

Physicochemical properties of rice varieties for manufacturing frozen fried rice

Young Youn¹, Young-Soo Kim^{2*}

¹Division of Postharvest Engineering, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Jeonju 55365, Korea

²Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

냉동볶음밥 제조를 위한 품종별 쌀의 특성

윤영¹ · 김영수^{2*}

¹농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부, ²전북대학교 식품공학과

Abstract

Physicochemical properties of five commercial rice products were investigated in order to select the appropriate rice varieties for the preparation of frozen fried rice. Among the evaluated rice varieties, Onnuri (16.06%) had the highest amylose content, while Beakjinju (11.83%) had the lowest. The water absorption index ranged from 1.45 to 1.65 g/g. Regarding the Hunter's color values, the L and a values of all rice varieties decreased while the b value increased with freezing-storage following the cooking process. The initial pasting temperature showed no significant differences among the five rice varieties. The highest viscosity (peak, trough, and final) and setback were found in the Sindongjin, while the lowest breakdown was found in the Baekjinju variety. Hardness, chewiness, and cohesiveness of all five cooked rice varieties decreased while their adhesiveness increased after freezing-storage. Under electron microscopy scanning, pores were observed inside the tissue of frozen cooked rices manufactured from Baekjinju and Hopum varieties, while substantially smooth tissue structure was observed in Sindongjin, Onnuri, and Ilmi rice varieties.

Key words : rice varieties, frozen fried rice, water absorption index, viscosity, SEM

서 론

예로부터 쌀은 우리나라 사람의 주요 식량자원으로 우리 식생활에서 차지하는 비중이 상당히 컸다. 그러나 경제 성장과 더불어 현대인들의 생활패턴과 식생활의 변화로 쌀밥을 주식으로 하는 전통적인 형태의 식사 습관이 결식이나 빵과 같은 간편식의 대응, 육류 섭취의 증가 등으로 인하여 쌀의 소비는 점차 줄어들고 있는 실정이다. 쌀이 부족했던 1970년대 1인당 쌀 소비량이 136 kg으로 늘어나 이를 줄이

기 위하여 혼·분식을 장려한 결과 1976년 120 kg으로 감소하였으나, 1979년 135 kg으로 늘어난 후 1980년대 이후 지속적으로 감소하고 있다. 그러나, 품종 개량, 기상여건 호조 등으로 쌀 생산 단수는 2005년 490 kg에서 2009년 534 kg을 기록하여 사상 최고를 기록하였으며(1), 이에 따른 쌀의 재고량은 매년 증가하여 재고미의 저장시설 확장에 따른 비용 부담을 감수해야 하는 상황에 처해있다. 따라서 쌀의 과잉 생산을 해소하고 국산 쌀의 소비를 확대시키기 위해 다양한 쌀 가공기술과 제품개발이 요구되고 있다. 특히, 최근에는 식생활의 간편화, 개별 식사화, 소비자 기호의 다양화 등을 감안하여 통조림밥, 레토르트밥, 냉장(chilled) 밥 및 냉동밥 등 간편하고 다양한 가공밥 등이 개발되어 왔으나, 밥맛 저하 등의 품질 저하로 인하여 각광을 받지 못하였다(2). 그러나 냉동밥의 경우, 전자레인지 등의 간단한 해동처리로 갓 지은 밥 상태로 유지시킬 수 있는 장점이

*Corresponding author. E-mail : ykim@jbnu.ac.kr
Phone : 82-63-270-2569, Fax : 82-63-270-2572
Received 21 September 2015; Revised 26 October 2015;
Accepted 27 October 2015.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

있어 우리의 식생활에서 냉동식품이 차지하는 비율은 점차 높아지고 있다(3).

국내 냉동밥 시장은 2008년까지 400억원 규모로 가공용 전체 소비량의 2%정도로 미약하고 소비자 인식도 낮은 수준이었지만 매년 시장규모가 확대되고 있어 품질 및 원가 경쟁력을 확보할 경우 시장이 확대될 가능성이 높으며 일본을 비추어 보아도 2천억원대 시장까지 증가될 것으로 예상하고 있다(4). 그러나 현재까지 대부분의 연구들이 단순히 밥 맛이 좋은 간편식 가공밥 개발에 국한되어 있어 밥과 반찬을 함께 먹는 우리나라의 식생활 문화에서는 아쉬움이 남는다. 따라서 편의성을 갖춘 완전조리식품 형태의 한식 별미밥 개발의 필요성이 절실하다.

현재까지 쌀의 취반특성과 관련된 연구로는 쌀의 수화속도와 취반특성(5,6), 아밀로오스 함량(7,8), 취반 시 이화학적 특성 및 관능검사(9-11) 등이 보고되었고(12), 냉동기술과 관련된 연구로는 취반 및 해동방법과 관련된 냉동밥 특성(3,13), 쌀가루의 품질특성(14,15), 냉동건조 이유식 관련(16), 쌀가루 냉동반죽 제조와 관련된 쌀빵 품질 특성(17,18) 등에 관한 연구가 보고되었다.

본 연구에서는 냉동볶음밥 제조를 위한 선행연구로서 현재 시중에 유통되고 있어 구입이 용이하고 사람들의 선호도가 높은 5품종(신동진, 백진주, 온누리, 호품 및 일미)의 쌀을 선택하여 이들에 대한 성분분석을 통하여 추후 개발될 냉동볶음밥 연구에 적합한 쌀 품종 선정에 기초자료로 사용하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험을 위해 대형마트(Jeonju)에서 유통 중인 5품종(신동진, 백진주, 호품, 온누리 및 일미)의 쌀을 구입하여 4°C에서 보관하면서 사용하였고, 분석 중 쌀가루 형태의 시료는 분쇄하여 100 mesh sieve에 통과시켜 사용하였다. 분석을 위한 취반미는 쌀 시료를 흐르는 물에 3회 수세하여 30분 정도 물에 담근 뒤, 전기압력밥솥(CRP-FA0621 MR, CUCKOO, Korea)에 쌀 부피의 동량의 물을 넣고 백미 기능에서 자동 조리하였고, 냉동 저장용 취반미는 취반된 밥을 지퍼락 더블지퍼백(Ziploc® Brand freezer bags, 17.8×20.3 cm, SC Johnson INC., Korea)에 200 g씩 포장하여 -20°C에서 2주간 냉동 보관한 뒤, 실온에서 해동시켜 분석에 사용하였다.

일반성분 분석

5품종의 쌀 시료에 대한 일반성분 분석은 다음과 같다. 즉, 수분은 105°C 상압건조법, 단백질은 Kjeldahl법, 지방은 Soxhlet법 그리고 회분은 직접회화법으로 각각 측정하였다(19).

아밀로오스 함량 측정

아밀로오스 함량은 Juliano의 방법(20)에 따라 정량하였다. 즉, 100 mg의 쌀가루에 95% ethanol 1 mL과 1 N NaOH 9 mL를 넣어 향온수조(100°C)에 10분간 호화시킨 뒤 100 mL로 정용한 다음, 그 중 5 mL를 취해 1 N acetic acid 1 mL를 첨가하여 중화시켰다. 그 후 2% I₂-KI 2 mL를 첨가하고 100 mL로 정용한 다음, 20분간 실온에서 발색시켜 UV spectrophotometer(UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 620 nm에서 측정하였다. 이 때 potato amylose(Sigma, Louis, MO, USA)로 표준곡선을 작성하여 쌀의 아밀로오스 함량을 산출하였다.

수분흡수지수 측정

5품종의 쌀 시료에 대한 수분흡수지수(water absorption index, WAI) 측정은 Medcalf와 Gilles의 방법(21)을 변형하여 사용하였다. 즉, 시료 0.5 g을 coming tube에 담아 증류수 10 mL를 첨가한 뒤, 상온에서 1시간 동안 10분 간격으로 vortexing하였다. 반응시킨 샘플을 15,000 rpm에서 30분간 원심분리 한 뒤, coming tube를 뒤집어 20분 정도 상온에 방치한 다음 증가된 수분의 양으로부터 수분흡수지수를 구하였다(22).

$$WAI = \frac{\text{Hydrated sample wt.} - \text{Dry sample wt.}}{\text{Dry sample wt.}}$$

색도 측정

시료(쌀알)의 색도는 표준백색판(L=95.73, a=0.15, b=2.82)으로 보정된 colorimeter(JP/TC-3600, Denshoku Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 L값(명도), -a값(녹색도) 및 b값(황색도) 측정하였다.

호화 특성 측정

호화 특성은 시료 3 g(수분함량 14% 기준)에 증류수 25 mL을 분산시켜 rapid visco analyzer(RVA, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 사용하여 측정하였다. 분석은 50°C로 맞춘 RVA에서 1분간 빠르게 교반시킨 다음, 분당 12°C씩 올리면서 95°C까지 가열하고 이 상태에서 2.5분간 유지시킨 후 다시 분당 12°C씩 내리면서 50°C로 냉각시켜 2분간 유지하여 점도곡선을 얻었다. 이 때 얻어진 곡선으로부터 호화개시온도(pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최저점도(trough viscosity), 최종점도(final viscosity)를 측정하고, 이들 값으로부터 breakdown 및 setback 값을 구하였다.

물성 측정

5품종의 쌀에서 냉동저장 처리에 따른 물성 변화를 확인

하고자 texture analyzer(TA XT Plus, Stable Micro System, Godalming, UK)를 사용하여 분석하고, 분석을 위한 시료는 품종별로 취반하여, 취반미와 그것을 2주간 냉동저장 한 취반미로 나누고 냉동저장된 시료는 상온에서 해동시킨 후 사용하였다. 분석조건은 trigger load 5 kg, deformation rate 70%, speed 1 mm/sec, probe 4 mm, pre-test 5 mm/sec, post-test speed 10 mm/sec로, 1회당 밥알 20개 이상 반복측정하고 통계 처리하여 결과로 사용하였다.

미세구조 관찰

5품종의 쌀의 냉동저장 처리에 따른 미세구조 변화를 확인하기 위하여 품종별 쌀을 취반하여 취반미와 그것을 2주간 냉동저장 한 취반미로 나누어, 취반미는 취반 직후 그리고 냉동저장 한 취반미는 실온에 해동시켜 동결건조하고, 종단으로 절단하여 gold-platinum으로 코팅시켜 주사전자현미경(SN-3000, Hitachi, Tokyo, Japan)으로 미세구조를 관찰하였다.

결과분석

실험을 통하여 얻은 결과들은 SAS program으로 ANOVA와 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

본 연구에 사용된 5품종(신동진, 백진주, 호품, 온누리, 일품)의 쌀에 대한 일반성분 결과는 Table 1과 같다. 즉, 수분함량은 백진주(11.0%)를 제외한 나머지 품종간의 유의적 차이는 없었고, 조단백질 함량도 5.88~6.53% 범위로 품종 간 유의적 차이를 보이지 않았다. 조지방 함량은 호품(0.34%)이 가장 낮은 값을 나타낸 반면, 백진주(0.85%)가 가장 높은 값을 나타내었다. 회분 함량은 0.33~0.48% 범위로, 이 중 신동진과 일미에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 일반성분 중 수분함량과 단백질 함량은 쌀의 밥맛을 판정하는 중요한 인자로, 특히 단백질 함량은 쌀의 식미와

Table 1. The proximate composition of five rice varieties

Variety of rice	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Crude ash (%)
Sindongjin	12.6±0.01 ^{a1)}	6.49±0.09 ^a	0.48±0.08 ^b	0.48±0.03 ^a
Baekjinju	11.0±0.00 ^b	6.53±0.18 ^a	0.85±0.15 ^a	0.33±0.02 ^b
Hopum	12.5±0.00 ^a	6.26±0.14 ^a	0.34±0.06 ^c	0.37±0.01 ^b
Onnuri	12.4±0.00 ^a	5.58±0.06 ^a	0.47±0.12 ^b	0.33±0.02 ^b
Ilmi	12.6±0.00 ^a	5.88±0.04 ^a	0.61±0.11 ^b	0.46±0.05 ^a

¹⁾The present data were expressed mean±SD. Different letters indicate significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

부의 상관관계를 가지는데, 단백질 함량이 지나치게 높은 품종은 쌀알의 색택이나 흡수성이 떨어질 뿐 아니라 전분의 호화 및 팽화가 억제되어 찰진 품질의 밥을 선호하는 우리나라 사람들의 기호에는 부정적으로 작용하고 있다(23). 본 연구에서 사용한 시료의 단백질 함량은 일반 쌀의 단백질 함량 범위에 속하여 취반 시 식미에 부정적 영향을 없을 것으로 판단된다.

아밀로오스 함량 및 수분흡수지수

본 연구에 사용된 5품종의 쌀에 대한 아밀로오스 함량과 수분흡수지수에 대한 결과는 Table 2와 같다. 즉, 품종별 쌀의 아밀로오스 함량은 11.83~16.06% 범위로, 이 중 백진주(11.83%)가 가장 낮은 값을 나타낸 반면, 온누리(16.06%)가 가장 높은 값을 나타내었다. 일반적으로 쌀의 아밀로오스는 식미에 중요한 요소로 작용한다고 알려져 있으며(24), 아밀로오스 함량이 높은 쌀은 응집성이 없고 단단한 반면에, 아밀로오스 함량이 낮은 쌀은 응집성이 있고, 부드러운 물성을 가진다고 보고되어 있다(25). 따라서 아밀로오스 함량이 낮은 쌀을 사용하여 볶음밥을 제조할 경우, 냉동과 해동과정에서 밥알들이 서로 응집됨으로써 해동을 어렵게 만들고, 해동 후에도 지나치게 질퍽거리 볶음밥의 품질을 떨어뜨릴 수 있는 문제가 예상된다. 결과적으로 아밀로오스 함량이 가장 낮은 백진주의 경우, 냉동볶음밥 제조에는 적합하지 않을 것으로 판단된다.

5품종의 쌀에 대한 수분흡수지수는 1.45~1.65 g H₂O/g으로 온누리 품종의 수분흡수지수가 유의적으로 낮았다. 일반적으로 곡물의 수분흡수율은 취반 시 밥의 조직감 등에 영향을 주어 수분흡수율이 낮을 경우 밥의 식미치를 떨어뜨린다고 보고된 바 있다(26). 따라서, 취반 전 침치 과정을 통한 수분 흡수는 취반 시 전부입자 내 열 전도를 용이하게 하고, 호화에 필요한 수분을 균일하게 분포시키는데, 이때 수분흡수가 불충분하게 되면 쌀 내부까지 수분이 충분하게 침투되지 않게 되어, 가열시 쌀 표면부터 호화되기 시작하여 내부로의 열전달이 어렵기 때문에 표면은 질고, 내부는 된밥이 되는 것으로 알려져 있다(5).

Table 2. Amylose content and water absorption index of five rice varieties

Variety of rice	Amylose (%)	Water absorption index (g H ₂ O/g)
Sindongjin	15.27±0.19 ^{b1)}	1.60±0.6 ^a
Baekjinju	11.83±0.32 ^c	1.65±0.9 ^a
Hopum	14.67±0.60 ^b	1.63±0.5 ^a
Onnuri	16.06±0.05 ^a	1.45±0.8 ^b
Ilmi	15.05±0.36 ^b	1.64±0.4 ^a

¹⁾The present data were expressed mean±SD. Different letters indicate significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

색 도

식품의 색은 기호성과 밀접한 관련이 있으며, 상품의 가치는 물론 식품의 신선도를 판별하는 요인 중 하나로, 본 연구에서는 냉동저장으로 인한 품종별 쌀의 색도 변화를 확인하고자 5품종의 쌀, 밥 그리고 2주간 냉동저장시킨 밥에 대한 색도 변화를 확인하였고, 그 결과는 Table 3과 같다. 즉, 명도(L)의 경우, 쌀이 85.97~87.81로, 밥(55.66~58.13) 및 냉동저장된 밥(57.05~62.09)의 명도보다 높은 값을 나타내었고, 품종별로는 쌀과 밥에서는 품종간 유의적 차이가 없는 반면, 냉동저장된 밥의 경우 호품, 온누리 및 일미가 유의적으로 높았다. 쌀의 녹색도(-a)는 -2.50~-2.32로, 밥(-3.47~-3.33) 및 냉동저장된 밥(-3.26~-2.71)에서 쌀과 비교하여 낮았으며, 밥의 황색도(b)는 3.59~5.34으로 쌀(5.70~6.65)과 비교하여 낮은 반면, 냉동저장된 밥(4.69~8.51)에 비해 높은 값을 나타내었다. 또한, 품종별로는 취반 및 냉동저장된 밥에서 백진주의 황색도가 다른 품종에 비해 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 냉·해동 과정 중 전분의 노화가 진행되고 이로 인한 전분분자들의 재결합이 쌀의 명도를 떨어뜨리며, 취반 시 가열온도가 갈변반응을 촉진시켜 황색도를 증가시키는 것으로 알려져 있다(3).

Table 3. Color values of five rice varieties

Variety of rice	Color			
	L	a	b	
Raw rice	Sindongjin	86.66±0.00 ^{ab1)}	-2.39±0.00 ^a	5.70±0.00 ^b
	Baekjinju	87.81±0.01 ^a	-2.32±0.01 ^a	6.24±0.00 ^a
	Hopum	85.97±0.00 ^a	-2.37±0.04 ^a	6.65±0.01 ^a
	Onnuri	86.64±0.12 ^a	-2.41±0.01 ^a	6.18±0.00 ^a
	Ilmi	86.76±0.00 ^a	-2.50±0.01 ^a	5.91±0.00 ^b
Cooked rice	Sindongjin	55.66±0.04 ^a	-3.42±0.03 ^a	3.74±0.04 ^b
	Baekjinju	57.13±0.01 ^a	-3.34±0.00 ^a	5.34±0.03 ^a
	Hopum	56.47±0.09 ^a	-3.44±0.05 ^a	3.69±0.27 ^b
	Onmuri	56.87±0.01 ^a	-3.47±0.00 ^a	3.59±0.02 ^b
	Ilmi	58.13±0.02 ^a	-3.33±0.00 ^a	3.78±0.01 ^b
Frozen stored cooked rice	Sindongjin	57.05±0.61 ^b	-2.71±0.15 ^a	4.69±0.00 ^c
	Baekjinju	57.76±0.96 ^b	-2.83±0.15 ^a	8.51±0.00 ^a
	Hopum	60.37±0.81 ^a	-3.16±0.13 ^b	5.02±0.00 ^b
	Onmuri	62.09±1.53 ^a	-2.89±0.18 ^a	5.89±0.00 ^b
	Ilmi	61.03±0.92 ^a	-3.26±0.10 ^b	5.82±0.00 ^b

¹⁾The present data were expressed mean±SD. Different letters indicate significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

호화특성

5품종의 쌀에서 RVA를 이용하여 측정된 호화특성은 Table 4와 같다. 호화개시온도는 온도가 증가함에 따라 점

도가 증가하기 시작하는 온도로 품종 간 유의적 차이가 없었다. 최고점도는 신동진(131.21 RVU)이 가장 높았고, 호품(85.09 RVU)이 가장 낮았으며, 최저점도는 신동진(80.25 RVU)이 가장 높았고, 백진주(51.78 RVU)가 가장 낮았다. 또한, 최종점도는 가열이 중지되고 냉각이 되는 단계에서 일어나는 과정으로 이때 아밀로오스와 같은 전분 분자들이 다시 재결합하여 점도가 증가한다고 보고되었으며(24), 본 연구에서는 신동진(150.63 RVU)이 가장 높았고 백진주(90.83 RVU)가 가장 낮았다. 강하점도는 가공중의 안정도를 나타내는 지표로, 아밀로오스 함량과 부의 상관 관계가 있다고 보고된 바 있으며(25), 백진주(60.72 RVU)가 가장 높은 반면, 호품(27.92 RVU)이 가장 낮았다. 전분의 노화경향을 나타내는 수치인 치반점도는 백진주가 39.06 RVU로 다른 품종의 쌀(63.88~70.38 RVU)에 비해 현저히 낮은 수치를 나타내어 노화가 더디게 진행됨을 예상할 수 있었다. 특히, 신동진 품종은 본 연구에서 사용한 시료 중 가장 낮은 호화온도와 가장 높은 최고 및 최종점도를 나타내었다. 이는 낮은 호화온도와 높은 최고 및 최종점도를 가진 품종일수록 식미가 양호하다는 기존의 보고(27)로 미루어 볼 때, 시료 중 신동진 품종이 냉동볶음밥 제조에 가장 적합할 것으로 예상된다.

물성 특성

냉동볶음밥 제조에 앞서 냉동저장으로 인한 품종별 쌀의 물성 변화를 확인하고자 5품종의 쌀을 취반하여 밥과 2주간 냉동저장한 밥으로 분류하여 물성변화를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 경도는 2주간 냉동저장한 밥이 냉동저장 전의 밥보다 감소하였는데, 이는 냉·해동과정에서의 전분 조직의 손상이 드립수 발생으로 이어져 전분 조직 내의 수분 함유량을 감소시켜 나타난 결과로 생각되며, Park 등(28)은 경도의 높고 낮음이 수분의 함유량과 관련이 있다고 보고한 바 있다. 품종별 밥의 경도는 아밀로오스 함량이 높을수록 더 단단한 물성을 가진다는 보고(24)와 같이 아밀로오스 함량이 가장 높은 온누리가 가장 높게 나타났고, 아밀로오스 함량이 가장 낮은 백진주가 가장 낮은 값을 나타내었다. 부착성(adhesiveness)은 신동진을 제외한 나머지 품종들에서 냉동 저장한 밥에서 냉동 저장 전의 밥보다 증가하였는데, 이는 취반 직후 밥에 남아있던 잉여 수분에 의한 영향으로 생각되며, 냉·해동 과정을 통해 잉여 수분이 감소하여 밥의 부착성이 좋아졌을 것으로 생각된다. 씹힘성(chewiness)은 냉장 저장으로 인해 모든 품종에서 낮아졌으며, 백진주의 경우는 냉동 저장 전·후 모두에서 유의적으로 낮았다. 응집성(cohesiveness)은 냉동 저장 전의 밥이 0.53~0.63%, 냉동 저장한 밥이 0.50~0.60%로 모든 품종에서 냉동 저장으로 인해 감소하였으나, 품종별 유의적 차이는 없었다. 쌀은 가열 및 냉장 등의 물리적 과정 등을 통해 부피팽창이 일어나는데, 이러한 부피팽창은 쌀의 아밀로오

Table 4. Rapid visco analyser (RVA) data for five rice varieties

Variety of rice	Pasting temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Final	Break-down	Setback
Sindongjin	67.33±0.43 ^{a1)}	131.21±0.13 ^a	80.25±1.00 ^a	150.63±3.21 ^a	50.96±0.88 ^b	70.38±2.21 ^a
Baekjinju	68.37±1.38 ^a	112.5±2.34 ^b	51.78±0.75 ^d	90.83±3.42 ^d	60.72±2.98 ^a	39.06±2.71 ^d
Hopum	68.83±0.83 ^a	85.09±4.06 ^c	57.17±3.11 ^c	121.04±3.96 ^c	27.92±1.50 ^c	63.88±1.38 ^c
Onnuri	68.48±1.18 ^a	91.13±0.80 ^d	58.63±0.21 ^c	124.04±0.46 ^c	32.50±0.58 ^d	65.42±0.25 ^{bc}
Ilmi	70.43±1.58 ^a	103.30±1.63 ^c	67.67±1.53 ^b	135.88±0.46 ^b	35.63±0.63 ^c	68.21±0.54 ^{ab}

¹⁾The present data were expressed mean±SD. Different letters indicate significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 5. Changes in the texture properties of cooked and frozen-stored cooked rice varieties

Variety of rice	Hardness (g)	Springiness (%)	Adhesiveness (g)	Chewiness (g)	Cohesiveness (%)	
Cooked rice	Sindongjin	814.19±288.44 ^{a1)}	0.96±0.10 ^a	-2.11±3.02 ^a	545.39±224.21 ^a	0.63±0.08 ^a
	Baekjinju	463.82±77.33 ^b	0.93±0.09 ^a	-13.06±13.99 ^a	238.23±162.23 ^a	0.53±0.07 ^a
	Hopum	772.33±24.34 ^a	0.89±0.13 ^a	-2.72±1.98 ^a	415.06±188.68 ^a	0.59±0.07 ^a
	Onnuri	10000.14±389.49 ^a	0.91±0.12 ^a	-5.21±3.83 ^a	495.54±265.20 ^a	0.63±0.06 ^a
	Ilmi	819.24±138.45 ^a	0.95±0.12 ^a	-3.09±1.68 ^a	586.40±307.57 ^a	0.58±0.09 ^a
Frozen stored cooked rice	Sindongjin	576.55±163.89 ^b	0.97±0.08 ^a	-4.78±2.29 ^a	507.52±127.71 ^a	0.60±0.05 ^a
	Baekjinju	293.33±111.40 ^c	0.90±0.10 ^a	-5.11±2.27 ^a	136.±76.69 ^c	0.50±0.06 ^a
	Hopum	617.92±122.44 ^a	0.58±0.11 ^b	-2.17±0.90 ^a	288.56±72.02 ^b	0.53±0.03 ^a
	Onnuri	725.96±233.84 ^a	0.92±0.11 ^a	-1.35±0.85 ^a	374.93±148.50 ^b	0.56±0.05 ^a
	Ilmi	654.61±212.29 ^a	0.89±0.11 ^a	-1.05±0.67 ^a	318.15±140.44 ^b	0.53±0.04 ^a

¹⁾The present data were expressed mean±SD. Different letters indicate significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

스 함량과 관계가 있으며, 전분립을 둘러싸고 있는 배유부의 세포벽 물질 또는 단백질들이 이러한 전분의 팽창을 억제한다. 일반적으로 단단하고 찰기가 적은 밥일수록 세포벽의 붕괴정도가 적고, 부드럽고 찰진 밥일수록 세포벽의 붕괴정도가 크다고 알려져 있어(29), 다른 품종에 비해 찰성이 높은 백진주의 경우는 전분의 팽창으로 인한 세포벽의 붕괴정도가 크기 때문에 다른 품종들에 비해 물성의 변화가 크게 나타났을 것으로 생각된다.

미세구조

5품종의 쌀에 냉동저장 조건이 구조적 특성에 미치는 영향을 확인하기 위하여 주사전자 현미경을 이용하여 품종별 쌀들의 미세구조를 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. Fig. 1A는 쌀 전분의 종단면을 절단하여 배유의 중심부위를 확인한 그림으로 모든 품종에서 전분립 모양이 불규칙한 다면체의 전분입자들이 복립 전분체내에 겹겹이 채워져 있으며, 복립전분체들 사이에 단백질과 섬유상의 막 물질로 추정되는 물질들이 위치하였다. 그 중 신동진 및 온누리리는 횡단면이 비교적 매끄럽고 전분입자들의 각이 무딘 반면, 백진주의 횡단면은 울퉁불퉁하게 굴곡이 많고 다른 품종보다 조직이 치밀하게 채워져 있으며, 전분입자들에서 다각

형의 각이 뚜렷하였다. 또한, 취반 직후 밥의 미세구조(Fig. 1B)는 쌀의 횡단면에서 나타났던 울퉁불퉁한 굴곡들이 사라져 매끄러운 단면을 나타내었으며, 횡단면 군데군데 호화과정에서 물이 끓어 생긴 물길이나 공기방울로 인한 구멍을 확인할 수 있었으나 취반으로 인한 품종별 차이는 없음을 확인할 수 있었다. 반면에, 취반 후 냉동저장한 밥의 미세구조(Fig. 1C)는 취반 전 쌀의 구조에서 관찰된 입자 형태는 희미해지고 울퉁불퉁하던 종단면도 밋밋해져 있었으며, 백진주 및 호품에서는 취반 및 냉동저장 과정에서 생성되었을 것으로 추정되는 빙결정으로 인해 조직 내에 기공을 형성한 것으로 판단된다. 이는 취반 및 냉해동 과정 중 발생하는 가열이 쌀 입자 표면에 순간적으로 작용하여 내부 수축이 발생하고, 이로 인해 내부 수분이 외부로 용이하게 증발하지 못하게 되어 입자 내부에 기공을 형성하였을 것으로 여겨진다(30).

이상의 결과로부터 냉동볶음밥 제조를 위한 적합 품종으로는 경도 및 아밀로오스 함량이 상대적으로 높아 조직이 단단하여 열처리나 냉동조건에서도 조직에 손상이 적은 것으로 확인된 신동진, 온누리 및 일미 품종이 향후 냉동볶음밥 제조에 적합한 품종일 것으로 판단되나, 5품종 쌀에 대한 냉동특성 및 냉동곡선 등에 대한 조사가 보강되어야 할 것으로 것으로 사료된다.

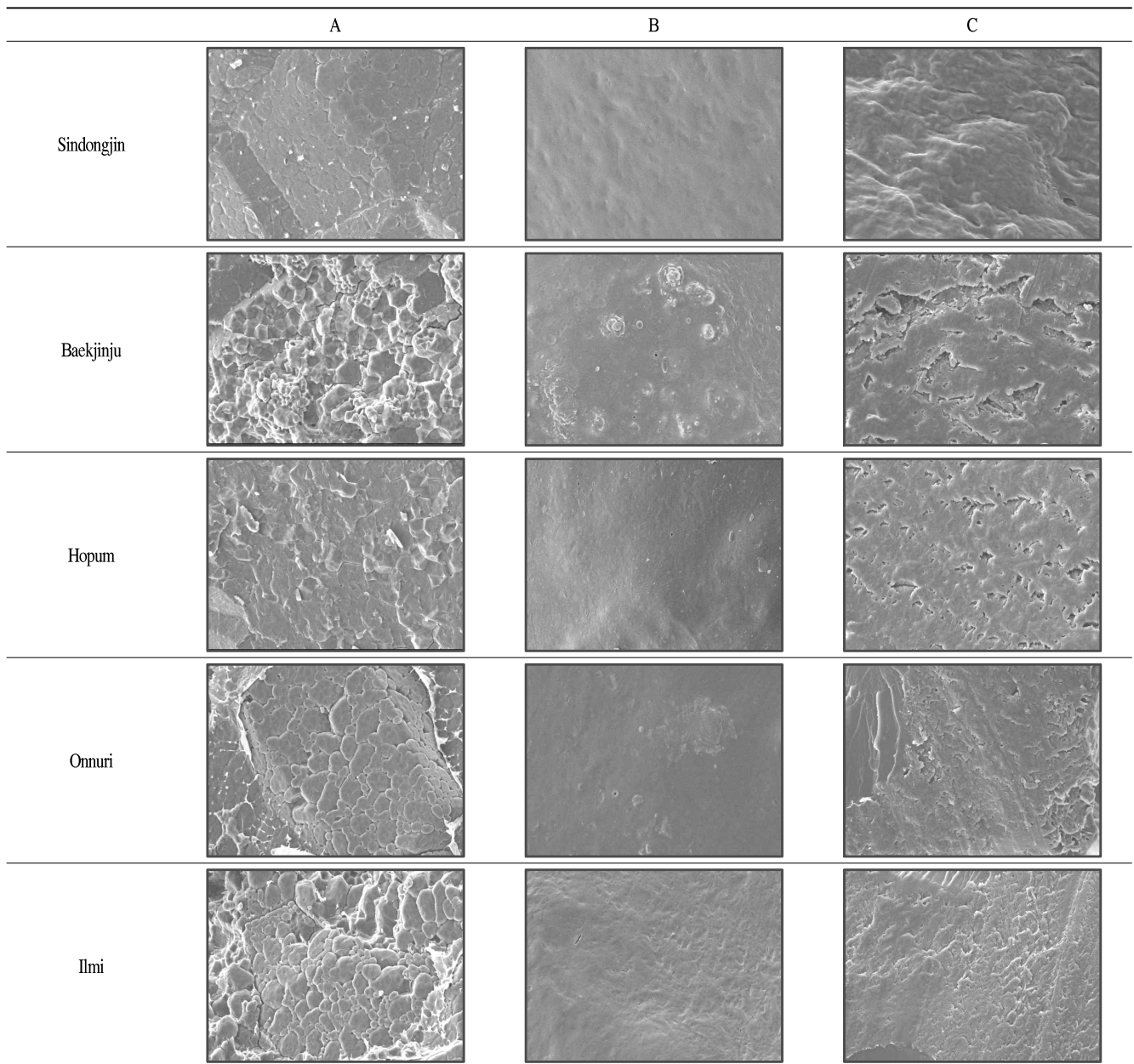


Fig. 1. Scanning electron micrographs ($\times 1000$) of cross-sectioned raw rice and frozen-stored cooked rices.

A, uncooked raw rice grain; B, cooked rice; C, frozen stored cooked rice for 2 weeks at 18°C .

요 약

냉동볶음밥 제조를 위한 선행 연구로 품종별 쌀(신동진, 백진주, 호품, 온누리 및 일미)에 대한 품종 특성을 조사하여 추후 냉동볶음밥 연구에 적합한 품종을 선정하고자 하였다. 품종별 쌀에 대한 일반성분 분석에서는 품종별 유의적 차이는 없었다. 품종별 쌀의 아밀로오스 함량은 온누리가 가장 높은 반면 백진주가 가장 낮았으며, 수분흡수지수는 온누리가 유의적으로 낮았다. 색도는 취반 및 냉동저장으

로 인해 명도 및 적색도는 감소하였으나 황색도는 높아졌으며, 품종별로는 백진주의 황색도가 증가하였다. 5품종 쌀의 호화특성을 살펴본 결과, 최고점도, 최저점도, 최종점도 및 치반점도는 신동진이 가장 높았고, 강하점도는 백진주가 가장 높았다. 품종별 쌀의 물성변화는 냉동 저장으로 인하여 경도, 씹힘성 및 응집성은 감소한 반면, 부착성은 증가하였고, 품종별로는 신동진, 온누리 및 일미에서 냉동 저장으로 인한 물성변화가 가장 적었다. 주사전자현미경을 통한 품종별 쌀들의 미세구조를 살펴본 결과, 백진주 및 호품에

서 냉동저장 및 해동과정에서 영향을 받았을 것으로 추정되는 조직 내 기공이 관찰된 반면, 신동진, 온누리 및 일미에서는 비교적 온전한 조직 구조를 관찰할 수 있었다. 이상의 결과로부터 냉동볶음밥 제조를 위한 적합 품종으로는 취반 및 냉동저장을 통해 색도, 물성, 소화특성 및 미세구조에서도 큰 영향을 받지 않은 신동진, 온누리 및 일미 품종이 적합할 것으로 판단된다.

References

1. Min BK, Hong SH, Shin MG, Jung J (1992) Study on the determination of the amount of added water for rice cooking by extrusion test of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol*, 26, 98-101
2. Choi HW, Chung KM, Kim CH, Bail MY (2006) Physicochemical properties of cross-linked rice starches. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 49, 49-54
3. Oh MS (1997) Eating qualities of frozen cooked rice on the thawing condition. *Inter J Human Ecol*, 35, 147-157
4. Won YJ, Oh SK (2014) Development of process using technology and rice varieties for aseptic-packaged cooked rice. *Food Sci Ind*, 47, 71-79
5. Kum JS, Lee CH, Baek KH, Lee SH, Lee HY (1995) Influence of cultivar on rice starch and cooking properties. *Korean J Food Sci Technol*, 27, 365-369
6. Kim SK, Jeon SJ, Kim K, Chae JC, Lee JH (1984) Tentative classification of milled rice by sorption kinetics. *J Korean Agric Chem Soc*, 27, 204-210
7. Jang KA, Shin MG, Hong SH, Min BK, Kim KO (1996) Classification of rices on the basis of sensory properties of rice cooked rices and the physicochemical properties of rice starches. *Korean J Food Sci Technol*, 28, 44-52
8. Kim ZU, Lee KH, Kim DY (1972) Studies on the quality of Korean rice. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol*, 15, 65-75
9. Kim WJ, Kim CK, Kim SK (1986) Evaluation comparison of sensory quality of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol*, 18, 38-41
10. Kim HY, Kim KO (1986) Sensory characteristics of rice cooked with pressure cookers and electric cookers. *Korean J Food Sci Technol*, 18, 319-324
11. Han GJ, Park HY, Lee HY, Park YH, Cho YS (2008) Cooking techniques to improve the taste of cooked rice : optimal cooking conditions for top rice cultivars. *Korean J Food Cookery Sci*, 24, 188-197
12. Mun SH, Kim JG, Shin MS (2004) Cooking properties of rices produced in Naju. *Korean J Human Ecol*, 7, 11-19
13. Ha JY (2004) Study on physicochemical characteristics of cooked rice with additives. MS Thesis. Ewha Womans University, Seoul, Korea
14. Chung KM (1993) Effects of mugwort on physicochemical properties, paste, and gel of rice flour. *Korean J Food Sci Technol*, 25, 626-631
15. Lee IO (2003) Quality characteristics of mandupi with rice flour. MS Thesis. Chonnam National University, Gwangju, Korea
16. Kim KO, Choi HJ (1995) Optimization of the preparation of rice-based infant foods using freeze drying process. *Korean J Food Sci Technol*, 27, 680-689
17. Kim CH (2007) Optimization of conditions for the enzymatic preparation of retrogradation-restrained rice flour and frozen dough. MS Thesis. Seoul National University, Seoul, Korea
18. Kim KE, Lee YT (2009) Effect of additives in making frozen rice dough on the quality of rice bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 1438-1443
19. AOAC (1990) Official method of analysis. 15thed, Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA, p 8-35
20. Juliano BO (1971) A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci Today*, 16, 334-340
21. Medcalf DG, Gilles KA (1965) Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem*, 42, 558-568
22. Han MR, Chang MJ, Kim MH (2007) Investigation of physical property change in modified rice starch by ultra fine pulverization. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 50, 160-166
23. Choi HC, Hong HC, Nahm BH (1997) Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in japonica rice. *Korean J Breed*, 29, 15-27
24. Juliano BO (1985) Polysaccharides, protein and lipid of rice. In: *Rice Chemistry and Technology*, Juliano BO (Editor), Am Assoc Cereal Chem, St Paul, MN, USA, p 59
25. Rho ES, Ahn SY (1989) Texture of cooked rice and molecular weight distribution of rice amylose. *Korean J Food Sci Technol*, 21, 486-491
26. Kim YD, Ha UG, Song YC, Cho JH, Yang EI, Lee JK (2005) Palatability evaluation and physical characteristics of cooked rice. *Korean J Crop Sci*, 50, 24-28

27. Kwon YW, Lee EW, Lee BW (1990) Climate, soil and cultural technology of the areas producing high quality rice in Korea with emphasis on the difference between Ichon and other region. RDA J Crop Sci, 33, 291-303
28. Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS (2012) Cooking quality characteristics of cooked rice of Yenipsambab with pigmented rice. Korean J Food Preserv, 19, 185-192
29. Oh KS, Na HS, Lee YS, Kim K, Kim SK (2002) Texture of cooked milled added waxy black rice and glutinous rice. Korean J Food Sci Technol, 34, 213-219
30. Jang MY, Min SG, Cho EK, Lee MY (2014) Effects of microwave thawing conditions on the physicochemical characteristics of frozen rice. Food Eng Prog, 18, 366-373