

곡류와 두류의 침지 및 건조 특성

박종대[†] · 전향미 · 금준석 · 이현유
한국식품연구원

Soaking and Drying Characteristics of Grains and Legumes

Jong-Dae Park[†], Hyang-Mi Jeon, Jun-Seok Kum and Hyun-Yu Lee
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

Soaking and drying were studied for seven grains and legumes including glutinous rice, brown rice, glutinous brown rice, glutinous barley, *Seoritae*, *Heuktae* and red bean to improve taste of cooked mixed grains and make easy to cook them. *Seoritae* and *Heuktae* showed the highest water absorption and the rest were in the order of glutinous barley, glutinous rice, milled rice, brown glutinous rice, brown rice, and red bean. In regards with water absorption index by soaking temperature, the higher the temperature showed, the more water absorption and the shorter time to reach the water absorption balance, the more grinding legumes. showed the more water absorption and the shorter time to reach to the water absorption balance. The soaked samples were dried at room temperature 30 °C, 50 °C, and microwave 300 W, 700 W and 1000 W power. As a result, 700 W drying method by microwave can dry samples in the shortest time without damage to the samples. Therefore, it was considered as the best pretreatment conditions for mixed grains to dry with 700 W microwave after one-hour soaking at 30 °C.

Key words : grains, legumes, soaking, WAI, microwave

서 론

현재 잡곡은 멥쌀 및 찰쌀을 제외한 현미, 흑미, 보리, 밀, 콩, 팥, 옥수수 등을 칭한다. 잡곡은 쌀밥에 부족한 필수 아미노산, 비타민, 무기질, 식이섬유 등의 영양성분을 보완할 수 있어 당뇨병을 비롯한 여러 가지 성인병을 위한 식이요법에서 많이 이용되고 있다. 혼합곡은 이러한 여러 가지 잡곡과 멥쌀을 적정비율로 혼합한 것을 말한다. 우리나라 혼식의 역사는 고대시대부터 이어져 왔고 70년대에는 쌀의 생산량이 부족하여 혼식을 장려하기도 하였다. (1,2) 또한 최근 들어 고도의 경제성장으로 인한 소비자의 생활수준 향상과 건강지향성 및 기능성 식품의 요구가 증가하여 혼식이 다시 주목 받고 있다(3). 그러나 오랜 백옥밥에 대한 선호는 각 재료들간의 수분흡수속도, 소화속도 등이 상이하여 거친 식감과 소화가 잘 되지 않는 혼합곡을 기피하게

하였고, 혼합곡의 각 재료들은 미리 침지시키거나 따로 취반하여 섞어야 하는 등 취반이 쉽지 않아 간편하고 쉬운 조리를 지향하는 현대인에게 혼합곡을 쉽게 접할수 없게 하는 주된 원인이 되어오고 있다. 곡류의 취반전 침지는 미립내 전분입자의 호화에 필요한 수분을 균등히 분포시키기 위하여 가열전에 행하는 것으로(4), 쌀의 침지 시 수분흡수속도는 침지온도 및 시간과 관련이 있고(5), 아밀로펙틴의 함량이 높을수록 수분흡수율이 높다고 하였다(6). 보리의 취반은 쌀에 비하여 단단하고 취반특성 또한 쌀과 달라 끈기가 떨어져 취반 전에 삶든가 오랜시간 침지하여 이용한다고 하였고(7), 손 등(8)은 수분흡수율이 높은 보리의 호화가 잘된다고 하였다. 이 등(9)은 대두의 침지과정은 조리시간을 줄이며 제품의 질, 영양적 가치와 texture를 향상시키는 데 도움을 준다고 하였다. 이상과 같이 곡류와 두류에 대한 연구는 개별적으로 활발히 진행되어 왔으나, 곡류와 두류를 쌀과 혼합하여 간편하고 쉽게 혼합곡을 취반할 수 있게 하는 연구는 미진한 실정이며, 높아져가는 소비자들의 욕구에 대응하는 다양한 제품개발 또한 필요하다. 따라

[†]Corresponding author. E-mail : jdpark@kfri.re.kr,
Phone : 82-31-780-9211, Fax : 82-31-780-9059

서 각각의 특성이 다른 혼합곡의 식미를 높이고 쌀과 함께 취반이 용이하게 하는 침지조건을 찾기 위하여 온도별, 분쇄별 특성을 검토하고 침지시킨 혼합곡을 실온, 열풍, 마이크로파를 이용하여 그 건조 특성을 검토하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험의 시료 7종은 2004년산 찹쌀, 현미, 현미찹쌀, 찰보리 등 곡류 4종과 서리태, 흑태, 팥 등 두류 3종으로 (주)두보식품에서 구입하여 4℃ 냉장보관하면서 사용하였다.

두류는 스텐레스 재질의 칼을 사용하여 4등분으로 분할한 것과, 가정용 후드믹서(GM-008, (주)일진가전, 한국)를 사용하여 분쇄한 후 5-10 mesh 체(sive)에 잔존하는 것을 시료로 사용하였다.

침지 및 건조조건

각 시료의 침지수는 증류수를 사용 하였으며, 시료를 실온(15±5℃)과, 30℃, 60℃로 설정된 water bath(SB-20 Jeio tech. Co. LTD, 한국)에서 침지시간을 달리하여 사용하였다. 침지한 시료의 건조는 실온건조, 열풍건조, 마이크로파 건조 방법을 사용하였다. 열풍건조는 Circulation convection oven(동원기기, 한국)을 사용하였으며, 시료는 가로 38 cm, 세로 53 cm, 높이 5 cm 체에 펼쳐담아 열풍건조기에 투입하였다. 열풍건조는 30℃, 50℃의 온도에서 각각건조하였고 이때의 건조실 내의 풍속은 풍속계(testo 400, testo, Japan)를 이용하여 측정시, 0.4 m/s로 나타났다. 마이크로파건조는 2,450 MHz의 주파수에서 전자렌지(RE-C400, 삼성, Korea)를 사용하여 300 W, 700 W 및 1000 W의 출력으로 건조하였다.

일반성분 및 아밀로스 함량

시료의 일반성분은 A.O.A.C. 방법(10)에 준하여 분석하였다. 수분 함량은 105℃ oven에서 함량이 되도록 건조하여 정량하였고, 조회분은 electric muffle furnace(FEM-2S, Korea)을 이용하였고, 조지방 함량은 soxhlet법, 조단백질은 auto-kjeldahl(Kjel Tec. auto 1030 analyzer, Sweden) 방법으로 측정하였다. 아밀로스 함량은 Juliano법(11)에 의하여 측정하였다. 즉, 시료 100 mg에 95% ethanol 1 mL, 1 N NaOH 9 mL 첨가 후 가열수조에서 10분간 반응시킨 후 실온 냉각하고 증류수로 100 mL로 정용시켜 starch solution을 얻었다. Starch solution 5 mL에 1 N acetic acid 1 mL로 정용 후 20분간 방치한 다음 620 nm에서 흡광도를 측정하여 아밀로스 함량을 측정하였다.

DSC 호화 특성

각 시료 20 mg을 aluminum sample pan에 취하고 여기에 각 시료와 2배에 해당하는 증류수를 micro syringe로 가하여 밀봉한 다음 2시간 방치시킨 후 시차주사열량기(Differential Scanning Calorimeter, DSC-7 series, Perkin Elmer Co., Norwalk, CT, USA)를 이용하여 10℃/min의 승온 속도로 30℃부터 130℃까지 가열하여 흡열곡선을 얻었다. 이 흡열 peak로부터 Perkin-Elmer Thermal Analysis Software로 분석하여 호화개시온도(Onset), 호화정점온도(Peak), 호화엔탈피(ΔH)를 구하였다.

수분흡수량 변화특성

침지온도와 침지시간을 달리한 곡류와 두류의 수분흡수량은 Anderson의 방법(12)을 변형하여 측정하였다. 각기 다른 온도와 시간에서 침지한 시료를 꺼내어 여과지 위에서 표면수를 제거한 후 무게 증가율을 측정하여 수침 전과 수침 후의 무게 증가 비율로 수분흡수량 %로 계산하였다.

경 도

Texture Analyser(TA-XT2, England)을 이용하여 rupture mode에서 각 곡류의 낱알을 측정하였다. 직경 2.5 cm, 높이 3.95 cm의 probe를 사용하여 strain 40%, rupture strain 20%, test speed 5.0 mm/s, contact area 17.6 mm² 측정 조건에서 압착시켰을 때 받는 최대힘(maximum force; g)을 hardness로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분

곡류와 두류의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 곡류의 수분함량은 12.4-13.9% 범위로 나타났으며, 두류는 10.5-14.4%로 서리태와 흑태가 다른 혼합곡보다 수분함량이 낮게 나타났다. 조단백질과 조지방, 조회분은 곡류보다 두류가 높은 경향으로 나타났다. 서리태와 흑태는 각각 조단백질 함량이 36.24%와 38.24%, 조지방 함량이 18.9%와 18.2%를 보였다. 아밀로스 함량은 곡류에 비하여 두류가 낮은 것으로 나타났는데 서리태와 흑태가 각각 1.91%과 2.13% 나타났다. 반면 팥은 조단백질 18.88%, 조지방 0.64%로 서리태와 흑태에 비하여 상대적으로 낮게 나타났으며, 아밀로스 함량은 14.77%로 높게 나타나 두류지만 수분, 조단백, 조지방과 아밀로스 함량이 곡류에 유사하게 나타났다.

DSC 호화특성

각 곡류의 DSC에 의한 호화 특성은 Table 2에 나타내었다. 전반적으로 찹쌀류(찹쌀, 현미찹쌀)가 멥쌀류(멥쌀, 현

미)에 비해 호화개시온도, 호화정점온도, 호화엔탈피가 높게 나타나, 호화온도의 범위는 아밀로펙틴의 가치가 많을수록 호화온도 범위가 넓어진다는 보고(13)와 일치하였다. 보리의 호화개시온도는 다소 높은 편으로 나타내었으나 호화온도 범위가 가장 낮아 결정성이 낮은 것으로 추측된다. 멥쌀은 호화피크가 다시 95℃ 부근(90-110℃)에서 나타나는데 이는 아밀로오스와 지방의 복합체에 의한 현상으로 해석되며 찹쌀보리, 찹쌀의 경우 아밀로오스와 지방의 복합체에 의한 호화온도 범위가 작거나 거의 나타나지 않았다.

두류 중 서리태와 흑태의 호화특성은 유사하게 나타났고 쌀은 서리태와 흑태보다 곡류에 가까운 호화특성을 보였다. 서리태와 흑태의 호화개시온도와 호화정점온도는 곡류보다 높은 경향을 나타내었으나 호화엔탈피는 1.2 J/g, 1.3 J/g로 낮았다.

Table 1. Proximate composition and amylose content of grains and legumes

Sample	Moisture(%)	Crude protein(%)	Crude lipid(%)	Crude ash(%)	Amylose(%)
GR ¹⁾	12.40±0.06	7.47±0.05	0.38±0.01	0.49±0.04	5.85±0.08
BR	12.87±0.55	8.04±0.20	1.96±0.18	1.34±0.02	19.57±0.16
GBR	13.96±0.48	8.82±0.30	2.42±0.34	1.41±0.08	6.83±0.07
GB	10.52±0.21	7.66±0.22	1.05±0.03	0.79±0.03	9.30±0.37
SE	10.27±0.04	36.24±0.06	18.9±0.95	4.88±0.04	1.91±0.04
HE	10.17±0.08	38.24±0.13	18.2±0.87	4.64±0.10	2.13±0.12
RB	14.30±0.06	18.88±0.58	0.64±0.05	3.38±0.01	14.77±0.09

¹⁾GR: glutinous rice, BR: brown rice, GBR: glutinous brown rice, GB: glutinous barley, SE: *Seoritae*, HE: *Heuktae*, RB: red bean.

Table 2. Differential scanning calorimetric characteristics of grains and legumes

Sample	T _{1o} (°C) ¹⁾	T _{1p} (°C)	ΔH ₁ (J/g)	T _{2o} (°C)	T _{2p} (°C)	ΔH ₂ (J/g)
GR ²⁾	65.8	73.8	10.1	93.6	96.0	0.2
BR	63.0	70.8	7.4	93.3	100.3	1.3
GBR	63.6	72.6	10.5	93.5	94.1	0.2
GB	65.2	70.6	7.1	93.6	95.7	0.4
SE	76.5	81.4	1.2	93.4	101.0	4.0
HE	76.7	81.5	1.3	93.4	101.4	4.1
RB	61.4	72.9	5.9	93.5	96.1	0.5

¹⁾T_{1o}(°C): 1st Onset temperature, T_{1p}(°C): 1st Peak temperature, ΔH₁(J/g): 1st Crystal melting enthalpy, T_{2o}(°C): 2st Onset temperature, T_{2p}(°C): 2st Peak temperature, ΔH₂ (J/g): 2st Crystal melting enthalpy, ²⁾GR: glutinous rice, BR: brown rice, GBR: glutinous brown rice, GB: glutinous barley, SE: *Seoritae*, HE: *Heuktae*, RB: red bean.

침지온도별 수분흡수량 변화

멥쌀을 포함한 곡류와 두류의 침지 온도별 수분흡수량의

변화를 관찰하기 위하여 Fig. 1과 같이 침지온도를 실온과 30℃, 60℃ 조건에서 침지실험을 실시하였다. 실험 결과 실온에서의 수분흡수량의 변화는 찹쌀의 경우 30분 경과 후 약 20%로 증가한 뒤 6시간 이후 26.7%로 거의 변화가 거의 없었고, 서리태는 30분 경과 후 35%로 증가한 뒤 6시간 이후 102%로 계속적으로 증가하였다.

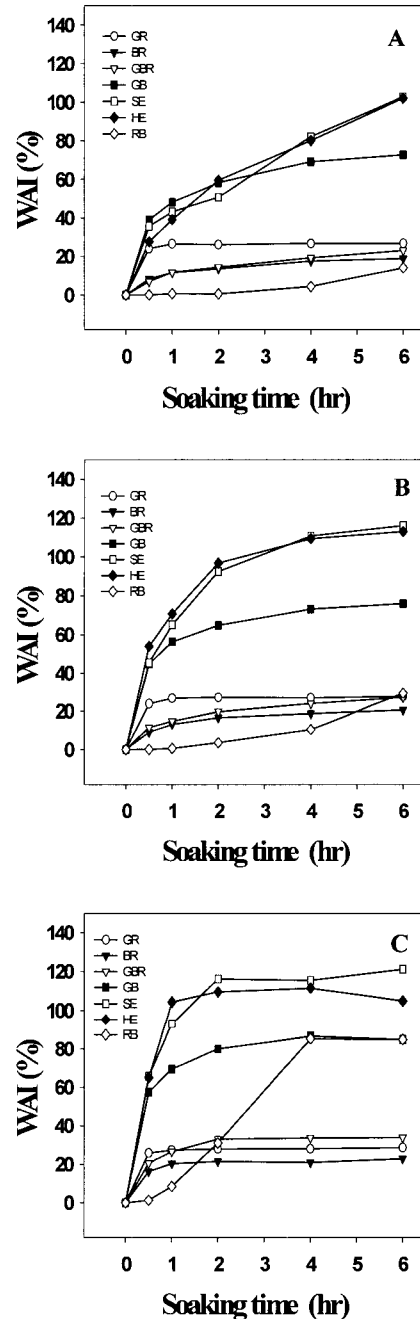


Fig. 1. Water absorption curve during soaking of grains and legumes at room temperature(A), 30℃(B) and 60℃(C).

GR: glutinous rice, BR: brown rice, GBR: glutinous brown rice, GB: glutinous barley, SE: *Seoritae*, HE: *Heuktae*, RB: red bean.

수분흡수량은 서리태와 흑태가 가장 높았으며 다음으로 보리, 찹쌀, 멥쌀, 현미찹쌀, 현미, 쌀 순으로 나타났다. 현미류와 쌀은 다른 곡류에 비하여 수분흡수량이 낮은 것으로 나타났으며, 특히 쌀은 침지 30분 경과 후 0.07% 증가한 뒤 침지 2시간까지 거의 변화가 없다가 4시간 이후부터 조금 증가하여 침지 6시간 이후 14%로 곡류 중 가장 낮은 수분흡수량을 보였는데, Kim 등(14)은 콩의 수분흡수량과 수분흡수율은 품종에 따라 다르고 종자의 크기와 모양, 콩피의 두께에도 영향을 받는다고 하여 쌀 겉질의 두께와 관련이 있을 것으로 사료된다. Lim 등(15)은 두류 중 서리태가 가장 수분흡수율이 높았고 쌀은 가장 낮았다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 보였으나, 각 잠곡원료는 침지 5분간 수분흡수량이 급격히 증가한 후 침지 시간의 증가에 따른 변화는 크지 않다고 보고하여 본 실험과 차이가 있었다. 30℃와 60℃에서 침지한 각 곡류의 수분흡수량은 실온과 유사한 경향을 보였고 온도가 높아질수록 전반적으로 수분흡수량이 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 60℃에서 쌀의 수분흡수량이 30분 경과 후 1.3%에서 6시간 뒤 84%로 급격히 증가하였는데 60℃ 침지온도에서 빠르게 쌀의 외피가 연화된 후에는 수분의 흡수율이 급격히 증가하는 것으로 해석된다. Kim 등(16)은 대두의 침지실험에서 겉질의 연화와 함께 침지시간이 단축되며 침지온도가 증가할수록 대두의 수화속도는 빨라진다고 보고한 바 있다. 즉, 수분흡수 기본기작은 확산현상에 의하여 설명될 수 있으며, 일정 수분함량에 도달하는데 필요한 시간과 침지온도와의 관계를 z값으로 나타내었을 때 대두의 수화속도가 증가할수록 z값이 감소하는 경향을 나타낸다고 하였다.

수분흡수량이 일정한 수준에 이르렀을 때 더 이상 증가하지 않고 수분흡수평형에 도달하는 시간은 찹쌀과 현미, 현미찹쌀, 보리의 경우 온도에 상관없이 1시간 이내였다. 그러나 쌀의 경우 실온과 30℃에서는 수분흡수평형에 도달하지 않았으며 60℃에서 4시간 침지시 84%로 수분흡수평형에 도달했다. 서리태 흑태의 경우에는 수분흡수평형에 도달하는 시간이 30℃에서 4시간 이후, 60℃에서 2시간 침지 후 수분흡수평형에 도달하여 온도가 높을수록 수분흡수평형에 도달하는 시간이 빨라지는 것으로 나타나 Kim 등(17)의 실험과 유사한 결과를 보였다. 또한 본 실험에서 60℃ 침지에서 침지시간을 길게 하였을 때 멥쌀과 대두류에서 흡수량이 다소 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 흡수량보다 용해량이 더 크기 때문인 것으로 사료된다.

탈부, 분할, 분쇄에 의한 두류의 수분흡수량 변화

두류의 경우 침지 온도를 높였을 경우 곡류와 마찬가지로 수분흡수량은 증가했으나 곡류 보다 수분흡수평형에 도달하는 시간이 길었으며, 쌀의 경우는 침지 온도를 높여도 수분흡수량이 크게 증가하지 않았다. 따라서 두류의 수

분흡수량을 높이고 침지 시간을 단축시키기 위해 겉질을 벗긴 형태(탈부)와 4분할, 5-10 mesh 체를 통과한 분쇄두류를 실온과 30℃ 그리고 60℃에서 침지하여 수분흡수량 변화를 관찰하였다(Fig. 2).

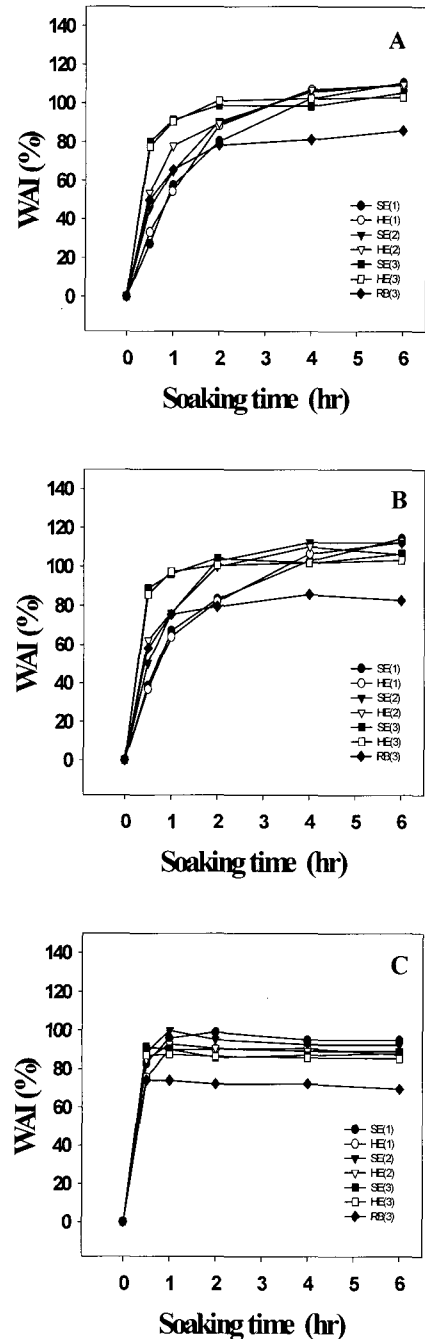


Fig. 2. Water absorption curve during soaking of divided legumes at room temperature(A), 30℃(B) and 60℃(C).

SE(1): hulled *Seoritae*, HE(1): hulled *Heuktae*,
 SE(2): *Seoritae* of 4 divided, HE(2): *Heuktae* of 4 divided,
 SE(3): 2-4mm in diameter *Seoritae*, HE(3): 2-4mm in diameter *Heuktae*,
 RB(3): 2-4mm in diameter ed bean.

그 결과 실온에서 6시간 경과까지 수분흡수량의 지속적인 증가를 보였던 서리태와 흑태, 팥이 분쇄하여 침지 하였을 때 2시간 침지 후 서리태 98%, 흑태 101%, 팥 78%로 수분흡수평형에 도달하였고, 30°C에서는 1시간 침지수 서리태 96%, 흑태 97%, 팥 75%로 수분흡수 평형에 도달하여 실온보다 30°C에서 침지시 수분흡수평형에 빠르게 도달하는 것으로 나타났다. 콩 과피의 제거 여부와 수분흡수량과 관련이 있다는 보고(17,18)와 영향이 적다는 보고(19)가 있는데 본 실험에서는 관련이 큰 것으로 나타났다. 특히 팥의 경우 분쇄를 하지 않았을 경우 온도에 상관없이 4시간까지 수분흡수량의 변화가 적었으나, 분쇄를 하여 침지 하였을 경우 급격한 증가를 나타내어 실온에서 2시간, 30°C에서 1시간, 60°C에서 30분 침지 후 수분흡수평형에 도달하는 것으로 나타났다. 침지온도 실험과 마찬가지로 분쇄한 두류 역시 60°C에서 가장 빠르게 수분흡수평형에 도달하였으나 수분흡수평형에 도달하였을시 수분흡수량이 서리태가 91%, 흑태가 86%, 팥이 74%로 30°C보다 낮았고 30분 이후 오히려 수분흡수량이 감소하는 경향을 보였다. 따라서 혼합곡의 침지는 온도와 시간, 영양성분 용출 등을 고려하여 곡류와 5-10 mesh 크기로 분쇄한 두류를 30°C에서 1시간 침지시키는 것이 가장 적합할 것으로 판단된다.

건조조건별 특성

30°C에서 1시간 침지한 곡류와 분쇄두류를 실온에서 2시간 탈수하고 각각 실온, 마이크로파 300 W, 700 W, 1000 W, 풍속 0.4 m/s인 열풍건조기에서 30°C와 50°C로 건조하여 수분함량을 측정하여 나타내었다(Fig. 3). 측정결과 각 시료를 약 15%까지 건조시키는데 실온에서 20-21시간, 마이크로파 300 W에서 15-24분, 마이크로파 700 W에서 3-5분, 마이크로파 1000 W에서 2-4분, 열풍건조 30°C에서 2-4시간, 열풍건조 50°C에서 1.5-2시간이 각각 소요되었다. 건조시간은 마이크로파 처리구가 가장 단시간에 건조되었고, 출력이 높을수록 시간이 단축되는 것으로 나타났다. 그러나 마이크로파 1000 W로 건조시킬 경우 건조 되기전 시료가 타거나 퍼핑되어 제품으로 적합하지 않았으며, 300 W로 건조시킬 경우 비교적 마이크로파 처리구 중 시간이 많이 소요되는 것으로 나타나 3가지 마이크로파 조건에서는 700 W가 가장 우수한 결과를 나타내었다. 마이크로파는 식품의 살균(20), 건조(21), 가열, 조리에 사용되는데 식품의 색과 형태, 영양가의 파괴가 없고 풍미를 살릴 수 있다(22). 또한 Kim 등(23)은 마이크로파 건조가 다른 건조방법에 비하여 건조시간의 단축과 품질 보존효과 증대를 기대할 수 있다고 하였고 Esaka(24)는 콩속의 lipoxxygenase와 inhibitor는 열안정성 때문에 불활성 시키기가 어려우나 마이크로파에 의하여 4분 내에 완전히 불활성화 된다고 하였다.

건조후 시료의 경도

건조 방법별로 곡류의 경도를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 곡류 중 보리가 전처리하기 전 14,068 gf, 침지 후 실온건조 8,950 gf, 30°C 열풍건조 8,898 gf, 50°C 열풍건조 9,478 gf, 300 W 마이크로파건조 9,081 gf, 700 W 마이크로파건조 9,876 gf, 1000 W 마이크로파건조 7,380 gf 으로 나타났고, 두류 중 서리태의 경우 전처리하기 전 5,386 gf, 침지 후 실온건조 3,907 gf, 30°C 열풍건조 4,289 gf, 50°C 열풍건조 3,596 gf, 300 W 마이크로파건조 2,487 gf, 700 W 마이크로파건조 1,624 gf, 1000 W 마이크로파건조 2,310 gf으로 전반적으로 전처리 전 보다 전처리 후 건조한 곡류와 두류의 경도가 낮았다. 마이크로파를 이용한 건조 후 경도는 곡류의 경우 300 W에서 건조한 시료가 전반적으로 경도가 낮았으며, 두류의 경우 700 W에서 건조한 것이 경도가 가장 낮게 나타내어 곡류와 두류와의 마이크로파 건조특성이 차이가 있었다.

요 약

혼합곡의 식미를 높이고 쌀과 함께 취반이 용이하게 하고자 찹쌀, 현미, 현미찹쌀, 찰보리, 서리태, 흑태, 팥 7가지 곡류와 두류를 대상으로 침지와 건조 전처리 조건을 검토하였다. 각 곡류와 두류의 수분흡수량은 서리태와 흑태가 가장 높게 나타났고, 보리, 찹쌀, 멥쌀, 현미찹쌀, 현미, 팥 순서를 보였다. 침지온도별 수분흡수량은 온도가 높을수록 수분흡수량이 증가하였고 수분흡수평형에 도달하는 시간이 단축되었다. 두류의 분쇄별 수분흡수량은 분쇄가 많이 될 수록 수분흡수량이 증가하였고 수분흡수평형에 도달하는 시간이 단축되었다. 침지한 시료를 실온, 열풍 30°C, 50°C와 마이크로파 300 W, 700 W, 1000 W 출력으로 건조하였다. 그 결과 마이크로파 700 W 건조가 실온과 열풍, 마이크로파 300 W에 비하여 시료의 손상없이 가장 단시간 내에 건조할 수 있었다. 따라서 혼합곡의 전처리 조건은 30°C에서 1시간 침지한 후 마이크로파 700 W에서 건조하는 것이 가장 적합한 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원(2005년도)에 의해 수행된 과제의 일부로 이에 감사드립니다.

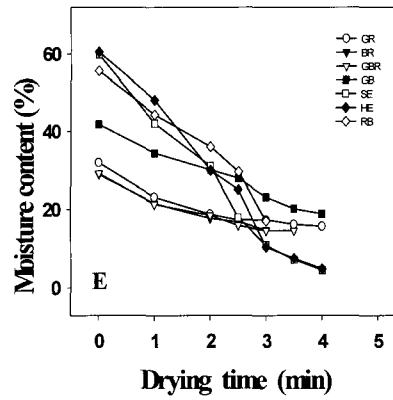
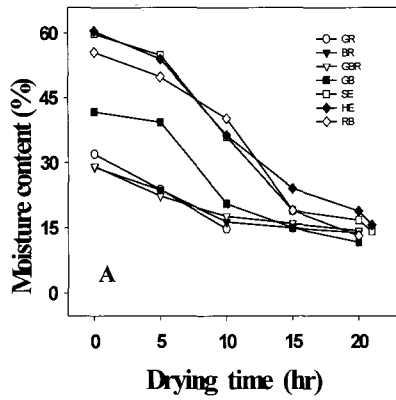


Fig. 3. Moisture content of grains and legumes dried by room temperature(A), 30 °C air(B), 50 °C air(C), 300 W microwave(D) and 700 W microwave(E) after one-h soaking at 30 °C.

GR: glutinous rice, BR: brown rice, GBR: glutinous brown rice, GB: glutinous barley, SE: 2-4mm in diameter *Seoritae*, HE: 2-4mm in diameter *Heuktae*, RB: 2-4mm in diameter red bean.

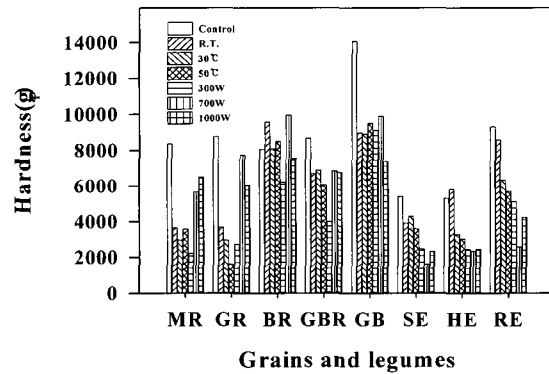
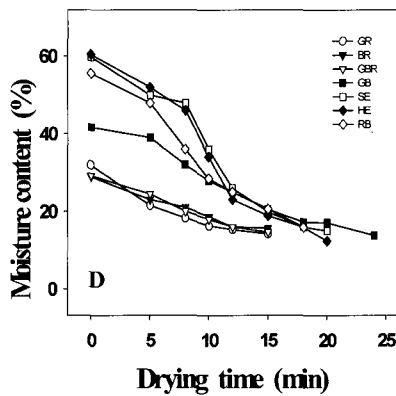
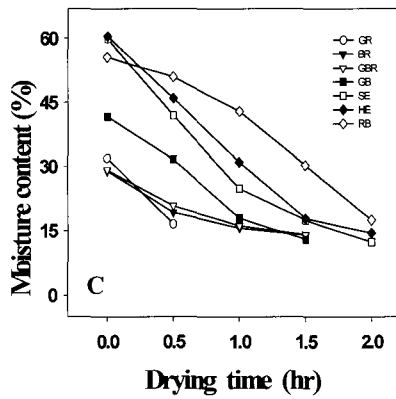
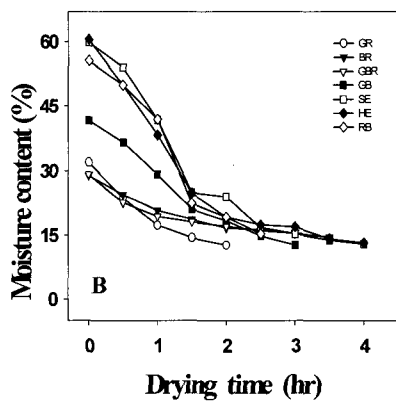


Fig. 4. Changes in hardness of grains and legumes dried by none (Control), room temperature(R.T.), 30 °C air(30 °C), 50 °C air(50 °C), 300W microwave(300 W), 700 W microwave(700 W) and 1000 W microwave(1000 W).

MR: milled rice GR: glutinous rice, BR: brown rice, GBR: glutinous brown rice, GB: glutinous barley, SE: 2-4mm in diameter *Seoritae*, HE: 2-4mm in diameter *Heuktae*, RB: 2-4mm in diameter red bean.

참고문헌

1. 이혜수 (1972) 혼식의 조리과학적 및 영양학적 고찰. Korean J. Nutr., 5, 19-22
2. Kim, S.H. and Kim, K.J. (1972) The effect of three different grain diets on the growth of albino rate. Korean J. Nutr., 5, 177-197
3. Lim, S.B., Kang, M.S., Jwa, M.K., Song D.J. and Oh Y.J. (2003) Characteristics of cooked rice by adding grains and legumes J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 52-57
4. Kim, M.H. (1992) Effect of soaking condition on texture

- of cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 511-514
5. Cho, E.K., Pyun, Y.R., Kim, S.K. and Yu, J.H. (1980) Kinetic studies on hydration and cooking of rice. Korean J. Food Sci. Technol., 12, 285-291
 6. Jang, M.S., Kim, S.K. and Kim, B.N. (1989) Kinetic studies on hydration of Olchal and *Hankangchalbyeo* waxy rice. Korean J. Food Sci. Technol., 21, 313-319
 7. Kim, H.R., Kim, S.K. and Cheigh, H.S. (1980) Kinetic studies on cooking of naked and covered barley. Korean J. Food Sci. Technol., 12, 122-125
 8. Sohn, J.W., Yum, C.A., Jang, M.S. and Kim S.K. (1987) Water uptake rate and degree of gelatinization during cooking of pressed, cutted and pearled barley. Korean J. Food Sci. Technol., 19, 125-128
 9. Lee, Y.H., Jung, H.O. and Rhee, C.O. (1987) Solids loss with water uptake during soking of soybeans. Korean J. Food Sci. Technol., 19, 492-497
 10. A.O.A.C. Official Methods of Analysis Int. 16th ed. (1995) Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA
 11. Juliano, B.O., Peacz, C.M., Blakeney, A.B., Castillo, T., Kongseree, N., Laignelet, B., Lapis, E.T., Marty, W.S., Paule, C.M. and Webb, B.D. (1981) International cooperative testing the amylose content of milled rice. *Stärke*, 33, 157-162
 12. Anderson, R.A. (1982) Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooded small grain products. *Cereal Chem.*, 59, 265-271
 13. Biliaderis, C.G., Maurice, T.J. and Vose J.R. (1980) Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J. Food Sci.*, 45, 1669-1674
 14. Kim, S.L., Chi, H.Y., Son, J.R., Park, N.K. and Ryu, S.N. (2005) Physicochemical characteristics of soybean seed coat and their relationship to seed lustre. Korean J. Crop Sci., 50, 123-131
 15. Lim, S.B., Kim, M.S., Jwa, M.K., Song, D.J. and Oh, Y.J. (2003) Characteristics of cooked rice by adding grains and legumes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 32, 52-57
 16. Kim, D.Y., Suh, I.S. and Rhee, C.O. (1988) Effect of temperature on the water uptake during soaking of soybeans. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 31, 46-51
 17. Kim, D.H., Yum, C.A. and Kim, W.J. (1990) Kinetic study of hydrations and volume changes of soybeans during soaking. *J. Korean Agric Chem. Soc.*, 33, 18-23
 18. Smith, A.K., Nash, A.M. and Wilson, L.I. (1961) Water absorption of soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 38, 120-123
 19. Parrish, D.J. and Leopold, A.C. (1977) Transient changes during soybean imbibition. *Plant Physiol.*, 59, 1111-1114
 20. Kim, S.H., Lee, J.H. and Kim, S.Y. (1999) Pasteurization efficiency of a continuous microwave HTST system for milk. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 1392-1396
 21. Im, J.S., Park, K.J. and Kum, J.S. (1999) Changes in physicochemical properties of Korean rice cake subjected to microwave-drying. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 631-637
 22. 손종철 (1999) 전자레인지(Microwave Oven)란 무엇인가? *식품과학과 산업*, 32, 2-11
 23. Kim, S.S., Kim, S.Y. and Lee, W.J. (1998) Microwave vacuum drying of germinated brown rice as a potential raw material for enzyme food. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 1107-1113
 24. Esaka, M., Susuki, K. and Kubota, K. (1987) Effects of microwave heating on lipoxygenase of winged bean seeds. *J. Food Sci.*, 52, 1738-1739

(접수 2006년 2월 21일, 채택 2006년 5월 31일)