

취반기구에 따른 밥과 누룽지의 품질 특성 비교 분석

Comparison of quality characteristics between cooked rice and nurungji prepared by different rice cooker type

정예림¹⁾ · 최일숙^{2)*}

원광대학교 식품영양학과 석사과정¹⁾ · 원광대학교 생활자원개발연구소 소장 및 식품영양학과 교수^{2)*}

Jeong, Ye Rim¹⁾ · Choi, Il Sook^{2)*}

Department of Food and Nutrition, Wonkwang University¹⁾ · Institute for better living and Department of Food and Nutrition, Wonkwang University^{2)*}

Abstract

This study compared and analyzed the physicochemical and antioxidant characteristics between cooked rice and nurungji prepared by different rice cooker types, such as regular electric rice cooker EC, pressure electric rice cooker PC, siphon type rice cooker SC, and washdown type rice cooker WC. The moisture content of cooked rice and nurungji was significantly higher in WC4.1 and SC2.2, which had more water added, than those of control EC1.2 ($p < 0.05$). The pH of cooked rice ranged from 6.81 to 6.84, with no significant difference ($p < 0.05$). Both the total soluble solids content and reducing sugar content were significantly higher in nurungji compared to cooked rice. The total polyphenol and flavonoid contents were higher in nurungji than in cooked rice, and were significantly higher in PC1.2, while significantly lower in SC2.2 and WC4.1. Antioxidant activities, such as DPPH, ABTS, FRAP, and RP, showed a similar trend to those of antioxidant components. Conclusively, the use of a pressure electric rice cooker when making cooked rice and nurungji might be a positive aspect in terms of the antioxidant properties of the product.

Keywords: Cooked rice, Nurungji, Rice cooker, Physicochemical, Antioxidant characteristics.

I. 서론

최근 소비자들의 생활 수준 및 의식 수준 향상으로 식품 선택 시 안전성과 건강성을 추구하는 소비 형태로 변화하고 있으며(한지섭 외, 2021), 1인 가구 증가에 따라 편의식품 및 가공식품의 수요 또한 증가하고 있다(한국농촌경제연구원, 2022). 식품 소비 형태의 변화는 쌀의 소비량에도 영향을 미치는데, 통계청 자료에 따르면 1인당 연간 쌀 소

비량은 2012년 69.8 kg에서 2022년 56.7 kg으로 최근 10년간 약 18.8% 정도 감소한 반면, 쌀 가공식품에 사용되는 쌀 소비량은 2019년 기준 5년간 약 39.0% 증가한 것으로 보고되어 있다. 쌀 가공식품은 쌀 가공산업 육성 및 쌀 이용 촉진을 위한 방법으로, 쌀을 원료 또는 재료로 사용하여 가공한 식품을 의미하며, 과자류, 빵류, 떡류, 면류, 기타 곡물 가공품 등으로 구분할 수 있다(한국농수산물유통공사, 2023).

* Corresponding author: Choi, Il Sook
Tel: +82-63-850-6657, Fax: +82-63-850-6657
E-mail: choiis@wku.ac.kr

누룽지는 쌀 시리얼, 전식, 빵튀기와 함께 기타 곡물 가공품에 속하는 쌀 가공식품으로, 취반 시 쌀이 물을 흡수하여 거의 남아 있지 않은 상태에 가열이 지속되면서 밥이 가마솥 바닥에 눌러 붙어 형성되며, 누룽갱이, 가매치, 가마치, 눌은밥이라고도 불린다(한국민족문화대백과사전, 2023). 누룽지는 식사 대용식 또는 간식으로 주로 소비되며, 가정간편식(HMR)의 시장 증가에 따라 누룽지 시장 또한 확대되고 있다(김명기, 조석철, 2020). 누룽지에 대한 선행연구는 Microwave를 이용하여 제조한 누룽지의 품질 특성에 대한 연구(이현석 외, 2009), 벼 품종에 따른 누룽지의 품질 특성에 대한 연구(유재수 외, 2012), 국내 시판 누룽지의 품질 특성에 대한 연구(양지원, 최일숙, 2016), 녹색 통곡물의 전처리 조건에 따른 누룽지의 품질 특성에 대한 연구(이정애, 2018), 가열시간에 따른 누룽지의 품질 특성에 대한 연구(황은선 외, 2020), 곡물 종류에 따른 누룽지의 품질 특성에 대한 연구(황은선, 문소진, 2021), 마, 새싹보리, 강황, 자색고구마, 다시마 등 다양한 소재를 첨가하여 제조한 누룽지의 품질 특성에 대한 연구(김명기, 조석철, 2020; 박주선, 강성태, 2021; 이현석 외, 2009; 용지은, 강성태, 2020a; 용지은, 강성태, 2022b; 정예림, 최일숙, 2023) 등이 보고되어 있다.

쌀을 가열하는 형태 및 취반기구 등은 누룽지의 품질에 영향을 미칠 수 있다. 최근 무가당 또는 저당 밥의 제품에 대한 요구도가 증가하고 있고(식품산업통계정보, 2023), 밥의 탄수화물을 감소시켜주는 취반기구 관련 연구들이 발표되고 있다. 취반기구 관련 연구(안혜진 외, 2022)에 의하면 일반 밥솥과 비교하여 사이편 방식의 저당전기밥솥 사용 시 쌀의 탄수화물이 약 20% 정도 감소한다고 보고되었으며, 일반 밥의 대체제로써 가능성을 제시하였다. 취반기구에 따른 밥의 이화학적 특성 및 관능적 특성에 대한 연구(하주영, 이종미, 2005), 취반기구에 따른 수입쌀과 국내산 쌀의 품질 특성에 대한 비교 연구(이수정 외, 2008), 취반기구에 따른 가장 첨가 잡곡밥의 항산화 특성에 대한 연구(김미정 외, 2017), 취반기구에 따른 조 첨가 밥의 항산화 특성에 대한 연구(이경하 외, 2017), 취반기구에 따른 유색미 첨가 밥의 항산화 성분에 대한 연구(우관식 외, 2018) 등 취반기구에 따른 밥의 품질 특성에 대한 다양한 연구가 보고되어 있으나, 저당전기밥솥을 이용하여 제조한 밥 및 누룽지의 품질 특성에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 일반전기밥솥과 압력전기밥솥, 저당전기밥솥을 이용하여 취반기구에 따른 밥의 이화학적 특성 및 항산화 특성을 분석하고, 이를 바탕

으로 누룽지를 제조하여 누룽지의 품질 특성을 비교 분석하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서는 2022년 5월 30일에 도정된 신동진 쌀(BYULGOK, Iksan, Korea)을 구매하여 냉장보관(C110AK, LG Electronics, Seoul, Korea)하며 사용하였고, 취반기구는 일반전기밥솥(HRC-NMI0601, Cuchen Co. Ltd., Seoul, Korea), 압력전기밥솥(SRP-H1051FI, Cuckoo Electronics, Yangsan, Korea), 사이편 방식의 저당전기밥솥(TOS-004, Homezio, Seoul, Korea), 위시다운 방식의 저당전기밥솥(LHLR1010FW, Cuckoo Electronics, Seoul, Korea)을 사용하였으며, 누룽지 기계(BE-5200, BETHEL-COOK Inc., Hwaseong, Korea)를 사용하여 누룽지를 제조하였다.

2. 밥 제조

본 연구에서는 쌀 200 g을 2배 중량의 세척수를 사용하여 총 5회 수세하였고, 3회 세척 시에는 물을 제거한 후 쌀을 마찰시켜 세척하였다. 세척한 쌀은 약 30초 동안 물기를 제거하였고, 세척 전 쌀 중량 대비 1.2배수의 정제수를 첨가하여 일반전기밥솥(EC1.2), 압력전기밥솥(PC1.2), 사이편 방식의 저당전기밥솥(SC1.2), 위시다운 방식의 저당전기밥솥(WC1.2)을 이용해 취반하였다. 또한 저당전기밥솥의 경우 제조사에 명시되어 있는 2.2배 정제수를 첨가한 사이편 방식의 저당전기밥솥(SC2.2)과, 4.1배의 정제수를 첨가한 위시다운 방식의 저당전기밥솥(WC4.1)의 조건을 추가적으로 제조하였다. 취반된 밥은 냉각판에 고르게 펼쳐 10분간 실온에서 식혀주었고, -20℃에서 냉동보관(A326S, LG Electronics, Seoul, Korea)하였다. 냉동밥을 2배 중량의 액화질소를 이용하여 냉각시켜준 후, 10,000rpm에서 10초 동안 분쇄(PULVERISETTE 11, Fritsch. de, Idar-Oberstein, Germany)하였고, 500 μ m 이하로 균질화하였다. 분말상태의 밥을 증류수와 함께 180 rpm에서 1시간 교반(SHO-2D, DAIHAN Scientific Co. Ltd., Wonju, Korea)하였고, 4℃의 4,000 rpm에서 10분간 원심분리(Combi 514R, Hanil Science Co. Ltd.,

Daejeon, Korea)하여 상등액을 분리하였으며, 이와 같은 과정을 총 3회 반복하여 10% 상등액을 제조하였다. 제조된 상등액은 4°C의 16,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 분석에 사용하였다.

3. 누룽지 제조

누룽지 제조 장치(BE-5200, BETHEL-COOK Inc., Hwaseong, Korea)를 사용하여 약 214±2°C 범위의 온도에서 밥 5 g을 5분 가열하여 누룽지를 제조하였다. 제조된 누룽지는 냉각팬에 옮겨 식힌 후 유리병에 담아 데시케이터(KA.33-73, Korea Ace Scientific Co. Ltd., Seoul, Korea)에 보관하며 사용하였고, 20초간 분쇄(PULVERISETTE 11, Fritsch. de, Idar-Oberstein, Germany)한 후, 500 rpm 이하로 균질화하였다. 누룽지 분말을 증류수와 함께 200 rpm에서 1시간 교반(SHO-2D, DAIHAN Scientific Co. Ltd., Wonju, Korea)하였고, 4°C의 4,000 rpm에서 5분간 원심분리(Combi 514R, Hanil Science Co. Ltd., Daejeon, Korea)하였으며, 이와 같은 과정을 총 3회 반복하여 10% 상등액을 제조하였다. 제조된 상등액은 4°C의 16,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 분석에 사용하였다.

4. 수분함량, 회분함량 및 pH 분석

누룽지의 수분함량과 회분함량은 AOAC(2000)법을 참고하였고, 수분함량은 105°C 상압가열건조법을 이용하여 분말 시료를 105°C의 Dry oven(OF-22GW, JEIOTECH, Daejeon, Korea)에 24시간 동안 건조하였으며, 데시케이터에 30분간 방냉하여 무게를 측정하였다. 회분함량은 직접회화법을 이용하여 분말 시료를 300°C에서 1시간 동안 예비탄화(J-FM2, JISICO BLDG, Seoul, Korea)하였고, 600°C에서 24시간 동안 회화하였으며, 데시케이터에 1시간 이상 방냉하여 무게를 측정하였다. pH는 상등액 3 mL를 pH 미터기(S220-K, Mettler Toledo International, Inc, Seoul, Korea)를 사용해 측정하였다.

5. 총 가용성 고형분 및 환원당 분석

총 가용성 고형분 함량은 전자당도계(SCM-1000, HM Digital Inc., Seoul, Korea)에 상등액 200 µL를 분주하여 측정하였고, 환원당 함량은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid) 법에 따라 시료와 DNS 시약을 동량으로 혼합하여 90°C

의 water bath에서 5분간 반응시켰으며, 40% Rochelle salt 1 mL를 첨가하여 차가운 물에 1분간 방치 후 흡광광도계(UV-1800, Shimadzu Corp, Tokyo, Japan)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준 물질인 glucose (mg/mL)에 대한 표준곡선 방정식에 대입하여 함량을 계산하였다.

6. 색도, 갈색도 및 pH 분석

색도는 밥의 경우 분말 3 g, 누룽지의 경우 분말 2 g을 petri dish(35×10mm)에 고르게 펼쳐 색차계(CR-10 Plus, Konica Minolita Holdings, Inc, Tokyo, Japan)를 사용해 L^* , a^* , b^* 를 측정하였으며, 백색판의 L^* 값은 97.5, a^* 값은 -0.5, b^* 값은 3.0이었다. 갈색도는 상등액 1 mL를 흡광광도계(UV-1800, Shimadzu Corp, Tokyo, Japan)를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

7. Total polyphenols

총 폴리페놀 함량은 Dewanto V et al.(2002)의 방법을 변형하여 측정하였다. 상등액 500 µL에 Folin-Ciocalteu's reagent를 50 µL 첨가하여 3분간 반응시켰고, 2% Na₂CO₃ 1 mL를 첨가하여 암실에서 30분간 방치하여 반응시킨 후 흡광광도계(UV-1800, Shimadzu Corp, Tokyo, Japan)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질인 gallic acid (mg/mL)에 대한 표준곡선에 대입하여 함량을 계산하였다.

8. Total flavonoids

총 플라보노이드 함량은 Shen et al.(2009)의 방법을 변형하여 측정하였다. 상등액 2 mL에 5% NaNO₂ 75 µL를 첨가하여 5분간 반응시켰고, 10% AlCl₃·6H₂O 150 µL를 첨가하여 6분간 반응시킨 후 1M NaOH 500 µL를 첨가하였으며, 암실에서 11분간 방치하여 반응시켰다. 흡광광도계(UV-1800, Shimadzu Corp, Tokyo, Japan)를 사용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였고, 측정된 흡광도는 표준물질인 rutin (mg/mL)에 대한 표준곡선에 대입하여 함량을 계산하였다.

9. DPPH radical scavenging

DPPH 라디칼 소거능은 Blois MS(1958)의 방법을 변

형하여 측정하였다. 0.2 mM DPPH를 제조한 후, 흡광도 값이 1.0이 되도록 메틸 알코올을 첨가하여 보정하였다. 상등액 100 μ L에 DPPH 시약 1 mL를 첨가하여 혼합한 후, 암실에서 30분간 방치하여 반응시켰고, 흡광광도계 (UV-1800, Shimadzu Corp, Tokyo, Japan)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 증류수와 반응시킨 흡광도를 이용하여 백분율로 계산하였다.

10. ABTS radical scavenging

ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 라디칼 소거능은 Re R et al.(1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS와 2.4 mM Potassium persulfate를 제조하여 동량 혼합한 후, 암실에서 12시간 반응시켜 ABTS⁺(ABTS cation radical)를 형성시켰고, 흡광도 값이 0.7이 되도록 PBS 완충용액을 첨가하였다. 상등액 100 μ L에 ABTS⁺ 1 mL 첨가하여 혼합한 후, 암실에서 30분간 방치하여 반응시켰고, 흡광광도계(UV-1800, Shimadzu Corp, Tokyo, Japan)를 사용하여 735 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질인 trolox (mM)에 대한 표준곡선 방정식에 대입하여 함량을 계산하였다.

11. Ferric Reducing Antioxidant power

Ferric Reducing Antioxidant power는 Benzie, Strain (1996)의 방법에 따라 측정하였다. 0.2 M sodium acetate buffer와 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ), 20 mM ferric chloride hexahydrate, 증류수를 10:1:1:1의 비율로 혼합하여 FRAP working solution을 제조하였다. 상등액 100 μ L에 FRAP working solution 1 mL 첨가한 후, 암실에서 30분간 방치하여 반응시켰고, 흡광광도계 (UV-1800, Shimadzu Corp, Tokyo, Japan)를 사용하여 595 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질인 trolox (mM)에 대한 표준곡선 방정식에 대입하여 함량을 계산하였다.

12. Reducing Power

환원력은 Oyaizu M(1986)의 방법에 따라 측정하였다. pH 미터기(S220-K, Mettler Toledo International, Inc, Seoul, Korea)를 사용하여 0.2M sodium phosphate buffer

가 pH 6.6이 되도록 제조하였다. 상등액 100 μ L에 0.2M sodium phosphate buffer와 1% potassium ferricyanide를 각각 300 μ L씩 첨가하여 50°C의 water bath에서 20분간 반응시켰고, 10% trichloroacetic acid(TCA) 300 μ L와 0.1% ferric chloride 100 μ L을 첨가한 후, 흡광광도계 (UV-1800, Shimadzu Corp, Tokyo, Japan)를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질인 trolox (mM)에 대한 표준곡선 방정식에 대입하여 함량을 계산하였다.

13. 통계처리

본 실험에서의 모든 측정은 4회 반복하였고, 측정 결과는 XLSTAT (Lurnivero, Co., USA)를 이용하여 평균±편차로 나타내었다. 유의수준 $p < 0.05$ 에서 ANOVA (Analysis of variance)를 이용하여 시료 간의 차이를 분석하였고, Duncan's multiple range test로 평균치 간의 유의적 차이를 검증하였다.

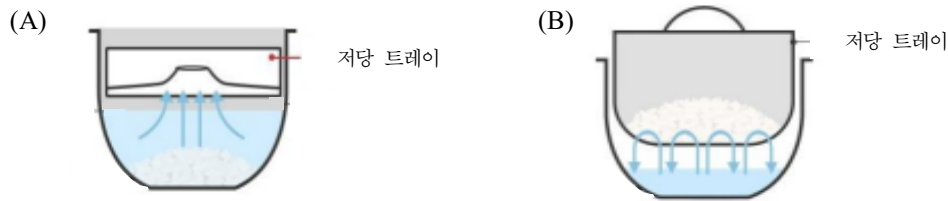
III. 결과 및 고찰

1. 수분, 회분함량 및 pH

취반기구에 따른 밥과 누룽지의 수분함량, 회분함량 및 pH의 결과는 <표 1>과 같다. 취반기구에 따른 밥의 수분함량은 45.37~75.87% 범위이었으며, 누룽지의 수분함량은 0.94~4.32% 범위로, 밥을 호정화하여 누룽지를 제조함으로써 수분함량이 약 17~49배 감소하였다. 취반기구에 따른 밥의 수분함량은 일반전기밥솥(EC1.2)에 비해 저당전기밥솥 중 사이편 방식의 저당전기밥솥(SC2.2)과 워시다운 방식의 저당전기밥솥(WC4.1)에서 유의적으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 이들 저당전기밥솥은 쌀 무게 기준 3~4배의 물을 첨가하여 취반함으로써 쌀의 전분함량을 낮추는 것으로, 이론적으로 쌀의 전분 감소와 함께 탄수화물을 저감화시키는 원리이다(안혜진 외, 2022). 사이편 방식 저당전기밥솥(SC)은 밥솥에 쌀과 물을 넣고 밥솥 윗부분에 트레이를 장치하여 가열 시 온도 상승으로 인해 전분을 포함한 끓는 물이 트레이 위로 상승하여 밥과 전분물을 분리한 유형이고, 워시다운 방식(WC)은 밥솥에 물을 넣고 트레이에 쌀을 넣어 가열함으로써 끓는 물이 쌀을 호화시키고, 전분을 포함한 물이 밥솥 하단으로 이동

하여 쌀과 달지 않는 상태가 되면 자연스럽게 밥과 전분물이 분리되는 기술을 적용한 유형이다[그림 1]. 저당전기 밥솥 회사에서 제시한 물 배합비인 SC2.2와 WC4.1에서 밥의 수분함량이 유의적으로 높게 나타났으며, 1:1.2의 물 배합비로 취사한 일반전기밥솥 EC1.2, 압력전기밥솥 PC1.2는 유의적으로 낮은 수분함량을 나타냈다. 누룽지의 수분함량(0.94~4.32%)은 모두 5.00% 이하로 나타났으며, WC4.1과 SC2.2 누룽지가 EC1.2와 PC1.2에 비해 유의적으로 수분함량이 높게 나타났다. 황은선 외(2020)는 가열시간에 따른 누룽지의 수분함량이 2분 가열 시 25.14%, 5분 가열 시 3.87%, 8분 가열 시 0.78%로, 2~5분 가열 시의 누룽지 수분함량과 본 연구 결과가 유사하게 나타났다.

취반기구에 따른 밥의 회분함량은 0.07~0.27% 범위이었으며, EC1.2의 회분함량 0.21%와 PC1.2의 회분함량 0.21%에 비해 WC4.1과 SC2.2의 회분함량은 각각 0.10%와 0.07%로 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 이는 단위 중량당 수분함량이 높았던 WC4.1과 SC2.2의 밥과 누룽지에서 회화 시 증발된 수분에 의한 회분함량이 유의적으로 낮게 나타난 결과라고 사료된다. 곡류 조성에 따른 해조류 첨가 즉석밥의 회분함량 0.07-0.36%(최영진 외, 2020)와 친환경 채소 첨가 즉석밥 회분함량 0.07-0.58%(오명철 외, 2022) 등의 연구 결과와 본 연구의 회분함량 결과가 유사한 경향이 나타났다. 취반기구에 따른 누룽지의 회분함량은 0.13~0.27% 범위로 밥의 회분함량과 유사하게 나타났고, EC1.2와 PC1.2에 비해 WC4.1과 SC2.2의 회분함



[그림 1] 저당전기밥솥의 유형에 따른 원리; (A)사이편 방식 저당전기밥솥, (B)워시다운 방식 저당전기밥솥(안혜진 외, 2022)

[표 1] 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 수분함량, 회분함량 및 pH

구분		수분함량(%)	회분함량(%)	pH
밥	EC1.2 ¹⁾	53.60±0.14 ^{d2)}	0.21±0.02 ^{bc}	6.84±0.04 ^{ab}
	PC1.2	52.40±0.51 ^e	0.21±0.02 ^{bc}	6.81±0.02 ^b
	SC1.2	55.50±0.21 ^c	0.21±0.07 ^b	6.86±0.01 ^a
	SC2.2	64.14±0.16 ^b	0.10±0.01 ^{fg}	6.84±0.03 ^{ab}
	WC1.2	43.37±0.47 ^f	0.27±0.02 ^a	6.83±0.04 ^{ab}
	WC4.1	75.87±0.15 ^a	0.07±0.02 ^g	6.83±0.03 ^{ab}
누룽지	EC1.2	1.30±0.04 ⁱ	0.22±0.01 ^b	6.29±0.02 ^{dc}
	PC1.2	0.94±0.01 ^j	0.27±0.02 ^a	6.31±0.04 ^{cd}
	SC1.2	1.20±0.04 ^{ij}	0.16±0.04 ^{de}	6.25±0.02 ^e
	SC2.2	1.85±0.05 ^h	0.15±0.02 ^{de}	6.25±0.03 ^e
	WC1.2	1.03±0.02 ^{ij}	0.17±0.02 ^{cd}	6.35±0.02 ^c
	WC4.1	4.32±0.01 ^g	0.13±0.00 ^{ef}	6.29±0.04 ^{dc}

¹⁾ EC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using electric rice cooker.
 PC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using pressure rice cooker.
 SC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.
 SC2.2: 1:2.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.
 WC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.
 WC4.1: 1:4.1 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.

^{2) a-j} Mean values within a column with different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

량이 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 벼 품종 간 누룽지의 회분함량이 0.3~0.5% 범위로 나타났다는 연구 결과(유재수 외, 2012)와 본 연구의 누룽지 회분함량 범위는 유사한 경향을 나타냈다.

취반기구에 따른 밥의 pH 범위는 6.81~6.86 범위이었으며, EC1.2에 비해 SC와 WC는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 취반기구에 따른 누룽지의 pH는 6.25~6.31 범위로 밥과 비교하여 누룽지의 pH가 다소 낮았고, 취반기구에 따른 pH에는 큰 영향이 나타나지 않았다. 김현주 외(2021)는 품종에 따른 유색미 첨가 현미죽의 pH를 6.73~6.96 범위로 보고하였고, 황은선 외(2020)는 가열시간에 따른 누룽지의 pH를 2분 가열 시 6.35, 5분 가열 시 6.43, 8분 가열 시 6.42로 보고하여 본 연구 결과와 유사하게 나타났다.

2. 총 가용성 고형분 및 환원당 함량

취반기구에 따른 밥과 누룽지의 총 가용성 고형분 및 환원당 함량은 <표 2>와 같다. 취반기구에 따른 밥의 총 가용성 고형분 함량은 0.20~0.30 °Brix 범위이었으며, 시간 간 유의적 차이는 나타났으나($p < 0.05$), 그 차이는 미비

하였다. 취반기구에 따른 누룽지의 총 가용성 고형분 함량은 0.40~0.60 °Brix 범위로 밥과 비교하여 누룽지의 총 가용성 고형분 함량이 유의적으로 높게 나타났고, EC1.2와 비교하여 SC와 WC는 유의적으로 차이가 나지 않았고, PC1.2이 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 박영희, 오영준(1997)은 취반기구에 따른 즉석 누룽지의 총 가용성 고형분 함량이 증기밥술 1.29~3.05 °Brix, 압력밥술 1.35~3.70 °Brix, 다단식 증기밥술 1.35~3.05 °Brix로 보고하였으며, 본 실험 결과와 유사하였다. 쌀의 가열방식에 따른 연구(임전순 외, 2016)에서 가압가열이 상압가열과 비교하여 전분의 호화가 잘 이루어지고, 전분 내 아밀로오스 결합 사슬의 가수분해로 생성된 총 가용성 고형분 함량이 높게 나타난다는 보고가 있다.

취반기구에 따른 밥의 환원당 함량은 1.05~1.11 G.E. mg/mL 범위이고, 누룽지의 환원당 함량은 1.60~1.85 G.E. mg/mL 범위이었으며, 누룽지의 환원당 함량이 밥과 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 이는 밥을 가열하여 누룽지를 제조하는 과정에서 아밀로오스 결합이 끊어짐으로써 총 가용성 고형분 및 환원당 함량이 증가한 것으로 사료된다. 취반기구에 따른 밥의 환원당 함량은 EC1.2와 비교하여 PC1.2에서 유의적으로 높았고

<표 2> 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 총 가용성 고형분 및 환원당 함량

구분		총 가용성 고형분 함량(°Brix)	환원당(G.E. mg/mL)
밥	EC1.2 ¹⁾	0.20±0.00 ²⁾	1.07±0.01 ^h
	PC1.2	0.30±0.00 ^e	1.11±0.01 ^f
	SC1.2	0.20±0.00 ^f	1.04±0.01 ^j
	SC2.2	0.20±0.00 ^f	1.07±0.01 ^g
	WC1.2	0.20±0.00 ^f	1.06±0.01 ^h
	WC4.1	0.20±0.00 ^f	1.05±0.01 ⁱ
누룽지	EC1.2	0.50±0.00 ^d	1.60±0.01 ^e
	PC1.2	0.70±0.00 ^b	1.63±0.01 ^c
	SC1.2	0.60±0.00 ^e	1.60±0.01 ^d
	SC2.2	0.60±0.00 ^e	1.64±0.01 ^b
	WC1.2	0.50±0.00 ^d	1.61±0.01 ^d
	WC4.1	0.80±0.00 ^a	1.85±0.01 ^a

¹⁾ EC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using electric rice cooker.

PC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using pressure rice cooker.

SC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.

SC2.2: 1:2.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.

WC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.

WC4.1: 1:4.1 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.

^{2) a-j} Mean values within a column with different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

($p < 0.05$), SC와 WC는 낮은 경향이 나타났다. 취반기구에 따른 누룽지의 환원당 함량은 WC4.1에서 유의적으로 높게 나타났다. 초고압 처리에 따른 현미 즉석밥의 특성 연구(권수미 외, 2007)에서 초고압 처리하지 않은 현미 즉석밥과 비교하여 초고압 처리한 현미 즉석밥의 환원당 함량이 높게 나타났다고 보고하였고, 이는 본 연구 결과와 유사하였다.

3. 색도, 갈색도 측정

취반기구에 따른 밥과 누룽지의 색도 및 갈색도는 <표 3>과 같다. 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 L^* 값(명도)은 72.80~84.45 범위로 나타났고, 밥의 L^* 값(명도)은 72.80~80.80 범위이었으며 EC1.2와 비교하여 PC1.2에서 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 취반기구에 따른 누룽지의 L^* 값(명도)은 77.25~84.45 범위로 밥의 명도와 유사하였고, 시료 간 유의적 차이는 나타나지 않았지만, PC1.2는 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 a^* 값(적색도)은 -1.20~8.15 범위이고, 밥의 a^* 값(적색도)은 -1.20~-1.88 범위로 시료 간 유의적 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$). 취반기구에 따른

누룽지의 a^* 값(적색도)은 4.88~8.15 범위로 밥과 비교하여 유의적으로 높게 나타났고, EC1.2와 비교하여 WC4.1에서 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 b^* 값(황색도)은 0.48~21.33 범위로 나타났으며, 밥의 b^* 값(황색도)은 0.48~5.88 범위이고, EC1.2와 비교하여 모든 시료에서 전반적으로 높게 나타난 반면, WC4.1에서 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 취반기구에 따른 누룽지의 b^* 값(황색도)은 16.65~21.33 범위로 밥과 비교하여 유의적으로 높은 범위로 측정되었으며, EC1.2와 비교하여 WC4.1에서 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 갈색도는 0.13~0.70 범위로 나타났고, 밥의 갈색도는 0.13~0.27 범위로 EC1.2와 비교하여 PC1.2에서 유의적으로 높게 나타났다. 취반기구에 따른 누룽지의 갈색도는 0.47~0.72 범위로 밥과 비교하여 유의적으로 높게 나타났다. 김현주 외(2018)는 일반전기밥솥 및 압력전기밥솥의 취반미가 각각 명도(L^*) 68.42, 67.79, 적색도(a^*) -1.51, -1.89, 황색도(b^*) 2.04, 3.88로 보고하였고, 하주영, 이종미(2005) 또한 취반방법에 따른 쌀밥의 황색도(b^*)가 일반전기밥솥 8.79, 압력전기밥솥 9.62 라고 보고하였으며, 황은선, 문소진(2021)은 곡물 종류에 따른 백미와 현미 누룽

<표 3> 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 색도, 갈색도

구분		L^* 값(명도)	a^* 값(적색도)	b^* 값(황색도)	갈색도
밥	EC1.2 ¹⁾	76.73±0.68 ^{fg2)}	-1.63±0.05 ^f	3.13±0.17 ^g	0.18±0.00 ⁱ
	PC1.2	72.80±0.57 ^h	-1.58±0.05 ^f	4.40±0.18 ^f	0.27±0.00 ^g
	SC1.2	75.75±1.10 ^g	-1.58±0.05 ^f	3.50±0.42 ^{fg}	0.17±0.00 ^j
	SC2.2	79.05±0.44 ^c	-1.53±0.05 ^{ef}	2.98±0.31 ^g	0.16±0.00 ^k
	WC1.2	80.80±1.44 ^b	-1.20±0.14 ^c	5.88±0.40 ^e	0.20±0.00 ^h
	WC4.1	76.88±1.07 ^{fg}	-1.88±0.10 ^f	0.48±0.26 ^h	0.13±0.00 ^l
누룽지	EC1.2	78.65±1.35 ^{cd}	7.53±0.36 ^b	19.73±0.90 ^{bc}	0.56±0.00 ^e
	PC1.2	77.25±0.34 ^{ef}	8.15±0.54 ^a	20.33±1.47 ^b	0.66±0.00 ^c
	SC1.2	77.48±0.83 ^{def}	8.05±0.33 ^a	20.38±0.57 ^b	0.59±0.00 ^d
	SC2.2	79.35±0.49 ^c	7.08±0.32 ^c	18.83±0.79 ^c	0.70±0.00 ^b
	WC1.2	78.45±0.44 ^{cde}	8.05±0.30 ^a	21.33±0.57 ^a	0.47±0.00 ^f
	WC4.1	84.45±0.58 ^a	4.88±0.10 ^d	16.65±0.61 ^d	0.72±0.00 ^a

¹⁾ EC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using electric rice cooker.

PC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using pressure rice cooker.

SC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.

SC2.2: 1:2.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.

WC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.

WC4.1: 1:4.1 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.

²⁾ a-l Mean values within a column with different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

지가 각각 명도 43.04, 40.35, 적색도 4.24, 3.19, 황색도 9.8, 7.98로 나타났다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 연구 결과와 유사하며, 저당전기밥솥 또한 일반전기밥솥과 동일하게 가압하지 않고 상압가열 방식으로 일반전기밥솥과 유사한 결과가 나타난 것으로 사료된다.

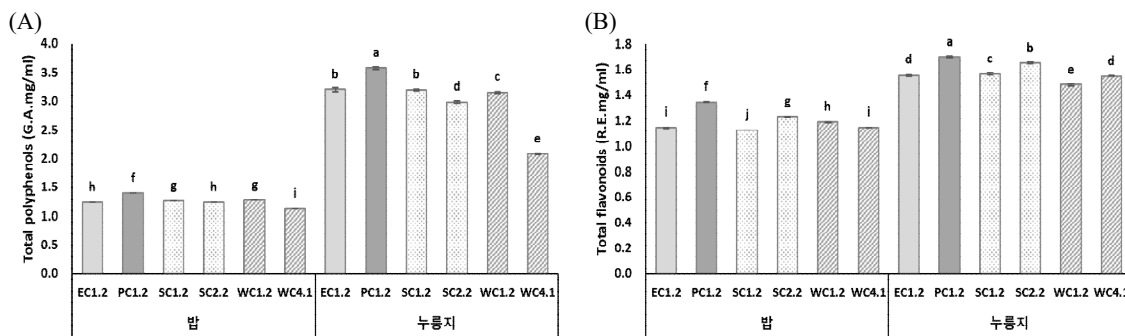
4. 항산화 성분

취반기구에 따른 밥과 누룽지의 항산화 성분의 결과는 [그림 2]와 같다. 취반기구에 따른 밥의 총 폴리페놀 함량은 1.13~1.40 G.E. mg/mL 범위로 EC1.2와 비교하여 PC1.2에서 유의적으로 높은 반면, WC4.1에서 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 취반기구에 따른 누룽지의 총 폴리페놀 함량은 2.09~3.58 G.E. mg/mL 범위이고, 밥과 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$), 비교군인 EC1.2와 비교하여 PC1.2에서 유의적으로 높은 반면($p<0.05$), WC4.1에서 유의적으로 낮게 나타나 밥의 총 폴리페놀 경향과 유사하게 나타났다. 취반기구에 따른 밥의 총 플라보노이드 함량은 1.13~1.34 R.E. mg/mL 범위로 나타났고, 비교군인 EC1.2와 비교하여 PC1.2에서 유의적으로 높은 반면, SC1.2에서 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 취반기구에 따른 누룽지의 총 플라보노이드 함량은 1.48~1.70 R.E. mg/mL 범위이었으며, 밥과 비교하여 유의적으로 높게 나타났고, 비교군인 EC1.2와 비교하여 PC1.2에서 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 김

현주 외(2018)은 일반전기밥솥과 압력전기밥솥을 이용하여 제조한 혼합 잡곡밥의 총 폴리페놀 함량이 각각 0.25~0.93 mg GAE/g, 0.24~0.96 mg GAE/g이고, 총 플라보노이드 함량은 각각 129.26~207.04 $\mu\text{g CE/g}$, 127.41~218.15 $\mu\text{g CE/g}$ 범위로 보고하였다. 이는 본 연구 결과와 유사한 경향으로 취반 시 일반전기밥솥에 비해 압력전기밥솥을 사용하는 과정에서 높은 압력과 강한 열이 가해져 밥의 항산화 성분 함량이 증가한 것으로 사료된다.

5. 항산화 활성

취반기구에 따른 밥과 누룽지의 항산화 활성은 [그림 3]과 같다. 항산화 활성 측정으로 항산화 물질에 대한 전자공여능을 측정하고자 사용되는 DPPH 라디칼 소거능 측정법, 양이온 라디칼과 항산화 화합물이 상호작용하여 라디칼을 제거하는 특성을 이용한 ABTS 라디칼 소거능 측정법, Fe(III)(TPTZ)₂Cl₃을 Ferric-tripyridyltriazine으로 환원시키는 특성을 이용한 FRAP 측정법, 환원제를 통해 F⁺⁺을 F⁺⁺⁺로 환원시키는 것을 측정하는 환원력 측정법 4가지의 분석을 통해 시료의 항산화력을 분석하였다 (Nieva et al., 2000; Miller et al., 1993; Tachakittirunhrod et al., 2007; Ferreira ICFR et al., 2007). 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 DPPH 라디칼 소거능은 1.61~15.03% 범위로 밥의 DPPH 라디칼 소거능은 1.61~3.21% 범위로 나타나 대조군과 비교하여 PC1.2에서 유의적으로 높았



[그림 2] 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 항산화 성분; (A) 총 폴리페놀 함량, (B) 총 플라보노이드 함량

EC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using electric rice cooker.

PC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using pressure rice cooker.

SC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.

SC2.2: 1:2.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.

WC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.

WC4.1: 1:4.1 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.

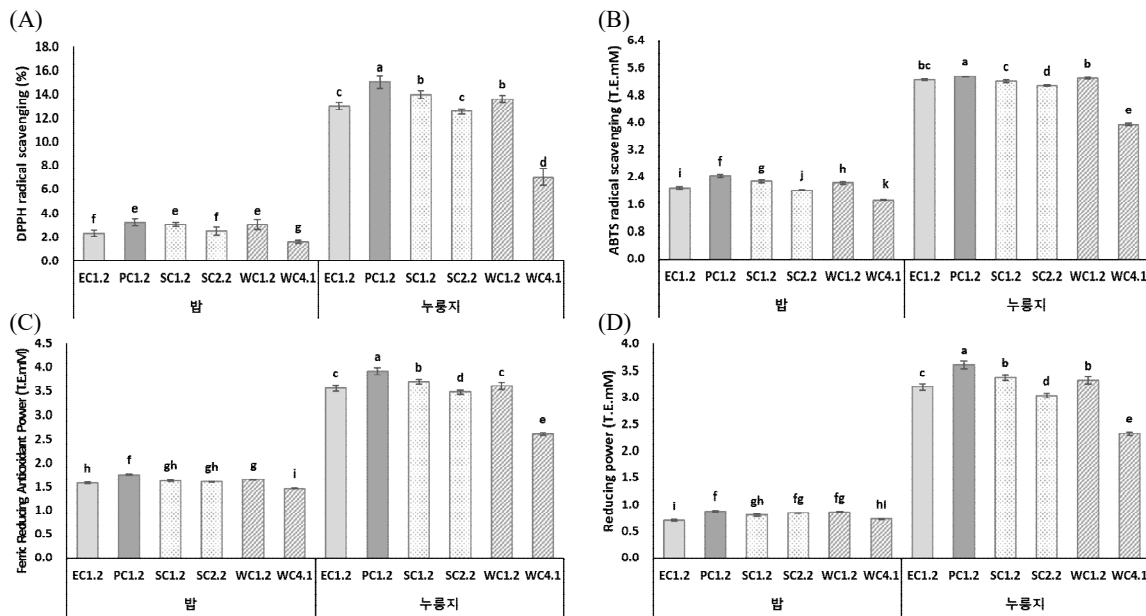
^{a-j} Mean values within a column with different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

고, WC4.1에서 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 취반 기구에 따른 누룽지의 DPPH 라디칼 소거능은 7.04 ~ 15.03% 범위이고, 밥과 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$), 대조군과 비교하여 PC1.2에서 유의적으로 높은 반면, WC4.1에서 유의적으로 낮게 나타나 밥의 DPPH 라디칼 소거능과 유사하였다. ABTS 라디칼 소거능, FRAP, 환원력 또한 DPPH 라디칼 소거능과 유사한 경향으로 밥과 누룽지 모두 압력전기밥솥인 PC1.2에서 유의적으로 높은 항산화력이 측정되었으며($p < 0.05$), WC4.1에서 전반적으로 낮은 항산화력이 나타났다. 이경하 외(2017)는 취반방법에 따른 조 첨가 밥의 DPPH 라디칼 소거능이 압력전기밥솥에 비해 일반전기밥솥 취반미에서 높게 나타났고, ABTS 라디칼 소거능은 반대되는 경향을 보였다고 보고하였다. 또한 우관식 외(2018)는 취반방법에 따른 유색미 첨가 밥의 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능 모두 건강홍미 사용 시 전기압력밥솥에서, 조생흑찰 사용 시 일반전기밥솥에서 높은 함량이 나타났다고 보고하였다. 이러한 결과는 실험에 사용된 곡류의 특

성 차이로 인한 것으로 보고하였고(김현주 외, 2018), 일반전기밥솥과 저당전기밥솥의 경우 상압가열식이기 때문에 가압가열식인 압력전기밥솥 보다 낮은 항산화 활성을 나타낸 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 취반기구를 달리하여 제조한 밥과 누룽지의 이화학적 및 항산화 특성을 비교 분석하고자 하였다. 밥은 쌀 중량 기준 1.2배의 정제수를 첨가한 일반전기밥솥 EC1.2, 압력전기밥솥 PC1.2, 사이펀 방식의 저당전기밥솥 SC1.2, 워시다운 방식의 저당전기밥솥 WC1.2의 조건으로 제조하였고, 저당전기밥솥(SC, WC)의 경우 기업에서 제시한 물 첨가 비율인 SC2.2와 WC4.1의 조건으로 밥을 제조하여 품질 특성을 분석하였다. 누룽지는 위와 같은 6가지 조건을 각각 $197 \pm 6^\circ\text{C}$ 에서 5분간 가열하여 이화학적 및 항산화 특성을 분석하였다. 취반기구에 따른 밥과



[그림 3] 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 항산화 활성;

(A) DPPH 라디칼 소거능, (B) ABTS 라디칼 소거능, (C) Ferric Reducing Antioxidant Power, (D) 환원력

EC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using electric rice cooker.

PC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using pressure rice cooker.

SC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.

SC2.2: 1:2.2 ratio of rice and nurungji using siphon type low-carbohydrate rice cooker.

WC1.2: 1:1.2 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.

WC4.1: 1:4.1 ratio of rice and nurungji using wash down type low-carbohydrate rice cooker.

^{a-k} Mean values within a column with different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

누룽지의 수분함량은 비교군인 EC1.2에 비해 물 첨가량이 많은 WC4.1과 SC2.2에서 유의적으로 높게 나타났고 ($p<0.05$), 회분함량은 수분함량과 반대되는 경향으로 나타났다. pH는 밥의 경우 6.81~6.84 범위로 유의적 차이가 나타나지 않았으나($p<0.05$), 누룽지의 경우 6.25~6.35 범위로 밥의 pH에 비해 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 총 가용성 고형분 함량은 밥의 경우 0.2~0.3 °Brix 범위이었으나, 누룽지의 경우 0.5~0.8 °Brix 범위로 밥과 비교하여 누룽지의 총 가용성 고형분 함량이 높게 나타났으며 비교군인 EC1.2보다 WC4.1이 유의적으로 높게 나타났다. 환원당 함량 또한 총 가용성 고형분과 유사하게 밥과 비교하여 누룽지에서 유의적으로 높았으며, 밥의 경우 WC4.1이 대조군인 EC1.2보다 유의적으로 낮게 나타났으나 누룽지에서는 WC4.1이 유의적으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 항산화 성분인 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 밥보다 누룽지에서 높았고, 압력전기밥솥인 PC1.2에서 유의적으로 높게 나타난 반면, SC2.2와 WC4.1에서 유의적으로 낮게 나타났다. 취반기구에 따른 밥과 누룽지의 항산화 활성은 DPPH, ABTS, FRAP, RP 모두에서 항산화 성분과 유사한 경향이 나타났다. 본 연구 결과, 저당밥솥에 해당하는 SC2.2와 WC4.1의 경우 밥과 누룽지 모두 수분함량은 높았으나, 회분함량 및 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성은 유의적으로 낮게 나타났다. 반면, 압력전기밥솥 PC1.2은 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량과 더불어 항산화 활성이 모두 유의적으로 높게 나타난 것으로 보아 밥과 누룽지 제조 시 압력전기밥솥을 사용하는 것이 제품의 항산화 특성 측면에서 긍정적인 측면으로 사료된다.

REFERENCES

- 김명기, 조석철(2020). 다양한 소재가 첨가된 누룽지의 이화학 특성 분석. *융합정보논문지*, 102-108.
- 김미정, 이경하, 고지연, 김현주, ...우관식(2017). 기장 첨가 잡곡밥의 취반 및 항산화 특성에 미치는 취반방법의 영향. *한국식품영양학회지*, 30(2), 218-225.
- 김현주, 이지혜, 이병원, 이유영, ...우관식(2018). 취반방법에 따른 혼합 잡곡밥의 품질 및 이화학 특성. *한국식품영양학회지*, 31(5), 653-667.
- 권수미, 김창민, 김양하(2007). 초고압 처리 즉석밥의 생물학적 특성. *식품과학과 산업*, (9), 31-35.
- 농식품신유통연구원(2022). 2022 식품소비행태조사 기초분석보고서, <https://library.krei.re.kr/pyxis-api/1/digital-files/00b6b625-b047-4ff9-8d22-1aa6b99b5a29> 에서 인출.
- 박영희, 오영준(1997). 즉석 누룽지의 이화학적 특성. *한국식품영양과학회지*, 26(4), 632-638.
- 박주선, 강성태(2021). 새싹보리 분말을 첨가한 누룽지의 품질 특성. *산업식품공학회지*, 25(1), 1-7.
- 식품산업통계정보(2023). [뉴스레터] 7월 2주 트렌드픽 -Zero설탕, <https://www.atfis.or.kr/home/board/FB0002.do?act=read&subSkinYn=N&bpId=4617&bcaId=0&pageIndex=1> 에서 인출.
- 양지원, 최일숙(2016). 국내 시판 누룽지의 물리 화학적 특성 및 항산화 성질 연구. *한국식품조리과학회지*, 32(5), 575-584.
- 용지은, 강성태(2022a). 분말 첨가시기와 함량을 달리하여 제조한 자색고구마 누룽지의 항산화 활성 및 품질특성. *산업식품공학회지*, 26(2), 91-97.
- 용지은, 강성태(2022b). 강황 누룽지의 가열조건이 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성에 미치는 영향. *산업식품공학회지*, 26(4), 228-233.
- 우관식, 김현주, 조동화, 이석기, ...오세관(2018). 유색미 첨가 밥의 품질 및 이화학 특성에 미치는 취반방법의 영향. *한국식품영양과학회지*, 47(3), 298-308.
- 유재수, 백만기, 백소현, 박현수, ...김보경(2012). 벼 품종간 누룽지의 특성 비교 연구. *산업식품공학회지*, 16(4), 381-385.
- 이경하, 김현주, 김미정, 고지연, ...우관식(2017). 취반방법에 따른 조 첨가 밥의 이화학적 특성 및 항산화 효과. *한국식품영양과학회지*, 46(4), 442-449.
- 이수정, 이용철, 김성곤(2008). 취반 방법과 가수량에 따른 수입쌀과 국내산 쌀의 취반 특성 비교. *한국식품영양학회지*, 21(4), 463-469.
- 이정애(2018). 녹색 통곡물을 활용한 누룽지의 품질특성. *한국조리과학회지*, 24(5), 29-37.
- 이현석, 권기현, 김병삼, 김종훈(2009). 마 분말이 첨가된 즉석 누룽지의 품질특성. *한국식품저장유통학회지*, 16(5), 680-685.
- 이현석, 권기현, 김종훈, 차환수(2009). Microwave를 이용한 즉석 누룽지의 품질특성. *한국식품저장유통학회지*, 16(5), 669-674.

- 임전순, 김지명, 박사라, 정은빛, 신말식(2016). 저장조건, 쌀, 조리기구와 유지 종류가 밥의 저항전분 함량 변화에 미치는 영향. *한국식품조리과학회지*, 32(1), 9-15.
- 정예림, 최일숙(2023). 다시마 첨가에 따른 잡곡 누룽지의 이화학적 및 항산화 특성과 소비자 기호도 평가를 통한 품질 특성 연구. *동아시아식생활학회지*, 33(1), 40-51.
- 최영진, 최혜인, 김수민, 김현정, ...오명철(2020). 해조류 첨가 가정간편식(HMR) 즉석밥의 소화율 및 항산화 활성. *한국수산물과학회지*, 53(3), 395-402.
- 하주영, 이종미(2005). 취반 및 해동방법에 따른 쌀밥의 이화학적 특성. *한국식생활문화학회지*, 20(2), 253-260.
- 한지섭, 양태석, 오명철(2021). 누룽지스낵개발을 위한 소비자의 구매행동 요인이 제품개발요구도에 미치는 영향 - 제주지역 소비자를 중심으로. *한국산학기술학회*, 22(9), 223-234.
- 한국농수산식품유통공사(2023). 쌀 소비 촉진하고! 환경보호 실천하고! ‘두 마리 토끼’, https://www.at.or.kr/article/apko362000/view.action?articleId=44154&_gl=1*3p4w2n*ga*MTI0MDc5MDExOC4xNjgyNTAwMDI4*_ga_S4NP85SPHQ*MTY5OT E2NjI0MS4xMC4xLjE2OTkxNjYzNDIuMzAuMC4w 에서 인출.
- 한국민족문화대백과사전(2023). 누룽지, <https://encykorea.aks.ac.kr/Article/E0067930>에서 인출.
- 황은선, 문소진(2021). 곡물 종류를 달리하여 제조한 누룽지의 품질 특성, 아크릴아마이드 함량 및 항산화 활성. *한국식품과학회지*, 53(3), 245-251.
- 황은선, 이희경, 문소진(2020). 누룽지 가열시간에 따른 품질 특성, 아크릴아마이드 함량 및 항산화 활성. *한국식품영양과학회지*, 49(6), 601-607.
- AOAC(2000). Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA.
- Benzie IFF, Strain JJ.(1996). The ferric reducing ability of plasma(FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *J. Anal. Biochem*, 239(1), 70-76.
- Blois MS.(1958). Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *J. Nat. 181(4617)*, 1199-1200.
- Dewanto, V,Wu X, Adom KK., Kiu RH.(2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem*, 50(10), 3010-3014.
- Ferreira, I.C.F.R., Baptista, P., Vilas-Boas, M., Barros, L.(2007). Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. *Food Chem*, 100(4), 1511-1516.
- Ahn, H., Lee, M., Shin, H., Chung, H., & Park, Y. (2022). Postprandial glucose response after consuming low-carbohydrate, low-calorie rice cooked in a carbohydrate-reducing rice cooker. *Foods*, 11(7), 1050.
- Miller, N.J., Rice-Evans, C., Davies, M.J., Copinathan, V., & Milner, A.(1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci (Lond)*, 84(4), 407-412.
- Nieva, M.M.I., Isla, M.I., Sampietro, A.R., & Vattuone, M.A.(2000). Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol*, 71(1-2), 109-114.
- Oyaizu M.(1986). Studies on products of browning reaction: Antioxidant activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The Jpn. J. Nutr. Diet*, 44(6), 307-315.
- RE R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yan M. Rice-Evans C.(1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *J. Free Radic. Biol. Med*, 26(9-10), 1231-1237.
- Shen, Y., Jin, L., Xiao, P., Lu, Y., Bao, J.(2009). Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. *J. Cereal Sci*, 49(1), 106-111.
- Tchakittirungrod, S., Okinogi, S., & Chowwanapoonpohn, S.(2007). Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: Mechanism of antioxidant action of guava leaf extract. *Food Chem*, 103(2), 381-388.

Received 30 January 2024;

Accepted 7 February 2024