the properties of injulmi. Korean Society of Food and Cookery Science. 19(1) : 65-71
- Kim JS. 1998. Sensory Characteristics of Green Tea Bread. Korean J. Food & Nutr. 11(6) : 657-661
- Kim SK, Cheigh HS, Kwon TW, Marston PE. 1978. Rheological and baking studies of composite flour wheat and naked barley. Korean J. Food Sci. Technol. 10 : 247-251
- Lai CS, Hosoney RC, Davis AB. 1989. Effects of wheat bran in breadmaking. Cereal Chem. 66 : 217-225
- Lee HJ. 1996. A Study on the development of high-fiber supplements for the diabetic patients (I) -Effect of Seaweed Supplementation on the Gastrointestinal Function and Diabetic Symptom Control in Streptozotocin-induced Diabetic Rats-. Korean J. Nutr. 29 : 286-295
- Mun S, Shin M. 2002. The effects of annealing on resistant starch contents of cross-linked maize starches. Korean J. Food Sci. Technol. 34(3) : 432-436
- Mun SH, Bae CH, Shin MS. 2002. RS levels and characteristics of retrograded maize starches with heat-moisture treatment. Food Sci. Biotechnol. 11: 350-354
- Mun SH, Shin MS. 2000. Quality characteristics of noodle with health-functional enzyme resistant starch. Korean J. Food Sci. Technol. 32(2) : 328-334
- Niba LL. 2002. Resistant starch : a potential functional food ingredient. Nutr. Food Sci. 32 : 62-67
- Park GS, An SH, Choi MA. 2001. Quality Characteristics of Bread Added with concentrations of *Paecilomyces japonica* Powder, J.East Asian Soc, 11(2) : 112-120
- Pomeranz Y. 1988. Composition and functionality of wheat flour components. Vol. II. pp.219-370 In : Wheat, Chemistry and Technology. 3d ed. Y. Pomeranz. ed. Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN U.S.A
- Pylar EJ. 1988. Physical and chemical test methods. Vol II. pp824-850 In : Baking Science and Technology 3rd ed., Sosland Pub. Co., Merriam, KS U.S.A
- Roels S.P, Cleemput G, Vandewalle X. 1993. Bread volume potential of variable quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels. Cereal Chem. 70 : 318-323
- Sievert D, Pomeranz Y. 1989. Enzyme-resistant starch. I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical and microscopic methods. Cereal Chem. 68 : 342-347
- Song JY, Lee SK, Shin MS. 2000. Effects of RS-3 type resistant starches on bread making and quality of white pan bread. Korean J. Soc. Food Sci. 16(2) : 188-194

(2006년 6월 19일 접수, 2006년 7월 10일 채택)