

즉석 누룽지의 이화학적 특성

박영희[†] · 오영준

동신대학교 식품생물공학과

The Physicochemical Characteristics of Instant Nuroong-gi

Young-Hee Park[†] and Young-Jun Oh

Dept. of Food and Biotechnology, Dongshin University, Naju 520-714, Korea

Abstract

To develop the Instant Nuroong-gi in a short reconstitution time, we made puffed Instant Nuroong-gi samples and investigated their physicochemical characteristics. The Nuroong-gi was prepared using a Japonica variety with three different cooking conditions: steam cooker(process A), pressure cooker (process B) and cabinet cooker(process C). The Instant Nuroong-gi is produced by adding water to the Nuroong-gi which is broken into the size of 0.5~1.0cm. The amount of the added water is 40% of the weight of the broken Nuroong-gi. And it was puffed at 160~170°C for 30 seconds. The water binding capacity of Instant Nuroong-gi samples was 7.2 at process A, 6.5 at process B and 6.6 at process C. The total sugar content of Instant Nuroong-gi samples in hot water reached at the highest level at 3-minute cooking time. Through the sensory evaluation by a panelists, we discovered that Instant Nuroong-gi prepared by a steam cooker showed the highest roasted nutty taste, hardness, stickiness and overall acceptability. And Instant Nuroong-gi prepared by a pressure cooker showed the highest color, clearness, and roasted nutty flavor. Correlation coefficients between overall acceptability and other sensory attributes of Instant Nuroong-gi indicated that hardness had the most significant correlation to sensory evaluations. When we compared the results of color test with those of sensory evaluation of Instant Nuroong-gi prepared by three different cookers, we discovered that panelists preferred yellow Instant Nuroong-gi prepared by a pressure cooker. We found some morphological properties of Instant Nuroong-gi as a result of the comparison of the crystalization by a X-ray diffraction analysis and the observation of the shapes by a the scanning electron micrographs.

Key words: Instant Nuroong-gi, physicochemical characteristics

서 론

최근 우리나라의 쌀 수급상황은 미작기술의 발달로 쌀의 증산은 이룩하였으나 경제발전과 국민소득의 향상으로 인한 식생활 양상의 변화 때문에 취반용 쌀 소비가 감소되어 다양한 쌀 가공식품 개발이 요청되는 시점이다. 이에 적극적인 쌀 소비 방안으로 주식 중심인 우리 고유의 식단 지키기, 쌀밥 중심의 표준식단에 의한 학교급식, 쌀 가공식품의 개발 보급 등에 관해 많은 노력을 기울이고 있다. 그러나 우리나라의 경우 쌀 가공식품 이용률은 주류용으로 사용되는 쌀을 합해서 5% 미만에 불과한 실정이므로(1) 맛있고 편리한 쌀 가공식품의 다양한 개발 및 이용 방안에 대한 적극

적인 검토가 절실히 요망된다. 쌀 가공식품의 다양화를 위해서는 쌀을 원료로 하는 전통식품의 발굴 개발 및 쌀을 부분적으로라도 이용하는 복합가공식품의 개발에도 심혈을 기울여야 할 것이다(2).

또한 생활의 간편화에 맞추어 본 연구진은 취반조건에 따른 복원력이 빠른 누룽지 개발에 관한 연구(3)를 보고한 바 이어서 누룽지 고유의 풍미를 지니며 식감도 우수한 즉석 누룽지의 제조조건을 찾고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 즉석밥에 관한 연구(4-14)를 참고로 하여 일반 건조된 누룽지에 수분을 일정량 보유시키고 고압조건에서 수초간 팽화시켜 즉석 누룽지를 제조하였으며, 복원력이 빠른 즉석 누룽지의 이화학적 특성 및 관능적 특성과 형태학적 특성을 알아보고

[†]To whom all correspondence should be addressed

위하여 즉석 누룽지의 물 결합능력, 총당 함량, 관능 검사, 색도 측정, 주사전자 현미경에 의한 즉석 누룽지 가루의 형상 및 X-선 회절도에 의한 결정성을 취반 조건별로 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

즉석 누룽지 제조에 사용한 쌀은 전남 나주시에서 생산된 1994년산 청결미(동진벼)로서 나주시 남평농협에서 구입하여 사용하였다.

즉석 누룽지의 제조

즉석 누룽지의 제조는 서 등(3)이 보고한 취반조건에 따른 복원력이 빠른 누룽지의 제조방법에 따라 지름 20cm 크기의 누룽지를 제조한 다음 약 0.5~1.0cm의 크기로 분쇄하였고 지름 7cm의 동그란 판이 부착된 수동식 팽화기계(1.2kgf/cm²)를 제작하여 판 위에 분쇄한 누룽지 약 9g과 누룽지 무게의 40%에 해당하는 수분을 첨가한 후 160~170°C 온도에서 30초 동안 팽화시켜 지름 8cm 크기인 즉석 누룽지를 얻었는데(Fig. 1) 이의 외관형태는 한쪽 면은 밥알이 눌러진 형태였고 다른 면은 밥알이 부풀어 팽창된 모양이었다(Fig. 2).

즉석 누룽지의 수분함량

취반조건을 달리하여 제조한 누룽지와 이를 팽화시

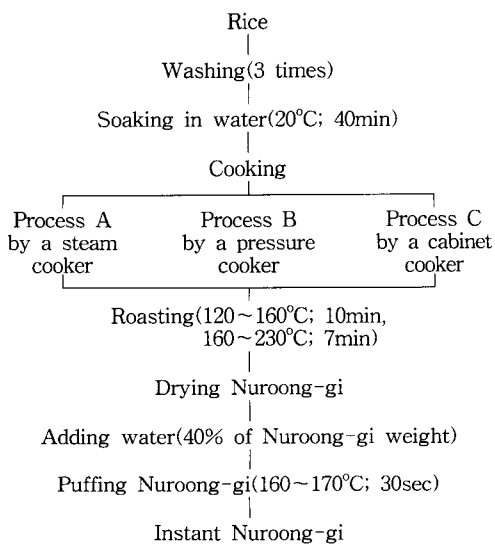


Fig. 1. Flow sheet of Instant Nuroong-gi processing.

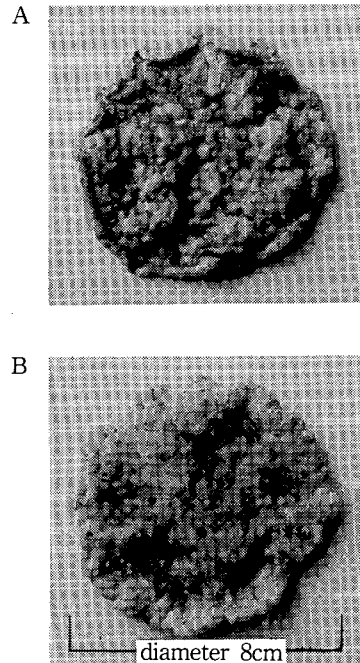


Fig. 2. The external appearance of Instant Nuroong-gi. A: Fore side, B: Back side

킨 즉석 누룽지의 수분 함량을 105°C의 오븐건조법으로 측정하였다(15).

즉석 누룽지의 가열중 총당의 측정

0.5~1.0cm의 크기로 분쇄한 즉석 누룽지 3g을 100ml 삼각플라스크에 취하고 열수 30ml를 가하여 90°C의 수욕조에 시료가 담긴 삼각플라스크를 넣은 다음 1, 2, 3, 4, 5분 동안 유지시켰다. 시료를 2,000×g에서 20분간 원심분리한 다음 동양여지(No.2)로 여과한 후 상징액의 가용성 물질인 총당 측정은 페놀-황산법(16)으로 측정하였고, 글루코오스 표준곡선(Y=0.0687X-0.0004)에 의하여 구하였다.

즉석 누룽지의 물 결합능력

물 결합능력은 Medcalf와 Gilles의 방법(17)을 변형하여 즉석 누룽지가루(30메쉬) 0.5g에 증류수 30ml를 가한 후 자석 교반기를 사용하여 실온에서 1시간 동안 잘 저어준 다음, 미리 무게를 잰 원심관에 넣고 3,000×g에서 30분간 원심분리 후 상징액을 제거하고 침전된 누룽지 가루의 무게를 칭량하여 시료 누룽지가루와의 증량비로 계산하였으며 쌀가루의 물 결합능력을 대조군으로 삼아 비교하였다.

즉석 누룽지의 관능검사

동신대학교 식품영양학과 4학년 학생 23명을 관능 검사원으로 선정하여 이들에게 실험의 목적을 설명하고 미리 각 특성치에 대해 반복하여 훈련시킨 다음 3개 조로 조를 편성하고 직경 0.5~1.0cm 크기로 분쇄한 즉석 누룽지 30g을 끓는 물 250ml에 붓고 뚜껑을 하여 3분 후에 시료를 제공하였다. 한개의 시료의 평가가 끝나면 입안을 물로 헹구어 1~2분 후에 다른 평가를 하였다. 관능검사의 평가항목은 외관으로 색과 용액의 탁한 정도를 나타내었고, 향미로서는 구수한 냄새와 구수한 맛을 보았으며 조직감은 견고성과 점착성을 그리고 전체적인 기호도 등 모두 7개 항목에 대하여 평가하도록 하였다. 평가방법은 5점 척도법에 준하였고, 얻어진 점수로 누룽지간의 각 특성치에 대하여 분산분석하여 Duncan 다중범위 검정(18,19)으로 유의성을 검정하였고, 누룽지의 전체적인 기호도와 각 특성치간에 Pearson 상관관계를 구하였다.

즉석 누룽지의 표면 색도 측정

즉석 누룽지의 황색도를 색차계(Chromameter CR-200, Minolta)로 3회에 걸쳐 분석하였으며 이때 표준색도값은 백색판을 기준으로 L(명암도)=99.46, a(적색도)=+0.01, b(황색도)=+2.10이었다.

X-선 회절도에 의한 즉석 누룽지 결정도 비교

즉석 누룽지의 결정도 비교는 X-ray diffractometer (X-ray D/Max 1200 Rigaku Co. Japan)를 사용하여 회절각도(2 θ) 40 $^{\circ}$ ~0 $^{\circ}$ 까지 회절시켜 관찰하였다(20).

주사전자 현미경에 의한 즉석 누룽지 입자의 형상

누룽지와 즉석 누룽지 입자의 형상과 표면형태는 주사전자 현미경(Scanning Electron Microscope, JEOL JSM-35, Japan)으로 1,000배와 3,500배로 확대하여 관찰하였다.

결과 및 고찰

즉석 누룽지의 수분함량

즉석 누룽지의 수분 함량은 Table 1과 같이 취반조건에 따라 11.0~11.7%로 누룽지의 수분 함량인 11.9~14.5% 보다 더 낮은 수분 함량을 나타냈는데 이것은 즉석 누룽지를 팽화시킴에 따라 수분이 증발한 것으로 저장측면에서 볼 때 일반 누룽지 보다 저장기간이 증

Table 1. Moisture contents of Instant Nuroong-gi (%)

Cooking conditions	Instant Nuroong-gi
Steam cooker	11.2
Pressure cooker	11.0
Cabinet cooker	11.7

가할 것으로 생각된다.

즉석 누룽지의 가열중 총당 함량

0.5~1.0cm 크기로 분쇄한 즉석 누룽지에 10배량의 물을 넣고 90 $^{\circ}$ C에서 1~5분 동안 가열했을 때 즉석 누룽지의 용출액 중 총당 함량의 변화는 Table 2와 같다. 취반조건에 따른 즉석 누룽지의 총당은 가열 3분에서 압력솥 취반이 3.70%, 다단식 증기솥 취반이 3.05%, 찜솥 취반이 3.04%로 최대 용출량을 보였는데 이는 누룽지의 가열 5분대에 나타난 최대 총당 함량값 1.00~1.36%(3)에 비해 약 1.5~3배에 해당하는 용출량이었다. 즉석 누룽지의 제조과정에서 누룽지를 고온 팽화시킴에 따라 쌀의 다당류의 열가수분해로 인해 덱스트린과 소당류의 함량이 증가되어서 누룽지의 가열조건에 따라 훨씬 짧은 시간에 즉석 누룽지의 총당 함량이 많은 양 용출된 것으로 생각된다.

즉석 누룽지의 물 결합능력

즉석 누룽지의 물 결합능력은 Table 3에서와 같이 쌀가루의 물 결합능력인 2.6 보다 상당히 높은 물 결합능력을 가진 것으로 나타났다. 취반조건에 따라서는 찜솥 취반이 7.2인데 쌀가루의 2.8배로서 가장 높은 물 결합능력을 보였으며, 다단식 증기솥 취반이 6.6으로 쌀

Table 2. Changes in total sugars of Instant Nuroong-gi during heating (%)

Cooking conditions	Heating time(min)				
	1	2	3	4	5
Steam cooker	1.29	1.80	3.04	2.69	3.05
Pressure cooker	1.35	1.44	3.70	2.37	2.47
Cabinet cooker	1.35	1.73	3.05	2.35	2.40

Table 3. Comparison of water binding capacity of Instant Nuroong-gi

Cooking conditions	WBC ¹⁾ ratios
Steam cooker	7.2(2.8) ²⁾
Pressure cooker	6.5(2.5)
Cabinet cooker	6.6(2.5)

¹⁾Water binding capacity

²⁾WBC ratios by weight compared with rice flour

가루의 2.5배이고 압력솥 취반이 6.5로 쌀가루의 2.5배 이었다. 그리고 즉석 누룽지의 물 결합능력은 누룽지의 6.1~6.4의 물 결합능력(3) 보다 큰 것으로 나타났다.

즉석 누룽지의 관능검사

취반조건을 달리하여 팽화시킨 즉석 누룽지 3종류에 대해 관능특성 차이를 관능검사원들에 의해서 기호도 조사한 것을 분산분석하여 Duncan 다중범위 검정을 실시한 결과는 Table 4에 나타내었다. 찜솥 취반은 구수한 맛, 견고성, 점착성, 전체적인 기호도가 높게 나타났다. 압력솥 취반의 경우는 색, 탁한 정도, 구수한 냄새의 관능특성치가 높게 나타났다.

또한 즉석 누룽지의 관능특성치들이 전체적인 기호도를 어느 정도 설명해 주는지 알아보기 위하여 전체적인 기호도와 다른 특성치간에 Pearson 상관관계를 계산한 결과는 Table 5에서와 같이 견고성이 가장 높은 상관관계를 보여 견고성이 높은 시료의 경우 전체적인 기호도가 좋게 나타났으며, 다음으로 구수한 맛과 점착성에서 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 팽화시킨 즉석 누룽지 3종류의 관능특성 차이를 본 결과, 찜솥 취반이 다른 조건에 비해 좋은 기호도를 보였으며, 전체적인 기호도와 관능특성치 간에는 견고성이 가장 높은 상관관계를 보여, 견고성이 높아 딱딱하면서도 씹힘성이 느껴지는 누룽지를 선호하는 경향을 나타내었다. 전보(3)에서 팽화시키지 않고, 취반조건을 달리하여 제조한 누룽지에 대해 관능특성을 조사한 결과, 압력솥 취반과 다단식 증기솥 취반의 누룽지와는 달리 찜솥 취반의 누룽지에서는 관능특성치들이 다른 취반조건에 비해 낮은 결과를 나타내었는데, 이 시료들을 팽

화시켜 제조하였을 때는 오히려 다른 취반조건에 비해 전체적인 기호도가 높게 나타나, 찜솥 취반 누룽지를 팽화시켜 식품산업에 이용하면 좋을 것으로 여겨진다.

즉석 누룽지의 표면 색도 측정

즉석 누룽지의 색도는 Table 6과 같이 다단식 증기솥 취반의 황색도(b)가 +19.08의 값으로 가장 진하게 나타났으며 다음 압력솥 취반이 +15.52, 찜솥 취반이 +13.57의 값을 보였다.

즉석 누룽지의 색도 측정 결과와 관능검사 결과를 비교해 보면 관능검사 항목 중 0.1% 이내에서 유의성을 보인 색에 있어서 압력솥 취반 누룽지 색을 가장 선호하는 것으로 보아 일반적으로 너무 진하거나 연하지 않은 황색을 선호하는 것으로 나타났다.

X-선 회절도에 의한 즉석 누룽지의 결정도 비교

즉석 누룽지의 X-선 회절도는 Fig. 3과 같이 찜솥 취반이 23.40°에서 피이크를 보였고 압력솥 취반이 18.02°에서 피이크를 보였으며 다단식 증기솥 취반에서는 강한 피이크를 보이지 않았다. 즉석 누룽지의 결정도는 취반조건간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나 15.10°와

Table 6. Comparison of colors of Instant Nuroong-gi prepared by various cookers

Samples	L	a	b
Steam cooker	87.47	+1.13	+13.57
Pressure cooker	85.26	+2.45	+15.52
Cabinet cooker	81.71	+3.82	+19.08

number of samples: 3

Table 4. Analysis of variance and Duncan's multiple range test to sensory evaluation of Instant Nuroong-gi

Characters	Color	Clearness	Roasted nutty flavor	Roasted nutty taste	Hardness	Stickiness	Overall acceptability
Steam cooker	2.94±0.90 ^b	3.24±0.75 ^b	3.41±1.18 ^a	3.41±1.33 ^a	4.00±0.94 ^a	3.65±0.93 ^a	3.29±0.99 ^a
Pressure cooker	4.29±0.92 ^a	4.06±1.09 ^a	3.47±1.07 ^a	2.94±0.90 ^a	3.00±0.61 ^b	2.76±0.83 ^b	3.24±0.83 ^a
Cabinet cooker	2.65±0.79 ^b	2.76±1.03 ^b	3.47±1.23 ^a	3.06±0.90 ^a	3.06±0.90 ^b	3.06±0.66 ^b	2.94±0.97 ^a
F-value	10.67 ^{****}	5.20 ^{**}	0.15	0.56	5.53 ^{***}	3.76 [*]	0.46

Data: X(Mean Value)±S.D.(Standard Deviation)

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005, ****p<0.001

Means not sharing common superscript letters in the same column are significantly different

Table 5. Pearson correlation coefficients between overall acceptability and other sensory attributes of Instant Nuroong-gi

Sensory attributes	Color	Clearness	Roasted nutty flavor	Roasted nutty taste	Hardness	Stickiness
Overall acceptability	0.52 ^{**}	0.50 [*]	0.52 ^{**}	0.59 ^{**}	0.66 ^{**}	0.56 ^{**}

*p<0.0002, **p<0.0001

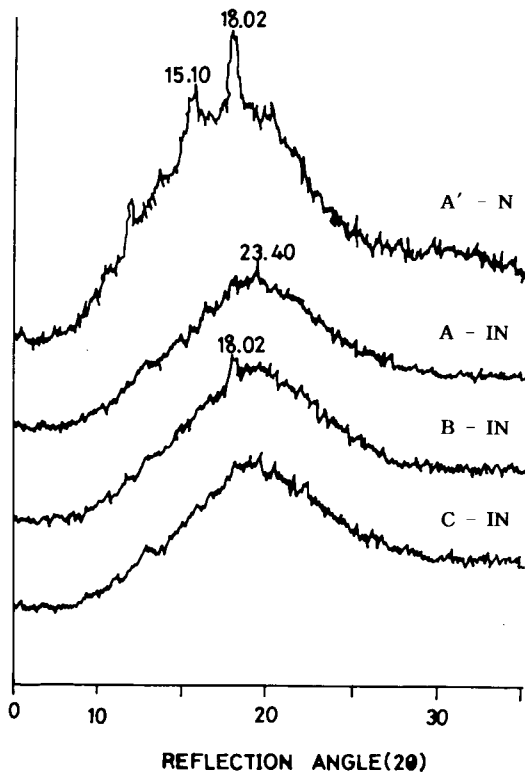


Fig. 3. X-ray diffraction pattern of Nuroong-gi and Instant Nuroong-gi flour.
 A'-N: Nuroong-gi made by a steam cooker.
 A-IN: Instant Nuroong-gi made by a steam cooker.
 B-IN: Instant Nuroong-gi made by a pressure cooker.
 C-IN: Instant Nuroong-gi made by a cabinet cooker.

18.02°의 피크를 보인 찜솥 취반 누룽지의 결정도(21)와 비교할 때 전반적으로 완만한 피크를 보여 누룽지보다 호화가 더 잘된 것으로 보였다.

주사전자 현미경에 의한 즉석 누룽지 입자의 형상

주사전자 현미경으로 관찰된 누룽지와 즉석 누룽지 가루의 형태는 Fig. 4와 같다. 누룽지 입자의 형상은 Fig. 4의 A, B, C와 같이 눌러진 층모양인데 이는 누룽지를 굽는 공정 중 고온에서 압착이 됨에 따라 쌀알내부의 입자 형태가 밀착되어 나타난 것으로 보이며 쌀전분이고온 열처리되어 호정화되는 과정을 보여주는 것으로 사료된다. 반면에 즉석 누룽지 입자의 형상은 Fig. 4의 D, E, F와 같이 주사전자 현미경으로 1,000배와 3,500배로 확대하여 관찰하였을 때 2~10 μ m의 크기인 작고 큰 조각들로 일정한 모양이 없이 이루어졌으며 열수처리시 균열된 조직 사이로 물이 잘 흡수 팽윤될 것으로 보였다. 취반조건에 따라서 비교하면 찜솥 취반조건 즉석 누룽지는 1,000배 확대에서는 느슨한 구조를 갖

는 것을 확인할 수 있었는데 이것은 즉석 누룽지의 물 결합능력 결과에서 가장 큰 값을 보인 결과와도 일치하였다. 국내외의 팽화시킨 쌀 및 누룽지의 주사전자 현미경에 대한 기존의 보고는 찾을 수 없었지만 1991년 Lee와 Osman(14)은 쌀의 취반 및 식미특성에 영향을 주는 요인들을 검토하고자 전자현미경에 의한 배유세포내 구조적 변화로 쌀의 호화도를 설명한 바 있다. 김 등(4)은 취반방법이 즉석밥의 품질에 미치는 영향을 알아보고자 주사전자 현미경으로 관찰한 쌀밥의 미세구조의 차이를 air cell의 모양으로 판단할 수 있다고 보고하였는데 즉석 누룽지의 복원성은 취반조건에 따른 즉석밥의 복원성과 일치하지는 않았다. 그 이유는 즉석 누룽지의 제조조건은 즉석밥과 다르며 굽기, 건조, 팽화의 단계에서 받은 쌀전분의 텍스처화 현상이 일어났기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 현상은 수분 함량이 20% 이하인 옥수수를 가압팽화시키면 텍스처화가 된다는 보고(22)에서도 확인되었다.

요 약

취식시 복원력이 빠른 즉석 누룽지의 최적 제조조건을 찾기 위하여 누룽지를 팽화시켜 즉석 누룽지를 제조하고 즉석 누룽지의 이화학적 성질을 비교 분석하며 기호도 조사 결과를 토대로 생산 현장에 효과적인 활용 방안을 제시하고자 수행하였다. 즉석 누룽지는 찜솥, 압력솥, 다단식 증기솥 취반으로 취반조건을 달리하여 취반한 후 누룽지형틀에서 누룽지를 제조한 다음, 0.5~1.0cm의 크기로 분쇄한 누룽지 무게의 40%에 해당하는 수분을 첨가하여 160~170°C에서 30초간 팽화시켜 얻었다. 세가지 취반조건 즉석 누룽지의 물 결합능력은 6.5~7.2이고 총당 함량은 3분에서 최대 용출량을 보였다. 관능검사 결과, 찜솥 취반의 즉석 누룽지에서는 구수한 맛, 견고성, 점착성, 전체적 기호도가 높게 나타났으며 압력솥 취반의 경우 색, 탁한 정도, 구수한 냄새의 관능특성치가 높게 나타났다. 전체적인 기호도와 관능특성치 간에는 견고성이 가장 높은 상관관계를 보였으며 색도 측정 결과와 관능검사 결과를 비교했을 때 관능검사원들은 압력솥 취반 누룽지의 중간 황색을 선호하는 것으로 나타났다. 즉석 누룽지의 X-선 회절도에 의한 결정도 비교와 주사전자 현미경에 의한 입자의 형상을 관찰한 결과로 즉석 누룽지의 형태학적 특성을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 1994년도 통상산업부의 산학협동 연구과

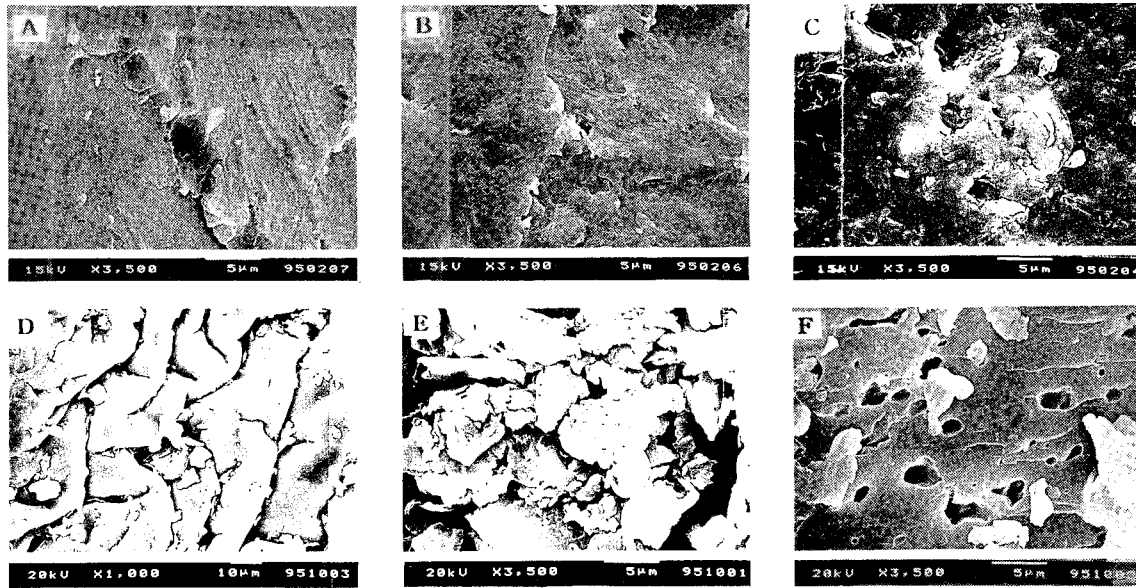


Fig. 4. Scanning electron micrographs of Nuroong-gi and Instant Nuroong-gi flour.

A: Nuroong-gi made by a steam cooker(Bars: 5µm), B: Nuroong-gi made by a pressure cooker(Bars: 5µm), C: Nuroong-gi made by a cabinet cooker(Bars: 5µm), D: Instant Nuroong-gi made by a steam cooker(Bars: 10µm), E: Instant Nuroong-gi made by a pressure cooker(Bars: 5µm), F: Instant Nuroong-gi made by a cabinet cooker(Bars: 5µm).

제 연구비를 지원받아 수행한 내용의 일부이며 이에 감사드립니다.

문헌

1. 이현유 : 연구 개발되고 있는 쌀 가공식품. 월간 식생활, 12, 38(1988)
2. 강미령 : 한국전통 쌀 가공식품에 관한 문헌적 고찰. 한국작물학회지, 38, 85(1993)
3. 서용광, 박영희, 오영준 : 취반조건에 따른 복원력이 빠른 누룽지 개발에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 25, 58(1996)
4. 김정상, 이현유, 김영명, 신동화 : 취반방법이 즉석 쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 19, 480(1987)
5. 이태현, 박정희, 김동민, 임종환 : 즉석건조쌀밥의 건조 후 밥알분리 및 품질에 미치는 예열건 처리 효과. 한국식품과학회지, 23, 593(1991)
6. Carlson, R. A., Roberts, R. L. and Farkas, D. F. : Preparation of quick-cooking rice products using a centrifugal fluidized bed. *J. Food Sci.*, 41, 1177(1976)
7. Ozai-Durrani, A. K. : Quick-cooking rice and process for making same. U.S. Patent 2, 438, 939(1948)
8. Flynn, C. E. and Hollis, F. Jr. : Production of quick-cooking rice. U.S. Patent 2, 720, 460(1955)
9. 김동관, 김명환, 김병용 : 건조방법이 복원된 즉석밥의 물리적 성질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 22, 443(1993)
10. Ando, M., Minami, J. and Takada, M. : Process for producing instant-cooking rice. U.S. Patent 4, 233, 327

- (1980)
11. Keneaster, K. K. and Newlin, H. E. : Process for producing a quick-cooking rice or other starch vegetable. U.S. Patent 2, 813, 796(1957)
12. Lewis, D. A., Lewis, V. M. and Lewis, J. M. : Quick cooking rice. Australian Patent 262, 788(1965)
13. Smith, D. A., Rao, R. M., Liuzzo, J. A. and Champagne, E. : Chemical treatment and process modification for producing improved quick-cooking rice. *J. Food Sci.*, 50, 926(1985)
14. Lee, Y. E. and Elizabeth, M. O. : Physicochemical factors affecting cooking and eating qualities of rice and the ultrastructural changes of rice during cooking. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 20, 637(1991)
15. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 16th ed., Association of official analytical chemists. Arlington, Virginia, U.S.A., Vol. 2, p.32(1995)
16. Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F. : Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28, 350(1956)
17. Medcalf, D. F. and Gilles, K. A. : Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 42, 558(1965)
18. 이철호, 채수규, 이신근 : 식품공업품질관리론. 광림문화사, p.130(1989)
19. SAS Institute In. : *SAS User's Guide ; Statistic*. 5th ed., SAS Institute Cray, N.Y., U.S.A.(1985)
20. Biliaderis, C. S., Grant, D. R. and Vose, J. R. : Strural characterization of legume Starches.II. Studies on

- acid treated starches. *Cereal Chem.*, **58**, 502(1981)
21. 서용광 : 취반조건에 따른 누룽지의 이화학적 특성. 동
신대학교 석사학위논문(1996)
22. Owusu, A. J., Vandervoort, F. R. and Stanley, D. W. :

Effect of extrusion variables on product moisture and
extrusion crystallinity of corn starch. *J. Food Sci.
Technol.*, **15**, 257(1982)

(1996년 9월 30일 접수)