

취반 가수율에 따른 품종별 쌀밥의 텍스처 특성

이 수정

단국대학교 식품영양학과

Water Addition Ratio Affected Texture Properties of Cooked Rice

Soo-Jeong Lee

Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

This study was conducted to measure the hydration characteristics at 20°C and investigated the effect of water to rice ratio(v/w) on the texture properties of cooked rice of ten different varieties based on maturity. Water absorptions during soaking were completed between 30min and 35min at 20°C. The ranges of equilibrium moisture content were between 0.3247g H₂O/g dry matter and 0.3577g H₂O/g dry matter. During the cooking process, the water content of cooked rice increased 6~7% with increased the ratio of water to rice from 1.4 to 1.6(v/w). The hardness(H) of cooked rice decreased, while the stickiness(-H) and -H/H ratio increased with increased ratio of water to rice.

Key words: rice, hydration, water to rice ratio, texture properties

서 론

밥을 주식으로 하는 우리에게 밥을 씹을 때 입안에서의 느낌(mouth feel)은 밥맛을 결정하는데 주요한 인자로 여겨지고 있다. 밥의 식미는 품종, 재배조건 등 뿐만 아니라 취반조건(가수량, 취반 용량, 취반 방법 등)에 크게 영향을 받게 된다. 신 등(1)과 황 등(2)은 밥의 저장 중 텍스처 변화에 대하여, 이 등(3)은 밥 불룩을 이용한 쌀밥의 경도 및 부착성 측정법에 대하여, 이 등(4)은 전기밥솥에서 보온중인 밥의 조직감 변화를, 최와 이(5)는 동결속도 및 저장온도가 취반된 쌀의 노화도, 조직감 및 미세구조에 미치는 영향을, 김 등(6-9)은 쌀의 분자구조와 밥의 텍스처와의 관련성에 대하여 연구를 하여 왔다. 또한 밥의 취반조건과 식미와의 관계에 대하여 민 등(10)은 취반 용량별 최적 가수량의 설정에 대하여 보고하였으며, 민(11)은 취반 용량, 가수율, 불림 온도, 불림시간과 가열전력의 상호관계를 규명하였다.

밥의 식미 차이는 전분의 아밀로오스 함량과 관계가 있다고 하였으나 최근에는 아밀로오스 함량 뿐 아니라 전분의 분자구조도 관계하고 있다고 알려져 있다(8). 최근 Reddy 등(12)은 밥의 텍스처 차이는 아밀로펙틴의 긴 베타사슬과 불용성 아밀로오스와의 결합차이에 기인한다고 보고하였다. 그러나 식품산업현장에

서는 화학적 평가법 보다는 밥맛의 종합적 기호도에 가장 크게 영향을 주는(13) 조직감 측정법을 위한 물리적 측정방법을 필요로 하고 있다. 쌀밥의 조직감 측정법은 밥을 낱알 상태로 측정하는 Bourne(14)의 방법과 밥의 덩어리를 압출하는 압출성형 기법을 이용한 Rayes와 Jindal(15) 및 민 등(16)의 방법 등이 있다. 일반적으로 밥의 텍스처는 텍스트로미터를 이용한 Okabe(17)의 방법이 널리 쓰이고 있다.

본 연구에서는 자포니카계 10품종을 대상으로 20°C에서 침지시 수분흡수 속도, 평형수분 함량(EMC) 및 평형수분 함량까지의 도달시간을 조사하였으며, 가수율(1.3~1.6v/w)에 따른 취반 후 쌀밥의 수분 함량과 조직감의 변화를 비교 분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 쌀의 품종은 우리나라에서 널리 이용되고 있는 조생종 2품종(진미벼, 오대벼), 중생종 4품종(화성벼, 화진벼, 안중벼, 일품벼)과 중만생종 4품종(낙동벼, 동진벼, 만금벼, 추청벼) 등 모두 자포니카 계통의 10품종으로서 농촌진흥청으로부터 제공받아 그 기준에 따라 쌀(백미)로 도정한 후 -20°C에 보관

하면서 시료로 하였다.

수분흡수

쌀 1g을 20°C의 증류수에 20분간 침지시키면서 일정 시간별로 꺼내어 여과지 위에 올려서 표면수를 제거한 다음 무게 증가량으로부터 건물 1g당 수분 증가량을 계산하였다. 실험은 최소한 3회 반복하여 그 평균값을 취하였고, 수분흡수 속도는 Becker(18)의 개략적인 확산방정식인 식 (1)에 의하여 계산하였다. 또한 평형수분 함량과 평형수분 함량까지의 도달시간은 위 조건에서 무게 증가량이 나타나지 않을 때까지 침지시간을 연장시키면서 조사하였다.

$$\bar{m} - m_o = k\sqrt{t} \tag{1}$$

여기서 \bar{m} 는 일정시간 침지 후의 수분 증가량(g H₂O/g dry matter), m_o 는 쌀알의 초기 수분 함량(g H₂O/g dry matter), k 는 수분흡수 속도 상수(g H₂O/min^{1/2}), t 는 침지시간(min)이다.

취반

쌀의 이물질과 색미를 제거한 후 각 쌀알들의 수분 함량을 같게 하기 위하여 실온(21°C)에서 24시간 cheese cloth 위에 방치한 후 시료로 사용하였다. 쌀(8±0.001g)을 50ml 비이커에 담고 10.4, 11.2, 12.0 및 12.8ml(1.3, 1.4, 1.5, 및 1.6v/w)의 가수량을 넣은 다음 실온(21°C)에서 30분간 침지시키고 미리 가열된 직경 30cm, 높이 25cm의 찜통 속에서 수증기를 이용하여 30분간 취반시킨 후 가열을 중단시키고 10분간 뜸을 들었다.

수분함량

밥의 수분 함량은 캐비넷 건조기를 사용하여 105°C에서 24시간 건조시킨 후 A.O.A.C.법(19)을 이용하여 구하였다. 실험은 최소한 2회 이상 반복하였으며, 그 평균값을 취하였다.

밥의 텍스처

취반된 밥의 텍스처 측정은 Okabe(17)의 방법을 변형하여 두 알의 밥알을 rheometer(Model CR-200D Sun Scientific Co., Japan)에 올려 놓은 후 경도(hardness, H)와 끈기(stickiness, -H)를 측정하였고 이로부터 -H/H를 구하였다. 측정 중 시료의 온도 변화를 최소화하기 위하여 Mossman 등(20)의 방법대로 실온(21°C)에서 비이커를 거꾸로 세워 60분간 방치시킨 후 비이커의

중앙부분의 밥을 발채하였다.

시료별 측정 조건은 최대힘을 10kg_r로 하고, table speed는 30mm/min, chart speed는 120mm/min, clearance는 0.3mm, loading device 직경은 20mm이었다. 나타낸 데이터는 9회 측정된 평균값이었다.

결과 및 고찰

수분흡수

침지온도 20°C에서의 침지시간에 따른 품종별 수분 흡수를 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 침지 후 30분에서 35분 사이에 대부분의 품종이 평형에 도달했으며, 평형수분 함량은 품종별로 0.3247~0.3577g H₂O/g dry matter이었다(Table 1). 수분흡수와 침지시간의 평방근의 관계는 식(1)에 따라 직선적인 관계를 보였다. 초기 수분 함량과 평형수분 함량을 비교하여 볼 때 품종에 따라서 수분 함량 증가량은 17.85%에서 21.32% 정도로 나타났다. 이 때 쌀의 초기 수분 함량은 Table 1에 나타낸 바와 같이 0.1390~0.1491g H₂O/g dry matter이었다. 낙동벼의 경우가 초기 수분흡수 속도가 가장 높았으며, 최대의 평형수분 함량(0.3577g H₂O/g dry matter)을 나타내었다. 김(21)의 침지온도 23°C에서는 초기 30

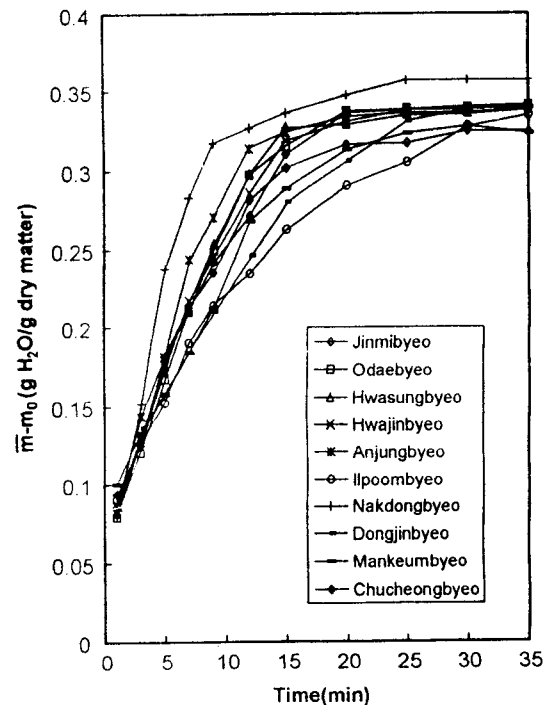


Fig. 1. Relation between the moisture gain and the absorption time for Korean rice varieties.

Table 1. Equilibrium moisture content(EMC), time to reach EMC and water uptake rate constant of rice at 20°C

Variety	EMC (g H ₂ O/g dry matter)	Initial moisture (g H ₂ O/g dry matter)	Time to reach EMC(min)	Water uptake rate constant(g H ₂ O/min ^{1/2})	Correlation coefficient
Jinmibyeo	0.3247	0.1390	30	0.080	0.9971
Odaebyeo	0.3403	0.1477	35	0.088	0.9938
Hwasungbyeo	0.3366	0.1488	35	0.088	0.9959
Hwajinbyeo	0.3398	0.1445	35	0.085	0.9976
Anjungbyeo	0.3368	0.1470	35	0.091	0.9962
Ilpoombyeo	0.3274	0.1486	35	0.061	0.9940
Nakdongbyeo	0.3577	0.1445	30	0.123	0.9950
Dongjinbyeo	0.3379	0.1465	35	0.067	0.9957
Mankeumbyeo	0.3276	0.1491	30	0.058	0.9964
Chucheongbyeo	0.3389	0.1441	35	0.078	0.9948

분 동안 수화가 빠르게 이루어진 후 그 이후에는 거의 변화가 없다는 결과와 전반적으로 같은 양상이었다.

초기 수분흡수 속도에서는 품종간에 큰 차이를 나타내었으며, 만금벼, 동진벼, 일품벼는 초기 수분흡수 속도가 0.060g H₂O/min^{1/2} 전후로 낮았으며, 진미벼, 오대벼, 화성벼, 화진벼, 안중벼, 추청벼는 0.078에서 0.091g H₂O/min^{1/2}로 나타났다. 반면 낙동벼의 경우에는 0.123g H₂O/min^{1/2}로 가장 높은 값을 나타내었으며, 만금벼 보다 2배 이상의 초기 수분흡수 속도를 보였다. 박 등(22)은 일반계와 다수계 쌀을 수화시켰을 때 수분흡수 속도가 다수계는 20°C에서 0.0519g H₂O/min^{1/2}, 일반계는 0.0472g H₂O/min^{1/2}로 다수계가 빨랐으며, 침지 20분 후에 평형에 도달하였다고 보고하여 본 실험에 비해 그 속도가 상당히 늦었다. 그러나 김 등(23)은 23°C에서의 오대벼와 동진벼의 수분흡수 속도가 각각 0.0731g H₂O/min^{1/2} 및 0.0885g H₂O/min^{1/2}라고 하여 다소 차이를 보였다. 이는 초기 수분 함량의 차이, 표면수 제거 정도, 쌀의 도정률, 저장온도, 저장기간 등의 실험 조건의 차이에 기인된다고 생각된다.

밥의 수분함량

동일한 조건으로 취반 후 밥의 수분 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 취반 후 밥의 수분 함량은 가수율에 따라 증가하였으며, 가수율이 1.3에서 1.6(v/w)으로 증가함에 따라서 밥의 수분 함량은 품종에 따라서 약 6.0~7.0% 증가하였으며, 구간별로는 가수율이 1.5(v/w)에서 1.6(v/w)으로 증가함에 따라서 수분 함량 증가폭이 컸다. 가수율 구간별 품종간의 수분 함량 차이는 0.6%(1.3v/w)~1.3%(1.6v/w)로 나타났다. 김 등(24)은 쌀 무게를 기준으로 가수율을 1.20배, 1.35배, 1.52배, 1.71배, 1.93배 첨가했을 때 밥의 수분 함량이 각각 57.5%, 60.5%, 63.5%, 66.5%, 69.6%라고 하여 본 실험 결과 보다 가수율이 낮을 때는 약 3%에서, 가수율이 높

Table 2. Moisture content(%) of cooked rice

Variety	Water/Rice(v/w)			
	1.3	1.4	1.5	1.6
Jinmibyeo	61.5	63.5	64.1	68.3
Odaebyeo	61.9	63.8	64.7	67.0
Hwasungbyeo	61.9	63.8	64.6	67.0
Hwajinbyeo	61.8	63.9	65.0	67.9
Anjungbyeo	61.4	63.9	64.7	67.1
Ilpoombyeo	61.7	63.8	64.9	67.6
Nakdongbyeo	62.4	63.9	64.8	67.0
Dongjinbyeo	61.9	63.8	64.3	68.5
Mankeumbyeo	62.0	63.9	64.4	68.4
Chucheongbyeo	61.7	63.7	64.1	66.5

을 때는 약 1% 정도 낮은 값을 보였다. 이는 쌀 무게의 기준 또는 취반기기의 차이에 의한 취반 중 수분손실량 때문으로 생각된다. 이(25)는 전분의 호화에는 전분 종류에 관계없이 30% 이상의 수분이 필요하다고 보고하고 있어 본 실험에서의 가수율이 전분의 호화에 적절한 수분 함량임을 알 수 있다.

취반 과정은 열에 의한 쌀의 구성성분과 수분과의 반응 관계와 쌀알의 표면으로부터 내부로의 쌀알의 수분흡수로 알려져 있다. 즉, 취반시 온도가 상승함에 따라 배유부로 수분과 열이 충분히 스며들면 전분립이 느슨해지기 시작하고, 호화온도에 도달하면 점차적으로 호화되기 시작하고 더욱 온도가 상승되면 팽윤되어 붕괴된다. 이에 따라 열수 가용성 물질의 용출에 따라 경도의 감소, 끈기 증가 등의 텍스처 변화가 오게 된다.

밥의 텍스처

경도(H), 끈기(-H) 및 끈기대 경도의 비(-H/H)의 측정은 2번 압축실험을 통한 texture profile analysis (TPA) 방법에 의하여 하였으며, 가수율과 숙기별 쌀의 품종에 따른 텍스처 변화는 Fig. 2~10과 같다.

경도는 가수율이 증가할수록 감소하는 경향이었으

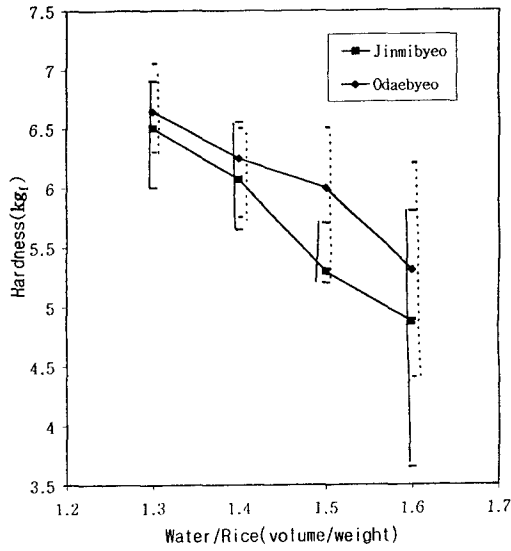


Fig. 2. Hardness of cooked early rice varieties.

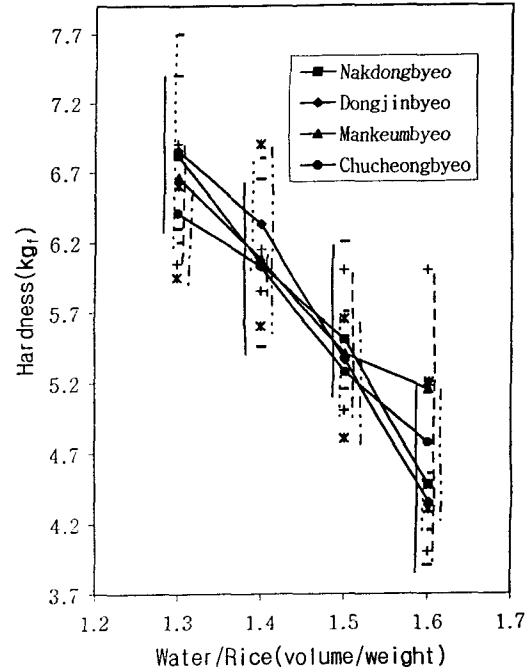


Fig. 4. Hardness of cooked medium late varieties.

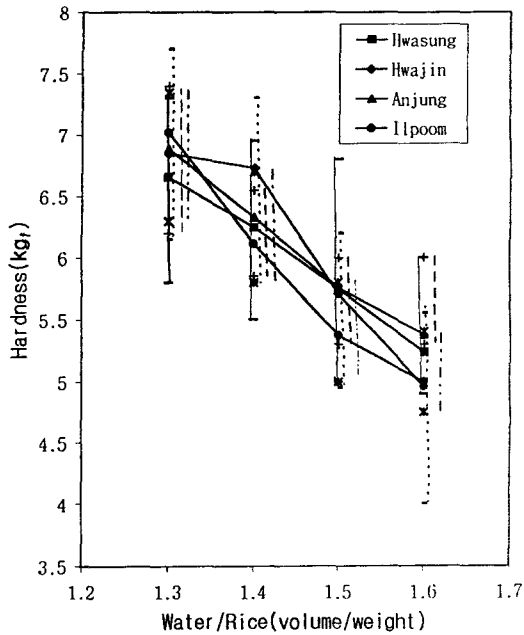


Fig. 3. Hardness of cooked medium rice varieties.

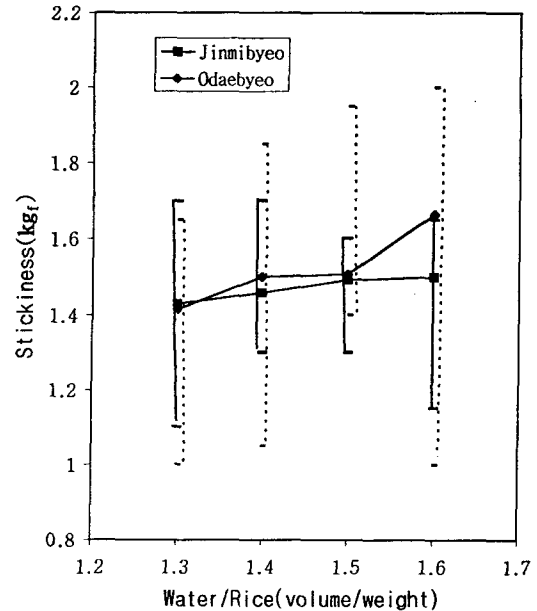


Fig. 5. Stickiness of cooked early rice varieties.

며(Fig. 2~4), 끈기(Fig. 5~7)와 끈기대 정도의 비(Fig. 8~10)는 증가하는 경향이였다. 가수율에 따른 경도 변화는 1.3(v/w)일 경우는 6.41~7.02kgf로 나타났으나 가수율이 1.3(v/w)에서 1.6(v/w)으로 증가함에 따라서 대체적으로 30% 전후의 직선적인 경도 감소를 나타내었고, 동진벼가 36.50%로 가장 감소율이

컸다. 또한 가수율이 1.6(v/w)일 때 경도를 숙기별로 비교하여 보면 조생종이나 중생종 보다 중만생종이 낮았다. 김(21)은 침지온도가 23°C인 경우 침지시간이 길어짐에 따라 밥의 경도가 감소되고 끈기와 끈기대 경

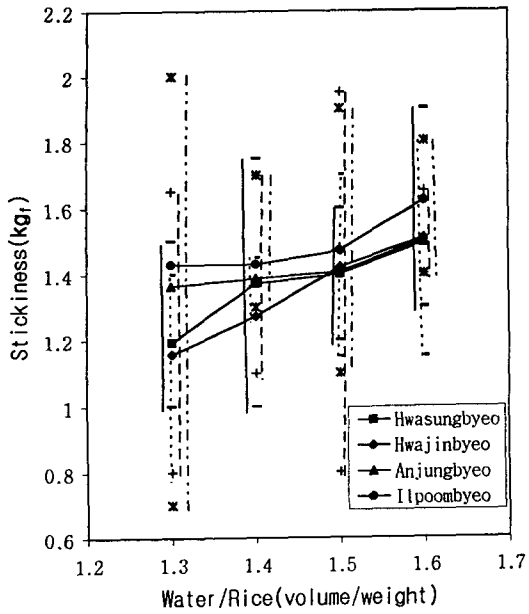


Fig. 6. Stickiness of cooked medium rice varieties.

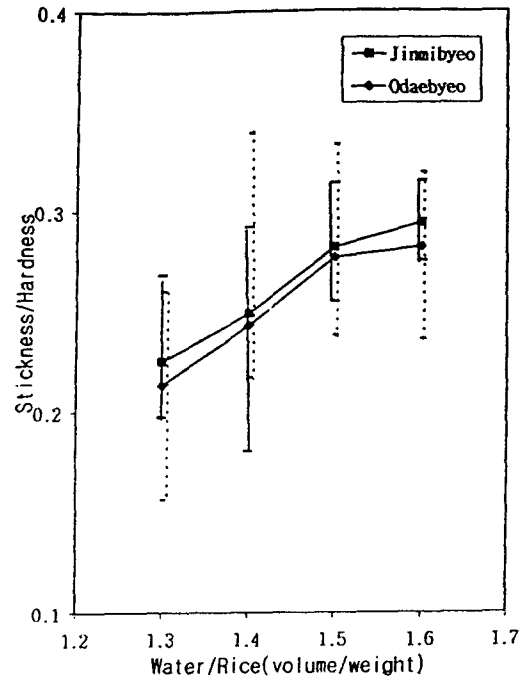


Fig. 8. Stickiness/Hardness of cooked early rice varieties

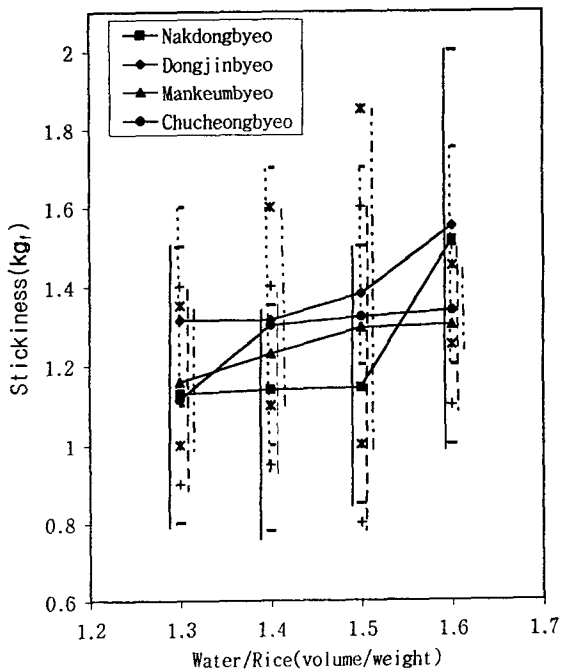


Fig. 7. Stickiness of cooked medium late rice varieties.

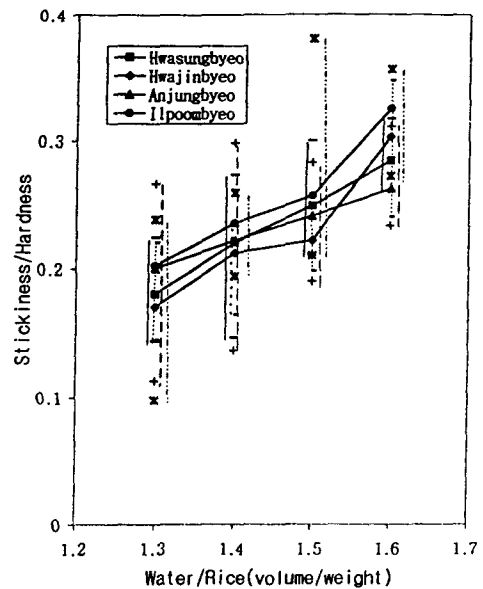


Fig. 9. Stickiness/Hardness of cooked medium rice varieties.

도의 비는 증가하였다고 하였다. Kang 등(8)은 쌀밥의 식미는 경도가 낮고 점착성이 낮은 것과 관계가 있으며, 특히 자포니카가 쌀밥의 경도가 낮고 점착성이 높은

것은 인디카에 비해 아밀로오스의 분자량이 작고, 열수에 용출되는 아밀로오스가 많은 것과 관계가 있다고 보고하였다. 본 실험에서 가수량의 증가에 따라 경도의

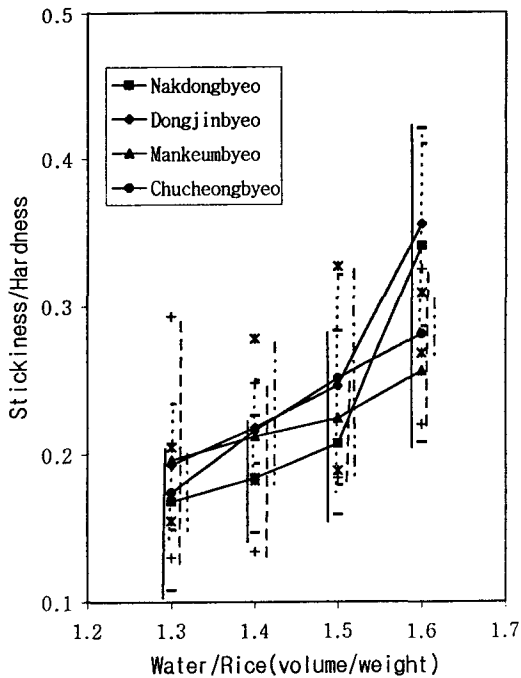


Fig. 10. Stickiness/Hardness of cooked medium rice varieties.

감소가 오는 것은 수분의 침투에 따른 가용성 물질의 용출과 상대적으로 높은 수분 함량 때문으로 보인다.

끈기(26)와 끈기대 경도의 비(17)는 취반미의 품질 결정의 주요 요인이라고 제시하였으며, 품종별 끈기의 차이로는 추청벼와 만금벼가 전반적으로 가수율에 관계없이 적었으며, 오대벼와 일품벼는 크게 나타났다 (Fig. 5~6). 가수율 증가에 따른 끈기 변화로는 가수율 증가에 따라서 끈기의 증가폭이 커졌으며, 진미벼가 가장 적은 증가량을 나타내었으며, 화진벼와 추청벼가 높은 증가량을 보였다. 속기별로 비교해 볼 때 1.3(v/w)에서 1.5(v/w)에서는 중생종(Fig. 6)이나 중만생종(Fig. 7)에 비해 조생종(Fig. 5)이 비교적 높은 증가를 보였고, 1.6(v/w)에서는 조생종 보다는 중생종이나 중만생종이 비교적 높은 값을 보였다. 끈기대 경도의 비(Fig. 8~10)도 가수율 증가에 따라 증가하고 있으며, 일반적으로 가수율이 1.5(v/w)와 1.6(v/w) 구간에서 다른 구간보다 그 증가의 폭이 컸다. 끈기대 경도의 비가 0.15에서 0.20 구간에서 밥의 조직감이 가장 좋다는 Okabe (17)의 결과로 볼 때 본 실험에서는 가수율이 1.3일 때였다.

이상의 결과를 보면 우리나라 쌀은 수분흡수 속도와 취반에 있어 품종별로 서로 다른 특성을 보였으나 유의적인 차는 없었다($p < 0.05$).

요 약

침지온도 20°C에서 침지 후 30분에서 35분 사이에 대부분의 품종이 평형에 도달했으며, 평형수분 함량은 0.3247~0.3577(g H₂O/g dry matter)로 나타났다. 초기 수분흡수 속도에서는 품종간에 차이를 나타내었으며, 특히 낙동벼의 경우 0.123g H₂O/min^{1/2}로 가장 높은 값을 나타냈다. 취반 후 밥의 수분 함량은 가수율에 따라 증가하였으며, 가수율이 1.3에서 1.6(v/w)으로 증가함에 따라서 밥의 수분 함량은 품종에 따라 약 6.0~7.0% 증가하였다. 가수율에 따른 취반 후 밥의 경도는 가수율이 증가할수록 감소하는 경향이었으며 끈기와 끈기대 경도의 비는 대체적으로 증가하였다.

문 헌

1. 신명곤, 김동철, 민봉기, 장판식, 류미라, 이영주 : 쌀밥의 식미향상을 위한 취반 기술 개발에 관한 연구. 한국식품개발연구원 E1149-0277(1992)
2. 황진선, 김종근, 변명우, 장학진, 김우정 : 쌀 품종에 따른 쌀밥의 물리적 및 관능적 특성 연구 II. 쌀밥의 저장 이 텍스처에 미치는 영향. 한국농화학회지, 30, 118(1987)
3. 이영진, 황선옥, 박운서, 윤운중, 전재근 : 밥 블록을 이용한 쌀밥의 경도 및 부착성 측정법. 한국농화학회지, 38, 398(1995)
4. 이영진, 황선옥, 김상권, 박운서, 전재근 : 전기밥솥에서 보온중인 밥의 조직감 변화. 한국농화학회지, 38, 422(1985)
5. 최성길, 이 철 : 동결속도 및 저장온도가 취반된 쌀의 노화도, 조직감 및 미세구조에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 27, 783(1995)
6. 김 관, 강길진, 김성근 : 일반계와 통일계 쌀전분 및 그 분획의 몇가지 구조적 성질 비교. 한국식품과학회지, 24, 187(1992)
7. Kang, K. J., Kim, K. and Kim, S. K. : Tree stage hydrolysis pattern of rice starch by acid-treatment. *Oyo Toshitsu Kagaku*, 41, 21(1994)
8. Kang, K. J., Kim, K., Kim, S. K. and Murata, A. : Relationship between molecular structure of amylose and texture of cooked rice of Korean rice. *Oyo Toshitsu Kagaku (Journal of Applied Glycoscience)*, 41, 35(1994)
9. Kang, K. J., Kim, K. and Murata, A. : Molecular structure characterization of acid-treated starches from Korean rices. *Bull. Fac. Agr. Saga Univ.*, 76, 113(1994)
10. 민봉기, 홍성희, 신명곤 : 쌀밥의 취반시 취반용량별 최적 가수율 규명에 관한 연구. 한국식품과학회지, 24, 623(1992)
11. 민봉기 : 취반조건이 밥의 조직감에 미치는 영향. 서울대학교대학원 박사학위논문(1993)
12. Radhika, R. K., Zakiuddin, A. S. and Bhattacharya, K. R. : The fine structure of rice-starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. *Carbohydr. Polymers*, 22, 267(1993)
13. 이철호, 박상희 : 한국인의 조직감 표현용어에 관한 연구. 한국식품과학회지, 14, 21(1982)

14. Bourne, M. C. : Texture profile analysis. *Food Technol.*, **32**, 62(1978)
15. Rayes, V. G. and Jindal, V. K. : A small sample back extrusion test for measuring texture of cooked rice. *J. Food Quality*, **13**, 109(1989)
16. 민봉기, 홍성희, 신명곤, 정 진 : 밥의 압축시험에 의한 취반 가수량 결정에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **26**, 98(1994)
17. Okabe, M. : Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J. Texture Studies*, **10**, 131(1979)
18. Becker, H. A. : On the absorption of liquid water by the wheat kernel. *Cereal Chem.*, **37**, 309(1960)
19. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 15th ed., The Association of Official Analysis Chemists, Washington, D.C.(1990)
20. Mossman, A. P., Fellers, D. A. and Suzuki, H. : Rice stickiness. I. Determination of rice stickiness with an Instron tester. *Cereal Chem.*, **60**, 286(1983)
21. 김명환 : 쌀의 침지조건이 취반후 조직감에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **24**, 511(1992)
22. 박선희, 조은자, 김성곤 : 일반계(천마벼)와 다수계(가야벼) 쌀의 조리 특성. *한국영양식량학회지*, **16**, 69(1987)
23. 김성곤, 한기영, 박홍현, 채제천, 이정행 : 백미의 수분 흡수 속도. *한국농화학회지*, **28**, 62(1985)
24. 김우정, 정남용, 김성곤, 이애량, 이상규, 하연철, 백무열 : 수분함량별 밥의 관능적 특성. *한국식품과학회지*, **27**, 885(1995)
25. 이수정 : 일반계와 다수계 현미의 몇가지 특성 비교. *단국대학교대학원 석사학위논문*(1991)
26. Arai, E. and Watanabe : Gelatinizability of starch as a factor affecting the quality of cooked rice. *Oyo Toshitsu Kagaku*, **41**, 193(1994)

(1996년 6월 5일 접수)