

압출성형기법에 의해 제조한 재생형 혼합곡의 품질특성

이영택* · 석호문 · 김성수 · 김경탁 · 홍희도
*경원대학교 식품생물공학과, 한국식품개발연구원

Quality Characteristics of Reconstituted Multi-Grain by Extrusion Process

Young-Tack Lee*, Ho-Moon Seog, Sung-Soo Kim,
Kyung-Tack Kim and Hee-Do Hong

*Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University,
Korea Food Research Institute

Abstract

Cereals and legumes were ground, blended and extruded with a twin-screw extruder to form a reconstituted grain. The basic formula was as follows: brown rice 30%, barley 30%, wheat 20%, millet 5%, sorghum 5%, soybean 7%, and red bean 3%. Extrusion conditions were properly set for feed moisture content of 24~30%, barrel temperature of 50~60°C, and screw speed at 250 rpm. The extruded grain was air-dried and evaluated for quality characteristics, compared with milled rice. Size and shape of the reconstituted grain were similar to short-grain milled rice. Stacking volume of the reconstituted grain was a little higher than that of milled rice, and its water absorption was more rapid. From the texture measurements, hardness of cooked reconstituted grain was slightly lower and adhesiveness was appeared to be higher.

Key words: cereal, legume, extrusion, reconstituted grain

서 론

종래부터 쌀에 곡류나 두류를 적당히 혼합하여 취반한 혼식이 쌀밥에 부족한 필수아미노산, 비타민, 무기질, 식이섬유 등의 영양성분을 보완할 수 있으므로 쌀밥만을 취식할 때 발생하는 영양결핍 또는 성인병을 예방할 수 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 혼식을 위하여 쌀에 곡류 및 두류를 혼합취반시 밥의 취반속도와 각종 곡류 및 두류의 취반속도가 상이하기 때문에 조리에 불편이 있으며 취식시 쌀밥에 첨가된 콩 및 잡곡류 등의 이질감으로 인해 혼식을 기피하는 등 문제점을 지니고 있다.

현재 국내에서 생산되고 있는 혼합곡을 사용한 인조미의 제조방법⁽¹⁾으로는 반죽 후 압착식으로 성형하는 방법으로 국수반죽과 비슷한 판상으로 면대를 형성한 다음 표면에 쌀모양의 구멍이 뚫린 로울러식 인조미 성형기에 통과시켜 압착정도의 크기로 입자화하

거나 제립기를 사용하여 입자로 만들어낸다. 이 방법에 의해 제조된 혼합곡 인조미는 혼합물을 구성하고 있는 원료성분 각각의 향미를 제공하고 영양성분의 균형을 도모할 수는 있으나 쌀밥에 비해 외형이 좋지 못하고 취반후 조직감이 쌀과는 크게 달라 품질개선을 위한 새로운 가공방법이 요구되고 있다.

본 연구에서는 이러한 영양적인 면, 간편성 및 기호성을 충족시키기 위하여 곡류 및 두류를 1차로 분쇄하고 기호성과 영양성이 좋은 적정 배합비로 혼합한 다음 압출성형기를 사용하여 쌀알의 형태로 재생형함에 의해 조리시 쌀밥과 유사한 조직감을 줄 수 있는 주식 개념의 혼합곡을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

혼합곡 제조에 사용한 곡류 및 두류로서 보리, 현미, 밀, 조, 수수, 콩, 팥을 시중에서 구입하여 사용하였고, 비교시험에 사용한 백미는 1993년산 일반미로 경기농산으로부터 구입하였다.

Corresponding author: Young-Tack Lee, Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Sungnam 461-701, Korea

혼합곡의 제조

깨끗이 정선된 원료를 pin mill (경창기계, model SC-1B)을 사용하여 60메쉬 이하로 분쇄하고 현미 30%, 보리 30%, 밀 20%, 조 5%, 수수 5%, 콩 7%, 팥 3%로 배합한 후 호바트 믹서기(Hobart mixer)에서 3분간 혼합하였다. 고르게 섞인 원료는 쌍축압출성형기(FESTINA FX 40, Nam Sung Co., Korea)를 사용하여 압출성형하였으며 이때 압출성형조건으로 원료투입 속도 350 g/min, 스크류 회전속도 250 rpm, 가수율 25%, 압출성형온도 55°C로 조절하였다. 토출부에는 5×0.8 mm 직사각형의 토출구멍(die hole) 10개를 사용하였으며 1개의 칼날이 달린 절단칼의 회전속도를 1800 rpm으로 조절하고 회전칼날과 토출구의 간격을 0.1 mm로 유지하여 쌀알형태로 성형하였다. 압출성형 후 혼합곡립은 실온에서 건조하여 수분함량을 9~11%로 낮추었으며 건조된 혼합곡립을 Satake grain test mill (Satake Engineering Co., Japan)로 도정하여 혼합곡립의 표면을 부드럽게 한 후 10°C에서 밀봉된 상태로 보관하여 실험기간동안의 변화를 억제하였다.

혼합곡의 일반특성 분석

혼합곡의 일반성분은 AACC 방법⁽⁴⁾에 따라 분석하였으며 내부구조는 혼합곡립을 반으로 절단한 후 절단표면을 JEOL JSM-5400 Scanning electron microscope (JEOL Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 15 kV의 가속전압에서 35배율로 관찰하였다. 재성형 혼합곡의 체적은 시료 20 g을 50 mL의 눈금실린더에 넣은 부피로 측정하였으며 색도는 색차계(color and color difference meter, VC 600-IV Yasuda Co, Japan)로 측정하였다. 수분흡수율의 측정은 1 g의 재성형쌀을 50 mL의 증류수에 넣고 14~40°C에서 10~90분간 수침하여 수분을 흡수시킨 다음 무게 증가량을 측정하여 수분증가량을 산출하였다.

혼합곡의 취반방법

혼합곡의 취반은 혼합곡 3 g을 백미 7 g과 함께 섞은 후 뚜껑있는 brass 용기(60 mm i.d.×30 mm)에 넣고 가수율이 1.4배 되게 증류수를 첨가하여 1500 mL의 증류수가 담긴 자동전기밥솥내의 금속철망위에서 30분간 취반하였으며 스위치를 끄고 15분간 뜸을 들인 후 실온에서 냉각하였다.

조직감 측정

혼합곡은 취반완료 후 부터 1시간 30분간 유지시킨 다음 텍스처 중 경도와 부착성을 Rheometer (Sun,

CR-200D, Japan)를 사용하여 3립법⁽⁵⁾으로 10회 반복하여 측정하였다.

결과 및 고찰

재성형 혼합곡의 제조

지금까지 주식인 쌀이외에 보리와 잡곡류, 두류가 영양적으로 우수한 식품이라는 많은 연구가 있어 왔지만 이들의 영양성, 기호성, 간편성을 모두 충족시킬 수 있도록 제조된 혼합곡에 대한 제품개발은 거의 없는 실정이며 본 연구에서는 최근 곡류를 이용한 제품에 획기적으로 이용되고 있는 압출성형기를 사용한 재성형 혼합곡의 제조를 시도하여 보았다. 압출성형 방법은 압출성형기의 디자인과 공정조건에 따라 압축, 혼합, 조리, 절단, 용융, 반응, 조직화, 효소소화, 살균, 성형, 이송, 팽화 및 건조등 거의 모든 단위조작을 동시에 일어나게 할 수 있는 복합적인 기능을 가지고 있으며⁽⁶⁾ 이러한 다목적 단위공정을 곡류 및 두류의 가공에 응용하여⁽⁷⁾ 연속적으로 혼합, 성형의 기능을 단일장치내에서 이루어질 수 있도록 하였다. 이 방법에 의하면 혼합곡의 연속생산이 가능하며 토출구(die)의 형태와 크기를 바꾸어 줌으로써 다양한 형태로 조립 성형된 혼합곡립을 제조할 수 있는 것으로 나타났다.

압출성형방법을 이용하여 혼합곡을 제조할 때 원료로서 오곡을 포함한 대부분의 곡류 및 두류를 사용할 수 있다. 예비실험을 통해 현미 20~60%, 보리쌀 0~40%, 밀 0~30%, 조 3~5%, 수수 3~5%, 콩 0~17%, 팥 0~13%의 범위에서 배합비율을 다르게 하여 여러 처리구로 재성형 혼합곡을 제조해 보았으며 재성형 가공적성 및 혼합곡의 영양성, 기호성을 고려하여 원료의 배합비를 결정하였다. 압출성형된 제품의 품질과 외관에 미치는 영향요인으로서는 원료, 수분함량, 압력, 토출구멍의 수, 토출구의 재질, 그리고 건조 절차 등이 있는 것으로⁽⁸⁾ 알려져 있으며 압출성형조건을 적절히 조절해 줌으로써 전분질 곡류와 고단백 두류를 혼합하여 영양이 강화된 재성형 혼합곡립을 성공적으로 제조할 수 있었다.

혼합곡의 일반적 특성

재성형 혼합곡의 일반성분을 분석하여 백미와 비교한 결과는 Table 1에 나타나 있다. 재성형 혼합곡은 단백질, 지방, 회분, 총식이섬유 함량이 백미에 비해 높았으며 여러가지 곡류와 두류의 상호 영양적인 보완에 의해 백미에 부족한 무기질 및 비타민의 함량등 영양성분이 높아 쌀밥에 영양적인 보충을 가져다 줄 수

Table 1. Proximate composition of milled rice and reconstituted multi-grain¹⁾

	Moisture	Protein ²⁾	Fat	Ash	TDF ³⁾
Milled rice	9.56	7.50	0.65	0.36	5.57
Reconstituted grain	9.34	12.31	1.24	1.48	10.31

¹⁾Means of duplicate determinations.

²⁾Nitrogen × 6.25.

³⁾Total dietary fiber.

있다.

본 실험에서 압출성형기법에 의해 제조한 혼합곡립의 일부 품질특성을 백미와 비교한 결과는 Table 2, 3과 같다. 압출성형후 혼합곡립은 단립종 백미에 비해 길이, 폭, 두께의 수치가 약간 높게 나타났으나 도정과정에 의해 줄어 들어 백미와 비슷하게 되었다. 혼합곡의 천립중(1,000-grain weight)은 백미보다 훨씬 높게

나타났다.

재성형 혼합곡 20 g을 사용하여 측정된 체적은 25 cc로 백미의 체적 22.3 cc에 비해 약간 높은 수치를 보여 혼합곡립의 밀도가 백미보다 약간 낮았으나 큰 차이는 없었다. 이는 재성형 혼합곡립이 낮은 온도의 압출성형조건에 의해 성형됨에 따라 조직의 팽화가 충분히 억제되었음을 나타내 주었다. SEM에 의한 혼합곡립의 구조는 Fig. 1과 같으며 혼합곡립의 내부는 약간의 air cell을 포함하였으나 상당히 치밀한 구조를 보여주었다.

압출성형기에 의해 쌀알 크기로 재성형 제조된 혼합곡립의 외형은 Fig. 2에 나타나 있다. 압출성형기를 통해 나온 혼합곡립을 건조한 후 Satake Grain Test Mill을 사용하여 도정한 과정은 혼합곡립의 표면을 부드럽게 만들어 외관상의 품질을 향상시켰다. 재성형

Table 2. Size and shape of reconstituted multi-grain compared with rice grain¹⁾

	Average Length (mm)	Average Width (mm)	Average Thickness (mm)	Average L/W ratio	Average 1,000-grain (g)
Milled rice	4.93	2.82	2.03	1.79	19.93
Reconstituted grain					
After extrusion	5.42	3.19	2.40	1.70	27.49
After 1 min milling	5.21	3.07	2.34	1.70	26.36
After 3 min milling	4.87	2.97	2.22	1.64	24.94

¹⁾Values are means of ten measurements.

Table 3. Stacking volume and color values of reconstituted multi-grain¹⁾

	Stacking volume (cc/20 g)	Color			
		L	a	b	ΔE
Milled rice	22.3	67.1	-0.02	14.5	26.0
Reconstituted grain					
After extrusion	25.0	42.2	5.14	14.0	48.9
After 1 min milling	23.7	45.7	4.36	12.7	45.2
After 3 min milling	23.5	47.6	4.23	11.9	43.1

¹⁾Values are means of 10 measurements.

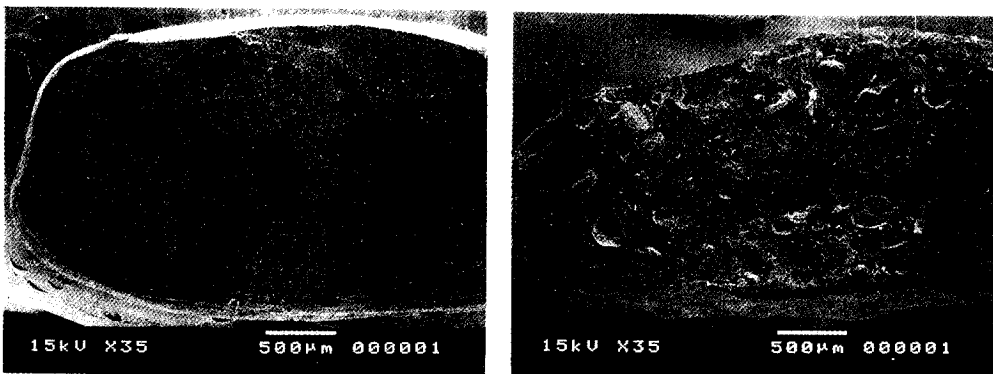


Fig. 1. Scanning electron micrographs of milled rice (left) and reconstituted multi-grain (right).

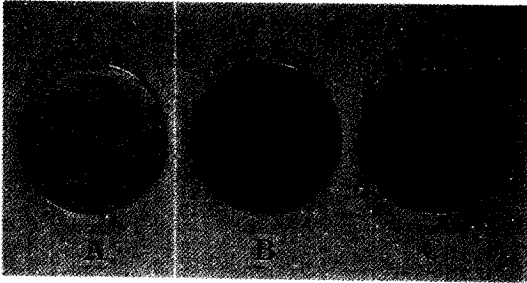


Fig. 2. Appearance of reconstituted multi-grain. A: milled rice, B: reconstituted grain after extrusion, C: reconstituted grain after milling.

혼합곡립의 외형은 주로 토출구멍의 형태와 크기에 의해 좌우될 뿐 만 아니라 사용원료와 압출성형조건에 의해 영향을 받는다. 압출성형조건중 특히 수분함량과 배럴온도가 혼합곡립의 외형에 큰 영향을 미치게 되는데 가수율이 높아 혼합물의 수분함량이 높아지면 성형물의 토출속도가 빨라져 모양이 커지며 수분함량이 적으면 토출속도가 느려져 모양이 작아지는 경향을 나타냈다. 압출성형온도 역시 재생형 혼합곡립의 외형에 큰 영향을 미치며 배럴온도가 높아지게 되면 성형물이 팽화되어 부적당한 형태의 성형을 야기시킨다.

압출성형후 재생형 혼합곡립의 표면색도를 색차계를 사용하여 측정된 결과에서 색의 밝기를 나타내는 L값이 백미에 비해 낮아 어두웠으며 건조후 도정을 함에 따라 색상이 약간 밝아졌으며 취반후의 색상 또한 다소 밝아지는 경향을 보였다. a값의 경우 백미는 (-)값을 나타내 이 등의 결과와 유사한 반면 재생형 혼합곡립은 (+)값을 나타내 적색도를 나타냈다. 황색도를 나타내는 b값의 경우 재생형 혼합곡립은 압출성형 후 황색도가 높게 나타났으나 도정과 취반과정중에 다소 감소하였다.

수화특성

재생형 혼합곡립의 수침중 수분흡수율을 측정하여 백미와 비교하여 본 결과는 Fig. 3에 나타나 있다. 27°C에서 백미를 침지하였을 경우 수분흡수율은 완만하게 증가하여 30분 이후부터는 별 차이를 보이지 않았다. 백미의 수화특성은 쌀의 품종등에 따라 차이가 있지만 침지시간 및 온도에 따라 달라진다. 쌀은 침지온도가 증가할수록 수분흡수가 빨랐으며 침지온도 13°C 이하에서는 평형수분에 도달하는 시간이 50분, 23°C 이상에서는 40분 정도 이었는데 침지온도에 따른 평형 수분함량은 쌀 품종에 관계없이 30% 이내인

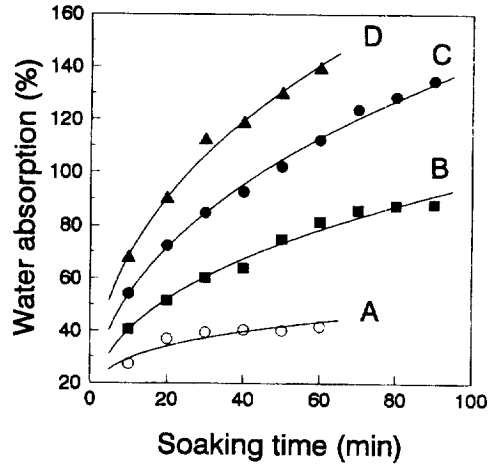


Fig. 3. Changes in water absorption of reconstituted multi-grain. A: milled rice (27°C), B: reconstituted grain (14°C), C: reconstituted grain (27°C), D: reconstituted grain (40°C).

것으로 보고¹⁰⁾한 바 있다. 이에 따라 상온에서 30분, 그리고 저온조건하에서는 60분간 침지조작을 행하며¹¹⁾ 쌀의 침지는 미립내의 전분입자의 호화에 필요한 수분을 균등히 분포시킨다.

Fig. 3에 나타난 바와 같이 재생형 혼합곡립의 수분흡수율은 백미에 비해 훨씬 높았다. 27°C에서 측정된 재생형 혼합곡립의 수분흡수율은 백미의 수분흡수율보다 2~3배 이상으로 높아 재생형 혼합곡립이 백미에 비해 쉽게 수화가 일어나는 것으로 나타났다. 또한 재생형 혼합곡립의 수분흡수율은 온도에 영향을 받아 온도가 높을수록 수분흡수율이 상승하여 수화속도가 증가하였다. 재생형 혼합곡립은 낮은 온도인 14°C에서도 27°C에서 측정된 백미의 수분흡수율보다 높았다. 백미와 비교하여 본 재생형 혼합곡립의 높은 수분흡수율은 취반특성에 영향을 미칠 것으로 사료되었다.

취반 혼합곡의 물리적 특성

쌀밥의 식미는 쌀의 성분특성, 쌀의 가공특성, 그리고 밥의 물리적 성상에 영향을 주는 취반조건에 의해 좌우된다^{10,11)}. 특히 취반시 가수율이 쌀밥의 식미에 미치는 영향에 대해 연구가 다수 보고되었¹²⁻¹⁵⁾ 취반에 필요한 가수량은 쌀의 물리, 화학적 성질 및 가열조건, 가열방법등의 취반조건에 의해 달라질 수 있다. 일반적으로 가수량의 증가에 따라 밥의 수분함량은 증가하고 경도는 저하하며 부착성(점도)은 커져 밥의 물리적 특성과 높은 상관관계를 가진다. 가수율에 대해서는 쌀에 흡수되는 양(쌀 중량의 1.2~1.4배)과 가열시의 증발량, 기호, 용도에 따라 결정되며 일반적으로

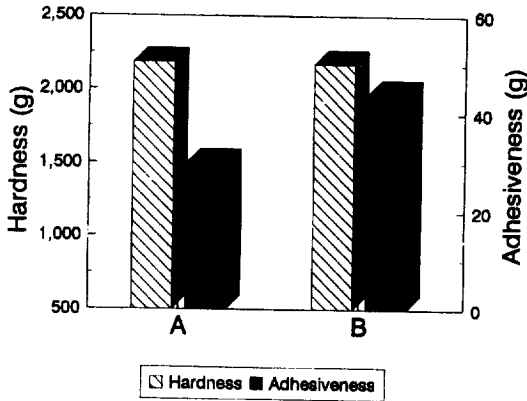


Fig. 4. Texture measurements(hardness and adhesiveness) on cooked grains. A: Milled rice, B: Reconstituted multi-grain.

쌀중량의 1.5배 혹은 체적의 1.2배 정도로 여겨지고 있다⁽⁴⁾.

재성형 혼합곡립에 각각 다른 비율(0.8~1.8)의 물을 넣고 전기밥솥으로 취반한 다음 취반중의 수분함량을 측정해 본 결과 재성형 혼합곡립은 가수량이 0.8에서 1.8로 증가할 때 취반 후 수분함량이 계속적으로 증가하여(45.8~62.9%) 백미로 취반한 밥과 비슷한 분포(44.0~62.9%)의 수분함량을 나타내었다. 따라서 재성형 혼합곡을 취반할때 물의 흡수정도는 백미와 비슷한 것으로 나타났다. 재성형 혼합곡의 취반 후 경도는 가수율이 증가함에 따라 감소하였다. 쌀의 취반시 물의 첨가비율이 쌀밥의 텍스처에 미치는 영향을 고찰한 바에 의하면 가수량이 증가할수록 경도는 감소하였으며 일정가수량 이상에서는 경도변화가 완만하다고 하였다. 한편 쌀 품종마다 최적 취반 수분함량이 다를 수 있으며 재성형 혼합곡립도 원료의 배합비율에 따라 최적가수율이 달라질 수 있는 것으로 판단되었다.

취반 후 재성형 혼합곡립의 경도(hardness) 및 부착성(adhesiveness)을 백미와 비교하여 나타낸 결과는 Fig. 4와 같다. 취반 후 혼합곡립의 경도는 백미와 비슷하여 식감의 단단함에 있어 쌀밥과 유사하였으나 부착성은 쌀밥보다 높게 나타났다. 관능적으로 재성형 혼합곡은 쌀밥과 적당량(20~30%) 혼합조리시 쌀밥과 유사한 조직감을 주면서 전혀 이질감을 주지 않아 기호도가 좋은 것으로 나타났다.

요 약

쌀밥에 곡류나 두류를 적당히 혼합하면 쌀에 부족

된 영양적인면을 보완할 수 있으나 혼합취반에 따른 번거로움 때문에 쉽게 일상화되지 못하고 있는 실정을 감안하여 현미, 보리, 밀, 조, 수수, 콩, 팥 등의 원료를 일차 분쇄하고 혼합한 후 쌍축압출성형기를 사용하여 쌀알 형태로 성형하였다. 원료의 기본배합비를 현미 30%, 보리 30%, 밀 20%, 조 5%, 수수 5%, 콩 7%, 팥 3%로 결정하였으며 원료의 배합비율에 따른 압출성형조건으로 스크류 속도는 250 rpm, 가수율은 24~30%, 배럴온도는 50~60°C로 설정하여 성형물의 팽화를 억제함과 동시에 5×0.8 mm 직사각형의 토출구를 사용하고 절단칼의 회전속도 등을 조절하여 재성형 혼합곡을 성공적으로 제조하였다. 재성형 혼합곡립의 크기와 형태는 단립종 백미와 유사하였고 체적은 백미에 비해 약간 높았으며 침지에 의한 수화속도가 빨라 수분흡수율이 높게 나타났다. 취반 후 혼합곡립의 경도는 백미에 비해 약간 낮았고 부착성은 높았다. 압출성형기법을 이용하여 제조한 재성형 혼합곡은 쌀밥에 영양성, 간편성, 기호성을 보충시킬 수 있는 주식개념의 혼합곡으로서의 가치가 매우 큰 것으로 판단되었다.

문 헌

1. 구자연 : 쑥 인조미 제조방법. 특허공보 제 1368호 (1988)
2. 김길용 : 혼합곡 인조미(쌀) 및 분말의 제조방법. 특허공보 제 922호 (1992)
3. American Association of Cereal Chemists. *Approved Methods of the AACC*: The Association: St. Paul, Minnesota (1983)
4. Okabe, M.: Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J. Texture Stud.*, **10**, 131 (1979)
5. 한역, 김철진 : 식품압출성형기의 구조 및 기능적 고찰. *식품과학*, **20**(2), 44 (1987)
6. 최홍식, 김철진 : 곡류식품가공을 위한 Extrusion 공정. *식품과학*, **14**(2), 26 (1981)
7. Maldari, D. and Maldari, C.: Design and performance of pasta dies. *Cereal Foods World*, **38**(11), 807 (1993)
8. 이영주, 민봉기, 신명곤, 성내경, 김광욱 : 전기보온밥솥으로 보온한 쌀밥의 관능적 특성. *한국식품과학회지*, **25**, 487 (1993)
9. 이순옥, 김성곤, 이상규 : 일반쌀과 다수확 쌀의 수화속도. *한국농화학회지*, **26**, 1 (1983)
10. 신명곤 : 쌀밥의 식미향상을 위한 취반기술 개발 연구. *한국식품개발연구원 연구 보고서* (1993)
11. Juliano, B.O.: Criteria and tests for rice grain qualities. In *Rice Chemistry and Technology*, 2nd ed., AACC, St. Paul, p.443 (1985)
12. 황보정숙, 이관영, 정동효, 이서래 : 통일미와 진흥미의 취반기호특성에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **7**, 212 (1975)

13. 김우정, 김종근, 김성곤 : 쌀밥의 관능적 품질평가 및 비교. 한국식품과학회지, **18**, 38 (1986)
 14. 조은경, 변유량, 김성곤, 유주현 : 쌀의 수화 및 취반특성에 관한 속도론적 연구. 한국식품과학회지, **12**, 285 (1980)
 15. 민봉기, 홍성희, 신명곤 : 쌀밥의 취반시 취반용량별 최적가수율 규명에 관한 연구. 한국식품과학회지, **24**, 623 (1992)
-

(1997년 5월 27일 접수)