

품종 및 입자크기가 쌀가루의 특성에 미치는 영향

금준석 · 이현유
한국식품개발연구원

The Effect of the Varieties and Particle Size on the Properties of Rice Flour

Jun-Seok Kum and Hyun-Yu Lee
Korea Food Research Institute

Abstract

Seven rice varieties(Suweonjo, Suweon232, BG276-5, IR44, IR41999-139, Suweon230 and Yongjubyeo) were used to study the effect of particle size on the physicochemical properties(proximate analysis, color values, amylogram, water absorption index and water solubility index) of rice flours. Suweonjo had the highest amylose content (27.07%) and Yongjubyeo had the lowest one (17.17%). Suweonjo had the highest protein content (11.36%) and IR44 had the lowest one (6.75%). Protein content of rice flours prepared in a pin mill was decreased as particle size of rice flours decreased. L value of rice flour was increased as particle size of rice flours decreased while b value and ΔE value decreased. Maximum viscosity, cold paste viscosity, breakdown, total setback in amylogram properties were increased as particle size of rice flours decreased while initial paste temperature decreased. Water absorption index (WAI) and water solubility index (WSI) were increased as particle size of rice flour decreased.

Key words :properties, particle size, rice flour

서 론

최근 쌀가공식품이 편의화, 다양화됨에 따라 쌀가루를 주 원료로 하는 새로운 가공제품의 개발과 함께 식품가공 원료로서 쌀가루의 연구분야에 관심이 높아지고 있다. 현재까지 보고된 쌀가루에 관한 연구는 품종에 따른 전분의 특성차이 이외에도 쌀가루 제조시 사용되는 제분기의 종류 및 제분방법에 따라 입자크기가 달라지게 되며 입자크기에 따라 호화도, 결합력, 수분흡수력, 전분손상도 및 반죽의 물성들이 변화되어지게 된다^(1,2). 이러한 특성들은 pasting 성질⁽³⁾, 젤강도⁽⁴⁾, 제빵, 제면특성등^(5,7) 가공적성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 수분흡수지수와 수분용해지수는 호화개시온도에 따라 차이가 있으며, 또한 낮은 호화개시온도를 가진 쌀가루는 수분흡수와 수분용해가 낮은 온도에서 시작된다⁽⁶⁾. 멍쌀가루는 일반적으로 호화온도 이상에서도 수분의 흡수가 계속되는 반면에 찰쌀

가루의 최대 물 흡수능력은 호화온도와 비슷한 온도에서 일어난다. DSC측정에 의한 호화엔탈피는 입자크기에 따라 차이가 있으며, 이는 호화온도와 밀접한 관계가 있으며 최대 호화엔탈피도 호화온도와 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다⁽⁸⁾. 일반적으로 쌀가루의 점도는 Brabender amylograph를 이용하는데 찰쌀가루가 멍쌀가루보다 낮은 온도에서 피크가 시작이 되며 쌀가루는 찰전분가루와 같은 피크를 얻기 위해서는 2배 정도의 농도를 요구하게 된다. 그 이유는 쌀가루에서는 전분입자가 아닌 단백질 같은 구성인자가 팽윤을 하는데 방해하는 역할을 할 수 있다⁽⁹⁾. 그러나 지방을 제거한 찰쌀가루는 지방을 제거하지 않은 것보다 아밀로그래프 피크가 높았으나, 멍쌀가루나 멍쌀전분은 동일한 피크를 보여주었다⁽¹⁰⁾. 최근에 연구된 논문들은 이러한 현상을 주로 α -아밀레이즈에서 찾으려는 노력을 하고 있으며 찰쌀전분이 멍쌀전분보다 낮은 피크도 서로 다른 종류의 α -아밀레이즈와 활성도에 기인한 것이라는 발표도 있다⁽¹¹⁾. 이와 같이 쌀가루의 특성에 따라 물리적 성질에 큰 영향을 미치므로 쌀가루도 가공용도에 따라 적합한 쌀가루의 제조

Corresponding author: Jun-Seok Kum, Korea Food Research Institute, San 46- 1, Baekhyun-Dong, Bundang-Ku, Songnam-Si, Kyonggi-Do 463-420, Korea

필요성이 절실하다. 그러나 특정 쌀가공제품에 적합한 품종별 가공특성이 확립되지 않아 쌀가공제품의 품질 개선에 어려움이 많은 편이다. 따라서 새로운 쌀가공 제품의 개발과 품질개선을 위해서는 각 품종별 쌀의 가공특성을 구명하여 각각의 제품에 적합한 품종을 선별적으로 재배하여 부가가치를 향상시키는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 아밀로오스 함량이 서로 다른 품종을 동일 조건에서 제분하여 입자크기를 살펴보고 각 입자크기에 따른 이화학적 특성을 검토하여 가공 용도별로 적합한 제품의 개발을 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 쌀은 농촌진흥청 작물시험장에서 수확한 7가지 품종(수원조, 수원 232, BG276-5, IR44, IR41999-139, 수원230 및 용주벼)을 벼 상태로 분양 받아 수분함량 15%까지 건조한 후 90%(w/w)의 도정률로 도정하여 진공 포장한 후 4°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

쌀가루의 제조

쌀가루의 제조는 Pin mill(경창산업)을 사용하였으며 쌀가루의 입도 분리는 Sieve shaker(Model RX 86, serial #2682, Mentor, Oh, U.S.A.)에 40, 60, 80, 100, 120 및 140메쉬(mesh)의 표준망체를 설치하여 잔류된 쌀가루를 이용하였다.

쌀가루의 이화학적 특성

쌀가루의 아밀로오스 함량은 Juliano법⁽¹²⁾에 의해 측정하였으며 조지방은 Soxhlet 추출법, 회분은 회화정량법을 이용하였으며⁽¹³⁾ 단백질함량은 semi-micro kjeldal 방법(Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator, Sweden)으로 측정하였다. 입도분포는 Elzone particle size analyzer(Model Elzon 280pc, England)로 측정하였으며 색도는 색차계(Color and color difference meter, Model No UC 600IV, Yasuda Seiki Co., Japan)로 측정하여 L, a, b 및 $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 값으로 나타내고 이때 표준 색판으로는 백색판(L = 89.2, a = 0.921, b = 0.78)을 사용하였다.

아밀로그래프 특성

쌀가루의 호화특성은 Bhattacharya 등⁽¹⁴⁾의 방법에 따라 Brabender/Visco/Amylograph(Brabender Model 800

200, West Germany)를 이용하여 시료농도 8%에서 측정하였으며 얻어진 amylogram으로 부터 호화개시온도, 최고점도(P), 95°C에서 15분 후의 점도(H), 50°C로 냉각시의 점도(C)를 측정하고 breakdown은 P-H, setback은 C-P 그리고 total setback은 C-H로 나타내었다.

수분흡수지수(Water Absorption Index, WAI) 및 수분용해지수(Water Solubility Index, WSI)

수분흡수지수 및 수분용해지수는 Anderson⁽¹⁵⁾의 방법으로 쌀가루 시료 2.5 g에 30 mL의 증류수와 함께 원심분리관에서 분산시키고 가끔 흔들어 주면서 25°C, 50°C, 90°C에서 2시간 동안 방치한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상정액은 미리 함량을 구한 수분정량 수기에서 건조하여 고형분량을 수분용해지수로 산출하였으며, 침전물의 무게를 측정하여 수분흡수지수로 산출하였다.

결과 및 고찰

단백질 함량의 분포 및 색도 변화

쌀의 각 품종별 일반성분은 Table 1에 나타낸 바와 같이 수원조가 아밀로오스 함량은 27.1%, 단백질 함량은 11.4%로 가장 높은 값을 나타내었으며 용주벼는 아밀로오스 함량이 17.2%로 가장 낮은 값을 나타내었고 단백질 함량은 8.7%이었으며 IR44은 아밀로오스 함량은 24.1%나 단백질 함량은 6.8%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 일반적으로 아밀로오스 함량 및 단백질 함량은 식미와 관련이 매우 깊은 것으로 알려져 있으며 아밀로오스 및 단백질 함량이 높을수록 식미가 떨어지는 것으로 보고되었다^(16,17). 특히 아밀로오스 함량이 높을수록 찰기 및 gel consistency가 감소하는 것으로 알려져 있다⁽¹⁸⁾. 쌀가루의 입도분포도는 Fig. 1에 나타내었으며 평균 입자크기는 수원조가 가장 큰 입자크기를 가진 반면 용주벼는 가장 작은 것으로 나타났다. 쌀가루의 입도분포는 아밀로오스함량, 경도 및

Table 1. Proximate analysis of various rice flours(%)

| Varieties | Amylose | Lipid | Protein | Ash |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Suweonjo | 27.1 ^a | 0.5 ^b | 11.4 ^a | 0.5 ^c |
| Suweon 232 | 26.6 ^b | 0.4 ^c | 10.1 ^b | 0.4 ^c |
| BG276-5 | 24.6 ^c | 0.4 ^c | 9.3 ^c | 0.4 ^c |
| IR44 | 24.1 ^d | 0.5 ^b | 6.8 ^c | 0.3 ^d |
| IR41999-139 | 22.0 ^e | 0.5 ^b | 9.1 ^c | 0.5 ^b |
| Suweon 230 | 20.0 ^f | 0.7 ^a | 7.5 ^d | 0.5 ^b |
| Yongjubyeo | 17.2 ^g | 0.7 ^a | 8.7 ^{cd} | 0.6 ^a |

^{a-g}Means in columns with different superscript letters are significantly different(p<0.05)

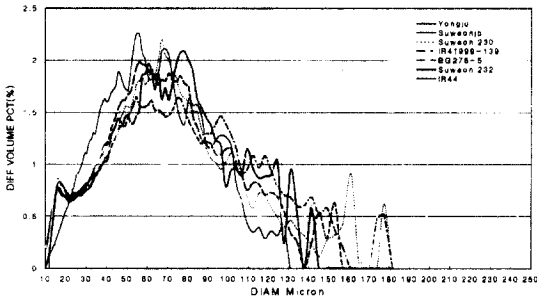


Fig. 1. Particle size distribution of rice flours prepared in a mill on rice varieties.

Table 2. Protein contents of rice flours in different particle size range(%)

| Varieties | Particle size range (μm) | | | | | |
|-------------|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | < 106~ | 106~125 | 125~150 | 150~180 | 180~250 | 250~425 |
| Suweonjo | 10.5 | 10.5 | 11.0 | 12.0 | 12.3 | 11.8 |
| Suweon 232 | 8.0 | 8.1 | 8.8 | 10.2 | 11.2 | 11.0 |
| BG276-5 | 8.5 | 8.5 | 8.8 | 10.5 | 11.1 | 10.4 |
| IR44 | 9.4 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 11.2 |
| IR41999-139 | 8.1 | 8.3 | 8.5 | 9.3 | 9.9 | 9.9 |
| Suweon 230 | 6.7 | 6.9 | 6.8 | 7.7 | 9.4 | 9.4 |
| Yongjubyeo | 8.3 | 8.7 | 9.1 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |

제분기 등 여러 가지 요인에 의해서 달라지지만 아밀로오스 함량은 평균 입자 크기에는 큰 영향을 미치지 않고 입도 분포도에는 영향을 미치는 것으로 나타났다⁽¹⁹⁾. 쌀가루 제조 후 입자크기에 따라 분류한 후 단백질 함량을 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 품종별로 모두 입자크기가 작아질수록 단백질 함량은 감소하는 경향을 나타내었으나 수원조와 BG276-5의 경우 180~250 μm의 쌀가루 입자가 250~425 μm의 입자 크기에 비해 단백질 함량이 높게 나타났다. 또한 품종에 따라 단백질 함량의 감소 폭이 각각 다르게 나타나는데 특히 수원232의 경우 감소 폭이 150 μm에서 크게 나타났으며 수원230은 감소 폭이 180 μm에서 크게 나타났다. 그러나 용주벼의 경우는 각 입자크기별로 단백질의 함량에는 큰 차이를 나타내지 않았다. 단백질의 분포를 미세구조 관찰에서 살펴보면 대부분 단백질이 표면에 분포되어 있고 중간부분이 중앙보다 더 낮은 단백질 함량을 나타내는 것으로 알려져 있다^(20,21). 품종별 쌀가루의 색깔은 입자크기별로 분류하기전과 입자크기별로 분류하여 측정된 결과(Table 3) 백색도에(L값) 있어서 수원232가 가장 높은 값을 나타냈으며 이는 미립 특성인 투명도와 관계가 있는 것으로 나타났다⁽¹⁹⁾. 품종별로 모두 입자크기가 감소함에 따라 백색도는 증가하였으며 b값 및 ΔE값은 감소하였으나 a

값은 뚜렷한 양상을 나타내지 않았다.

호화양상

품종별 및 입자크기에 따른 호화양상은 Table 4에 나타난 것처럼 품종 및 입자크기에 따라 호화양상이 매우 다름을 알 수 있다. 쌀가루의 아밀로그래프 양상은 일반적으로 재배지역, 수확조건, 품종등에 따라 달라지며 피크점도와 breakdown은 정의 관계를 가지며 breakdown과 setback은 부의 관계를 가지는 것으로 알려져 있다⁽²²⁾. 호화개시온도는 일반적으로 아밀로그래프에서 온도가 증가함에 따라 점도가 처음으로 증가하는 시점(10 B.U.)의 온도를 측정하는데 수원230의 경우 각 입자크기에 따라 가장 낮은 호화개시온도를 나타내었으며 모든 품종에서 입자크기가 작아짐에 따라 호화개시온도가 낮아지는 경향을 나타내었다. 이는 쌀가루의 입자가 미세해짐에 따라 전분의 팽윤이 빨리 일어나서 호화개시온도가 낮아지게 된 것으로 생각된다. 용주벼의 경우 호화개시온도의 감소 폭이 입자크기에 따라 매우 작게 나타난 반면 수원조와 수원232의 경우는 감소 폭이 매우 크게 나타났다. 최고 점도는 호화개시온도와는 달리 입자크기가 작아짐에 따라 증가하는 경향을 나타내어 호화개시온도는 최대점도와는 역의 상관 관계를 갖는 것으로 나타났다. 이는 입자크기가 크고 거칠수록 점도가 낮아져 thickening agent로 사용할 수 있다는 Nishita의 보고⁽²³⁾와 같은 결과를 얻었다. 수원조와 BG276-5의 경우 106~125 μm에서 각각 300, 838 B.U. 값으로 가장 높은 최고점도를 나타내었으며 용주벼의 경우 입자크기가 작아짐에 따라 최고점도의 증가폭이 차이가 없었으나 IR 41999-139의 경우는 증가폭이 매우 크게 나타났다. IR44와 수원조는 대체적으로 다른 품종에 비해 낮은 최고점도를 나타내었다. Hamaker와 Griffin⁽⁹⁾은 전분의 호화 및 페이스트(paste) 상태에서 단백질의 영향을 살펴본 결과 쌀가루에서 disulfide 결합을 가진 단백질은 호화 과정에서 전분입자가 팽창되는 것을 방해하는 것으로 나타나 점도가 낮아지는 것으로 알려져 있어 입자크기가 작을수록 단백질 함량은 감소하여 점도가 증가하는 것에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 찰쌀가루도 마찬가지로 단백질 함량과 전분입자의 팽창과는 높은 관계($r = -0.785$)가 있는 것으로 알려져 있다⁽²⁴⁾. 50°C 냉각 후의 점도 역시 입자크기가 작아짐에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. Breakdown은 가공중의 안정도를 나타내는 지표로 사용되는데 수원조, 수원232, IR44, 수원230은 매우 안정적인 것으로 나타났으나 용주벼의 경우 매우 높은 값은 나타내었고 또한 입자크

Table 3. Color values of rice flours in different particle size range

| Varieties particle size | Suweonjo | | | | Suweon 232 | | | | BG276-5 | | | |
|----------------------------|-------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|
| | L | a | b | ΔE | L | a | b | ΔE | L | a | b | ΔE |
| Standard | 89.1 | 0.3 | 7.0 | 6.3 | 90.2 | 0.4 | 6.1 | 5.4 | 89.8 | 0.4 | 6.6 | 5.9 |
| <106 μm | 88.7 | 0.5 | 5.4 | 4.7 | 90.5 | 0.6 | 4.7 | 4.1 | 89.8 | 0.5 | 4.7 | 4.0 |
| 106~125 μm | 88.7 | 0.6 | 5.6 | 4.9 | 90.7 | 0.4 | 4.8 | 4.3 | 89.9 | 0.2 | 5.1 | 4.5 |
| 125~150 μm | 88.1 | 0.4 | 6.2 | 5.6 | 90.3 | 0.6 | 5.2 | 4.6 | 89.4 | 0.4 | 5.6 | 4.9 |
| 150~180 μm | 86.7 | 0.4 | 7.4 | 7.2 | 88.9 | 0.7 | 6.5 | 5.7 | 87.2 | 0.4 | 7.3 | 6.8 |
| 180~250 μm | 85.6 | 0.3 | 8.4 | 8.2 | 87.3 | 0.2 | 7.7 | 7.2 | 86.7 | 0.2 | 7.3 | 8.3 |
| 250~425 μm | 84.7 | 0.2 | 8.6 | 9.0 | 87.4 | 0.6 | 7.4 | 6.8 | 86.5 | 0.4 | 7.6 | 8.8 |
| Varieties article size | IR44 | | | | IR41999-139 | | | | Suweon 230 | | | |
| | L | a | b | ΔE | L | a | b | ΔE | L | a | b | ΔE |
| Standard | 86.7 | 0.3 | 8.0 | 7.7 | 88.1 | 0.5 | 7.1 | 6.4 | 89.0 | 0.1 | 7.3 | 6.6 |
| <106 μm | 89.6 | 0.4 | 5.8 | 5.1 | 89.3 | 0.8 | 5.6 | 4.9 | 89.8 | 0.9 | 5.3 | 4.6 |
| 106~125 μm | 89.4 | 0.8 | 6.2 | 5.4 | 89.3 | 1.0 | 5.6 | 4.9 | 89.5 | 0.7 | 5.4 | 4.7 |
| 125~150 μm | 89.0 | 0.8 | 6.7 | 5.9 | 88.7 | 1.5 | 6.0 | 5.3 | 89.9 | 0.3 | 5.7 | 5.2 |
| 150~180 μm | 88.2 | 1.0 | 7.1 | 6.4 | 88.1 | 0.5 | 6.7 | 6.0 | 89.0 | 0.5 | 6.4 | 5.7 |
| 180~250 μm | 86.2 | 1.0 | 8.3 | 8.0 | 86.1 | 0.6 | 7.6 | 7.6 | 87.0 | 0.3 | 7.4 | 6.9 |
| 250~425 μm | 85.7 | 0.6 | 8.5 | 8.5 | 85.3 | 0.5 | 7.6 | 7.8 | 86.4 | 0.5 | 8.1 | 7.8 |
| Varieties particle size | Yongjubyeco | | | | | | | | | | | |
| | L | a | b | ΔE | | | | | | | | |
| Standard | 88.3 | 0.1 | 7.6 | 6.9 | | | | | | | | |
| <106 μm | 90.7 | 0.7 | 5.4 | 4.9 | | | | | | | | |
| 106~125 μm | 90.7 | 0.4 | 5.7 | 5.2 | | | | | | | | |
| 125~150 μm | 90.1 | 0.3 | 6.5 | 5.8 | | | | | | | | |
| 150~180 μm | 89.5 | 0.5 | 7.3 | 6.5 | | | | | | | | |
| 180~250 μm | 88.2 | 0.4 | 7.9 | 7.2 | | | | | | | | |
| 250~425 μm | 87.1 | 0.2 | 8.1 | 7.6 | | | | | | | | |

기가 작아짐에 따라 breakdown값도 증가하는 경향을 나타내었다. 노화와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려진 total setback은 입자크기가 작을수록 높게 나타나는 경향을 보였으며 setback값은 입자크기에 따라 일정한 양상을 나타내지 않았다. Hemavathy와 Bhat⁽²⁵⁾ 입자크기(71~307 μm)에 따라 아밀로그래프 특성을 살펴본 결과 138~165 μm의 입자크기가 가장 높은 breakdown과 setback ratio를 나타냈으며 이 입자크기의 쌀가루를 가지고 인도 고유의 국수(vermicelli)를 만들었을 때 가장 좋은 조직감을 나타내었다고 보고하였다. Yamazaki 등⁽⁶⁾은 버터케이크 제조시 150 μm 이하의 입자크기를 가진 쌀가루를 사용하였을 때 케이크가 부드러워지고 씹힘성이 우수하였다고 보고하였다. 그러나 서 등⁽²⁶⁾은 입자크기별로 증편을 제조한 후 품질 특성을 측정된 결과 입자크기는 증편 반죽물 발효과정 중 증편 부피에는 영향을 미치지 않는 것으로 보고하였다. Houston과 Kohler⁽²⁷⁾은 소량의 단백질 함량이 증가함에 따라 점도를 감소시킨다고 보고하였는데 단백질 함량의 요인보다 입자크기에 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. Sandhya와 Bhattacharya⁽²⁸⁾도 아밀로오스 함량이 높을수록 점도가 증가하나 이보다는 입자

크기에 따라 더 큰 영향을 받는다고 보고하였다. 즉 입자크기가 작을수록 점도는 증가한다고 보고하여 본 연구와 일치하였으며 Pavitt⁽²⁹⁾ 또한 입자크기가 작을수록 오토밀 죽의 점도가 증가한다고 보고하였다. 류와 이⁽³⁰⁾는 쌀가루를 이용하여 압출성형할 때 입자크기가 작을수록 압출성형물의 부피, 밀도, 기공크기는 감소한다고 하였고, Nishita와 Bean⁽²³⁾은 제분방법별로 쌀가루를 제조하여 입자크기에 따라 특성을 살펴본 결과 입자크기가 미세할수록 손상된 전분이 증가하였다고 하였다.

수분흡수지수 및 수분용해지수 변화

온도를 달리하여 품종별 및 입자크기에 따른 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)를 측정된 결과 (Fig. 2, 3) WAI는 입자크기가 감소함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며 입자크기가 작아지고 온도가 증가함에 따라 그 폭은 점점 커짐을 알 수 있었다. Nishita 등⁽²³⁾도 입자가 미세할수록 WAI는 증가한다고 보고하였다. BG276-5의 경우 50°C에서는 가장 낮은 WAI값을 나타내었으나 90°C에서는 가장 높은 값을 나타내어 WAI는 90°C 이상에서는 다른 양상을 나타냄

Table 4. Amylogram properties for various rice flours on particle size (B.U.)

| Varieties | A | P | H | C | P-H | C-P | C-H |
|-----------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Suweonjo(S) | 78 | 120 | 120 | 200 | 0 | 80 | 80 |
| <106 μm | 66 | 300 | 245 | 740 | 55 | 440 | 495 |
| 106~125 μm | 66.5 | 300 | 245 | 640 | 55 | 340 | 395 |
| 125~150 μm | 66.5 | 215 | 205 | 560 | 10 | 345 | 355 |
| 150~180 μm | 73 | 148 | 148 | 315 | 0 | 167 | 167 |
| 180~250 μm | 80 | 90 | 90 | 255 | 0 | 165 | 165 |
| 250~425 μm | 83 | 78 | 78 | 213 | 0 | 135 | 135 |
| Suweon 232(S) | 66 | 340 | 340 | 510 | 0 | 170 | 170 |
| <106 μm | 65 | 670 | 550 | 860 | 120 | 190 | 310 |
| 106~125 μm | 66.5 | 720 | 600 | 860 | 120 | 140 | 260 |
| 125~150 μm | 66.5 | 685 | 600 | 860 | 85 | 175 | 260 |
| 150~180 μm | 66.5 | 528 | 528 | 860 | 0 | 332 | 332 |
| 180~250 μm | 78.5 | 400 | 400 | 740 | 0 | 340 | 340 |
| 250~425 μm | 80 | 350 | 350 | 550 | 0 | 200 | 200 |
| BG276-5(S) | 75 | 690 | 590 | 900 | 100 | 210 | 310 |
| <106 μm | 72 | 800 | 540 | 840 | 260 | 40 | 300 |
| 106~125 μm | 73 | 838 | 610 | 840 | 228 | 2 | 230 |
| 125~150 μm | 73 | 795 | 600 | 840 | 195 | 45 | 240 |
| 150~180 μm | 73.5 | 640 | 570 | 830 | 70 | 190 | 260 |
| 180~250 μm | 75.5 | 520 | 510 | 830 | 10 | 310 | 320 |
| 250~425 μm | 78.5 | 520 | 510 | 850 | 10 | 330 | 340 |
| IR 44(S) | 72 | 140 | 140 | 280 | 0 | 140 | 140 |
| <106 μm | 67.5 | 240 | 200 | 400 | 40 | 160 | 200 |
| 106~125 μm | 72 | 210 | 195 | 360 | 15 | 150 | 165 |
| 125~150 μm | 72 | 200 | 180 | 360 | 20 | 160 | 180 |
| 150~180 μm | 78.5 | 160 | 156 | 265 | 4 | 105 | 109 |
| 180~250 μm | 78 | 108 | 108 | 220 | 0 | 112 | 112 |
| 250~425 μm | 81 | 100 | 96 | 143 | 4 | 43 | 47 |
| IR 41999-139(S) | 79.5 | 670 | 390 | 640 | 280 | -30 | 250 |
| <106 μm | 74 | 638 | 365 | 650 | 273 | 12 | 273 |
| 106~125 μm | 74 | 610 | 350 | 640 | 260 | 30 | 290 |
| 125~150 μm | 74 | 480 | 340 | 595 | 140 | 115 | 255 |
| 150~180 μm | 74 | 435 | 335 | 575 | 100 | 140 | 240 |
| 180~250 μm | 75 | 420 | 320 | 570 | 100 | 150 | 250 |
| 250~425 μm | 79.5 | 198 | 190 | 324 | 8 | 126 | 134 |
| Suweon 230(S) | 66 | 340 | 340 | 510 | 0 | 170 | 170 |
| <106 μm | 63.5 | 570 | 490 | 860 | 80 | 290 | 370 |
| 106~125 μm | 63.5 | 570 | 480 | 860 | 90 | 290 | 380 |
| 125~150 μm | 65 | 570 | 530 | 860 | 40 | 290 | 330 |
| 150~180 μm | 65.5 | 485 | 440 | 760 | 45 | 275 | 320 |
| 180~250 μm | 66 | 420 | 420 | 660 | 0 | 240 | 240 |
| 250~425 μm | 69.5 | 290 | 290 | 620 | 0 | 330 | 330 |

을 알 수 있었다. WSI 역시 WAI와 같은 양상으로 입자크기가 감소함에 따라 증가하였으며 또한 온도가 증가함에 따라 각 품종별 값의 폭이 커짐을 알 수 있었다. 수원230의 경우 각 온도별에서 가장 높은 WSI값을 나타내었다. 수분용해지수는 입자크기 및 온도에 의해 영향을 받을 뿐 만 아니라 침지시간이 증가함에 따라 찰쌀가루 및 멥쌀가루의 WSI값이 증가하는 것으로 보고되었으(31,32) 도정도에 따라서는 도정도가 증가함에 따라 WSI값은 증가하는 것으로 보고되었다(21).

Table 4. Continued.

| Varieties | A | P | H | C | P-H | C-P | C-H |
|----------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| Yongjubyeo (S) | 69 | 710 | 380 | 580 | 330 | -130 | 200 |
| <106 μm | 66 | 680 | 320 | 790 | 360 | 110 | 470 |
| 106~125 μm | 66.5 | 680 | 386 | 780 | 294 | 100 | 394 |
| 125~150 μm | 67 | 680 | 380 | 770 | 300 | 90 | 390 |
| 150~180 μm | 69 | 680 | 400 | 730 | 280 | 50 | 330 |
| 180~250 μm | 69 | 680 | 390 | 730 | 290 | 50 | 340 |
| 250~425 μm | 69.5 | 670 | 380 | 729 | 290 | 59 | 349 |

S: Standard A: Initial paste temperature (°C), P: Maximum viscosity (B.U.), H: Minimum viscosity (B.U.) C: Cold paste viscosity (B.U.), P-H: Breakdown, C-P: Setback, C-H: Total setback, B.U.: Brabender unit

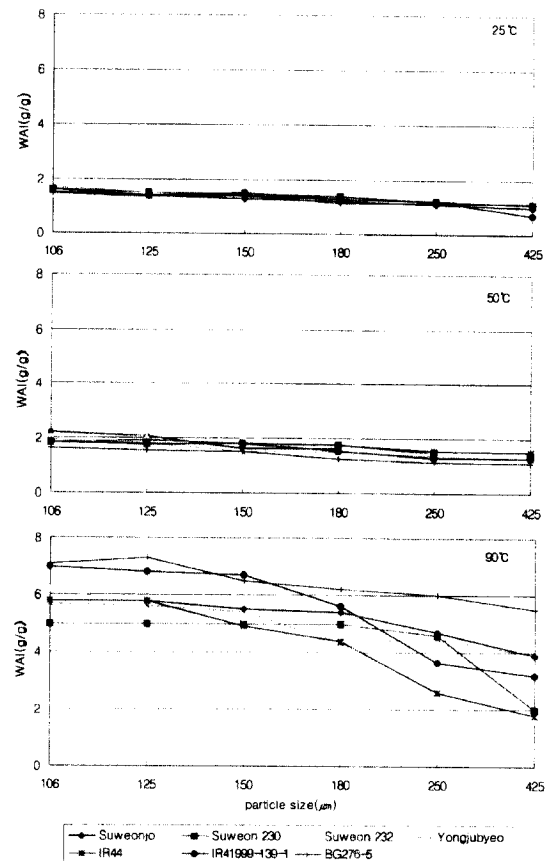


Fig. 2. Water absorption index(WAI) of rice flours on particle size at 25°C, 50°C, 90°C.

요 약

아밀로오스 함량이 서로 다른 7가지(수원조, 수원 232, BG276-5, IR44, IR41999-139, 수원230, 용주벼) 쌀품종에 대해 입자크기(106-425 μm)에 따른 쌀가루의 일반성분, 아밀로그래프 특성, 수분흡수지수 및 수분용해

문헌

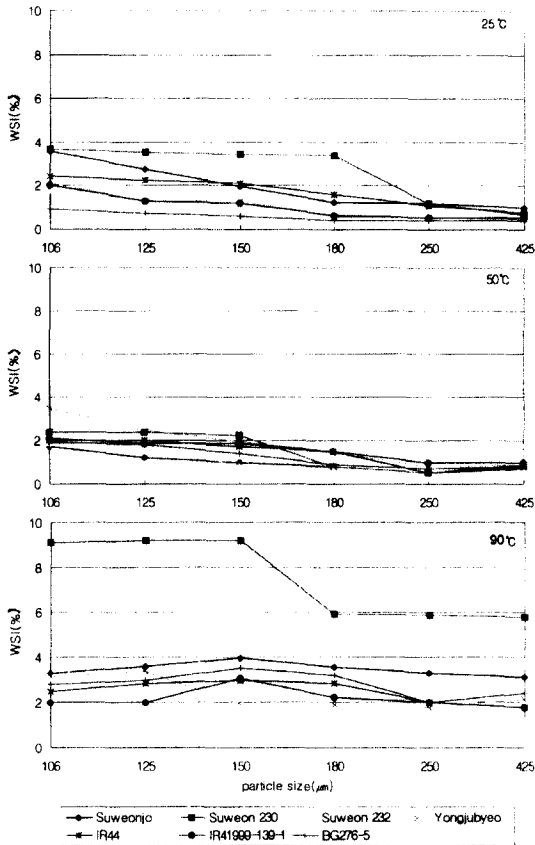


Fig. 3. Water solubility index(WAI) of rice flours on particle size at 25°C, 50°C, 90°C.

지수 등을 조사하였다. 아밀로오스 함량은 수원조가 27.1%로 가장 높았고, 용주벼는 17.2%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 단백질 함량은 수원조가 11.4%로 가장 높았고 IR44가 6.8%로 가장 낮았다. Pin mill을 이용하여 일정한 조건에서 분쇄한 쌀가루의 입자크기에 따른 단백질 함량은 입자크기가 감소함에 따라 감소하였다. 모든 품종에서 입자크기가 감소함에 따라 백색도는 증가하였으며 b값 및 ΔE값은 감소하였다. 입자크기에 따른 아밀로그래프 특성은 모든 품종에서 입자크기가 감소할수록 호화개시온도는 감소하였으나 최고점도, 냉각시의 점도, breakdown 및 total setback은 증가하였다. 그러나 setback의 값은 입자크기에 따라 일정치 않았다. 최고 점도는 품종별로 입자크기가 증가함에 따라 증가하는 정도가 많은 차이를 보여주었다. 수분흡수지수 및 수분용해지수는 입자크기가 감소하고 온도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며 품종간에도 차이를 보여주었다.

1. Kum, J.S., Lee, S.H., Lee, H.Y., Kim K.H. and Kim, Y.I. Effect of different milling methods on distribution of particle size of rice flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 541-545 (1993)
2. Kum, J.S., Lee, S.H., Lee, H.Y., Kim K.H. and Kim, Y.I. Effect of different milling methods on physico-chemical properties and products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 546-551 (1993)
3. Halick, J.V and Kelly, V.J. Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. *Cereal Chem.* 36: 91-95 (1959)
4. Cagampang, G.B., Perez, C.M. and Juliano, B.O. A gel consistency test for eating quality of rice. *J. Sci. Food Agric.* 24: 1589-1593 (1973)
5. Mendes, F.P., Brilhante, S., Suzuki, H., Tada, M. and Webb, B.D. Cooperative test on amylograph of milled rice flour pasting viscosity and starch gelatinization temperature. *Starch.* 37: 40-44 (1985).
6. Yamazaki, K., Nakazato, T. and Kosegawa, T. Cooking quality of rice flour II. Experiment on butter cakes. *Nihon Shokuhin Kogyo Gakkai-Shi.* 18: 512-517(1971)
7. Bean, M.M., Elliston-Hoops, E.A. and Wishita, K.D. Rice flour treatment for cake baking applications. *Cereal Chem.* 60: 445-449(1983).
8. Biliaderis, C.G., Page, C.M., Maurice, T.J. and Juliano, B.O. Thermal characterization of rice starches. *J. Agric. Food Chem.* 34: 6-10 (1986)
9. Hamaker, B.R. and Griffin, V.K. Effect of disulfide bond-containing protein on rice starch gelatinization and pasting. *Cereal Chem.* 70: 377-380 (1993)
10. Hibi, Y., Kitamura, S. and Kuge, T. Effect of lipids on the retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem.* 67: 7-12 (1990)
11. Luh, B.S. and Liu, Y. Rice flour in baking. pp.9-14. In: *Rice production*. Luh, B.S. (eds.). Van Nostrand Reinhold, New York., USA (1980)
12. Juliano, B.O. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci. Today.* 16: 334-337 (1971)
13. AOAC. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of analytical Chemists, Washington DC, USA (1985)
14. Bhattacharya, K.R. and Sowbhagya, C.M. Pasting behavior of rice; A new method of viscography. *J. Food Sci.* 44: 797-800 (1979)
15. Anderson, R.A. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.* 59: 265-271 (1982)
16. Hall, V.L. and Johnson, J.R. A revised starch-iodine blue test for raw milled rice. *Cereal Chem.* 43: 297-302 (1966)
17. Juliano, B.O. Physicochemical properties of rice. pp.175-205. In: *Rice Chemistry and Technology*. Juliano, B.O. (eds.). Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, USA (1985)
18. Kum, J.S., Lee, S.H., Lee, H.Y. and Lee, C. Retrogradation behavior of rice starches differing in amylose content and gel consistency. *Korean J. Food Sci. Tech-*

- nol. 28: 1052-1058 (1996)
19. Kum, J.S. and Lee, H.Y. Influence of amylose content and particle size on physicochemical properties of rice flours. *J. Food Sci. Nutr.* 4: 1-5 (1999)
 20. Noguchi, A., Sato, O., Haque, Z. and Saio, K. Preparation of protein rich flour from rice by air classification and electrostatic separation. *J. Japanese Society Food Sci. Technol.* 28: 405-411 (1981)
 21. Hayakawa, S., Suzuki, H. and Suzuki, T. Radial distribution of amino acids in the milled rice kernel. *J. Agric. Food Chem.* 35: 607-610 (1987)
 22. Suzuki, H. Amylography and alkali viscography of rice. *International Rice Research Institute(Grain Quality Symposium)* p.261-282 (1979)
 23. Nishita, K.D and Bean, M.M. Grinding methods ; Their impact on rice flour properties. *Cereal Chem.* 59: 46-50 (1982)
 24. Yanase, H., Ohtsubo, K. and Hashimoto, K. Studies on quality and processing suitability of glutinous rice. *Report of National Food Research Institute* (1986)
 25. Hemavathy, J. and Bhat, K.K. Effect of particle size on viscoamylographic behavior of rice flour and vermicelli quality. *J. Texture Studies* 25: 469-476 (1994)
 26. Seo, E.J, Ryu, H.S. and Kim, S.A. Physicochemical properties of Jeung-pyun as influenced by processing conditions. *J. Korean Society Food and Nutrition* 21: 101-108 (1992)
 27. Houston, D.F. and Kohler, G.O. Nutritional properties of rice. *National Academic of Science. A publication of National Academy of Science.* Washington, DC. USA (1970)
 28. Sandhya, R.M.R. and Bhattacharya, K.R. Slurry viscosity as a possible indicator of rice quality. *J. Texture Studies* 20: 139-149 (1989)
 29. Pavitt, F. Energy density and consistency of traditional African weaning foods. *Ph.D. thesis, University of Reading, Reading, U.K.* (1988)
 30. Ryu, G.H. and Lee, C.H. Effect of moisture content and particle size of rice flour on physical properties of the extrudate. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 463-469 (1988)
 31. Kim, M.H., Park, M.W., Park, Y.K. and Jang, M.S. Physicochemical properties of rice flours as influenced by soaking time of rice. *J. Korean Society Food Sci.* 9: 210-214 (1993)
 32. Kim, K., Kang, K.J., Lee, Y.H. and Kim, S.K. Changes in properties waxy rice during steeping in water. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 86-87 (1993)

(1999년 7월 22일 접수)