

수침시간에 따른 전통인절미와 즉석인절미의 품질특성

김 철 · 김미환 · 유한중 · 이광호 · 한민수 · 조산순 · 이효구 · 류기형*

공주대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Rice Cake(Injulmi) Made with Traditional Process and Instant Injulmi Machine and Different Steeping Time

Jin Tie, Mi-Hwan Kim, Han-Jong Ryu, Kwang-Ho Lee, Min-Soo Han,
San-Sun Cho, Hyo-Ku Lee and Gi-Hyung Ryu*

Department of Food Science and Technology, Kongju National University

Abstract

This study aimed to develop an instant Injulmi machine by comparing quality characteristics of Injulmi made with traditional process and instant Injulmi machine. The effect of steeping time (6, 12, 18 hr) on hardness rate constant, microstructure, gelatinization degree by RVA and DSC, and water solubility index, water absorption index was studied. The result showed that hardness rate constant of traditional Injulmi and instant Injulmi at 12 hr of steeping time had lowest. Hardness rate constant of instant Injulmi was higher than traditional Injulmi at room temperature(20±1°C), while it was lower than traditional Injulmi in cold storage(4°C). The microstructure depended on steeping time. The small pores could be observed on traditional Injulmi at 6, 12, 18 hr and instant Injulmi at 18 hr steeping. On the RVA gelatinization characteristics, the cold peak viscosity appeared at 6, 12 and 18 hr on traditional Injulmi, but hot peak viscosity did not. The instant Injulmi had the cold peak viscosity for only 18 hr of steeping time. Gelatinization degree by using DSC of traditional Injulmi was 99.89, 99.68, 95.62% and instant Injulmi was 78.49, 80.35, 99.72% at 6, 12 and 18 hr, respectively. The water solubility index of traditional Injulmi was higher than instant Injulmi at 6 and 12 hr of steeping time, but no difference at 18 hr. The traditional Injulmi had low water absorption index than instant Injulmi at 6 and 12 hr.

Keywords: steeping time, korean rice cake, machine, quality characteristics

서 론

떡은 오랜 세월동안 우리 생활에 밀착되어 각종 제례나 예식, 농경의례, 토속신앙을 배경으로 한 각종 제사, 사람이 출생하여 성장하는 통과례, 명절의 행사 등에서 빼놓을 수 없는 한국 고유의 음식이다. 일반적으로 재료, 조리법, 용도, 생김새, 지역에 따라 다양하게 분류되고 있지만 제조공정에 따라 분류하는 것이 합리적일 것이라고 생각된다. 즉 제조방법에 따라 떡을 분류하면 찌는 떡, 치는 떡, 지지는 떡, 삶는 떡으로 분류한다. 그중에서 치는 떡은 곡류를 곡립상태나 가루상태로 시루에 찌 다음 안반이나 절구에 놓고 쳐서 완성한 떡으로 인절미, 절편, 개피떡, 가래떡(흰떡), 단자 등이 이에 속한다(Ryu et al., 2005).

치는 떡의 기본은 인절미인데 주재료에 따라 찹쌀 인절미, 조 인절미, 청정미 인절미가 있고 주재료에 첨가하는 부재료에 따라 죽 인절미, 대추 인절미, 수리취 인절미, 감 인절미 등이 있으며 묻히는 고물에 따라 콩 인절미, 팥 인절미, 깨 인절미, 녹두 인절미, 동부 인절미 등으로 불린다(Lee, 1998).

인절미는 수분함량이 45% 이상인 중간수분식품(intermediate moisture food)으로 저장기간이 경과하면 미생물과 효소에 의하여 변질이 일어나고 전분의 노화에 의하여 조직이 굳어지는 단점이 있다. 따라서 서양의 빵과 비교하여 영양적으로는 우수한 점이 많지만 산업화가 되지 않고 읍면단위 또는 도시에서 소규모로 운영되고 있는 실정이다.

인절미의 전통적인 제조공정은 수침, 물 빼기, 롤밀분쇄(소금첨가), 증자, 편칭, 냉각, 성형 등의 단위조작을 포함하는 회분식 공정이다. 인절미에 관한 연구로는 발아콩가루(Jung et al., 2006), 짧은 감(Hong & Kim, 2005), 구기자가루(Lee et al., 2004), RS3형 저항전분(Kim & Shin, 2003), 가열-냉각 찹쌀전분(Kim & Shin, 2002), 수리취

Corresponding author: Gi-Hyung Ryu, Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan, Choongnam 340-800, Korea
Tel: 82-41-330-1484; Fax: 82-41-335-5944
E-mail: ghryu@kongju.ac.kr

(Lee & Cho, 2001), 다진 대추(Cha & Lee, 2001), 대추가루(Cha et al., 2000), 흑미(Cho & Cho, 2000), 녹차(Kwon et al., 1996), 우린 녹차(Kwon et al., 1996), 차생엽(Lee et al., 1990) 등의 부재료를 첨가한 인절미 품질특성에 대한 연구와 수침시간(Hong, 2002), 제분방법(Kim & Shin, 2002; Kim & Shin, 2000), 찹쌀 품종(Ha et al., 2001; Sung et al., 2000; Choi & Kang, 1999), 제조방법(Lee & Yoon, 1995; Song et al., 1990) 등을 달리한 인절미 텍스처에 대한 연구가 있고 반죽, 첨가제 및 효소분해(Cho et al., 2006), 동결 및 마이크로파 가열(Koh, 1999)이 인절미 품질특성에 미치는 영향, 찰보리 인절미(Yoon & Koh, 1998)에 대한 연구가 보고되어 있다.

인절미의 노화지연에 대하여 대부분의 연구들은 설탕이나 유화제와 같은 부재료를 첨가하여 노화속도를 감소시키는 방법으로 수행되었다. 그러나 설탕이나 유화제에 의한 노화지연은 어느 정도 효과가 있으나 근본적인 해결방법은 아니다. 따라서 인절미 저장의 문제점을 근본적으로 해결하기 위하여 편리하게 소량으로 인절미를 제조할 수 있는 즉석인절미 가공기계의 개발이 필요하다.

개발될 즉석인절미 가공기계는 쌍축압출성형기의 원리를 적용하여 단시간에 혼합, 증자, 살균, 성형의 공정이 동시에 일어나는 연속공정으로 전통 인절미 제조공정의 번거로움을 줄일 수 있고 인절미를 즉석에서 제조하여 섭취하므로 저장할 필요가 없어 인절미의 저장에 따른 노화문제를 근본적으로 해결할 수 있다.

즉석인절미 가공기계 개발의 기초연구로 전보(Jin & Ryu, 2007)에서 찹쌀의 수침공정에 대하여 분석하여 보고하였다. 본 연구는 이를 기초로 수침시간(6, 12, 18 hr)을 달리한 찹쌀로 전통공정과 즉석인절미 가공기계를 이용하여 인절미를 제조한 후 인절미의 굳기, 굳기속도상수, 미세구조, 페이스트 점도, 시차주사열량기에 의한 호화특성, 수분용해지수와 수분흡착지수 등의 품질특성을 비교하였다.

재료 및 방법

재료

찹쌀은 충남 부여군에서 2006년도에 수확한 동진찹쌀을 정미소에서 구입하여 사용하였으며 롤밀(roller mill, Shinpoong ENG, Ltd., Korea)을 이용하여 분쇄한 후 측정된 수분함량은 13.98%이었다.

전통인절미제조

전통인절미의 제조공정은 Fig. 1과 같다. 찹쌀을 4회 세척하고 찹쌀무게의 두 배 이상 되는 물에 침지하였다. 수침 6, 12, 18 시간일 때 각각 체에 담아 30분간 물 빼기를 하였다. 수침찹쌀무게의 1%되게 소금을 첨가한 후 롤밀간격 0 mm에서 1회 분쇄하였다. 분쇄한 찹쌀가루에 물을

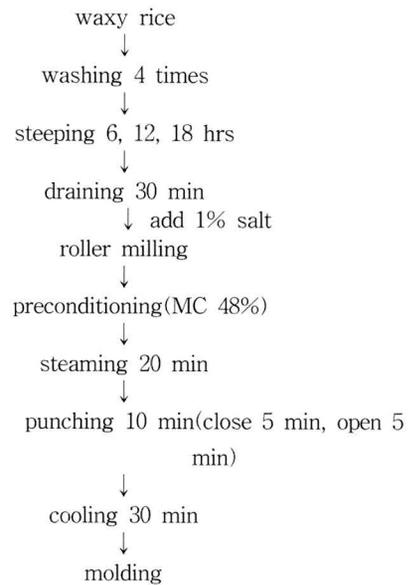


Fig. 1. Procedure of traditional Injumi making process.

첨가하여 수분함량이 48%되게 조절한 다음 냉장고에서 12 시간 동안 예비수분조절(preconditioning)을 하였다.

예비수분조절한 찹쌀을 시루(Daeshin ENG, Seoul, Korea)에 담아 증자기(Daechang ENG, Seoul, Korea)에 올려놓고 스팀이 올라오기 시작할 때부터 시작하여 20분간 증자하였다. 증자한 찹쌀을 편칭기(Shinpoong ENG, Ltd., Korea)에 넣고 5분간 뚜껑이 닫힌 상태에서 편칭하고 5분간은 뚜껑이 열린 상태에서 편칭하였다. 편칭한 인절미를 꺼내어 미리 얇은 비닐을 깔고 비닐에 식용유를 바른 성형틀에 고르게 퍼서 30분간 냉각하였다. 냉각한 인절미를 3 cm × 3 cm × 1.5 cm(길이×너비×높이) 되게 절단한 후 랩으로 싸서 포장하여 실험에 사용하였다.

즉석인절미제조

Fig. 2는 즉석인절미의 제조공정을 나타낸 것이다. 찹쌀의 세척, 수침, 물 빼기, 롤밀 분쇄, 예비수분조절, 냉각, 성형, 포장은 전통인절미의 제조공정과 똑같이 하였고 증자와 편칭단위조작은 즉석인절미기계(IRCM-1, Inchen Machinery, Korea)를 이용하였다. 즉석인절미기계의 스크루 배열은 Fig. 3과 같으며 스크루 직경은 3.2 cm, 길이와 직경비(L/D ratio)는 13:1, 사출구는 사각형으로 길이는 2 cm, 너비는 1 cm인 것을 사용하였다. 배열의 온도조절은 전열기와 냉각수를 사용하여 조절하였다.

즉석인절미기계의 작동조건은 배열온도 130°C, 찹쌀의 수분함량 48%, 스크루 회전속도 200 rpm, 원료 사입량은 200.6 g/min으로 고정하였다.

굳기

수침시간(6, 12, 18 hr)에 따른 전통인절미와 즉석인절미

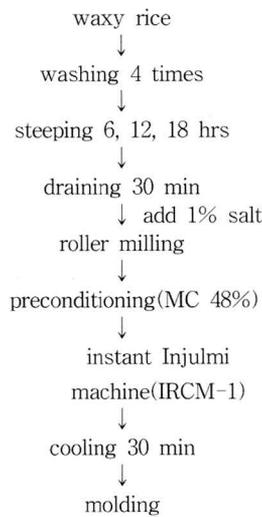


Fig. 2. Procedure of instant Injulmi making process.

의 굳기는 레오메타(Sun Rheometer Compac-100, Sun Sci. Co., Japan)를 이용하여 실온(20±1°C), 냉장(4°C)저장하면서 저장시간 0, 12, 24, 27, 30, 33, 36, 42, 48 시간일 때 측정하였다. 이때 사용된 probe type은 경도측정용 probe로서 원형이며 직경은 20 mm이었고 load cell은 10 kg, table speed는 60 mm/min, 시료의 진입깊이는 8 mm로 하였다.

굳기속도상수

수침시간에 따른 전통인절미와 즉석인절미의 굳기속도를 비교하기 위하여 Park(2006)의 백설기의 저장 중 노화속도의 결정방법(식 1)을 이용하여 저장시간에 따른 굳기(H_t)와 초기굳기(H₀)의 비의 자연로그 값과 저장시간의 1차 선형 회귀직선의 기울기를 굳기속도상수(hardness rate constant, k)로 나타내었다.

$$LN \frac{H_t}{H_0} = kt \tag{1}$$

H_t : Hardness at storage time (t)

H₀ : Initial hardness (t₀)

t : Storage time (hr)

k : Hardness rate constant (hr⁻¹)

동결건조

수침시간에 따른 전통인절미와 즉석인절미의 미세구조, 수분용해지수와 수분흡착지수, RVA 및 DSC에 의한 호화 특성을 비교하기 위하여 수침시간(6, 12, 18 시간)을 달리 하여 제조한 수침찰쌀, 전통인절미와 즉석인절미를 동결건조기(Freeze dryer, FD8508, ilShin Lab Co. Ltd., Korea)에서 동결건조하였다. 수침찰쌀은 48시간, 전통인절미와 즉석인절미는 72시간 동결건조한 후 후드믹서로 분쇄하고 35 mesh 체로 친 시료를 실험에 사용하였다.

미세구조

동결건조한 전통인절미와 즉석인절미를 알루미늄판에 접착하여 gold-palladium mix로 1분간 코팅한다. 주사현미경(JSM-6335F, JEOL, Japan)의 가속전력 10 kV에서 ×200, ×400 배율로 미세구조를 관찰하였다.

페이스트 점도

원료 찹쌀, 수침시간(6, 12, 18 hr)을 달리하여 제조한 수침찰쌀과 동결건조한 수침찰쌀, 수침시간에 따른 전통인절미와 즉석인절미의 페이스트 점도는 신속점도측정기(RVA, Rapid Visco Analyser, Newport Scientific Inc., RVA-3D, Australia)를 사용하여 측정하였다. 시료 3.5 g (14%, w.b.)을 알루미늄캔에 넣은 후 25 mL의 증류수를 가하고 유리막대기를 이용하여 1차 교반한 후 페이스트 점도를 측정하였다.

신속점도측정기의 가열과 냉각조건은 초기온도 25°C에서 2분간 25°C로 유지한 다음 5분간 95°C로 가열 후 3분간 95로 유지하였으며 5분에 걸쳐 25°C로 냉각하였다. 총 소요 시간은 20분이었으며 시료의 분산을 증가시키기 위하여 10초간 960 rpm으로 페달을 회전시킨 후 160 rpm에서 점도를 측정하였다. Fig. 4의 페이스트 점도곡선으로부터 최고점도(peak viscosity, PV), 최저점도(trough viscosity, TV), 최종점도(final viscosity, FV), 구조파괴점도 (breakdown viscosity, BV), 회복점도(setback viscosity, SV)와 호화개시 온도(pasting temperature, PT)등의 페이스트점도 지표를 각각 계산하였다.

시차주사열량기에 의한 호화특성

원료 찹쌀, 수침시간(6, 12, 18 hr)을 달리하여 제조한

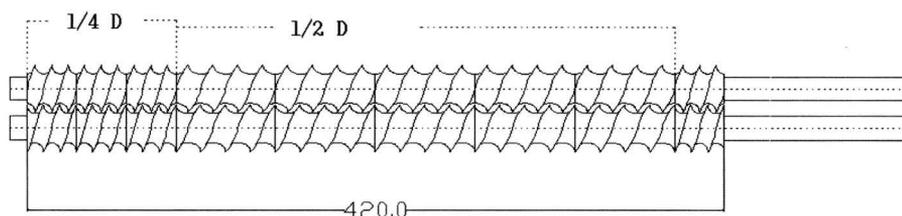


Fig. 3. Screw configuration for instant Injulmi process(Model IRCM-1).

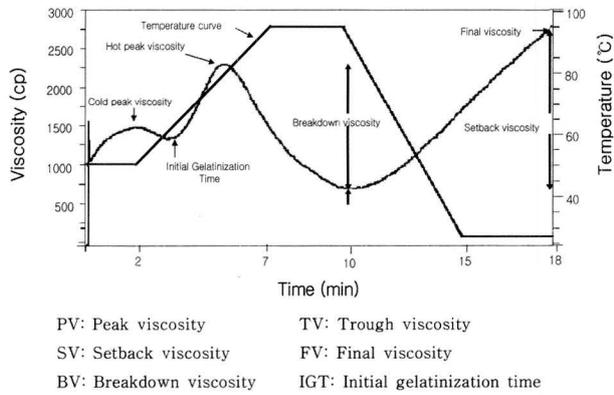


Fig. 4. RVA temperature profile and pasting parameters.

수침잡쌀과 동결건조한 수침잡쌀, 수침시간에 따른 전통인절미와 즉석인절미 시료 10 mg을 aluminum sample pan에 취하고 여기에 각 시료의 3배에 해당하는 증류수를 micro syringe로 가하여 밀봉한 다음 1시간 방치시킨 후 시차주사열량기(Differential Scanning Calorimeter, DSC-7 series, Perkin Elmer Co., Norwalk, CT, USA)를 이용하여 10°C/min의 가열속도로 25°C부터 120°C까지 가열하여 흡열곡선을 얻었다. 이 흡열 peak로부터 Perkin-Elmer Thermal Analysis Software로 분석하여 호화개시온도(onset), 호화정점온도(peak), 호화엔탈피(ΔH)를 구하였고 얻어진 호화엔탈피로부터 Wang & Sastry(1997)의 방법(식 2)을 이용하여 호화도를 계산하였다.

$$SG(\%) = \left[1 - \frac{\Delta H_G}{\Delta H_{raw}} \right] \times 100 \quad (2)$$

SG : Degree of starch gelatinization (%)

ΔH_G : Gelatinization enthalpy of sample (J/g)

ΔH_{raw} : Gelatinization enthalpy of raw material (J/g)

수분용해지수와 수분흡착지수

수침시간(6, 12, 18 hr)에 따른 전통인절미와 즉석인절미의 수용성 성질을 분석하기 위하여 AACC(1983)방법을 응용하여 동결건조한 시료 1 g(건량기준)에 증류수 25 mL를 가하여 30°C의 항온수조(SWB 10, Jeio Tech, Korea)에서 30분간 교반한 후 원심분리기(HA-1000-3, Hanil Science Industril Co., Korea)에서 3000 rpm으로 20분간 원심분리하였다. 상등액은 알루미늄접시에 부어 105°C의 열풍건조기(HB-502MP, Han Beak Co., Korea)에서 2시간 동안 건조하였다. 건조된 시료를 데시케이터에 담아 30분간 방냉 후 고형분 함량을 측정하였다. 상등액을 따른 후의 튜브무게를 칭량하고 수분용해지수 (water soluble index, WSI)와 수분흡착지수(water absorption index, WAI)를 각각 식(3)과 식(4)로 결정하였다.

$$WSI(\%) =$$

$$\frac{\text{Dry solid wt. recovered by evaporating the supernatant} \times 100}{\text{Dry sample wt.}} \quad (3)$$

$$WAI(g/g) = \frac{\text{Hydrated Sample wt.} - \text{Dry sample wt.}}{\text{Dry sample wt.}} \quad (4)$$

결과 및 고찰

굳기

수침시간을 달리하여 제조한 전통인절미와 즉석인절미를 저장시간 0, 12, 24, 27, 30, 33, 36, 42, 48 시간일 때 실온(20±1°C) 및 냉장저장(4°C)에서 측정된 굳기는 각각 Fig. 5(a), (b)와 같고 인절미 제조직후 굳기를 측정하기 시작한 시간을 저장 0시간으로 하였다. 저장 0시간일 때 수침 6, 12, 18 시간에서 전통인절미의 굳기는 각각 336.2, 345.2,

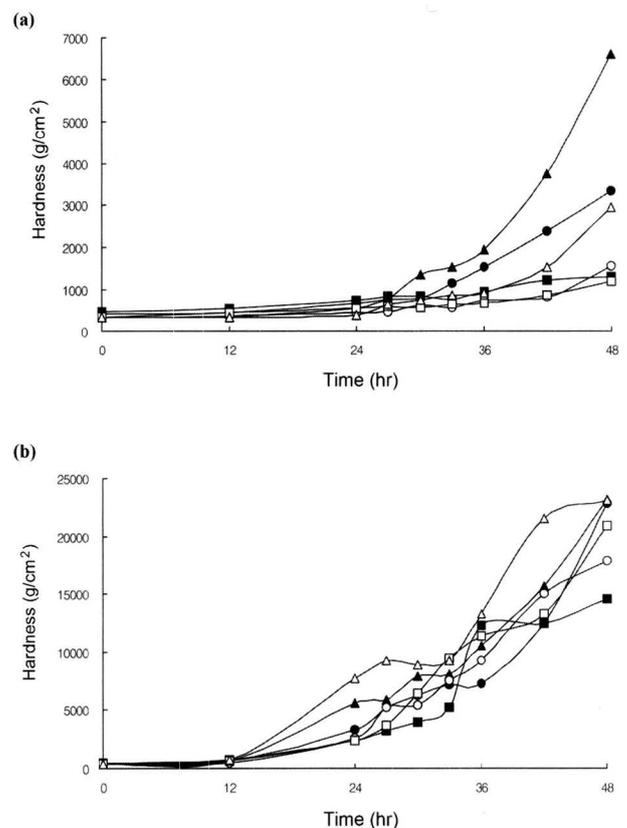


Fig. 5. Effects of steeping time 6, 12, and 18 hr on hardness of traditional and instant Injulmi at room temperature(a) and cold storage(b).

- : Instant Injulmi made by steeping waxy rice for 6 hr
- : Instant Injulmi made by steeping waxy rice for 12 hr
- ▲ : Instant Injulmi made by steeping waxy rice for 18 hr
- : Traditional Injulmi made by steeping waxy rice for 6 hr
- : Traditional Injulmi made by steeping waxy rice for 12 hr
- △ : Traditional Injulmi made by steeping waxy rice for 18 hr

331.4 g/cm²이었고 즉석인절미의 굳기는 각각 339.6, 463.6, 401.3 g/cm²이었다. 동일한 수침시간에서 즉석인절미의 굳기가 전통인절미보다 약간 높은 값을 나타내었고 수침시간에 따라서 전통인절미는 큰 차이를 나타내지 않았으며 즉석인절미는 수침 12시간 일 때 가장 높은 값을 나타내었다.

실온저장에서 전통인절미와 즉석인절미의 굳기는 수침 6, 12, 18 시간일 때 저장시간이 0시간에서 48시간으로 증가함에 따라 모두 크게 증가하는 경향을 나타내었고 저장 12시간까지는 큰 변화가 없다가 24시간부터 증가하기 시작하였다. 저장 48시간일 때 수침 6, 12, 18 시간에서 전통인절미의 굳기는 각각 1576.4, 1204.0, 2960.3 g/cm²이었고 즉석인절미의 굳기는 각각 3340.6, 1320.9, 6610.2 g/cm²이었다. 동일한 수침시간에서 즉석인절미의 굳기가 전통인절미보다 높은 값을 나타내었고 전통인절미와 즉석인절미 모두 수침 12시간일 때 가장 낮은 값을 나타내었으며 수침 18시간일 때 가장 높은 값을 나타내었다.

냉장저장에서도 실온저장과 똑같이 저장시간의 증가에 따라 전통인절미와 즉석인절미의 굳기가 증가하는 경향을 나타내었고 저장 12시간까지는 큰 변화가 없다가 24시간부터 급격히 증가하기 시작하였다. 저장 48시간일 때 수침 6, 12, 18 시간에서 전통인절미의 굳기는 각각 17885.8, 20864.9, 23053.1 g/cm²이었고 즉석인절미의 굳기는 각각 22838.9, 14525.0, 23187.7 g/cm²로 실온저장에 비하여 아주 큰 값을 나타내었다.

수침시간이 6시간에서 18시간으로 증가함에 따라 전통인절미의 굳기는 증가하는 경향을 나타내었고 즉석인절미는 수침 12시간일 때 가장 낮은 값을 나타내었다. 수침 6시간에서 즉석인절미의 굳기가 전통인절미보다 높은 값을 나타내었고 수침 12시간에서는 즉석인절미가 전통인절미보다 낮은 값을 나타내었으며 수침 18시간에서 즉석인절미와 전통인절미가 비슷한 값을 나타내었다.

본 실험에서 저장시간이 증가함에 따라 전통인절미와 즉석인절미의 굳기가 증가하는 경향은 RS3형 저항전분(Kim & Shin, 2003), 수리취(Lee & Cho, 2001), 다진 대추(Cha & Lee, 2001), 대추가루(Cha et al., 2000) 등을 첨가한 인절미의 품질특성에 대한 연구, 찰보리 인절미(Yoon & Koh, 1998)에 대한 연구에서 보고한 경향과 동일한 결과이었다.

Hong(2002)은 수침시간(2, 4, 6, 8, 10 시간)을 달리한 대추인절미의 texture 특성연구에서 hardness는 제조직후부터 저장 72시간까지 수침시간 8시간에서 가장 낮게, 10시간에서 가장 높게 나타났으며 수침시간에 따른 각 시료 간에 유의적인 차이를 보였다고 보고하였다. 이는 본 실험의 수침시간(6, 12, 18 시간)과는 다르지만 실온저장 48시간에서 hardness가 수침 12시간에서 가장 낮게, 수침 18시간에서 가장 높게 나타난 결과와 비슷한 경향이었다.

반면에 Kim et al.(1995)은 찰쌀을 20°C에서 30시간 수

침하면서 6시간 간격으로 만든 찰쌀떡의 경도와 20°C에서 12시간 간격으로 3일 저장후의 경도는 모두 수침시간이 길어질수록 감소하였다고 보고하였고 수침시간이 길어짐에 따라 찰쌀떡의 저장 중 결정화될 수 있는 전분의 양이 감소하였거나 아니면 수침에 의한 찰쌀 성분의 변화 또는 전분의 성질변화에 의해 경도의 변화가 감소하였다고 하였다.

굳기속도상수

Table 1은 수침시간을 달리하여 제조한 전통인절미와 즉석인절미를 실온 및 냉장저장하면서 측정한 저장시간(12, 24, 27, 30, 33, 36, 42, 48 시간)에 따른 굳기와 초기굳기의 비의 자연로그 값과 저장시간의 일차식의 기울기로부터 구한 굳기속도상수를 나타낸 것이다. Fig. 5(a), (b)에서와 같이 저장 0시간에서 12시간까지는 전통인절미와 즉석인절미의 굳기가 큰 변화를 나타내지 않았다. 따라서 굳기속도상수를 구할 때 12시간일 때의 굳기를 초기굳기로 하였으며 구간은 12~48 시간으로 하였다.

실온저장에서 수침 6, 12, 18 시간일 때 전통인절미의 굳기속도상수는 각각 0.0288, 0.0179, 0.0471 hr⁻¹이었고 즉석인절미의 굳기속도상수는 각각 0.0591, 0.0217, 0.0633 hr⁻¹이었다. 동일한 수침시간에서 즉석인절미의 굳기속도상수가 전통인절미보다 높은 값을 나타내었다. 수침시간에 따라서는 전통인절미와 즉석인절미 모두 수침 12시간일 때 각각 0.0179, 0.0217 hr⁻¹로 가장 낮은 굳기속도상수 값을 나타내었고 수침 18시간일 때 각각 0.0471, 0.0633 hr⁻¹로 가장 높은 값을 나타내었다.

냉장저장에서 수침 6, 12, 18 시간일 때 전통인절미의 굳기속도상수는 각각 0.1287, 0.1264, 0.1164 hr⁻¹이었고 즉석인절미의 굳기속도상수는 각각 0.1090, 0.1049, 0.1138 hr⁻¹이었다. 동일한 수침시간에서 실온저장과 반대로 즉석인절미의 굳기속도상수가 전통인절미보다 낮은 값을 나타내

Table 1. Effects of steeping time 6, 12, and 18 hr on hardness rate constant of traditional and instant Injulmi at room temperature and cold storage

Storage method	Making process	Steeping time(hr)	Hardness rate constant(hr ⁻¹)	R ²
Room temperature	Traditional	6	0.0288	0.856
		12	0.0179	0.973
		18	0.0471	0.853
	Instant	6	0.0591	0.923
		12	0.0217	0.857
		18	0.0633	0.914
Cold storage	Traditional	6	0.1287	0.967
		12	0.1264	0.991
		18	0.1164	0.857
	Instant	6	0.1090	0.929
		12	0.1049	0.953
		18	0.1138	0.910

었다. 수침시간에 따라서 전통인절미의 굳기속도상수는 수침 18시간일 때 0.1164 hr⁻¹로 가장 낮은 값을 나타내었고 즉석인절미는 수침 12시간일 때 0.1049 hr⁻¹로 가장 낮은 값을 나타내었다.

Kim et al.(1995)은 찹쌀을 0, 6, 12, 18, 24, 30 시간 수침하여 제조한 찹쌀떡을 20°C에서 12시간 간격으로 3일 저장하면서 측정한 굳기속도상수 값은 수침 0시간일 때의 0.1532 day⁻¹에서 수침 30시간일 때의 0.0990 day⁻¹로 점차 감소하였고 특히 수침 12~18 시간 사이에 크게 감소하였고 그이상의 수침시간에서는 큰 변화가 없다고 보고하였다. 이는 본 실험의 실온저장에서 굳기속도상수가 수침 12시간일 때 가장 낮게, 수침 18시간에서 가장 높게 나타난 결과와 다른 결과이었다.

미세구조

주사전자현미경으로 수침시간을 달리하여 제조한 전통인절미와 즉석인절미의 미세구조를 x200, x400 배율로 관찰한 결과는 Fig. 6, 7과 같다. 전통인절미는 수침시간에 관계없이 모두 기공이 관찰되었고 수침 18시간일 때 기공이 더욱 미세하게 분포되었다. 즉석인절미는 수침 6, 12 시간일 때는 기공을 관찰할 수 없었고 수침 18시간에서 미세

한 기공들이 관찰되었다.

Kang et al.(2001)은 수침시간이 증가할수록 찹쌀반죽 내부에 존재하는 기공의 크기가 작고 기공의 형태가 구형으로 균일하게 분포되는 경향을 보였다고 하였고 Jeon et al. (1995)도 수침시간이 길어짐에 따라 유과의 기공 수는 증가하는 경향을 나타내었다고 보고하였다.

페이스트 점도

신속점도측정기(RVA)를 이용하여 측정한 원료 찹쌀, 수침 찹쌀, 동결건조 수침 찹쌀, 동결건조 전통인절미와 즉석인절미의 페이스트 점도지표는 Table 2와 같다. 6, 12, 18 시간 수침한 찹쌀, 이를 동결건조한 수침 찹쌀의 페이스트 점도지표는 원료 찹쌀의 페이스트 점도지표에 비하여 최고 점도와 구조파괴점도는 현저히 증가하는 경향을 나타내었고 최저점도, 최종점도와 회복점도는 감소하는 경향을 나타내었다. 최고점도가 나타나는 시간을 의미하는 peak time은 감소하는 경향을 나타내었다.

수침 찹쌀과 동결건조한 수침 찹쌀을 비교하면 동결건조 후 최고점도, 최저점도, 구조파괴점도, 최종점도, 회복점도는 모두 증가하는 경향을 나타내었고 peak time은 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 수침시간이 6시간에서 18시간

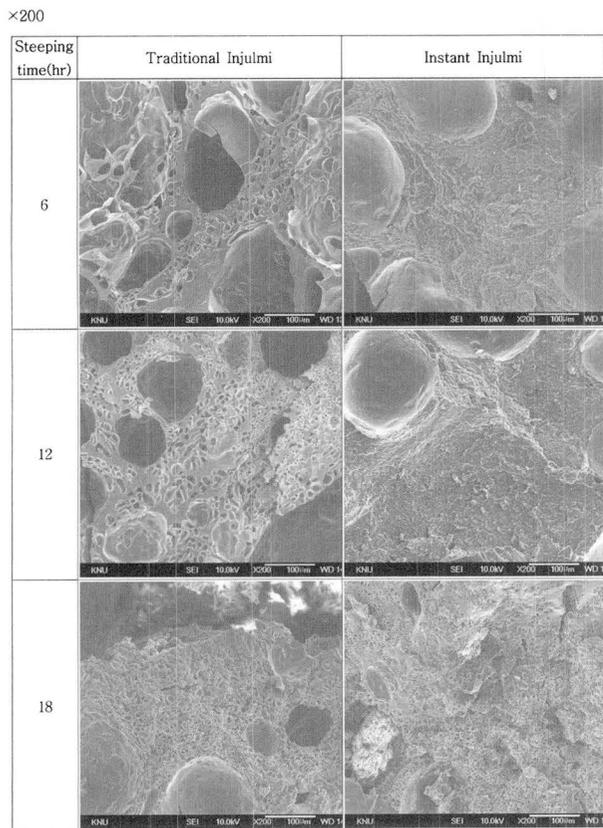


Fig. 6. Effects of steeping time 6, 12, and 18 hr on scanning electron microphotograph of traditional and instant Injulmi (x200).

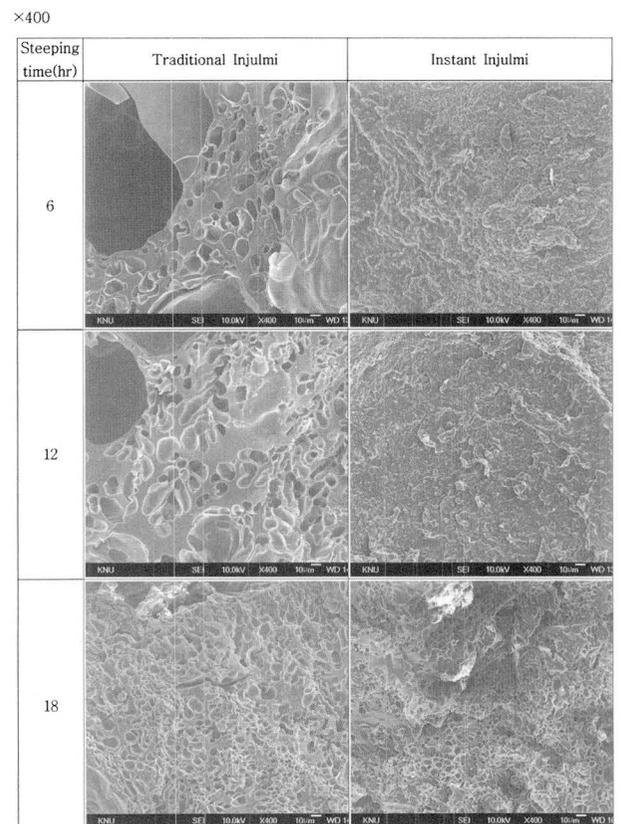


Fig. 7. Effects of steeping time 6, 12, and 18 hr on scanning electron microphotograph of traditional and instant Injulmi (x400).

Table 2. Effects of steeping time 6, 12, and 18 hr on paste viscosity of waxy rice, freeze dried steeping waxy rice, traditional and instant Injulmi

Sample	Drying	Steeping time(hr)	Paste viscosity(cp)					PT ⁶⁾ (min)
			PV ¹⁾	TV ²⁾	BV ³⁾	FV ⁴⁾	SV ⁵⁾	
Waxy rice	Non	0	766	654	112	1411	757	6.62
		6	1081	299	781	812	512	5.47
		12	1246	347	899	906	559	5.47
Steeped waxy rice	Non	18	1274	370	904	965	596	5.47
		6	1503	319	1184	832	513	5.33
		12	1772	406	1366	1013	607	5.37
	Freeze	18	1873	392	1481	1002	610	5.33
		6	234	24	210	281	258	2.31
		12	317	148	170	395	247	2.47
Traditional Injulmi	Freeze	18	220	23	197	248	225	2.22
		6	307	88	219	343	255	4.33
		12	266	67	199	315	248	4.33
Instant	Freeze	18	192	61	131	287	226	2.60

¹⁾Peak viscosity.²⁾Trough viscosity.³⁾Breakdown viscosity.⁴⁾Final viscosity.⁵⁾Setback viscosity.⁶⁾Peak time.

으로 증가함에 따라 수침 찹쌀과 동결건조 수침 찹쌀의 최고점도, 최저점도, 구조과피점도, 최종점도, 회복점도 등의 페이스트 점도지표는 모두 증가하는 경향을 나타내었고 peak time은 변화가 없었다.

Kim et al.(1993)은 아밀로그래프에 의한 찹쌀가루의 최고점도는 수침시간에 따라 직선적으로 증가하였다고 하였고, Kim et al.(1993)은 수침시간이 경과할수록 호화개시온도는 감소하나 최고점도와 최저점도는 증가하였다고 보고 하였으며 이는 쌀전분 입자의 결정구조와 회합정도는 수침 시간이 경과함에 따라 그 결합력이 약화되기 때문이라고 하였다. 이런 결과는 전보(Jin & Ryu, 2007)에서 이미 보고한바 있으며 본 실험에서의 수침시간이 증가할수록 최고 점도와 최저점도가 증가한 결과와도 일치한 결과이었다.

동결건조 전통인절미와 즉석인절미의 모든 페이스트 점도지표는 원료인 수침 찹쌀에 비하여 크게 감소하는 경향을 나타내었다. 수침시간에 따라서 큰 차이는 아니지만 전통인절미는 수침 12시간일 때 최고점도, 최저점도, 최종점도가 가장 높게 나타났고 즉석인절미는 수침시간이 6시간에서 18시간으로 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 전통인절미와 즉석인절미의 페이스트 점도지표는 peak time을 제외하고는 큰 차이를 나타내지 않았다.

수침 6, 12, 18 시간에서 전통인절미의 peak time은 각각 2.31, 2.47, 2.22 min이었고 즉석인절미는 각각 4.33, 4.33, 2.60 min이었다. 전통인절미의 peak time을 보면 수침시간에 관계없이 모두 2~3 min사이로 전통인절미의 최고점도는 페이스트 점도 측정시작 구간인 50°C이하 저온구간에서 나타나는 저온최고점도로 이는 전통인절미가 제조

과정 중에 충분히 호화가 일어났기 때문에 나타난 것이다. 반면에 즉석인절미의 peak time은 수침 18시간을 제외하고 수침 6, 12 시간일 때 4.33 min으로 50°C이상 고온구간에서 나타나는 고온최고점도로 즉석인절미 제조과정에서 충분히 호화가 일어나지 않아서 잔류했던 전분의 결정형부분이 호화되기 때문에 나타난 것이다.

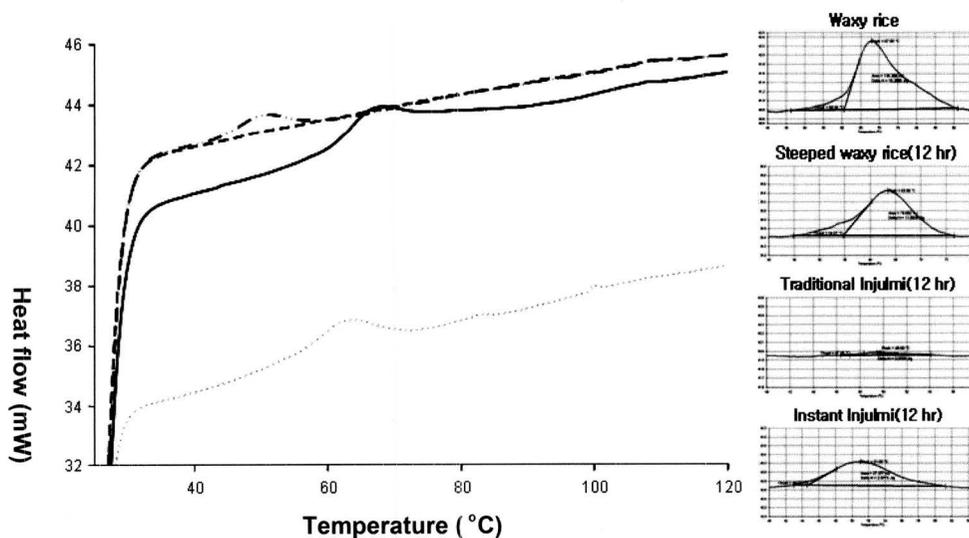
시차주사열량기에 의한 호화특성

DSC를 이용하여 측정한 원료 찹쌀, 수침 찹쌀, 동결건조 수침 찹쌀, 동결건조 전통인절미와 즉석인절미의 호화특성을 나타내는 DSC thermogram에서 구한 호화개시온도, 최대호화온도, 호화엔탈피 및 호화엔탈피로부터 계산한 호화도는 Table 3과 같고 원료 찹쌀, 12시간 수침 찹쌀, 12시간 수침한 찹쌀로 제조한 전통인절미와 즉석인절미의 DSC thermogram은 Fig. 8과 같다. 원료 찹쌀의 호화개시온도는 60.29°C, 최대호화온도는 68.06°C, 호화엔탈피는 15.10 J/g 이었다. Choi & Kang(1999)은 품종별 찹쌀의 호화개시온도는 59.86~65.45°C 범위, 최대호화온도는 68.52~72.06°C 범위, 호화엔탈피는 2.22~2.65 cal/g 범위라고 보고하였고 Lee et al.(2004)은 수침처리하지 않은 쌀 전분의 호화개시온도, 최대호화온도는 각각 60.21°C, 68.33°C이었고 호화엔탈피는 11.83 J/g이었다고 보고하였다. 이는 본 실험의 호화개시온도와 최대호화온도와는 유사한 결과이었고 호화엔탈피보다는 낮은 값이었다.

6, 12, 18 시간 수침한 찹쌀과 이를 동결건조한 수침찹쌀의 호화개시온도, 최대호화온도, 호화엔탈피는 원료 찹쌀에 비하여 감소하는 경향을 나타내었다. 수침찹쌀에서 큰

Table 3. Effects of steeping time 6, 12, and 18 hr on DSC data of waxy rice, freeze dried steeping waxy rice, traditional and instant Injulmi

Sample	Drying	Steeping time (hr)	Gelatinization temperature (°C)		$\Delta H(J/g)^3$	SG(%) ⁴⁾
			T_o ¹⁾	T_p ²⁾		
Waxy rice	Non	0	60.29	68.06	15.10	0.00
		6	53.84	64.00	12.68	16.02
		12	54.67	63.50	11.88	21.30
Steeped waxy rice	Freeze	6	54.13	63.33	12.81	15.19
		6	53.20	62.32	11.77	22.08
		12	53.55	62.99	11.79	21.91
Traditional Injulmi	Freeze	18	53.53	63.33	12.57	16.77
		6	58.35	59.50	0.02	99.89
		12	47.49	49.41	0.05	99.68
Instant	Freeze	18	46.99	51.34	0.63	95.82
		6	43.79	50.96	3.25	78.49
		12	44.57	51.09	2.97	80.35
		18	59.28	60.29	0.04	99.74

¹⁾ T_o : Onset temperature.²⁾ T_p : Peak temperature.³⁾ ΔH : Gelatinization enthalpy.⁴⁾SG: Degree of starch gelatinization.**Fig. 8. DSC thermograms of waxy rice, steeped waxy rice(12 hr), traditional(12 hr) and instant(12 hr) Injulmi.**

—: Raw waxy rice

.....: Steeped waxy rice for 12 hr

- - - - -: Traditional Injulmi made by steeping waxy rice for 12 hr

- · - · - ·: Instant Injulmi made by steeping waxy rice for 12 hr

차이는 아니지만 수침 12, 18 시간일 때 수침 6시간보다 호화개시온도는 약간 증가하는 경향을 나타내었고 최대호화온도는 다소 감소하는 경향을 나타내었으며 호화엔탈피는 수침 12시간일 때 가장 낮은 값을 나타내었다. 동결건조 수침찰에서 호화개시온도는 큰 차이가 없었고 최대호화온도와 호화엔탈피는 수침시간이 6시간에서 18시간으로 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 원료찰의 호화엔탈피를 기준으로 Wang & Sastry(1997)의 방법으로 계산한 호화도는 수침 6, 12, 18 시간일 때 수침

찰에서 각각 16.02, 21.30, 15.19%이었고 동결건조한 수침찰에서 각각 22.08, 21.91, 16.77%이었다.

이러한 결과는 수침 과정을 거치는 습식 제분 찰쌀가루의 경우 수침과정 중 전분의 구조가 물과 쉽게 결합할 수 있는 형태로 변화되어 건식 제분된 찰쌀가루보다 물결합능력, 손상전분의 양이 높기 때문에 판단되며(Kim & Shin, 2002), Lee et al.(2004)의 호화엔탈피가 낮은 쌀가루일수록 전분의 결정구조가 더 많이 파괴되었다고 보고한 결과와 일치하였다. 반면에 Kim & Kim(1995)은 호화에

필요한 엔탈피는 습식제분에 의해 얻은 쌀가루가 건식제분한 쌀가루보다 높았다고 보고하였다.

전통인절미의 호화엔탈피는 수침 6, 12, 18 시간일 때 각각 0.02, 0.05, 0.63 J/g, 호화도는 99.89, 99.68, 95.82%이었다. 즉석인절미의 호화엔탈피는 수침 6, 12, 18 시간일 때 각각 3.25, 2.97, 0.04 J/g, 호화도는 78.49, 80.35, 99.35%이었다. 이는 RVA 측정에서 나타난 전통인절미와 즉석인절미의 호화양상과 일치한 결과이었다.

수분용해지수와 수분흡착지수

수침 6, 12, 18 시간에 따른 전통인절미와 즉석인절미의 수분용해지수와 수분흡착지수는 Fig. 9, 10과 같다. 수분용해지수는 수침 6시간일 때 전통인절미와 즉석인절미가 각각 76.84±4.31%와 28.29±4.95%, 수침 12시간일 때 각각 80.37±4.43%와 30.51±1.70%, 수침 18시간일 때 각각 65.81±2.26%와 66.18±1.83%이었다. 수침 6, 12 시간일 때 전통인절미의 수분용해지수가 즉석인절미보다 아주 큰 값을 나타내었고 수침 18시간에서는 전통인절미와 즉석인절미가 비슷한 값을 나타내었다. 수침시간에 따라서 전통인절미의 수분용해지수는 수침 6, 12 시간에서 큰 차이를 나

타내지 않았고 수침 18시간일 때 가장 낮은 값을 나타내었다. 즉석인절미는 수침 6, 12 시간에서는 비슷한 값을 나타내었고 수침 18시간일 때 가장 높은 값을 나타내었다.

수분흡착지수는 수침 6시간일 때 전통인절미와 즉석인절미가 각각 0.87±0.12와 2.93±0.32, 수침 12시간일 때 각각 1.23±0.07과 2.48±0.02, 수침 18시간일 때 각각 1.38±0.01과 1.31±0.12이었다. 수침 6, 12 시간에서 전통인절미의 수분흡착지수가 즉석인절미보다 아주 작은 값을 나타내었고 수침 18시간일 때는 전통인절미와 즉석인절미가 비슷한 값을 나타내었다. 수침시간이 6시간에서 18시간으로 증가함에 따라 전통인절미의 수분흡착지수는 점차 증가하다가 수침 18시간일 때 가장 높은 값을 나타내었고 즉석인절미는 점차 감소하다가 수침 18시간일 때 가장 낮은 값을 나타내었다.

이런 결과는 DSC 측정결과에서 계산된 호화도와 밀접한 관계가 있으며 호화도가 클수록 수분용해지수는 높은 값을 나타내었고 수분흡착지수는 낮은 값을 나타내었다.

요 약

즉석인절미기계 개발을 위하여 수침시간(6, 12, 18 hr)을 달리하여 전통공정의 방법과 즉석인절미기계를 이용하여 제조한 인절미의 굳기속도상수, 미세구조, RVA에 의한 호화특성, DSC에 의한 호화특성, 수분용해지수와 수분흡착지수를 비교하였다. 전통 및 즉석인절미의 굳기속도상수는 실온저장일 때 수침 6, 12, 18시간에서 수침 12 시간일 때 가장 낮은 값을 나타내었고 즉석인절미가 전통인절미보다 높은 값을 나타내었다. 냉장저장일 때 실온저장과 달리 즉석인절미가 전통인절미보다 낮은 속도상수값을 나타내었다. 전통 및 즉석인절미의 미세구조관찰에서 전통인절미는 수침시간과 관계없이 모두 작은 기공들을 관찰할 수 있었고 즉석인절미는 수침 18시간일 때만 관찰되었다. RVA에 의한 전통인절미의 호화특성은 수침 6, 12, 18 시간일 때 저온최고점도(cold peak viscosity)를 나타내었고 고온최고점도(hot peak viscosity)는 나타내지 않았다. 즉석인절미는 수침 6, 12 시간일 때 저온최고점도는 나타내지 않았고 고온최고점도를 나타내었다. 반면에 수침 18시간에서는 저온최고점도만 나타내었다. DSC를 이용하여 측정한 호화엔탈피(ΔH)로부터 계산한 전통인절미의 호화도는 수침 6, 12, 18 시간일 때 각각 99.89, 99.68, 95.62%이었고 즉석인절미의 호화도는 수침 6, 12, 18 시간일 때 각각 78.49, 80.35, 99.72%이었다. 수분용해지수는 수침 6, 12 시간일 때 전통인절미가 즉석인절미보다 높은 값을 나타내었고 수침 18시간일 때는 전통인절미와 즉석인절미가 비슷한 값을 나타내었다. 수분흡착지수는 수침 6, 12 시간일 때 전통인절미가 즉석인절미보다 낮은 값을 나타내었고 수침 18시간일 때 전통인절미와 즉석인절미가 비슷한 값을 나타내었다.

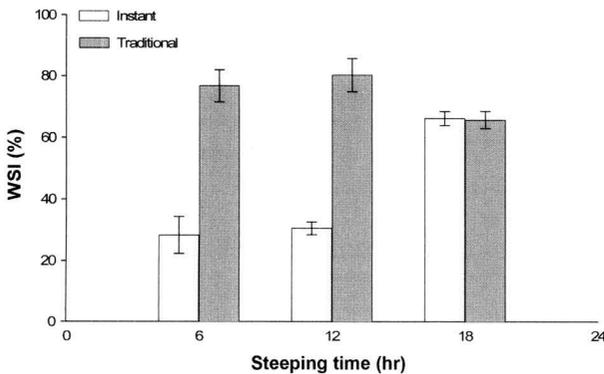


Fig. 9. Effects of steeping time 6, 12, and 18 hr on water solubility index(WSI) of traditional and instant Injilmi.

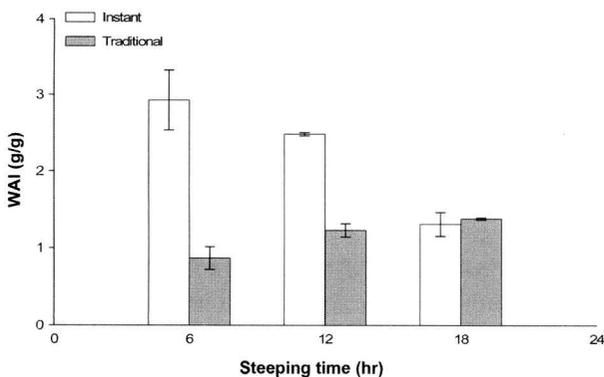


Fig. 10. Effects of steeping time 6, 12, and 18 hr on water absorption index(WAI) of traditional and instant Injilmi.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비지원(2006년도)에 의해 수행된 과제의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AACC. 1983. Approved method of the AACC. 10th ed. Method 56-20. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA
- Cho TO, Seo HJ, Kim JS and Hong JS. 2006. Effects of kneading, ingredients and enzymatic hydrolysis on retrogradation of injulmi. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22(3): 282-290
- Cha GH and Lee HG. 2001. Sensory and physicochemical characteristics and storage time of daechu-injeulmi added with various levers of chopping jujube. *Korean J. Soc. Food Sci.* 17(1): 29-42
- Cha GH, Shim YH and Lee HG. 2000. Sensory and physicochemical characteristics and storage time of daechu-injulmi added with various levels of jujube powder. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16(6): 609-621
- Cho JA and Cho HJ. 2000. Quality properties of injulmi made with black rice. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16(3): 226-231
- Choi YH and Kang MY. 1999. Texture and retrogradation characteristics of injeulmi made by different varieties of waxy rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28(4): 837-844
- Hong JS and Kim MA. 2005. Effects of astringent persimmon paste on quality properties of injeolmi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34(8): 1232-1238
- Hong JS. 2002. Sensory and mechanical characteristics of daechu injeolmi by various soaking time of glutinous rice. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 18(2): 211-215
- Ha KY, Kim YD, Lee JK, Shin HT and Kim SD. 2001. Quality characteristics of injeolmi made from different glutinous rice varieties. *Korean J. Breed* 33(4): 306-310
- Jin T and Ryu GH. 2007. Analysis of traditional Injulmi manufacturing process I: Steeping process. *Food Engineering Progress* 11(1): 45-53
- Jung JY, Kim WJ and Chung HJ. 2006. Effects of germinated soybean powder addition on isoflavone contents and characteristics of injulmi. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22(4): 545-551
- Jeon HJ, Sohn KH and Park HK. 1995. Studies on optimum conditions for experimental procedure of Yukwa (I). *Korean J. Dietary Culture* 10(2): 75-80
- Kim JO and Shin MS. 2003. Effects of RS3 type resistant starch prepared from nonwaxy rice starch on the properties of injulmi. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 19(1): 65-71
- Kim JO and Shin MS. 2002. The effects of added water volume on the textural properties of injulmi made from waxy rice flours using different milling methods. *Korean J. of Human Ecology* 5(2): 33-43
- Kim JO and Shin MS. 2002. Effects of autoclaving-cooling cycled waxy rice starch on the texture of injulmi. *Korean J. of Human Ecology* 5(2): 23-31
- Kang SH, Lee SJ and Ryu GH. 2001. Effects of steeping and mixing time on mixing energy input and properties of pellets and puffed pellets(Yukwa). *Food Engineering Progress* 5(1): 19-24
- Kim JO and Shin MS. 2000. Effect of sugar on the textural properties of injulmi made from waxy rice flours by different milling methods. *Korean J. of Human Ecology* 3(2): 68-76
- Koh HY. 1999. Effects of freezing and microwave heating on the textural characteristics of nonwaxy rice flour gels and rice cake(injolmi). *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 6(1): 81-86
- Kown MY, Lee YK and Lee HG. 1996. Sensory and mechanical characteristics of heunmi-nokcha-injulmi supplemented by green tea powder. *Korean Home Economics Association* 34(2): 329-339
- Kown MY, Lee YK and Lee HG. 1996. Sensory and mechanical characteristics of heunmi-nokcha-injulmi supplemented by infused green tea powder. *Korean Home Economics Association* 34(2): 233-243
- Kim SS and Kim YJ. 1995. Effect of moisture content of paddy on properties of rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27(5): 690-696
- Kim K, Lee YH and Park YK. 1995. Effect of steeping time of waxy rice on the firming rate of waxy rice cake. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27(2): 264-265
- Kim K, Lee YH, Kang KJ and Kim SK. 1993. Effects of steeping on physicochemical properties of waxy rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25(5): 535-540
- Kim MH, Park MW, Park YK and Jang MS. 1993. Physicochemical properties of rice flours as influenced by soaking time of rice. *Korean J. Soc. Food Sci.* 9(3): 210-214
- Lee YT, Yoo MS, Lee BR, Park JH and Chang HG. 2004. Properties of starch isolated from wet-milled rice after steeping at elevated temperature for annealing effect. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(3): 393-397
- Lee HG, Cha GH and Park JH. 2004. Quality characteristics of injeulmi by different ratios of kugija(Lycii fructus) powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 20(4): 409-417
- Lee SM and Cho JS. 2001. Sensory and mechanical characteristics of surichwi-injeulmi by adding surichwi contents. *Korean J. Soc. Food Sci.* 17(1): 1-6
- Lee HG. 1998. Korean food culture. Shinkwang, Seoul, Korea
- Lee HG and Yoon HY. 1995. Sensory and mechanical characteristics of ssuck-injulmi supplemented by mugworts. *Korean J. Soc. Food Sci.* 11(5): 463-471
- Lee MK, Kim SS, Lee SH, Oh SL and Lee SW. 1990. Effects on retrogradation of injeulmi(korean glutinous rice cake) added with the macerated tea leaves during storage. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 33(4): 277-281
- Park JY and Ryu GH. 2006. Effect of steaming pressure and time and storage period on quality characteristics of baeksulgi. *Korean J. Food Preserv.* 13(2): 174-179
- Sung YM, Choi HC and Kang MY. 2000. Quality characteristics of yukwa(fried rice cookie) and injulmi(rice cake) made from nine glutinous rice varieties. *Korean J. Breed* 32(2): 167-172
- Ryu GH, Park JY, Koh BY, Song DS and Lim MS. 2005. Korean rice cake. Hyoil, Seoul, Korea
- Song MR, Cho SH and Lee HG. 1990. A study on the texture of injeolmi by cooking method. *Korean J. Soc. Food Sci.* 6(2): 27-35
- Wang WC and Sastry SK. 1997. Starch gelatinization in ohmic heating. *Journal of Food Engineering* 34: 225-242
- Yoon GS and Koh HY. 1998. Preparation of waxy barley cake and its quality characteristics. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27(5): 890-896