



Research Article

Qualities of rice-based home meal replacement products upon microwave cooking

다양한 쌀 기반 가정간편식 제품들의 전자레인지 조리 전후의 품질 특성 평가

Gi-Un Seong¹, Yu Mi Kim², Jun-Hyeon Cho³, Ji-Yoon Lee¹, Sais-Beul Lee¹, Dongjin Shin¹, Dong-Soo Park¹, Kwang-Sup Youn^{2*}, Ju-Won Kang^{1*}

성기운¹ · 김유미² · 조준현³ · 이지윤¹ · 이삿별¹ · 신동진¹ · 박동수¹ · 윤광섭^{2*} · 강주원^{1*}

¹Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang 50424, Korea

²Department of Food Science and Technology, Daegu Catholic University, Gyeongsan 38430, Korea

³Sangju Substation, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Sangju 37139, Korea

¹농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부, ²대구가톨릭대학교 식품공학과,

³농촌진흥청 국립식량과학원 상주출장소



OPEN ACCESS

Citation: Seong GU, Kim YM, Cho JH, Lee JY, Lee SB, Shin D, Park DS, Youn KS, Kang JW. Qualities of rice-based home meal replacement products upon microwave cooking. Korean J Food Preserv, 29(5), 715-727 (2022)

Received: June 27, 2022
Revised: August 03, 2022
Accepted: August 05, 2022

***Corresponding author**
 Kwang-Sup Youn
 Tel: +82-53-850-3209
 E-mail: ksyoun@cu.ac.kr

Ju-Won Kang
 Tel: +82-55-350-1156
 E-mail: kangjw81@korea.kr

Copyright © 2022 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract The physicochemical characteristics of five types of rice-based home meal replacement (HMR) products (instant rice, *doshirak*, *kimbab*, frozen fried rice, and freeze-dried rice) were measured before and after microwave cooking, and principal component analysis (PCA) was performed. HMR products contained grains from 8.42 to 8.72 mm before and after the microwave cooking. The amylose content and water absorption index (WAI) ranged from 20.10–23.15% and 0.50–2.87%, respectively. Frozen fried rice showed high amylose content but low WAI, and dry rice showed low amylose content but high WAI. There was a change in the moisture content of freeze-dried rice: moisture increased from 1.3 to 60.3% after cooking. The rehydration rate of freeze-dried rice was about twice higher than that of other HMR products, while instant rice showed a low rehydration rate. The texture profile's hardness and cohesiveness respectively were 306.1 g/cm² and 47.9% before cooking, but 209.6 g/cm² and 66.0% after cooking. The lightness value decreased from 72.5 to 68.9 after the microwave cooking, while there was little change in the lightness value of instant rice, and that of the frozen fried rice decreased. PCA revealed that, microwave cooking apparently affected WAI and rehydration rate in the freeze-dried rice yellowness in the frozen fried rice, and stickiness and lightness in the instant rice, respectively.

Keywords rice, home meal replacement, microwave cooking, quality characteristics, principal component analysis

1. 서론

현재 한국의 가구 형태는 가족구조의 변화 등 다양한 사회적 요인의 변화로 인해 2021년도

전체 총가구수 2,034만 중 1인 가구 수가 614만 가구 (30.2%)로 2000년도 1인 가구 수 비율 15.5%와 비교하였을 때 약 2배 정도 확대되었으며(Han 등, 2021), 이러한 변화는 더욱 확대될 것으로 예상된다(Choi 등, 2019b). 또한, 코로나바이러스 감염증(COVID-19)이 2019년도 말에 나타나 2020년 3월 세계보건기구(WHO)에 의해 세계적 팬데믹으로 선언되었다(Tirtawijaya 등, 2021). 이로 인해 식품의 구입 및 음식의 조리과정 그리고 소비 단계에서 간편성과 편리함을 추구하게 되어 생활 양식과 음식 문화가 변화하게 되었고(Ji와 Han, 2022), 음식 만들기와 식사 공간으로서 가정의 기능이 상대적으로 감소하기 시작하였다(Choi 등, 2019a).

쌀은 한국 식생활의 근본을 이루며 한국인의 식문화를 형성하는 전통적인 소재이다. 더 나아가서 한국뿐만 아니라, 중국, 인도 등 아시아 지역에서 전 세계의 약 90% 이상이 재배되고 있으며, 주곡 작물로서 중요한 위치를 차지하고 있다(Seong 등, 2021). 주요 주식인 쌀은 식생활의 서구화와 다양한 먹거리 증가로 인하여 1인당 연간 쌀 소비량은 2012년 69.8 kg에서 2021년 56.9 kg으로 최근 10년 동안 약 20% 감소하였으나, 제조업 부문 쌀 소비량은 2021년 65만 157톤으로 전년 대비 4.6% 증가하였다(KOSTAT, 2022). 이처럼 연간 쌀 소비량은 감소하였으나 제조업 부문 쌀 소비량이 증가할 수 있었던 이유는 가정간편식(home meal replacement, HMR) 때문으로, 이는 별도 조리과정 없이 그대로 또는 단순 조리과정을 거쳐 섭취할 수 있도록 제조, 가공, 포장한 완전, 반조리 형태의 제품들을 말한다(Choi와 Kim, 2020).

한국에서의 가정간편식 시장 규모는 2015년 약 1조 7천억 원에서 2018년 약 3조 2천억 원으로 3년간 80% 이상 증가하였고, 2022년에는 약 5조 원에 이를 것으로 전망된다(Lee 등, 2021). 또한, 라면을 제외할 경우 전체 식품 카테고리에서 가장 높은 성장 속도를 보여주고 있으며, 즉석밥과 냉동밥을 포함한 쌀 기반 제품들이 높은 성장률을 보였다(Kim 등, 2018). 가정간편식은 조리 방법에 따라 바로 먹을 수 있는 RTE 가정간편식(ready-to-eat, RTE), 데워서 먹을 수 있는 RTH 가정간편식(ready-to-heat, RTH) 및 요리할 수 있게 준비된 RTC 가정간편식(ready-to-cook, RTC)으로 구분할 수 있으며(Bumbudsanpharoke

와 Ko, 2022; Lee 등, 2021), 가공 기술에 따라서는 무균화 포장 시스템으로 만들어지는 즉석밥, 열수 첨가 복원 즉석밥인 건조밥, 냉동밥 및 도시락으로 분류할 수 있다(Park, 2016).

가정간편식에 관한 연구로는 시중 유통되는 가정간편식의 영양 평가에 관한 연구(Kim과 Choi, 2020; Park 등, 2019), 식중독 발생 가능성에 대한 위해 평가 연구(Lee 등, 2020), 가정간편식의 구매 기준 및 소비자 특성에 관한 연구(Park 등, 2016; Rha 등, 2021), 한국 가정간편식제품의 개발 방향 연구(Kwon 등, 2022; Lee, 2016; Lee와 Ham, 2021) 등이 보고되었다. 이처럼 가정간편식 관련 연구는 소비 현황, 위해 요인, 가공 기술 및 품질 특성에 관한 연구가 중점적으로 이뤄졌으나, 쌀 기반 가정간편식의 제품 유형에 따른 가공 원료곡에 대한 비교 분석 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 시중에서 유통되는 쌀 기반 가정간편식 유형별 조리 전후 쌀의 이화학적 품질 특성을 비교 분석함으로써, 가공 원료곡 소비 확대 및 쌀 기반 가정간편식 개발을 위한 기초자료로써, 활용되고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

본 연구는 한국에서 시중 유통되는 쌀 기반 가정간편식을 유형별로 즉석밥(instant rice), 도시락(*doshirak*), 김밥(*kimbab*), 냉동 볶음밥(frozen fried rice)과 건조 쌀밥(freeze-dried rice)으로 15종을 시중에서 구입하였으며, 구매 후 제품별로 제시된 보관 방법에 따라 4℃ 냉장고와 실온에 보관하면서 분석에 사용하였다. 조리 방법은 전자레인지(RE-547R, Samsung, Seoul, Korea)를 이용하여 유형별로 진행하였으며, 조리 즉시 전처리 및 분석하여 조리 전후의 품질 특성을 조사하였다.

2.2. 입형 측정

입형은 4℃의 2% starch 용액에 2분간 침지시키면서 각각의 시료들을 분리하였다. 조리 전후 시료의 길이(length), 폭(width) 및 두께(thickness)를 캘리퍼스(CD-15C, Mitutoyo Co., Tokyo, Japan)로 9회 측정하였으며, 장폭

비는 측정된 결과로부터 계산하였다.

2.3. 아밀로스 함량 측정

아밀로스 함량은 Williams 등(1970)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 20 mg에 0.5 N KOH 10 mL를 가하여 90°C 건조기에 15분간 넣어 호화시킨 후, 증류수를 넣어 전량이 100 mL가 되도록 하였다. 이 중 10 mL를 취하여 0.1 N HCl 5 mL와 2% I₂-KI(Iodine solution) 0.5 mL를 가하여 발색시키고, 증류수를 넣어 전량이 50 mL가 되도록 하였다. 이 시액을 30°C 인큐베이터에서 반응시켜 680 nm의 파장에서 분광 광도계(Ultrospec 2100pro, Biochrom Ltd., Cambridge, UK)를 이용하여 측정하였으며, 흡광도 값과 아밀로스 함량 간의 회귀식으로부터 아밀로스 함량을 산출하였다.

2.4. 수분함량 측정

수분함량은 적외선 수분측정기(HE53, Halogen Moisture Analyzer, Mettler-Toledo, Zurich, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

2.5. 수분흡수지수 측정

수분흡수지수(water absorption index, WAI)는 Anderson 등(1970)의 방법을 변형하여 측정하였다. 조리 전 시료 3 g과 증류수 30 mL를 원심분리관에 넣고 30분간 상온에서 방치한 후, 720 × g에서 30분간 원심분리하였다. 상등액을 제외한 침전물의 무게를 측정하였으며, 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{Water absorption index (g/g)} = \frac{\text{Weight of centrifuge tube and sample (g)} - \text{Centrifuge tube (g)}}{\text{Weight of sample (g)}}$$

2.6. 복원율 측정

복원율은 조리 전 시료 5 g에 95°C의 증류수 20 mL를 첨가 후, 일정시간(1, 3, 5, 7 10 min)별로 반응시킨 후 여과지를 이용하여 표면수를 제거하고 무게를 측정하였으며, 아래와 같이 계산하였다.

Rehydration ration (%) =

$$\frac{\text{Weight of the rehydrated sample (g)}}{\text{Weight of sample (g)}} \times 100$$

2.7. 물성 측정

물성은 조리 전후 시료를 각각 스테인리스 용기(15×50 mm)에 담아 rheometer(COMPAC-100, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 조건은 mode 21, table speed load cell 2 kg, table speed 60 mm/min, distance 30%, adaptor No 25(20 mm diameter)으로 중심부에 2회 압착하였을 때 얻어지는 값을 산출하여 강도(strength), 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 부착성(adhesiveness)을 나타내었다.

2.8. 색도 측정

색도는 조리 전후 시료 10 g을 각각 패트리디쉬(90×15 mm)에 담아 평평하게 한 후 색차계(CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 CIELAB값을 측정하였으며, 명도(L^{*}=lightness), 적색도(a^{*}=redness) 및 황색도(b^{*}=yellowness)로 나타내었다.

2.9. 통계처리

본 실험에 대한 결과값은 평균과 표준편차(mean±SD)로 나타내었고, 통계 분석은 SAS Enterprise Guide(7.13, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하였다. 가공유형에 따른 차이는 Duncan's multiple range test로 검정하였다(p<0.05). 또한, 주성분 분석(principle component analysis, PCA)을 이용하여 조리 전후의 이화학적 특성을 측정 변수로 하고, 가공유형에 따른 즉석밥, 도시락, 김밥, 냉동 볶음밥과 건조 쌀밥을 관측대상으로 하여 주성분(principle component, PC)과의 연관성을 도출하고자 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 입형

쌀 기반 가정간편식의 유형별 조리 전후 밥알의 길이,

폭, 두께 및 장폭비에 대한 입형을 측정한 결과는 Table 1에 나타내었다. 조리 전 밥알의 길이는 7.20-9.34 mm, 폭 3.01-3.73 mm, 두께 2.14-2.39 mm 및 장폭비는 2.33-2.61의 범위로 나타났고 조리 후 밥알의 길이는 8.38-8.92 mm, 폭 3.34-3.61 mm, 두께 2.06-2.32 mm 및 장폭비는 2.45-2.62의 범위를 보였다. 입형의 형태를 표시하는 방법에는 다양한 방법이 있으나, 주로 장폭비로 표시하는 경우가 많다. 농촌진흥청의 기준에 따르면 장폭비는 세장형(>3.0), 장원형(2.5-2.99), 중원형(2.0-2.49), 단원형(1.5-1.99) 및 원형(<1.5)으로 구분되며, 길이에 따라 5단계의 초장립종(>7.1 mm), 장립종(6.01-7.09 mm), 중립종(5.51-6.00 mm), 중단립종(5.01-5.50 mm), 단립종(<5.0 mm)으로 분류된다(Kim 등, 2020). 한국에서의 장려 품종 47가지 품종 및 국내 소비량이 높은 5가지 품종의 입형을 분석한 결과, 한국인이 선호하는 쌀의 모양과 형태는 단립종(short)의 단원형(bold)으로 보고되었다(Kim과 Ahn, 1997; Wi 등, 2013). 또한, Panda 등(2017)의 보고에 따르면 조리 전후 길이는 24-43%로 증가하였고, 폭은 19-50%로 증가한다고 하였다. 따라서 한국에서 유통 중인 가정간편식은 단립종을 사용하여 제조하였을 것으로 사료된다. 밥알의 2차 조리 전후 평균 길이는, 조리 전 8.42 mm보다 조리 후 8.72 mm로 유의적으로 증가한 것으로 나타났다($p<0.05$).

이 중 건조 쌀밥은 조리 전 밥알의 길이 및 폭이 각각 7.20 mm와 3.01 mm로 가정간편식 유형 중 밥알의 크기가 작은 것으로 나타났으나, 조리 후 밥알의 길이는 8.92 mm, 폭은 3.60 mm로 밥알의 크기가 증가하여 조리 후 따른 입형 변화가 가장 큰 것으로 나타났다. 이러한 입형의 변화는 조리과정에서 가열될 때 생성된 수분을 밥알이 흡수하여 전분이 호화되면서 팽창하였기 때문으로 사료된다(Kim 등, 2017). 또한, 건조 쌀밥은 배젓 부위에 수분 이동을 위한 통로 역할을 하는 미세한 균열이 많아, 이를 통해 수분이 침투하기 쉬워 다른 가정간편식과 비교하였을 때 조리과정에 의한 입형 변화가 큰 것으로 사료된다(Bui 등, 2018).

3.2. 아밀로스 함량 및 수분흡수지수

쌀 기반 가정간편식의 유형별 아밀로스 함량 및 수분흡수지수를 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. 아밀로스 함량은 20.10-23.15%의 범위를 보였고, 수분흡수지수는 0.50-2.87 g/g의 범위로 나타났다. 아밀로스 함량은 밥의 조직감 및 윤기 등 식미를 결정하는 중요한 요인으로 알려져 있다(Sim 등, 2017). 이에 최적 취반을 위한 조건으로 국제미작연구소(International Rice Research Institute)에서는 취반 시 쌀과 물 비율은 백미 기준으로 참쌀은 1.3배, 저아밀로스(12-20%)는 1.7배, 중간아밀로스(21-25%)

Table 1. Grain size and shape of rice-based home meal replacement products using microwave cooking

Cooking condition	Rice-based products	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Length/width ratio
Uncooked	Instant rice	8.65±0.29 ^{1)bc2)}	3.32±0.15 ^c	2.14±0.14 ^b	2.61±0.11 ^a
	<i>Doshirak</i>	8.26±0.37 ^c	3.56±0.25 ^b	2.25±0.17 ^{ab}	2.33±0.14 ^b
	<i>Kimbab</i>	8.67±0.46 ^b	3.73±0.27 ^a	2.33±0.15 ^a	2.34±0.20 ^b
	Frozen fried rice	9.34±0.41 ^a	3.65±0.24 ^{ab}	2.39±0.21 ^a	2.57±0.17 ^a
	Freeze-dried rice	7.20±0.57 ^d	3.01±0.29 ^d	2.34±0.55 ^a	2.42±0.30 ^b
	Average	8.42±0.82	3.45±0.36	2.29±0.30	2.45±0.22
Cooked	Instant rice	8.69±0.43 ^b	3.34±0.22 ^b	2.06±0.18 ^d	2.62±0.20 ^a
	<i>Doshirak</i>	8.38±0.28 ^c	3.39±0.28 ^b	2.21±0.11 ^c	2.49±0.20 ^b
	<i>Kimbab</i>	8.81±0.32 ^{ab}	3.61±0.22 ^a	2.32±0.12 ^a	2.45±0.19 ^b
	Frozen fried rice	8.79±0.28 ^{ab}	3.53±0.22 ^a	2.30±0.18 ^{ab}	2.50±0.17 ^b
	Freeze-dried rice	8.92±0.48 ^a	3.60±0.32 ^a	2.23±0.13 ^{bc}	2.49±0.21 ^b
	Average	8.72±0.41	3.49±0.28	2.22±0.17	2.51±0.20

¹⁾Values are mean±SD (n=9).

²⁾Different superscript letters within column indicate a significant difference ($p<0.05$) among rice-based home meal replacement products.

Table 2. Amylose content and water absorption index of rice-based home meal replacement products

Rice-based products	Amylose content (% dry basis)	Water absorption index (g/g)
Instant rice	20.51±0.66 ^{1)c2)}	0.78±0.09 ^{bc}
Doshirak	20.84±0.93 ^{bc}	0.86±0.04 ^b
Kimbab	21.77±1.34 ^b	0.88±0.07 ^b
Frozen fried rice	23.15±1.43 ^a	0.50±0.10 ^c
Freeze-dried rice	20.10±1.22 ^c	2.87±0.77 ^a
Average	21.27±1.55	1.18±0.93

¹⁾Values are mean±SD (n=9).

²⁾Different superscript letters within column indicate a significant difference (p<0.05) among rice-based home meal replacement products.

는 1.9배, 고아밀로스(>25%)는 2.1배 더 많은 물을 가수해야 한다고 보고한 바 있다(Perez와 Juliano, 1979). 이처럼 취반 과정에서 온도, 조리 시간, 쌀과 물의 비율은 아밀로스 함량이 그 특성이 따라 달라져 가정간편식 제조 시 고려되는 중요한 요인이다(Bett-Garber 등, 2007). 아밀로스 함량은 냉동 볶음밥이 23.15%로 가장 높게 나타났으며, 건조 쌀밥과 즉석밥 유형이 각각 20.10% 및 20.51%로 아밀로스 함량이 낮았다(p<0.05). Youn과 Kim(2015)의 연구에 따르면 아밀로스 함량이 낮은 쌀을 이용하여 냉동 볶음밥을 제조한 후 조리하였을 때, 밥알이 뭉치고 물성 변화가 크게 나타나 품질이 떨어진다고 보고하였다. 그러나 아밀로스 함량이 높은 쌀을 이용하여 취반한 경우 더 단단한 물성을 가지는 것으로 나타났으며(Juliano, 1985), 냉동 보관 기간이 길어지더라도 경도가 높게 나타났다(Yu 등, 2009). 따라서 냉동 볶음밥 제조를 위한 원료곡은 아밀로스 함량이 높은 쌀을 이용하는 것이 적합할 것으로 사료된다.

수분흡수지수는 건조 쌀밥이 2.87 g/g으로 가장 높게 나타났으나, 냉동 볶음밥은 0.50 g/g으로 가장 낮은 값을 보였다(p<0.05). 이처럼 수분 함량을 낮춘 건조 쌀밥의 전분 구조는 다공성의 망상구조를 갖고 있어, 조리 시 단시간에 수분을 흡수하여 복원이 가능한 특성을 갖고 있다(Sim 등, 2017). 쌀 품종별 취반 특성에 대한 연구에 따르면 식미가 좋은 품종의 쌀이 수분흡수속도가 비교적 낮았으며(Choi 등, 2012), 호화 전후로 수분흡수지수는 1.9-2.2배 증가한 것으로 나타났다(Jung, 2020b). 본 연구에서는 가정간편식

유형별 아밀로스 함량이 유사할지라도 수분흡수지수가 다르게 나타났으며, 이는 취반 및 가공과정에 의한 전분의 손상 정도 및 입자 크기 등의 차이로 인한 것으로 사료된다(Jung, 2020a).

3.3. 수분함량 및 복원을

쌀 기반 가정간편식의 유형별 수분함량은 Fig. 1에 나타내었다. 수분함량은 조리 전에는 1.3-55.8%의 범위로 즉석밥 55.8%, 냉동 볶음밥 52.2%, 도시락 49.1%, 김밥 46.1% 및 건조 쌀밥 1.3% 순으로 나타났으며, 건조 쌀밥이 가장 낮게 나타났다(p<0.05). 그러나 조리 후 수분함량은 38.3-60.3%의 범위로 건조 쌀밥이 60.3%로 가장 높게 나타났으며, 즉석밥 48.7%, 김밥 48.5%, 도시락 48.4% 및 냉동 볶음밥 38.3%의 순으로 나타났다(p<0.05). 유형별로 조리 전 후의 수분함량을 비교하였을 때 도시락과 김밥은 수분함량 변화가 없었으며, 즉석밥과 냉동 볶음밥은 수분 함량이 유의적으로 감소하였으나, 건조 쌀밥은 증가하였다(p<0.05). 수분함량은 쌀의 품질관리를 위한 중요한 요소로, 수분함량이 높을 경우 미생물 번식에 취약하고 호흡 작용이 촉진되며, 낮을 경우 취반 후 식미가 나빠지는 단점이 있다(Zhai 등, 2022). 따라서 한국에서 수확된 벼의 수분함량은 15% 이하로 건조된 후 시중에 유통되어 가정간편식 제조에 이용된다(Choi 등, 2017). Park(2016)의 보고에 따르면 가정간편식은 수분함량에 따라 10% 이하의 건조 형태와 30% 이상의 습식 형태로 구분하였으며, 본 연구에서 건조 쌀밥

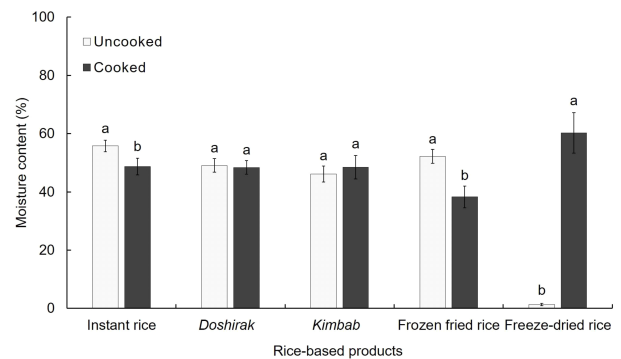


Fig. 1. Moisture content of rice-based home meal replacement products using microwave cooking. Values represent the mean±SD (n=9); Different superscript letters indicate significant difference (p<0.05) between before and after microwave cooking.

이 건조 형태이고, 그 외 유형들은 습식 형태로 분류된다.

쌀 기반 가정간편식의 유형별 복원율은 Fig. 2에 나타내었다. 복원율은 일정 시간별로 측정된 값을 나타낸 것으로 건조 쌀밥이 높게 나타났으나, 즉석밥은 낮은 복원율을 보였다($p < 0.05$). 이처럼 가정간편식 유형별로 복원율의 차이가 큰 것으로 나타났다. 건조 온도 및 건조 조건(천일건조, 열풍건조, 동결건조)에 따라서도 최대 복원 시간 및 복원율의 차이를 보였으며, 열풍건조 및 동결건조 된 취반미는 복원 시간이 짧아 복원율이 높게 나타났다(Park 등, 2009). Kim 등(2005)의 보고에 따르면 동일한 조건으로 취반하더라도 원료곡에 따라 고시히카리(Koshihikari) 및 신동진 품종이 일품 품종보다 복원율이 낮았으며, 이는 취반과정 중 전분 내 공극 변화로 인한 것으로 사료된다. 또한, 가정간편식 제조를 고려할 때 복원율이 너무 높을 경우 밥알이 쉽게 부서지고 식감이 떨어져 기호도가 낮아지는 단점을 보였다(Kim 등, 1993). 따라서 복원율은 가정간편식 유형 중 건조 쌀밥 제조 시 고려되어야 하는 중요한 요인으로 사료된다.

3.4. 물성

쌀 기반 가정간편식의 유형별 조리 전후 강도, 경도, 탄

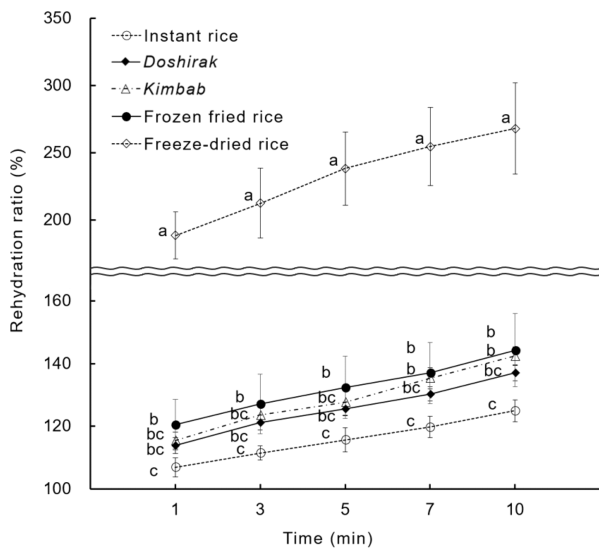


Fig. 2. Rehydration ratio of rice-based home meal replacement products. Values represent the mean±SD (n=9); Different superscript letters within column indicate a significant difference ($p < 0.05$) among rice-based home meal replacement products.

력성, 응집성 및 부착성을 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. 조리 전 밥알의 강도는 49.5-123.4 g/cm^2 , 경도 272.7-376.1 g/cm^2 , 탄력성 42.6-80.7%, 응집성 14.7-75.0% 및 부착성은 -11.3—1.5 g의 범위로 나타났고 조리 후 밥알의 강도는 53.0-80.0 g/cm^2 , 경도 162.0-240.1 g/cm^2 , 탄력성 52.5-81.0%, 응집성 45.6-76.2% 및 부착성은 -8.6—1.7 g의 범위를 보였다. 물성은 밥알의 조직감을 기기적으로 측정하여 나타낸 것으로서, 경도는 낮고 찰기(응집성, 부착성, 탄력성)가 높을수록 밥맛이 좋은 고품질 쌀로 평가되며, 찰기가 없거나 또는 경도가 너무 높거나 낮으면 저품질 쌀로 평가된다(Choi와 Choi, 2015; Kim 등, 2004). 본 연구에서도 조리 전후 평균 강도 및 경도는 조리 전 각각 92.7 g/cm^2 및 306.1 g/cm^2 로 나타났으나, 조리 후에는 각각 69.9 g/cm^2 및 209.6 g/cm^2 로 감소하였으나, 응집성은 조리 전 47.9%에서 조리 후에는 66.0%로 증가하였다($p < 0.05$). Choi 등(2021)과 Li 등(2020)의 보고에 따르면 아밀로스 함량이 높은 쌀을 이용하여 취반하면, 수용성 아밀로스가 호화되면서 밥알 표면에 젤과 유사한 막을 두껍게 형성하게 되어 밥알의 경도는 높아지고 찰기는 낮아진다고 하였다. 또한, 보관 온도를 달리하여 6개월 동안 보관한 후 물성을 비교하였을 때 보관 온도가 높을수록 경도는 증가하고 찰기는 감소하는 것으로 나타났다(Zhou 등, 2002). 가정간편식 유형별 물성 변화를 비교하였을 때 냉동 볶음밥은 강도와 경도가 각각 약 60% 감소하였고, 응집성은 약 150% 증가하여 가장 큰 변화를 보였다. 따라서 냉동 볶음밥은 제조 시 경도 및 찰기를 고려해야 하는 중요한 요인이며(Kwak 등, 2015), 원료곡의 아밀로스 함량과 보관 온도에 따라 영향을 많이 받을 것으로 사료된다.

3.5. 색도

쌀 기반 가정간편식의 유형별 조리 전후 색도를 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. 조리 전 밥알의 명도는 67.9—75.3, 적색도 -2.2—-1.5, 황색도 0.6—17.8의 범위로 나타났고 조리 후 명도는 63.4—73.8, 적색도 -2.0—-1.3, 황색도 0.6—17.3의 범위를 보였다. 일반적으로 취반미는 명도가 높고 황색도가 낮을수록 외관상 기호도가 높은 고품질로 알려져 있다(Kim 등, 2004). 또한, 가정간편

Table 3. Texture profile analysis of rice-based home meal replacement products using microwave cooking

Cooking condition	Rice-based products	Color value				
		L*	a*	b*		
Uncooked	Instant rice	74.9±3.7 ^{1)a2)}	-1.8±0.3 ^a	0.8±1.3 ^d		
	<i>Doshirak</i>	70.9±1.8 ^b	-1.8±0.3 ^a	0.6±0.1 ^d		
	<i>Kimbab</i>	67.9±2.3 ^c	-1.5±0.3 ^a	3.7±0.8 ^e		
	Frozen fried rice	75.3±1.1 ^a	-2.2±1.5 ^a	17.8±3.3 ^a		
	Freeze-dried rice	73.4±2.5 ^a	-1.8±0.1 ^a	10.8±1.6 ^b		
	Average	72.5±3.6	-1.8±0.7	6.7±6.9		
Cooked	Instant rice	73.8±1.2 ^a	-2.0±0.3 ^a	0.6±1.1 ^c		
	<i>Doshirak</i>	69.3±1.2 ^b	-1.8±0.2 ^a	0.7±0.2 ^c		
	<i>Kimbab</i>	67.4±2.1 ^c	-1.3±0.4 ^a	5.0±1.9 ^b		
	Frozen fried rice	63.4±2.1 ^d	-2.0±1.6 ^a	17.3±2.5 ^a		
	Freeze-dried rice	70.5±2.0 ^b	-2.0±0.2 ^a	4.8±1.1 ^b		
	Average	68.9±3.9	-1.8±0.8	5.7±6.4		

¹⁾Values are mean±SD (n=9).

²⁾Different superscript letters within column indicate a significant difference ($p<0.05$) among rice-based home meal replacement products.

Table 4. Color value of rice-based home meal replacement products using microwave cooking

Cooking condition	Rice-based products	Texture profile analysis				
		Strength (g/cm ²)	Hardness (g/cm ²)	Springiness (%)	Cohesiveness (%)	Adhesiveness (g)
Uncooked	Instant rice	101.6±34.4 ^{1)b2)}	305.6±101.4 ^{ab}	60.6±7.9 ^b	51.6±8.3 ^b	-11.3±3.9 ^c
	<i>Doshirak</i>	96.9±14.1 ^b	288.9±45.1 ^{ab}	80.7±3.7 ^a	75.0±4.1 ^a	-2.1±0.4 ^{ab}
	<i>Kimbab</i>	91.8±19.9 ^b	272.7±60.0 ^b	79.3±4.4 ^a	74.1±4.5 ^a	-1.7±0.6 ^a
	Frozen fried rice	123.4±34.4 ^a	376.1±100.8 ^a	42.6±6.9 ^c	24.0±2.0 ^c	-3.1±1.6 ^b
	Freeze-dried rice	49.5±16.5 ^c	287.2±224.1 ^{ab}	68.8±41.6 ^{ab}	14.7±9.8 ^d	-1.5±0.5 ^a
	Average	92.7±34.7	306.1±126.2	66.4±23.6	47.9±25.9	-3.9±4.2
Cooked	Instant rice	73.3±14.8 ^{ab}	216.2±44.9 ^{ab}	79.0±5.0 ^a	72.5±6.8 ^a	-8.6±3.5 ^b
	<i>Doshirak</i>	80.0±10.7 ^a	240.1±31.4 ^a	80.9±3.6 ^a	76.2±4.4 ^a	-1.8±0.7 ^a
	<i>Kimbab</i>	72.6±7.6 ^{ab}	216.5±22.1 ^{ab}	81.0±2.8 ^a	74.8±3.2 ^a	-1.7±0.6 ^a
	Frozen fried rice	53.0±12.9 ^c	162.0±38.1 ^c	69.5±6.7 ^b	61.1±9.1 ^b	-1.9±0.6 ^a
	Freeze-dried rice	70.5±11.4 ^b	213.4±32.8 ^b	52.5±8.0 ^c	45.6±6.2 ^c	-2.6±1.3 ^a
	Average	69.9±14.6	209.6±42.6	72.6±12.2	66.0±13.1	-3.3±3.2

¹⁾Values are mean±SD (n=9).

²⁾Different superscript letters within column indicate a significant difference ($p<0.05$) among rice-based home meal replacement products.

식 제조 시 취반 직후 급속 냉동된 취반미가 일반 냉동된 취반미보다 해동하였을 때 색도 변화가 적은 것으로 나타났다(Jang 등, 2014). 조리 후 가정간편식 유형 중 즉석밥은 명도가 73.8로 높고 황색도는 0.6으로 낮게 나타났으며

($p<0.05$), 즉석밥 유형이 외관상 기호도가 높을 것으로 사료된다. Wongsa 등(2016)의 보고에 의하면 취반 과정 중 가열 온도와 시간이 증가할수록 취반 후 명도가 감소한다고 하였으며, 본 연구에서도 명도는 조리 전 평균 72.5로 나타

났으나, 조리 후에는 68.9로 감소하여 유사한 결과를 보였다. 가정간편식 유형 중 냉동 볶음밥은 조리 전후 명도가 약 15% 정도로 가장 많이 감소하였으며, 이는 냉동 저장된 밥을 해동하였을 때 전분의 노화가 진행되고, 이로 인해 전분 분자들이 재결합하면서 명도를 떨어트린 것으로 사료된다 (Youn과 Kim, 2015). 따라서 쌀 기반 가정간편식의 소비자 기호도를 높이고자 한다면 조리 후 명도 변화를 고려해야 할 것으로 사료된다.

3.6. 주성분 분석

주성분 분석은 다양한 변수에 대하여 얻어진 자료들을 대상으로 하여 변수들을 축소, 요약하여 복잡한 구조 간의 관계를 단순화하고 구조 간의 관계를 분석하기 위해 사용되는 방법으로, 가정간편식 유형별 다양한 품질 특성들간의 관계를 분석하고자 사용하였다(Abdi와 Williams, 2010). 가정간편식 유형별 조리 전후의 이화학적 특성에 따른 주성분 점수(component score)를 좌표 평면에 나타냈으며(Fig. 3), 29개의 분석 요인으로부터 추출된 주요 변이 요인 결과는 Table 5에 나타내었다. 주성분 분석 결과, 제1 주성분(PC 1)은 26.35%, 제2 주성분(PC 2)은 22.44%, 제3 주성분(PC 3)은 14.81%로 설명할 수 있었고, 제5 주성분까지 누적 기여율은 78.89%로 전체 결과를 설명할 수 있었다 (Seong 등, 2016). Fig. 3에서 제1 주성분인 음(-)의 영향

력을 크게 받은 제품 유형은 건조 쌀밥으로 음의 값 -2 부근에서 그룹화되어 나타났으며, 그 외 제품 유형들과 차이를 보였다. 제2 주성분 양(+)의 영향력을 크게 받은 제품은 냉동 볶음밥으로 양의 값 2 부근에서 그룹화되었고, 음(-)의 영향력을 크게 받은 제품 유형은 즉석밥, 도시락 및 김밥으로 음의 값 -1에서 0 부근에 그룹을 나타냈다. 제3 주성분 음(-)의 영향력을 크게 받은 제품 유형은 즉석밥으로 음의 값 -1에서 -2 부근에 그룹화되어 나타났고, 양(+)의 영향력을 크게 받은 제품은 도시락과 김밥으로 양의 값 1 부근에서 두 그룹이 일부 겹쳐져 나타났다. 또한, 요인분석 결과, 제1 주성분에는 복원율(-0.36), 수분흡수지수(-0.34), 조리 전 수분함량(0.34), 조리 후 탄력성(0.33)이 크게 영향을 주었고, 고유치가 7.64, 기여율이 26.35%였다. 제2 주성분에는 조리 후 황색도(0.38)와 조리 전 황색도(0.34)의 요인 2개가 크게 영향을 주었고, 고유치가 6.51, 기여율이 22.44%였다. 제3 주성분에는 조리 전 부착성(0.38), 조리 전 명도(-0.35) 및 조리 전 장폭비(-0.33)의 요인 3개가 크게 영향을 주었으며, 고유치가 4.29, 기여율이 14.81%로 나타났다. 이러한 결과에 따라 가정간편식 유형별 품질 특성 요인으로는 건조 쌀밥 그룹은 복원율과 수분흡수지수, 냉동 볶음밥 그룹은 황색도, 즉석밥 그룹과 김밥 및 도시락 그룹은 찰기, 명도 및 입형의 영향을 받는 것으로 사료된다.

4. 요약

본 연구에서는 시중에 유통되는 쌀 기반 가정간편식을 유형별로 즉석밥, 도시락, 김밥, 냉동 볶음밥 및 건조 쌀밥으로 구분하고 조리 전후 쌀의 이화학적 특성을 측정하였다. 그 결과를 측정 변수로 주성분 분석을 하고 유형별 품질 특성 차이를 확인하였다. 가정간편식의 유형별 입형을 측정된 결과, 단립종의 쌀을 사용한 것으로 보이며, 조리 전후로 밥알의 길이가 8.42 mm에서 8.72 mm로 증가하였고, 이 중 건조 쌀밥의 입형 변화가 가장 큰 것으로 나타났다($p < 0.05$). 아밀로스 함량 및 수분흡수지수는 20.10-23.15% 및 0.50-2.87%의 범위를 보였다. 냉동 볶음밥은 아밀로스 함량이 높게 나타났으나 수분흡수지수는 낮게 나타났고, 건조 쌀밥은 아밀로스 함량이 낮았으나 수분흡수지수는 높게 나타났다($p < 0.05$). 수분함량은 조리 전후로 도시락과 김밥의 변화

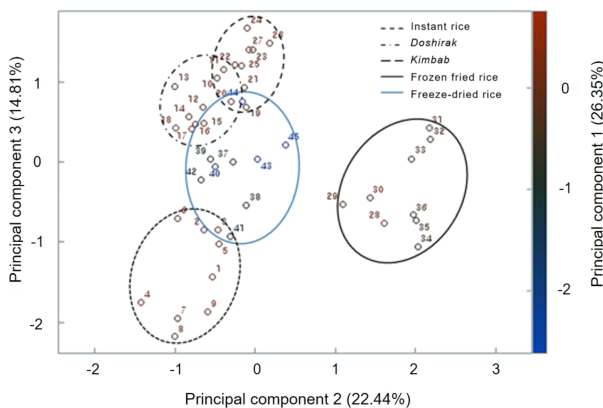


Fig. 3. Scatter diagram on the 1-3 principal component axes by component scores of physicochemical properties of rice-based home meal replacement products. 1-9, instant rice; 10-18, doshirak; 19-27, kimbab; 28-36, frozen fried rice; 37-45, freeze-dried rice.

Table 5. Eigen values and cumulative percentage of the correlation matrix for physicochemical property factors

Physicochemical property factor (cooking condition)	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
Grain length (uncook)	0.27	0.19	-0.07	-0.04	0.07
Grain width (uncook)	0.22	0.13	0.20	-0.06	0.24
Grain thickness (uncook)	-0.12	0.14	0.16	0.07	0.46
Grain ratio (uncook)	0.08	0.07	-0.33	0.02	-0.25
Grain length (cook)	-0.16	0.09	-0.04	0.14	0.21
Grain width (cook)	-0.14	0.14	0.23	0.12	0.14
Grain thickness (cook)	-0.05	0.18	0.24	-0.30	0.10
Grain ratio (cook)	0.04	-0.10	-0.28	-0.03	-0.01
Moisture (uncook)	0.34	0.05	-0.04	0.06	0.14
Moisture (cook)	-0.26	-0.21	0.06	0.12	0.10
Amylose content	0.11	0.26	0.06	-0.14	0.08
Water absorption index	-0.34	-0.08	0.03	0.03	0.08
Rehydration ratio	-0.36	-0.01	0.04	0.07	-0.03
Strength (uncook)	0.21	0.15	0.02	0.26	0.17
Hardness (uncook)	-0.02	0.14	0.03	0.34	0.40
Springiness (uncook)	0.00	-0.26	0.25	-0.09	-0.06
Cohesiveness (uncook)	0.25	-0.20	0.21	-0.06	0.02
Adhesiveness (uncook)	-0.12	0.10	0.38	-0.08	-0.13
Strength (cook)	0.01	-0.29	0.08	-0.15	0.21
Hardness (cook)	0.00	-0.29	0.09	-0.16	0.20
Springiness (cook)	0.33	-0.09	0.09	0.06	0.01
Cohesiveness (cook)	0.31	-0.12	0.10	0.08	0.03
Adhesiveness (cook)	-0.05	0.14	0.32	-0.20	-0.21
L* (uncook)	-0.08	0.11	-0.35	0.05	0.19
a* (uncook)	0.01	-0.08	0.18	0.52	-0.24
b* (uncook)	-0.13	0.34	-0.04	0.03	-0.13
L* (cook)	-0.07	-0.29	-0.16	0.08	0.19
a* (cook)	0.06	-0.03	0.22	0.49	-0.24
b* (cook)	-0.01	0.38	-0.01	-0.04	-0.06
Eigen values	7.64	6.51	4.29	2.33	2.11
Variance (%)	26.35	22.44	14.81	8.03	7.26
Cumulative (%)	26.35	48.79	63.60	71.63	78.89

가 없었으나, 건조 쌀밥은 조리 전 1.3%에서 조리 후 60.3%로 증가하였다. 복원율은 건조 쌀밥이 다른 가정간편식 유형과 비교하였을 때 2배 정도 높게 나타났으며, 즉석밥은

낮은 복원율을 보였다. 물성의 중요한 지표인 경도와 응집성은 조리 전 306.1 g/cm²와 47.9%로 나타났으나, 조리 후에는 209.6 g/cm²와 66.0%로 변화였으며, 냉동 볶음밥

은 조리 전후로 경도는 60% 감소하고, 응집성은 150% 증가하여 가정간편식 유형 중 가장 큰 변화를 보였다. 명도는 조리 전후로 72.5에서 68.9로 낮아졌으며, 즉석밥은 조리 에 따른 변화가 거의 없었으나, 냉동 볶음밥은 감소하였다. 이러한 결과를 바탕으로 주성분 분석 결과, 제5 주성분까지 누적 기여율은 78.89%로 나타났으며, 제1 주성분에서는 건조 쌀밥 그룹이, 제2 주성분에서는 냉동 볶음밥 그룹이, 제3 주성분에서는 즉석밥 그룹과 도시락 및 김밥의 그룹으로 구분되었다. 또한, 가정간편식 유형을 구분하는 품질 특성 요인으로는 건조 쌀밥 그룹은 수분흡수지수와 복원율, 냉동 볶음밥 그룹은 황색도, 즉석밥 그룹과 김밥 및 도시락 그룹은 찰기와 명도에 의해 영향을 받는 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 가정간편식 용 쌀 소비에 맞는 육종 소재 다양화 및 중간모본 개발, 세부과제번호: PJ016030012022)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 그 지원에 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Seong GU, Cho JH, Youn KS. Methodology: Cho JH, Youn KS. Formal analysis: Kim YM. Validation: Lee JY, Lee SB, Shin D, Park DS. Writing - original draft: Seong GU. Writing - review & editing: Youn KS, Kang JW.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Gi-Un Seong (First author)

<https://orcid.org/0000-0002-8812-9671>

Yu Mi Kim

<https://orcid.org/0000-0002-9379-2291>

Jun-Hyeon Cho

<https://orcid.org/0000-0002-4238-7341>

Ji-Yoon Lee

<https://orcid.org/0000-0001-6595-9798>

Sais-Beul Lee

<https://orcid.org/0000-0001-6628-215X>

Dongjin Shin

<https://orcid.org/0000-0002-2874-0575>

Dong-Soo Park

<https://orcid.org/0000-0002-3386-5719>

Kwang-Sup Youn (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0001-7451-0554>

Ju-Won Kang (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0001-7651-1307>

References

- Abdi H, Williams LJ. Principal component analysis. *Wiley Interdiscip Rev Comput Stat*, 2, 433-459 (2010)
- Anderson RA, Conway HF, Peplinski AJ. Gelatinization of corn grits by roll cooking, extrusion cooking and steaming. *Starch-Starke*, 22, 130-135 (1970)
- Bett-Garber KL, Champagne ET, Ingram DA, McClung AM. Influence of water-to-rice ratio on cooked rice flavor and texture. *Cereal Chem*, 84, 614-619 (2007)
- Bui LTT, Coad RA, Stanley RA. Properties of rehydrated freeze dried rice as a function of processing treatments. *LWT-Food Sci Technol*, 91, 143-150 (2018)
- Bumbudsanpharoke N, Ko S. Packaging technology for home meal replacement: Innovations and future prospective. *Food Control*, 132, 108470 (2022)
- Choi E, Kim BH. A comparison of the fat, sugar, and sodium contents in ready-to-heat type home meal replacements and restaurant foods in Korea. *J Food Compos Anal*, 92, 103524 (2020)
- Choi I, Oh YG, Kwak J, Chun A, Kim MJ, Hyun W.

- Water-absorption characteristics and cooked rice texture of milled rice. *Korean J Food Sci Technol*, 53, 486-494 (2021)
- Choi J, Kim K, Oh ST. Consumer perception and purchase pattern of HMR type flavored cooked rice. *Korean J Food Nutr*, 32, 385-394 (2019a)
- Choi MK, Park ES, Kim MH. Home meal replacement use and eating habits of adults in one-person households. *Korean J Community Nutr*, 24, 476-484 (2019b)
- Choi OJ, Jang WY, Song CY, Lee MY, Shim KH. Comparison of physicochemical properties of local commercial rice brands. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 46, 1336-1342 (2017)
- Choi OJ, Jung HN, Shim KH. Cooking characteristics of different types of rice produce. *Korean J Food Preserv*, 19, 81-86 (2012)
- Choi UK, Choi WS. A review on methods and conditions of mechanical test for texture of cooked rice. *Food Ind Nutr*, 20, 18-21 (2015)
- Han AR, Chung SS, Rho JO. Studies of selection attributes for lunch boxes (dosirak) using conjoint analysis among single men. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 50, 884-893 (2021)
- Jang MY, Min SG, Cho EK, Lee MY. Effects of microwave thawing conditions on the physicochemical characteristics of frozen rice. *Food Eng Prog*, 18, 366-373 (2014)
- Ji Y, Han J. Sustainable home meal replacement (HMR) consumption in Korea: Exploring service strategies using a modified importance-performance analysis. *Foods*, 11, 889 (2022)
- Juliano BO. Polysaccharides, protein, and lipids of rice. In: *Rice Chemistry and Technology*, 2nd, American Association of Cereal Chemist, Saint Paul, MN, USA, p 59-174 (1985)
- Jung HN. Effects of rice varieties (*Oryza sativa* L.) on the quality of sponge cake. *Korean J Food Preserv*, 27, 582-589 (2020a)
- Jung HN. Physicochemical properties of domestic rice variety according to pregelatinization. *Korean J Food Preserv*, 27, 574-581 (2020b)
- Kim DK, Kim MH, Kim BY. Effects of dehydration methods on physical properties of reconstituted instant rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 22, 443-447 (1993)
- Kim H, Oh IK, Yang S, Lee S. A comparison of rheological measurement methods of instant cooked rice by a texture analyzer. *Food Eng Prog*, 22, 381-385 (2018)
- Kim JH, Oh SH, Lee JW, Lee CY, Byun MW. Effect of glucono delta-lactone on the quality of cooked rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 1698-1702 (2004)
- Kim KH, Ahn JK. Classification of grain type and marketing grades for Korean rice varieties. *Korean J Crop Sci*, 42, 357-366 (1997)
- Kim SM, Park HS, Lee CM, Baek MK, Cho YC, Suh JP, Jeong OY. QTL analysis to improve and diversify the grain shape of rice cultivars in Korea, using the long grain japonica cultivar, Langi. *Korean J Crop Sci*, 65, 303-313 (2020)
- Kim SY, Choi YR, Kim KS, Lee SJ, Chang YH. Rheological properties of calrose rice and effect of thawing methods on quality characteristics of frozen turmeric rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 46, 771-777 (2017)
- Kim YD, Ha UG, Song YC, Cho JH, Yang EI, Lee JK. Palatability evaluation and physical characteristics of cooked rice. *Korean J Crop Sci*, 50, 24-28 (2005)
- Kim YM, Choi MK. Assessment of the sugars contents in home meal replacement products sold in Korea. *J Korean Diet Assoc*, 26, 116-125 (2020)
- KOSTAT. Food Grain Consumption Survey in 2021. Statistic Korea, Daejeon, Korea, p 3 (2022)
- Kwak HS, Kim M, Jeong Y. Physicochemical properties and determination of key instrumental quality measurement parameters of frozen-cooked rice by correlating consumer acceptance. *J Food Qual*, 38, 192-200 (2015)
- Kwon PY, Lee GR, Choi HR, Hong WS. Study on market segmentation of health premium aging-friendly HMR products based on senior

- consumer's health promotion lifestyle. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 51, 278-288 (2022)
- Lee CL, Kim YH, Ha SD, Yoon YH, Yoon KS. Risk assessment of *Staphylococcus aureus* infection in ready-to-eat *Samgak-Kimbap*. *Korean J Food Sci Technol*, 52, 661-669 (2020)
- Lee HJ, Lee DM, Moon JH. The effect of HMR purchase on the purchase proportion of highly-priced/lowly-priced rice. *Food Service Industry Journal*, 17, 7-22 (2021)
- Lee S, Ham S. Food service industry in the era of COVID-19: Trends and research implications. *Nutr Res Pract*, 15, S22-S31 (2021)
- Lee SH. Direction of rice products processing in food industry. *Food Ind Nutr*, 21, 15-19 (2016)
- Li C, Luo JX, Zhang CQ, Yu WW. Causal relations among starch chain-length distributions, short-term retrogradation and cooked rice texture. *Food Hydrocoll*, 108, 106064 (2020)
- Panda GS, Pandey ID, Rather SA, Moharana C, Sharma RS. Evaluation of rice grain quality of newly developed advanced rice (*Oryza sativa* L.) CMS lines and their respective maintainer lines. *Environment & Ecology*, 35, 2727-2732 (2017)
- Park ES, Kim M, Choi M. Nutritional assessment focusing on minerals of ready-to-cook foods sold in Korea. *J East Asian Soc Diet Life*, 29, 501-510 (2019)
- Park H, Oh N, Jang JA, Yoon HR, Cho MS. Study on importance-performance analysis regarding selection attributes of rice-convenience foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 45, 593-601 (2016)
- Park JD. Study on processing properties of convenience rice product with different rice. *Food Sci Ind*, 49, 71-77 (2016)
- Park JN, Song BS, Han IJ, Kim JH, Yoon YH, Choi JI, Byun MW, Sohn HS, Lee JW. Quality evaluation of dried cooked rice as space food. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 909-913 (2009)
- Perez CM, Juliano BO. Indicators of eating quality for non-waxy rices. *Food Chem*, 4, 185-195 (1979)
- Rha JY, Lee B, Nam Y, Yoon J. COVID-19 and changes in Korean consumers' dietary attitudes and behaviors. *Nutr Res Pract*, 15, S94-S109 (2021)
- Seong GU, Hwang IW, Chung SK. Antioxidant capacities and polyphenolics of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) leaves. *Food Chem*, 199, 612-618 (2016)
- Seong GU, Kang JW, Cho SM, Lee SB, Cho JH, Park DS, Kwon YH, Lee SM, Lee JY. Comparison of quality characteristics of 'Makgeolli' made using brown and white rice of 'Mirchal'. *Korean J Food Preserv*, 28, 790-798 (2021)
- Sim EY, Park HY, Kim MJ, Lee CK, Jeon YH, Oh SK, Won YJ, Lee JH, Ahn EK, Woo KS. Studies on the palatability and texture of Korean rice cultivars for the cooked-rice processing. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 30, 880-888 (2017)
- Tirtawijaya G, Kim SR, Cho WH, Sohn JH, Kim JS, Choi JS. Development of a home meal replacement product containing braised mackerel (*Scomber japonicus*) with radish (*Raphanus sativus*). *Foods*, 10, 1135 (2021)
- Wi E, Park J, Shin M. Comparison of physicochemical properties and cooking quality of Korean organic rice varieties. *Korean J Food Cookery Sci*, 29, 785-794 (2013)
- Williams P, Kuzina F, Hlynka I. Rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem*, 47, 411-420 (1970)
- Wongsa J, Uttapap D, Lamsal BP, Rungsardthong V. Effect of puffing conditions on physical properties and rehydration characteristic of instant rice product. *Int J Food Sci*, 51, 672-680 (2016)
- Youn Y, Kim YS. Physicochemical properties of rice varieties for manufacturing frozen fried rice. *Korean J Food Preserv*, 22, 823-830 (2015)
- Yu S, Ma Y, Sun DW. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked

milled rice during storage. *J Cereal Sci*, 50, 139-144 (2009)

Zhai Y, Pan L, Luo X, Zhang Y, Wang R, Chen Z. Effect of electron beam irradiation on storage, moisture and eating properties of high-moisture rice during storage. *J Cereal Sci*, 103,

103407 (2022)

Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. Ageing of stored rice: Changes in chemical and physical attributes. *J Cereal Sci*, 35, 65-78 (2002)