



쌀의 품종에 따른 쌀밥의 감각적 특성 분석

김슬기¹ · 윤재연¹ · 하수연¹ · 정광호² · 이정희³ · 정서진^{1,*}

¹이화여자대학교 식품영양학과, ²주아이엔비솔루션즈, ³농업회사법인 하안솔 주식회사

Effect of Rice Varieties on the Sensory Characteristics of Cooked Rice

Seulgi Kim¹, Jae-Yeon Yoon¹, Suyeon Ha¹, Kwangho Jung², Chung-Hee Lee³, Seo-Jin Chung^{1,*}

¹Department of Nutritional Science and Food Management, Ewha Womans University

²INB Solutions. Co. Ltd.

³Agricultural company, HAYANSOOL Co.

Abstract

This study aims to analyze the sensory characteristic of cooked rice made with 10 types of rice varieties produced in South Korea using descriptive analysis. Twelve subjects who cook rice regularly, at least once a week, were recruited for the study and participated as descriptive panelists. A total of 29 descriptive terms were developed to describe the sensory characteristics of cooked rice. The findings showed that there were significant differences in the sensory attributes, specifically the appearance and texture attributes among the rice varieties. Among the varieties, *Haedeul*, *Ilpum*, and *Koshihikari* were observed to have a large quantity of rice germ and a relatively yellowish appearance. In contrast, *Samkwang*, *Chamdream*, and *Yeonghojinmi* were relatively whiter than the other samples. *Odae*, *Saecheongmoo*, and *Sindongjin* were rated high in the attributes of roughness, hardness, and chewiness, and *Jinsang* was rated high in moisture, bitterness, stickiness, and wholeness of rice grains. The differences in the appearance and texture of these rice varieties are likely to significantly impact consumer preferences. Furthermore, the development of customized menus based on the sensory characteristics of the different varieties of rice could encourage consumers to purchase these varieties.

Key Words : White rice, cooked rice, descriptive analysis, sensory profile

1. 서 론

밥, 국, 김치, 반찬으로 구성된 한국인의 밥상에서 쌀은 빠질 수 없는 주 탄수화물 공급원이다(Kim et al. 2016). 그러나 식습관이 점차 서구화되고 먹거리가 다양해지면서 1인당 연간 쌀 소비량은 2013년 67.2 kg에서 2022년 56.7 kg로 점점 감소하고 있다(Statistics Korea 2022b). 생산량 역시 2013년 423만 톤에서 2022년 376만 톤으로 약 11.1 % 감소하였으나(Statistics Korea 2022a) 여전히 쌀은 과잉공급 상태이므로 쌀 재배지를 다른 작물의 재배지로 전환하여 공급을 감소하거나 쌀 관련 신제품 및 레시피 개발 등으로 소비를 촉진할 필요가 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2022).

쌀 소비 촉진을 위해서 쌀의 이화학적 혹은 감각적 특성에 관한 연구가 선행되어야 하는데 관련 연구로는 쌀에 물을 가하여 끓은 밥에 관한 연구가 진행되었다. 밥맛을 결정

짓는 인자는 크게 쌀 특성 요인과 취반 조건 요인으로 나눌 수 있다. 쌀에 기인한 인자로는 품종, 재배지역, 기후, 재배 농법 등의 재배 조건, 그리고 수확 후 저장온도와 기간, 저장환경 등이 쌀 품질에 영향을 주어 밥맛을 결정짓는 요인으로 작용한다. 쌀의 취반 조건 또한 밥맛에 유의적인 영향을 끼치며 취반 시 쌀과 물의 비율, 불림 시간, 취반 시 온도 및 온도 변화 등이 밥의 감각적, 이화학적 특성에 영향을 끼친다.

쌀 특성 요인에 따라 쌀을 분류할 때 쌀알의 외관, 아밀로스 함량, 호화 온도 등의 지표에 기반하여 분류한다. 이러한 분류체계로 쌀을 분류할 때 품종이 가장 큰 영향을 주지만 동일한 품종이라도 재배지역, 날씨 등에 따라 쌀의 감각적 품질 상태가 영향을 받는다. 쌀은 품종에 따라 아밀로오스, 아밀로펙틴, 단백질 등의 함량이 크게 달라지며 이러한 성분의 차이가 밥의 향미와 질감을 포함한 감각적 특성에 영향을 끼친다(Bett-Garber et al. 2001). 품질에 따라 쌀 품종

*Corresponding author: Seo-Jin Chung, Department of Nutritional Science and Food Management, Ewha Womans University, 52, Ewhayodae-gil, Seodaemun-gu, Seoul 03760, Korea
Tel: 82-2-3277-3454 E-mail: sc79d@ewha.ac.kr

을 분류하기도 하는데 소비자는 상급 품종의 쌀이 하급보다 밥맛이 맛있기를 기대할 수 있다. 최고급 혹은 1등급의 품질로 분류된 쌀로 밥을 지었을 때의 감각적 특성의 차이를 연구한 결과(Champagne et al. 2010), 외관은 최고급이 더 강한 흰색을 보이는 것으로 나타났다. 또한 향미특성은 밥의 단맛, 팝콘 향미, 금속성 감촉 특성이, 식감 특성은 표면의 매끄러움, 거친 정도 및 탄성이 등급에 따라 차이가 나는 특성이 것으로 보고되었다.

객관적인 쌀의 품질 지표를 확립하기 위해 쌀의 감각적 특성 분석이 선행되어야 하는데 주로 정량적인 방법으로 식품의 감각적 특성과 그 강도를 파악하는 정량적 묘사분석 방법이 이용되고 있다. 쌀 중 단립종으로 지은 밥과 관련하여 Park et al. (2001)와 Kim & Kim(2007)이 개발한 주요 감각적 특성은 다음과 같이 정리될 수 있다<Table 1>. 두 연구의 공통된 특성으로는 색상, 윤기, 쌀 향미, 단맛, 거친 정도, 경도, 응집성, 수분감, 씹힘성, 점성 등이 있으며 주로 조직감과 관련된 특성에서 공통된 용어가 개발되었다. 또한, 기학적 측정과 감각적 측정의 상관관계의 경우 다양한 조직감 지표 중 경도가 양의 방향으로 0.8 수준의 상관성을 갖는다고 보고되었다(Park et al. 2001).

쌀밥의 감각적 특성 차이는 소비자 기호도의 차이 또한 끌어낸다. 쌀밥에 대한 소비자 기호도를 분석한 Suwannaporn & Linnemann(2008)의 연구에 따르면 향기보다는 질감적 특성이 기호도를 결정짓는 가장 중요한 요인인 것으로 나타났다. 소비자는 본인이 익숙한 품종의 쌀에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났으며 밥의 질감에 가장 큰 영향을 주는 쌀의 품종에 따른 소비자 군집으로 나뉘어 단립종을 선호하거나 장립종을 선호하는 소비자 또는 특별히 선호하는 밥의 특성이 없는 소비자로 나뉜다고 보고되었다. 향이 영향을 끼치는 경우는 자스민 쌀을 선호하는 소비자들로 한정되었다.

위와 같이 쌀밥의 품질 지표와 관련하여 다방면의 연구가 진행되었으나 국내 생산 쌀 품종의 감각적 특성에 관한 연구는 부족하다. 소비자들에게 쌀 품종 간 객관적인 품질 및 맛 특성을 제공하고 요리법에 맞는 여러 종류의 쌀을 구입

<Table 1> Sensory descriptors of cooked rice

Appearance	Flavor	Texture
Color ^{1,2}	Boiled egg white ¹	Agglomeration ¹
Glossiness ^{1,2}	Puffed corn ¹	Adhesiveness ¹
Moisture content ²	Dairy ¹	Roughness ^{1,2}
Transparency ²	Raw rice ^{1,2}	Hardness ^{1,2}
Grain wholesomeness ²	Cooked rice ²	Cohesiveness ^{1,2}
	Burnt rice ²	Inner moisture ^{1,2}
	Roasted ²	Cohesiveness of mass ^{1,2}
	Wet cardboard ¹	Chewiness ^{1,2}
	Hay-like ¹	Toothpacking ¹
	Metallic ¹	Stickiness ²
	Sweet taste ^{1,2}	Residuals ¹
	Bitter taste ¹	

¹⁾Descriptors from Park et al. (2001)

²⁾Descriptors from Kim & Kim (2007)

하도록 유도하기 위해서는 이와 관련된 연구가 선행되어야 할 것이다. 따라서 본 논문에서는 감각적 특성 분석 기법인 정량적 묘사분석을 활용하여 국내에서 생산된 쌀로 지은 쌀밥의 주요 감각적 특성을 확립하고 품종 간 특성 차이를 파악하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

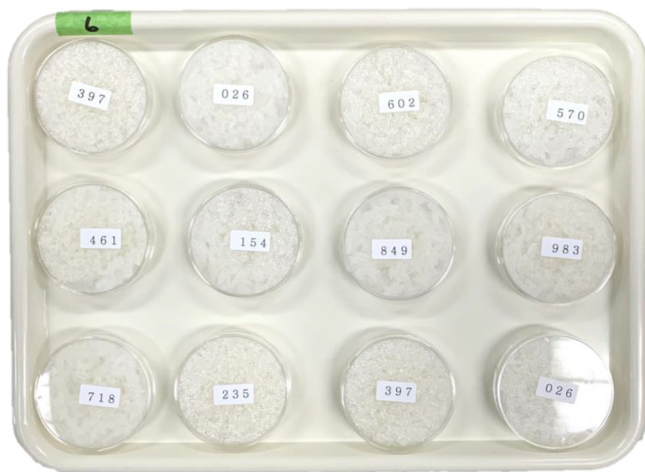
1. 시료

1) 시료 종류

국내에서 생산되는 쌀 품종 10종을 대상으로 연구를 진행하였으며 구체적인 쌀 품종 시료는 고시히카리 (조생종), 오대 (조생종), 삼광 (중만생종), 신동진 (중만생종), 새청무 (중만생종), 일품 (중만생종), 영호진미 (중만생종), 참드림 (중만생종), 해들 (조생종), 진상 (조중생종)으로 구성하였다. 각 시료의 세부 정보와 시료 코드는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> 10 rice sample details

Sample code	Sample name	Rice processing complex	Water content (%)
Ko	<i>Koshihikari</i>	Singimpo	15.0
Od	<i>Odae</i>	Dongsong	15.0
Sam	<i>Samkwang</i>	Boryeong	15.3
Sin	<i>Sindongjin</i>	Iksan	15.0
Sae	<i>Saecheongmoo</i>	Gangjin	15.0
Il	<i>Ilpum</i>	Yecheon	15.0
Yeong	<i>Younghojinmi</i>	Gimhae	14.8
Cham	<i>Chamdream</i>	Paju	14.9
Hae	<i>Haedeul</i>	South Icheon	15.0
Jin	<i>Jinsang</i>	Yeosu	15.8



<Figure 1> A photo of Samples Provided to the Panelists

2) 시료 준비 및 제시 절차

쌀은 실험에 사용할 1회 분량 (3인분, 450 g) 씩 저울로 측정 후 소분하여 냉장 보관(약 5°C)하였다. 묘사분석 2시간 전 소분해 둔 쌀을 세척하기 시작하였으며, 쌀 세척 시 쌀에 직수가 닿지 않도록 하였다. 수분함량 15.0%의 건조된 쌀 무게에서 1.35배의 물을 더하여 취사하였으며 품종에 따라 상이한 수분함량을 고려하여 조리된 밥의 수분함량이 일정하도록 가수량을 조절하였다. 취사 시에는 인덕션(IG-A101, Bucheon-si, Gyeonggi-do, Korea)의 온도를 100°C로 예열하여 가수된 시료가 담긴 냄비(직경 22 cm, Vermicular, Yongsan-gu, Seoul, Korea)를 올리고 뚜껑을 닫은 후 끓기 시작하면 13분간 더 가열하여 15분간 뜸을 들였다. 조리가 완료된 시료는 냄비에 닿은 1 cm 부분의 시료를 제외한 나머지 가운데 부분의 시료를 주걱으로 저어 지름 60 mm, 높이 15 mm의 투명 플라스틱 원형 접시(페트리 디시, SPL LIFE SCIENCES, Pocheon-si, Gyeonggi-do, Korea)에 가득 담아(약 15 g) 뚜껑을 덮은 후, 패널들에게 하나씩 제공하였다<Figure 1>. 시료에 대한 편견을 방지하기 위하여 시료 뚜껑에 세 자리 숫자를 표기하여 제공하였으며, 시료 제시 순서는 Williams' Latin Square 방법 (Williams 1949)으로 제공하였다.

2. 패널

묘사분석을 위한 패널은 쌀에 알레르기가 없으며 주 1회 이상 밥을 짓는 만 19세 이상의 성인을 대상으로 모집하였으며, 30세부터 49세까지의(평균 39.3, 표준 편차 6.6) 여성 10명, 남성 2명, 총 12명의 패널이 묘사분석 실험에 참여하였다.

3. 평가 절차 및 내용

묘사분석은 이화여자대학교 생활환경관 506-2호에서 총 9차례의 세션으로 진행하였다. 1회에 소요되는 시간은 평균

75분으로 묘사분석 패널은 총 9회에 걸쳐 본 연구에 참여하였다. 묘사분석 방법은 훈련과 본 실험으로 나뉘며, 패널의 훈련 과정은 다시 밥의 감각적 특성을 도출하는 묘사 용어 개발 단계와 도출된 각각의 묘사용어에 상응하는 표준시료를 확립하는 단계로 구성된다. 훈련 단계에서 패널은 단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛의 기본 맛의 농도를 4수준으로 하여 훈련을 진행하였다. 또한, 밥에서 느낄 수 있는 감각적 특성, 특히 텍스처(질감 및 입 안 감촉) 관련 용어를 훈련하였다. 모든 용어에 대한 훈련이 진행된 후에 본 실험에서 평가할 시료에서 느껴지는 감각적 특성을 도출 및 확립하고 그에 해당하는 표준시료와 그 강도를 확립하였다. 마지막으로 확립한 감각적 특성과 그에 상응하는 표준시료를 사용하여 예비실험을 진행하였다.

본 실험에서는 훈련 과정 중 확립한 묘사용어를 이용하여 10종의 밥 시료에 대해 감각적 특성 강도를 15점 강도로 평가하게 하였다. 강도 척도에서 0점은 “느껴지지 않음”, 7점은 “보통”, 14점은 “매우 강함”으로 표시하고 패널은 시료를 평가할 때 각각의 감각적 특성 강도를 적합한 위치에 표시하게 하였다. 한 개의 시료에 대한 평가를 마친 후 다음 시료를 제시하며 시료와 시료 사이에는 미지근한 물로 입가심을 하게 하였다. 각 시료의 평가는 4회 반복하여 진행하였다.

모든 연구 절차는 이화여자대학교 생명윤리위원회의 심의 승인을 받은 후 진행되었다(202105-0023-01).

4. 통계분석

시료의 감각적 특성 강도 간의 유의적 차이를 검증하기 위해 일반선형모형을 이용한 분산분석을 실시하였다. 시료 효과에 대한 유의적 차이가 나타난 경우, 각 감각적 특성 강도의 개별 시료 간의 유의성을 검증하기 위해 사후분석 중 Duncan's Multiple Range Test를 실시하였다($\alpha=0.05$). 또한, 각 시료의 특성 강도 평균값에 대해 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 실시하여 감각적 특성 간의 상관성을 시각적으로 요약 및 분석하였다. 감각적 특성 간의 상관성은 Pearson의 상관계수를 기준으로 히트맵(heatmap)으로 나타내었다. 통계분석에는 IBM SPSS Statistics 26 (SPSS Inc., Chicago, USA), R Statistical System 4.1.2 (R Development Core Team, 2011)을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 밥 10종 시료의 묘사 용어

훈련 과정 중 개발된 밥 10종 시료의 묘사 용어, 정의, 표준 시료 및 그에 상응하는 강도는 <Table 3, 4>와 같다. 묘사 용어는 크게 외관, 향/냄새, 맛/향미, 질감/입 안 감촉, 후미 항목으로 나누어 개발되었다. 외관 항목에서는 6개 (하얀색, 윤기, 밥알의 온전함, 밥알의 크기가 고름, 쌀눈의 양, 몽

침), 향냄새 항목에서는 6개(전반적인 향, 쌀 향, 묵은 쌀 향, 누룽지 향, 옥수수차 향, 이취), 맛/향미 항목에서는 6개(전반적인 맛, 단맛, 쓴맛, 고소한 향미, 쌀 향미, 이미), 질감/입안 감촉 항목에서는 9개(거침, 탄성, 경도, 수분감, 찰기, 치아 점착성, 응집성, 씹힘성, 입 안 잔여감), 후미 항목에서는 2개(전반적인 후미, 후미 쓴맛)으로 총 29개의 묘사 용어가 개발되었다.

기존의 다양한 쌀 품종, 가공 및 취반 조건으로 실시한 쌀밥 관련 문헌에서 개발된 향미 관련 용어로는 계란 흰자 등에서 감지되는 황과 관련된 향, 꽃, 생쌀, 짚, 젖은 마분지, 팝콘, 전분, 곡물, 옥수수, 견과류, 풋내, 유제품, 단내, 금속성, 신맛, 짙은 맛, 쓴맛 등이 보고되었으며(Goodwin 1996; Meullenet et al. 1999; Park et al. 2001; Champagne 2008; Jarma Arroyo & Seo 2017) 본 연구에서 개발된 향미 용어가 다수 포함된 것으로 나타났다. 쌀밥에 대한 질감적 특성은 일반적으로 씹히는 단계에 따라 감지되는 특성을 도출 및 개발하여 평가한다. 즉, 밥을 입에 넣는 초기 단계, 밥을 씹는 중간단계, 밥을 완전히 씹고 삼킨 후의 후기 단계로 나누어 평가한다(Lyon et al. 1999). 초기 단계에는 거침, 미끌거림, 밥알 간 끈적거림 등 평가하며 씹는 중간단계에서는 탄성, 응집성, 경도, 씹힘성, 후기 단계에서는 치아점착성, 입안 잔여감 등을 평가하며(Champagne et al. 2010) 본 연구에서도 동일한 단계에서 유사한 특성들이 도출되었다.

국내 기준으로 맛있는 밥은 ‘외관이 좋고 쌀이 한 알 한 알 형태를 유지하고 적절한 정도의 단단함과 끈기가 있는 것’으로 서술될 수 있으며(Kim 2011) 품질이 우수한 쌀밥의 특징은 다음과 같이 제시되어 있다. 외관: 윤기, 밥알의 온전도, 흰색상; 향: 쌀밥의 강한 향기 강도, 이취의 부재; 맛: 쌀밥의 강한 맛과 단맛, 이미의 부재, 식감: 매끄러운 쌀밥 표면, 찰기(Kim et al. 2000). 본 연구에서는 각 쌀 품종으로 취반하는 경우 위의 감각 기호적 품질 속성들을 측정할 수 있도록 쌀밥의 묘사용어를 개발한 것으로 사료된다.

2. 밥 10 종 시료의 감각적 특성 강도

패널이 각 시료에 대해 평가한 감각적 특성의 강도 간의 유의 차를 검증하기 위하여 일반선형모형을 이용한 분산분석을 실시하였으며 그 결과는 <Table 5>와 같다. 그 결과, 외관 항목 6개(하얀색, 윤기, 밥알의 온전함, 밥알의 크기가 고름, 쌀눈의 양, 멍침), 맛/향미 항목 1개(쓴맛), 질감/입안 감촉 항목 7개(거침, 탄성, 경도, 수분감, 찰기, 응집성, 씹힘성), 총 14개의 묘사 용어에서 시료 효과에 유의적인 차이를 보였다. 일반적으로 쌀밥의 감각적 품질 인자로 언급되는 부분은 외관과 식감 특성으로(Kim et al. 2000) 향기나 맛 특성의 경우 쌀의 저장성과 관련된 특성인 이미 이취가 감지되지 않는다면(Zhao et al. 2021) 기호적 품질에 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 사료되며 본 연구에서도 생산 년도가 동일한 시료들 간의 향이나 맛 특성 보다는 외관과 식감 특성에서 품종별 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다.

밥 10종 시료에서 개발된 감각적 특성 강도의 평균 및 표준 편차는 <Table 6>과 같다. 외관 항목에서는 하얀색, 윤기, 밥알의 온전함, 밥알의 크기가 고름, 쌀눈의 양, 멍침 특성이 개발되었다. 그 중 하얀색은 영호진미, 새청무, 삼광 시료 등에서 높은 점수(9.4-10.0)를 보였으며 해들, 일품, 고시히카리 시료에서 낮은 점수(6.7-7.4)를 보였다. 윤기는 영호진미, 새청무, 오대, 진상, 참드림 시료에서 높은 점수(7.7-8.3)를 보였으며, 일품, 삼광, 해들 시료 등에서 낮은 점수(6.4-7.1)를 보였다. 밥알의 온전함은 삼광, 진상, 고시히카리, 신동진 시료에서 높은 점수(7.8-8.8)를, 해들, 오대, 영호진미 시료에서 낮은 점수(5.6-6.5)를 보였다. 밥알의 크기가 고름 정도는 삼광, 신동진, 고시히카리 시료에서 높은 점수(7.1-7.9)를, 해들, 오대 시료 등에서 낮은 점수(4.9-5.2)를 보였다. 쌀눈의 양은 고시히카리 시료에서 다른 시료에 비해 큰 점수 차이(6.1)로 높게 평가되었다. 멍침은 정도는 해들, 오대, 진상 시료 등에서 높은 점수(7.6-8.1)를 보였으며 신동진, 일품, 삼광 시료 등에서 낮은 점수(5.9-6.5)를 보였다.

<Table 3> Descriptors, references, and reference scores of rice

Descriptors	Sensory reference standards	Score
Aroma		
Rice	30 g of rice powder	4
Long-stored rice	30 g of milled Icheon Rice (Chucheong) on December 24, 2019	7
Nurungji	Ottogi Nurungji (1 Packet with 800 g of hot water) soaked for 5 Minutes	9
Corn tea	Dongseo corn tea (1 tea bag with 2 L of how water) soaked for 5 minutes	5
Flavor		
Sweet	3 % sugar solution	7
Bitter	0.02 % caffeine solution	4
Nutty	Ottogi Nurungji (2 Packet with 800 g of hot water) soaked for 5 Minutes	10
Rice	10 g of rice powder	3
Aftertaste		
Bitter	0.02 % caffeine solution	3

<Table 4> Descriptors and definitions of rice

Descriptors	Definition
Appearance	
White	Degree of whiteness perceived in the appearance of rice
Glossy	Degree of glossiness perceived in the appearance of rice
Wholeness of rice grains	Wholeness of rice grain perceived in the appearance of rice
Consistency in rice grain size	Degree of uniform rice grain size perceived in the appearance of rice
The amount of rice bran	The amount of rice bran perceived in the appearance of rice
Adhesiveness	Degree of rice grain sticking when stirred with chopsticks
Aroma	
Overall	Overall intensity of aroma in rice
Rice	Aroma of uncooked rice
Long-stored rice	Aroma of long-stored rice
<i>Nurungji</i>	Aroma of <i>Nurungji</i>
Corn tea	Aroma of corn tea
Off-smell	An unpleasant or undesirable smell that is not expected for rice
Flavor	
Overall	Overall intensity of flavor in rice
Sweet	Sweetness perceived in sugar solution
Bitter	Bitterness perceived in caffeine solution
Nutty	Nuttiness perceived in <i>Nurungji</i>
Rice	Rice flavor perceived in uncooked rice
Off-flavor	An unpleasant or undesirable flavor that is not expected for rice
Texture	
<i>Stage 1: The surface sensation of rice when placed inside the mouth</i>	
Rough	Degree of irregularity in the surface of rice perceived in the mouth
<i>Stage 2: The intensity of each sensory characteristic perceived while chewing rice</i>	
Elasticity	Degree of resistance when applying slight pressure to rice with the molars.
Hard	Degree of force applied by molars when chewing rice
Moisture	Amount of moisture of rice perceived while chewing
Stickiness	Degree of stickiness of rice perceived while chewing
Toothpacking	Degree of adhesion of rice to teeth perceived while chewing
Cohesiveness	Degree of rice grain sticking while chewing rice
Chewiness	Degree of chewing required to swallow rice
<i>Stage 3: After swallowing the rice</i>	
Residuals	Degree of residue left in the mouth after swallowing rice
Aftertaste	
Overall	Overall intensity of flavor perceived after swallowing the sample
Bitter	Bitterness of caffeine solution perceived after swallowing the sample

향/냄새 항목에서는 전반적인 향, 쌀 향, 묵은 쌀 향, 누룽지 향, 옥수수차 향, 이취 특성 개발되었다. 시료 효과에 유의적인 차이가 나타난 특성은 없었으며, 시료 간에 비슷한 점수를 보였다. 맛/향미 항목에서는 전반적인 맛, 단맛, 쓴맛, 고소한 향미, 쌀 향미, 이미 특성이 개발되었으며 그 중 쓴맛 항목만이 시료 효과에 유의적인 차이를 보였다. 전반적으로 쓴맛은 0.8점에서 1.7점 사이로 낮은 수준을 보였으나 그

중 진상 시료가 1.7점으로 가장 높은 점수를 보였다.

질감/입 안 감촉 항목에서 거침, 탄성, 경도, 수분감, 찰기, 치아 점착성, 응집성, 씹힘성, 입 안 잔여감 특성이 개발되었다. 그 중 거친 정도는 오대, 새청무, 해들 시료 등에서 높은 점수(5.5-5.7)를 보였으며 진상, 삼광, 영호진미, 참드림 시료에서 낮은 점수(3.4-4.2)를 보였다. 탄성은 신동진 시료에서 가장 높은 점수(6.4)를 보였으며 진상 시료에서 가장 낮은 점

<Table 5> F and P values for effects of 10 cooked rice samples

Descriptors	F value	P value
Appearance		
White	19.612	<0.001
Glossy	2.694	0.005
Wholeness of rice grains	8.042	<0.001
Consistency in rice grain size	7.873	<0.001
The amount of rice bran	23.942	<0.001
Adhesiveness	4.428	<0.001
Aroma		
Overall	1.786	0.069
Rice	1.347	0.210
Long-stored rice	1.577	0.119
Nurungji	0.743	0.669
Corn tea	0.943	0.487
Off-smell	1.557	0.126
Flavor		
Overall	1.020	0.423
Sweet	0.880	0.543
Bitter	1.981	0.040
Nutty	0.497	0.877
Rice	1.260	0.257
Off-flavor	1.412	0.180
Texture		
Rough	4.555	<0.001
Elasticity	2.028	0.035
Hard	5.728	<0.001
Moisture	4.483	<0.001
Stickiness	1.923	0.047
Toothpacking	0.861	0.560
Cohesiveness	1.904	<0.001
Chewiness	6.129	<0.001
Residuals	1.416	0.178
Aftertaste		
Overall	1.279	0.246
Bitter	1.351	0.208

수(4.4)를 보였다. 경도는 새청무, 신동진 시료에서 높은 점수(6.3-6.5)를, 진상, 해들 시료에서 낮은 점수(3.8-4.3)를 보였다. 수분감은 진상 시료 등에서 높은 점수(9.5)를, 신동진, 오대 시료 등에서 낮은 점수(6.2-6.9)를 보였다. 찰기는 영호진미, 신동진, 진상 시료 등에서 높은 점수(6.0-6.4)를, 새청무, 신동진 시료 등에서 낮은 점수(4.6-5.0)를 보였다. 응집성은 진상, 해들 시료 등에서 높은 점수(6.1-6.3)를, 삼광, 새청무 시료 등에서 낮은 점수(4.8-4.9)를 보였다. 씹힘성은 신동진, 새청무, 오대 시료에서 높은 점수(6.4-7.2)를, 진상, 일품, 해들 시료 등에서 낮은 점수(4.5-4.8)를 보였다. 후미 항목에

서는 전반적인 후미, 후미 쓴맛 특성이 개발되었다. 시료 효과에 유의적인 차이가 나타난 특성은 없었으며, 시료 간에 비슷한 점수를 보였다.

일반적으로 쌀밥의 감각적 품질은 외관의 색상, 밥알의 온전도, 씹을 때의 거친정도, 찰기, 수분감 등에 의해 좌우된다(Chung et al. 2005). 특히 밥 맛으로 일컬어지는 식미 품질의 중요한 이화화학적 지표로는 아밀로오스 및 단백질 함량을 꼽을 수 있으며 이 두 성분의 함량이 낮을수록 밥알이 부드럽고 찰기가 있다고 느껴져 쌀밥의 감각적 기호성이 증가하는 것으로 보고되었다(Kim et al. 2012; Park et al. 2016). 이전 연구에 따르면 최고급 쌀과 등급이 낮은 쌀의 감각적 품질을 비교하였을 때 일반적으로 최고급 쌀로 지은 밥이 등급이 낮은 쌀로 지은 밥보다 더 희고 단내, 옥수수 향미 등 긍정적인 향미가 강하게 평가되고 금속성 등의 부정적 향미가 약한 것으로 보고되었다(Champagne et al. 2010). 밥의 식감 품질은 품종 및 소비 국가에 따라 기준이 달랐는데 중국, 일본, 필리핀, 태국 등의 쌀밥은 최고급 등급의 쌀밥의 거친 정도가 유의적으로 낮았으나 파키스탄, 이란 등은 최고급 등급의 쌀밥의 거친 정도가 유의적으로 높은 경향을 보였다.

쌀밥의 외관 측면에서는 영호진미, 새청무, 오대, 진상, 참드림, 삼광 등의 품종이 흰색, 윤기, 밥알의 온전도 등에서 상대적으로 높게 평가되었다. 동아시아인의 경우 쌀밥의 식감 특성 중 수분감과 부드러움, 부착성이 높고 경도나 거친 정도가 약하게 평가될 때 소비자가 쌀밥을 선호하고 밥 맛이 좋다고 평가한다(Naito & Ogawa 2007; Park et al. 2016). 특히 경도는 아밀로오스 함량 및 단백질 함량과 유의적인 정의 상관관계를 가지며 쌀밥의 맛 품질에 부정적인 영향을 주는 것으로 보고된 바 있다(Kim et al. 2012). 평가 시료 품종 중 진상 품종이 수분감과 찰기 특성이 타 품종에 비해 상대적으로 강하게 평가되었고 특이하게 신동진의 경우 경도와 씹힘성 특성이 높으면서 찰기 특성 또한 강하게 평가되는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 품종 별 감각적 품질 특성을 기존 보고된 취반미의 감각적 품질 기준에 기반하여 분석하였으나 흰쌀밥의 감각적 품질 인자 중 소비자 기호도에 영향을 끼치는 주요 인자는 향후 추가적인 연구를 통해서 확인이 필요하다.

3. 밥 10종 시료의 감각적 특성에 대한 시각적 도표화

밥 10종 시료의 감각적 특성을 시각적으로 요약하고 도표화하기 위해 주성분 분석(PCA, Principal Component Analysis)을 실시한 결과는 <Figure 2>와 같다. 그 결과, 주성분 1 (Dim 1)이 38.01%, 주성분 2 (Dim 2)가 28.94%로 총 분산의 66.95%를 설명하는 것으로 나타났다. 주성분 1은 쌀밥의 외관과 관련된 특성을 설명하며 양의 방향으로 하얀색, 밥알의 온전함과 고른 크기가, 음의 방향으로 쌀눈의 양이 위치해 있다. 이는 외관이 쌀 품종 차이를 설명하는 주요 지

<Table 6> Mean and standard deviation of sensory characteristic intensity for 10 rice samples

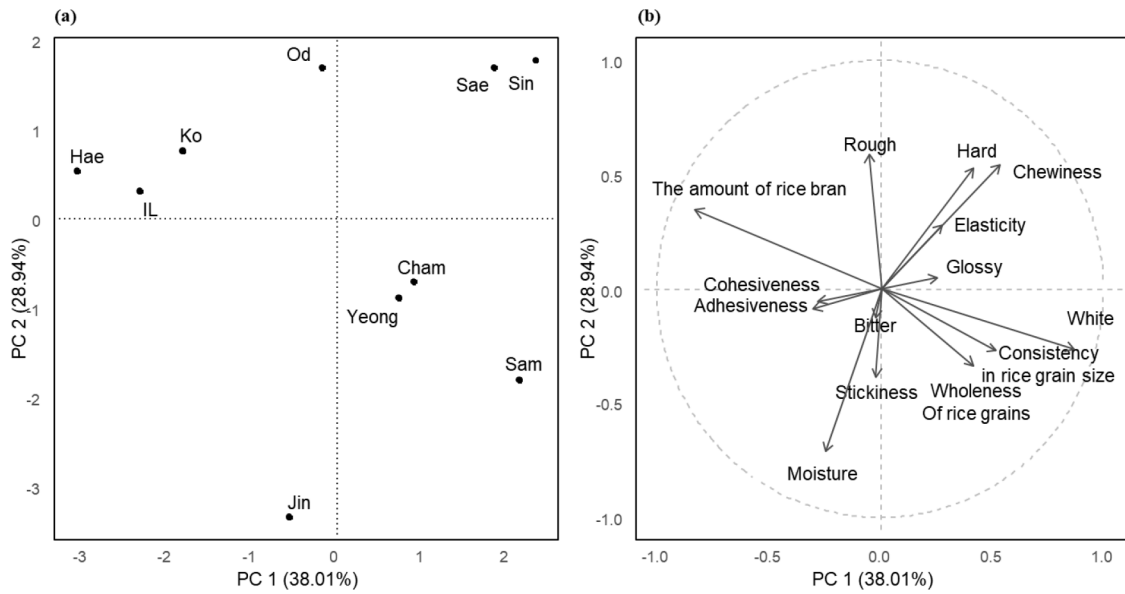
Samples	White	Glossy	Wholeness of rice grains	Consistency in rice grain size	The amount of rice bran
Ko	7.4±2.5 ^{a1)}	7.4±2.9 ^{abc}	7.8±2.2 ^{cd}	7.1±2.5 ^{de}	6.1±3.0 ^e
Od	8.5±2.8 ^b	8.0±3.0 ^{cd}	6.5±2.6 ^{ab}	5.2±2.6 ^a	2.6±2.4 ^{bc}
Sam	9.4±2.9 ^{cd}	7.1±3.2 ^{ab}	8.8±2.3 ^d	7.9±2.7 ^e	1.3±2.0 ^a
Sin	8.8±2.7 ^{bc}	7.5±3.1 ^{abc}	7.8±2.5 ^{cd}	7.2±2.7 ^{de}	1.9±1.8 ^{ab}
Sae	9.5±2.4 ^{cd}	8.2±2.7 ^{cd}	7.0±2.7 ^{bc}	6.4±2.7 ^{bcd}	2.3±1.8 ^b
Il	6.8±2.5 ^a	6.4±2.8 ^a	6.7±2.5 ^b	5.4±2.4 ^{ab}	3.7±2.8 ^d
Yeong	10.0±2.4 ^d	8.3±3.2 ^d	6.5±2.5 ^{ab}	5.8±2.3 ^{abc}	2.1±1.7 ^{ab}
Cham	9.2±2.5 ^{bcd}	7.7±3.2 ^{cd}	7.0±2.9 ^{bc}	6.7±2.7 ^{cd}	1.8±1.7 ^{ab}
Hae	6.7±2.5 ^a	7.1±3.5 ^{ab}	5.6±2.8 ^a	4.9±2.6 ^a	3.3±2.7 ^{cd}
Jin	8.9±2.3 ^{bc}	7.6±3.0 ^{cd}	8.1±2.5 ^d	6.8±2.8 ^{cd}	2.2±1.8 ^{ab}
Samples	Adhesiveness	Bitter	Rough	Elasticity	Hard
Ko	7.3±2.8 ^{bcd}	1.1±1.2 ^a	4.5±2.7 ^{bc1)}	5.7±3.3 ^{bc}	5.7±3.0 ^{cde}
Od	7.8±2.6 ^{cd}	1.1±1.4 ^a	5.7±3.2 ^d	5.6±3.6 ^{bc}	5.6±3.1 ^{cde}
Sam	6.5±2.5 ^{ab}	1.2±1.7 ^{ab}	4.1±2.8 ^{ab}	5.8±3.2 ^{bc}	5.3±2.9 ^{bcd}
Sin	5.9±2.8 ^a	1.0±1.6 ^a	5.1±3.2 ^{bcd}	6.4±3.5 ^c	6.3±2.7 ^{de}
Sae	7.0±2.6 ^{bc}	1.0±1.3 ^a	5.5±3.3 ^{cd}	5.7±3.6 ^{bc}	6.5±2.9 ^e
Il	6.3±2.7 ^{ab}	0.8±1.2 ^a	4.6±2.8 ^{bc}	5.2±3.2 ^{ab}	5.1±3.2 ^{bc}
Yeong	7.2±3.4 ^{bcd}	1.2±1.6 ^{ab}	4.2±2.9 ^{ab}	5.5±3.6 ^{abc}	5.4±3.4 ^{cd}
Cham	7.1±3.1 ^{bcd}	0.8±1.0 ^a	4.2±3.0 ^{ab}	5.8±3.4 ^{bc}	5.2±3.1 ^{bc}
Hae	8.1±3.0 ^d	1.3±1.7 ^{ab}	5.5±3.9 ^{cd}	5.2±3.7 ^{ab}	4.3±3.2 ^{ab}
Jin	7.6±2.2 ^{cd}	1.7±3.1 ^b	3.4±2.3 ^a	4.4±3.2 ^a	3.8±2.5 ^a
Samples	Moisture	Stickiness	Cohesiveness	Chewiness	
Ko	7.9±3.2 ^{bc}	5.7±3.3 ^{abc}	6.0±3.3 ^{b1)}	5.8±3.2 ^{bc}	
Od	6.9±3.6 ^{ab}	5.2±3.1 ^{abc}	6.0±3.6 ^b	6.4±3.3 ^{cd}	
Sam	8.3±2.7 ^{cd}	6.1±3.4 ^{bc}	4.8±2.8 ^a	5.4±3.1 ^{abc}	
Sin	6.2±3.4 ^a	5.0±3.1 ^{ab}	5.7±3.4 ^{ab}	7.2±3.2 ^d	
Sae	7.1±3.8 ^{abc}	4.6±2.8 ^a	4.9±2.8 ^a	7.0±3.1 ^d	
Il	7.9±3.0 ^{bc}	5.5±3.3 ^{abc}	5.9±3.1 ^{ab}	4.8±2.9 ^{ab}	
Yeong	8.5±3.2 ^{cd}	6.4±3.1 ^c	5.8±3.7 ^{ab}	5.7±3.2 ^{abc}	
Cham	8.1±3.4 ^{bc}	5.7±2.9 ^{abc}	6.0±3.2 ^b	5.9±3.3 ^{bc}	
Hae	8.1±4.1 ^{bc}	5.2±3.9 ^{abc}	6.1±3.6 ^b	4.8±3.3 ^{ab}	
Jin	9.5±2.7 ^d	6.0±3.3 ^{bc}	6.3±3.7 ^b	4.5±2.8 ^a	

¹⁾In the post-hoc analysis results for each descriptive term at a significance level of 0.05, if there were significant differences, they were denoted with different letters.

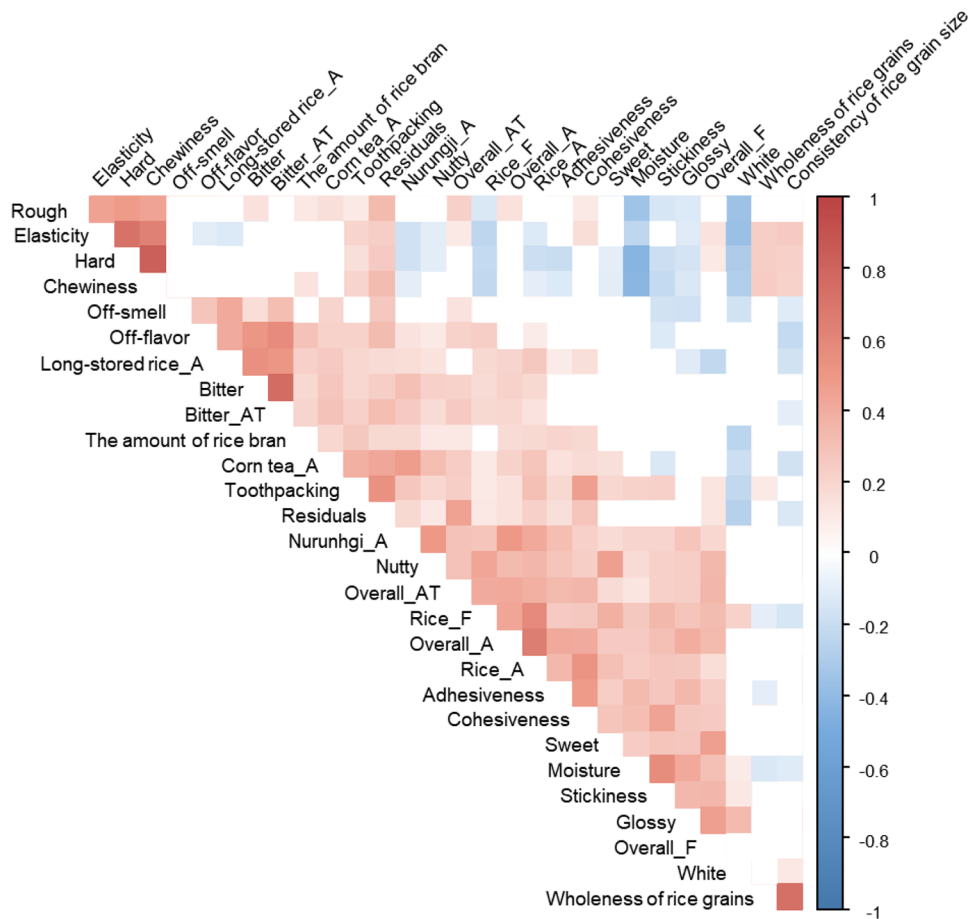
표임을 보여준다. 쌀알의 모양은 쌀 구매 시 소비자가 중요 시 여기는 특성 중 하나로 완전미 비율에 따라 단백질의 양, 취반 시 소화 정도가 달라지기에 밥맛에도 큰 영향을 미칠 수 있다(Kim et al. 2012).

품종별로 살펴보면 주성분 1의 음의 방향에 위치한 해들, 일품, 고시히카리 시료는 쌀눈의 양 특성이 높게 발현되었으며 하얀색 특성이 낮게 발현되었다. 이와 반대로, 주성분 1의 양의 방향과 주성분 2의 음의 방향에 위치한 삼광, 참드림, 영호진미 시료는 하얀색 특성이 높게 발현되었으며 쌀눈의 양 특성이 낮게 발현되었다. 주성분 2의 양의 방향에 위

치한 오대, 새청무, 신동진 시료는 거침, 경도, 씹힘성 특성이 높게 발현되었으며 수분감, 찰기 특성이 낮게 발현되었다. 이 중 특히 새청무와 신동진 시료가 경도가 강하고 찰기가 낮았는데 이러한 질감적인 특성은 쌀의 아밀로오스 및 단백질 함량 등과 연관성이 높다고 보고 된바 있다(Bett-Garber et al. 2001; Kim et al. 2012; Park et al. 2016). 특히 단백질 함량이 높은 쌀이 경도가 강하고 점착성이 낮다고 보고된 바가 있어 이들 품종의 아밀로오스 및 단백질 함량과 감각적 품질의 상관관계를 향후 연구할 필요가 있다(Hong et al. 2004). 주성분 2의 음의 방향에 위치한 진상 시료는



<Figure 2> Principal Component Analysis (PCA) results for sensory characteristics of 10 rice samples; plots for samples (a) and sensory characteristics (b)



<Figure 3> Pearson correlation coefficient heatmap of the sensory characteristics of rice; the empty cells indicate non-significance.

수분감, 쓴맛, 찰기, 밥알의 온전함 특성이 높게 발현되었으며 거침, 탄성, 경도, 씹힘성 특성이 낮게 발현되었다.

4. 밥 10종 시료의 감각적 특성의 상관관계 분석 결과

밥 10종 시료의 감각적 특성의 상관성을 알아보기 위해 Pearson 상관계수를 분석하였으며 그 결과를 히트맵(heatmap) 형태로 시각화하였다(Figure 3). 이 중 경도와 씹힘성($r=0.83$, $p<0.001$), 쓴맛과 후미 쓴맛($r=0.75$, $p<0.001$), 밥알의 온전함과 밥알의 크기가 고름($r=0.74$, $p<0.001$), 경도와 탄성($r=0.73$, $p<0.001$)은 높은 양적 상관성을 보였다. 수분감과 경도($r=-0.44$, $p<0.001$), 수분감과 씹힘성($r=-0.43$, $p<0.001$)은 가장 높은 부적 상관성을 보였다. 수분감과 경도 또는 씹힘성과의 유의적인 부적 상관성은 이전 논문에서도 보고된 바 있다(Kim et al. 2012). 단백질의 함량이 많은 쌀은 경도가 높고 집착성이 낮다고 알려져 있으며(Kim et al. 2012) 본 연구 결과에도 이와 유사하게 경도와 찰기가 유의적인 부적 상관성을 보였으나 그 상관성이 강하지는 않았다($r=-0.19$, $p<0.001$).

IV. 요약 및 결론

제품의 감각적 특성을 정량적으로 분석하는 기법인 묘사 분석을 활용하여 국내에서 생산되는 쌀 품종 10종(고시히카리, 오대, 삼광, 신동진, 새청무, 일품, 영호진미, 참드림, 해들, 진상)을 대상으로 품종별 쌀밥의 감각적 특성을 분석하였다. 연구 결과, 외관, 향/냄새, 맛/향미, 질감/입 안 감촉, 후미 항목에서 다양한 감각적 특성이 도출되었으나 주로 외관과 질감/입 안 감촉 항목에서 품종 간의 유의적인 차이를 보였다. 해들, 일품, 고시히카리 시료는 쌀눈의 양 특성이 높게 발현되었으며 하얀색 특성이 낮게 발현되었는데, 이 중 특히 고시히카리 시료에서 쌀눈의 양 특성이 높게 발현되었다. 이와 반대로, 삼광, 참드림, 영호진미 시료는 하얀색 특성이 높게 발현되었으며 쌀눈의 양 특성이 낮게 발현되었다. 오대, 새청무, 신동진 시료는 거침, 경도, 씹힘성 특성이 높게 발현되었으며 수분감, 찰기 특성이 낮게 발현되었다. 진상 시료는 수분감, 쓴맛, 찰기, 밥알의 온전함 특성이 높게 발현되었으며 거침, 탄성, 경도, 씹힘성 특성이 낮게 발현되었다. 몽침 특성의 경우, 영호진미, 오대, 해들 시료에서 높게 발현되었으며, 밥알의 온전함, 밥알의 크기가 고름 특성은 이들 시료에서 낮게 발현되었다. 이러한 쌀 품종 간 외관 및 조직감의 차이는 소비자 기호에도 큰 영향을 줄 것이다. 또한 쌀 품종의 감각적 차이에 기반한 맞춤형 메뉴 개발이 이루어진다면 소비자가 다양한 종류의 쌀을 구매하도록 유도할 수 있을 것이다.

저자 정보

김슬기(이화여자대학교 식품영양학과, 박사과정, 0000-0003-

1708-3765)

윤재연(이화여자대학교 식품영양학과, 석사, 0009-0003-4777-2307)

하수연(이화여자대학교 식품영양학과, 석사, 0000-0001-5039-6507)

정광호((주)아이엔비솔루션즈, 대표이사, 0009-0006-9334-2545)

이정희(농업회사법인 하얀솔 주식회사, 대표이사, 0009-0007-9884-2845)

정서진(이화여자대학교 식품영양학과, 교수, 0000-0002-8881-7036)

감사의 글

본 연구는 농협경제지주 양곡부의 지원으로 수행하였습니다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Bett-Garber KL, Champagne ET, McClung AM, Moldenhauer KA, Linscombe SD, McKenzie KS. 2001. Categorizing rice cultivars based on cluster analysis of amylose content, protein content and sensory attributes. *Cereal Chem.*, 78(5):551-558
- Champagne ET. 2008. Rice aroma and flavor: a literature review. *Cereal Chem.*, 85(4):445-454
- Champagne ET, Bett-Garber KL, Fitzgerald MA, Grimm CC, Lea J, Ohtsubo Ki, Jongdee S, Xie L, Bassinello PZ, Resurreccion A. 2010. Important sensory properties differentiating premium rice varieties. *Rice*, 3(4):270-281
- Chung NJ, Park JH, Kim KJ, Kim JK. 2005. Effect of Head Rice Ratio on Rice Palatability. *Korean J. Crop Sci.*, 50: 29-32
- Goodwin H. 1996. *Developing a common language for the US rice industry: Linkages among breeders, producers, processors, and consumers*. Department of Agricultural Economics, Texas Agricultural Experiment Station, Texas Agricultural Extension Service, Texas A & M University: 1-45
- Hong HC, Jeong YP, Kim KJ. 2004. Protocol of eating quality test in rice. *Korean J. Crop Sci.*, 49(spc1):284-294
- Jarma Arroyo SE, Seo HS. 2017. Effects of the type of reference scale on descriptive sensory analysis of cooked rice: Universal aromatic scale versus rice aromatic scale. *J. Sens. Stud.*, 32(5):e12295
- Kim C, Kang M, Kim M. 2012. Comparison of properties affecting the palatability of 33 commercial brands of rice.

- Korean J. Crop Sci., 57(3):301-309
- Kim DH, Kim HS. 2007. Sensory profiles of cooked rice, including functional rice and ready-to-eat rice by descriptive analysis. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 23(5): 761-769
- Kim H. 2011. New Technology-Evaluation Systems for Rice Taste Quality. *Bulletin Food Technol.*, 24(3):428-438
- Kim SH, Kim MS, Lee MS, Park YS, Lee HJ, Kang SA, Lee HS, Lee KE, Yang HJ, Kim MJ. 2016. Korean diet: characteristics and historical background. *J. Ethn. Foods*, 3(1):26-31
- Kim SS, Lee SE, Kim OW, Kim DC. 2000. Physicochemical characteristics of chalky kernels and their effects on sensory quality of cooked rice. *Cereal Chem.*, 77(3):376-379
- Lyon B. G., Champagne, E. T., Vinyard, B. T., Windham, W. R., Barton, F. E., Webb, B. D., McClung, A. M., Moldenhauer, K. A., Linscombe, S., & McKenzie, K. S. 1999. Effects of degree of milling, drying condition, and final moisture content on sensory texture of cooked rice. *Cereal Chem.*, 76(1):56-62
- Meullenet JFC, Marks BP, Griffin K, Daniels MJ. 1999. Effects of rough rice drying and storage conditions on sensory profiles of cooked rice. *Cereal Chem.*, 76(4):483-486
- Naito S, Ogawa T. 2007. Tensipresser precision in measuring cooked rice adhesiveness. *J. Texture Stud.*, 29:325-335. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1998.tb00174.x>
- Park H, Shin D, Woo K, Sim E, Kim H, Lee S, Won Y, Lee S, Oh S. 2016. Mechanical quality evaluation of rice cultivars that could potentially be used to produce processed cooked rice. *Korean J. Crop Sci.*, 61(3):145-152
- Park JK, Kim SS, Kim KO. 2001. Effect of milling ratio on sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. *Cereal Chem.*, 78(2):151-156
- Suwannaporn P, Linnemann A. 2008. Rice-eating quality among consumers in different rice grain preference countries. *J. Sens. Stud.*, 23(1):1-13
- Williams EJ. 1949. Experimental designs balanced for the estimation of residual effects of treatments. *Aust. J. Chem.*, 2(2):149-168
- Zhao Q, Guo H, Hou D, Laraib Y, Xue Y, Shen Q. 2021. Influence of temperature on storage characteristics of different rice varieties. *Cereal Chem.*, 98(4):935-945
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2022. 2022 Rice Harvest Disappointing Compared to Previous Year and Average, Surplus of 155,000 Tons in Rice Supply. Available from: <https://www.mafra.go.kr>, [accessed 2023.08.01]
- Statistics Korea. 2022a. Crop Production Survey. Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ET0221&conn_path=I2, [accessed 2023.08.01]
- Statistics Korea. 2022b. Food Grain Consumption Survey. Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ED0001&conn_path=I2, [accessed 2023.08.01]

Received August 10, 2023; revised August 31, 2023; accepted September 15, 2023