식미 증진을 위한 최적 도정도 구명

이점식* · 박노봉* · 이종희** · 조준현** · 원용재* · 박향미* · 천아름* · 장재기* · 곽도연** · 송유천** · 하운구** · 이기환*** · 여운상*[†]

*국립식량과학원, **국립식량과학원 기능성작물부, ***경북대학교

Optimum Milling Degree for Improving Sensory Quality of Cooked Rice

Jeom-Sig Lee*, No-Bong Park*, Jong-Hee Lee**, Jun-Hyeon Cho**, Yong-Jae Won*, Hyang-Mee Park*, A-reum Chun*, Jae-Ki Jang*, Woon-Gu Hwa*, Gi-Hwan Yi***, and Un-Sang Yeo*[†]

*Rice Research Division, NICS, RDA, Suwon 441-857, Korea

**Dept. of Functional Crop, NICS, RDA, Gyeongnam 627-803, Korea

***Division. of Plant Bioscience, College of Agriculture and Life Science, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

ABSTRACT We conducted this study to identify the optimal milling degree for improving sensory quality of cooked rice and minimizing yield loss. The samples were analyzed for their physicochemical properties and sensory qualities using five different degree of milling(5.5~13.5%, based on brown rice). With increasing of milling degree, amylose content, breakdown, adhesiveness of cooked rice increased, whereas protein content, Mg/K equivalence ratio, fat content, setback and hardness of cooked rice decreased. In sensory quality test, the preference was significantly higher in the 9.5% and 11.5% milling degree. However, considering the yield of milled rice, the optimal milling degree for improving sensory quality of cooked rice was 9.5%.

Keywords : rice, milling degree, sensory quality, palatability

도정도란 현미의 쌀겨 층 즉 과피, 종피 및 호분이 깎여진 정도를 말하며, 쌀겨 층과 배를 제거하여 전분 저장조직만 남아 있는 것이 쌀이다. 도정하여 쌀로 이용하는 것은 현미의 쌀겨 층에는 왁스함량과 섬유질이 많고, 단단한 세포조직으로 인해 수분흡수가 잘 안되어 취반 한 밥이 거칠고 딱딱하여 도정을 통해 조리할 수 있게 하고, 특히 밥에 대한 질감, 찰기 등 기호를 좋게 하기 위해서다.

쌀의 도정 정도를 분도나 현백율로도 표기하는데 현미를 100%로 간주 할 경우 쌀겨 층 5~6%, 배 2~3%, 배유 92%

로 구성되어 있어 쌀겨 층과 배를 제거한 이론적인 현백율은 92%이다(Hoshikawa, 1989). 이때를 10분도라고 하며 산술식은 $100 - (0.8 \times 10)$ 에 의해서 92.0%가 되며, 도정도로 표기하면 8%가 된다. 즉 10분도는 쌀겨 층과 배가 완전히 제거된 이론적인 쌀을 의미한다.

도정도에 관한 선행연구는 세 가지 목적에서 이루어져 왔다. 첫째 쌀의 가공 이용을 증진하기 위해서, 특히 양조용 쌀은 전분함량이 높고, 단백질 함량이 낮아야 쌀의 수분흡수가 빠르고, 군사변식이 쉽고, 당화작용이 잘되도록 하기 위해 10%~50%까지 도정하는 것으로 보고 하였다(Chun *et al.*, 2012, Kim *et al.*, 2010).

둘째 현미의 쌀겨 층에는 아미나, 성인병의 발생을 감소시킨다는 연구결과와 항산화 활력이나 생리활성이 우수한 phytic acid, phenolic acid, Se, Fe, 필수아미노산, 비타민 등이 주로 분포하기 때문에 최소도정(5% 이내) 연구가 활발하게 이루어지고 있다(Kim *et al.*, 2004, Lee *et al.*, 2006, Liang *et al.*, 2008, Liu *et al.*, 2009, Slavin *et al.*, 1997).

마지막으로 쌀의 외관품질과 이화학특성은 도정을 많이 할수록 쌀의 백도, 아밀로스함량, 쌀가루의 호화특성인 최고점도, 최저점도, 취반점도가 증가하였으나 단백질함량과 완전미율은 감소하였다(Perdon *et al.*, 2001, Yadav and Jindal, 2008). 식미와 관련하여 도정을 많이 할수록 맛 측정기계(taste sensing system SA 402 Anritsu, Co. Atsugi, Japan)를 이용한 결과 단맛이 감소하였다는 보고도 있고

[†]Corresponding author: (Phone) +82-054-732-0385 (E-mail) yeousyr@korea.kr

<Received 30 August, 2012; Revised 22 October, 2012; Accepted 24 October, 2012>

(Tran *et al.*, 2004), 반면 식미관능평가 결과 단맛, 밥의 윤기 및 부착성이 증가하였다(Park *et al.*, 2001)는 상반된 보고도 있다.

이상으로 선행 연구결과를 분석 해 볼 때 식미와 관련하여 도정을 많이 할수록 식미와 부의 상관성이 있는 단백질 함량과 취반점도가 낮아지고 정의 상관인 최고점도와 밥의 부착성이 높아 식미를 증진하는 것으로 추론 할 수 있다.

그러나, 과도한 도정은 쌀의 수율 감소와 직결되고 적은 도정은 밥이 거칠어 식감을 나쁘게 하여 밥맛을 고려한 적정의 도정도 구명이 필요하다. 현재 이론적인 도정도는 8% (현백율 92%)이나 시중에서 유통되는 쌀의 도정도는 9% (현백율 91%) 수준이라고 알려져 있다(Choi, 2002). 식량이 부족했던 시기에는 도정을 적게 하여 쌀의 수율을 높이는 것이 우선시 되었으나, 최근 쌀의 품질이 중요시 되는 시기에는 식미를 좋게 하는 것이 우선순위에 있다.

따라서 본 연구는 도정도 5.5%(현백율 94.5%, 7분도)~13.5%(현백율 86.5%, 17분도)별 식미 및 이화학특성 변화를 분석하여 식미 증진을 위한 최적 도정도를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

식미 증진을 위한 도정도 구명을 위해서, 재배는 농촌진흥청 표준재배법에 따라 밀양에서 중만생종인 대산벼를 공시하여 30일 묘를 5월 30일에 이양하여 표준 시비(N-P₂O₅-K₂O (kg/10a) : 11-4.5-5.7)하였다. 수확 후 벼 상태로 저온(15℃)에서 보관하였다.

도정 및 시료조제

도정 전 현미의 수분함량은 14.1%, 현미천립중 20.8 g, 정현비율 82.6%, 현미완전미율 81.9% 등이었다(Table 1). 도정은 마찰식 Toyo MC 90A를 이용하여 1회 도정 시 현미 200 g을 도정하였다. 현미와 백미의 무게 비율을 기준으로 현미를 100%로 간주 하였을 때 쌀의 무게는 94.5%~86.5%로, 즉 도정도는 5.5%~13.5%로 하였다. 이와 같이

도정도를 설정한 이유는 기존에 익숙한 분도개념을 적용하여 이론적인 12분도가 90.4%로 이를 도정도로 표시하면 9.6%가 되어, 근접한 도정도 9.5%를 기준으로 2%씩 증감하여 5단계로 도정 하였다. 도정직후 수분함량은 곡물수분측정기(Kett Co. Riceter-M)으로 측정하였으며, 쌀 표면온도는 온도계를 1분 동안 쌀에 꽂아 둔 후에 최고값을 활용하였다. 도정된 백미는 싸라기 분리기(Satake Co., Model TRG 05A)에 3.6 mm 원통형 체를 이용하여 2분 동안 싸라기를 분리한 쌀을 식미관능평가, 밥의 기계적인 물리적 특성, 백도(Kett C-300) 분석에 이용하였다. 쌀가루는 Cyclon mill(Udy)를 이용하여 분쇄한 후 100 mesh체를 통과시켜 이화학적 성분을 분석하였다.

이화학특성 분석

아밀로스함량은 Juliano의 비색정량법(1971)에 따라 쌀가루 호화 액의 요드정색도에 따라 함량을 측정하였으며, 단백질함량은 습식 분해한 시료를 Micro-Kjeldahl(Foss Co., Model 2300 Kjeltac Analyzer)장치를 이용하여 분석한 전질소함량에 5.95를 곱하여 계산하였다. Mg, K함량은 습식 분해한 다음 ICP(Perkin-Elmer Co., Model 3300DV)를 이용하여 분석 하였다.

쌀가루의 아밀로그래프특성 분석은 Rapid visco analyser (NEWPORT RVA-3D)를 이용하여 25 ml 증류수에 3 g(수분함량 14%기준)의 시료를 잘 섞은 후 50℃에서 95℃까지 온도를 상승시켰다가 일시 고온상태로 둔 다음 다시 50℃를 점차 냉각시키면서 쌀가루의 점도변화를 조사하였다.

밥의 물리적 특성검정은 Texture analyser(TA-XT2)를 이용하여 취반방법은 직경 3.8 cm, 높이 6.8 cm의 원통형 알루미늄 캔에 10 g의 백미를 수침 30분후에 10분간 물을 뺀 후 12.5 ml의 증류수를 가하여 전기밥솥(Samsung SJ-062)에 6개의 캔을 동시에 취반 후 TPA방법으로 이용하였고, texture 측정조건은 test speed 1.0 mm/s, distance 8.0 mm, contact area 63.4 mm²이었다.

식미관능평가

식미관능평가는 농촌진흥청 국립식량과학원 표준방법

Table 1. General characteristics of brown rice sample.

Moisture (%)	1,000 grain weight (g)	Brown rice grain(mm)				Brown rice ratio (%)*	Head brown rice ratio (%)
		Length	Width	Thickness	L/W ratio		
14.1	20.8	4.88	2.92	1.98	1.67	82.6	81.9

* Brown rice ratio(%) : weight of brown rice/weight of rough rice × 100

(RDA, 2003)에 따라 대비시료를 이용하여 상대 비교인 7점 척도(+3~-3)로 수행하였다. 쌀 200 g을 수침 30분 후에 10분 간 물을 뺀 후에 가수 량(수분함량 14% 기준)은 사전에 취반특성을 평가 한 후에 시료무게의 1.1배(도정도 5.5%)에서 1.3배(도정도 13.5%)로 적용하였다. 전기밥솥(Samsung SJ-062)을 이용하여 취반 후 관능평가 시료 개수는 1회에 도정도별로 각각 1점인 5개 샘플을 평가하였으며, 동진버를 도정도 9.5%(현백율 90.5%) 시료를 대비로 상대비교 평가하였다.

식미관능평가 패널은 국립식량과학원 벼 연구 분야에서 장기간 관능평가를 수행한 잘 훈련된 15~20명이 참여 하여 밥모양, 밥냄새, 밥맛, 찰기, 질감 5가지 항목에 대하여 개별평가를 한 후 종합적인 식미를 평가하도록 하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS(v13.0)을 이용하여 일변량 일반선형모델(GLM Univariate Model)을 이용하여 분산분석 하였으며, 도정도별 유의성 검정은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

도정도별 외관품질

도정도에 따른 외관품질은 Table 2와 같다. 현미의 수분함량은 도정도 9.5% 이상에서 유의하게 낮아졌으며, 도정에 따라 발생하는 열을 측정 한 온도는 도정 전 현미의 표면 온도 21.0℃에서 도정도 5.5%에서 30.1℃, 도정도 13.5%에서는 54.0℃까지 높아졌다. 백도 또한 도정을 많이 할수록 유의하게 높았다. 도정 과정에서 발생하는 마찰열에 의해 온도가 높아지고, 더불어 종자 내의 수분함량은 줄어든 것으로 판단된다.

도정도별 이화학특성

도정을 많이 할수록 아밀로스함량은 높았으나, 반면 단백질함량, Mg, K 및 지방함량은 유의하게 낮았다(Table 3). 아밀로스와 단백질에 대한 이러한 경향은 선행 연구결과와 유사하였으며(Tran *et al.*, 2004), 이는 현미의 외층인 쌀 겨층에 단백질, Mg, K 및 지방이 내층인 배유 보다 상대적으로 많이 분포하기 때문이다.

도정도에 따른 쌀가루의 호화특성과 밥의 물리적 특성은 Table 4와 같다. 도정을 많이 할수록 최고점도(Peak), 강하점도(Breakdown) 및 밥의 부착성은 증가하였으나, 취반점

Table 2. Appearance properties of rice with different degree of milling.

Degree of milling (%)	Moisture (%)	Temperature of grain(°C)	Witness
5.5	13.8 ^a	30.1 ^c	34.4 ^c
7.5	13.6 ^a	38.2 ^d	39.0 ^d
9.5	13.1 ^b	44.0 ^c	44.5 ^c
11.5	12.7 ^{bc}	48.2 ^b	46.4 ^b
13.5	12.3 ^c	54.0 ^a	49.0 ^a

Means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Table 3. Chemical properties of rice with different degree of milling.

Degree of milling(%)	Amylose (%)	Protein (%)	Mg (mg/100g)	K (mg/100g)	Mg/K*	Fat (%)
5.5	19.5 ^{bc}	7.4 ^a	31.11 ^a	167.6 ^c	0.60a	1.52a
7.5	19.8 ^b	6.9 ^b	25.08 ^b	144.1 ^b	0.56ab	0.84b
9.5	20.1 ^b	6.6 ^c	18.95 ^c	116.3 ^a	0.52bc	0.58c
11.5	20.8 ^a	6.6 ^c	18.32 ^c	110.1 ^a	0.54ab	0.43c
13.5	20.9 ^a	6.5 ^c	14.15 ^d	99.6 ^a	0.46c	0.14d

* Mg/K : equivalence ratio.

Table 4. Pasting and instrumental texture properties of rice with different degree of milling.

Degree of milling(%)	RVA paste viscosity (RVU)			Instrumental texture property (g)	
	Peak	Breakdown	Setback	Hardness	Adhesiveness
5.5	161.0 ^d	80.5 ^d	-10.0 ^a	422.8 ^a	-24.4 ^a
7.5	171.0 ^c	86.0 ^c	-16.1 ^{ab}	371.1 ^b	-34.2 ^b
9.5	191.5 ^b	98.5 ^b	-27.1 ^{bc}	320.1 ^c	-42.4 ^b
11.5	194.5 ^b	97.0 ^b	-28.1 ^{cd}	337.1 ^c	-64.8 ^c
13.5	203.0 ^a	103.0 ^a	-29.5 ^{cd}	290.8 ^c	-86.6 ^d

* RVU : rapid visco units.

Table 5. Sensory quality of rice with different milling degree.

Degree of milling (%)	Sensory test(-3~+3)					
	Appearance	Fragrance	Taste	Stickiness	Texture	Overall score
5.5	-1.14 ^c	0.26 ^a	-1.14 ^c	-1.14 ^c	-0.64 ^c	-1.14 ^c
7.5	-0.69 ^b	0.19 ^a	-0.69 ^b	-0.69 ^b	-0.40 ^c	-0.31 ^b
9.5	-0.01 ^a	0.01 ^a	0.49 ^a	0.49 ^a	0.26 ^b	0.31 ^a
11.5	0.06 ^a	0.12 ^a	0.36 ^a	0.06 ^a	0.60 ^a	0.44 ^a
13.5	-0.67 ^b	-0.13 ^a	-0.67 ^b	-0.67 ^b	-0.30 ^c	-0.67 ^b

도(Setback) 및 밥의 경도는 감소하였다. 본 실험의 결과에 의하면 도정을 많이 할수록 쌀가루의 점성과 밥의 부착성이 증가하는 것은 전분의 호화를 억제하는 것으로 알려진 단백질, Mg 등 무기물과 지방의 함량이 감소하고, 반면 전분 함량이 증가에 따른 것으로 고찰된다(Perdon *et al.*, 2001, D. Mohapatra and S. Ba, 2005).

도정도에 따른 차이는 도정도 9.5%(현백율 90.5%) 전후에서 아밀로스, 단백질, Mg, K, 쌀가루의 호화특성, 밥의 경도에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이는 실험 재료로 활용한 대산벼의 쌀 겨 층과 배아의 중량 비율이 이론적 수치인 도정도 8%(현백율 92%)가 아니라 9.5%(현백율 90.5%) 수준이거나, 아니면 도정도 9.5% 전후 부위가 아밀로스함량 Mg, K 함량의 분포에서 급격한 차이를 나타내는 부위인 것으로 추론 할 수 있다.

도정도별 식미관능평가

식미관능평가는 대비(동진벼 도정도 9.5%)를 이용하여 7점(-3~+3)척도로 상대적인 비교평가 방법으로 수행한 결과는 Table 5와 같다. 식미총평은 도정도 9.5%와 11.4%에서 유의하게 높았다. 각각의 항목을 보면 밥모양, 밥맛, 찰기는 도정도 9.5%와 11.4%에서, 밥의 질감은 도정도 11.5%에서 가장 높았다. 반면 밥냄새는 도정도별로 감소하는 경향

이었으나, 통계적인 유의성은 없었다.

식미관능평가 5가지 항목별 평가결과와 다음과 같다. 밥 모양은 윤기와 밥알의 제 모양 유지정도에 의해 평가하는데 도정도 9.5%부터 윤기가 증가하였으며 밥알 모양도 유지되었다. 도정도 13.5%에서는 밥의 백도는 높았으나 윤기 감소와 더불어 밥알이 약간 퍼진 느낌을 주어 낮게 평가되었다.

밥 냄새는 통계적으로 유의적인 차이는 없었으나, 밥맛은 도정도 9.5%~11.5%에서 좋았던 것으로 평가되었다. 맛 측정기계(taste sensing system SA 402 Anritsu, Co. Atsugi, Japan)를 이용한 분석결과, 도정을 많이 할수록 유리 당, 유리아미노산의 함량 감소에 따라 단맛이 감소하였다(Tran *et al.*, 2004). 한편, 식미관능평가에서는 단맛은 증가하였으나, 쓴맛은 감소하였다는 보고(Park *et al.*, 2001)도 있다. 이러한 결과로 볼 때, 식미관능평가의 5가지 항목 중에서 밥의 맛 평가가 가장 어려운 항목인 것으로 판단된다. 밥의 맛은 다른 음식과는 달라서 단맛이나 쓴맛이 미미하고, 단맛과 쓴맛이 복합적으로 관여하는 데 본 실험결과에 의하면, 도정도 9.5%와 11.5%에서 가장 좋은 것으로 평가되었다. 이러한 이유는 도정도 7.5%에서는 쓴맛의 증가에 의해, 도정도 13.5%에서는 단맛의 감소에 기인된 결과로 판단된다.

찰기의 경우 도정도 11.5%까지는 증가하였으나, 13.5%에서는 밥알 모양이 유지되지 못해서 씹을 때 밥알끼리의

찰기가 줄어들었기 때문인 것으로 고찰된다.

질감 또한 찰기와 유사하게 도정을 많이 할수록 부드러웠으나, 도정도 13.5%에서 밥알이 제 모양을 유지하지 못하여 죽과 같이 너무 부드러운 질감으로 인해 관능평가에서 낮게 평가되었다.

도정도에 따른 기계적인 찰기, 경도, 부착성에 대한 분석 결과, Tran 등(2005)은 도정도 5%~20%의 범위에서 찰기는 도정도 10%에서 가장 높았으며, 경도는 도정을 많이 할수록 낮아졌고 부착성은 높아졌다고 하였다. 또한, Park 등(2001)은 식미관능평가에서 도정도 8%~14% 범위에서 도정을 많이 할수록 부착성은 증가하였으며, 경도는 감소하였다고 하였다.

본 실험에서 기계적인 부착성과 경도(Table 4)는 선행연구 결과와 유사하였다. 한편, 식미관능평가에서 도정도 11.5%까지는 유사한 경향이었으나, 도정도 13.5%에서는 관능평가에서 낮게 평가되어 선행연구 결과와 상이하였다. 이는 도정도 13.5%에서 취반 후에 밥알이 제 모양을 제대로 유

지하지 못하여 밥알이 약간 퍼진 느낌을 주었으며, 밥알끼리 찰기가 줄어들었고, 더불어 밥 고유의 질감이 아니라 죽과 같이 너무 부드러운 질감으로 인해 밥모양, 찰기, 질감에서 낮게 평가 되었다.

이러한 결과로 볼 때, 도정도 9.5%~11.5%에서 식미총평이 통계적으로 유의하게 높았다. 그러나 현미를 도정하여 남는 쌀의 수율을 고려 할 때 식미가 좋은 최적 도정도는 9.5% 수준인 것으로 판단된다. 식미만 고려한다면 도정도 11.5%(현백율 88.5%, 14분도)까지 도정을 하는 것이 좋았다. 이는 이론적인 도정도 8%나 시중에서 유통되고 있는 쌀의 도정도 9% 보다 조금 과도할 정도로 많이 도정한 것이다. 이러한 결과는 공시재료인 대산벼가 대비품종인 동진벼와 식미가 비슷하였기 때문에 나타난 결과인지 등에 대하여 식미와 현미품질이 다양한 품종들에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

한편, 식미와 이화학특성과의 관계는 단백질함량, 아밀로스함량, 취반점도 및 밥의 경도는 부의 상관율, Mg/K 당량

Fig. 1. Changes in sensory quality and physicochemical properties during milling of rice.

비, 강하점도, 밥의 부착성은 정의 상관이 있는 것으로 알려져 있다(Choi, 2002, Hoshikawa, 1989).

그러나, Fig. 1에서 나타난 바와 같이 도정도에 따른 식미와 이화학특성의 변화를 보면, 단백질량이 감소하면 아밀로스함량이 증가하는 등 이들 요소들 간에 상호작용이 있는 것으로 나타났다. 따라서 도정도 9.5%~11.5%에서 식미총평이 가장 좋았던 것은 이화학특성의 과도한 증가나 감소보다는 적정수준의 균형을 이루었기 때문으로 고찰된다.

적 요

본 연구는 도정도 5.5%(현백율 94.5%, 7분도)~13.5%(현백율 86.5%, 17분도)별 식미 및 이화학특성 변화를 분석하여 식미 증진을 위한 최적 도정도를 구명하고자 하였다.

이화학특성은 도정을 많이 할수록 백도와 아밀로스함량, 강하점도, 밥의 부착성은 증가하였으나, 반면 단백질함량, Mg/K 당량비, 지방함량, 취반점도, 밥의 경도는 유의하게 감소하였다.

식미관능평가에 의한 식미총평은 도정도 9.5%와 11.5%에서 통계적으로 유의하게 높았다. 그러나 현미를 도정하여 남는 쌀의 수율을 고려 할 때 식미총평이 좋은 최적 도정도는 9.5% 수준인 것으로 판단된다. 이는 이론적인 도정도 8%나 시중에서 유통되고 있는 쌀의 도정도 9% 보다 더 많이 도정한 것이다.

식미와 이화학특성과의 관계는 단백질함량, 아밀로스함량, 취반점도 및 밥의 경도는 부의 상관이, Mg/K 당량비, 강하점도, 밥의 부착성은 정의 상관이 있는 것으로 알려져 있다. 도정을 많이 할수록 식미와 부의 상관이 있는 단백질함량은 감소하는 반면, 아밀로스함량은 증가 하는 등 이화학특성들 간에 상호작용이 있는 것으로 나타났다. 따라서 도정도 9.5%~11.5%에서 식미총평이 가장 좋았던 것은 이들 이화학특성들 간에 적정수준의 균형을 이루었기 때문으로 고찰된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 작물시험연구사업(과제번호 : PJ906941)의 지원으로 수행된 결과이며 이에 감사드립니다.

인용문헌

Choi H. C. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added

- products. Korean J. Crop Sci. 47(S) : 15-32.
- Chun A., D. J. Kim, M. R. Yoon, S. K. Oh, I. S. Choi, H. C. Hong, and Y. G. Kim. 2012. Effect of milling degree on the physicochemical and sensory quality of Sogokju. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41(1) : 136-142.
- Hoshikawa K. 1989. The growing rice plant : An anatomical monograph Noubunkyo Tokyo : 255-292.
- Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Sci. Today. 16 : 334-336, 338, 360.
- Kim H. R., A. R. Lee, Y. H. Kwon, H. J. Lee, S. J. Jo, and B. H. Ahn. 2010. Physicochemical characteristics and volatile compounds of glutinous rice wines depending on the milling degrees. Korean J. Food Sci. Technol. 42 : 75-81.
- Kim S. R., J. Y. Ahn, H. Y. Lee, and T. Y. Ha. 2004. Various properties and phenolic acid contents of rices and rice brans with different milling fractions. Korean J. Food Sci. Technol. 36(6) : 930-936.
- Lee, S. M., H. B. Lee, J. S. Lee, 2006. Comparison of extraction methods for the determination of vitamin E in some grains. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 35(2) : 248-253.
- Liang J, Z. Lia, K. Tsujic, K. Nakanoc, M. J. Robert Nout, and R. J. Hamer. 2008. Milling characteristics and distribution of phytic acid and zinc in long-medium and short-grain rice. Journal of Cereal Science 48 : 83-91.
- Liu K., X. Cao, Q. Bai, H. Wen, and Z. Gu. 2009. Relationships between physical properties of brown rice and degree of milling and loss of selenium. Journal of Food Engineering 94 : 69-74.
- Mohapatra D. and S. Bal. 2006. Cooking quality and instrumental textural attributes of cooked rice for different milling fractions. Journal of Food Engineering 73 : 253-259.
- National Institute of Crop Science. 2003. Evaluate the quality and taste of rice. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Park J. K., S. S. Kim, and K. O. Kim. 2001. Effect of milling ratio on sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. Cereal Chem. 78 : 151-156.
- Perdon, A. A., T. J. Siebenmorgen, A. Mauromoustakos, V. J. Griffin, and E. R. Johnson. 2001. Degree of milling effect on rice pasting properties. Cereal Chemistry. 78 : 205-209.
- Slavin J, D. Jacobs, L., and Marquart. 1997. Whole-grain consumption and chronic disease. Prot. Mech. Nutr. Cancer 27 : 14-21.
- Tran, T. U., K. Suzuki, H. Okadome, S. Homma, and K. Ohtsubo. 2004. Analysis of the tastes of brown rice and milled rice with different milling yields using a taste sensing system. Food Chemistry 88 : 557-566.
- Yadav B. K. and V. K. Jindal. 2008. Changes in head rice yield and whiteness during milling of rough rice(*Oryza sativa* L.). Journal of Food Engineering 86 : 113-121.