

## 올벼쌀 첨가 푸딩의 항산화 활성 및 품질 특성

이 현 주 · \*심 기 현\*

숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 대학원생,  
\*숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 조교수

### Antioxidant Activities and Quality Characteristics of Pudding Added with *Olbyeossal*

Hyunjoo Rhee and \*Ki Hyeon Sim\*

Master's Student, Dept. of Traditional Dietary Life, Graduate School of Culture and Arts, Sookmyung Womens University, Seoul 04310, Korea

\*Assistant Professor, Dept. of Traditional Dietary Life, Graduate School of Culture and Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

#### Abstract

The quality characteristics of pudding products comprising of Korean *Olbyeossal* (traditional steamed rice), added at different percentages, were examined to explore the application of *Olbyeossal* to develop different types of processed food products. Five groups of pudding were produced containing 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% of *Olbyeossal*. Evaluation of their quality characteristics and antioxidant activities revealed that the control group (with no added *Olbyeossal*) had the highest moisture content and pH ( $p < 0.001$ ). The sugar content and turbidity was highest in the 100% *Olbyeossal* group and lowest in the control group ( $p < 0.001$ ). The salinity was lowest in the 100% *Olbyeossal* group ( $p < 0.001$ ). In terms of color values, the L-value ( $p < 0.001$ ) and a-value were highest in the control group, while the b-value was highest in the 100% group ( $p < 0.001$ ). Texture properties revealed that hardness ( $p < 0.001$ ), springiness ( $p < 0.01$ ), and chewiness ( $p < 0.001$ ) decreased as the percentage of *Olbyeossal* increased. Increase in adhesiveness was noted with an increase in the percentage of *Olbyeossal* ( $p < 0.01$ ). Based on the sensory evaluation of *Olbyeossal* pudding in terms of appearance ( $p < 0.05$ ), flavor ( $p < 0.05$ ), taste ( $p < 0.01$ ), texture ( $p < 0.001$ ), and overall quality ( $p < 0.001$ ), the 100% group showed the best results. Examination of *Olbyeossal* pudding revealed that antioxidant activities, radical scavenging activities for DPPH and superoxide anion, and reducing power increased as the percentage of *Olbyeossal* increased ( $p < 0.001$ ). Therefore, pudding containing 100% *Olbyeossal* is considered as the ideal product with reference to the high level of preference and product quality.

Key words: *Olbyeossal*, pudding, antioxidant activity, quality characteristics

#### 서 론

올벼(早稻)는 제철보다 일찍 여무는 쌀로 식량이 부족하던 시절에 경작이 가능하여 구황작물로 널리 이용되었다(Park 등 2007; Lee 등 2010). 예전에는 벼 수확이 늦어지게 되면 추석 전에 덜 익은 풋벼를 훑어 찌서 말린 다음 영양소 손실이 적도록 현미로 도정하여 올벼쌀을 만들었는데, 간편하게 먹을 수 있어 간식으로 즐겨 먹은 쌀 가공식품이다(Park 등 2007). 최근에 올벼쌀을 찾는 사람들이 늘어나기 시작하면서

전통적인 올벼쌀에 현대화된 가공법을 적용하여 잘 여문 벼를 고온·고압으로 찌서 건조한 후에 도정한 파보일드 라이스(parboiled rice)가 개발되어 보급되고 있다(Yoo 등 2012; Hapsari 등 2016). 올벼쌀은 이미 호화된 전분이어서 조리 없이 바로 먹는 것이 가능하고, 도정하기 전에 찌서 말렸기 때문에 치밀해진 배유조직으로 쌀알이 부서지지 않아 저장성이 향상되고, 왕겨와 현미층의 비타민 B군과 아미노산, 칼슘 등의 영양성분들이 쌀알 내부로 이동하여 영양가가 상승하기 때문에, 쌀 소비 촉진을 위한 가공식품으로 크게 기대되는

\* Corresponding author: Ki Hyeon Sim, Assistant Professor, Dept. of Traditional Dietary Life, Graduate School of Culture and Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea. Tel: +82-2-2077-7475, Fax: +82-2-2077-7475, E-mail: santaro@sm.ac.kr

식품이다(Park 등 2007; Lee 등 2010; Yoo 등 2012; Hapsari 등 2016). 그동안 올벼쌀에 대한 선행연구로는 올벼쌀의 품질과 호화 특성(Park 등 2007), 가공조건이 올벼쌀의 품질에 미치는 영향(Cho 등 2009), 올벼쌀의 이화학적 특징(Lee 등 2010), 변형된 방법을 사용한 올벼쌀의 물리적 특성(Hapsari 등 2016)과 미세구조(Hapsari & Eun 2016) 등과 같이 올벼쌀의 호화 및 이화학적 특성에 관한 연구가 대부분으로 소비자들의 인식 부족으로 올벼쌀을 이용한 식품 개발은 거의 보고된 바가 없다.

푸딩은 달걀, 설탕, 우유 등을 섞어 익혀낸 겔상의 식품으로 양질의 탄수화물, 단백질, 지질과 같은 많은 영양성분을 포함하고 있다. 푸딩과 같이 겔화제를 이용한 식품은 부드럽고 녹기 쉬운 조직감으로 소화흡수가 빨라서 노인과 어린이들에게도 인기가 많은 편이다(Youn IJ 2008; Han & Han 2014). 최근에는 식생활의 다양화와 고급화로 디저트 식품 시장이 확대되면서 제과점뿐만 아니라, 대형마트에서도 다양한 종류의 푸딩들이 시판되어 소비가 늘어나고 있다(Ko & Lee 2014). 특히 오늘날 소비자들은 건강에 대한 관심이 높아지면서 저지방이나 무설탕과 같은 건강 지향적이면서도 고급스런 맛을 가진 디저트가 각광받고 있다(Hwang & Kim 2010). 이러한 소비자들의 디저트 소비 패턴의 변화로 푸딩에서도 여러 가지 기능성 재료들을 첨가한 푸딩 관련 연구들이 많이 보고되고 있다. 기능성 식재료를 첨가한 푸딩 관련 선행연구로는 복분자 과즙과 복분자주를 첨가한 푸딩(Yu 등 2008)과 복숭아 과즙과 젤라틴을 이용한 복숭아 푸딩(Park 등 2014), 오미자 추출물을 이용한 푸딩(Jung YH 2008) 등과 같이 과일즙으로 만든 푸딩 연구들이 많이 보고되고 있다. 또한, 두유 푸딩(Youn IJ 2008)이나 디카페인 커피 푸딩(Lee JH 2008)과 같이 기존에 푸딩 재료로 사용하지 않던 재료들을 첨가한 푸딩 관련 연구들도 보고되고 있으며, 전통발효유인 타락을 이용한 푸딩과 같이 우리나라의 전통 식품을 활용한 푸딩 연구들도 보고되고 있다(Ko & Lee 2014). 특히 푸딩과 같은 겔상 식품은 입안에서 느끼는 감촉이 식품의 맛에 큰 영향을 미치므로 젤라틴, 한천, 펙틴, 카라기난, 글루코만난, 잔탄검, 구아검 등 다양한 겔화제로 제조한 푸딩의 물성을 비교한 연구들도 많이 보고되었다(Ko & Lee 2014). 쌀 푸딩에 대한 선행연구로는 현미와 백미로 만든 푸딩의 품질 특성(Puri 등 2014)이나 *Bifidobacterium lactis*와 같은 probiotic bacteria를 이용한 쌀 푸딩(Abdel-Latif & Saad 2016), 자스민 쌀 푸딩의 조직감과 물성(Thaiudom & Pracham 2018)에 관한 해외 연구들이 다양하게 보고되고 있다. 그러나 쌀 전분은 입자가 작은 복합 전분립의 분자구조로 고 아밀로오스 품종을 비롯한 일부 품종을 제외하고는 겔 형성이 잘 되지 않아서 국내에서는 쌀 푸딩과 관련된 연구들이 거의 보고된 바가 없다(Kim 등

2015).

최근 들어 전통 식재료와 음식에 대한 연구들은 꾸준히 보고되고 있으나, 우리나라의 우수한 전통식품인 올벼쌀을 식품에 적용한 연구들은 거의 보고된 바가 거의 없다. 이에 본 연구에서는 올벼쌀의 첨가량을 달리한 푸딩을 제조하여 항산화 활성과 품질 특성을 평가하여 올벼쌀의 가공식품으로 활용 가능성을 확인해 보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 시료는 전라남도 보성군 웅치면에서 생산된 올벼쌀(Boseong-Woongchi, Olbyeossal Farming Association Corp., Boseong, Korea)로 웅치대신정미소에서 도정을 거쳐 증자한 것을 온라인 쇼핑몰에서 구매하였다. 그 외에 푸딩 제조에 사용된 재료로는 멥쌀(King's Icheon, Bubal National Agricultural Coop., Icheon, Korea), 우유(Seoul milk, Ansan, Korea), 백설탕(Qone, Seongnam, Korea), 소금(Beksul, CJ, Seoul, Korea), 젤라틴 분말(Daeyangfood, Busan, Korea)을 서울 시내 대형마트에서 구입하였다.

### 2. 올벼쌀 첨가 푸딩 제조

올벼쌀 첨가 푸딩은 Youn IJ(2008), Ko & Lee(2014), Park 등(2014), Puri 등(2014)의 선행연구를 참고로 하여 여러 번의 예비실험을 통해 최종 배합비를 결정하였다(Table 1). 푸딩은 올벼쌀과 멥쌀의 배합비를 0%, 25%, 50%, 75%, 100% 비율로 달리하여 제조하였다. 물에 30분간 불린 쌀을 소쿠리에 담아 10분간 물기를 제거하였다. 분량의 쌀과 물을 우유 150 g과 같이 넣고 80°C에서 20분간 가열한 후에 나머지 우유 150 g을 넣고 믹서기(JB 5160, Braun, Neu-Isenburg, Germany)로 곱게 갈았다. 여기에 소금과 설탕을 넣고 2분간 더 가열한 후에 젤라틴을 넣고 2분간 완전히 혼합·용해한 다음 투명

Table 1. Formula for the preparation of *Olbyeossal* pudding (g)

Ingredients	<i>Olbyeossal</i> ratio (%)				
	0	25	50	75	100
Rice	40	30	20	10	0
<i>Olbyeossal</i>	0	10	20	30	40
Sugar	25	25	25	25	25
Salt	1	1	1	1	1
Gelatin	8	8	8	8	8
Milk	300	300	300	300	300
Water	100	100	100	100	100

한 플라스틱 컵(5×3×4.5 cm)에 20 g씩 부어 상온에서 30분간 식혀 5℃ 냉장고에서 12시간 냉장 보관한 다음 실험에 사용하도록 하였다.

### 3. 올벼쌀 첨가 푸딩의 품질 특성

#### 1) 수분함량과 탁도

올벼쌀 첨가 푸딩의 수분함량은 적외선 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus Co., Zurich, Switzerland)로 측정하였다. 탁도는 시료 20 g에 증류수 100 mL를 넣어 homogenizer (PT-2100, Kinematica AG, Lucerne, Switzerland)로 15,000 rpm에서 1분간 균질화 시킨 후에 UV/VIS spectrophotometer(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하여 517 nm에서 측정하였다.

#### 2) 당도, 염도, pH

올벼쌀 첨가 푸딩의 당도, 염도, pH는 시료별로 10 g을 취하여 10배의 증류수를 넣고 homogenizer로 15,000 rpm에서 3분간 균질화한 다음 상등액을 Whatman No. 2(Whatman plc., Kent, UK)로 여과하였다. 당도와 염도는 여액의 1 mL를 각각 이용하여 디지털 당도계(Pocket Pal-1, Atago, Tokyo, Japan)와 디지털 염도계(Pocket PAL-SALT meter no. 4250, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 나머지 여액으로는 pH meter(F-51, HORIBA, Kyoto, Japan)를 사용하여 pH를 측정하였다.

#### 3) 색도

올벼쌀 첨가 푸딩의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 시료별로 L값(lightness, 명도), a값(red, 적색도), b값(yellowness, 황색도)을 측정하였다. 이때 기기의 보정을 위해서 표준 백색판을 사용하였는데, L, a, b 값은 각각 97.26, -0.07, +1.86이었다.

#### 4) 기계적 조직감

올벼쌀 첨가 푸딩의 기계적 조직감 측정은 Park & Sim(2017)의 방법을 약간 변형하여 Texture analyzer(TA-XT2 express, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 사용하여 Texture Profile Analysis(TPA)로 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness)을 5회 반복 측정한 다음 평균값을 구하였다. 이때의 측정 조건은 pre-test speed는 2.0 mm/sec, test speed는 1.0 mm/sec, post test speed 1.0 mm/sec, distance는 5.0 mm, time은 2.00 sec, trigger force는 5.0 g, probe type은 35 mm의 cylinder로 측정하였다.

#### 5) 관능검사

올벼쌀 첨가 푸딩의 관능검사는 육체적·정신적으로 건강 한 20~50세의 조리 관련 전공자 및 종사자 중에 관능검사에 적극적으로 참여할 의사가 있는 15명을 선발하여 기호도를 평가하였다. 패널들에게는 관능검사에 필요한 평가방법과 시료 특성에 대하여 충분히 훈련을 한 후에 오후 3시에 쌀 푸딩을 각각 1개씩 패널들에게 제공하여 관능검사를 진행하였다. 패널들에게는 관능검사 과정에서 각 시료의 특성이 서로 영향을 미치지 않도록 한 개의 시료를 완전히 평가한 후에 물로 입안을 헹구 다른 시료를 평가하도록 물과 빨는 컵을 함께 제공하였다. 또한, 각 시료 용기에는 난수표에서 무작위로 추출한 3자리 숫자를 표시하고, 시료는 무작위로 배치하여 패널들에게 제공하였다. 관능검사 항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall quality)로 7점 척도법을 이용하여 기호도가 높을수록 높은 점수를 부여하도록 하였다. 본 관능검사의 연구계획서는 숙명여자대학교 생명윤리위원회의 심의 및 승인과정을 거쳐서 시행되었다(Approval Number: SMWU-1701-HR-110-01).

### 4. 올벼쌀 첨가 푸딩의 항산화 활성

#### 1) 항산화 추출물 제조

올벼쌀 첨가 푸딩을 시료별로 각각 5 g씩을 취하여 10배의 70% ethanol을 넣고 homogenizer로 15,000 rpm에서 3분간 균질화한 다음 shaking incubator(SI-900R, JELO Tech., Suwon, Korea)에 넣고 5℃에 100 rpm으로 24시간 추출하였다. 추출물은 Whatman No. 2로 여과하여 5℃ 이하의 냉장고에 보관하면서 항산화 활성을 측정하였다.

#### 2) DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Blois MS(1958) 방법을 응용한 Lee SH(2013)의 방법에 따라서 측정하였다. 0.1% 시료액 4 mL에 DPPH solution( $4 \times 10^{-4}$  M) 1 mL를 가하여 교반한 다음 실온의 암소에서 30분간 방치 후에 517 nm에서 흡광도를 측정하여 대조군에 대한 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

#### 3) Superoxide anion 라디칼 소거능

Superoxide anion 라디칼 소거능은 Robak & Gryglewsk(1988) 방법을 약간 수정하여 측정하였다. 0.1% 시료액 0.3 mL에 150  $\mu$ M NBT와 468  $\mu$ M NADH를 각각 0.75 mL 첨가하여 혼합한 다음 100 mM Tris-HCl buffer(pH 7.4)를 최종 부피가 3 mL가 되도록 첨가하여 혼합하였다. 여기에 60  $\mu$ M PMS를 0.75 mL 첨가하여 실온에서 5분간 방치한 다음 560 nm에서 흡광도를 측정하여 대조군과의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

4) 환원력

환원력(reducing power)은 Oyaizu M(1986)의 방법에 준하여 측정하였다. 0.1% 시료액에 2.5 mL에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide 2.5 mL를 각각 혼합하여 50°C water bath에서 20분 반응시킨 다음 10% trichloroacetic acid 2.5 mL를 첨가하였다. 반응액 5 mL를 취하여 증류수 5 mL와 혼합한 다음 0.1% ferric chloride(FeCl<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O) 1 mL를 첨가하고, 700 nm에서 흡광도를 측정하여 그 값을 환원력으로 나타내었다.

5. 통계처리

본 실험 결과의 모든 통계처리는 SPSS for Window 프로그램(ver. 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였다. 모든 실험 결과들은 3회 반복 측정된 평균값을 이용하여 일원 분산분석(One-way ANOVA)으로 시료 간의 차이를 분석하였고, 시료 간에 통계적으로 유의적인 차이가 있으면 Duncan's multiple test를 통해 사후 검증하였다( $p < 0.05$ ).

결과 및 고찰

1. 올벼쌀 첨가 푸딩의 수분함량과 탁도

올벼쌀 첨가 푸딩의 수분함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 올벼쌀을 첨가한 푸딩의 수분함량은 대조군이 42.76%로 가장 높았고, 올벼쌀 100% 첨가군이 28.58%로 가장 낮아서 올벼쌀 첨가량이 증가할수록 푸딩의 수분함량이 감소하는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 본 연구에서 시료로 사용한 올벼쌀과 멥쌀의 수침 전 수분함량은 각각 12.73%와 14.45%로 올벼쌀이 멥쌀보다 수분함량이 낮았으나, 30분간 수침 후에 수분함량은 각각 46.74%와 30.33%로 수침 전에는 멥쌀보다 수분함량이 낮았던 올벼쌀이 수침 후에는 급격하게 수

분함량이 증가하여 멥쌀보다 높은 것으로 나타났다. 그러나 올벼쌀과 멥쌀로 푸딩을 제조한 후에 측정된 수분함량은 올벼쌀을 100% 첨가한 푸딩이 28.58%로 올벼쌀을 첨가하지 않은 푸딩의 42.76%보다 수분함량이 낮은 것으로 나타났다.

시중에서 판매되고 있는 올벼쌀은 일반 쌀포장지 재질로 포장하여 유통되기 때문에 부패나 변질에 취약하여 저장성 향상을 위해 수분함량을 12.7% 이하로 건조하여 시판하고 있다(Park 등 2007). 본 연구의 재료로 사용한 올벼쌀의 수분함량은 수침 전에는 12.73%로 멥쌀(14.45%)보다 낮았으나, 수침 후에는 46.74%로 멥쌀(30.33%)보다 급격하게 수분함량이 증가한 것으로 나타났다. 일반적으로 올벼쌀과 같은 찌쌀의 수분함량은 수침 전에는 일반 쌀보다 낮으나, 수침 시에는 수분을 1.5배 이상 많이 흡수하여 10분 이내에 gel 상태로 변화할 정도로 수분흡수 속도가 매우 빠르다(Chun 등 2006). 이렇게 올벼쌀의 수분함량이 수침 전보다 수침 후에 급격하게 증가하는 것은 올벼쌀의 제조과정에서 수침과 증자단계를 거치게 되면 전분입자가 붕괴되어 비결정형으로 구조가 변화되면서 수분흡수력이 상승하여 수분함량이 증가하기 때문이다. 그러나 수침한 올벼쌀을 푸딩으로 제조한 후에는 오히려 수분함량이 올벼쌀의 첨가비에 따라서 28.58~35.13%로 감소하는 것으로 나타났다. 수침 전보다 수침 후에 급격히 증가하였던 올벼쌀의 수분함량이 푸딩으로 제조 후에 급격하게 감소하는 것은 수침 전에는 올벼쌀의 전분이 수분에 흡수되기 좋은 구조였으나, 푸딩으로 제조 시 호화과정에서는 수분결합력이 급격하게 감소하여 수분함량이 현저하게 감소했을 것으로 생각된다(Park 등 2016). 곡물의 단백질은 전분입자의 표면에 부착되어 있으면서 전분 입자를 감싸고 있다가 수분을 흡수하면 파괴되어 호화 시 전분과 단백질체 간의 결합력이 강화된다(Chiang & Yeh 2002). 특히 올벼쌀은 파보일링 과정에서 증자 시 호화단계를 거치게 되면 세포 내의 전분 입자와 단백질체 간에 결합력이 강화되고, 불용성 아밀로오스 복합체와 아밀로오스, 지방산, 리조레시틴 등이 복합체를 형성하여 입자구조가 안정화되어 높은 온도에서도 열안정성이 우수하게 된다(Yoo 등 2012; Ha 등 2013). 이로 인해 올벼쌀로 조리하게 되면 가열온도가 증가하여도 수분결합력이 급격하게 상승하지 않고, 무정형 부분의 감소로 수침 시 급격히 증가하였던 수분결합력이 저하되어 수침 전보다 수분함량이 현저하게 감소하는 것으로 판단된다(Yoo 등 2012; Ha 등 2013). 또한 올벼쌀은 수분흡수와 용해가 빨라서 호화온도 이하에서는 수분이 빠르게 흡수되지만, 호화온도 이상에서는 호화된 전분의 재회합으로 수분이 느리게 흡수되어 노화속도가 감소하기 때문에 조리 후에는 수침 전보다 수분함량 증가하지 않고 감소하는 것으로 생각된다(Lee & Cho 1996; Park 등 2007).

Table 2. Moisture content and turbidity of *Olbyeossal* pudding

<i>Olbyeossal</i> ratio (%)	Moisture content (%)	Turbidity (O.D 420)
0	42.76±2.18 <sup>c</sup>	2.68±0.02 <sup>a</sup>
25	35.13±1.74 <sup>b</sup>	2.73±0.02 <sup>b</sup>
50	31.94±2.42 <sup>b</sup>	2.78±0.01 <sup>c</sup>
75	32.35±0.97 <sup>ab</sup>	2.81±0.02 <sup>c</sup>
100	28.58±1.92 <sup>a</sup>	2.91±0.01 <sup>d</sup>
<i>F</i> ( <i>p</i> )	23.511(0.000)***	82.677(0.000)***

Each value is mean±S.D. (n=3).

\*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>a-d</sup> Values with different small letters within a column differ significantly ( $p < 0.001$ ).

올벼쌀 첨가 푸딩의 탁도를 측정된 결과는 Table 2와 같이 올벼쌀을 첨가하지 않은 대조군이 2.68로 탁도가 가장 낮았고, 올벼쌀 25% 첨가군은 2.73, 50% 첨가군은 2.78, 75% 첨가군은 2.81, 100% 첨가군은 2.91로서 올벼쌀을 첨가할수록 푸딩의 탁도가 증가하는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 푸딩과 같은 겔상식품인 젤리에 관한 선행연구들을 보면 부재료를 첨가할수록 젤리의 탁도가 증가하는 것으로 보고하였는데, Moon 등(2011)의 연구에서 천마 농축액을 첨가할수록 탁도가 증가한다고 하였고, Cho & Choi(2009)의 연구에서 석류와 천년초 분말을 첨가할수록 탁도가 증가한다고 하였으며, Moon 등(2012)의 연구에서도 오디 착즙액을 첨가할수록 탁도가 증가한다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 보고하였다. 특히 올벼쌀은 호화로 인한 전분입자의 파괴로 비결정형으로 구조가 변화되어 물분자와 접촉 면적이 넓어지고, 전분의 -OH기와 물분자 간에 수소결합이 쉽게 형성되면서 수침 초기에 수분흡수와 용해지수가 증가되어 전분의 용출이 많아지게 된다(Park 등 2007). 본 연구에서 올벼쌀을 첨가한 푸딩의 탁도는 올벼쌀의 첨가량이 늘어날수록 수분흡수와 용해지수가 증가로 인한 전분의 용출로 탁도가 증가되어 겔 형성능과 보수력이 감소할 것으로 예상되었다(Cho 등 2002). 그러나 올벼쌀 첨가 푸딩은 올벼쌀의 수분흡수와 용해지수가 높아서 호화개시 온도를 낮추어 호화가 빨리 시작되도록 하기 때문에 조리시간을 단축할 수 있고(Park 등 2007), 조리과정에서 호화된 전분의 재회합으로 수분흡수력이 저하되어 노화속도가 감소하기 때문에 응집성은 약간 저하되지만, 정도는 오히려 감소하여 시간이 지나도 수분이 마르지 않고 촉촉한 조직감을 유지하는 것으로 판단된다. 특히 올벼쌀 첨가 푸딩의 조직감 측정 결과에서 올벼쌀을 넣지 않은 대조군과 첨가군 간에 응집성 차이는 없는 것으로 나타나서 올벼쌀을 첨가하여도 응집성 저하로 인한 겔형성능 저하는 일어나지 않는 것으로 보인다.

## 2. 올벼쌀 첨가 푸딩의 당도, 염도, pH

올벼쌀 첨가 푸딩의 당도와 염도, pH를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 올벼쌀 첨가 푸딩의 당도는 대조군이 1.70 °Brix, 올벼쌀 25% 첨가군이 1.77 °Brix, 50% 첨가군이 2.17 °Brix, 75% 첨가군이 2.17 °Brix, 100% 첨가군이 2.37 °Brix 순으로 당도가 높은 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 다만, 올벼쌀을 넣지 않은 대조군과 올벼쌀을 첨가군 간의 당도는 약간의 차이가 있었지만, 올벼쌀 25%와 50% 첨가군 간에는 당도 차이가 없었고, 올벼쌀을 75% 이상 첨가하게 되면 올벼쌀의 100% 첨가군과 당도가 유사한 것으로 나타났다. 올벼쌀 첨가 푸딩의 염도는 올벼쌀 100% 첨가군이 0.20%로 가장 낮았고, 대조군과 올벼쌀 25%부터 75% 첨가군의 염도는 0.30%로 시료 간에

**Table 3. Sugar contents, salinity, and pH of *Olbyeossal* pudding**

<i>Olbyeossal</i> ratio (%)	Sugar contents (°Brix)	Salinity (%)	pH
0	1.70±0.10 <sup>c</sup>	0.30±0.06 <sup>b</sup>	7.11±0.29 <sup>d</sup>
25	1.77±0.06 <sup>b</sup>	0.30±0.06 <sup>b</sup>	7.04±0.06 <sup>c</sup>
50	2.17±0.06 <sup>b</sup>	0.30±0.06 <sup>b</sup>	7.02±0.06 <sup>bc</sup>
75	2.17±0.06 <sup>a</sup>	0.30±0.06 <sup>b</sup>	7.00±0.16 <sup>ab</sup>
100	2.37±0.06 <sup>a</sup>	0.20±0.06 <sup>a</sup>	6.98±0.06 <sup>a</sup>
<i>F</i> ( <i>p</i> )	52.857 (0.000) <sup>***</sup>	169.200 (0.000) <sup>***</sup>	35.156 (0.000) <sup>***</sup>

<sup>a-d</sup> Values with different small letters within a column differ significantly ( $p < 0.001$ ).

<sup>\*\*\*</sup>  $p < 0.001$ .

Each value is mean±S.D. (n=3).

차이가 없는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 올벼쌀 첨가 푸딩의 pH는 올벼쌀 100% 첨가군이 6.98로 가장 낮았고, 대조군이 7.11로 pH가 가장 높았다( $p < 0.001$ ). 따라서 올벼쌀을 첨가할수록 푸딩의 당도는 증가하고 pH는 감소하지만, 올벼쌀 100% 첨가군을 제외하고는 염도 차이가 없는 것으로 보인다.

타락 푸딩의 품질 특성을 연구한 Ko & Lee(2014)는 타락의 첨가량이 증가할수록 푸딩의 pH는 저하하고, 당도는 증가하는 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 특히 올벼쌀은 전분입자의 파괴로 전분과 물분자간의 수소결합이 용이하게 되어 전분의 용출이 많아진다(Lee & Cho 1996; Prak 등 2007). 이러한 이유로 올벼쌀을 첨가할수록 전분의 용출이 늘어나면서 가용성 고형분 함량이 증가하여 푸딩의 탁도 뿐만 아니라, 당도도 높아지는 것으로 사료된다. 다만, pH가 낮아지면 전분의 가수분해로 점도가 낮아져서 호화가 잘 되지 않고, 노화를 촉진시켜 푸딩의 조직감을 저하시킬 수가 있는데(Song 등 2014; Lee 등 2014), 올벼쌀을 첨가한 푸딩의 pH는 6.98~7.04의 약산성이고, 올벼쌀을 첨가할수록 당도는 증가하면서 수분이 줄어들어 노화속도를 저해하므로 올벼쌀 첨가가 노화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다(Lee 등 2014). 소금은 푸딩과 같은 전분의 겔화에 있어서 점도를 저하시켜 겔 형성 능력을 감소시키기 때문에 푸딩이 품질을 저해할 수 있으나, 올벼쌀을 첨가한 푸딩은 오히려 올벼쌀 첨가량이 증가할수록 염도가 낮아지므로 호화된 전분의 겔화가 촉진시켜 견고한 푸딩을 형성하도록 도와주는 것으로 판단된다. 다만, 당은 전분을 호화시켜야 하는 수분을 빼앗아 호화를 저하시켜 겔 형성능력을 떨어뜨릴 수 있기 때문에 올벼쌀 100% 첨가군과 당도가 비슷한 75% 첨가군보다는 50% 첨가군이 푸딩의 전분 겔 형성을 위해서는 바람직할 것으로 사료된다(Lee 등 2014).

### 3. 올벼쌀 첨가 푸딩의 색도

올벼쌀 첨가 푸딩의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 올벼쌀 첨가 푸딩의 명도를 나타내는 L값은 대조군은 62.52이고, 25% 첨가군은 62.31, 50% 첨가군은 56.58, 75% 첨가군은 53.06, 100% 첨가군은 48.89로 올벼쌀 첨가량이 증가할수록 푸딩의 L값은 감소하여 어두워지는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 -0.84로 가장 높았고, 올벼쌀 25% 첨가군이 -1.83으로 가장 낮은 것으로 나타났다. 올벼쌀 첨가량이 증가할수록 푸딩의 적색도는 증가하지만, 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 6.42, 올벼쌀 25% 첨가군이 7.59, 50% 첨가군이 7.76, 75% 첨가군이 7.78, 100% 첨가군이 7.81 순으로 높은 것으로 나타났으며, 올벼쌀 첨가량에 따라서 b값이 증가하는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 다만, b값은 올벼쌀을 첨가하지 않은 대조군과 올벼쌀 첨가군(25~75%) 사이에서는 뚜렷한 차이가 없고, 올벼쌀 100% 첨가군과 올벼쌀 75% 이하 첨가군 간에서만 황색도에 차이가 있는 것으로 보인다.

Park 등(2007)과 Lee 등(2010)도 올벼쌀이 백미와 찰쌀에 비해 명도인 L값은 낮은 반면에 적색도인 a값과 황색도인 b값은 높다고 보고하여서 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 특히 올벼쌀은 쌀을 증자하여 건조하는 과정에서 저항전분으로 변화하게 되는데, 이러한 저항전분을 첨가한 쌀 전분의 겔들은 하얗게 불투명도가 증가하여 명도가 낮아지게 된다(Kim 등 2015). 따라서 본 연구의 올벼쌀 첨가 푸딩도 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 올벼쌀 가공과정에서 생성된 저항전분으로 인해 불투명도가 증가하여 명도인 L값이 감소하는 것으로 사료된다.

전통 올벼쌀의 품질과 호화 특성에 대해 연구한 Park 등(2007)은 올벼쌀 첨가량에 따라서 황색도를 나타내는 b값이 차이 나는 것은 올벼쌀을 증자하는 과정에서 호화되면서 벼의 색이 전이되어 현미에 가까운 황색도를 나타낸다고 하였

Table 4. Color values of *Olbyeossal* pudding

<i>Olbyeossal</i> ratio (%)	Color values		
	L	a	b
0	62.52±0.31 <sup>d</sup>	-0.84±2.84	6.42±0.92 <sup>b</sup>
25	62.31±0.14 <sup>d</sup>	-1.83±0.39	7.59±0.25 <sup>b</sup>
50	56.58±1.01 <sup>b</sup>	-1.81±0.20	7.76±0.18 <sup>b</sup>
75	53.06±0.39 <sup>c</sup>	-1.39±0.26	7.78±0.30 <sup>b</sup>
100	48.89±3.10 <sup>a</sup>	-1.29±0.12	7.81±0.65 <sup>a</sup>
<i>F</i> ( <i>p</i> )	48.173(0.000) <sup>***</sup>	0.304(0.869)	26.789(0.000) <sup>***</sup>

Each value is mean±S.D. (n=3).

<sup>\*\*\*</sup>  $p < 0.001$ .

<sup>a-d</sup> Values with different small letters within a column differ significantly ( $p < 0.001$ ).

다. 또한, 자포니카 벼 품종을 이용한 파보일드 라이스의 이화학적 특성에 대해 연구한 Yoo 등(2012)도 파보일링 후에 침지와 열처리를 거치게 되면 겨층에 있는 지방질이 산화되거나, 마이알 반응에 의해 배유까지 흡수 및 확산되어 변색이 일어난다고 하였는데, 이러한 변색은 약산성(pH 5.0)으로 억제될 수 있다고 주장하였다. 이러한 연구결과들로 보건데, 본 연구의 올벼쌀 첨가 푸딩의 pH 6.98~7.04 정도의 약산성이라서 올벼쌀 첨가로 인한 푸딩의 변색을 효과적으로 저해할 수 있을 것으로 사료된다.

### 4. 올벼쌀 첨가 푸딩의 기계적 조직감

올벼쌀 첨가 푸딩의 기계적 조직감을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 올벼쌀 첨가 푸딩의 경도(hardness)는 대조군이 907.00 N으로 가장 높게 나타났고, 올벼쌀 25% 첨가군이 850.40 N, 50% 첨가군이 743.13 N, 75% 첨가군이 355.53 N, 100% 첨가군이 343.40 N 순으로 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 푸딩의 경도가 감소하는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 부

Table 5. Texture properties of *Olbyeossal* pudding

<i>Olbyeossal</i> ratio (%)	Texture properties				
	Hardness (N)	Adhesiveness (N)	Springiness	Chewiness (N · mm)	Cohesiveness
0	907.00±59.52 <sup>c</sup>	-175.60±11.96 <sup>b</sup>	0.42±0.76 <sup>c</sup>	102.89±15.93 <sup>c</sup>	0.30±0.07
25	850.40±65.25 <sup>c</sup>	-182.00±5.21 <sup>b</sup>	0.35±0.40 <sup>c</sup>	66.55±5.96 <sup>b</sup>	0.27±0.44
50	743.13±21.40 <sup>b</sup>	-186.80±9.68 <sup>b</sup>	0.33±0.76 <sup>bc</sup>	61.11±18.28 <sup>b</sup>	0.25±0.21
75	355.53±15.84 <sup>a</sup>	-205.33±2.87 <sup>a</sup>	0.23±0.12 <sup>ab</sup>	19.19±4.55 <sup>a</sup>	0.24±0.51
100	343.40±12.41 <sup>a</sup>	-204.37±0.58 <sup>a</sup>	0.21±0.21 <sup>a</sup>	16.34±0.65 <sup>a</sup>	0.21±0.00
<i>F</i> ( <i>p</i> )	127.722(0.000) <sup>***</sup>	9.906(0.002) <sup>**</sup>	7.601(0.004) <sup>**</sup>	30.838(0.000) <sup>***</sup>	1.710(0.226)

Each value is mean±S.D. (n=3).

<sup>\*\*</sup>  $p < 0.01$ , <sup>\*\*\*</sup>  $p < 0.001$ .

<sup>a-c</sup> Values with different small letters within a column differ significantly ( $p < 0.001$ ).

착성(adhesiveness)은 대조군이 -175.60 N으로 가장 낮게 나타났고, 올벼쌀 100% 첨가군이 -204.37 N으로 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 푸딩의 부착성도 증가하는 것으로 나타났다( $p<0.01$ ). 탄력성(springiness)은 대조군이 0.42로 가장 높게 나타났고, 올벼쌀 25% 첨가군이 0.35, 50% 첨가군이 0.33, 75% 첨가군이 0.23 순으로 100% 첨가군이 0.21로 가장 낮게 나타내서 올벼쌀 첨가량이 증가할수록 푸딩의 탄력성은 감소하는 것으로 나타났다( $p<0.01$ ). 씹힘성(chewiness)은 대조군이 102.89 N·mm로 가장 높게 나타났고, 올벼쌀 25% 첨가군이 66.55 N·mm, 50% 첨가군이 61.11 N·mm, 75% 첨가군이 19.19 N·mm, 100% 첨가군이 16.34 N·mm 순으로 올벼쌀을 첨가할수록 푸딩의 씹힘성이 경도와 같이 감소하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 응집성(cohesiveness)은 대조군이 0.30으로 가장 높게 나타났고, 올벼쌀 25% 첨가군이 0.27, 50% 첨가군이 0.25, 75% 첨가군이 0.24, 100% 첨가군이 0.21 순으로 올벼쌀 첨가량이 증가할수록 푸딩의 응집성이 점차 감소하는 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의적인 차이가 없어서 올벼쌀 첨가로 인한 응집성 감소는 없는 것으로 판단된다.

본 연구결과에서는 올벼쌀을 첨가할수록 푸딩의 경도와 탄력성, 씹힘성은 감소하고 부착성은 증가하며, 응집성은 차이가 없는 것으로 나타났다. 이중 경도는 올벼쌀의 조직감 특성을 측정할 선행연구의 결과와 일치하지 않는 것으로 나타났다. 자포니카 벼 품종을 이용한 파보일드 라이스의 이화학적 특성에 대해 연구한 Yoo 등(2012)은 파보일링 후에 쌀알의 경화로 경도가 증가한다고 보고하였고, 전통 올벼쌀의 품질과 호화 특성에 대해서 연구한 Park 등(2007)도 올벼쌀은 일반 쌀 포장지로 연포장하기 때문에, 부패나 변질을 억제하기 위하여 수분함량은 12.7% 이하로 건조하여 유통해 경도가 매우 높다고 보고하였다. 이러한 선행연구 결과를 바탕으로 본 연구에서는 올벼쌀의 낮은 수분함량으로 인해 올벼쌀을

첨가할수록 푸딩의 수분함량이 감소하여 경도가 증가할 것으로 예상하였으나, 오히려 기계적 조직감 측정 결과에서는 올벼쌀을 첨가할수록 경도는 증가하지 않고 감소하는 것으로 나타내서 Yoo 등(2012)과 Park 등(2007)의 연구와 상반된 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 올벼쌀을 완전히 쪄 후에 냉각하는 과정에서 전분의 노화가 천천히 진행되면서 생성된 type 3 형태의 저항전분으로 노화가 억제되어 올벼쌀을 첨가하더라도 푸딩의 경도가 증가하지 않고 감소하는 것으로 판단된다(Gunaratne 등 2013; Lee 등 2014; Song 등 2014). 특히 올벼쌀을 첨가하여 푸딩을 제조하게 되면 당과 산의 증가로 노화가 억제되면서 경도가 증가하지 않고 감소하는 것으로 보인다(Song 등 2014). 또한, 본 연구결과에서는 올벼쌀을 첨가할수록 푸딩의 응집성은 감소하지만, 시료 간에 유의적인 차이는 없어서 올벼쌀 첨가가 푸딩의 응집성을 저하시키지 않는 것으로 나타났다. Yoo 등(2012)은 조직 내부의 수분 결합력과 관계가 있는 응집성은 파보일링 후에는 감소되어 조직의 촉촉함 정도가 낮아진다고 보고하였다. 따라서 이러한 선행연구의 결과를 토대로 올벼쌀 첨가량이 증가할수록 푸딩의 수분함량은 감소하고, 응집성은 저하되어 촉촉함이 감소될 것으로 예상되었으나, 경도는 감소하는 반면에 오히려 부착성은 증가하여 푸딩의 촉촉함은 감소되지 않는 것으로 판단된다. 특히 올벼쌀 푸딩은 올벼쌀의 첨가량 증가에 따른 응집성 차이는 거의 없어서 올벼쌀이 푸딩의 수분함량을 낮추어 조직감을 저하시키지 않는 것으로 판단된다.

## 5. 올벼쌀 첨가 푸딩의 관능검사

올벼쌀 첨가 푸딩의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에 대한 평가 결과는 관능적 특성에 따라서 조금씩 다르게 나왔는데, 대체적으로 올벼쌀 100% 첨가군의 기호도가 가장 높게 나왔다. 올벼쌀 100% 첨가군의 관능적 특성별 기호도는 색 4.53점, 향 4.20점, 맛

Table 6. Preference test scores of *Olbyeossal* pudding

<i>Olbyeossal</i> ratio (%)	Preference test scores				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall quality
0	3.67±1.05 <sup>a</sup>	3.27±0.96 <sup>a</sup>	3.47±1.23 <sup>a</sup>	2.87±0.83 <sup>a</sup>	3.27±0.80 <sup>a</sup>
25	3.80±0.863 <sup>ab</sup>	3.33±0.82 <sup>ab</sup>	3.67±0.82 <sup>ab</sup>	3.27±0.80 <sup>a</sup>	3.73±0.70 <sup>a</sup>
50	4.40±0.83 <sup>bc</sup>	3.53±1.19 <sup>abc</sup>	4.33±1.05 <sup>bc</sup>	4.13±1.25 <sup>b</sup>	4.53±1.19 <sup>b</sup>
75	4.47±0.92 <sup>bc</sup>	4.07±0.96 <sup>bc</sup>	4.40±1.35 <sup>bc</sup>	4.33±1.05 <sup>b</sup>	4.60±0.91 <sup>b</sup>
100	4.53±0.92 <sup>c</sup>	4.20±0.86 <sup>c</sup>	4.87±0.92 <sup>c</sup>	5.13±1.13 <sup>c</sup>	5.25±0.88 <sup>c</sup>
<i>F</i> ( <i>p</i> )	2.960(0.026) <sup>*</sup>	2.943(0.026) <sup>*</sup>	4.314(0.004) <sup>**</sup>	11.510(0.000) <sup>***</sup>	11.134(0.000) <sup>***</sup>

Each value is mean±S.D. (n=3).

<sup>\*</sup>  $p<0.05$ , <sup>\*\*</sup>  $p<0.01$ , <sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

<sup>a-c</sup> Values with different small letters within a column differ significantly ( $p<0.001$ ).

4.87점, 조직감 5.13점, 전반적인 기호도 5.25점으로 모든 관능적 특성에서 기호도가 가장 높게 나타났다.

외관 기호도는 올벼쌀 100% 첨가군이 4.53점, 75% 첨가군이 4.47점, 50% 첨가군이 4.40점, 25% 첨가군이 3.80점, 대조군이 3.67점 순으로 올벼쌀 첨가량이 감소할수록 외관 기호도가 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 이러한 결과는 외관 기호도에 영향을 주는 명도, 적색도, 황색도 등의 색도 측정 결과 중에서 적색도를 제외하고는 모든 색도 특성에서 올벼쌀 100% 첨가군과 올벼쌀 75% 이하 첨가군 간에 뚜렷한 외관 차이가 있는 것으로 나타났기 때문에 올벼쌀을 첨가할수록 명도가 감소하고, 황색도는 증가하여 외관 기호도가 증가하는 것으로 사료된다.

향 기호도는 올벼쌀 100% 첨가군이 4.20점, 75% 첨가군이 4.07점, 50% 첨가군이 3.53점, 25% 첨가군이 3.33점, 대조군이 3.27점 순으로 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 향 기호도가 증가하는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 또한, 맛 기호도는 올벼쌀 100% 첨가군이 4.87점, 75% 첨가군이 4.40점, 50% 첨가군이 4.33점, 25% 첨가군이 3.67점, 대조군이 3.47점 순으로 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 향 기호도와 같이 맛 기호도도 증가하는 것으로 나타났다( $p<0.01$ ). 특히 당도는 올벼쌀 첨가 푸딩의 맛에 영향을 주어 올벼쌀을 첨가할수록 당도( $p<0.001$ )가 증가하여 맛 기호도가 높아지는 것으로 사료된다.

조직감 기호도는 올벼쌀 100% 첨가군이 5.13점, 75% 첨가군이 4.33점, 50% 첨가군이 4.13점, 25% 첨가군이 3.27점, 대조군이 2.87점 순으로 올벼쌀 첨가량이 증가할수록 조직감 기호도가 높게 나타났다( $p<0.001$ ). 기계적 조직감 측정에서는 올벼쌀을 첨가할수록 경도( $p<0.001$ ), 탄력성( $p<0.01$ ), 씹힘성( $p<0.001$ )은 감소하고, 부착성( $p<0.01$ )은 증가하며, 응집성은 차이가 없는 것으로 나타났는데, 올벼쌀의 낮은 수분함량으로 올벼쌀을 첨가량이 증가할수록 푸딩의 수분함량이 감

소하여 경도도 증가할 것으로 예상하였으나, 오히려 경도는 감소하고, 부착성은 증가하여 조직감 기호도가 높아지는 것으로 사료된다. 다만, 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 탄력성이 저하되어 푸딩과 같은 겔상식품의 조직감 저하가 일어날 수 있으나, 올벼쌀을 100% 첨가한 푸딩의 조직감 기호도는 가장 높은 것으로 나타나서 올벼쌀을 100% 첨가하여도 좋을 것으로 사료된다.

전반적인 기호도는 올벼쌀 100% 첨가군이 5.25점으로 가장 높았으며, 75% 첨가군이 4.60점, 50% 첨가군이 4.53점, 25% 첨가군이 3.73점, 대조군이 3.27점 순으로 올벼쌀을 첨가할수록 푸딩의 전반적인 기호도가 높아지는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 따라서 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도 등의 관능적 특성은 올벼쌀 첨가량이 100%로 증가할수록 푸딩의 기호도가 높아지는 것으로 판단된다.

이러한 결과를 보건데, 올벼쌀을 첨가한 푸딩에 올벼쌀 100% 첨가하는 것이 관능 특성을 비롯한 품질 특성을 가장 높일 수 있는 최적의 배합비로 판단되므로 올벼쌀을 첨가하여 푸딩을 제조할 때에는 올벼쌀을 100% 첨가하는 것이 기호도와 품질수준을 높이는데 도움이 될 것으로 판단된다.

## 6. 올벼쌀 첨가 푸딩의 항산화 활성

올벼쌀 첨가 푸딩의 항산화 활성 측정 결과는 Table 7과 같다. 올벼쌀을 첨가한 푸딩의 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과, 대조군은 8.77%, 올벼쌀 25% 첨가군은 25.45%, 50% 첨가군은 30.79%, 75% 첨가군은 36.05%, 100% 첨가군은 42.42%로서 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거활성이 증가하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 올벼쌀을 첨가한 푸딩의 superoxide anion 라디칼 소거활성을 측정한 결과, 대조군이 21.22%로 가장 낮았고, 올벼쌀 100% 첨가군은 56.62%로서 가장 높아서 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 푸딩의 superoxide anion 라디칼 소거활성이 증가하는 것으로

Table 7. Antioxidant activities of *Olbyeossal* pudding

<i>Olbyeossal</i> ratio (%)	DPPH free radical scavenging activity (%)	Superoxide anion radical scavenging activity (%)	Reducing power (O.D 700)
0	8.77±1.40 <sup>a</sup>	21.22±1.53 <sup>a</sup>	0.73±1.10 <sup>a</sup>
25	25.45±1.23 <sup>b</sup>	30.34±1.87 <sup>b</sup>	0.77±0.23 <sup>b</sup>
50	30.79±0.63 <sup>c</sup>	38.17±1.65 <sup>c</sup>	0.81±0.11 <sup>c</sup>
75	36.05±0.15 <sup>d</sup>	46.76±1.96 <sup>d</sup>	0.91±0.15 <sup>d</sup>
100	42.42±0.60 <sup>e</sup>	56.62±1.29 <sup>e</sup>	0.97±0.11 <sup>e</sup>
<i>F</i> ( <i>p</i> )	614.18(0.000) <sup>***</sup>	169.13(0.000) <sup>***</sup>	131.73(0.000) <sup>***</sup>

Each value is mean±S.D. (n=3).

<sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

<sup>a-c</sup> Values with different small letters within a column differ significantly ( $p<0.001$ ).



나타났다( $p < 0.001$ ). 올벼쌀 첨가 푸딩의 환원력을 측정한 결과, 대조군은 0.73, 올벼쌀 25% 첨가군은 0.77, 50% 첨가군은 0.81, 75% 첨가군은 0.91, 100% 첨가군은 0.97로서 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 흡광도 값이 증가하는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 올벼쌀을 첨가한 푸딩의 흡광도 값이 올벼쌀 첨가량에 비례하여 높아지는 것은 항산화 활성의 증가를 의미하는 것으로 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 푸딩의 항산화 활성도 증가하는 것을 알 수 있었다.

본 연구결과에서 올벼쌀을 첨가할수록 DPPH 라디칼과 superoxide anion 라디칼의 소거활성 및 환원력이 증가하여 푸딩의 항산화 활성이 높아지는 것을 확인하였다. 이러한 올벼쌀 첨가 푸딩의 항산화 활성 증가는 올벼쌀의 증가과정에서 생성된 환원당에 의한 메일라드 반응의 효과로 항산화 활성이 증가한 것으로 생각된다. 올벼쌀과 같이 가공과정에서 베타를 물에 침지하게 되면 서당의 효소적 전이로 인해 환원당 함량이 증가되고(Raj & Sinfaravadivel 1980), 파보일링 후에는 환원당뿐만 아니라, 비환원당 함량이 증가되어 항산화 활성이 증가하게 된다. 특히 환원당은 식품 제조 과정에서 갈변의 중요한 원인이 되는 반면에(Weenen H 1998), 메일라드 반응 시 생성되는 reductone과 최종 생성물인 갈색 중합체인 melanoidin은 radical 소거활성이 높아 항산화 능력이 높은 것으로 알려져 있다(Kim 등 2009; Yoo 등 2012). 갈변도는 항산화 활성에 미치는 영향이 큰 것으로 알려져 있는데, Manzocco 등(2001)은 메일라드 반응 동안의 색 변화는 열에 의해 유도되는 항산화 물질의 형성과 관계가 있다고 보고하여 올벼쌀 첨가량 증가할수록 푸딩의 명도는 감소하고, 황색도는 증가하는 것이 올벼쌀의 항산화 물질 형성을 증가시켜 항산화 활성을 향상시키는 것으로 보인다. 따라서 올벼쌀 첨가 푸딩의 품질 특성과 기호도뿐만 아니라, 항산화 활성을 향상시켜 푸딩의 전반적인 품질 수준을 향상시킬 것으로 기대된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 예로부터 조리 없이 간편하게 먹을 수 있는 올벼쌀을 푸딩으로 제조한 후에 항산화 활성과 품질 특성을 평가하여 다양한 가공식품으로 개발 가능성을 확인하고자 하였다. 올벼쌀 첨가 푸딩의 수분함량, 탁도, 당도, 염도, pH 등을 측정한 결과는 수분함량과 pH는 올벼쌀을 첨가하지 않은 대조군이 가장 높았고( $p < 0.001$ ), 탁도와 당도는 올벼쌀 100% 첨가군이 가장 높았으며( $p < 0.001$ ), 염도는 100% 첨가군이 가장 낮았으나, 올벼쌀을 첨가하지 않은 대조군과 올벼쌀 75% 이하 첨가군 간에 염도 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 색도에서는 명도인 L값( $p < 0.001$ )과 적색도인 a값은 올벼

쌀을 첨가하지 않은 대조군이 가장 높았고, 황색도인 b값( $p < 0.001$ )은 올벼쌀 100% 첨가군이 가장 높았다. 기계적 조직감 측정에서는 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 경도( $p < 0.001$ ), 탄력성( $p < 0.01$ ), 씹힘성( $p < 0.001$ )은 감소하지만, 부착성( $p < 0.01$ )은 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 응집성은 증가하지만 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 올벼쌀 첨가 푸딩의 관능검사 결과에서 외관( $p < 0.05$ ), 향( $p < 0.05$ ), 맛( $p < 0.01$ ), 조직감( $p < 0.001$ ), 전반적인 기호도( $p < 0.001$ )는 올벼쌀의 첨가량 증가에 따라서 영향을 받는 것으로 나타났는데, 올벼쌀 100% 첨가군이 모든 관능적 특성에서 가장 좋은 기호도를 가진 것으로 나타났다. 올벼쌀 첨가 푸딩의 항산화 활성에서는 올벼쌀의 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼과 superoxide anion 라디칼 소거활성, 환원력 등의 항산화 활성이 모두 증가하는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 이상의 연구결과를 종합하여 볼 때에 관능검사 결과에서 가장 기호도가 높고 항산화 활성이 우수한 것으로 나타난 올벼쌀 100% 첨가군으로 푸딩을 제조하는 것이 가장 기호도가 높으면서 품질과 기능성이 우수한 쌀 푸딩을 제조할 수 있을 것으로 사료된다. 다만, 본 연구에서는 올벼쌀에 조리 시 호화 특성에 대한 선행연구가 부족하여 수침 시 증가하였던 수분함량이 푸딩으로 제조 시 감소하는 것에 대해서 명확하게 규명하지 못하였으므로 향후 올벼쌀의 다양한 식품 모델 연구를 통해 조리과정에서의 올벼쌀의 변화에 대해서 연구하면 올벼쌀을 가공식품으로 개발하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구(과제번호 1-1503-0118)는 숙명여자대학교 교내연구비지원에 의해 수행되었음.

## References

- Abdel-Latif EF, Saad MF. 2016. Effect of *Bifidobacterium lactis* on quality of rice pudding as a probiotic food carrier. *Int J Curr Microbiol Appl Sci* 5:362-371
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by use of a stable free radical. *Nature* 81:1199-1200
- Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35:85-94
- Cho MS, Lee NG, Cho YJ. 2002. Effect of hydration condition of non-muscle protein on gelling. *Korean J Fish Aquat Soc* 35:627-632
- Cho Y, Choi MY. 2009. Quality characteristics of jelly containing

- added pomegranate powder and *Opuntia humifusa* powder. *Korean J Food Cook Sci* 25:134-142
- Cho YS, Park SY, Choi YH, Kim EM, Kwon HR, Lee KH. 2009. Effect of processing condition on quality of *Olbyessal*. Abstract 13, *Korean Soc Community Living Sci* Suwon
- Chun AR, Jeong EG, Choi YH, Kim KJ, Lee JS. 2006. Grain quality of imported steamed-rice. *Korean J Crop Sci* 51: 7-11
- Gunaratne A, Kao W, Ratnayaka J, Collado L, Corke H. 2013. Effect of parboiling on the formation of resistant starch, digestibility and functional properties of rice flour from different varieties grown in Sri Lanka. *J Sci Food Agric* 93: 2723-2729
- Ha KY, Yoo JS, Lee MJ, Park HS, Cho YC, Lee JH. 2013. The physical and pasting properties of parboiled rice using glutinous rice cultivars. *Food Eng Prog* 17:388-395
- Han JS, Han JA. 2014. Preparation and characterization of gel food for elderly. *Korean J Food Sci Technol* 46:575-580
- Hapsari AH, Eun JB. 2016. Microstructure of *Olbyeossal*, partially milled parboiled glutinous rice made by modified parboiling method. *Food Sci Biotechnol* 25:503-507
- Hapsari AH, Kim SJ, Eun JB. 2016. Physical characteristics of parboiled Korean glutinous rice (*Olbyeossal*) using a modified method. *LWT-Food Sci Technol* 68:499-505
- Hwang HY, Kim BY. 2010. Building the successful marketing strategy of dessert brands in the food service industry. *J Comm Sci Technol* 28:13-28
- Jung YH. 2008. Preparation of high quality omija jell-pudding using water extract of omija, fruit of *Schizandra chinensis*. MS Thesis, Daegu Catholic Univ. Daegu. Korea
- Kim JE, Zhang C, Shin MS. 2015. Forming rice starch gels by adding retrograded and cross-linked resistant starch prepared from rice starch. *Food Sci Biotechnol* 24:835-841
- Kim Y, Moon JH, Kim M, Choi HD, Park YK. 2009. Physicochemical properties and antioxidant activities of Maillard reaction products from defatted hydrolyzed soybean protein with various sugars. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:62-69
- Ko SH, Lee KY. 2014. Quality characteristics of pudding using *Tarak*, traditional fermented milk. *Korean J Cul Res* 20: 90-99
- Lee JH, Kim MR, Min HS, Lee YE, Song ES, Kwon SJ, Kim MJ, Song HN. 2014. Food and Cookery Theory. pp.70-71. Kyomunsa
- Lee JH. 2008. Processing optimization of pudding addition of decaffeinated coffee. MS Thesis, Sookmyung Women's Univ. Seoul. Korea
- Lee MK, Park JS, Na HS. 2010. Physicochemical properties of *Olbyossal* (parboiled rice). *Korean J Food Preserv* 17:208-213
- Lee MS, Cho EJ. 1996. Cooking characteristics and firming rate of cooked parboiled rice. *Korean J Food Cook Sci* 12:46-53
- Lee SH. 2013. Physicochemical and sensory characteristics of *Yanggaeng* added with turmeric powder. *Korean J Food Nutr* 26:447-452
- Manzocco L, Calligaris S, Mastrocola D, Nicoli MC, Lericci CR. 2001. Review of non enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends Food Sci Technol* 11: 340-346
- Moon HK, Lee SW, Moon JN, Yoon SJ, Lee S, Kim GY. 2012. Quality characteristics of jelly added with mulberry juice. *Korean J Food Cook Sci* 28:797-804
- Moon JN, Lee SW, Moon HK, Yoon SJ, Lee WY, Lee S, Kim GK. 2011. Quality characteristics of *Chunma* (*Gastrodia elata* Blume) jelly with added *Gastrodia elata* Blume concentrate. *Korean J Food Cook Sci* 27:545-556
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reaction: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr Diet* 44:307-315
- Park JD, Choi BK, Kum JS, Lee HY. 2007. Quality and pasting properties of traditional *Olbyeossal*. *Korean J Food Preserv* 14:276-280
- Park SG, Song TH, Kim DH, Kim GH, Jang KI. 2014. Quality properties of peach pudding added with Korean peach (*Prunus persica* L. Batsch) juice and gelatin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:265-272
- Park SH, Sim KH. 2017. Quality characteristics and antioxidant properties of *Omija-pyun* (*Schisandra chinensis* Jelly) added with stevia leaf powder. *Korean J Food Nutr* 30:653-664
- Park SR, No JH, Shin MS. 2016. Physicochemical and structural characteristics of waxy rice flours and starches during soaking time. *J East Asian Soc Dietary Life* 26:457-465
- Puri S, Dhillon B, Banura S. 2014. To formulate and analyze brown rice puddings for its physico-chemical and sensory attributes. Abstract 10-12, *Conf Explor Basic Appl Sci* Phagwara
- Raj SA, Sinfaravadivel K. 1980. Influence of soaking and steaming on the loss of simpler constituents in paddy. *J Food Sci Technol* 17:141-143

- Robak J, Gryglewski RJ. 1988. Flavonoids are scavenging of superoxide anions. *Biochem Pharmacol* 37:837-841
- Song TH, Woo IA, Son JW, Oh SI, Shin SM. 2014. Understanding Culinary Science. pp.47-339. Kyomunsa
- Thaiudom S, Pracham S. 2018. The influence of rice protein content and mixed stabilizers on textural and rheological properties of jasmine rice pudding. *Food Hydrocol* 76:204-215
- Weenen H. 1998. Reactive intermediates and carbohydrate fragmentation in Maillard chemistry. *Food Chem* 62:393-401
- Yoo JS, Baek SH, Baek MK, Park HS, Kim BK, Ha KY. 2012. Study of soaking conditions and physicochemical characteristics in parboiled rice production using of Japonica rice cultivars. *Food Eng Prog* 16:362-368
- Youn IJ. 2008. Study on preparation and quality of soy milk pudding. MS Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Yu OK, Back HI, Cha YS. 2008. Quality characteristics of pudding added with *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel) fruit juice and *Bokbunja* wine. *J Korean Soc Food Cult* 23:616-620

---

Received 02 July, 2018

Revised 13 July, 2018

Accepted 23 August, 2018