



쌀 품종별 당화액 첨가에 따른 증편의 품질특성

정인경 · 정현숙*

순천대학교 생명산업과학대학 조리과학과

Quality Characteristics of *Jeung-pyun* Added with Rice Mash of Various Cultivars

In-Kyoung Jung, Hyun-Sook Jung*

Department of Food and Cooking Science, Suncheon National University

Abstract

This study compares the quality characteristics of *Jeung-pyun* prepared by supplementing with rice mash of various cultivars. Results showed high contents of crude protein and crude ash in *Saeilmi*. The highest and lowest amylose contents were obtained in *Goami4* and *Baekjinju*, respectively. *Saeilmi* had the highest water absorption index (WAI) of rice flour, whereas the highest water-soluble index (WSI) was obtained in *Baekokchal*. Maximum viscosity, minimum viscosity, and breakdown were high in *Baekjinju*, and high cooling viscosity and setback levels were determined in *Goami4*. The sugar content, total free sugar, and pH of the rice mash were highest in *Baekjinju*. The highest volume of *Jeung-pyun* was obtained with *Saeilmi* supplementation, whereas the specific volume was highest in *Baekokchal*. Evaluation of L, a, and b color values of *Jeung-pyun* revealed the maximum L value in *Saeilmi*, a value in *Goami4*, and b value in *Baekjinju*. The physical properties of *Jeung-pyun* were lower in all supplemented groups compared to the control group for hardness, adhesiveness, and chewiness. The lowest chewiness was obtained in *Baekokchal*-supplemented *Jeung-pyun*. We conclude that supplementation with different varieties of rice affects the quality characteristics of *Jeung-pyun*, which are important factors for manufacturing processed foods.

Key Words : *Jeung-pyun*, quality characteristics, various rice cultivars, rice mash

1. 서 론

쌀은 옥수수, 밀과 더불어 세계 3대 작물 중 하나로, 우리나라에서 주식으로 섭취하고 있다. 우리나라의 쌀 생산량은 2021년에는 3,882,000톤으로 높은 반면, 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 식생활의 다양화, 고령화 및 저출산 등의 원인으로 인해, 매년 1-2 kg씩 계속 감소하고 있는 실정이나, 도시락 및 식사용 조리식품 제조업체의 2018년 쌀 소비량은 2017년 대비 29%, 식료품 및 음료에서는 16.8%, 떡류에서는 2% 증가함으로써 가공업체에서의 쌀 이용률이 증가하고 있음을 알 수 있다(Lee et al. 2010; KOSIS 2021).

쌀은 건조 중량의 약 90%가 전분으로 구성되어 있으며 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 이루어져 있는데, 우리나라에서 생산되는 쌀은 아밀로오스 함량이 5% 미만인 찰쌀, 5-14%인 중간찰쌀, 15-25%인 멥쌀, 25% 이상인 고아밀로오스 품종으로 분류할 수 있으며(Song et al. 2008; Lee 2013), 품종에 따라 제품특성 및 발효특성이 다르게 나타나는데 이에

따른 선행연구로는 자포니카 벼 품종의 전분특성(Song et al. 2008), 다양한 쌀의 품질분석(Kim et al. 2011), 쌀 품종의 전분 및 품질특성(Lee 2013) 등의 연구가 보고되었다.

증편은 주재료인 쌀가루에 막걸리를 첨가하여 발효시킨 후 찐 떡의 일종으로, 스펀지 같은 조직을 갖고 있어 부드러우며 소화가 잘되고 노화와 변패 속도가 느려 저장이나 보관이 용이한 우수한 전통 음식이다(Kim 2022). 증편에 대한 선행연구로는 가공적성(Choi & Kang 1994), 스타터 선발(Moon et al. 1999), 팽창제 종류(An et al. 2002), 표준 조리법 제시(Kim & Lee 1985) 등의 연구가 진행되었으며, 최근에는 증편에 기능성 재료를 첨가한 새싹귀리 분말(Cha 2021), 머랭(Kim 2022), 마끼베리(Lee 2020) 등 다양한 재료를 활용한 연구들이 보고되었다. 또한 증편 제조시 발효제로 이용되는 막걸리를 대체한 누룩(Kim 2014), Rice sourdough(Oh & Oh 2009), 프로바이오틱 유산균(Kim 2017)로 제조한 증편 연구들이 보고되었으나, 입국 및 당화액을 증편의 발효제로 활용한 연구는 미미한 실정이다.

*Corresponding author: Hyun Sook Jung, Department of Food & Cooking Science, Suncheon National University, 255 Jungang-ro, Suncheon-si, Jeollanam-do, Korea
Tel: +82-61-7503690 Fax: +82-61-7503690 E-mail: jhsook@scnu.ac.kr

증편의 주재료인 막걸리는 전분질 원료와 발효제를 주원료로 하여 발효시킨 술로, 막걸리의 발효제는 주세법에서 국(麴)과 밀술로 구분된다. 전분을 당화시킬 수 있는 효소를 포함한 재료를 말하는 국은 우리나라 고유의 전통 누룩 및 전분질 원료에 곰팡이류를 번식시킨 입국 등으로 분류할 수 있다(NTS 2000). 입국(入麴)은 일종의 개량 누룩으로 증자한 전분질 원료에 종국을 접종하여 단시간에 번식시킨 것으로, 입국의 주된 역할은 각종 효소에 의해 전분질을 분해하는 당화작용 및 단백질 분해 효소에 의해 형성되는 각종 아미노산과 효모작용에 의한 정유성분의 생성 등 술의 품질을 다양하게 하는 것이다(Kim et al. 2012). 최근 입국을 활용한 선행연구로는 무증자 쌀가루 개량누룩 첨가 막걸리(Lee et al. 2019), 당화쌀죽(Hwang et al. 2011), 쌀과 미입국의 배합 비율에 따른 쌀 당화액(Kim et al. 2013) 등 다양한 형태의 연구와 더불어 기존 전통 누룩과는 차별화된 새로운 형태의 제품을 만들기 위한 연구가 시도되고 있다.

전통적인 증편 제조 방법을 개량하여 발효원으로 젖산균 스타터(Moon et al. 1999), Wine yeast (Yu & Han 2002)를 이용한 증편 연구 등이 보고되고 있으나, 가공식품 생산의 기초 자료로 활용될 수 있는 발효원으로 쌀 품종별 당화액을 이용하여 제조한 증편에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 아밀로오스 함량이 다른 고아미4호, 새일미, 백진주 및 백옥찰 쌀을 선택한 후, 조제중국(*Aspergillus oryzae*)을 이용하여 4종류의 쌀 당화액을 만들고, 건식 쌀가루를 주재료로 한 증편을 제조하여, 증편의 품질 특성에 대한 쌀 당화액의 영향을 측정하였다. 따라서 본 연구에서는 당화액 제조에 이용된 쌀 입자의 형태적 특징, 일반성분, 아밀로오스 함량 및 호화특성을 측정하였고, 당화액의 당도와 유리당을 측정하였으며, 증편의 부피, 비용적 및 물성 등의 품질 특성을 분석하여 증편의 품질 개선을 위한 기초 자료로 제공하여, 쌀의 다양한 활용과 가공식품 개발과 쌀의 수요증진에 도움이 되고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 재료

본 실험에서 쌀 입국 제조에 이용된 재료는 신동진 품종의 쌀과 조제중국(*Aspergillus oryzae*, Chungmu Fermentation Co., Ltd., Ulsan, Korea)이었고, 당화액 제조에 이용된 쌀은 고아미4호, 새일미, 백진주, 백옥찰 등 4품종이었으며, 증편 제조에 이용된 재료는 쌀가루(Daedoo, Gunsan, Korea), 설탕(CJ, Co., Seoul, Korea), 소금(CJ, Co., Seoul, Korea), 이스트(Saf instant yeast red, Marcq-en-Baroeul, France)이며, 각각 시중에서 구입하여 사용하였다. 당화액 제조용 쌀의 이화학적 특성을 분석하기 위하여 4품종의 쌀을 제분기(실용신안등록 제 0400043호)로 분쇄하여 시료로 사용하였다.

2. 쌀의 이화학적 특성 측정

1) 쌀의 형태적 특징 측정

당화액 제조에 이용된 쌀의 품종별 외관 특성인 형태와 크기를 조사하기 위해 완전립 무게를 측정하여 천립중을 비교하였고, Caliper (500-150-20, Mututoyo, Tokyo, Japan)를 이용하여 길이, 폭을 측정하였으며, L/W값은 길이/폭으로 계산하였다. 입자의 부피는 쌀 입자를 타원형으로 가정하여 a 는 길이(mm), b 는 폭(mm)의 값으로부터 부피(mL) = $4/3\pi ab^2$ 의 식을 이용하여 계산하였다(Beyer 1978).

2) 일반성분 및 아밀로오스 함량 측정

당화액 제조에 이용된 쌀의 일반성분 분석은 AOAC법(AOAC 1984)에 따라 분석하였다. 조단백은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 직접회화법으로 각각 측정하였다. 아밀로오스 함량은 Juliano(1985)의 방법을 이용하였고, 620 nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 계산하였다.

3) 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI) 측정

당화액 제조에 이용된 쌀의 수분흡수지수(Water Absorption Index, WAI)는 쌀가루 3 g과 증류수 30 mL를 원심분리관에 넣고 30분간 진탕 교반한 후 원심분리기(MF 600R, Hanil Electric Co., Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 3,000 rpm에서 30분간 원심분리하였다. 상등액을 제외한 침전물의 무게를 평량하여 시료 g 당 흡수된 수분함량으로 표시하였다. 수분용해지수(Water Solubility Index, WSI)는 수분흡수지수 측정 시 회수한 상등액을 증발접시에 옮긴 후, 건조온도 105°C의 dry oven에서 건조시켜 얻어진 고형분의 무게를 시료에 대한 백분율로 나타내었다.

4) 호화 특성 분석

당화액 제조에 이용된 쌀가루의 아밀로그래프 호화특성은 Micro/Visco/Amylograph (Brabender Measurement & Control System, Duisburg, Germany)를 사용하여 Medcalf(1965)의 방법에 따라 분석하였다. 쌀가루 10% 현탁액을 100 mL의 용기에 넣어 30°C에서 10분간 교반한 후, 가열속도 5.0°C/min, 회전속도 250 rpm 조건으로 95°C까지 가열하였다. 95°C에서 15분간 유지한 후, 5.0°C/min 속도로 50°C까지 냉각하였다. 호화개시온도는 점도가 10 BU (Brabender Units)에 도달한 온도로 나타내었다. 이와 같이 얻은 amylogram으로부터 호화개시온도, 최고점도, 최저점도 등 amylogram 특성값을 구하였다.

3. 쌀 품종별 당화액의 이화학적 특성 분석

1) 쌀 입국 및 쌀 품종별 당화액(Rice mash) 제조

쌀 입국은 Kim et al. (2012)의 방법에 준하여 제조하였다.

신동진 품종의 쌀을 10회 세척하고 2시간 동안 수침한 후 1시간 탈수한 다음 찜통에서 50분 동안 증기로 익혀 고두밥을 만들었다. 고두밥을 잘 비벼 덩어리를 없애고 40°C가 되었을 때 조제중국을 0.25% (w/w)로 접종하고 균일하게 혼합하여 36°C의 incubator (BI-250, Hanyang Co., Seoul, Korea)에 넣어 배양하였다. 14시간 후 1차 뒤집기를 실시하고, 5시간 후에 2차 뒤집기를 하여 총 42시간 배양 후 출국하여 냉동보관 하면서 사용하였다(Lee 2012). 쌀 품종별 당화액은 취반 및 당화 2단계 공정으로 제조하였다. 먼저 쌀 입국의 전분 기질로 사용될 진밥은 4품종의 쌀에 3배의 물을 가하여 전기압력밥솥(CRP-K1060SR, Cuckoo Homesys Co., Ltd., Seoul, Korea)으로 취반한 뒤, 쌀입국 100 g과 40°C의 물 400 mL를 넣어 60°C에서 8시간 당화하여 면포로 여과한 후 시료로 사용하였다.

2) 당화액의 당도 및 pH 측정

당도 및 pH는 당화액 5 g과 증류수 45 mL를 균질기(LB-400, SMT Co., Tokyo, Japan)에서 10,000 rpm으로 30초간 균질화한 혼탁액을 실온에서 30분간 방치한 후 상등액을 취하여 당도는 당도계(PAL-1, ATAGO Co., Tokyo, Japan)로 측정하였고, pH는 pH meter (TitroLine 5000, SI Analytics, Mainz, Germany)로 측정하였다.

3) 당화액의 유리당 측정

유리당 분석을 위한 glucose, maltose, lactose, ribose 및 arabinose의 표준품은 Sigma (St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다. 시료 10 g에 증류수 90 mL를 넣어 균질기(LB-400, SMT Co., Tokyo, Japan)로 30초간 균질화하고 원심분리(10,000 rpm, 15분)한 후 상등액을 여과하여 100 mL로 정용하여 사용하였다. 시료 추출물은 0.2 µm membrane filter (Agilent Technologies, CA, USA)로 여과하여 HPLC (Agilent Technologies 1200 series, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 이때 분석 조건은 carbohydrate column (4.6×150 mm, 5 µm, Agilent Technologies), detector는 ESLD (Agilent Technologies 1200 series, CA, USA)를 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile:water (70:30, %(v/v))를 1.4 mL/min 속도로 조절하였고 추출물은 10 µL를 주입하여 분석하였다. 총 유리당 함량은 glucose, maltose, lactose, ribose 및 arabinose의 합으로 나타내었다.

4. 쌀 품종별 당화액 첨가에 따른 증편의 품질 특성

1) 증편 제조

증편 반죽의 배합비는 <Table 1>과 같다. 증편의 배합 및 제조는 Yoon(2003)의 선행연구를 기초로 하였고, 예비실험을 통해 당화액의 첨가량은 대조구의 물 첨가량의 50%로 하였으며, 1차 발효 시간은 90분, 2차 발효시간은 60분으로 결정하였다. 증편의 제조는 쌀가루에 분량의 설탕, 소금, 물 및 쌀 당화액을 넣고 반죽한 다음 35°C incubator (BI-250, Hanyang Co.)에서 90분 동안 1차 발효시켰다. 1차 발효된 반죽은 잘 섞어 공기를 빼고 60분 동안 2차 발효를 하였다. 찜통에 물을 넣고 가열하여 끓기 시작하면, 발효된 반죽을 용기(윗직경 4.5 cm, 아랫직경 3.5 cm, 높이 5 cm)에 20 g씩 넣은 다음 찜기에 넣고 강한 불에서 20분간 찌서 증편을 제조하였다. 제조된 증편은 실온에서 1시간 방냉한 후 품질 특성을 분석하였다.

2) 증편의 부피 및 비용적 측정

증편의 부피는 Campbell(1979)의 종자치환법으로 측정하였다. 즉 증편에 쌀가루를 묻힌 후 잘 털어 내고 측정 용기에 넣고 그 위에 참깨를 부은 후 스퍼툴라로 측정용기 윗면을 평평하게 깎은 후 참깨의 부피를 측정하여 증편의 부피를 구하였다. 증편의 비용적은 증편 무게에 대한 증편 부피의 비(mL/g)로 표시하였다.

3) 증편의 단면구조 측정

증편의 단면구조는 실온에서 1시간 방냉한 후 증편의 단면을 절단하여 비디오휘미경(SV-32, Sometech Co., Seoul, Korea)으로 40배율로 확대하여 증편 단면의 기공 크기와 형태를 측정하였다.

4) 증편의 색도 측정

색도는 색차계(JC 801S, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter's value L (백색도), a (적색도), b (황색도) 값을 10회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 표준평판의 색도는 L: 92.26, a: 0.59, b: 2.90이었다.

5) 증편의 물성 측정

증편의 조직감 차이를 측정하기 위해 texture analyzer (TA-XT2i, Stable Micro System Co., Surrey, UK)를 이용

<Table 1> Formula of Rice mash and Jeung-pyun

(g)

Sample ¹⁾	Rice flour	Sugar	Salt	Yeast	Water	Rice mash
Control	100	15	1	1	120	0
50	100	15	1	1	60	60

하여 TPA (texture profile analysis)로 측정하였다. 시료는 중심부분을 2 cm의 정육면체 모양으로 자른 후 압착하여 측정하였다. 측정 조건은 probe는 지름 35 mm의 원형을 사용했으며, pre-test speed 5.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s, test distance 50% 및 trigger force 10 g으로 하였으며, 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 증편의 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 씹힘성(chewiness)의 평균값을 구하였다.

5. 통계처리

연구결과는 SPSS 20.0 (IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하여 분석하였고, 측정값은 평균 및 표준편차로 나타내었다. 쌀 품종에 따른 차이를 비교하기 위하여 One-way ANOVA를 실시하였고, Duncan's multiple range test로 사후 검정하였으며, 모든 통계는 95% 유의수준에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 쌀의 이화학적 특성

1) 쌀 입자의 형태적 특징

당화액 제조를 위하여 품종이 다른 4가지 쌀 입자의 크기 및 무게를 측정한 결과는 <Table 2>와 같다. 길이와 폭의 비

(L/W)는 1.70-1.90로 고아미4호에서 높았다. 쌀 천립중의 무게는 17.68-19.32 g으로 고아미4호에서 가장 높았다. 부피는 고아미4호에서 155.29 mm³으로 새일미와 백진주에 비해 높았다. 쌀의 형태적 특성 측정 결과, 고아미4호에서 부피가 크고 무거우며, 길이와 폭의 비도 높았다. <Figure 1>과 같이 백진주와 백옥찰은 짧고 둥글며, 고아미4호는 가늘고 긴 모양을 보였다.

2) 일반성분 및 아밀로오스 함량

쌀가루의 일반성분과 아밀로오스 함량을 분석한 결과는 <Table 2>와 같다. 조단백 함량은 새일미에서 7.79%로 가장 높았고, 백진주에서 6.98%로 가장 낮았으며, 단백질 함량은 쌀의 품종, 질소 시비량 및 토양 등의 재배 조건에 의해 영향을 받게 되는데, 일반적으로 단백질 함량이 높은 쌀은 영양 면에서는 우수하나 흡수성이 저하되거나 전분의 소화 및 팽창이 억제되는 문제가 나타난다고 보고하였다(Son et al. 2002). 조지방 함량은 고아미4호에서 1.39%로 가장 높았고, 조회분 함량은 새일미에서 0.89%로 가장 높았다. 아밀로오스 함량은 4.67-34.06로 고아미4호, 새일미, 백진주 및 백옥찰 순으로 높았는데, 고아미4호는 고아밀로오스 품종으로 분류되며, 백진주는 저아밀로오스 품종으로 반찰벼의 특성을 보였다. 전분의 아밀로오스 함량은 소화와 취반 특성에 영향을 주는 인자로서, 아밀로오스 함량이 낮을수록 소화되기가 쉽고 취반했을 때 찰기가 있고 식은 후에도 부드러운 상태

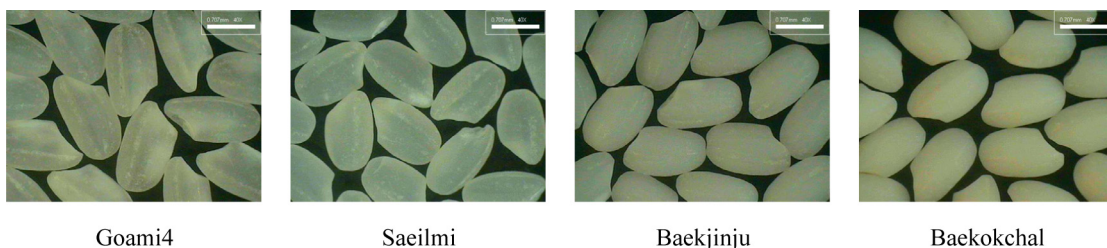
<Table 2> Physicochemical properties of various rice flours

Samples	Goami4	Saeilmi	Baekjinju	Baekokchal
L/W	1.90±0.15 ^a	1.79±0.12 ^b	1.76±0.07 ^b	1.70±0.09 ^c
Volume (mL)	155.29±19.40 ^a	134.28±15.97 ^c	135.92±14.52 ^c	144.26±14.79 ^b
Thousand grains Weight (g)	19.32±0.18 ^a	17.68±0.15 ^c	17.85±0.23 ^c	18.22±0.17 ^b
Crude protein (%)	7.23±0.03 ^b	7.79±0.01 ^a	6.98±0.08 ^c	7.75±0.02 ^a
Crude lipid (%)	1.39±0.03 ^a	1.16±0.03 ^b	1.04±0.02 ^c	1.00±0.03 ^d
Crude ash (%)	0.81±0.02 ^b	0.89±0.04 ^a	0.81±0.03 ^b	0.65±0.03 ^c
Amylose content (%)	34.06±0.30 ^a	18.61±0.24 ^b	9.14±0.61 ^c	4.67±0.16 ^d
WAI ¹⁾	1.30±0.01 ^b	1.31±0.01 ^a	1.14±0.01 ^c	1.04±0.01 ^d
WSI (%)	2.90±0.06 ^c	2.62±0.01 ^d	3.41±0.14 ^b	7.68±0.14 ^a

All values are mean±SD.

Means with different superscript within a row are significantly difference (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

¹⁾WAI: Water absorption index, WSI: Water soluble index.



<Figure 1> Photography of various rice cultivars

를 유지한다고 보고되었다(Choi 2002). 또한 쌀의 아밀로오스 함량에 따라 호화 및 노화 특성 등의 품질에 많은 차이를 보이며, 일반적으로 전분의 호화특성은 전분 입자의 크기, 지방함량 및 아밀로오스와 아밀로펙틴 구조에 의해 영향을 받는다고 알려져 있다(Song et al. 2008). 본 연구에서도 품종별 쌀의 아밀로오스 함량, 조단백, 조지방 및 조회분의 함량이 차이를 보여, 이들 품종을 이용해 쌀 당화액 제조시 가공적성에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

3) 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

쌀가루의 수분흡수지수 및 수분용해지수를 측정된 결과는 <Table 2>와 같다. 수분흡수지수는 1.04-1.31로 아밀로오스 함량이 높은 고아미4호와 새일미에서 높았고, 아밀로오스 함량이 낮은 백진주와 백옥찰에서 낮게 나타나는 경향을 보였는데, 이는 Ma(2017)의 연구에서 아밀로오스 함량이 높은 고아미와 칸토 504에서 WAI가 높게 나타났고, 아밀로오스 함량이 낮은 백진주와 추청에서 낮게 나타났다고 보고한 결과와 유사하였다. Shin et al. (2014)에서도 고아미의 수분결합력이 다른 품종에 비해 월등히 높다고 보고하여, 아밀로오스 함량이 높은 고아미4호의 수분흡수지수가 높게 나타난 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 전분의 용출 정도를 나타내는 수분용해지수는 2.62-7.68%로 백옥찰에서 가장 높았다. Lee(2013)의 연구에서도 동진찰의 수분용해지수가 가장 높았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

4) 아밀로그래프에 의한 호화 특성

쌀가루의 아밀로그래프에 의한 호화양상을 측정된 결과는 <Table 3>과 같다. 쌀가루의 호화개시온도는 61.56-68.24°C

로 백옥찰에서 가장 낮았는데, 이는 Ma(2017)의 아밀로오스 함량이 높은 고아미와 추청에서 백진주보다 호화개시온도가 높았다고 보고한 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 최고점도는 419.80-716.20 BU으로 백진주에서 가장 높았고, 최저점도도 백진주에서 285.80 BU로 가장 높았다. 냉각점도는 335.00-714.40 BU로 고아미4호에서 가장 높았고, 백옥찰에서 가장 낮았다. 냉각점도는 전분의 노화를 나타내는 값으로 전분 호화액의 냉각 시 무질서한 상태의 아밀로오스 분자로서 나란히 배열되어져 용해도가 낮은 회합체 및 겔을 형성하면서 점도가 증가되는데(Song & Shin 1991), 본 연구에서는 백옥찰에 비해 아밀로오스 함량이 높은 고아미4호에서 높은 냉각점도를 보였다. Breakdown은 백진주에서 430.60 BU로 가장 높았고, 고아미4호에서 146.20 BU로 가장 낮았다. Setback은 고아미4호에서 435.60 BU로 가장 높았고, 백옥찰에서 105.60 BU로 가장 낮았다. Kim et al. (2011)은 멥쌀 품종에 비해 찹쌀 품종인 동진찰의 호화온도와 setback이 현저히 낮았다고 보고하였고, Lee(2013)는 남일, 일품, 호품 및 신동진 등의 품종에 비해 백진주의 breakdown이 높았고, setback은 현저히 낮았다고 보고하여, 고아미4호에서 setback이 가장 높게 나타났으며, 백옥찰에서 가장 낮은 값을 나타낸 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. Setback이 큰 쌀은 아밀로오스 함량이 높고, 호화전분이 노화되기 쉬운 경향이 있어 증편 제조시 식감에도 영향을 미칠것으로 사료된다.

2. 쌀 품종별 당화액의 이화학적 특성

쌀 품종별 당화액의 pH, 당도 및 유리당을 측정된 결과는 <Table 4>와 같다. pH는 6.09-6.15로 나타났으며, 시료간에 유의한 차이는 보이지 않았다. Kim et al. (2008)의 연구에

<Table 3> Amylogram properties of various rice flours

Samples	Goami4	Saeilmi	Baekjinju	Baekokchal
Initial pasting temp. (°C)	66.32±0.69 ^b	68.24±0.57 ^a	63.86±0.93 ^c	61.56±0.50 ^d
Maximum viscosity (BU)	419.80±11.48 ^d	589.60±11.91 ^b	716.20±17.68 ^a	503.60±10.48 ^c
Minimum viscosity (BU)	274.00±1.58 ^b	251.00±1.00 ^c	285.80±6.22 ^a	226.80±5.02 ^d
Cold viscosity (BU)	714.40±8.29 ^a	489.60±1.67 ^c	518.40±6.99 ^b	335.00±5.79 ^d
Breakdown (BU)	146.20±10.43 ^d	338.60±12.14 ^b	430.60±13.26 ^a	276.40±7.50 ^c
Setback (BU)	435.60±7.20 ^a	236.00±1.00 ^b	229.80±1.30 ^c	105.60±2.51 ^d

All values are mean±SD.

Means with different superscript within a row are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

<Table 4> Sugar content, pH and Total free sugar of rice mash

Samples	Goami4	Saeilmi	Baekjinju	Baekokchal
pH	6.11±0.01	6.13±0.05	6.15±0.06	6.09±0.05
Sugar content (°Brix)	15.60±0.55 ^c	16.60±0.55 ^b	17.60±0.55 ^a	17.40±0.55 ^a
Total free sugar (%)	9.55±0.15 ^c	9.92±0.12 ^b	10.50±0.26 ^a	10.02±0.16 ^b

All values are mean±SD.

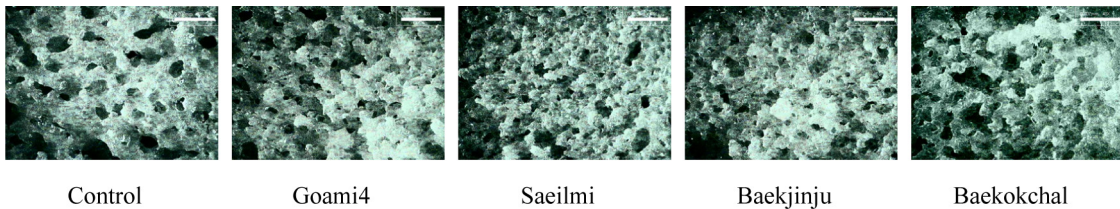
Means with different superscript within a row are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

<Table 5> Dimension and Hunter's color value of *Jeung-pyun* with rice mash of various cultivars

Samples	Control	Goami4	Saeilmi	Baekjinju	Baekokchal
Volume (mL)	30.68±0.68 ^c	36.79±1.98 ^b	39.61±0.88 ^a	38.75±2.63 ^{ab}	39.18±0.80 ^a
Specific volume (mL/g)	1.47±0.07 ^e	1.86±0.10 ^b	1.96±0.04 ^{ab}	1.93±0.13 ^{ab}	1.99±0.04 ^a
L	67.68±0.23 ^d	72.17±0.28 ^b	71.34±0.11 ^c	72.51±0.25 ^a	71.45±0.18 ^c
a	-2.55±0.17 ^b	0.09±0.42 ^a	-3.14±0.02 ^c	-3.46±0.23 ^e	-3.28±0.02 ^d
b	-0.69±0.09 ^d	1.78±0.09 ^c	2.79±0.13 ^a	2.43±0.67 ^b	1.68±0.13 ^c

All values are mean±SD.

Means with different superscript within a row are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.



<Figure 2> Micro structure of *jeung-pyun* by various rice cultivars

서도 품종에 따른 식혜의 pH는 일품을 이용한 식혜에서 낮았으며, 다른 품종들은 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 본 연구 결과와 유사하였다. 당도는 백진주에서 17.60°Brix로 가장 높았고, 고아미4호는 15.60°Brix로 유의적으로 가장 낮았다. 또한 전체 유리당 함량도 백진주에서 10.50%로 가장 높았고, 고아미4호에서는 9.55%로 가장 낮았다. Kim et al. (2008)의 연구 결과가 일품, 설갱, 백진주, 백진주1호 및 동진찰의 품종에 따른 식혜의 당도 및 유리당 분석에서도 백진주에서 높게 나타나 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

3. 증편의 품질 특성

1) 증편의 부피 및 비용적

쌀 품종별 당화액을 이용하여 제조한 증편의 부피 및 비용적을 측정한 결과는 <Table 5>와 같다. 부피는 대조구에서 30.68 mL로 나타났고, 첨가군에서는 36.79-39.61 mL로 대조구보다 크게 나타났는데, 새일미에서 가장 컸으며, Lee et al. (2004)은 쌀단백질 함량이 높은 품종에서 증편의 부피도 크게 나타난다고 보고했는데, 본 연구에서도 조단백 함량이 높은 새일미와 백옥찰에서 크게 나타나 일치하는 경향을 보였다. 비용적은 당화액이 첨가되지 않은 대조구에서 1.47 mL/g로 가장 낮았고, 첨가군에서는 1.86-1.99 mL/g로 대조구보다 높았으며, 아밀로오스 함량이 낮은 백옥찰에서 가장 높았다. Johnson(1990)은 아밀로펙틴으로 구성된 찹쌀을 이용하여 머핀을 제조한 경우 찹쌀가루의 첨가가 증가할수록 빵의 부피는 감소하였다고 보고했으나, 본 연구에서는 찹쌀인 백옥찰 당화액 증편의 부피가 아밀로오스 함량이 높은 고아미4호 당화액 증편보다 크게 나타나 일치하지는 않았는데, 이는 증편의 부피는 아밀로오스 함량 이외에도 단백질 등 여러 요소에 의해 영향을 받은 것이라고 사료된다.

2) 증편의 단면도

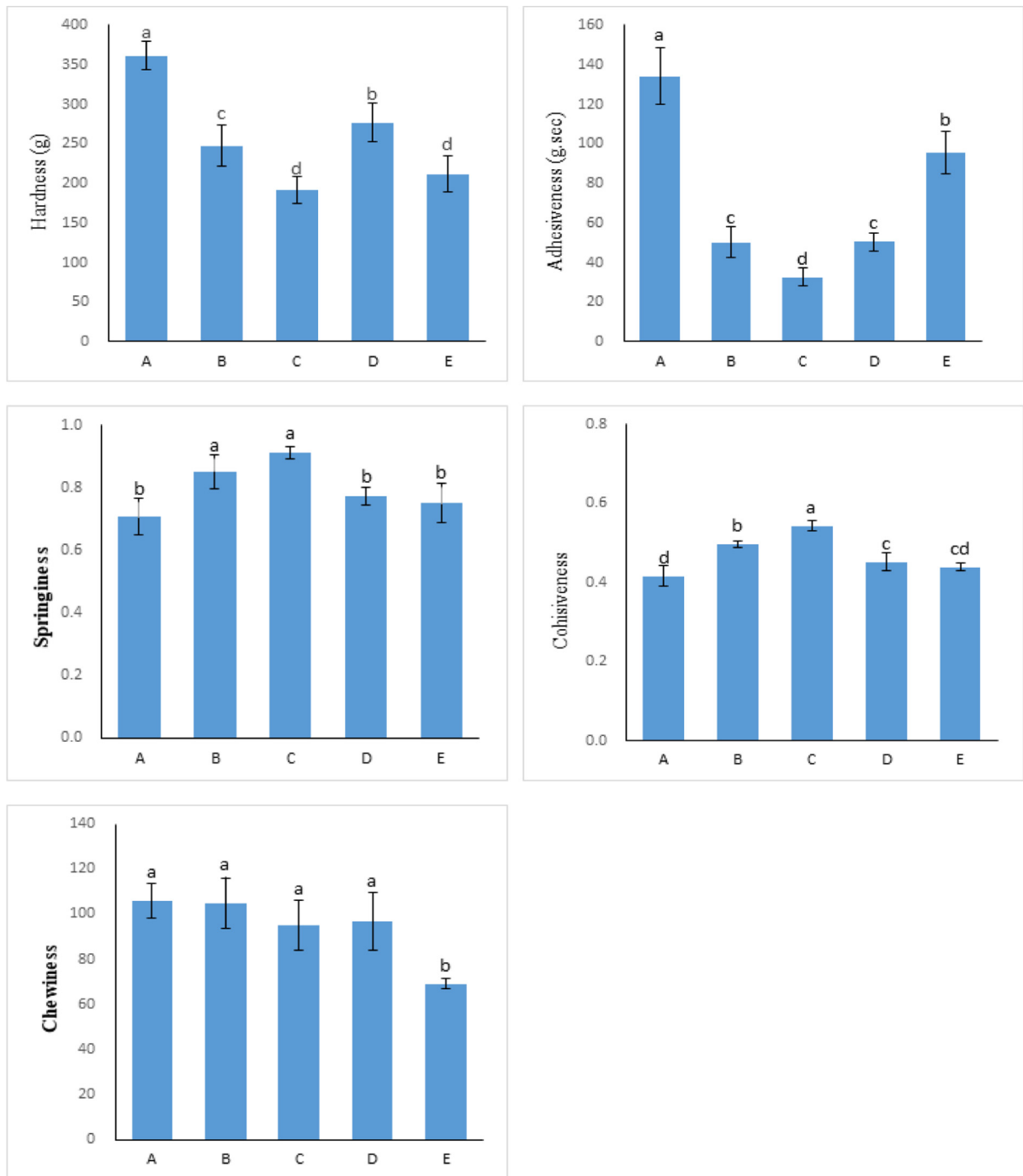
증편은 발효과정 중에 발생하는 CO₂에 의해 반죽이 팽창하고, 성형 후 가열과정을 통해 증편 특유의 스펀지 같은 조직감을 가지게 되는데, 기공의 크기를 비디오 현미경으로 측정된 결과는 <Figure 2>와 같다. 새일미로 제조한 증편이 고아미4호로 제조한 증편보다 기공의 크기는 작지만 일정한 것으로 나타났다. 고아미4호로 제조한 증편에서는 기공의 크기가 점점 커지면서 일정하지 않고 일부 큰 기공을 보였으며 불규칙하게 나타났으며, 백옥찰은 기공의 크기가 일정하지 않고 불규칙하게 나타났다. 조직감은 증편의 품질에 영향을 미치는 중요한 요소이며, 미생물로부터 얻어진 단백질, 전분 및 텍스투린 등은 증편의 망상구조에 영향을 준다(Lee et al. 2012)고 알려져 있으며, 본 연구결과 크기가 일정하지 못한 기공의 발생은 물성에 영향을 줄 것으로 사료된다.

3) 증편의 색도

증편의 색도를 측정한 결과는 <Table 5>와 같다. 증편의 밝기를 나타내는 L값은 당화액을 첨가한 시료가 대조구보다 높았는데, 새일미에서 72.51로 가장 높았고, a값은 고아미4호에서 0.09로 가장 높았으며, b값은 대조구보다는 첨가군에서 높았는데, 백진주에서 2.79로 가장 높았다.

4) 증편의 물성

증편의 물성을 측정한 결과는 <Figure 3>과 같다. 경도는 191.76-361.36 g으로 대조구에서 가장 높았고, 새일미에서 가장 낮았다. Perdon et al. (1975)은 아밀로오스 함량이 20-25% (w/w) 범위에서 CO₂를 보유하면서 부피가 크고 부드러운 조직감을 가지는 빵이 만들어진다고 보고하였고, 본 연구결과 <Table 2>에서 아밀로오스 함량은 고아미4호에서



<Figure 3> Texture characteristics of *Jeung-pyun* with rice mash of various cultivars

Bars with different letters (a-e) within textural characteristics indicate significant differences ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. A: Control, B: Goami4, C: Saeilmi, D: Baekjinju, E: Baekokchal

34.06%, 새일미에서 18.61%, 백진주에서 9.14%, 백옥찰에서 4.67%로 측정되었으며, 아밀로오스 함량이 18.61%인 새일미를 이용하여 제조한 당화액 첨가 증편 <Table 5>에서 부피가 가장 크게 증가했으며 경도 또한 낮게 측정되어 유사한 경향을 보였다. 부착성은 32.81-134.30 g.sec으로 대조구에서 가장 높았으며, 첨가군에서는 백옥찰에서 높았다. 탄력성은

0.71-0.91로 대조구에서 낮았으며, 새일미에서 가장 높았다. 본 연구결과 증편의 부피가 크고, 경도가 작은 새일미에서 탄력성은 높게 측정되었다. 응집성은 0.42-0.54로 대조구에서 가장 낮았고, 새일미에서 가장 높았다. 씹힘성은 69.11-106.05로 대조구에서 가장 높았고, 백옥찰에서 가장 낮았다. 씹힘성은 경도, 응집성 및 탄력성의 영향을 받는 것으로, 백

옥찰의 경도와 응집성 및 탄력성이 모두 낮게 측정되어 씹힘성도 낮게 나타난 것으로 사료된다.

이상의 결과로 볼 때 대조구보다 당화액 첨가군에서 경도, 부착성 및 씹힘성은 낮았고, 탄력성 및 응집성은 높았다. 입국을 첨가한 쌀 찌빕 연구에서 경도 및 씹힘성이 감소한다(Choi et al. 2012)고 보고한 결과는 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 첨가군에서는 새일미에서 경도 및 부착성은 낮았으나, 탄력성 및 응집성에서는 높았고, 씹힘성에서는 찰벼 품종인 백옥찰 이외의 품종간에는 유의적인 차이가 없었다. 이상의 연구결과에서 아밀로오스 함량이 다른 쌀을 이용하여 제조한 당화액은 증편의 품질 특성에도 영향을 미쳤다.

III. 요약 및 결론

본 연구에서는 쌀의 이용도를 높이고 쌀 가공식품의 다양화와 고급화를 위한 기초 연구로서 품종이 다른 고아미4호, 새일미, 백진주 및 백옥찰을 선택한 후 조제종국을 이용하여 4종류의 당화액을 만들어, 건식 쌀가루를 주재료로 하여 증편을 제조하고, 그 품질 특성을 비교하였다. 당화액 제조를 위한 쌀의 일반성분을 분석한 결과, 새일미에서 조단백과 조회분 함량은 높았으며, 백옥찰은 조회분 함량이 가장 낮았다. 아밀로오스 함량은 고아미4호는 고아밀로오스 품종으로 가장 높은 아밀로오스 함량을 보였고, 백진주는 저아밀로오스 품종으로 반찰벼의 특성을 보이며 함량이 낮았다. 쌀가루의 수분흡수지수는 새일미가 가장 높았으며, 수분용해지수는 백옥찰이 가장 높았다. 쌀가루의 호화특성 결과, 최고점도, 최저점도 및 breakdown는 백진주에서 높았고, 냉각점도 및 setback은 고아미4호에서 높았다. 또 최고점도 및 breakdown은 고아미4호에서 가장 낮았다. 쌀 품종별 당화액의 당도, 유리당 및 pH는 백진주에서 가장 높았다. 쌀 품종별 당화액을 첨가한 증편의 부피는 대조구 보다 높게 나타났고, 새일미에서 가장 높게 나타났다. 증편의 색도는 L값은 새일미가, a값은 고아미 4호가, b값은 백진주에서 가장 높았다. 또 증편의 물성은 대조구보다 당화액 첨가군에서 경도와 부착성은 낮게 측정되었고, 응집성은 높게 측정되었다. 씹힘성은 찰쌀인 백옥찰이외의 품종간에는 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이상의 연구결과에서 증편의 부피는 새일미에서 가장 크게 측정되었고, 경도 또한 낮게 측정되어 망상구조의 카스테라 같은 조직감에 적합할 것으로 생각된다. 본 연구에서는 쌀 품종간의 차이를 규명하여 가공적성과의 사이의 연관성을 조사하기 위해 시도되었다. 품종이 다른 4가지 쌀을 이용하여 제조한 당화액은 증편의 품질 특성에 영향을 미쳤으며, 이는 다른 쌀 가공식품의 제조에서도 품질 특성에 중요한 요소로 작용할 수 있다. 따라서 앞으로 본 연구결과를 기초로 증편의 전반적인 기호성을 고려한 증편의 상품화에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

저자정보

정인경(순천대학교 조리과학과, 박사과정 대학원생, 0000-0002-5696-7654)

정현숙(순천대학교 조리과학과, 교수, 0000-0002-2693-0906)

Acknowledgments

This work was supported by a Research promotion program of SCNU.

Conflict of Interest

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

References

- An SM, Lee KA and Kim KJ. 2002. Quality Characteristics of *Jeung-Pyun* according to the leavening agents. Korean J. Hum. Ecol., 5(1):48-61
- AOAC. 1984. Official methods Analysis 14th ed. Associations of official analytical chemists. Washington DC, USA, pp 31-47
- Beyer WH. 1978. CRC Standard Mathematical Tables. CRC Press. West palm beach. USA
- Campbell PG 1979. The experimental study of food. Houghton Mifflin, pp 459
- Cha KO. 2021. Quality Characteristics of *Jeungpyun* added with Oat Grass Powder. Culin. Sci. & Hosp. Res., 27(5):31-39
- Choi HC. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value added products. Korean J. Crop. Sci., 47:15-32
- Choi YH, Kang MY. 1994. Studies on processing adaptability of rice varieties for the preparation of *Jeungpyun*. J. East Asian Soc. Diet. Life, 4(3):67-74
- Choi YH, Lee JE, Kim EM, Park SY. 2012. Quality Changes of Steamed Rice Bread with Addition of Active Gluten and Rice *Nuruk*. Korean J. Food & Nutr., 25(2):253-258
- Hwang IK, Yang JW, Kim JY, Ryu SM, Kim GC, Kim JS. 2011. Quality Characteristics of Saccharified Rice Gruel Prepared with Different Cereal Koji. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 40(11):1617-1622
- Johnson FCS. 1990. Characteristics of muffins containing various levels of waxy rice flour. Cereal Chem., 67:114-118
- Juliano BO. 1985. Polysaccharides, proteins, and lipids of rice. Am. Assoc. Cereal Chem., USA, pp 59-120
- Kim AY. 2022. A Literature Review on Korean Rice-cakes and Quality Characteristics of *Jeung-pyeon* Added with *Meringue*. Master's degree thesis, Uiduk University, Korea, pp 1-60
- Kim HK. 2014. A Study on the Quality Properties of *Jeung-pyun*

- and Premix Product by kind of *Nuruk*, Doctor's degree thesis, Sunchon National University, Korea, pp 1-101
- Kim HR, Kwon YH, Kim JH, Ahn BH. 2011. Quality Analysis of Diverse Rice Species for Rice Products. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 43(2):142-148
- Kim JS, Lee JH, Jang YE, Kim GC, Kim KM. 2013. The Quality Characteristics of Rice Mash by Mixing Ratios of Rice and Rice Koji. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 42(12):2035-2041
- Kim JW, Kim JH, No BS, An BH, Yeo SH, Cho HC. 2012. Introduction to *Takju* and *Yakju*. Soohaksa, Korea, pp 63-70
- Kim KJ, Woo KS, Lee JS, Chun A, Choi YH, Son J, Suh SJ, Kim SL, Jeong HS. 2008. Physicochemical characteristics of *Sikhey* (Korean traditional rice beverage) with specialty rice varieties. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 37:1523-1528
- Kim MJ. 2017. Quality characteristics of *jeungpyun* containing sourdough fermented with probiotic lactic acid bacteria. Master's degree thesis, Daegu Catholic University, Korea, pp 1-63
- Kim YH, Lee HJ. 1985. The effect of partial replacement of rice flour with wheat flour and fermentation time on the characteristics of *Jeung-Pyun*. *Fam. Environ. Res.*, 23(3): 63-73
- Lee CG, Na, JH, Park SJ, Jeong JH, Kim CM, Kim BS, Han HB, Huh CK. 2019. Quality analysis of *Makgeolli* made with non-steamed rice flour *Nuruk* by various fungal strains. *Korean J. Food Pres.*, 26(7):496-504
- Lee ES, Kim KJ, Kim JH, Hong ST. 2010. A study on the development of high functional food protein ingredient from rice bran. *J. Agri. Sci.*, 37(1):61-68
- Lee HE, Lee AY, Park JY, Woo KJ, Hahn YS. 2004. Effect of rice protein on the network structure of *Jeung-pyun*. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 20:396-402
- Lee HS. 2012. The first step toward safe *Takju*&*Yakju* production. Ministry of Food & Drug Safety, Chungbuk, Korea, pp 10-20
- Lee JA. 2020. Quality Characteristics of *Jeungpyun* Added with Maqui Berry Powder. *Culi. Sci. & Hosp. Res.*, 26(12): 247-256
- Lee KJ, Choi BS, Kim HY. 2012. The Effect of Modified Starch (Acetylated Distarch Adipate) on the Quality Characteristics of *Jeungpyun*. *Korean Soc. Community Living Sci.*, 23(3):233-243
- Lee NY. 2013. Starch and Quality Characteristic of Korean Rice Cultivar with Waxy and Non-waxy Type. *Korean J. Crop. Sci.*, 58(3):226-231
- Ma EB. 2017. Quality Characteristics of Rice Paper Prepared with Different Amylose Contents. Master's degree thesis, Sunchon National University, Korea, pp 22-49
- Medcalf DG. 1965. Wheat starches. I, Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 42:558-568
- Moon HJ, Jang HG, Mok CG. 1999. Selection of Lactic Starter for the Improvement of *Jeungpyun* Manufacturing Process. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31(5):1241-1246
- NTS Technology Research Center. 2000. *Liquor Manufacture Textbook*, Korea, p 89
- Oh CH, Oh NS. 2009. Quality Characteristics of *Jeungpyun* Prepared by Rice Sourdough. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 38(9):1215-1221
- Perdon AA, Juliano BO, Banos L. 1975. Amylose content of rice and quality of fermented cake. *Starch.*, 27(6):196-198
- Shin DS, Kim HY, Hong HC, Oh SG, Yoo SM. 2014. The Effects on the Quality of *Tteokbokki tteok* by Different Types Cultivars of Rice. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 30(3):271-277
- Son JR, Kim JH, Lee JI, Youn YH, Kim JK, Hwang HG, Moon HP. 2002. Trend and further research of rice quality evaluation. *Korean J. Crop. Sci.*, 47:33-54
- Song E, Shin MS. 1991. Physicochemical properties of naked barley starches. *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, 34(2):94-101
- Song J, Kim JH, Kim DS, Lee CK, Yoon JT, Kim SL, Suh SJ. 2008. Physicochemical properties of starches in Japonica rices of different amylose content. *Korean J. Crop. Sci.*, 53:285-291
- Yoon SJ. 2003. Quality Characteristics of *Jeung-pyun* with Different Ratios of Makkulli Leaven to Water. *Korean J. Soc. Food Cook. Sci.*, 19(1):11-16
- Yu JH, Han GH. 2002. Effect of Wine Yeast, Temperature and Moisture Contents on Characteristics of *Jeung-Pyun* Batter. *Korean J. Culin. Res.*, 8(3):309-321
- KOSIS. 2021. Crop Production survey. http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/8/8, [accessed 2022.02.10]

Received October 26, 2022; revised November 16, 2022; accepted November 23, 2022