

엿기름 추출액의 첨가량에 따른 증편의 저장 중 품질 특성 변화

정경완 · 김유경 · 이귀주*
고려대학교 가정교육과

Changes in Quality Characteristics of *Jeungpyun* containing different Levels of Malt Extract during Storage

Kyoung-Wan Jung, Yoo-Kyung Kim, Gui-Chu Lee*
Department of Home Economics Education, Korea University

Abstract

This study evaluated the effects of different levels of malt extract on the hardness, moisture, water soluble starch (WSS) contents, and *in vitro* starch digestibility (IVSD) of *Jeungpyun* during storage at room temperature ($25\pm 1^\circ\text{C}$) and refrigeration temperature ($4\pm 1^\circ\text{C}$). Resistant starch (RS) and soluble starch (non-RS) contents were also evaluated. During storage at both temperatures, hardness increased in *Jeungpyuns* with the malt extract-added *Jeungpyun* groups (malt-added *Jeungpyuns*) exhibiting lower hardness than the control. The rate of retrogradation was faster upon storage at refrigeration temperature. Moisture and WSS contents as well as IVSD of *Jeungpyuns* decreased, whereas these levels were higher in malt-added *Jeungpyuns* compared to control. Storage increased RS contents in *Jeungpyuns* stored for up to 4 days, particularly at 4°C , whereas there was a decrease in RS content after 7 days of storage. However, RS content was lower in malt-added *Jeungpyuns* compared to control. Soluble starch (SS) contents of *Jeungpyuns* decreased. However, SS content was higher in malt-added *Jeungpyuns* than that of control. The reduced hardness and RS content as well as the rate of increase in other parameters of malt-added *Jeungpyuns* were dependent on the concentration of malt extract. These results reveal that addition of malt extract delayed retrogradation of *Jeungpyun*, whereas retrogradation possibly increased the content of RS during storage at both temperatures, however, that of RS decreased with increasing level of malt extract, suggesting that the level of malt extract as well as the storage conditions are important for obtaining acceptable texture and retaining the RS content of *Jeungpyun*, which is known to possess physiological activity.

Key Words: *Jeungpyun*, malt extract, retrogradation, resistant starch, room and refrigerated temperature storage

1. 서 론

전분은 다량의 수분과 함께 호화온도 이상으로 가열하면, 전분 입자 내 분자들의 질서가 붕괴되어 전분 입자는 비가열적으로 팽윤되고 아밀로오스가 전분입자로부터 빠져 나오면서 입자가 파괴되는데 이러한 과정을 호화라고 한다(Christen & Smith 2000). 호화된 전분은 저장 과정 중 용출된 아밀로오스의 재배열 및 아밀로펙틴의 결정화로 인해 조직감은 단단해지고 식미의 저하를 초래하는데 이러한 현상을 노화라고 한다(Lee 등 2004). 저장 중에는 또한 수분함량, 수용성전분(WSS) 및 *in vitro* 전분분해율(IVSD)의 감소도 일어난다(Shaikh 등 2007). 노화과정은 전분질 식품의 저장 중 일어나는 바람직하지 못한 변화 중의 하나로서 아밀로오스의 결정화는 신속한 반면, 아밀로펙틴의 재결정화는

느리게 일어나서(Biliaderis 등 1980), 저장 초기에는 아밀로오스가 관여하고 저장 후기에는 아밀로펙틴이 관여하는 것으로 알려지고 있다(Krog 등 1989).

전분의 특성을 적용한 제품에 노화의 영향은 바람직한 경우도 있는데, 제빵류 등 가공식품에서 냉각을 수반하는 전분의 열처리하는 주로 노화전분인 저항전분(resistant starch, Type 3)의 형성을 초래한다(Rabe & Sievert 1992). 저항전분은 식이의 비소화성 탄수화물 성분, 생리적 의미 즉 대장에서의 발효, 식후 혈당반응, 변의부피, 장내 이동시간, 및 식품의 에너지 값으로 인해서 영양학자 및 식품공업에 있어서 큰 관심을 받아 왔다(Annison & Topping 1994). 한편, 가공 이외에도 식품의 저장은 또한 저항전분 함량에 영향을 주는 것으로 알려졌다(Kumari 등 2007).

한편 노화를 방지하기 위해 전분 분해효소들을 첨가하기

*Corresponding author: Gui-Chu Lee, Department of Home Economics Education, Korea University, 5-ka, Anam-Dong, Sungbuk-Ku, Seoul 136-701, Korea
Tel: 82-2-3290-2323 Fax: 82-2-927-7934 E-mail: gcl6@korea.ac.kr

도 하는데, α -amylase가 이러한 목적으로 가장 널리 이용되고 있다(Martin & Hosney 1991). 빵에 전분 분해 효소들을 첨가해서 전분 구조와 용해성 탄수화물 프로필을 변경시켜서 빵의 노화를 지연시킨다는 결과 보고도 있었다(Bowles 1996).

증편은 습식제분한 쌀가루에 탁주를 넣어 발효시킨 후 찐 떡으로 보통의 떡에서 볼 수 있는 치밀한 조직 대신 해면상의 조직을 가지고 있으며 소화성이 좋고 또한 저장성이 좋은 것으로 알려져 있다(Na 등 1997). 증편은 탁주 이외에 엿기름, 누룩, 콩물 등을 첨가하여 제조하기도 한다(강 1990). 증편 제조 시 콩물을 부재료로 쓸 때 증편의 품질향상과 노화지연에 효과가 있는 것으로 보고되었는데, 이는 콩물이 α -amylase 활성을 포함하여 전분구조에 변화를 주어 발효특성과 노화속도에 영향을 미치는 것에 기인한다(Na 등 1997).

본 연구에서는 엿기름 추출액의 첨가량을 달리하여 증편을 제조하고 실온($25\pm 1^\circ\text{C}$) 및 냉장 온도($4\pm 1^\circ\text{C}$)에서 7일간 저장 중 증편의 품질특성에 대한 엿기름 추출액의 영향을 측정하고자 한다. 이를 위하여 노화와 관련된 이화학적 품질특성인 증편의 경도, 수분 및 수용성전분 함량과 *in vitro* 전분 분해율(IVSD)을 측정하고 또한 저항전분과 수용성전분 함량도 측정하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 쌀(멥쌀, 일품미)은 고대농장에서 구입하였고, 정백당은 제일제당, 소금은 대상, 엿기름은 김포맥아 식품의 제품을 마트에서 구입하여 사용하였다. 탁주는 서울 장수막걸리에서 나온 비살균 탁주를 실험 전날 구입하고 즉시 냉장 보관하여 다음날 사용하였다. Porcine α -amylase, amylose, amylopectin은 Sigma Chemical Co.(St. Louis Mo. USA)에서 α -amylase, amyloglucosidase, glucose standard, glucose oxidase/peroxidase reagent(GOPOD)는 Megazyme International Ireland Ltd.(Leinster, Wicklow, Ireland)에서 구입하여 사용하였다.

2. 증편의 제조

쌀가루는 쌀을 3회 수세하여 2시간 동안 침지하고 체에 받쳐서 30분 동안 물 빼기를 한 뒤 roller mill(Pyeongchang-Sa, Korea)로 습식제분하여 가루로 만들어 실험에 사용하였다. 엿기름 분말과 제분된 쌀가루는 체(18 mesh)에 내린 후 냉동 보관(-20°C) 하였다. 엿기름 추출액의 제조는 엿기름 분말 10 g을 이중 거즈에 넣고 증류수 100 mL을 가해 1분 간격으로 10회씩 5번 주무른 뒤 35°C 의 항온 수조에서 1시간 동안 방치한 후 상층액을 취해 100 mL로 정용하여 사용하였다. 증편의 재료 배합비는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Formulas for *Jeungpyun* with different levels of malt extract

Ingredients	JP-0 ¹⁾	JP-10	JP-20	JP-40
Rice flour (g)	100	100	100	100
Salt (g)	0.8	0.8	0.8	0.8
Sugar (g)	15	15	15	15
Malt extract (mL)	0	10	20	40
Takju (mL)	20	20	20	20
Water (mL)	40	30	20	0

¹⁾JP-0, *Jeungpyun* without malt extract; JP-10, *Jeungpyun* added with 10 mL of malt extract; JP-20, *Jeungpyun* added with 20 mL of malt extract; JP-40, *Jeungpyun* added with 40 mL malt extract

증편의 제조 방법은 다음과 같다. 탁주에 설탕을 넣고 잘 저어준 다음 35°C 의 항온수조에서 20분간 방치한다. 쌀가루와 소금은 kitchen aid(5K 5SSS, Kitchen aid, St. Joseph Mich. USA)로 1분 간 고루 혼합하고 물, 탁주, 엿기름 추출액을 조건대로 넣은 후 다시 kitchen aid로 3분 간 혼합하여 증편 반죽을 완성한다. 제조한 증편 반죽은 36°C 발효기에서 3시간 동안 1차 발효 한 뒤 유리막대로 20회 저어 가스를 제거한다. 36°C 에서 30분 동안 2차 발효하여 유리막대로 20회 저어 가스를 제거한 뒤 증편틀($2\times 2\times 3$ cm)에 담아 20분간 찌고 10분간 뜸을 들여 증편을 완성하였다. 엿기름 첨가균은 증편반죽에 첨가된 엿기름 추출액 첨가량에 따라서 JP-0(대조군, 엿기름 추출액을 첨가하지 않은 증편), JP-10(10 mL 엿기름 추출액 첨가 증편), JP-20(20 mL 엿기름 추출액 첨가 증편), JP-40(40 mL 엿기름 추출액 첨가 증편)이라고 하였다.

증편은 10분 간 실온에서 식힌 후 폴리에틸렌 랩(polyethylene wrap)으로 포장하고 각각 실온($25\pm 1^\circ\text{C}$)과 냉장 ($4\pm 1^\circ\text{C}$)에서 7일간 저장하였다. 또한 10분 간 실온에서 식힌 증편을 저장 0일로 하였다. 실온과 냉장 온도 저장(냉장 저장) 일수에 따른 증편은 진공 건조기(60°C , 60 mmHg)에서 48시간 건조하고 분쇄기(RF-5900, Wellpia, Seoul, Korea)로 분쇄하여 체($355\ \mu\text{m}$)에 내린 후 분석 전 까지 냉동(-20°C) 보관하였다.

3. 경도

경도(Hardness)는 Texture analyzer(TA-X₂, Texture Technologies Corp., Godalming, UK)를 이용하여 2회 compression test를 실시하였다. 실온과 냉장 저장한 시료는 각각 일정한 모양으로 잘라($15\times 15\times 15$ mm) 경도를 5회 반복 측정하였다. 사용된 검침(probe)은 지름 20 mm인 원통형(P20)이고, force scale은 5 kg이었다.

4. 수분함량

수분 함량은 시료 3 g을 취해 수분 측정기(HB 42-S Moisture Analyzer, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

5. 수용성전분

수용성전분 함량은 Shaikh 등(2007)의 방법으로 측정하였다. 시료 200 mg에 증류수 15 mL를 넣고 교반하여 실온에서 20분간 방치하고 3000×g에서 5분간 원심분리 한 뒤 여과하고 25 mL로 정용하여 추출액을 만든다. 이 추출액 10 mL에 요오드화 칼륨을 함유한 요오드용액 2 mL를 넣고 680 nm에서 흡광도를 측정하고 수용성 전분함량을 %로 나타내었다. 표준물질로는 25% 아밀로오스와 75%의 아밀로펙틴 혼합액을 사용하였다.

6. *In vitro* 전분 분해율

IVSD는 Singh 등(1982)의 방법을 변형하여 측정하였다. porcine α -amylase를 이용하여 시료를 37°C에서 2시간 진탕하여 배양한 후 끓인 물을 가하여 반응을 정지하였다. glucose oxidase/peroxidase(GOPOD) 시약으로 발색시킨 뒤 spectrophotometer(UV-2401, Simazu, Kyoto, Japan)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하고 *in vitro* 전분 분해율은 유리된 환원당을 글루코오스 함량으로 나타내었고, 표준물질은 글루코오스를 사용하였다.

7. 저항전분과 용해성전분

옛기름 첨가군 증편의 저항전분과 용해성전분의 함량은 McCleary & Monaghan(2002)의 방법으로 측정하였다. 시료 100 mg에 amyloglucosidase(3 U/mL)를 함유한 4 mL의 pancreatic α -amylase(10 mg/mL) 효소 용액을 넣고 37°C에서 16시간 동안 진탕 배양하였다. 16시간 후 99% ethanol을 4 mL 넣고 1500 g에서 10분 간 원심 분리하여 상등액과 침전물을 분리한다. 침전물에 50% ethanol을 넣고 재 분산시킨 후 원심 분리하여 상등액과 침전물을 다시 분리한다.

16시간 배양 후 원심 분리에 의해 얻은 침전물을 합하여 2 mL 2 M의 수산화칼륨 용액을 넣고 0°C에서 20분간 방치하고 8 mL의 1.2 M 초산나트륨 완충용액과 0.1 mL의 amyloglucosidase 용액(3300 U/mL)를 넣고 50°C에서 20분 간 진탕 배양하였다. 효소 배양액을 1500×g에서 10분간 원심 분리 한 후 이로부터 얻은 상등액 0.1 mL를 취하고 3 mL의 GOPOD 시약을 넣고 50°C에서 20분간 발색시켜 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 글루코오스 표준 용액(1 mg/mL)을 사용하였고 저항 전분의 함량은 g/100 g(건중량)으로 표시하였다.

16시간 배양 후 원심 분리로부터 얻은 상등액은 100 mL 용량 플라스크에 정용하였다. 이 추출액 0.1 mL에 3 mL의 GOPOD 시약을 넣고 50°C에서 20분간 방치한 후 510 nm에서 흡광도를 측정하여 용해성전분을 측정하였다. 표준물질로는 글루코오스 표준 용액(1 mg/mL)를 사용하였고 용해성전분의 함량은 g/100 g(건중량)으로 나타내었다.

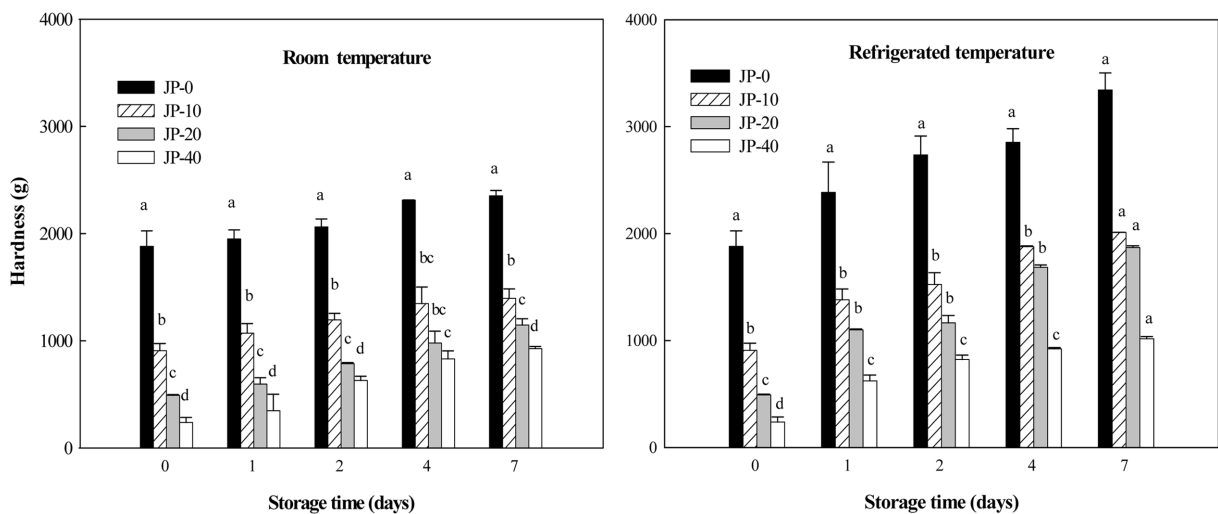
8. 통계 처리

모든 결과는 SPSS(Ver.12.0) 통계 프로그램을 이용하여 평균±표준편차로 나타내었고 일원분산분석(AVOVA)과 Duncan's multiple range test(p<0.05)를 통해 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 경도

실온(25±1°C) 및 냉장 저장기간(4±1°C) 중 모든 증편(증편)은 경도가 증가하였으며, 옛기름 첨가군이 대조군보다 낮은 경도를 나타내었다<Figure 1>. 실온 저장기간 중 대조군의



<Figure 1> Hardness of Jeungpyun with different levels of malt extract during storage.

JP-0, Jeungpyun without malt extract; JP-10, Jeungpyun added with 10 mL of malt extract; JP-20, Jeungpyun added with 20 mL of malt extract; JP-40, Jeungpyun added with 40 mL of malt extract. Bars above the histogram with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

경도는 1881.4 g로서 실온 저장기간 2일까지 서서히 증가하다가 저장기간 4일에는 유의적으로($p<0.05$) 증가하여 2312.6 g을 나타내었으며 저장 4일과 7일 사이에는 유사한 경도를 나타내어 저장기간 7일에는 경도는 2351.8 g을 나타내었다. 한편, 엇기를 첨가군의 경도는 첨가량에 따라서 실온 저장기간 중 JP-10은 908.6에서 1395.7 g, JP-20은 491에서 1147.1 g, JP-40은 238.6에서 927.0 g으로 각각 증가하였다. 냉장 저장기간 중 증편의 경도는 대조군은 1881.4 g에서 저장기간 1일에 유의적으로($p<0.05$) 증가하여 2386.2 g을 나타내었고 이후 계속 증가하여 저장기간 7일에는 3343.8 g을 나타내었다. 반면, 엇기를 첨가군의 경도는 JP-10은 908.6에서 2011.2 g, JP-20은 491.0에서 1870.5 g, JP-40은 238.6에서 1017.0 g으로 각각 증가하였다($p<0.05$). 그러나 실온 및 냉장 저장기간 중 엇기를 첨가군의 경도는 엇기를 추출액의 첨가량이 40 mL/100 g(쌀가루)으로 증가함에 따라서 각각 감소하였다. 이상의 결과들은 엇기를 추출액의 첨가가 증편의 저장기간 중 노화를 지연 시킬 수 있다는 것을 나타내고 있다. 또한 증편의 냉장 저장은 실온 저장일 때보다 경도의 증가 속도가 빨랐으며 특히 냉장 저장기간 초기에 더 빠르게 일어났다.

증편의 실온 및 냉장 저장기간 중 경도의 증가는 옥수수 *tortilla*의 실온 및 냉장 저장 중 경도가 증가하였다고 보고한 Nydia 등(2002)의 결과와 유사하였다. 그들은 옥수수 *tortillas*의 주요성분은 전분이며, 이 전분 분획이 가공 및 저장 기간 시 일어나는 대부분의 조직감 변화에 관여하는데, 경도의 증가는 전분의 노화에 기인한다고 하였다. 한편 Na 등(1997)은 증편 제조 시 α -amylase 활성을 포함하는 것으로 알려진 콩물의 첨가가 대조군보다 저장기간 중 경도의 변화가 서서히 일어났다고 보고하였다. Lee 등(2010)도 쌀가루에 내열성 α -amylase인 novamyl을 첨가하여 백설기를 제조하면 저장기간 중 경도가 대조군에 비해 유의적으로 낮아서 노화현상을 방지할 수 있었다고 보고하였다. Gujral 등(2003)은 α -amylase 첨가가 쌀 빵의 저장기간 시 경도를 감소시켜 저장기간 중 노화 방지에 효과적인 것으로 보고하였다. 빵에서 전분 가수분해 효소들의 staling 방지 효과는 전분 가수분

해 결과로서 생성된 저분자의 텍스트린에 기인하는 것으로 (Gujral 등 2003), 이들은 아밀로펙틴이 노화하는 능력, 혹은 빵의 경도에 관여하는 전분-단백질 혹은 단백질-단백질 상호작용을 방해하는 것으로 보고되었다(Martin & Hosney 1991).

2. 수분 함량

실온 및 냉장 저장기간 중 증편의 수분 함량은 감소하였으며, 엇기를 첨가군의 수분 함량이 대조군 보다 높았다 <Table 2>. 대조군의 수분 함량은 실온 저장기간 중 51.9에서 44.4%로 감소한 반면, 엇기를 첨가군은 첨가량에 따라서 JP-10은 52.9에서 45.9%, JP-20은 53.2에서 48.1%, JP-40은 53.2에서 49.0%로 각각 감소하였다. 냉장 저장기간 중 증편의 수분 함량은 실온 저장기간과 유사한 양상을 나타내었다. 대조군의 수분 함량은 냉장 저장기간 중 51.93에서 34.2%로 감소한 반면, 엇기를 첨가군은 JP-10은 52.9에서 41.0, JP-20은 53.2에서 43.1, JP-40은 53.2에서 49.5%로 각각 감소하였다. 그러나 실온 및 냉장 저장기간 중 엇기를 첨가군의 수분 함량은 엇기를 추출액의 첨가량이 증가함에 따라서 각각 증가하였다. 한편 실온에서 저장된 증편은 냉장 저장된 증편보다 수분 함량의 감소속도가 낮았다. <Table 2>로부터 증편의 저장 기간 중 수분 함량의 감소는 증편의 경도와 관련이 있는 것으로 나타났다. 또한 실온 저장된 증편의 수분함량이 냉장저장 된 증편보다 높게 나타났는데 이러한 현상은 실온에서 저장된 증편의 경도에 있어서 냉장저장의 경우보다 낮은 증가 속도를 초래하는 것으로 생각된다.

실온 및 냉장 저장기간 중 증편의 수분 함량의 감소 결과는 *chapatti*를 한 달 간 실온 및 냉장 저장기간 중에 수분 함량이 감소하였다는 Shaikh 등(2007)의 연구와 또한 전통적으로 제조한 파운드케이크를 8일간 실온 저장기간 중에 수분 함량이 직선적으로 감소하였다는 Sánchez-Pardo 등(2007)의 연구 결과와 유사하였다. Biliaderis(1998)는 전분의 분자 질서뿐 아니라, 빵의 경도는 빵의 매트릭스 내 망의 가소화 정도에 의존하며, 식품 내에 있는 물이 가장 중요한 가소제

<Table 2> Moisture content of *Jeungpyun* with different levels of malt extract during storage

Storage time (days)	Room temperature (25±1°C)				Refrigerated temperature (4±1°C)			
	Moisture content (%)				Moisture content (%)			
	JP-0 ¹⁾	JP-10	JP-20	JP-40	JP-0	JP-10	JP-20	JP-40
0	A51.9±0.23 ^{2b)}	A52.9±0.2 ^{b)}	A53.2±0.2 ^{a)}	A53.2±0.1 ^{a)}	A51.9±0.2 ^{b)}	A52.9±0.1 ^{b)}	A53.2±0.1 ^{a)}	A53.2±0.1 ^{a)}
1	B51.0±0.0 ^{b)}	A52.9±0.0 ^{b)}	A53.1±0.0 ^{a)}	A53.1±0.0 ^{a)}	AB50.2±0.2 ^{b)}	A52.6±0.4 ^{a)}	A53.1±0.1 ^{a)}	AB53.0±0.0 ^{a)}
2	C49.9±0.1 ^{b)}	A51.8±0.9 ^{a)}	B52.4±0.5 ^{a)}	AB53.0±0.0 ^{a)}	B48.5±0.6 ^{c)}	A50.6±0.8 ^{b)}	A53.0±0.1 ^{a)}	B52.6±0.2 ^{a)}
4	D48.2±0.2 ^{b)}	A51.1±0.2 ^{b)}	C51.8±0.1 ^{a)}	B52.1±0.14 ^{a)}	C45.9±0.6 ^{b)}	AB49.8±0.5 ^{a)}	B50.0±0.1 ^{a)}	C50.2±0.1 ^{a)}
7	E44.4±0.1 ^{d)}	A45.9±0.3 ^{c)}	D48.1±0.1 ^{b)}	C49.0±0.2 ^{a)}	D34.2±0.2 ^{b)}	B41.0±0.7 ^{a)}	C43.1±0.1 ^{a)}	D49.5±0.1 ^{a)}

¹⁾JP-0, *Jeungpyun* without malt extract; JP-10, *Jeungpyun* added with 10 mL of malt extract; JP-20, *Jeungpyun* added with 20 mL of malt extract; JP-40, *Jeungpyun* added with 40 mL of malt extract.

²⁾Mean±SD; ^{a-c)}Different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{A-E)}Different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

<Table 3> Water soluble starch of *Jeungpyun* with different levels of malt extract during storage

Storage time (days)	Room temperature (25±1°C)				Refrigerated temperature (4±1°C)			
	Water soluble starch (% d.m.b)				Water soluble starch (% d.m.b)			
	JP-0 ¹⁾	JP-10	JP-20	JP-40	JP-0	JP-10	JP-20	JP-40
0	^A 4.0±0.1 ^{2)b}	^A 4.40±0.2 ^b	^A 4.6±0.1 ^b	^A 5.5±0.0 ^a	^A 4.0±0.1 ^b	^A 4.4±0.2 ^b	^A 4.6±0.1 ^b	^A 5.5±0.0 ^a
1	^B 3.6±0.1 ^c	^B 3.8±0.0 ^c	^B 3.9±0.1 ^b	^B 4.1±0.1 ^a	^B 3.3±0.0 ^b	^{AB} 3.4±0.2 ^{ab}	^B 3.4±0.3 ^{ab}	^B 3.9±0.2 ^a
2	^C 3.4±0.0 ^c	^C 3.5±0.0 ^{bc}	^B 3.6±0.1 ^{bc}	^B 4.0±0.1 ^a	^B 3.0±0.2 ^b	^{BC} 3.1±0.2 ^{ab}	^C 3.0±0.2 ^{ab}	^B 3.5±0.6 ^a
4	^D 2.7±0.1 ^b	^D 2.7±0.1 ^{ab}	^C 2.8±0.1 ^{ab}	^C 3.0±0.2 ^a	^C 2.4±0.3 ^b	^{CD} 2.6±0.0 ^{ab}	^C 2.9±0.1 ^a	^C 2.9±0.0 ^a
7	^E 2.0±0.1 ^d	^D 2.7±0.0 ^c	^C 2.9±0.1 ^b	^C 3.0±0.2 ^a	^D 1.9±0.1 ^b	^D 2.1±0.0 ^b	^D 2.3±0.0 ^a	^D 2.2±0.2 ^a

¹⁾JP-0, *Jeungpyun* without malt extract; JP-10, *Jeungpyun* added with 10 mL of malt extract; JP-20, *Jeungpyun* added with 20mL of malt extract; JP-40, *Jeungpyun* added with 40 mL of malt extract.

²⁾Mean±SD; ^{a-d)}Different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{A-E)}Different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

라고 보고하였다. Lionetto 등(2005)은 제품의 노화속도가 수분 함량과 관련이 있다고 하였으며, He & Hosney(1990)도 수분 함량이 높은 빵일수록 경도가 천천히 증가한다고 하였다. 한편, Rabe & Sievert(1992)는 물이 아밀로오스의 재 결정화에 관여한다고 하였는데, 대조군에 비해 옛기름 첨가군 증편의 수분 함량이 높은 것은 옛기름 첨가량이 증가함에 따라서 아밀로오스의 분해로 인해 아밀로오스의 재결정화 및 노화가 지연됨에 따라 대조군 보다 물이 덜 이용되기 때문인 것으로 생각된다.

3. 수용성전분

실온 및 냉장 저장기간 중 증편의 물에 의해 추출될 수 있는 전분 분획인 WSS는 감소하였으며, 옛기름 첨가군의 WSS 함량이 대조군보다 높게 나타났다<Table 3>. 대조군은 실온 저장기간 중에 WSS 함량이 4.0에서 2.0%로 감소하였으며, 옛기름 첨가군은 첨가량에 따라서 JP-10은 4.4에서 2.7%, JP-20은 4.6에서 2.9%, JP-40은 5.5에서 3.0%로 각각 감소하였다. 냉장 저장기간 중 증편의 WSS는 실온 저장기간과 유사한 양상을 나타내었다. 대조군의 WSS는 저장기간 중 4.0에서 1.9%로 감소한 반면, 옛기름 첨가군은 저장기간 중 JP-10은 4.4에서 2.1, JP-20은 4.58에서 2.3, JP-40은 5.5에서 2.2%로 각각 감소하였다. 그러나 실온 및 냉장 저장기간 중 옛기름 첨가군의 WSS 함량은 옛기름 추출액의 첨가량이 증가함에 따라서 각각 증가하였다. 한편 실온에서 저장된 증편이 냉장 저장된 증편보다 WSS 함량이 높게 나타났다.

이러한 결과는 빵 crumb에서 물에 의해 추출될 수 있는 WSS 함량이 처음 12시간 저장기간 중 빠른 속도로 감소하였다고 보고한 Boyacioglu & D'Appolonia(1994)의 결과와 유사하였다. 또한 Shaikh 등(2007)은 *chapatti*를 한 달간 실온 저장기간 과정 중 WSS 함량이 감소하였다고 보고하였는데, 페이스트나 gel 내 전분 분자는 노화 시 회합하여 결정질 물질을 형성하기 때문이라고 하였다. 즉 이들 결정질 물질은 물에 불용성이며 혹은 그들의 용해도는 천연 전분 gel

보다 낮으므로 따라서 저장 시 결정질 물질이 증가하여 WSS의 감소를 초래한다고 하였다. Nydia 등(2002)도 실온 및 냉장 조건에서 *tortillas*의 저장 시 수용성 아밀로오스 함량이 유의적으로 감소하였으며, 이러한 감소는 부분적으로 전분의 노화에 기인하는 듯하며 따라서 I₂와의 포접 화합물을 형성하는 능력이 낮아지기 때문이라고 보고하였다. 한편, 옛기름 첨가군의 WSS 함량이 대조군보다 높은 것은 α-amylase의 작용으로 텍스트린과 같은 수용성전분 분획의 비율이 증가하기 때문인 것으로 생각된다.

4. In vitro 전분 분해율

실온 및 냉장 저장기간 중 증편의 IVSD(mg glucose/g dry matter)는 감소하였으며, 옛기름 첨가군의 IVSD가 대조군보다 높게 나타났다<Table 4>. 대조군은 저장기간 중 16.9에서 6.7로 감소한 반면, 옛기름 첨가군은 첨가량에 따라서 저장기간 중 JP-10은 18.8에서 8.9, JP-20은 19.6에서 12.1, JP-40은 21.4에서 15.3으로 각각 감소하였다. 냉장 저장기간 중 증편의 IVSD는 실온 저장기간과 유사한 양상을 나타내었다. 대조군의 IVSD는 저장기간 중 16.9에서 14.2로 감소한 반면, 옛기름 첨가군은 JP-10은 18.8에서 7.2, JP-20은 19.6에서 10.5, JP-40은 21.4에서 13.6로 각각 감소하였다. 그러나 실온 및 냉장 저장기간 중 옛기름 첨가군의 IVSD는 옛기름 추출액의 첨가량이 증가함에 따라서 각각 증가하였다. 또한 실온에서 저장된 증편이 냉장 저장된 증편보다 IVSD가 높게 나타났다.

저장기간 중 증편의 IVSD의 감소는 *chapatti*를 실온 및 냉장 저장기간 중 IVSD가 감소하였다는 Shaikh 등(2007)의 연구결과와 유사하였다. 그들은 저장기간 중 IVSD의 감소는 많은 비율의 아밀로오스와 아밀로펙틴이 재 결정화에 참여하였으므로 amyloglucosidase가 작용하기 위한 기질이 제한되어 글루코오스의 유리가 적어졌기 때문이라고 하였다. Nanjappa 등(1999)도 결정성의 비율이 증가함에 따라서 IVSD는 감소한다고 하였다. 한편, 옛기름 첨가군의 IVSD가 대조군 보다 높은 것은 α-amylase의 작용으로 인해 전분

<Table 4> *In vitro* starch digestibility of *Jeungpyun* with different levels of malt extract during storage

Storage time (days)	Room temperature (25±1°C)				Refrigerated temperature (4±1°C)			
	<i>in vitro</i> starch digestibility (g glucose/100 g d.m.b)				<i>in vitro</i> starch digestibility (g glucose/100 g d.m.b)			
	JP-0 ¹⁾	JP-10	JP-20	JP-40	JP-0	JP-10	JP-20	JP-40
0	^A 16.9±0.3 ^{3)c}	^A 18.8±0.9 ^c	^A 19.6±0.3 ^b	^A 21.4±0.9 ^a	^A 16.9±0.3 ^c	^A 18.8±0.9 ^c	^A 19.6±0.3 ^b	^A 21.4±0.9 ^a
1	^B 14.6±0.4 ^d	^B 16.7±0.2 ^c	^B 18.5±0.5 ^b	^A 21.0±0.1 ^a	^B 12.9±0.3 ^c	^B 13.5±0.1 ^c	^B 15.7±1.2 ^b	^B 17.8±0.9 ^a
2	^{BC} 14.0±0.1 ^d	^B 15.9±0.2 ^c	^C 17.0±0.3 ^b	^B 19.4±0.6 ^a	^B 12.4±0.5 ^b	^B 12.6±0.6 ^b	^C 13.0±0.3 ^b	^B 16.8±1.0 ^a
4	^C 11.5±0.3 ^d	^C 13.3±0.5 ^c	^D 15.6±0.3 ^b	^C 17.3±0.5 ^a	^C 8.2±1.5 ^b	^C 9.6±0.6 ^b	^D 10.4±0.5 ^b	^C 14.4±0.5 ^a
7	^D 6.7±0.3 ^d	^D 8.9±0.1 ^c	^E 12.1±0.9 ^b	^D 15.3±0.4 ^a	^D 4.2±0.2 ^d	^D 7.2±1.0 ^c	^D 10.5±0.4 ^b	^C 13.6±0.6 ^a

¹⁾JP-0, *Jeungpyun* without malt extract; JP-10, *Jeungpyun* added with 10 mL of malt extract; JP-20, *Jeungpyun* added with 20 mL of malt extract; JP-40, *Jeungpyun* added with 40 mL of malt extract.

²⁾Mean±SD; ^{a-d)}Different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{A-E)}Different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

<Table 5> Resistant starch of *Jeungpyun* with different levels of malt extract during storage

Storage time (days)	Room temperature (25±1°C)				Refrigerated temperature (4±1°C)			
	Resistant starch (g/100 g d.m.b)				Resistant starch (g/100 g d.m.b)			
	JP-0 ¹⁾	JP-10	JP-20	JP-40	JP-0	JP-10	JP-20	JP-40
0	^B 5.8±0.1 ^{3)a}	^B 5.7±0.6 ^a	^A 5.6±0.7 ^a	^A 5.2±0.9 ^a	^{BC} 5.8±0.1 ^a	^{BC} 5.7±0.3 ^a	^A 5.6±0.7 ^a	^A 5.2±0.1 ^a
1	^{AB} 6.3±0.2 ^a	^{AB} 6.2±0.2 ^a	^A 5.9±0.2 ^a	^A 5.0±0.2 ^b	^A 6.9±0.4 ^a	^A 6.8±0.2 ^a	^A 5.9±0.3 ^b	^A 5.0±0.1 ^c
2	^A 6.9±0.2 ^a	^A 6.4±0.2 ^{ab}	^A 6.1±0.2 ^b	^A 5.5±0.3 ^c	^A 7.1±0.2 ^a	^A 7.1±0.2 ^a	^A 6.2±0.1 ^b	^A 5.7±0.2 ^c
4	^B 5.9±0.2 ^a	^B 5.8±0.2 ^a	^A 5.7±0.6 ^{ab}	^A 5.3±0.8 ^b	^{AB} 6.6±0.5 ^a	^{AB} 6.4±0.1 ^a	^A 6.2±0.1 ^a	^A 5.4±0.1 ^b
7	^B 5.9±0.6 ^a	^B 5.7±0.1 ^a	^A 5.7±0.3 ^a	^A 5.0±0.2 ^a	^C 5.5±0.0 ^a	^C 5.4±0.7 ^a	^B 4.6±0.8 ^a	^A 4.5±0.3 ^a

¹⁾JP-0, *Jeungpyun* without malt extract; JP-10, *Jeungpyun* added with 10 mL of malt extract; JP-20, *Jeungpyun* added with 20 mL of malt extract; JP-40, *Jeungpyun* added with 40 mL of malt extract.

²⁾Mean±SD; ^{a-c)}Different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{A-C)}Different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

분자들의 재결정화가 지연됨에 따라서 보다 많은 전분분자들이 효소의 작용을 받기 때문인 것으로 생각된다.

5. 저항전분

실온 및 냉장 저장기간 중 증편의 저항전분 함량(g/100 g 건중량)은 저장기간 4일까지 증가하였으며, 엿기름 첨가군의 저항전분 함량이 대조군보다 낮았다<Table 5>. 대조군은 실온 저장 2일 5.8에서 6.9로 유의적으로($p<0.05$) 증가하였으며 이후 증가율이 감소하였고, 저장 4일과 7일 사이에서는 유사한 함량을 나타내어 저장 7일 저항전분 함량은 5.9를 나타내었다. 엿기름 첨가군의 저항전분 함량은 대조군과 유사한 경향을 나타내었는데, 실온 저장 2일 첨가량에 따라서 JP-10은 5.7에서 6.4, JP-20은 5.6에서 6.1, JP-40은 5.2에서 5.5로 각각 증가하였으며, 이후 증가율이 감소한 반면, 저장 7일에는 JP-10은 5.7, JP-20은 5.7, JP-40은 5.0을 각각 나타내었다. 한편, 냉장 저장기간 중 저항전분 함량은 저장기간 4일 까지 증가한 반면, 저장 7일에는 감소하는 경향을 나타내었으며, 엿기름 첨가군의 저항전분 함량이 대조군보다 낮았다. 대조군은 저장 4일 5.8에서 6.6으로 증가한 반면, 엿기름 첨가군은 첨가량에 따라서 저장기간 중 JP-10은 5.7에서 6.4, JP-20은 5.6에서 6.2, JP-40은 5.2에서 5.4로 각각 증가

하였다. 한편 저장기간 7일에는 대조군은 5.5로 감소한 반면, 엿기름 첨가군은 JP-10은 5.4, JP-20은 4.6, JP-40은 4.5로 각각 감소하였다. 한편, 실온 및 냉장 저장기간 중 엿기름 첨가군의 저항전분 함량은 엿기름 추출액의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였다. 또한 증편의 저항전분 함량은 냉장 저장에서 더 높았다.

증편의 실온 및 냉장 저장기간 중 저항전분 함량의 변화는 전밀 빵과 crumb의 실온 및 냉장 저장기간 중 저항전분 함량을 4일까지 증가시켰다고 보고한 Niba(2003)의 연구 결과와 일치하였다. 저장기간 중 저항전분 형성은 현저하게 아밀로오스 재결정화를 포함한다(Namratha 등 2002). 반면, 아밀로펙틴의 재결정화는 보다 느리므로 적은 정도로 저항전분 형성에 관여한다(Garcia-Alonso 등 1999).

Lionetto 등(2005)은 노화가 제품의 수분 함량과 관련이 있다고 하였다. Sánchez-Pardo 등(2007)은 재래식으로 구운 파운드케이크를 실온에서 8일간 저장 했을 때 수분 함량은 감소하였으며 노화과정 중에 형성된 저항전분은 유의적으로 증가하였다고 보고하였는데, Lionetto 등(2005)은 이것은 물의 가소화 영향 측면에서 설명되어 질수 있는데, 즉 수분이 전분 중합체 사슬 사이에 침투하여 자유공간을 증가시킴으로써 유리전이온도(Tg)를 감소시키므로, 아밀로펙틴 A 사슬들

<Table 6> Soluble starch of *Jeungpyun* with different levels of malt extract during storage

Storage time (days)	Room temperature (25±1°C)				Refrigerated temperature (4±1°C)			
	Soluble starch (g/100 g d.m.b)				Soluble starch (g/100 g d.m.b)			
	JP-0 ¹⁾	JP-10	JP-20	JP-40	JP-0	JP-10	JP-20	JP-40
0	^A 56.5±0.6 ^{3)a}	^A 65.0±0.5 ^a	^A 65.2±7.1 ^a	^A 67.3±2.5 ^a	^A 56.5±0.6 ^a	^A 65.0±0.5 ^a	^A 65.2±7.1 ^a	^A 67.3±2.5 ^a
1	^{AB} 55.3±1.9 ^b	^B 59.8±0.9 ^{ab}	^B 61.3±1.1 ^a	^B 63.1±2.3 ^a	^{AB} 54.2±0.7 ^a	^A 60.7±24.6 ^a	^A 63.3±4.7 ^a	^A 64.7±0.0 ^a
2	^B 52.8±0.6 ^b	^{BC} 58.3±1.1 ^a	^B 59.1±1.9 ^a	^{BC} 59.0±1.8 ^a	^B 52.7±2.4 ^a	^A 56.8±1.8 ^a	^B 57.1±0.4 ^a	^B 57.1±1.1 ^a
4	^C 46.7±1.2 ^b	^{BC} 55.7±1.2 ^a	^B 56.0±1.1 ^a	^C 58.1±1.3 ^a	^C 46.0±0.6 ^c	^A 51.4±0.0 ^b	^B 54.5±2.1 ^{ab}	^B 55.5±1.4 ^a
7	^C 48.8±0.7 ^b	^C 55.8±2.8 ^a	^B 56.3±1.7 ^a	^C 58.7±0.7 ^a	^C 48.1±0.6 ^b	^A 52.3±1.1 ^{ab}	^B 55.0±0.8 ^a	^B 56.5±4.0 ^a

¹⁾JP-0, *Jeungpyun* without malt extract; JP-10, *Jeungpyun* added with 10 mL of malt extract; JP-20, *Jeungpyun* added with 20 mL of malt extract; JP-40, *Jeungpyun* added with 40 mL of malt extract.

²⁾Mean±SD; ^{a-c)}Different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{A-C)}Different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

의 유동성 및 그들의 결정화하는 능력을 강화시키기 때문이라고 하였다. 그러나 Sánchez-Pardo 등(2007)은 microwave oven에 의해 구운 파운드케이크에서는 이러한 유사한 효과가 발견되지 않았는데 이는 저장기간 동안에 수분 함량이 일정하였기 때문이라고 하였다(Sánchez-Pardo 등 2007). 한편, Garcia-Alonso 등(1999)은 실온 저장은 저항전분 형성을 촉진하는 반면, 냉장은 감자에서는 저항전분을 증가시키나 곡류에서는 그의 함량을 감소시킨다고 하였다. 옛기름 첨가군 증편의 저항전분 함량은 대조군보다 낮았는데 Sajilata 등(2006)는 α-amylase의 궁극적인 생성물인 말토오스, 글루코오스와 같은 당류는 항가소제로 작용하며 Tg를 증가시켜 전분의 결정화를 지연시킴으로서 저항전분 형성이 감소된다고 하였다.

반면, 냉장 저장기간 7일 후 저항전분 함량은 감소하는 것으로 나타났는데, Muir 등(1995)은 노화와 저항전분 형성에 최소로 기여하며 또한 가역적이다. 따라서 장기 저장기간 중 저항전분 함량의 감소는 아밀로펙틴의 노화에 있어서 역반응의 결과일 수 있다고 하였다. Kim 등(1997)은 저장기간 중 쌀 빵의 약간의 노화는 그것이 향미와 조직감에 있어서 바람직한 기준에 부합하다면 바람직한 hypoglycemic 성질을 부여하므로, 그렇게 바람직하지 않는 것은 아니다 라고 보고 하였다.

저항전분은 소장을 거쳐 대장에서 발효되어 propionic acid, butyric acid 등과 같은 유기산 및 단쇄지방산을 형성함으로써 장의 pH를 저하시켜 대장을 건강하게 유지하는데 기여한다(Hylla 등 1998). 또한 전분분해 속도 및 혈관으로 글루코오스의 방출을 저하시킴으로서 혈당지수를 감소시켜 당뇨병 환자의 식이조절에 이로운 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다(Tova 등 1992).

6. 용해성전분

본 연구에서 측정된 옛기름 첨가군 증편의 SS 함량은 amyglucosidase와 pancreatic α-amylase를 사용하여 37°C에서 16시간 가수분해 된 전분 분획을 측정하였으므로 효소에

의해 가수 분해될 수 있는 전분(Digestible starch) 혹은 용해성 전분(non-RS)를 나타낸다. 증편의 실온 및 냉장 저장기간 중 SS 함량(g/100 g DM)은 감소하였으며. 옛기름 첨가군 증편의 SS 함량이 대조군보다 높았다<Table 6>. 실온 저장기간 중 SS 함량은 대조군은 56.5에서 48.8로 감소한 반면, 옛기름 첨가군은 첨가량에 따라서 JP-10은 65.0에서 55.8, JP-20은 65.2에서 56.3, JP-40은 67.3에서 58.7로 각각 감소하였다. 냉장 저장기간 중 SS 함량은 실온 저장기간과 유사한 경향을 나타내었다. 대조군의 SS 함량은 저장 중 56.5에서 48.1%로 감소한 반면, 옛기름 첨가군은 JP-10은 65.0~52.3%, JP-20은 65.2~55.0%, JP-40은 67.3~56.5%로 각각 감소하였다. 그러나 실온 및 냉장 저장기간 중 옛기름 첨가한 증편의 SS 함량은 옛기름 첨가량 추출액이 많을수록 증가하였다.

따라서 옛기름 추출액의 첨가는 저장기간 중 증편의 저항전분 함량은 감소시킨 반면, 효소에 의해 분해 될 수 있는 전분 분획의 함량을 증가시키는 것으로 나타났다. 또한 실온 저장된 증편의 SS 함량은 냉장 저장된 증편보다 일반적으로 높게 나타났다.

이러한 결과는 옥수수 빵 crumb의 SS 함량이 저장기간 중 감소하였다고 보고한 Niba(2003)의 결과와 일치하였다. 그는 저장기간 중 SS의 감소는 amylase에 의해 가수분해 되기 어려운, 아밀로오스의 재구조화 및 재배열의 결과 일 수 있다고 하였다. 옛기름 첨가군의 SS 함량이 대조군보다 높은 것은 α-amylase에 의한 전분의 가수분해 및 아밀로오스의 재결합이 지연되기 때문인 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 옛기름 추출액의 첨가량을 달리하여 증편을 제조하고 실온(25±1°C) 및 냉장 온도 저장(4±1°C 냉장 저장)기간 중 증편의 이화학적 품질특성에 대한 옛기름 추출액의 영향을 알아보았다. 이를 위하여 증편의 노화 과정 중 영향을 받는 정도, 수분 및 수용성전분 함량, 그리고 IVSD

등을 측정하였다. 또한 저장 중 저항전분 및 용해성전분(non-RS) 함량을 측정하였으며 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 실온 및 냉장 저장기간 중 모든 증편(증편)의 경도는 증가하였으나 대조군에 비해 엿기름 첨가군의 경도가 더 낮았다. 또한 실온 보다 냉장 저장기간에서 노화속도가 더 신속하게 일어났다.

둘째, 증편의 수분과 수용성전분 함량 및 IVSD는 감소하였으나 이들 농도들은 대조군에서 보다 엿기름 첨가군에서 더 높았다. 또한 냉장 저장기간에서 보다 실온 저장기간에서 더 높았다.

셋째, 증편의 저항전분 함량은 저장 4일까지 증가한 반면, 저장 7일에는 감소하였다. 그러나 대조군에 비해 엿기름 첨가군의 저항전분 함량이 더 낮았다. 한편 증편의 SS 함량은 감소하였으나 대조군보다 엿기름 첨가군의 SS 함량이 더 높았다. 또한 저항전분 함량은 냉장 저장기간에서 더 높은 반면, SS 함량은 실온 저장기간에서 더 높았다.

넷째, 엿기름 첨가군 증편에 있어서 경도와 저항전분 함량의 감소 및 다른 노화 관련 함수들의 증가는 엿기름 추출액의 첨가량에 의존하였다.

이상의 결과들로부터 증편 제조 시 엿기름 추출액의 첨가는 실온 및 냉장 저장기간 중 증편의 경도를 감소시킴으로써 노화를 방지하는 것으로 나타났다. 또한 실온 및 냉장 저장기간은 저항전분 함량을 4일까지 증가시켰으나, 엿기름 추출액 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였다. 따라서 엿기름 추출액의 첨가량 및 증편의 저장기간 조건은 바람직한 조직감과 생리활성이 있는 것으로 알려진 저항전분을 보유하기 위해서 중요한 것으로 생각된다.

■ 참고문헌

- 강인희. 1990. 한국의 맛. 대한교과서. 서울. p 421
- Annisson G, Topping DL. 1994. Nutritional role of resistant starch: Chemical structure vs physiological function. *Annu. Rev. Nutr.*, 14:297-320
- Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR. 1980. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J. Food Sci.*, 45(6):1669-1680
- Biliaderis CG. 1998. Structure and phase transitions of starch polymers: Polysaccharide Association of Structures in Food. Marcel Dekker. New York. pp 157-168
- Bjorck I, Nyman M, Pederson B, Silhstrom M, Asp NG, Eggum OB. 1986. On the digestibility of starch in wheat bread-studies *in vitro* and *vivo*. *J. Cereal Sci.*, 4(1):1-11
- Bowles LK. 1996. Amylolytic enzymes in baked goods freshness. Marcel Dekker. New York. pp 105-129
- Boyacıoğlu MH, D'Appolonia BL. 1994. Characterization and utilization of durum wheat for bread making III. Staling properties of bread baked from bread wheat flours and durum wheat flours. *Cereal Chem.*, 71(1):34-41
- Christen GL, JS Smith. 2000. Food Chemistry: Principles and Applications. Science Technology System. California. p 62
- Garcia-Alonso A, Jiménez-Escrig A, Martín-Carrón N, Bravo L, Sauro-Calixto F. 1999. Assessment of some parameters involved in the gelatinization and retrogradation of starch. *Food Chem.*, 66(2):181-187
- Gujral HS, Haros M, Rosell CM. 2003. Starch hydrolyzing enzymes for retarding the staling of rice bread. *Cereal Chem.*, 80(6):750-754
- HE H, Hosney RC. 1990. Changes in bread firmness and moisture during long-term storage. *Cereal Chem.*, 67(6):603-605
- Hylla S, Gostner A, Dusel G, Anger H, Bartram HP, Christl SU, Kasper H, Scheppach W. 1998. Effects of resistant starch on the colon in healthy volunteers: possible implications for cancer prevention. *Am. J. Clin. Nutr.*, 67(1):136-142
- Kim JO, Kim WS, Shin MS. 1997. A comparative study on retrogradation of rice starch gels by DSC, X-ray and α -amylase methods. *Starch-Strke.* 49(2):71-75
- Krog N, Olesen SK, Toernase H, Joensson T. 1989. Retrogradation of the starch fraction in wheat bread. *Cereal Foods World*, 34:281
- Kumari M, Urooj A, Prasad NN. 2007. Effect of storage on resistant starch and amylose content of cereal-pulse based ready-to-eat commercial products. *Food Chem.*, 102(4):1425-1430
- Lee ES, Doo HJ, Kim YR, Sim JY. 2010. A study on the quality characteristics of *backsulgi* prepared with combined treatment of enzyme and trehalose. *Food Eng. Prog.*, 14(3):235-242
- Lee KJ, Lee SY, Kim YR, Park JW, Shim JY. 2004. Effect of dry heating on the pasting/retrogradation and textural properties of starch-soy protein mixture. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 36(4):568-573
- León AE, Durán E, Benedito de Barber C. 2002. Utilization of enzyme mixtures to retard bread crumb firming. *J. Agr. Food Chem.*, 50(6):1416-1419
- Lionetto F, Maffezzoli A, Ottenhog MA, Farharhat IY, Mitchell JR. 2005. The retrogradation of concentrated wheat starch systems. *Starch/Strke.* 57(1):16-24.
- Martin M, Hosney RC. 1991. A mechanism of bread firming. Role of starch hydrolyzing enzymes. *Cereal Chem.*, 68(5):503-507
- McCleary BV, Monaghan DA. 2002. Measure of resistant starch. *J. AOAC Int.*, 85(3):665-675.
- Muir JG, Birken A, Jones G, O'Dea K. 1995. Food processing and maize variety affects the amounts of starch escaping digestion in the small intestine. *Am. J. Clin. Nutr.*, 61(1):82-89

- Na HN, Yoon S, Park HW, Oh HS. 1997. Effect of soy milk and sugar addition to *Jeungpyun* on physicochemical property of *Jeungpyun* batters and textural property of *Jeungpyun*. Korean J. Soc. Food Sci., 13(4):484-491
- Najappa J, Jagnnath H, Arya SS. 1999. Thermal analysis of retrogradation of *phulka* and *chapatti*. Indian Food Packer. 3:16-20
- Namratha J, Urooj A, Prasad NN. 2002. Effect of storage on resistant starch content of processed ready-to-eat foods. Food Chem., 79(3):395-400
- Niba LL. 2003. Effect of storage period and temperature on resistant starch and β -glucan content in cornbread. Food Chem., 83(4):493-498
- Nydia O, Baypoli C, Rosas-Burgos EC, Torres-Chàvez PI, Ramirez-Wong B, Serna-Saldivar SO. 2002. Physicochemical changes of starch in maize *tortillas* during storage at room and refrigeration temperatures. Starch-Strke 54(8):358-363
- Rabe E, Sievert D. 1992. Effect of baking, pasta production and extrusion cooking on formation of resistant starch. Eur. J. Clin. Nutr., 46(2):105-107
- Sajilata MG, Singhal RS, Kulkarni PR. 2006. Resistant starch-A review. Compr. Rev. Food Sci. F., 5(1):1-17
- Sánchez-Pardo ME, Ortiz-Moreno A, Mora-Excobedo A, Necochea-Mondragón H. 2007. In vitro starch digestibility and predicted glycemic index of microwaved and conventionally baked pound cake. Plant Foods Hum. Nutr., 62(3):99-105.
- Shaikh IM, Ghodke SK, Ananthanarayan M. 2007. Staling of *chapatti* (Indian unleavened flat bread). Food Chem., 101(1):113-119
- Singh U, Kherdekar MS, Jambunathan R. 1982. Studies on *desi* and *kabuli* chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. The levels of amylase inhibitors, levels of oligosaccharides and *in vitro* starch digestibility. J. Food Sci., 47(2):510-512
- Tovar J, Granfeldt Y, Björck IM. Effect of processing on blood glucose and insulin responses to starch in legumes. J. Agr Food Chem., 40(10):1846-1851

2011년 6월 7일 신규논문접수, 8월 11일 수정논문접수, 8월 26일 수정논문접수, 9월 22일 채택