

연삭식 도정기에 의한 도정 정도별 쌀의 이화학적 특성 변화

김용석¹ · 이나영² · 황철승² · 유미지² · 백경화² · 신동화^{2*}

¹전북대학교 바이오식품 소재 개발 및 산업화 연구센터

²전북대학교 응용생물공학부(식품공학 전공) 및 농업과학기술연구소

Changes of Physicochemical Characteristics of Rice Milled by Newly Designed Abrasive Milling Machine

Yong-Suk Kim¹, Na-Young Lee², Cheol-Seung Hwang², Mi-Ji Yu²,
Kyoung-Hwa Back² and Dong-Hwa Shin^{2*}

¹Research Center for Industrial Development of BioFood Materials, and

²Faculty of Biotechnology (Food Science & Technology Major),
Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

Abstract

Physicochemical characteristics of rice milled by newly designed abrasive milling machine were studied. Crude protein and crude lipid contents were 7.81~8.50% and 1.07~1.95%, respectively, and they showed a tendency to decrease with milling times. However, they showed higher values than that of polished rice. Major fatty acids of crude lipid were palmitic acid, oleic acid, and linoleic acid. Whiteness of tested samples was higher than brown rice but lower than polished rice. The remain rate of rice germ of four pass-through and polished one time sample (FPS) was 39.33%, and it was higher than that of polished rice (4.00%). One thousand grain weight of samples over than three pass-through was significantly different from brown rice ($p < 0.05$). FPS had smooth surface similar to polished rice and it showed some residual rice germ by scanning electron microscopy. Sensory evaluation showed that the taste of three pass-through rice, four pass-through rice, and FPS was not significantly different from polished rice, whereas their color, odor, texture, and overall acceptability had lower score than polished rice but higher than brown rice. Therefore, we estimate that rice ground over three pass-through by newly designed abrasive milling machine might be a good source having nutritive value.

Key words: rice, milling, physicochemical

서 론

쌀의 도정원리는 곡립간의 마찰, 찰리, 절삭, 충격의 네 가지 힘에 따라 작용하지 않고 공동으로 작용하여 도정이 이루어지며, 절삭작용이 클 때를 연삭(grinding)이라고 하고, 적을 때를 연마(polishing)라 한다(1).

종래의 도정기(搗精機)는 마찰식과 연삭식으로 대별되고 있으며, 마찰식 도정기는 정곡통 내에서 표면에 교반돌조를 갖는 정곡롤이 회전되게 하여 곡물 상호간에 작용하는 마찰력에 의하여 쌀 표면의 당층을 찢어내듯이 제거하는 것으로 현미에서 통상의 백미를 가공하는데 널리 이용되고 있다. 연삭식 도정기는 쌀의 전분층의 표층 부분까지 가공하는 경우나 보리처럼 당층이 견고한 곡물을 가공할 때 사용하며, 쌀의 경우 전분층의 표층 부분에 단백질이 많이 함유되어 있기 때문에 주조용 쌀로 가공하는 경우나 단백질로 알레르기 반응을 일으키는 아토피성 피부염환자용의 식용미로 가공하는

경우에는 현미의 표층뿐만 아니라 전분층(배유부)의 일부까지 제거하게 된다. 하지만 전분층은 당층보다 견고하므로 마찰식의 도정기로는 전분층의 표층부분을 제거할 수 없기 때문에 연삭식 도정기를 사용하게 된다(2).

배아에는 배유와 비교하여 단백질, 지방, 비타민 B₁이 많이 들어 있기 때문에 영양가가 매우 높으나 도정과정에서 대부분 쌀겨에 혼입되어 제거된다. 따라서 백미를 상식하면 쌀의 배아 중에 존재하는 비타민 B₁이 손실되어 각기(脚氣)라는 신경염을 초래하므로(3) 배아가 부착된 배아미를 섭취해야 할 필요가 있다. 일반적으로 배아가 부착된 배아미를 제조하기 위해서는 연미기가 설치되어야 하며 급격한 온도 상승에 따른 배아의 이탈을 촉진하기 때문에 도정 중의 쌀 온도를 낮추는 목적으로 냉각탱크가 설치되어 있으나 수세(水洗)에 의한 비타민 B₁ 등의 영양소 유출을 방지하기 위하여 무세화(無洗化)가공이 발전되고 있다(4).

현재 마찰에 의한 도정도에 따른 쌀의 이화학적 성분의 변

*Corresponding author. E-mail: dhshin@moak.chonbuk.ac.kr
Phone: 82-63-270-2570, Fax: 82-63-270-2572

화(5-8), 취반 시간과 조직감(9), 쌀눈의 일반성분(10) 등에 대해서는 많은 연구가 이루어져 있지만 연삭에 의한 무세 배아미를 제조할 때 도정도에 따른 이화학적 특성의 변화에 대한 연구는 많이 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 정곡롤의 돌출부 표면에 첨단이 날카로운 다이아몬드를 부착시켜 연삭 작업에 의한 발열을 억제하고 배유부분이 손상되지 않도록 고안된 연삭식 도정기(2)를 사용하여 연삭 횟수에 따른 무세(無洗) 배아미의 이화학적 특성 변화 및 취반에 의한 관능평가를 백미 및 현미와 비교, 실험하였기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

시료

시료는 2001년 10월에 수확한 경기도 화성산 벼(품종: 추청)를 연삭식 도정기(2)로 도정한 현미, 연삭 1회(1회 통과시킨 것), 2회(2회 통과시킨 것), 3회(3회 통과시킨 것), 4회(4회 통과시킨 것), 연삭 4회 및 연마 1회(4회 통과시킨 후 1회 연마한 것) 시료를 각각 4 kg씩 저밀도폴리에틸렌 포장지에 포장한 후 냉암소에 보관하면서 사용하였고, 비교용 시료로서 백미는 '화성 수라청 쌀'(2001년산, 품종: 추청)을 사용하였다.

연삭식 도정기

수평형 연삭식 도정기(2)는 쌀알이 돌출부의 표면을 따라 돌출 형성된 다이아몬드에 부딪힘으로 인해 그 배유 조직을 손상시키지 않으면서 외부의 껍질이 벗겨지게 되고, 쌀의 껍질은 고압 공기용 튜브가 연결된 여러 개의 노즐을 통하여 강제로 배출되도록 특수 제작한 것을 사용하였다(Fig. 1).

즉, 쌀(a)의 도입구(b)와 배출구(c)를 형성한 정곡통(d)에는 수납실(e)이 내부에 형성되고, 그 수납실에는 모터(f)에 의해 회전이 가능하도록 회전축(g)을 내부에 축설하되 그 회전축의 외주연에는 표면으로 이송홈(h)을 갖도록 나선돌조(i)가 형성된 쌀의 송곡롤(j)이 설치되면서 나선형의 돌부(k)와

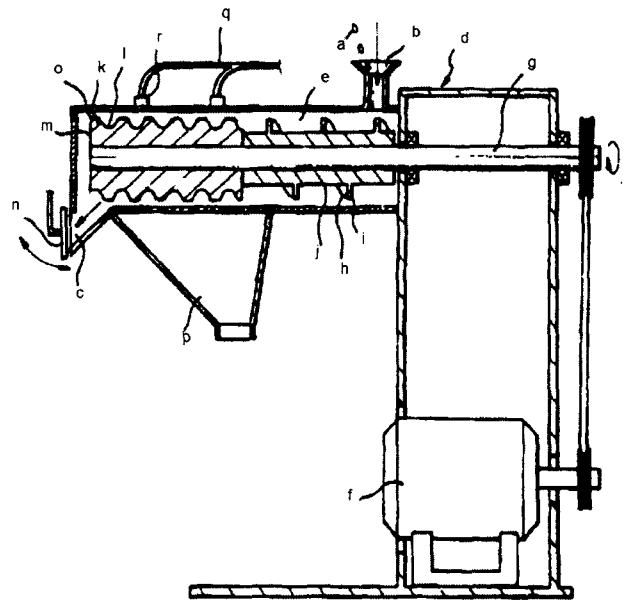


Fig. 1. Diagram of newly designed horizontal abrasive-type milling machine.

a: Rice kernel, b: Feed hopper, c: Milled rice outlet, d: Frame, e: Inside of cylinder, f: Motor, g: Cone shaft, h: Screw conveyer, i: Screw projecting part, j: Screwed iron roller, k: Projecting part, l: Concavity, m: Abrasive roller, n: Outlet control wheel, o: Diamond, p: Bran outlet, q: Air tube, r: Nozzle.

요홈(l)이 있는 정곡롤(m)을 형성하고, 그 정곡롤의 배출구에는 회전 후 선택적으로 개폐될 수 있도록 저항 뚜껑(n)이 회전가능하게 설치된 것으로서, 정곡롤의 돌부 표면에는 첨단이 날카로운 여러 개의 다이아몬드(o)를 돌출되도록 전기도금의 일종인 전착(電着) 등에 의해 부착시켜 고정, 설치(Fig. 2)하고, 정곡통에는 하부의 보조배출구(p)로 쌀의 껍질이 강제 배출되도록 고압 공기용 튜브(q)가 연결된 노즐(r)을 여러 개 설치하였다.

일반성분 분석

수분, 조단백질 및 조지방 함량은 AOAC법(11)에 준하여

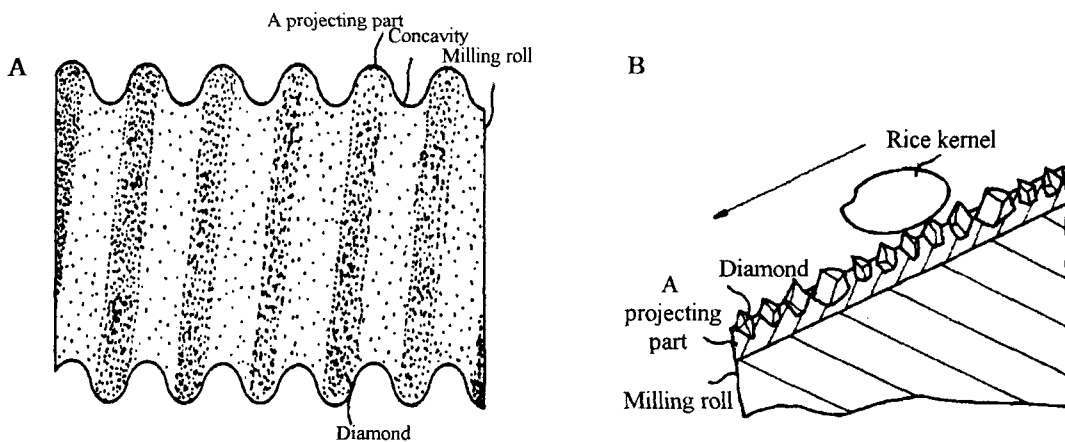


Fig. 2. Diagram of milling roll and electroplated diamond of newly designed abrasive milling machine. A: A front view of milling roll, B: Detailed view of surface of projecting part.

측정하였으며, 조단백질 함량 계산시 쌀의 질소계수인 5.95를 곱하여 산출하였다. 쌀에서 추출한 지방의 지방산 조성은 Kim과 Shin(12)의 방법에 따라 분석하였다. 즉 추출한 지방을 BF₃-MeOH로 methyl ester화한 후 GC(Shimadzu GC 17A V3, Japan)를 사용하여 분석하였으며, column은 Supelcowax 10TM(0.25 mm×60 m, film thickness 0.25 µm)을, detector는 FID를 사용하였고, injector와 detector의 온도는 260°C이었고, column 오븐의 온도는 150°C~190°C(10°C/min), 190°C~235°C(2.5°C/min), 235~250(5°C/min)의 온도로 상승시키고 250°C에서 5분간 유지시켰다. 운반 가스는 헬륨(He)을 0.586 mL/min의 속도로 사용하였고, split ratio는 60:1로 하여 0.5 µL를 주입하였다. 검출된 peak는 Oil Reference Standard AOCs No. 5(Sigma Chemical Co., USA) 및 OmegawaxTM Test Mix No. 4-8476(Supelco Inc., USA)과 머무름 시간을 비교하여 동정하였으며, 각 지방산의 조성비는 면적비를 기준으로 계산하였다.

백도, 쌀눈 부착률 및 천립중

쌀의 백도는 정립상태에서 백도계(Kett Electric Laboratory C-100-3, Japan)를 사용하여 측정하였다. 쌀눈 부착률은 쌀 100개씩을 무작위적으로 3회 채취하여 각각에 대한 쌀눈 부착률을 검사하였으며, 쌀의 천립중은 Kim 등(8)의 방법에 따라 완전립 1,000개씩을 무작위적으로 3회 채취하여 각각의 무게를 측정하였다.

주사전자현미경 관찰

도정단계별 쌀의 표면을 관찰하기 위한 주사전자현미경 측정용 시료는 다음과 같이 조제하였다. 즉, 각 도정단계별의 쌀알을 2.5% *p*-formaldehyde glutaraldehyde(4°C, phosphate buffer, pH 7.2) 고정액에서 2시간 전고정하고, 완충액(0.1 M phosphate buffer, pH 7.2)으로 10분씩 3회 세척한 후, 1% OsO₄(25°C, 0.1 M phosphate buffer, pH 7.2)에서 2시간동안 후고정하였다. 고정이 끝난 시료는 동일 완충용액으로 수회 세척한 후, ethanol 농도 상승 순으로 탈수하였으며, isoamyl acetate로 치환하고 critical point dryer로 완전 건조시킨 후 SC502 sputter coater를 이용하여 도금 후 주사전자현미경(SEM 515, Philips)으로 10 kV에서 관찰하였다.

관능검사

쌀과 물을 1:1.2의 비율로 혼합하여 일반적인 방법으로 지은 쌀밥의 관능평가는 일반 검사요원 15명을 대상으로 9점 척도법으로 수행하였다. 즉 색깔, 냄새, 맛, 조직감 및 전체적 기호도를 1점(아주 나쁘다), 5점(보통이다), 9점(아주 좋다)으로 평가하였다(13).

통계처리

관능검사로부터 얻어진 평가 점수를 SAS 통계처리 프로그램(14)을 사용하여 analysis of variance(ANOVA)로 각 시료의 평균값에 대한 유의적 차이(p<0.05)를 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

쌀을 현미, 연삭 1회, 2회, 3회, 4회, 연삭 4회 및 연마 1회의 도정 단계별로 구분하여 수분함량, 조단백질, 조지방 및 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

수분 함량은 12.81~13.15%로서 각 시료간에 큰 차이는 나타나지 않았으나, 연삭 4회 및 연마 1회 처리를 한 경우 약간 감소하였는데 이는 연마과정에서 발생된 열에 의해 수분이 감소했기 때문인 것으로 추정된다. Chung 등(5)은 쌀의 수분 함량이 14.07~15.07%로서 품종 및 도정도에 따라 큰 차이가 없다고 보고하였으며, Cheigh 등(9)도 쌀의 수분함량이 10.8~10.9%로서 도정도에 따라 차이가 없다고 보고하여 본 실험의 결과와 비슷하였다.

조단백질 함량과 조지방 함량은 각각 7.81~8.50% 및 1.07~1.95%로서 도정 정도가 클수록 그 함량이 감소하는 경향이었으나 백미(수라청 쌀, 단백질 7.32%, 조지방 0.61%)보다는 높은 함량을 나타내었다. 이러한 결과는 밀양계통 10품종(7)과 아끼바레 쌀(9)의 도정도별 성분 분석 결과 쌀의 조단백질 및 조지방은 외각에서 함량이 높고, 도정도가 높아질수록 그 함량은 낮아진다는 결과와 비슷한 경향이였다.

조지방의 지방산 조성을 분석한 결과 palmitic acid(22.06~25.76%, peak area %), oleic acid(34.04~36.62%) 및 linoleic acid(39.58~42.22%)가 주요 지방산으로 확인되었고 각 시료간의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 백미의 경우도

Table 1. Proximate composition of rice by different degree of milling

| | A ¹⁾ | B | C | D | E | F | G |
|--|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Moisture (%) | 13.15 | 13.06 | 13.03 | 12.99 | 12.95 | 12.81 | 12.96 |
| Protein (%) ²⁾ | 8.50 | 8.37 | 8.23 | 7.91 | 8.07 | 7.81 | 7.32 |
| Lipid (%) ³⁾ | 1.79 | 1.95 | 1.78 | 1.57 | 1.32 | 1.07 | 0.61 |
| Palmitic acid (C _{16:0}) ³⁾ | 22.46 | 25.76 | 23.10 | 23.74 | 24.45 | 22.06 | 22.29 |
| Oleic acid (C _{18:1}) | 36.22 | 34.65 | 36.49 | 34.04 | 35.36 | 36.62 | 35.55 |
| Linoleic acid (C _{18:2}) | 41.32 | 39.58 | 40.40 | 42.22 | 40.19 | 41.32 | 42.16 |

¹⁾A: Brown rice, B: Milled rice (one pass-through), C: Milled rice (two pass through), D: Milled rice (three pass-through), E: Milled rice (four pass-through), F: Milled rice (four pass-through and polished one time), G: White rice (Surachung rice).

²⁾Dry basis.

³⁾Peak area (%) on the gas chromatogram.

이와 비슷하였다. Kim 등(15)은 제분 분획별 분석시 백미(23.4%), oleic(26.2%) 및 linoleic acid(46.4%)라고 보고하여 그 함량에서 본 실험결과와 차이가 있었다. 그러나, Shin과 Rhee(16)는 멥쌀 4품종의 주요 지방산이 palmitic(22.2~22.8%), oleic(31.4~32.6%) 및 linoleic acid(39.8~42.1%)이며 참쌀과 그 조성 및 함량이 유의적 차이가 없다고 보고하였으며, Choe 등(17)도 백미의 oleic acid 함량은 33~41%라고 보고하여 본 실험의 결과와 비슷하였다.

백도, 쌀눈 부착률 및 천립중

쌀을 현미, 연삭 1회, 2회, 3회, 4회, 연삭 4회 및 연마 1회의 도정 단계별로 구분하여 백도, 쌀눈 부착률 및 천립중을 분석한 결과는 Fig. 3~Fig. 5와 같다.

쌀의 도정 단계에 따른 백도(Fig. 3)는 22~28로서 모든 시료에서 현미(20) 및 백미(31)와 유의적 차이(p<0.05)를 나타내었다. 연삭 1회와 연삭 2회 시료 사이의 유의적 차이가 없었으며, 도정률이 높아질수록 백도가 증가하는 경향을 나타내었으나 백미보다는 낮았다. Kim(18)은 쌀 11품종의 백미의 백도가 12~32까지 넓은 범위에 분포되어 있다고 보고하였는데, 본 실험에서 사용한 시료는 모두 이 범위에 속하는 것으로 나타났다.

쌀눈 부착률(Fig. 4)은 연삭 1회(79.54%)와 연삭 2회(76.67%) 시료의 경우 현미(81.00%)와 유의적 차이(p<0.05)가 없었으며, 도정도가 클수록 현저하게 감소하였으나 연삭 4회 및 연마 1회 시료의 경우에도 쌀눈 부착률이 39.33%로서 백미(4.00%)보다는 매우 높은 비율로 쌀눈이 부착되어 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 도정 단계별 일반성분 분석에서 모든 시료에서 백미보다 단백질 및 조지방의 함량이 높게 나타난 결과를 뒷받침하고 있다. 벼 도정시 발생하는 쌀겨에는 상당량의 쌀눈이 혼입되어 사료화되고 있는데, 손실되는 쌀눈의 양은 세계적으로 2백만 M/T 정도에 이르는 것으로 추정(19)되는 실정에서 벼의 도정방법을 개선함으로써 쌀눈 이용률을 높여 쌀밥의 영양개선에 기여할 수 있음을 확인하였다.

쌀의 천립중(Fig. 5) 분석 결과 연삭 1회와 연삭 2회는 각각 21.88 g과 21.63 g으로 현미(22.15 g)와 유의적 차이(p<0.05)가 없는 것으로 나타났으며, 연삭 3회 시료부터는 현미와 유의적 차이가 나타났다. 연삭 4회 및 연마 1회 시료를 제외한 모든 도정 단계별 시료의 천립중은 백미(20.41 g)보다 높게 나타났다. Kim 등(20)은 일반계 11품종의 천립중이 현미는 21.80±1.43 g, 백미는 19.90±1.11 g, 통일계 11품종의 현미는 21.12±1.72 g, 백미는 19.24±1.28 g이라고 분석하여 본 실험결과와 유사한 결과를 나타내었다.

주사전자현미경 관찰

도정 단계별 쌀알의 표면과 쌀눈의 부착 상태를 주사전자현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 6과 같다.

현미(A)는 쌀의 표면이 거칠고 쌀눈이 부착되어 있는 상

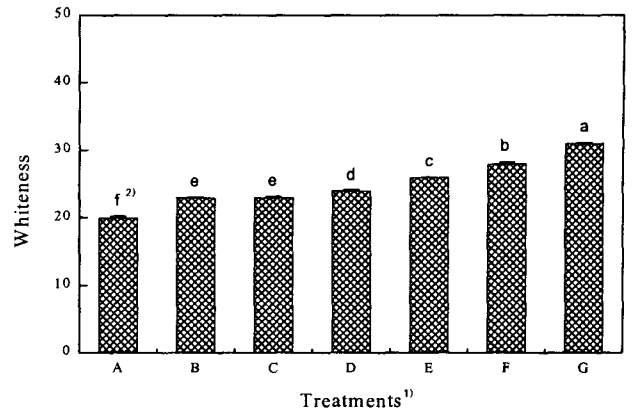


Fig. 3. Whiteness of rice with different degree of milling.

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

Standard reference: CaCO₃ is 100.

Experiments were carried out in triplicate.

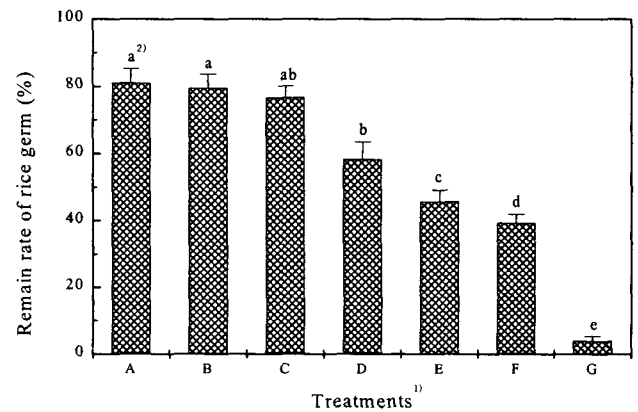


Fig. 4. The remain rate of rice germ with different degree of milling.

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

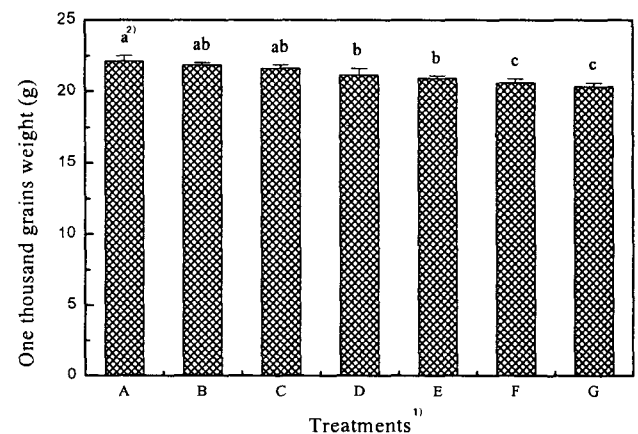


Fig. 5. One thousand grain weight with different degree of milling.

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

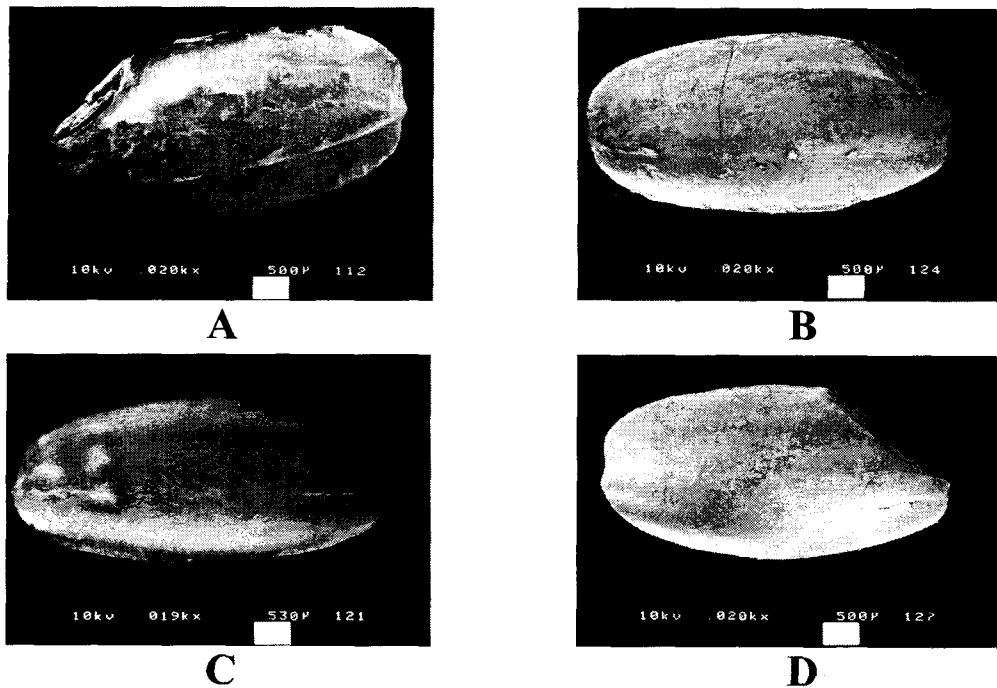


Fig. 6. Scanning electron micrograph of rice kernel with different degree of milling. A: Brown rice, B: Milled rice (one pass-through), C: Milled rice (four pass-through and polished one time), D: White rice (Surachung rice).

태를 나타내고 있으며, 연삭 1회 시료(B)는 현미보다는 매끄러우나 표면이 약간 거칠고 쌀눈이 남아 있는 것을 볼 수 있다. 도정 횟수가 증가할수록 쌀 표면이 매끄러워지는 경향을 나타내 연삭 4회 및 연마 1회 시료(C)는 표면이 현미 및 연삭 1회 시료보다 매우 매끄러워 백미(D)와 비슷한 반면 쌀눈이 일부 부착되어 있는 것을 나타내고 있다. 백미는 표면이 매우 매끄럽지만 쌀눈이 이탈되어 있는 모습을 나타내고 있다.

관능평가

도정 단계별 쌀을 이용하여 일반적인 방법으로 밥을 지어 색깔, 냄새, 맛, 조직감 및 전체적 기호도를 평가한 결과는 Table 2와 같다.

색깔은 모든 시료에서 현미보다 선호도가 높게 나타났으며, 연삭 3회, 연삭 4회, 연삭 4회 및 연마 1회 시료 사이에는 유의적($p < 0.05$) 차이가 없었다. 일반적으로 도정도가 커질수록 점수가 높아지는 경향을 나타내었으나 백미보다는 유의적으로 낮게 나타났다. 냄새는 연삭 4회 및 연마 1회 시료의 경우 현미보다 유의적으로 높게 나타났으며 백미와 유의

적 차이가 없는 것으로 나타났다. 맛은 모든 시료에서 현미보다 높은 선호도를 나타냈으며, 연삭 1회 및 2회 시료를 제외한 나머지 시료는 백미와 유의적 차이를 나타내지 않았다. 조직감은 모든 시료에서 현미보다 높은 선호도를 나타냈으며 도정도가 클수록 선호도가 높아졌으나 백미보다는 유의적으로 낮은 점수를 나타내었다. 전체적인 기호도는 모든 시료에서 현미보다 높은 선호도를 나타냈으며 연삭 3회, 연삭 4회, 연삭 4회 및 연마 1회 시료 사이에는 유의적 차이가 없었으나 백미보다는 약간 낮았다. 전체적으로 연삭 도정을 한 모든 시료는 색깔, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도에서 현미보다 좋은 선호도를 나타냈으며, 연삭 3회, 연삭 4회, 연삭 4회 및 연마 1회 시료 사이에는 평가 항목에서 유의적 차이를 나타내지 않았다.

관능평가 결과 연삭 3회, 연삭 4회, 연삭 4회 및 연마 1회 시료는 평가 항목에서 백미와 유의적 차이가 없거나(맛) 약간 낮은 선호도를 나타냈으나, 색깔, 맛, 조직감(19) 및 취반 속도(20)에서 문제가 되어 풍부한 영양가를 가지고 있음에도

Table 2. Sensory evaluation of cooked rice by different milling conditions

| | A ¹⁾ | B | C | D | E | F | G |
|-----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Color | 3.05 ^{d2)} | 4.11 ^c | 4.16 ^c | 5.16 ^b | 6.00 ^b | 6.11 ^b | 8.11 ^a |
| Odor | 5.11 ^c | 5.26 ^c | 5.21 ^c | 5.89 ^{bc} | 5.95 ^{bc} | 6.32 ^{ab} | 6.95 ^a |
| Taste | 4.37 ^c | 5.34 ^b | 5.32 ^b | 5.84 ^{ab} | 6.32 ^{ab} | 6.11 ^{ab} | 6.79 ^a |
| Texture | 3.37 ^d | 5.21 ^{bc} | 4.42 ^c | 5.79 ^b | 5.79 ^b | 6.16 ^b | 7.16 ^a |
| Overall acceptability | 3.68 ^d | 5.37 ^{bc} | 4.84 ^c | 5.89 ^b | 6.21 ^b | 6.11 ^b | 7.32 ^a |

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means with the same letter in each row are not significantly different ($p < 0.05$).

불구하고 많이 이용되지 않았던 현미보다 월등히 높은 신호도를 나타내어, 현미와 백미를 대체할 수 있는 영양가 있는 쌀로서 이용되기에 좋을 것으로 판단된다.

요 약

연삭식 정미기를 이용하여 도정한 쌀의 도정 정도에 따른 수분함량은 12.81~13.15%로서 연삭 횟수가 증가할수록 약간 증가하는 경향이었으며, 조단백질 및 조지방 함량은 각각 7.81~8.50% 및 1.07~1.95%로서 도정 정도가 클수록 감소하였으나 백미보다는 높았고, 조지방의 주요 지방산은 palmitic acid(22.06~25.76%, peak area %), oleic acid(34.04~36.62%) 및 linoleic acid(39.58~42.22%)로 확인되었다. 백도는 현미와 백미의 중간 정도이었으며, 쌀눈 부착률은 연삭 4회 및 연마 1회 시료의 경우에도 39.33%에 이르러 백미(4.00%)보다 매우 높은 비율을 나타냈으며, 천립중은 현미와 유의적 차이($p < 0.05$)가 없었다. 주사전자현미경 관찰 결과 연삭 4회 및 연마 1회 시료는 표면의 매끄러움이 백미와 비슷한 반면 쌀눈이 일부 부착되어 있었다. 취반 후 관능평가한 결과 연삭 3회, 연삭 4회, 연삭 4회 및 연마 1회 시료는 백미와 유의적 차이가 없거나(맛) 약간 낮은 선호도(색깔, 냄새, 조직감, 전체적 기호도)를 나타냈으나 현미보다 월등히 높은 선호도를 나타내어 영양가 있는 쌀로서 이용되기에 좋은 것으로 판단된다.

감사의 글

한유배아미(주)에서 개발한 도정기로 도정한 쌀로 실험하였으며 도정기 및 시료 제공에 감사를 드립니다.

문 헌

- Sohn TH, Seong JH, Kang WW, Moon KD. 2001. *Food processing*. Hyungseul Publisher, Seoul. p 225-230.
- Yoon JR. 1999. Polishing roll of grinding type rice-polishing machine. *Korea Patent* 10-0211853.
- Rhee SK. 1992. *Agricultural food processing*. Yulim Publisher, Seoul. p 14-21.
- Yang HC. 1995. *Food industry*. Semoonsa, Seoul. p 17-27.
- Chung DH, Kyung MH, Kong JS, Kim HK. 1976. Studies on the milling, quality and storage of Tongil rice. *Korean J Food Sci Technol* 8: 1-5.
- Kim SK, Cheigh HS. 1979. Radial distribution of calcium, phosphorus, iron, thiamine and riboflavin in the degermed brown rice kernel. *Korean J Food Sci Technol* 11: 122-125.
- Kim MC, Shim KH, Chung DH, Cho KT. 1980. Heavy metal contents in different bran layers of rice. *J Korean Agric Chem* 23: 141-149.
- Kim YB, Hah DM, Kim CS. 1990. Milling characteristics and qualities of Korean rice. *Korean J Food Sci Technol* 22: 199-205.
- Cheigh HS, Kim SK, Pyun YR, Kwon TW. 1978. Kinetic studies on cooking of rice of various polishing degrees. *Korean J Food Sci Technol* 10: 52-56.
- Shin DH, Chung CK. 1998. Chemical composition of the rice germ from rice milling and its oil stability during storage. *Korean J Food Sci Technol* 30: 241-243.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC. p 17-18.
- Kim YS, Shin DH. 2001. Effect of *Rhus verniciflua* Stokes on the oxidative stability of fried potato chips during storage. *Food Sci Biotechnol* 10: 418-422.
- Kim YS, Ahn ES, Shin DH. 2002. Extension of shelf life by treatment with allyl isothiocyanate in combination with acetic acid on cooked rice. *J Food Sci* 67: 274-279.
- SAS Institute, Inc. 1990. *SAS user's guide*. Statistical analysis systems institute, Cary, NC.
- Kim IH, Park KH, Shin MG, Kim HJ, Lee SH. 1996. Comparison of lipid composition of rice varieties with the different sensory quality. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 727-734.
- Shin HS, Rhee JY. 1986. Comparative studies on the lipid content and neutral lipid composition in nonglutinous and glutinous rice. *Korean J Food Sci Technol* 18: 137-142.
- Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 885-892.
- Kim HK. 1980. Studies on the milling characteristics of rice. *Korean J Food Sci Technol* 12: 182-184.
- Luh BS, Barber S, de Barber B. 1991. *Rice bran: chemistry and technology*. In *Rice Production*. 2nd ed. Luh BS, ed. Van Nostrand Reinhold, New York. Vol 2, p 313-362.
- Kim KJ, Pyun YR, Choi HT, Lee SK, Kim SK. 1984. Cooking properties of Akibare and Milyang 23 brown rice. *Korean J Food Sci Technol* 16: 457-462.

(2003년 7월 16일 접수; 2003년 10월 29일 채택)