

쌀보리쌀의 수분 흡수 속도 및 침지 중 경도의 변화

윤영진 · 김 관 · 김성곤* · 김동연 · 박양균

전남대학교 식품공학과, *단국대학교 식품영양학과

Hydration Rates and Changes of Hardness during Soaking of Polished Naked Barleys

Young-Jin Yun, Kwan Kim, Sung-Kon Kim*, Dong-Youn Kim and Yang-Kyun Park

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju

*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul, Korea

Abstract

The predominant kernel(7mesh) of naked barleys were polished to give 65% yield. The diffusion coefficients and volume increase rates of polished naked barleys at 40°C were 3~4 and 2.2 times greater than those of naked barleys, respectively. The moisture gains of polished naked barleys were linearly related to the volume increases. The hardness of polished naked barleys during soaking was exponentially decreased.

시료로 하였다.

머 리 말

저자들은 쌀보리 품종간의 품질 차이를 이해하기 위한 기초 연구로서, 쌀보리의 입자별(6, 7, 10 및 16mesh) 수분 흡수 특성에 대하여 보고하였다.¹⁾ 쌀보리의 침지중 수분증가량 및 확산계수는 입자가 작아질수록 증가하였으며, 6 및 7mesh 입자는 비슷한 값을 보였다.

본 연구는 전보²⁾의 계속으로서, 쌀보리의 주름이부는 7mesh 입자를 도정하여 얻은 쌀보리쌀을 대상으로 수분 흡수 속도 및 침지중 경도의 변화를 조사하였다.

쌀보리쌀의 형태적 특성

쌀보리쌀의 길이, 폭, 부피, 표면적 및 무게는 전보²⁾에서의 값과 같이 측정하였다.

쌀보리쌀의 수분 흡수

침지시간에 따른 쌀보리 쌀의 40°C에서의 증가량은 무게 증가량으로 부터 구하였으며,¹⁾ 수분 흡수 속도는 Becker²⁾의 다음 수분 확산 방정식에 의하여 계산하였다.

$$\bar{m} - m_0 = k_0 \sqrt{t} \dots\dots\dots(1)$$

$$k_0 = \frac{2}{\sqrt{\pi}} (m_s - m_0) \left(\frac{S}{V} \right) \sqrt{D} \dots\dots\dots(2)$$

여기에서 m_0 는 초기 수분함량(g H₂O/g), \bar{m} 는 일정 침지 시간후의 수분함량(gH₂O/g), t 는 침지 시간(분), m_s 는 유효 수분함량(gH₂O/g), S 는 표면적(mm²), V 는 부피(mm³), D 는 확산 계수(cm²/min)이다. m_s 값은 전보²⁾에서와 같이 구하였다.

재료 및 방법

재 료

쌀보리는 전보¹⁾에서 사용한 무안보리, 송학, 새쌀보리 및 늘쌀보리로서, 7mesh의 입자를 Satake 시험도정기로 도정수율 65%로 도정하여 쌀보리쌀

1987년 12월 9일 수리
Corresponding author: S.K. Kim

쌀보리쌀의 침지중 부피 변화

침지중 시료의 부피 변화는 시료를 10ml mass flask에 넣고 10ml microburette으로 표시까지 증류수를 가하고 남은 물의 부피로 나타내었다.

쌀보리쌀의 침지중 경도 변화

쌀보리쌀을 40°C의 수조에서 9시간 침지하면서 일정한 시간간격으로 경도의 변화를 Instron testing machine(모델 1140, Instron Cooperation, England)으로 측정하였다. 기기의 조작 조건은 load cell은 50kg, crosshead 속도는 1mm, 측정방법은 압착(compression)이었다. 쌀보리쌀 한 알의 경도를 20회 측정하고 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

쌀보리쌀의 형태적 특성

쌀보리쌀의 길이와 폭, 부피, 표면적 및 입자의 무게를 보면 표 1과 같다. 길이는 늘 쌀보리가 가장 길었으며, 송학이 가장 짧았다. 폭을 보면 무안 보리와 송학이 컸다. 입자의 길이와 폭의 비는 송학이 1.18으로서 다른 품종에 비하여 길이가 짧고 폭이 두터운 특징을 보였다. 이러한 쌀보리쌀의 특징은 쌀보리 입자의 특징¹⁾과 비슷한 경향이였다.

쌀보리 한 알의 무게를 보면 35% 도정에 의하여 무안 보리는 9.0mg, 송학은 8.7mg, 새 쌀보리는 7.9mg, 늘 쌀보리는 11.6mg이 감소하였다. 이러한 결과는 길이와 폭의 차이 또는 겨층의 두께 차이에 의한 것으로 생각된다.

쌀보리쌀의 침지중 수분 증가량을 보면 표 2와 같다. 침지 시간 3시간까지는 송학의 수분 증가량이 가장 많았으며 다음이 무안 보리쌀과 늘 보리쌀이었고, 새 쌀보리쌀의 수분 증가량이 가장 적었다. 그러나 침지 시간 4시간 이후의 수분 증가량은 무안 보리쌀, 송학 및 늘 쌀보리쌀에서 별 차이가 없었다. 쌀보리쌀은 품종에 관계없이 침지 시간 7시간 이후에는 수분 증가량이 아주 적었으므로 평형 수분 함량에 도달하는 것으로 가정하였다.

쌀보리쌀의 수분 증가량과 침지 시간의 평방근의 관계는 그림 1과 같이 침지 시간 2시간을 전후하여 기울기가 다른 2개의 직선을 보였다. 이는 이 및 김²⁾의 결과와 같은 것이었다. 그림 1의 결과는 침지 시간 2시간을 전후하여 수분의 확산 속도가 서로 다를 수 있다. 그림 1로 부터 구한 수분 흡수 속도 상수는 표 4와 같다.

초기 수분 함량이 다른 무안 보리쌀을 40°C에서 15분간 침지한 다음 초기 수분 함량과 수분 증가량의 관계를 보면 그림 2와 같다. 다른 쌀보리쌀의 m, 값을 그림 2와 같이 구한 결과는 표 3과 같다. 시료 쌀보리쌀의 m₀값은 0.72g H₂O/g으로서

Table 1. Dimension of polished naked barley(7mesh kernel)

Variety	Length (mm)	Width (mm)	L/W	Volume (mm ³)	Surface area (mm ²)	V/S (mm)	Kernel weight (mg)
Muanbori	4.47	3.44	1.30	27.76	44.77	0.62	27.0
Songhak	3.89	3.29	1.18	22.24	38.42	0.58	21.9
Saessalbori	4.19	3.19	1.31	22.52	38.96	0.58	23.8
Nulssalbori	4.73	3.28	1.44	26.70	43.93	0.61	26.1

Table 2. Moisture gain of polished naked barley(7mesh) during soaking at 40°C

Variety	Moisture gain($\bar{m}-m_0$) at soaking time(hr)								
	0.1	0.5	1	2	3	4	5	7	9
Muanbori	0.29	0.37	0.50	0.68	0.74	0.80	0.83	0.85	0.86
Songhak	0.30	0.41	0.55	0.70	0.76	0.80	0.82	0.84	0.86
Saessalbori	0.28	0.37	0.49	0.65	0.70	0.75	0.78	0.80	0.81
Nulssalbori	0.29	0.38	0.51	0.67	0.74	0.78	0.84	0.85	0.86

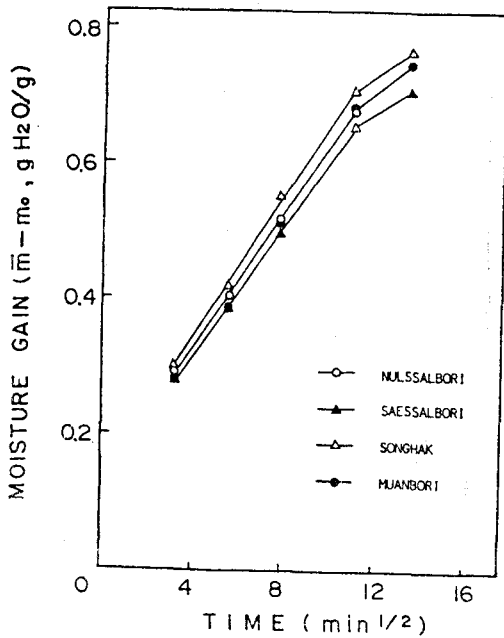


Fig. 1. Relation between the moisture gain and the square root of the absorption time of polished naked barley(7mesh) at 40°C

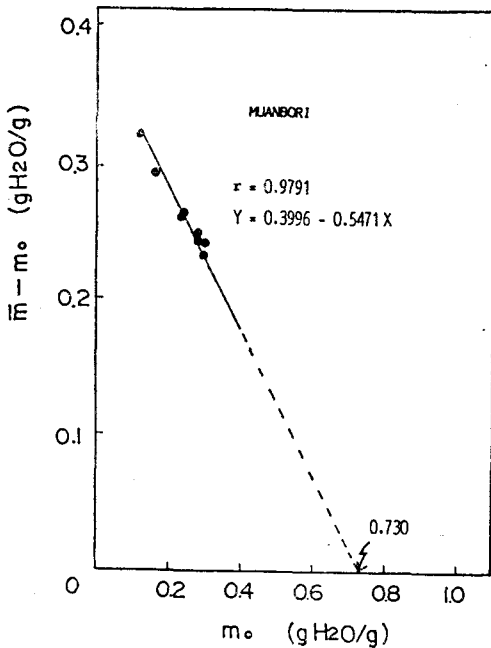


Fig. 2. Moisture gain at an absorption time of 15min at 40°C as a function of initial moisture content for polished Muanbori(7mesh)

Table 3. Effective surface moisture content(m_s) of polished naked barley(7mesh)

Variety	m_s (gH ₂ O/g)
Muanbori	0.730
Songhak	0.757
Saessalbori	0.709
Nulssalbori	0.717

Table 4. The hydration rate parameters of polished naked barley(7mesh)

Variety	k_0 (cm/min)	$D \times 10^{-6}$ (cm ² /min)
Muanbori	0.05097	6.7976
Songhak	0.05209	6.6537
Saessalbori	0.04808	4.9606
Nulssalbori	0.04959	5.9635

이 및 김¹¹⁾이 보고한 0.75g H₂O/g과 비슷한 값이었다.

쌀보리쌀의 확산계수는 표면적 및 부피(표 1), m_s 값(표 3), k_0 (표 4)을 사용하여 식(2)로부터 구하였으며 그 결과는 표 4와 같다. 쌀보리쌀의 확산계수는 무안보리쌀이 가장 컸으며, 다음이 송학, 늘쌀보리쌀, 새쌀보리쌀의 순서 이었다. 쌀보리의 경우 확산계수는 늘쌀보리가 가장 컸으며 다음이 송학, 무안보리 및 새쌀보리의 순서이였다.¹²⁾ 따라서 쌀보리쌀과 쌀보리의 확산계수값의 순서가 서로 다른 이유는 쌀보리쌀의 도정수율 65%에서 저층계저 정도가 서로 다르기 때문으로 추측된다. 쌀보리쌀의 확산계수는 쌀보리의 확산계수¹²⁾에 비하여 무안보리쌀이 4.5배, 송학이 4.3배, 늘쌀보리쌀이 3.4배, 새쌀보리쌀이 3.1배 큰 값을 보였다.

쌀보리쌀의 침지 중 부피변화

쌀보리쌀의 침지 중 부피 증가량($V - V_0$)은 표 5와 같다. 침지 시간 3시간까지는 송학의 부피 증가량이 가장 많았으며 다음이 늘쌀보리쌀과 무안보리쌀 이었고, 새쌀보리쌀의 부피 증가량이 가장 적었다. 4시간 이후의 부피 증가량은 무안보리쌀, 송학, 늘쌀보리쌀에서 거의 차이가 없었다. 이러한 경향은 앞에서 설명한 쌀보리쌀의 수분 증

Table 5. Volume increase of polished naked barley(7mesh) during soaking at 40°C

Variety	Volume increase($V - V_0$) at soaking time(hr)								
	0.1	0.5	1	2	3	4	5	7	9
Muanbori	0.24	0.34	0.45	0.59	0.68	0.71	0.75	0.78	0.81
Songhak	0.28	0.38	0.49	0.62	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79
Saessalbori	0.24	0.33	0.44	0.57	0.62	0.66	0.70	0.72	0.73
Nulssalbori	0.25	0.35	0.45	0.60	0.69	0.72	0.75	0.78	0.79

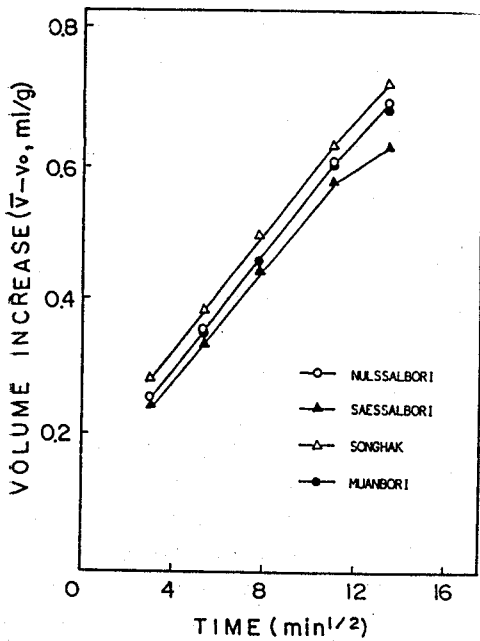


Fig. 3. Relation between the moisture gain and the square root of the absorption time of polished naked barley(7mesh) at 40°C

가량과 거의 비슷하였고 침지 시간 7시간 이후에 부피 증가량도 평형상태에 도달하였다고 가정할 수 있다. 쌀보리쌀의 부피 증가량과 침지시간의 평방근과의 관계는 그림 3과 같다. 그림에서와 같이 부피 증가량은 침지 시간의 평방근과 직선관계를 보이므로 침지 중 부피 증가량은 다음과 같이 표시될 수 있었다.

$$V - V_0 = k_v \sqrt{t} \dots\dots\dots(3)$$

여기에서 V_0 는 시료의 초기 부피(ml), V 는 일정침지 시간 후의 부피(ml)이다.

그림 3의 결과로부터 계산한 부피 증가 속도 상수는 표 6과 같다. 쌀보리쌀의 부피증가속도는 품종간에 큰 차이를 보이지 않았고, 쌀보리의 부

Table 6. Volume increase rate constant of polished naked barley(7mesh)

Variety	k_v ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1/2}$)
Muanbori	0.04518
Songhak	0.04394
Saessalbori	0.04283
Nulssalbori	0.04491

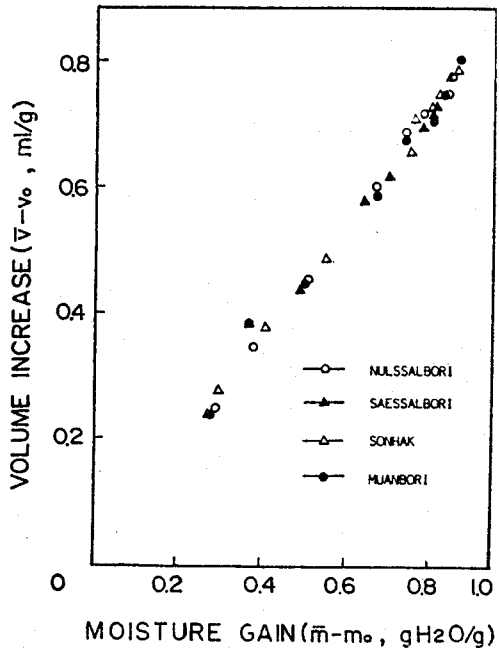


Fig. 4. Volume increase against moisture gain of polished naked barley(7mesh) during soaking at 40°C

피 증가속도 상수¹⁾와 비교하면 약 2.2배 빠른값이었다. 쌀보리쌀의 침지 중 부피 증가량과 수분 증가량과의 관계는 그림 4와 같이 직선적인 관계를 보였다. 이는 쌀보리쌀의 경우¹⁾와 같은 결과이었다.

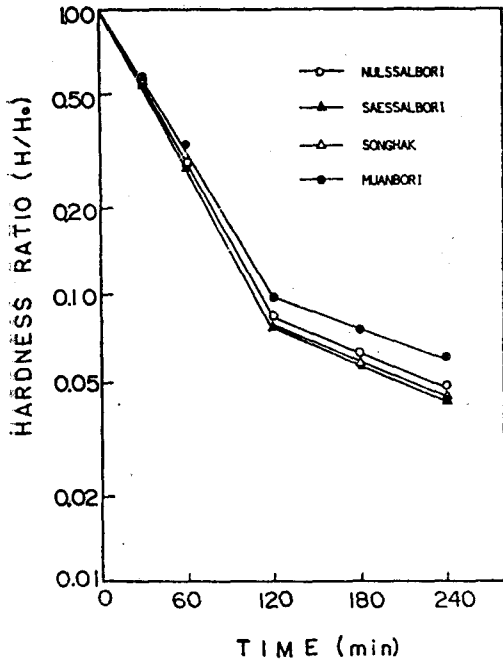


Fig. 5. Change of hardness ratio of polished maked barley(7mesh)during soaking at 40°C

쌀보리쌀의 침지 중 경도 변화

쌀보리쌀을 40°C에서 침지 시간에 따른 경도의 변화를 측정 한 결과는 그림 5와 같이 침지 시간이 2시간을 중심으로 기울기가 서로 다른 2개의 직선을 보였다. 묵 및 남⁴도 쌀보리의 경도 감소는 침지 시간 2시간 까지는 직선적인 관계를 보인다고 보고하였다. 그림 5의 결과 쌀보리쌀의 경도 감소는 대수적인 관계를 보이며 경도의 감소 반응은 1차 반응임을 가르킨다. 침지 시간에 따른 쌀보리쌀의 경도 감소 속도 상수는 다음과 같이 표시될 수 있다.

$$\ln H/H_0 = -k_d t \dots\dots\dots(3)$$

여기에서 H_0 는 침지 시간 0에서의 경도, H 는 침지 시간 t 에서의 경도이다. 그림 5의 기울기로부터 구한 경도 감소 속도 상수는 표 7과 같다. 1차 경도 감소속도 상수는 송학, 새쌀보리쌀, 늘

Table 7. Reaction rate constant of hardness ratio of barley(7mesh) during soaking at 40°C

Variety	$k_d(\text{min}^{-1}) \times 10^{-2}$	
	1st	2nd
Muanbori	0.8477	0.1905
Songhak	0.9233	0.1913
Saessalbori	0.9159	0.2070
Nulssalbori	0.8982	0.2023

쌀보리쌀, 무안보리쌀의 순서로 감소하였다. 2차 경도 감소 속도 상수는 시료 품종간에 큰 차이를 보이지 않았다.

초 록

쌀보리(무안보리, 송학, 새쌀보리 및 늘쌀보리)의 주된 입자(7mesh)를 도정수율 65%로 도정하고 40°C에서의 수분 흡수 속도 및 침지 중 경도의 변화를 조사하였다. 쌀보리쌀은 침지 시간 7시간에 평형 수분 함량에 도달하였으며, 확산계수 값은 쌀보리에 비하여 3~4배 높았다. 쌀보리쌀의 침지 중 부피 증가량은 수분 증가량과 직선적인 관계를 보였으며, 쌀보리쌀의 부피 증가 속도 상수 값은 쌀보리에 비하여 약 2.2배 높았다. 쌀보리쌀의 침지 중 경도 변화는 대수적으로 감소하였으며 감소속도 상수 값은 송학이 가장 컸으며 무안보리쌀이 가장 작았다.

참 고 문 헌

1. 윤영진, 김관, 김성곤, 김동연, 박양균 : 한국 농화학회지, 31 : 13(1988)
2. Becker, H.A.: Cereal Chem., 37 : 309(1960)
3. 이종숙, 김성곤 : 한국식품과학회지, 15 : 220 (1983)
4. 목철균, 남영중 : 한국농화학회지, 26 : 47(1983)