

## 히알루론산 용액을 취반수로 이용한 현미밥의 질감 및 항산화 특성

문태휘<sup>1</sup> · 신장호<sup>2</sup> · 한정아<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>상명대학교 일반대학원 외식영양학과, <sup>2</sup>주해원바이오테크, <sup>3</sup>상명대학교 식품영양학과

### Quality characteristics of brown rice cooked in a hyaluronic acid solution

Tae-Hwi Moon<sup>1</sup>, Jang-Ho Shin<sup>2</sup>, and Jung-Ah Han<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University

<sup>2</sup>Haewon Biotech, Inc.

<sup>3</sup>Department of Food Science and Nutrition, Sangmyung University

**Abstract** Rice (brown rice: milled rice=50:50) was cooked using different concentrations of hyaluronic acid (HA) solution (0.1, 0.3, 0.5, and 0.7%, respectively) as the cooking water, and the properties of the cooked rice were compared. As the HA content increased, the moisture content of the cooked rice significantly increased, and the textural properties, including hardness, cohesiveness, and adhesiveness, except springiness, significantly decreased. For color, as the HA amount increased, the L\* value decreased, whereas the b\* values increased. The free radical scavenging effect and total polyphenol content also increased significantly as the amount of HA increased. In the sensory test, the hardness of the samples containing HA was higher than that of the control; however, there was no significant difference in the overall acceptability. Based on the above results, much softer cooked brown rice could be produced using HA solution (up to 0.7%) as the cooking water, and additional beneficial characteristics, such as antioxidant effect, can be obtained.

**Keywords:** brown rice, hyaluronic acid, cooking water, hardness, antioxidative effect

## 서 론

우리나라는 지난 2000년 고령화사회에 진입한 이후, 2067년에 고령자가 약 1827만명(46.5%)에 달할 것으로 보여져(Statistics Korea, 2021) 외국의 경우보다 훨씬 빠른 속도로 초고령화 사회에 진입할 것으로 예상된다(Kim 등, 2015a). 고령자의 여러 건강상의 문제들 중 하나인 저작장애는 치아 손실 및 턱 근육의 퇴화, 혀와 구강 및 인후 등 저작능력과 관련된 근력과 신경조절 능력이 저하되어 발생한다(Kim, 2019). 저작기능의 저하는 음식물을 잘게 부수지 못할 뿐만 아니라 타액 분비를 감소시켜 음식을 삼키기 어려운 연하장애를 유발함과 동시에 소화 기능 장애 등의 문제를 발생시킨다. 이로 인해 노인들의 음식 선택의 폭이 좁아지고 결과적으로 영양불균형을 초래할 수 있다(Kim, 2018). 따라서 고령자의 신체적, 생리적 변화와 기호도를 고려한 식품 개발의 필요성이 대두되고 있다(Shin 등, 2020). Park 등(2013)의 한국 노인의 저작능력에 따른 식품 및 음식섭취 특성에 대한 연구에서 저작불편군과 저작용이군의 밥의 선호도 1, 2위는 잡곡밥, 쌀밥의 순으로 동일했으나 실제 섭취빈도는 저작불편군이 저작용이군에 비하여 잡곡밥의 섭취량이 적고, 쌀밥의 섭취는 많은 경향을 보였다. Park 등(2006)의 고령자 대상 밥과 죽의 기호도

검사에서 밥은 진밥보다 보통 정도의 수분함량을 가지고 있는 밥에 대한 기호도가 높았고 죽은 갈아서 끓인 죽보다 원물 그대로 끓인 죽의 기호도가 높게 나타나 고령자들은 식품의 형태가 유지된 음식을 선호하는 경향을 보였다. 따라서 재료의 원물 형태는 유지하면서 저작 및 연하에 불편함이 없는 식품을 개발할 필요가 있다(Kim 등, 2015b).

현미는 벼의 왕겨(hull)만을 제거한 것으로 단백질, 식이섬유, 비타민, 무기질 등의 함량이 백미에 비해 매우 높으며 항산화 및 항당뇨 활성 기능을 가지고 있어 콜레스테롤 저하, 혈압상승 억제, 당뇨 등 성인병 예방에도 효과가 있는 것으로 보고된다(Kang 등, 2003). 그러나, 고령자들을 대상으로 한 식품의 기호도 조사 결과, 여러 밥 종류 중 현미밥이 가장 낮은 기호도를 보였는데(Kim과 Kang, 2005), 이는 현미는 외피가 두껍고 질기며, 지질 등 성분으로 인해 수분의 내부 침투가 어려워 호화가 제한되어 취반 후에도 경도가 높고 식미가 거칠어 고령자들의 섭취가 제한되기 때문으로 설명된다(Yoon 등, 2014).

히알루론산(HA, hyaluronic acid)은 아미노당(N-acetyl glucosamine)과 우론산(D-glucuronic acid)으로 구성된 다당체로 인체 피부, 근육, 연골, 혈관 등에 광범위하게 존재하는 고분자 화합물이다(Necas 등, 2008). 히알루론산은 수분을 보유하며 표피와 진피 속 세포에 산소와 영양을 전달하고 피부의 수분증발을 막아줄 뿐 아니라 수분을 흡수해 피부의 보습을 유지시킨다(Kwon 등, 2013). 그러나 나이가 들어감에 따라 체내 히알루론산 함량은 급격하게 감소하게 되는데 히알루론산을 경구섭취할 경우 체내 함량이 증가될 수 있는 것으로 보고되고 있다(Park, 2017). 히알루론산은 피부보습, 주름개선을 위한 화장품의 소재(Jang 등 2011), 상처회복을 위해 부착하는 필름(Takeuchi 등, 2009), 나노섬유(Park,

\*Corresponding author: Jung-Ah Han, Department of Food and Nutrition, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea  
Tel: +82-2-2287-5357  
Fax: +82-2-2287-0104  
E-mail: vividew@smu.ac.kr  
Received November 21, 2021; revised December 26, 2021;  
accepted December 27, 2021

2020) 등으로 사용되어져 왔으며 피부 보습력을 유지시켜 주는 건강기능식품 이외에 식품 증점제로서의 사용가능성도 보고된 바 있다(Kim 등, 2019). 또한 최근 본 연구팀의 선행연구에서 히알루론산을 기반으로 한 구강필름이 타액분비를 촉진하여 구강건조증 완화에 도움이 된다는 결과도 얻은 바 있다. 히알루론산은 백색의 분말로 물에 용해되면 무색의 투명한 용액이 되며 분자 내 많은 수산기(-OH)를 가지고 있어 높은 보수력이 있고 식품에 첨가할 경우 색이나 향, 맛에 영향을 주지 않는다는 장점이 있다(Kim 등, 2019). 이러한 특성을 이용하여 본 연구에서는 부드럽고 소화가 잘되는 현미밥 제조를 목적으로 일반 가정식이에서 가장 많이 섭취하는 현미밥 조건(백미:현미=50:50)을 선정, 농도를 달리한 히알루론산 용액을 취반수로 하여 제조된 현미밥의 이화학적 및 관능적 특성을 분석, 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

취반에 사용한 현미와 백미는 국내산 골드퀸 3호 품종을 레이팜코리아(주) (Hwaseong, Korea)에서 구입해 사용하였고, 히알루론산(Mw 1,200 kDa)은 진우바이오(Yongin, Korea)에서, 항산화특성 분석을 위한 Gallic acid, Folin & Ciocalteu's phenol reagent는 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)에서, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)는 Thermo Fisher Scientific (Waltham, MA, USA), ethanol, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>는 덕산정밀화학(Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

### HA용액 제조 및 취반

증류수에 히알루론산 분말을 녹여 농도가 다른 4종의 용액(0.1, 0.3, 0.5 및 0.7%, w/w)을 제조하였다. 현미와 백미의 비율을 1:1(w/w)로 하여 수돗물에 3번 씻은 후 30분 동안 채반에서 물기를 제거하여 전기밥솥에 담고 농도별 히알루론산 용액을 쌀 무게의 1.2배(w/w) 가하여 전기밥솥(CR-0632FV, Cuckoo Co., Seoul, Korea)을 이용하여 동일한 조건으로 취반하였다. 대조군으로는 증류수를 동일 비율로 넣어 취반한 시료를 사용하였으며, 취반된 시료는 뚜껑이 있는 용기에 담아 상온에서 30분 방냉 후 실험에 사용하였다.

### 항산화 특성 측정을 위한 에탄올 추출물 제조

취반 시료를 -70°C에서 동결 후 24시간 동결건조(PVTFD 10R, Ilshin Lab. Ltd., Dongducheon, Korea)하여 핸드블렌더(BRAUN, Kronberg, Germany)로 마쇄한 시료 5g에 80% 에탄올 45 mL를 가한 후, 100 rpm 속도로 설정한 shaking incubator (SI600R, Jeio Tech, Daejeon, Korea)를 이용하여 상온에서 24시간 동안 2회 반복 추출하였다. 추출물을 여과지(Whatman No. 2, Whatman International, Kent, UK)를 이용하여 분리한 후 4°C 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 수분함량 측정

취반 시료 10-15 g을 투명 petridish (직경 85 mm, 높이 15 mm)에 취하여 동결건조한 후 건조 전과 건조 후 무게를 비교하여 아래 수식을 통해 산출하였다.

$$\text{Moisture content (\%)} = \frac{W_b \times W_c}{W_b \times W_a} \times 100$$

이 때 W<sub>a</sub>는 용기의 무게(g), W<sub>b</sub>는 건조 전 용기와 시료의 무

게(g)이며, W<sub>c</sub>는 건조 후 용기와 시료의 무게(g)이다.

### 색도 측정

취반 시료 20 g을 취하여 색채색차계(Chroma meter CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)로 명도 L\* (lightness), 적색도 a\* (redness) 및 황색도 b\* (yellowness)를 측정하였다. 결과값은 3회 반복 측정하여 평균으로 나타내었으며, 이 때 사용된 표준 백색 판의 L\*, a\* 및 b\*값은 각각 96.90, 0.24, 1.97이었다.

### pH측정

취반 시료 5 g를 증류수로 10배 희석하고 원심분리기(Supra22K, Haniil, Incheon, Korea)를 이용해 원심분리 후 상등액을 취해 교반기(HS12-06P, miseong scientific equipment, Seoul, Korea)로 균질화한 후 pH meter (testo 206-pH 2, TESTO, Lenzkirch, Germany)로 측정하였다.

### DPPH 라디칼 소거능 측정

취반 시료 추출물의 유리라디칼 소거능은 Blois 법(1958)을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 각 시료의 에탄올 추출물 100 μL에 0.1 mM DPPH 시약 900 μL를 가하여 실온, 암소에서 20분간 반응시켰다. 이 후 흡광광도계(DU 730, Beckman Coulter, Brea, CA, USA)를 사용해 517 nm에서 반응액의 흡광도 감소치를 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

DPPH radical scavenging activity (%)

$$= \left( 1 - \frac{A(\text{sample})}{A(\text{control})} \right) \times 100$$

### 총 폴리페놀 함량 측정

취반 시료 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Dennis법을 변형하여 측정하였다(Folin과 Dennis, 1915). 각 시료의 에탄올 추출물 100 μL에 동량의 1 N Folin-Ciocalteu reagent를 첨가해 3분간 반응시켜 발색시킨 후 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 2 mL를 첨가해 암소에서 20분간 반응시켜 흡광광도계(DU 730, Beckman Coulter, Brea, CA, USA)로 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 3반복 측정하였고, 0.01, 0.02, 0.04, 0.06, 0.1 mg/mL농도의 0.1 mM의 gallic acid를 표준시약으로하여 표준곡선을 작성하였다(r<sup>2</sup>=0.99). 계산된 시료의 총 폴리페놀 함량은 mg gallic acid equivalent (GAE)/100 g으로 나타냈다.

### 취반 직후 및 냉장 저장 중의 물성 측정

취반 시료의 조직감은 texture analyzer (TA-XT2i, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 이용하여 측정하였다. 시료 20 g를 투명 유리접시(85×15 mm)에 담고 직경 20 mm의 cylinder probe를 이용하여 pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, post-test speed 1.0 mm/s, trigger 5g, strain 70%, time 5s의 조건에서 TPA (texture profile analysis) 모드로 경도, 점착성, 응집성, 탄력성, 씹힘성 총 5가지 항목의 물성을 5회 반복 측정하였다. 저장 중 물성의 변화는 현미밥을 냉장고(4°C)에 72시간 동안 저장하면서 취반 당일, 1일 및 3일 후의 경도 변화를 동일한 측정 조건으로 측정하여 노화도를 비교하였다.

### 관능검사

20-60대 사이의 성인 20명을 대상으로 관능검사를 실시하였다. 취반 후 50°C의 오븐에서 보온한 시료를 세 자리 난수표를 이용

해 시료번호를 표시한 일회용 종이컵에 10 g씩 담고 생수와 함께 제공하였다. 평가항목은 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 식감(mouthfeel), 경도(hardness) 및 전반적인 기호도(overall preference)의 6가지 항목으로 설정하였고, 7점 척도법(1점: 매우 싫어한다, 4점: 좋지도 싫지도 않다, 7점: 매우 좋아한다)을 이용하여 평가하였다. 본 검사는 소속기관의 생명윤리위원회의 승인을 받아 수행하였다(승인번호: IRB-SMU-S-2020-4-004).

### 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였으며, 얻어진 결과를 SPSS (Statistics Package for Social Science, Version 26.0, IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 일원배치분산분석(one-way ANOVA)으로 분석하였고, 각 측정 평균값 간의 유의성은  $p < 0.05$  수준으로 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 히알루론산(HA)농도를 달리한 취반수에 따른 현미밥의 수분함량

농도를 달리한 히알루론산 용액으로 취반한 현미밥의 수분함량은 Table 1과 같이 48.30-53.04%의 범위를 보였다. 증류수로 취반한 대조군의 수분함량은 48.30%로 시료들 중 가장 낮았는데, 이 수치는 Kim 등(1995)이 보고한 가수량을 달리한 멥쌀 및 찹쌀 현미밥의 수분함량(54.63-67.85)과 비교할 때 약간 낮은 수치였다. Park과 Woo(1991)는 현미의 외피가 두껍고, 지질이나 단백

질과 같은 성분을 함유하고 있어 침지 및 취반 시 수분침투 및 호화가 제한된다고 보고하였으며, Yoon 등(2014)은 현미의 품종에 따라 외피의 두께나 구조적인 차이로 인해 품종별 현미밥의 수분함량에(55.5-61.6%) 차이가 나타난다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 대조군의 수분함량이 다른 논논의 현미밥 수분함량에 비해 비교적 낮은 수치를 보인 것은 취반 시 첨가한 수분의 양 뿐만 아니라 쌀의 품종 및 현미의 도정 정도에 따른 쌀의 함유량의 차이인 것으로 생각된다. 취반수 내의 히알루론산의 함량이 증가할수록 시료의 수분함량은 유의적으로 증가하는 경향을 보여( $p < 0.05$ ), 0.7% 함량의 취반수로 제조한 현미밥(HA\_0.7)은 53.04%로 가장 높은 수분 함량을 나타냈다. Serdaroglu 등(2003)은 제품의 수분함량은 재료의 수분함량 이외에도 재료가 가지고 있는 수분 보유력이 영향을 미친다고 보고하였는데, 히알루론산 분자 내에는 많은 수산기(-OH)가 존재하므로 친수성이 뛰어나 자신의 무게의 약 600배 가까운 물을 보유할 수 있다고 한다(Lim 등, 2008). 이런 뛰어난 친수성으로 인하여 Pasonen-Seppanen 등(2003)은 일반적인 화장품에 사용되는 고분자 히알루론산이 얇은 친수성 피막을 형성하여 수분 손실을 방지하며, 특유의 보수력으로 인해 보습제로 작용한다고 보고한 점 등으로 미루어 보아 본 연구에서의 히알루론산 첨가에 따른 현미밥의 수분함량 증가는 히알루론산 자체의 보수력에 기인한 것으로 볼 수 있다.

### 히알루론산(HA)농도를 달리한 취반수에 따른 현미밥의 색도 변화

제조한 현미밥의 색도는 Table 1과 같다. 현미밥의 명도는 대

**Table 1.** Hunter's color values, pH and Moisture of cooked brown rice added with hyaluronic acid amount

| Samples <sup>1)</sup> | Moisture (%) <sup>2,3)</sup> | pH                      | Color value              |                          |                         |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                       |                              |                         | L*                       | a*                       | b*                      |
| HA_0 <sup>1)</sup>    | 48.30±0.88 <sup>c</sup>      | 6.74±0.01 <sup>ns</sup> | 72.57±1.00 <sup>a</sup>  | -0.11±0.33 <sup>ns</sup> | 8.55±0.12 <sup>c</sup>  |
| HA_0.1                | 49.52±1.13 <sup>bc</sup>     | 6.73±0.04               | 72.04±1.41 <sup>a</sup>  | 0.14±0.09                | 8.74±0.05 <sup>c</sup>  |
| HA_0.3                | 50.32±2.07 <sup>bc</sup>     | 6.74±0.04               | 71.02±1.74 <sup>ab</sup> | 0.10±0.07                | 9.46±0.30 <sup>bc</sup> |
| HA_0.5                | 51.31±0.34 <sup>ab</sup>     | 6.73±0.07               | 69.66±0.16 <sup>b</sup>  | 0.40±0.74                | 10.46±0.20 <sup>b</sup> |
| HA_0.7                | 53.04±0.07 <sup>a</sup>      | 6.73±0.06               | 69.41±0.35 <sup>b</sup>  | 0.26±0.18                | 12.84±0.21 <sup>a</sup> |

<sup>1)</sup>HA\_0: brown rice with distilled water, HA\_0.1: brown rice with 0.1% hyaluronic acid solution, HA\_0.3: brown rice with 0.3% hyaluronic acid solution, HA\_0.5: brown rice with 0.5% hyaluronic acid solution, HA\_0.7: brown rice with 0.7% hyaluronic acid solution.

<sup>2)</sup>All values are means of triplicate determinations±SD (n=3).

<sup>3)</sup>Different letters (a-c) indicate significant differences between values in the same row according to Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). ns means no significance.



**Fig. 1.** Photograph of the cooked brown rice prepared with different hyaluronic acid amount. HA\_0: brown rice with distilled water, HA\_0.1: brown rice with 0.1% hyaluronic acid solution, HA\_0.3: brown rice with 0.3% hyaluronic acid solution, HA\_0.5: brown rice with 0.5% hyaluronic acid solution, HA\_0.7: brown rice with 0.7% hyaluronic acid solution.

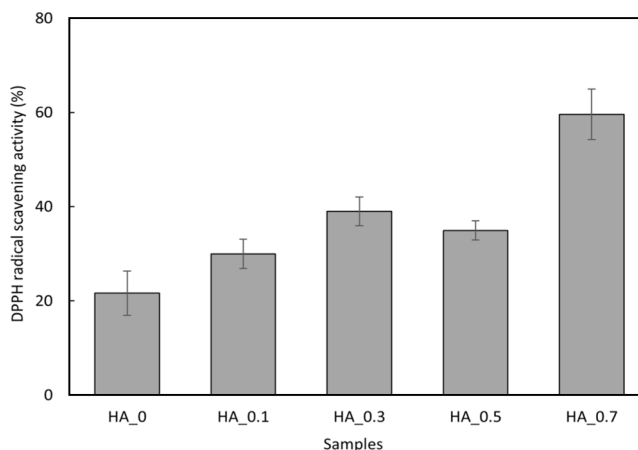
조군이 72.57로 가장 높게 나타났으며, 현미와 백미를 55:45의 중량비율로 혼합한 현미밥의 명도가 71.31이었다는 Han 등(2012)의 연구와 유사한 결과값을 보였다. 시료의 명도는 히알루론산의 첨가량에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 적색도는 모든 시료가  $-0.11-0.40$ 의 범위로 시료간 유의적인 차이가 없었고( $p > 0.05$ ), 황색도는 대조군이 8.55로 가장 낮았으나, 히알루론산 첨가량에 따라 유의적으로 증가하여 HA\_0.7이 12.84로 가장 높은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 현미밥의 색과 관련된 연구로 Lamberts 등(2007)은 현미의 도정률 15%까지는 명도가 증가하고, a와 b값은 감소하는데, 이는 도정 시 제거되는 현미의 외피에 적색과 황색계 색소가 함유되어 있기 때문으로 보고하였으며, Kang 등(2003)도 유색 현미의 과피가 다양한 천연색소를 함유하고 있어 밥의 색도에 영향을 미친다고 보고하였다. 본 연구결과에서 히알루론산 첨가량에 따라 시료간 색의 차이가 있었으나 이는 Fig. 1에서 보듯이 육안으로 구분될 정도는 아니었다.

**히알루론산(HA)농도를 달리한 취반수에 따른 현미밥의 pH 변화**

히알루론산 첨가량을 달리한 현미밥의 pH는 Table 1에 제시한 것처럼 6.73-6.75의 범위로 품종별 유색미를 10% 첨가한 현미죽의 pH가 6.73-6.96이었다는 Kim 등(2021)의 보고와 유사한 범위를 보였으며, 히알루론산 첨가량에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 밥의 pH와 관련하여 매실 추출물을 첨가한 쌀밥의 pH가 5.2로 대조군의 6.5보다 낮았다는 연구(Park 등, 1998), 치자 추출물을 첨가한 쌀밥의 pH가 6.08으로 대조군의 6.85보다 낮았다는 연구(Choo 등, 2002) 등, 밥의 pH는 첨가물의 pH에 영향을 받는다는 결과들이 보고된 바 있다. 그러나 본 연구에 사용된 히알루론산 용액의 pH는 6.62-6.86으로 농도에 따라 다소 증가하는 경향을 보였으나 유의적 변화는 아니었고, 이는 대조군 제조 시 사용한 증류수(pH 6.37)와 유사한 값으로, 결과적으로 현미밥의 pH에는 변화가 없는 것으로 나타났다.

**히알루론산(HA)농도를 달리한 취반수에 따른 현미밥 추출물의 유리라디칼 소거능**

히알루론산 용액으로 제조한 현미밥의 유리라디칼 소거능은 Fig. 2와 같다. 대조군의 라디칼 소거능은 21.63%로 가장 낮았으며, 히알루론산의 첨가량이 증가할수록 증가하여 0.3% 이상 첨가할 경우 대조군보다 유의적으로 높은 라디칼 소거능을 보였고 0.7% 첨가시료(HA\_0.7)에서는 59.59%로 가장 높게 나타났다. 생체 내에서 생성되는 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)의 과다한 생성과 축적은 항산화 체계의 균형을 깨지게 하여 여러 질병과 노화의 직접적인 원인이 될 수 있으므로 생체 내 항산화 체계를 유지시키는 것이 중요하다(Kim 등, 2012). 히알루론산은 hydroxyl radical ( $\cdot\text{OH}$ )과 같은 활성산소종에 대한 소거 활성과 염증 반응의 조절에 역할을 한다고 알려져 있다(Balogh 등, 2003). Ke 등(2011)은 히알루론산이 1,600  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도에서 50.23-59.38%의 DPPH 라디칼 소거능을 보였다고 하였고, Kanchana 등(2013)은 *Amussium pleuronectus*로부터 추출한 히알루론산이 0.2 mg/mL에서 최소활성(19.77%), 1.0 mg/mL 농도에서 최대 활성(54.42%)의 DPPH 라디칼 소거능을 보였다고 보고한 바 있다. Sadhasivam 등(2013)도 *Aetobatus narinari*로부터 추출한 히알루론산이 200  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서 31.29%의 DPPH 라디칼 소거 효과를 나타냈다고 보고하였다. Shin(2021)은 히알루론산을 주 재료로 0.02 ppm 농도의 비타민 C를 함유한 구강용해필름이 72.24-74.38%의 DPPH 라디칼 소거능을 보였는데, 이는 20 ppm의 아스코르브산의 DPPH 라디칼 소거능(33.47%)보다 월등히 높은 값으로 비

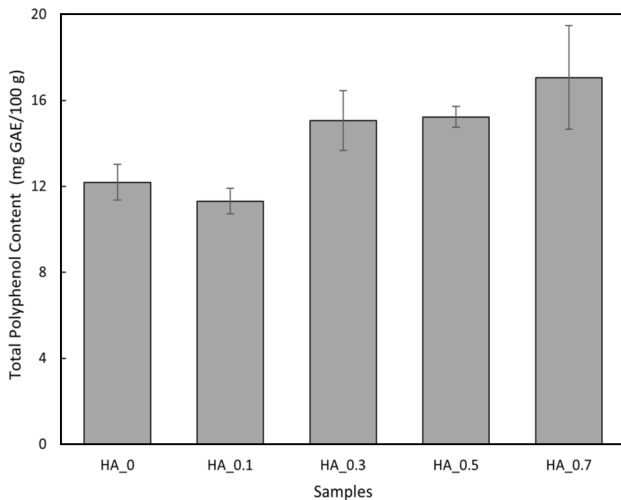


**Fig. 2. Changes of the DPPH radical scavenging activity in cooked brown rice by hyaluronic acid amount.** HA\_0: brown rice with distilled water, HA\_0.1: brown rice with 0.1% hyaluronic acid solution, HA\_0.3: brown rice with 0.3% hyaluronic acid solution, HA\_0.5: brown rice with 0.5% hyaluronic acid solution, HA\_0.7: brown rice with 0.7% hyaluronic acid solution.

타민 C와 더불어 히알루론산이 항산화 활성에 기여한다고 보고하였다. 이러한 연구결과들로 미루어 볼 때, 히알루론산은 항산화 활성이 있으며 그 농도가 증가할수록 최종제품의 항산화 활성 또한 증가하는 것으로 보여진다. 히알루론산을 첨가하지 않은 대조군 역시 21.63%의 DPPH 라디칼 소거능을 나타내었는데 이는 현미에  $\alpha$ -tocopherol,  $\alpha$ -tocotrienol,  $\gamma$ -tocopherol,  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA), aravinoxylan, ferulic acid 및 vitamin B1, vitamin E 등과 같은 항산화력을 나타내는 생리활성 물질들이 기타 곡류보다 상대적으로 많이 함유되어 있기 때문으로(Moon 등, 2010), 대조군의 유리라디칼 소거 활성은 현미 자체의 항산화력에 의한 결과로 볼 수 있다.

**히알루론산(HA)농도를 달리한 취반수에 따른 현미밥 추출물의 총 폴리페놀 함량**

히알루론산을 첨가하여 취반한 현미밥 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 3에 나타난 바와 같이 11.31-17.06 mg GAE/100 g의 범위로 히알루론산을 0.3% 이상 첨가한 경우 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. Polyphenol 복합체는 식물에 함유되어 있는 항산화 활성과 연관이 깊은 성분으로 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기가 단백질 및 기타 거대분자들과 결합하여 생리활성 효과를 나타낸다(Kim 등, 2009). 곡류에 함유되어 있는 polyphenolic 화합물들은 우수한 항산화력을 가지고 있는 것으로 알려져 있는데(Middleton과 Kandaswami, 1994), 특히 쌀의 미강에는 sinapic acid, ferulic acid, *p*-coumaric acid 등 항산화 활성을 나타내는 물질이 다량 존재하는 것으로 알려져 있다(Jung 등, 2010). 총 폴리페놀 함량 변화에 관한 연구로 Peleg 등(1991)은 조리과정 중 식물세포벽이 파괴되면서 결합된 폴리페놀이 쉽게 유리될 수 있다고 하였는데, 이와 관련된 실험결과로 Hong 등(1998)은 가열처리 이후 치커리의 총 폴리페놀 함량이 증가하였는데, 이는 결합 형태의 고분자의 불용성 폴리페놀로부터 분리된 유리형태의 폴리페놀 함량이 증가했기 때문이라고 하였고, Acosta-Estrada 등(2014)도 쿠키를 오븐에 굽는 과정에서 밀가루 조직에 결합되어 있는 폴리페놀이 용출되어 유리 형태로 전환되었다고 보고하였다. 현미는겨층에 존재하는 세포벽들로 인해 수분침투가 어려워



**Fig. 3. Changes of the total polyphenol content in cooked brown rice by hyaluronic acid amount.** HA\_0: brown rice with distilled water, HA\_0.1: brown rice with 0.1% hyaluronic acid solution, HA\_0.3: brown rice with 0.3% hyaluronic acid solution, HA\_0.5: brown rice with 0.5% hyaluronic acid solution, HA\_0.7: brown rice with 0.7% hyaluronic acid solution.

호화가 덜 되거나 지연될 수 있는데, 취반수 내 히알루론산의 함량의 증가는 수분보유력을 높혀 결과적으로 침투하는 수분의 양을 증가시키는 효과를 가져올 수 있고, 이로 인해 호화를 촉진시키면서 현미의 세포벽에 결합되어 있던 폴리페놀을 유리 형태로 용출시키는 데 관여하였을 가능성을 고려할 수 있다. 또한 0.7% 히알루론산 용액 첨가 시 색도의 b값과 총 폴리페놀 함량이 크게 증가한 것과 관련하여, 폴리페놀 화합물을 가열 시 마이야르 반응을 통해 생성되는 갈색물질이 향산화 특성을 갖는 다는 기존 보고(Oh 등, 2010)를 고려할 때 히알루론산이 조리과정 중 생성되는 환원성 알데하이드와 아미노화합물이 amino-carbonyl 반응을 통해 갈색의 고분자 물질인 멜라노이드를 생성을 촉진(Lertittkul 등, 2007)하는 데 관여했을 가능성도 고려할 수 있다. 이 기작에 관해 앞으로 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 히알루론산(HA)농도를 달리한 취반수에 따른 현미밥의 조직감 특성

히알루론산의 첨가량을 달리한 현미밥의 조직감 특성은 Table 2에 제시하였다. 조직감 특성 중 경도와 점착성은 밥의 품질을

결정하는 중요한 요소인데(Park 등, 2016), 대조군과 HA\_0.1의 경도는 287,149 및 286,059 N/m<sup>2</sup>로 가장 높았으나, 히알루론산의 첨가량이 증가할수록 경도가 유의적으로 감소하였으며( $p<0.05$ ), 0.5% 첨가시료(HA\_0.5)에서는 대조군의 약 51%인 146,903 N/m<sup>2</sup>로 가장 낮은 수치를 보였으며, 0.7% 첨가시료(HA\_0.7)의 경우 0.5% 첨가시료의 경도와 유의적 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 밥의 경도는 첨가되는 재료에 따라 변화하며 특히 수분 함유량과 연관이 있다(Park 등, 2012). 일반적으로 현미는 백미와 다른 외피의 구조적 특성으로 인해 수분흡수와 호화가 어려워 취반 후 식감이 단단하고 백미보다 표면이 거칠다(Yoon 등, 2014). 현미의 조직감을 연하게 하기 위한 다양한 시도들이 있었는데, Kim과 Back(2012)은 현미에 칼집을 내면 칼집을 낸 부분을 통해 수분이 배유에 쉽게 흡수되어 취반 시 열전달이 균일하게 이루어져 경도가 칼집을 내지 않은 현미밥(34.48 kg/cm<sup>3</sup>)에 비해 약 50% 감소(18.54 kg/cm<sup>3</sup>)했다고 보고하였으며, Kim 등(2012)은 현미의 과피층을 선택적으로 제거하여(0, 5, 10%) 수분침투를 용이하게 만든 후 취반한 현미밥에서 과피층 10% 제거군의 경도가 10-40% 감소하였다고 보고하였다. Cheon 등(2016)은 500 MPa로 5분간 초고압 처리 시 백미 찹쌀의 경도는 약 21% (23.83 g/cm<sup>2</sup>에서 18.75 g/cm<sup>2</sup>), 현미의 경도는 약 35% (170 g/cm<sup>2</sup>에서 110 g/cm<sup>2</sup>) 감소하였는데, 이는 초고압 처리에 의해 쌀 과피 구조가 붕괴되고 내부 기포가 제거됨에 따라 수분이 쉽게 스며들어 경도감소의 효과가 있었다고 보고하였고, Park과 Han(2016)은 현미를 상온에서 침지 8시간 후 50도에서 60분 ultrasound 처리한 후 취반한 시료의 경도가 백미와 유사한 정도로 부드러워졌다고 보고하였다. 본 실험에서 취반 시 히알루론산 용액을 0.3% 이상 첨가할 경우 수분 보유력이 우수한 히알루론산이 현미의 수분결합력을 높이고 열전달을 쉽게 해 전분의 호화를 촉진시킴으로써 현미밥의 경도를 낮춘 것으로 보여진다.

점착성은 히알루론산 용액의 농도에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보여( $p<0.05$ ), 대조군이 855.16으로 가장 높았으며, HA\_0.7에서는 대조군의 약 50% 이상 감소한 369.38로 가장 낮은 결과를 나타냈다. 탄력성은 0.81-0.89의 범위로 모든 시료간 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 응집성은 대조군이 0.39로 가장 높았고, 히알루론산의 농도가 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). Kim 등(1995)은 현미밥 취반 시 가수량이 증가하면 응집성이 감소한다고 보고하였는데, 본 실험에서는 가수량은 고정된 상태였으나 히알루론산의 농도를 높여 취반 하였으므로 현미의 수분보유력이 높아져 응집성이 낮아진 것으로 보인다. 씹힘성은 고체 물질을 씹을 수 있는 상태로 만드

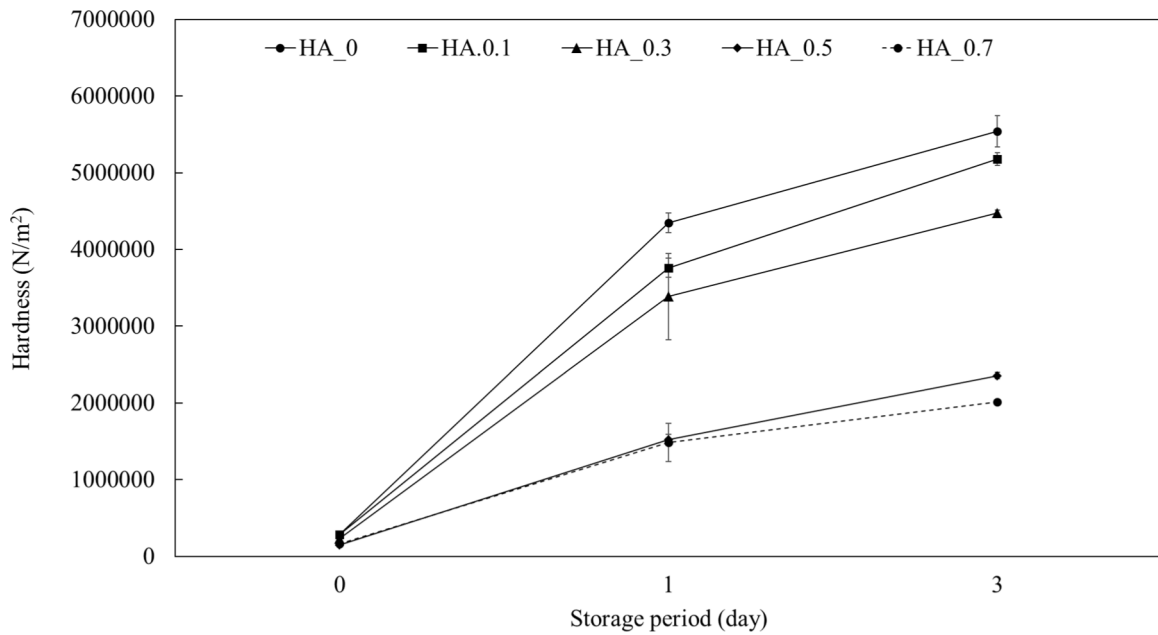
**Table 2. Changes of the texture parameters in cooked brown rice by hyaluronic acid amount**

| Samples <sup>1)</sup> | Texture properties <sup>2,3)</sup> |                            |                        |                         |                            |
|-----------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                       | Hardness (N/m <sup>2</sup> )       | Adhesiveness               | Cohesiveness           | Springiness             | Chewiness                  |
| HA_0                  | 287,149±14,415 <sup>a</sup>        | 855.16±27.76 <sup>a</sup>  | 0.39±0.00 <sup>a</sup> | 0.81±0.00 <sup>ns</sup> | 863.06±15.24 <sup>a</sup>  |
| HA_0.1                | 286,059±13,925 <sup>a</sup>        | 824.82±23.56 <sup>ab</sup> | 0.39±0.02 <sup>a</sup> | 0.84±0.01               | 843.92±59.75 <sup>a</sup>  |
| HA_0.3                | 233,594±23,732 <sup>b</sup>        | 735.18±121.89 <sup>b</sup> | 0.35±0.01 <sup>b</sup> | 0.89±0.01               | 690.81±105.48 <sup>b</sup> |
| HA_0.5                | 146,903±961 <sup>c</sup>           | 474.47±15.13 <sup>c</sup>  | 0.35±0.01 <sup>b</sup> | 0.81±0.09               | 416.28±71.72 <sup>c</sup>  |
| HA_0.7                | 164,359±5,197 <sup>c</sup>         | 369.38±11.56 <sup>d</sup>  | 0.30±0.01 <sup>c</sup> | 0.82±0.03               | 450.51±9.16 <sup>c</sup>   |

<sup>1)</sup>HA\_0: brown rice with distilled water, HA\_0.1: brown rice with 0.1% hyaluronic acid solution, HA\_0.3: brown rice with 0.3% hyaluronic acid solution, HA\_0.5: brown rice with 0.5% hyaluronic acid solution, HA\_0.7: brown rice with 0.7% hyaluronic acid solution.

<sup>2)</sup>All values are means of triplicate determinations±SD (n=3).

<sup>3)</sup>Different letters (a-d) indicate significant differences between values in the same row according to Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ). ns means no significance.



**Fig. 4.** Changes of the hardness in cooked brown rice by hyaluronic acid amount for 3 day storage at 4°C. HA\_0: brown rice with distilled water, HA\_0.1: brown rice with 0.1% hyaluronic acid solution, HA\_0.3: brown rice with 0.3% hyaluronic acid solution, HA\_0.5: brown rice with 0.5% hyaluronic acid solution, HA\_0.7: brown rice with 0.7% hyaluronic acid solution.

는 성질로 경도를 바탕으로 계산하는 값이기 때문에 경도와 유사한 결과를 보여, 히알루론산 농도에 따라 유의적으로 감소하여 ( $p < 0.05$ ), HA\_0.7 시료의 경우 대조군의 약 50% 정도의 수치를 나타냈다.

우리나라 고령자의 밥류 선호도 조사 결과를 살펴보면 연령층이 높아질수록 잡곡밥의 선호도가 높아지는 결과를 나타내는데, Han과 Lee(2014)는 연령별 잡곡밥 섭취 비율에서 50대부터 잡곡밥의 섭취 비율이 증가하면서 60대 이상에서는 잡곡밥 섭취 비율이 67.7%로 가장 높았다고 보고하였고, Chun과 Yoon(2016)은 서울과 전라남도 지역의 장수 노인들의 식생활 비교 연구에서 흰 쌀밥에 비해 잡곡밥의 섭취빈도가 2배 가량으로 높아 노년층의 잡곡밥에 대한 선호도가 높다고 보고하였다. Jang과 Lee(2017)는 고령친화식품 기호도 조사에서 고령자들이 진밥 보다 된밥을 훨씬 선호하며 고령자 맞춤형 밥류 개발 시 주요한 고려사항으로 여겨진다고 보고하였다. 그러나 Park 등(2013)은 저작불편군과 저작용이군의 밥류 선호 순위는 잡곡밥, 쌀밥 순으로 같았지만, 저작불편군이 저작용이군에 비하여 잡곡밥 섭취량이 적고, 상대적으로 부드러운 쌀밥의 섭취는 많아졌다고 보고하였고, Kim과 Kang(2005)은 성남 고령자들의 밥류에 대한 기호도 중 현미밥과 울무밥이 밥류 중 가장 낮은 기호도를 보인다고 보고하였다. 이는 일반적으로 현미의 경도가 쌀이나 다른 잡곡보다 높아 고령자가 저작하기 불편하여 나타난 결과로 생각된다. 이상의 결과로부터 0.3% 이상의 히알루론산 용액을 취반수로 사용하여 현미밥을 제조할 경우 경도, 응집성, 씹힘성과 함께 점착성도 낮은 질감의 현미밥 제조가 가능하며 이는 저작이 어려운 고령자들의 식사준비 시 경도를 낮추기 위해 물을 추가로 첨가하여 진밥을 만들면서 결과적으로 점착성도 증가하여 기호도가 감소하는 경우를 만들지 않고도, 고령자의 선호도가 높은 현미밥을 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 냉장 저장 시 현미밥의 경도 변화

히알루론산 용액이 현미밥의 노화에 미치는 영향을 알아보기 위해 냉장조건(4°C)에서 3일간 저장하면서 측정된 현미밥의 경도 변화는 Fig. 4에서 보듯이 히알루론산 용액의 농도가 증가할수록 저장 중 경도는 유의적으로 감소하였다. 저장 1일차의 경도는 대조군이 44.32 kg/cm<sup>2</sup>로 0일차에 비하여 약 15배 증가하면서 가장 높았으나, 0.5% 첨가군(HA\_0.5)과 0.7% 첨가군(HA\_0.7)의 경도는 15.52와 15.15 kg/cm<sup>2</sup>로 가장 낮았다. 저장 3일차에는 모든 시료의 경도가 증가하였으며 대조군이 56.48 kg/cm<sup>2</sup>로 가장 높은 값을 보였고 HA\_0.7시료는 20.54 kg/cm<sup>2</sup>로 가장 낮은 값을 보여 상대적으로 노화가 크게 지연되는 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 밥의 노화를 억제하기 위한 다양한 시도들이 있었는데, Kim 등(2004)은 쌀밥에 glucono-δ-lactone을 첨가하고 72시간까지 저장한 시료가 취반 직후 시료의 점착성과 경도 특성에서 유의적 차이가 없는 것으로 노화가 억제되었다고 보고하였으며, Kim 등(2007)은 유색미에 미강 추출물을 첨가했을 때 노화가 덜 일어났다고 보고하였다. Ko(2020)는 상온에서 6시간 수침한 후 90°C에서 90분 수비드 처리한 현미밥의 경도가 460.68 kg/cm<sup>3</sup>, 일반 전기밥솥으로 제조한 현미밥이 533.33 kg/cm<sup>3</sup>으로 수비드 처리 시 밥의 경도가 감소하였고, 저장 21일 차에는 각각 776.62, 1012.86 kg/cm<sup>3</sup>으로 수비드 처리가 현미밥의 노화를 억제한다고 보고하였다. 본 실험에서는 히알루론산의 강력한 수분보유력에 의해 취반 후 밥알의 수분함량 및 시간에 따른 수분 보유력이 증가하여 히알루론산 농도가 증가할수록 초기 경도가 감소하고 저장 중 노화 속도가 지연된 것으로 보여져 히알루론산 용액을 취반수로 사용 시 쉽고 효과적으로 노화를 지연시킬 수 있는 것으로 보여진다.

**Table 3. Sensory properties of cooked brown rice with different hyaluronic acid amount**

| Samples <sup>1)</sup> | Appearance <sup>3)</sup> | Flavor                  | Taste                   | Mouthfeel               | Hardness <sup>2)</sup> | Overall preference      |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| HA_0                  | 5.31±1.19 <sup>ns</sup>  | 5.06±1.12 <sup>ns</sup> | 4.56±1.20 <sup>ns</sup> | 3.50±1.50 <sup>ns</sup> | 3.12±1.31 <sup>b</sup> | 4.43±1.31 <sup>ns</sup> |
| HA_0.1                | 5.00±1.31                | 4.93±0.77               | 4.87±0.95               | 4.56±1.50               | 4.50±1.31 <sup>a</sup> | 4.81±1.10               |
| HA_0.3                | 5.00±1.26                | 5.25±0.93               | 4.93±1.34               | 4.37±1.08               | 4.56±1.31 <sup>a</sup> | 4.75±1.39               |
| HA_0.5                | 5.50±1.03                | 5.00±1.36               | 4.56±1.41               | 4.18±1.68               | 4.43±1.59 <sup>a</sup> | 4.56±1.09               |
| HA_0.7                | 5.25±0.93                | 4.87±0.80               | 4.50±1.09               | 4.18±1.32               | 4.56±1.15 <sup>a</sup> | 4.75±1.00               |

<sup>1)</sup>HA\_0: brown rice with distilled water, HA\_0.1: brown rice with 0.1% hyaluronic acid solution, HA\_0.3: brown rice with 0.3% hyaluronic acid solution, HA\_0.5: brown rice with 0.5% hyaluronic acid solution, HA\_0.7: brown rice with 0.7% hyaluronic acid solution.

<sup>2)</sup>All values are means of triplicate determinations±SD (n=20). Within a column not followed by the same letter are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>3)</sup>ns means no significance.

### 히알루론산(HA)농도를 달리한 취반수에 따른 현미밥의 관능특성

히알루론산 농도를 달리하여 취반한 현미밥의 기호도 검사 결과는 Table 3에 나타났다. 외관은 육안으로 관찰되는 제품의 색과 형태를 평가했는데, 현미밥의 모든 시료군은 5.00-5.50의 범위로 히알루론산 농도에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 향과 맛은 각각 4.87-5.25 및 4.50-4.93의 범위로 두 항목 모두 대조군과 히알루론산 취반수 시료군 간에 유의적인 차이가 없었는데( $p>0.05$ ), 이는 무색, 무취 및 무맛의 특성을 가지는 히알루론산의 특성에 기인하여 나타난 결과로 생각된다. 식감도 3.50-4.56으로 대조군과 시료군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 경도는 히알루론산 첨가군이 대조군보다 높은 평가를 받았는데, 이는 히알루론산 용액으로 취반한 현미밥의 경도와 점착성이 대조군보다 낮은 것과 관련이 있는 것으로 보인다. 그러나 히알루론산 농도에 따른 시료군 유의적 차이는 없었다. 전반적인 기호도는 4.43-4.81의 범위로 대조군과 시료군 사이의 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 이는 시료군 경도의 차이가 기계적 측정뿐 아니라 관능검사에서도 나타났으나, 관능검사 대상이 비교적 젊은층으로 밥의 경도에 대한 선호도가 전체적인 선호도에는 영향을 미치지 않은 것으로 보인다. 그러나 저작이 어려운 노인들을 대상으로 한다면 밥의 경도 차이가 전체적 선호도에 영향을 미칠 것으로 예상되며, 전체적인 결과를 바탕으로 볼 때 부드러운 현미밥 개발 시 히알루론산 농도를 0.3% 이상, 경도조절을 위해 최대 0.7% 수준까지 첨가한 취반수를 사용하는 것이 가능할 것으로 판단된다.

## 요 약

히알루론산 첨가가 현미밥의 품질특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 히알루론산의 농도를 달리한 용액(0-0.7%)을 취반수로 하여 현미밥을 제조하고 그 특성을 평가하였다. 먼저 현미밥의 수분함량은 48.30-53.04%의 범위로 히알루론산 첨가량이 증가할수록 증가하였으며( $p<0.05$ ), pH는 6.73-6.74의 범위로 대조군과 시료군간에 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 색도의 경우, 명도는 히알루론산을 첨가할수록 유의적으로 낮아졌고( $p<0.05$ ), 적색도는 대조군과 시료군간 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ). 그러나 황색도는 히알루론산 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 현미밥의 유리라디칼 소거능은 대조군이 21.63%로 가장 낮았으며, 히알루론산의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 HA\_0.7에서는 59.59%로 가장 높았으며( $p<0.05$ ), 총 폴리페놀 함량은 히알루론산 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 HA\_0.7에서 17.06 mg GAE/100g으로 가장 높은 것으로 확인되었다( $p<0.05$ ). 현미밥의 경도는 히알루론산 첨가량이

증가함에 따라 대조군에서는 287,149 N/m<sup>2</sup>로 가장 높았으며, HA\_0.7에서는 164,359 N/m<sup>2</sup>로 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). 점착성, 씹힘성 및 응집성은 히알루론산 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고( $p<0.05$ ), 탄력성은 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 저장 시 경도 변화는 히알루론산을 첨가량이 많아질수록 유의적으로 감소하였으며 HA\_0.5와 HA\_0.7은 저장 기간 별로 경도의 증가 폭이 대조군에 비하여 작았다( $p<0.05$ ). 기호도 검사 결과 외관, 향, 맛, 식감, 전반적인 기호도에서 대조군과 시료군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며( $p>0.05$ ), 경도에서는 히알루론산 첨가군이 대조군보다 높은 선호도를 보이며 유의적인 차이를 나타냈다( $p<0.05$ ). 이상의 결과로 히알루론산의 첨가가 현미밥의 항산화 특성을 향상시키며, 물성을 개선함과 동시에 노화 시간을 늦추는 것을 확인할 수 있었으며, 고령자의 기호도를 높이며 부드러운 질감을 얻기 위해 첨가수준은 HA\_0.7까지 적용 가능할 것으로 보인다.

## 감사의 글

본 연구는 2021년도 상명대학교 교내연구비를 지원받아 수행하였습니다.

## References

- Acosta-Estrada B, Gutierrez-Urbe JA, Serna-Saldivar SO. Bound phenolics in foods, a review. *Food Chem.* 152: 46-55 (2014)
- Balogh T, Illes J, Szekely Z, Forrai E, Gere A. Effect of different metal ions on the oxidative damage and antioxidant capacity of hyaluronic acid. *Arch. Biochem. Biophys.* 410: 76-82 (2003)
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200 (1958)
- Cheon HS, Lim TW, Cho WI, Hwang GT. Textural characteristics and bacterial reduction in glutinous rice and brown rice pretreated with ultra-high pressure. *Korean J. Food Sci.* 48: 92-95 (2016)
- Choo NY. Effect of water extract of Gardenia jasminoides on the sensory quality and putrefactive microorganism of cooked rice. *Korean J. Food Cook. Sci.* 18: 543-547 (2002)
- Chun SS, Yoon EJ. A comparative study of taste preference, food consumption frequency, and nutrition intake between the elderly in their 80's living in long life regions in Jeollanam-do and a part of Seoul. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 115-127 (2016)
- Folin AD, Denis W. A colorimetric method for the determination of phenol (and phenol derivatives) in urine. *J. Biol. Chem.* 22: 305-308 (1915)
- Han GS, Chung HJ, Yoon JH, Baek MK. Optimization of cooked brown rice by controlling the ratio of grain cereal blends to improve palatability. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 22: 782-794 (2012)
- Han GS, Lee YM. Analysis of consumption status of cooked rice

- with different grains and related factors in a Korean population: based on data from 2011 Korean national health and nutritional examination survey (KNHANES). *J. East Asian Soc. Diet. Life* 24: 748-758 (2014)
- Hong MJ, Lee GD, Kim HK, Kwon JK. Changes in functional and sensory properties of chicory roots induced by roasting processes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 413-418 (1998)
- Jang HH, Lee SJ. Preferences of commercial elderly-friendly foods among elderly people at senior welfare centers in Seoul. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 27: 124-136(2017)
- Jang JC, Shin SH, Han SK, Kim WK. The efficacy of new hyaluronic acid filler (HyaFilia). *J. Korean Soc. Plast. Reconstr. Surg.* 38: 1-6 (2011)
- Jung EH, Hwang IK, Ha TY. Properties and antioxidative activities of phenolic acid concentrates of rice bran. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42: 593-597(2010)
- Kanchana S, Arumugam M, Giji S, Balasubramanian T. Isolation, characterization and antioxidant activity of hyaluronic acid from marine bivalve mollusc *Amusium pleuronectus* (Linnaeus, 1758). *Bioact. Carbohydr. Diet. Fiber* 2: 1-7 (2013)
- Kang MY, Shin SY, Nam SH. Antioxidant and anti-mutagenic activity of solvent-fractionated layers of colored rice bran. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35:951-958 (2003)
- Kang MY, Shin SY, Nam SH. Correlaton of antioxidant and antimutagenic activity with content of pigments and phenolic compounds of colored rice seeds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 968-974 (2003)
- Ke CL, Sun LP, Qiao DL, Wang D, Zeng XX. Antioxidant activity of low molecular weight hyaluronic acid. *Food Chem. Toxicol.* 49: 2670-2675 (2011)
- Kim BK, Chun YG, Lee SH, Park DJ. Emerging technology and institution of foods for the elderly. *Food Sci. Ind.* 48: 28-36 (2015a)
- Kim EJ, Choi JY, Yu MR, Kim YM, Lee SH, Lee BH. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 337-342 (2012)
- Kim HJ, Park HY, Kim MY, Lee JY, Lee JH, Lee JY, Lee YY, Lee BW, Kim MH, Lee BK. Physicochemical characteristics of brown rice porridge added with colored rice cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 50: 279-284 (2021)
- Kim HY, Kang NE. A survey on the seasonal menu and consumer acceptance test of free meals for the elderly facility in Sungnam region. *J. Korean Soc. Food Cult.* 20: 273-282 (2005)
- Kim HW, Oh SK, Kim DJ, Yoon MR, Lee JH, Choi IS, Kim YG, Cha KN. Changes in contents of nutritional components and eating quality of brown rice by pericarp milling. *Korean J. Crop Sci.* 57: 35-40 (2012)
- Kim H, Park CK, Jeong JH, Jeong HS, Lee HY, Yu KW. Immune stimulation and anti-metastasis of crude polysaccharide from submerged culture of *Hericicum erinaceum* in the medium supplemented with Korean ginseng extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 1535-1542 (2009)
- Kim JH, Oh SH, Lee JW, Lee CY, Byun MW. Effect of glucono delta-lactone on the quality of cooked rice. *Korean J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 1698-1702 (2004)
- Kim JH, Nam SH, Kim MH, Sohn JK, Kang MY. Cooking properties of rice with pigmented rice bran extract. *Korean J. Crop Sci.* 52: 60-68 (2007)
- Kim JY, Back SH. Hydration and cooking properties of brown rice scratched with a knife. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 722-727 (2012)
- Kim KA, Jung LH, Jeon ER. Effect of cooking condition on the eating quality of cooked brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11: 527-535 (1995)
- Kim KI, Lee SY, Lee JS, Lee JG, Min SG, Choi MJ. Effect of liposome-coated hemicellulase on the tenderization of burdock. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 698-703 (2015b)
- Kim SH. Comparative analysis of orofacial myofunctional in adults and elderly people. *J. Korea Acad. Industr. Coop. Soc.* 20: 303-310 (2019)
- Kim SH. Effects of nutrient intake on oral health and chewing difficulty by age group. *J. Korea Acad. Industr. Coop. Soc.* 19: 202-209 (2018)
- Kim SM, An CW, Chang JH, Kweon DK, Hong JY, Han JH. Thickening effect of hyaluronic acid solution in foods with different intake temperature. *Korean J. Food Cook. Sci.* 35: 119-124 (2019)
- Ko EA. Optimization of sous-vide brown rice and its retrogradation properties. Master thesis, Hanyang University, Seoul, Korea (2020)
- Korean Statistical Information Service. Population and the aging, index trend by age. Available from: [https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M\\_01\\_01&vwcd=MT\\_ZTITLE&parmTabId=M\\_01\\_01&outLink=Y&entrType=#content-group](https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01&outLink=Y&entrType=#content-group). Accessed 06. 17, 2021.
- Kwon SB, Lee GT, Choi SJ, Lee NK, Park HW, Lee KS, Lee KK, Ahn KJ, An IS. The effect of glycerin, hyaluronic acid and silicone oil on the hydration, moisturization and transepidermal water loss in human skin. *Asian J. Beauty Cosmetol.* 11: 761-768 (2013)
- Lambets L, Bie ED, Vandeputte GE, Veraverveke WS, Derycke V, Man WD, Delcour JA. Effect of milling on color and nutritional properties of rice. *Food Chem.* 100: 1496-1503 (2007)
- Lertittkul W, Benjakul S, Tanaka M. Characteristics and antioxidative activity of maillard reaction products from a porcine plasma protein-glucose model system as influenced by pH. *Food Chem.* 100: 669-677 (2007)
- Lim JY, Kim SH, Kang GS, Lee JM. Preparation and characterization of tissue engineered scaffold using porcine small intestinal submucosa and hyaluronic acid. *Polym. Korea* 32: 415-420 (2008)
- Moon GS, Kim MJ, Jin MH, Kim SY, Park SY, Ryu BM. Physicochemical and sensory properties of rice stored in an unused tunnel. *Korean J. Food Cook. Sci.* 26: 220-228 (2010)
- Middleton E, Kandaswami C. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol.* 48: 115-119 (1994)
- Necas J, Bartosikova L, Brauner P, Kolar J. Hyaluronic acid (hyaluronan): A review. *Vet. Med.* 53: 397-411 (2008)
- Oh CH, Kim GN, Lee SH, Lee JS, Jang HD. Effects of heat processing time on total phenolic content and antioxidant capacity of ginseng Jung Kwa. *J. Ginseng Res.* 34: 198- 204 (2010)
- Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS. Cooking quality characteristics of cooked rice of YenipSambab with pigmented rice. *Korean J. Food Preserv.* 19: 185-192 (2012)
- Park BJ. Continuous fabrication of hyaluronic acid/polyvinyl alcohol composite nanofibers and their characteristic change with heat treatment temperature. Master thesis, Hanyang University, Seoul, Korea (2020)
- Park, DJ, Han, JA. Quality controlling of brown rice by ultrasound treatment and its effect on isolated starch. *Carbohydr. Polym.* 137: 30-38 (2016)
- Park HW, Woo KJ. The hydration properties and the cooking qualities of various brown rices. *Korean J. Food Sci. Technol.* 7: 25-40 (1991)
- Park HY, Shin DS, Woo KS, Sim EY, Kim HJ, Lee SK, Won YJ, Lee SB, Oh SK. Mechanical quality evaluation of rice cultivars that could potentially be used to produce processed cooked rice. *Korean J. Crop Sci.* 61: 145-152 (2016)
- Park JE, An HJ, Jung SU, Lee YN, Kim CI, Jang YA. Characteristics of the dietary intake of Korean elderly by chewing ability using data from the Korea national health and nutrition examination survey 2007-2010. *J. Nutr. Health* 46: 285-295 (2013)
- Park SJ, Lee HJ, Kim WS, Lim JY, Choi HM. Food preference test of the Korean elderly menu development. *Korean J. Community Nutr.* 11: 98-107 (2006)
- Park SW, Kim BH, Kim KJ, Lee WJ. Measurement uncertainty for analytical method of hyaluronic acid used as a dietary supplement. *Korean J. Biotech. Bioengin.* 32: 54-62 (2017)
- Park YS. Effect of Prunus mume extract on the sensory quality and shelf life of cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 14: 503-508 (1998)
- Pasonen-Seppänen S, Karvinen S, Törrönen K, Hyttinen J, Jokela T, Lammi M, Tammi M, Tammi R. EGF upregulates, whereas TGF-



- beta downregulates, the hyaluronan synthases Has2 and Has3 in organotypic keratinocyte cultures: correlations with epidermal proliferation and differentiation. *J. Invest. Dermatol.* 120: 1038-1044 (2003)
- Peleg H, Naim M, Rouseff RL, Zehavi U. Distribution of bound and free polyphenolic acids in oranges (*Citrus sinensis*) and grapefruit (*Citrus paradise*). *J. Sci. Food Agric.* 57: 417-426 (1991)
- Sadhasivam G, Muthuvel A, Pachaiyappan A, Thangavel B. Isolation and characterization of hyaluronic acid from the liver of marine stingray *Aetobatus narinari*. *Int. J. Biol. Macromol.* 54: 84-89 (2013)
- Serdaroğlu M, Özsümer MS. Effects of soy protein, whey powder and wheat gluten on quality characteristics of cooked beef sausages formulated with 5, 10 and 20% fat. *Electron. J. Pol. Agric. Univ.* 6: 3-11 (2003)
- Shin EK, Jun KS. A Study on the manufacturing of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) mook for development of care food. *Korean J. Food Cook. Sci.* 26: 51-61 (2020)
- Shin JH. Development and characterization of orally disintegrating film with different thickness containing vitamin C based on hyaluronic Acid. Master thesis, Sangmyung University, Seoul, Korea (2021)
- Takeuchi K, Nakazawa M, Yamazaki H, Miyagawa Y, Ito T, Ishikawa F, Metoki T. Solid hyaluronic acid film and the prevention of postoperative fibrous scar formation in experimental animal eyes. *Arch. Ophthalmol.* 127: 460-464 (2009)
- Yoon MR, Lee JS, Lee JH, Kwak JE, Chun A, Won JY, Kim BK. Comparison of textural properties in various types of brown rice. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 294-301 (2014)