pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 29. No. 5, 692~697 (2016)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2016.29.5.692

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

효소처리 팽화미 분말로 제조한 타락죽의 이화학 및 소화 특성

김민지 · 천지연 · †최갑성
순천대학교 식품과학부

Physicochemical Property and Starch Digestibility of *Tarakjuk* prepared with Enzyme Treated Rice Extrudate Powder

Min Ji Kim, Jiyeon Chun and †Kap Seong Choi
School of Food Science, Sunchon National University, Sunchon 57922, Korea

Abstract

This study was aimed to develop a gruel using rice extrudates and to evaluate physicochemical properties of *Tarakjuk* (milk porridge; MP) prepared with milk (M) and rice powder (RP, control), rice extrudate (RE), or enzyme treated rice extrudates (ETR). Pasting property of ETR was significantly different from those of RP or RE with significantly low peak viscosity, breakdown and setback values in the ETR sample. Viscosity of MP prepared with ETR was also significantly low, as compared to that of control (> 900 cP). The total solids and spreadability of MP with ETR was higher than those with RP or RE. Hunter color values varied significantly depending on enzyme treatment levels in ETR samples with enzyme dose-dependent increase in b-value. Average starch digestibility of ETR sample was higher by 10.2% than that of control sample. DPPH radical scavenging activities of ETR samples were greater than those of RE or RP. These results indicated that ETR could be beneficial for preparing easy-drink and diet food with higher starch digestibility and fluidity, especially for gastric tube-fed patients.

Key words: physicochemical, digestibility, *tarakjuk*, enzyme treated rice extrudates

서 론

쌀은 밀, 옥수수와 함께 세계 3대 곡물로서, 우리나라뿐 만 아니라 아시아의 많은 국가에서 주식으로 이용하고 있으며, 국내에서는 중요한 위치를 차지하고 있는 주요 식량 작물이다(Kim 등 2003; Kim 등 2009). 최근 쌀 소비 감소와 더불어 건강 지향적인 라이프스타일 추세에 따라 쌀은 주식에서 건강식으로 그 역할이 바뀌어 쌀을 이용한 간편식이나 다양한 기능을 가진 디자이너식품이 개발되고 있다(Kim 등 2014; Hong SY 2014).

쌀로 제조한 가공품 중 죽은 사회구조와 식생활의 변화로 인식도가 상당히 높아짐으로써 죽의 이용과 사용범위가 아침대용식, 유아식, 환자식, 별미식, 간편식으로까지 확대되었고(Hong SY 2014), 서양의 스프와 비슷하기 때문에 식전 에피타이저 혹은 수프대용으로 개발되어 통조림, 레토르트식품 등으로 이용되고 있다(Yoon & Hawer 2008).

죽은 쌀, 보리, 조 등의 곡류에 6~7배 가량의 물을 붓고, 오래 끓여서 알갱이가 부수어지고, 녹말이 완전히 호화 상태로 될 때까지 무르게 만든 유동 상태의 음식을 말한다(Lee 등 1983). 타락죽은 쌀을 물에 불려 맷돌에 갈아서 절반쯤 끓이다가 우유를 섞어서 쑨 죽으로 우유죽이라고도 하는데, 조선시대 내의원에서는 타락죽을 만들어 국왕에게 진상하였으며, 이의 용도에 관하여 동의보감 등 약 20여권의 고서에 수록되어 있다(Seo 등 2002). 즉, 타락죽은 노인 보양에 가장 좋은 죽으로 심장과 폐의 기운을 돋우며, 피부를 부드럽게 하고, 갈증을 없애며, 대장을 매끄럽게 하는 작용을 하며, 제조법은

† Corresponding author: Kap Seong Choi, School of Food Science, Sunchon National University, Sunchon 57922, Korea. Tel: +82-61-750-3257, Fax: +82-61-750-3028, E-mail: chks@scnu.kr

우유를 가마에 넣고 그 양의 한도를 가마에 표시한 다음 물을 알맞게 붓고 달이되, 이미 표시한 데까지 졸아들면 다음에 흰 쌀가루를 넣어 익힌 뒤에 소금물을 조금 타서 만든다고 기록되어 있다(Cho & Lee 2011; Lim & Cha 2013). 타락죽의 보편화된 조리방법은 쌀을 물에 불린 후 물기를 제거하여 불린 쌀에 일정량의 물을 넣고 끓인 후 우유를 넣어 다시 끓여 완성하는 방법으로 준비과정이 복잡하다는 단점이 있다(Kim 등 2006; Kim 등 2014). 그러나 팽화미를 타락죽 제조에 이용하면 원료의 세미, 침미, 절수 및 분쇄 과정의 생략이 가능하여 조리시간 단축의 이점이 있다(Kim 등 2009).

압출성형 공정은 온도, 함수율, 압력, 전단에 의해 단일 공정에서 연속으로 성형하는 방법으로 식품산업뿐만 아니라, 사료, 생물 산업, 의약품 산업 등 다양한 산업분야에 널리 활용되고 있으며, 전분을 기초로 한 식품의 압출 성형 공정은 다용도, 고생산성, 낮은 생산 비용, 제품의 품질균질화, 고에너지 효율 및 폐수 처리의 감소 등의 장점 때문에 그 활용도가 매년 증가하고 있다(Kim HJ 2012).

α-Amylase는 전분의 α-1,4-glucoside 결합을 가수분해하여 분자량이 적은 dextrin과 분자량이 비교적 큰 각종 올리고당을 생성하는 효소이며, 당류를 생성하는 이외에 전분질 원료를 액화시킴으로써 물리적 특성을 변화시킬 수 있다(Kim 등 1991). α-Amylase를 전처리한 쌀을 압출성형하면 효소 작용으로 전분 사슬구조가 절단되어 저분자 화합물이 생성되며, 이로 인하여 압출성형물의 점도 감소, 환원력 증가 등의 특성 변화를 가져오게 된다(Kim HJ 2012). 또한 효소처리 팽화미의 전분입자는 무정형 형태를 가지므로 쌀 또는 효소처리하지 않은 팽화미보다 전분 소화율을 높일 수 있는 것으로 보고되어 있다(Liu 등 1999).

따라서, 본 연구에서는 쌀 분말에 내열성 α-amylase 효소를 각 농도별로 처리하여 압출성형 한 팽화미 분말(팽화미분)로 타락죽을 제조하고 이들의 호화특성, 이화학적 성질 및 전분 소화율 등을 분석하여 타락죽의 재료로서의 활용가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재료

팽화미분의 원료로 사용된 쌀은 보람찬 품종으로서 백미를 분쇄(미래식품산업기계, 서울, 한국)하여 50 mesh 체를 통과시킨 후 압출성형하였다. 효소처리 팽화미분의 제조에 사용된 효소는 내열성 α-amylase(Termamyl 120 L type, Novozymes, Denmark, 120 KNU/g)이었으며, 타락죽 제조에 사용된 우유(서울우유, 한국)는 시중에서 구매하였다.

2. 팽화미분의 제조

팽화미분은 미리 준비한 쌀 분말을 압출성형기(DZ56-Ⅲ Twin Screw, Jinan Saixin Machinery Co., Ltd. China)에 통과시켜 70℃에서 15시간 건조시킨 후 분쇄하여 50 mesh 체로 통과시킨 것으로, 이때 압출성형기의 스크류 회전속도는 75 rpm, 시료 주입속도는 780 g/min, 배럴온도는 Ⅰ,Ⅱ, Ⅲ 구간이 각각 80, 85, 95℃가 되도록 조절하였다(Kim HJ 2012). 또한 효소처리 팽화미분(효소처리 팽화미분)을 위한 α-amylase 용액의 농도는 0.4~5.0%(ETR 0.4~5.0)로 하고, 시료의 수분함량은 30%가 되도록 효소액의 주입속도를 200 mL/min으로 조정하였으며, 압출성형물은 70℃ 건조기에서 15시간 건조 후 분쇄하고, 50 mesh 체에 통과시켜 팽화미분을 제조하였다(Kim HJ 2012).

3. 타락죽의 제조

타락죽은 다음과 같이 제조하였다. 즉, 팽화미분 또는 쌀 분말(대조구) 25 g에 물 90 g을 고루 섞어준 뒤 내부온도 100℃에서 2분간 끓인 다음, 우유 90 g를 3회 분할 첨가하여 80℃가 되도록 조절하고, 15분 동안 저어주었다. 제조된 타락죽 시료는 냉장(4℃)보관하면서 이화학적 특성을 분석하였다.

4. 호화특성 분석

호화특성은 신속점도계(Rapid Visco Analyser, RVA-Techmaster, Perten Inc., Hagersten, Sweden)를 사용하여 다음과 같이 분석하였다. 즉, 팽화미분 또는 쌀 분말(대조구) 2.5 g을 Visco amylograph 용기에 넣고, 증류수 9 mL와 우유 9 mL를 가한 후 타락죽 제조방법과 유사한 조건으로 온도 온도가 상승되도록 조절하며 호화시켰다. 이때의 온도 상승 조건은 초기온도 50℃에서 1분 동안 50℃로 유지한 다음, 2분 동안 100℃로 가열 후 15분 동안 80℃로 유지하였으며, 7분간 50℃로 냉각시켜 총 소요 시간이 정확히 25분이 되도록 하였다. 또한 호화특성 분석과정 중 각 시료의 분산을 위하여 10초간 960 rpm으로 페달을 회전시킨 후 160 rpm에서 점도를 측정하였다. 총 3회 반복하여 호화특성 곡선을 얻었으며, 이로부터 최고점도(peak viscosity), 최저점도(trough viscosity), 최종점도(final viscosity), 강하점도(breakdown)와 치반점도(setback viscosity) 등의 지표를 각각 계산하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

5. 점도 및 퍼짐성 측정

타락죽의 점도는 Viscometer(DV-Ⅱ+Pro, Brookfield Engineering Lad, Middleboro, USA)로 측정하였으며, 스핀들(spindle) No. 2를 장착하고, 20 rpm의 속도로 30℃에서 분석하였다. 스핀들로 약 2분간 회전시킨 후 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

타락죽의 퍼짐성(상대 퍼짐성)은 제작한 Line spread chart를 이용하여 측정하였다. 즉, 항온수조(Eyela SB-100, Tokyo, Japan)에서 60℃로 가온한 타락죽 시료 10 g을 취하여 polyethylene 원통(지름 3.6 cm, 높이 1.6 cm)에 채워 넣고, 1분이 지난 후 원통을 단번에 들어 올려 정확히 1분간 시료가 흐르도록 하였으며, 4개의 직선을 따라 시료가 이동한 거리를 신속하게 읽어 측정치의 평균값으로 퍼짐성을 나타냈다(Kim 등 2003).

6. 고형분 함량

타락죽의 고형분 함량은 건조되어 있는 수기에 전자저울(PL 303, Symaxkorea, Korea)을 사용하여 시료 약 1 g씩을 취하고, 건조기(HK-DO135F, 한국종합기기, Korea)에서 항량이 될 때까지 건조시킨 후 수분함량(%)을 측정하였으며, 100%에서 수분함량을 제외한 값을 고형분 함량으로 나타내었다.

7. 색도 측정

타락죽의 색도를 측정하기 위하여 타락죽 2 g을 직경 2 cm, 높이 1 cm의 cell에 담고, 색차계(CR-200b, Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter's color value L(lightness), a(+redness/－greenness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 사용된 표준 백색 보정판의 색도는 L=90.5, a=+0.4, b=+11.0이었다.

8. 전분 소화율 분석

전분 소화율은 Liu 등(1999)의 방법을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 먼저 Pancreatin(P7545, activity 8×USP/g, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, USA) 1 g을 증류수 12 mL에 넣고 5분간 교반시킨 후, 이를 10분간 원심분리(3,000×g)시켜 상층액 10 mL를 준비한 다음, 이를 α-amylase(120 KNU/mL, Novozymes, Denmark) 0.5 mL와 혼합한 반응용액을 제조하였다. 타락죽 시료 1 g을 phosphate buffer(0.2 M, pH 6.9) 30 mL에 분산시키고, 반응용액 1 mL를 첨가한 후 37℃ 항온교반기(HB-201SF, HANBAEK scientific Co., Korea)에서 100 rpm으로 15시간 동안 반응시켰다. 이후 1.0% 황산용액을 5 mL 첨가하여 효소반응을 종결시킨 후 3,000 rpm에서 원심분리(Combi-514R, Hanmil Science Industrial Co., Korea)하였다. 원심분리된 침전물은 80% 에탄올을 이용하여 2회 세척한 후 105℃에서 2시간 건조시켜 침전물 건량(g)을 측정하고, 다음과 같이 전분소화율을 계산하였다(Kim HJ 2012).

$$\text{전분소화율}(\%) = \frac{\text{시료건량}(g) - \text{침전물건량}(g)}{\text{시료건량}(g)} \times 100$$

9. 항산화 활성 측정

타락죽의 항산화 활성은 McCue & Shetty(2005)의 방법에 따라 DPPH 라디칼 소거능을 측정하여 나타내었다. 즉, 타락죽 약 1.0 g을 원심분리용 tube에 담아 95% ethanol 5 mL를 가하고, 마개로 밀봉하여 상온에서 2시간 동안 정치시킨 후 3,000×g으로 10분간 원심분리한 다음, 상층액 1 mL를 취해 0.45 μm membrane filter(Advantec, Tokyo Roshi Kaisha, Japan)로 여과시켜 시험용액으로 이용하였다. 시험용액 0.2 mL에 에탄올에 용해시킨 0.1 mM DPPH 용액 0.8 mL를 첨가하여 vortex mixer로 5초간 진탕한 후 암소에서 30분 동안 반응시킨 다음, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 대조시료(control)는 시험액 대신 95% ethanol을 이용하였으며, DPPH 라디칼 소거활성은 다음 식에 의하여 백분율(%)로 나타냈다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거활성 } (\%) = \{1 - (A_{sample}/A_{control})\} \times 100$$

A_{sample}: 시험용액 반응액의 흡광도

$A_{control}$: 대조시료 반응액의 흡광도

결과 및 고찰

1. 타락죽의 호화특성

효소처리 팽화미분으로 제조한 타락죽의 호화특성을 알기 위하여, 신속점도계(Rapid Visco Analyser)를 이용하여 시료에 따른 최고, 최저, 최종, 강하 및 치반 점도 등을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 호화과정 중 최고점도는 대조구인 쌀 분말 시료(control)에서 평균 2,285.0 cP로 가장 높은 값을, 5.0% 효소처리 팽화미분 시료(ETR5.0)에서는 15.2 cP로 가장 낮은 값을 보였다. 한편, 효소처리 팽화미 시료군에서는 효소 농도가 높아질수록 그 값이 낮아졌으나, 효소처리 0.4%와 0.8% 시료, 3.0%와 5.0% 시료 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

호화과정에서 최저점도는 대조구 시료에서 가장 높은 값을 나타내었으며, 효소처리한 시료의 경우에는 22.8 cP 이하의 값을 보였다. 호화 종말점에서의 점도(final viscosity) 또한 효소처리 시료군에서 유의적으로 낮은 값을 보였는데, 이는 효소적 가수분해에 의해 쌀 전분의 저분자화가 진행되었고, 팽화과정에서 쌀전분의 대부분이 이미 호화되어 나타난 결과로 생각된다(Kim 등 1991; Kim 등 2006).

호화 중 전분의 절단 정도를 나타내는 강하점도(breakdown)는 효소처리 및 팽화미 시료에서 유의적으로 낮은 값을 나타냈으나, 효소 농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 노화 특성을 나타내는 치반점도(setback)는 대조구에 비해 효소처리군에서 유의적으로 낮은 값을 나타내어 일반 쌀가루로 만든 타락죽보다 노화를 지연시키는데 효과적일 것으로 사료되었다. 한편, 본 실험에 사용된 팽화미 시료의 호화시간은 대

Table 1. Pasting properties of *Tarakjuk* prepared with enzyme treated rice extrudates

Sample	Peak viscosity (cP)	Though viscosity (cP)	Breakdown (cP)	Final viscosity (cP)	Setback (cP)	Peak time (min)
Control	2,285.0±12.5[a1)]	983.7±10.6[a]	1,301.3±16.4[a]	1,579.3±14.2[a]	596.3±17.7[a]	6.7±0.2[a]
RE	969.3±10.7[b]	350.7±8.2[b]	618.7±13.5[b]	543.7±12.5[b]	193.0±14.9[b]	4.5±0.2[b]
ETR0.4	30.6±2.5[c]	22.8±1.2[c]	7.8±2.8[c]	26.7±1.6[c]	3.9±2.0[c]	4.0±0.2[c]
ETR0.8	29.1±1.8[c]	21.5±1.2[c]	7.6±2.2[c]	25.2±1.5[c]	3.7±1.9[c]	3.9±0.2[d]
ETR3.0	18.1±1.3[d]	13.2±1.1[d]	4.9±1.7[cd]	15.6±0.9[d]	2.4±1.4[cd]	3.3±0.1[d]
ETR5.0	15.2±0.9[d]	11.1±1.5[d]	4.1±1.7[d]	13.3±0.4[d]	2.2±1.6[d]	3.2±0.1[d]

[1)] Values with different superscript in the same column indicate significantly different at $P<0.05$ (a>b>c>d). Values are mean±S.D. (n=3). Control: *Tarakjuk* prepared with rice powder, RE: Rice extrudate powder, ETR: Enzyme treated rice extrudate powder (enzyme concentration ranged 0.4~5.0%)

체적으로 짧았으며, 특히 5.0% 효소처리 팽화미 시료가 가장 짧은 호화시간을 나타내었다.

2. 타락죽의 이화학적 특성

쌀 분말 또는 팽화미로 제조한 타락죽의 pH, 점도, 퍼짐성, 총 고형분 등의 이화학적 특성을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 제조한 타락죽의 pH는 6.74~6.83 범위를 나타내었으며, 이는 Kim 등(2006)이 실험한 쌀 품종별 타락죽의 pH 6.81~6.91과 유사한 결과이다. 대조구인 쌀 분말 타락죽의 pH에 비하여 팽화미 타락죽의 pH가 더 높게 나타났으며, 특히 효소처리된 팽화미 시료가 유의적으로 더 높은 pH를 나타내었다.

타락죽의 점도 및 퍼짐성은 압출 과정과 타락죽 제조과정 중 일어나는 전분의 물리적 변화와 가열에 의한 우유의 화학적 변화에 기인한다(Kim 등 2003; Kim 등 2009). 팽화미로 제조한 타락죽의 점도를 측정한 결과, 압출팽화처리 및 효소처리 여부에 따라 상당한 차이를 보였다. 즉, 대조구인 쌀분말 시료가 929.0 cP로서 점도가 높은 반면, 효소처리하지 않은 팽화미에서는 397.3 cP 이하로 매우 낮게 나타나, 고온과 고압의 팽화조건에서 전분 분자가 저분자로 분해되었음을 알 수 있었다(Kim 등 2006). 한편, 효소처리 팽화미 시료간 점도를 비교하면 효소처리 농도가 높아질수록 점도 값은 약간씩 낮아졌으나 그 차이는 크지 않았다. 이러한 점도특성의 차이로 인하여 팽화미로 제조한 타락죽의 퍼짐성은 대조구인 일반 타락죽보다 높은 값을 나타냈으며, 팽화미 시료 중에서는 효소처리군이 유의적으로 더 높은 값을 나타냈는데, 이는 효소작용으로 인해 쌀 전분의 저분자화가 진행되었기 때문인 것으로 사료된다(Kim 등 2009; Kim HJ 2012).

타락죽의 고형분 함량을 측정한 결과, 효소처리 팽화미분으로 제조한 시료가 대조구인 쌀분말 시료보다 그 함량이 다소 높은 것으로 나타났으나 그 차이는 크지 않았으며, 효소처리농도에 따른 차이도 매우 미미하게 나타나 압출팽화과정이나 효소처리에 의한 저분자화가 제조된 타락죽의 고형분 함량에는 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 보여진다.

효소처리 팽화미분으로 제조한 타락죽의 Hunter's color value (L, a, b)를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 즉, Hunter color L 값은 93.86~96.34 범위로 나타났는데, 이는 쌀 품종별 제조한

Table 2. Physicochemical properties of *Tarakjuk* prepared with enzyme treated rice extrudates

Sample	pH	Viscosity (cP)	Spreadability (cm)	Total solids (%)
Control	6.74±0.01[e1)]	929.0±27.1[a]	3.80±0.10[c]	16.74±0.12[b]
RE	6.78±0.01[d]	397.3±14.5[b]	4.05±0.17[c]	16.82±0.09[b]
ETR0.4	6.82±0.01[ab]	6.7±1.6[c]	6.63±0.55[b]	17.10±0.11[ab]
ETR0.8	6.83±0.01[a]	6.2±1.8[c]	6.68±0.97[b]	17.12±0.07[ab]
ETR3.0	6.81±0.01[bc]	3.6±0.9[c]	7.43±0.62[ab]	17.59±0.02[a]
ETR5.0	6.80±0.01[c]	1.5±0.4[c]	8.13±1.09[a]	17.81±0.15[a]

[1)] Values with different superscript in the same column indicate significantly different at $P<0.05$ (a>b>c>). Values are mean±S.D. (n=4). Control: *Tarakjuk* prepared with rice powder, RE: Rice extrudate powder, ETR: Enzyme treated rice extrudate powder (enzyme concentration ranged 0.4~5.0%)

Table 3. Hunter's color value of *Tarakjuk* prepared with enzyme treated rice extrudates

Sample	Hunter color value		
	L	a	b
Control	96.0±0.2[a1)]	0.6±0.1[c]	6.0±0.1[f]
RE	95.2±0.2[b]	0.9±0.1[b]	6.7±0.1[e]
ETR0.4	95.0±0.1[b]	0.9±0.1[b]	6.9±0.1[d]
ETR0.8	94.9±0.1[b]	1.1±0.2[a]	7.2±0.1[c]
ETR3.0	94.0±0.1[c]	1.0±0.1[ab]	8.0±0.2[b]
ETR5.0	93.9±0.1[c]	0.9±0.1[b]	9.0±0.2[a]

[1)] Values with different superscript in the same column indicate significantly different at $P<0.05$ (a>b>c>d>e>f). Values are mean±S.D. (n=4). Control: *Tarakjuk* prepared with rice powder, RE: Rice extrudate powder, ETR: Enzyme treated rice extrudate powder (enzyme concentration ranged 0.4~5.0%).

타락죽의 L값 86.90~88.40(Kim 등 2009)보다 높은 결과로, 전체적으로 밝은 색깔의 타락죽이 제조되었음을 보여준다. 통계분석 결과, 효소처리농도가 높은 팽화미의 타락죽보다 농도가 낮은 팽화미의 타락죽의 명도가 다소 높고, 이에 비하여 팽화하지 않은 일반 쌀로 제조한 타락죽의 명도가 더 높은 것으로 나타났으나, 수치상으로 그 차이가 적고 육안으로는 구분할 수 없는 정도의 차이였다. 색도 a와 b값은 전반적으로 팽화미로 제조한 타락죽에서 높은 값을 나타냈으며, b값은 팽화미의 효소처리농도가 높을수록 유의적으로 높은 값을 나타냈는데, 이는 효소전처리에서 생성된 환원 당류가 팽화 과정 또는 타락죽 제조 중 원료 쌀 또는 우유에 들어있는 아미노산과 메일라드(Maillard) 갈변반응을 일으켜 나타난 결과로 보인다(Yoon OH 2005; Kim HJ 2012).

3. 타락죽의 전분 소화율

효소처리 팽화미분으로 제조한 타락죽의 전분 소화율은 Fig. 1과 같다. 즉, 대조구인 쌀 분말로 제조한 시료(RP)가 54.6%로 가장 낮은 소화율을 나타낸 반면, 3% 효소처리 팽화미 시료(ETR3.0)가 66.7%로 가장 높은 소화율을 나타내었다. 한편, 효소처리 팽화미분으로 제조한 시료의 평균 전분 소화율은 64.7%로 쌀 분말을 이용하여 제조한 타락죽에 비해 약 10.2% 더 높았으나, 효소농도 0.4~0.8% 및 3.0~5.0%에서는 효소처리에 따른 소화율에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

쌀 분말로 제조한 일반 타락죽보다 효소처리 팽화미분을 이용한 타락죽의 전분소화율이 높은 것은 압출 전 처리한 amylase가 쌀 전분을 가수분해하고 덱스트린 등의 저분자로 일부 분해되며, 쌀의 압출성형 과정 중 고압 및 고열에 의한 분자파괴 작용에 따라 저분자화합물의 생성의 가속화(Kim & Lee 2009)로 나타난 결과로 해석된다. 이러한 결과를 근거로, 일반 쌀보다 효소처리한 팽화미분를 활용하면 전분소화율이 높은 죽을 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

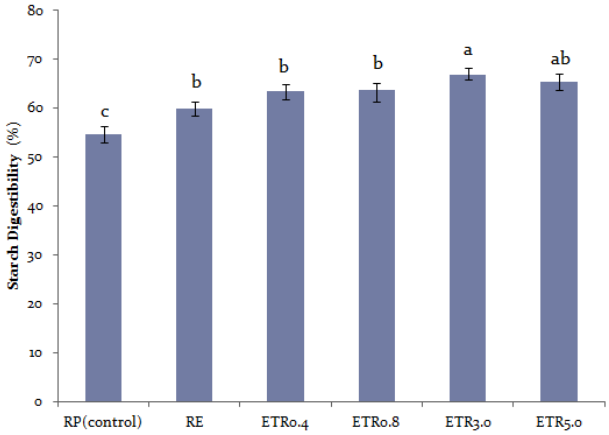

Fig. 1. Starch digestibility of *Tarakjuk* prepared with rice extrudates. RP (control): Rice powder, RE: Rice extrudate powder, ETR: Enzyme treated rice extrudate powder (enzyme concentration ranged 0.4~5.0%). Each bar represents the mean±S.D. of triplicate determinations. [a~c] Means with different letters on bars indicate significantly different at $P<0.05$ (a>b>c>).

4. 타락죽의 항산화 활성

쌀 분말, 팽화미 또는 효소처리 팽화미로 제조한 타락죽의 항산화 활성을 0.02% BHT 시료와 비교한 결과는 Fig. 2와 같

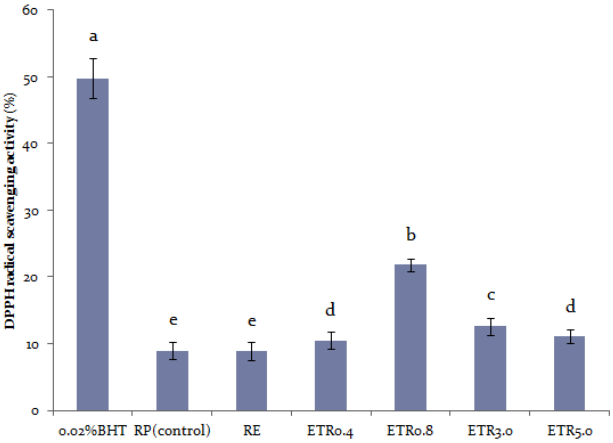

Fig. 2. Antioxidant activity of *Tarakjuk* prepared with rice extrudates. RP (control): Rice powder, RE: Rice extrudate powder, ETR: Enzyme treated rice extrudate powder (enzyme concentration ranged 0.4~5.0%). Each bar represents the mean±S.D. of triplicate determinations. [a~e] Means with different letters on bars are significantly different at $P<0.05$ (a>b>c>d>e).

다. 즉, 타락죽 시료 중 DPPH 라디칼 소거활성이 가장 높은 시료는 0.8% 농도의 효소로 처리한 팽화미(21.83%)이었으나, 0.02% BHT 또는 감국죽(Yoon OH 2005)에 비해 유의적으로 낮은 수준으로 나타났다. 그러나 본 실험에서 기존의 타락죽 재료인 쌀 분말 시료(control, 8.97%)와 비교해 볼 때, 효소처리 팽화미 시료(ETR)의 상대평균 활성은 약 56.2% 증가되었으며, 효소처리 팽화미 모든 시료에서 대조구보다 유의적으로 높은 항산화활성을 보였는데 이는 쌀을 효소로 전처리하고 압출과정에서 생성된 메일라드 갈변반응 산물에 의해 나타난 결과(Kim 등 2003; Kim HJ 2012)로 추측된다.

요약 및 결론

쌀의 압출팽화물을 이용한 유동식 죽을 개발하기 위하여 쌀분말, 팽화미분, 그리고 효소처리 팽화미분을 우유와 혼합하여 타락죽을 제조하고, 이들의 호화특성, 이화학적 성질 및 전분소화율 등을 조사하였다. 그 결과, 효소처리 팽화시료의 호화특성은 쌀분말 또는 효소처리하지 않은 팽화미분에 비하여 호화 중 최고점도, 강하점도 및 취반점도가 유의적으로 낮았으며, 효소처리 팽화시료군의 평균 전분소화율은 대조구인 쌀 분말 시료에 비해 높게 나타났다. 또한 효소처리 팽화미분으로 제조한 타락죽의 DPPH 라디칼 소거능은 쌀 분말 또는 효소처리하지 않은 팽화시료보다 높은 활성을 나타냈다. 이상의 결과를 통해 효소처리 팽화미분으로 제조한 타락죽은 점도가 매우 낮으며, 전분소화율과 항산화활성이 높아 유동 간편식이나 위장장애 환자식으로 활용 가능하다고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2016년 순천대학교 학술연구비로 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

References

Cho MS, Lee KR. 2011. A study on changes in the cooking process of gruel in cook books written during last 100 years. *Korean J Food & Nutr* 24: 589-601

Hong SY. 2014. Changed conception of Korean *Tarag*. *J Korean Medical Classics* 27:66-76

Kim HJ. 2012. Physicochemical properties of rice flour extrudates treated with thermostable α-amylase. Master's Thesis, Sunchon National Univ. Sunchon, Korea

Kim JE, Chang US, Ji MS. 2014. A survey on the perception of gruel as medicated *Juk* for menu development. *Korean J Food Cook Sci* 30:219-227

Kim JY, Kim JB, Yi YH. 2009. pH, moisture, solid, total sugar, amylose, viscosity, spreadability and color of puffed rice powder added *Tarakjuk*. *Korean J Food Engin Process* 13: 159-163

Kim JY, Lee GC, Kim YS. 2006. Enzyme-resistant starch content, physical and sensory properties of *Tarakjuk* (milk-rice porridge) with different amylose content. *Korean J Food Culture* 21: 171-178

Kim K, Park IH, Sunwoo Y. 1991. α-Amylase production of *Bacillus natto* IAM 1212 in the wheat bran medium. *Korean J Biotechnol Bioeng* 6:143-146

Kim SJ, Lee GC, Koh BK. 2003. Effect of roasting condition on the physicochemical properties of rice flour and the quality characteristics of *Tarakjuk*. *Korean J Food Sci Technol* 35:905-913

Kim SU, Lee SJ. 2009. Starch liquefaction and residence time distribution in twin-screw extrusion of α-starch. *Korean J Food Sci Technol* 41:369-379

Lee SW, Kim KJ, Lee HG. 1983. A bibliographical study of Korean food terms. *Korean J Food & Nutr* 12:150-175

Lim H, Cha WS. 2013. Review of application of medicinal porridges by King. *Korean J Food Culture* 28:438-449

Liu, H, Ramsden L, Corke H. 1999. Physical properties and enzymatic digestibility of hydroxypropylated and normal maize starch. *Carbohydr Polym* 40:175-182

McCue PP, Shetty K. 2005. Phenolic antioxidant mobilization during yogurt production from soymilk using kefir cultures. *Process Biochem* 40:1791-1797

Seo HG, Oh MS, Song TW. 2002. The study of a medicinal gruel therapy. *J Res Inst Korean Med Daejeon Univ* 10: 167-177

Yoon OH. 2005. Quality characteristics of gruel added with *Chrysanthemum indicum* L. Ph.D Dissertation, Myongji Univ. Seoul, Korea

Yoon SJ, Hawer WD. 2008. A study on calorie and proximate components of traditional Korea gruel. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:879-885

Received 31 August, 2016
Revised 04 October, 2016
Accepted 12 October, 2016