

유과제조시 찹쌀의 침지중 이화학적 성분변화에 관한 연구

임영희 · 이현유* · 장명숙**

*한국식품개발연구원, **단국대학교 식품영양학과
대전대학교 식품영양학과

Changes of Physicochemical Properties of Soaked Glutinous Rice During Preparation of Yu-Kwa

Lim Young-Hee, Lee Hyun-Yu* and Jang Myung-Sook**

*Korea Food Research Institute, Kyungkide, Korea

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

Abstract

Physico-chemical characteristics of glutinous rice during soaking treatment at different temperature for Yu-Kwa (Korean traditional glutinous rice cake) processing were determined. Crude fat and protein contents of soaked glutinous rice decreased up to 30% to 50%, respectively, compared to raw rice, but there was a little difference in soaking periods. As the soaking period increased pH of soaking solution was decreased from 6.4 to 3.3, while Brix was increased from 0.5 to 13.6. Titration acidity of soaking solution and soaked rice were increased to 22.9 and 3.4, respectively, as the soaking period increased to 9 days at 20°C soaking, but it was increased rapidly to 29.8 and 4.0, respectively, at 30°C. The three kinds of free sugar such as glucose, sucrose and maltose were detected. Glucose was the major produced free sugar during soaking, sucrose was not detected after 1 day soaking period. Characteristics of amylographic viscosity on soaked rice showed that there are no difference in pasting temperature by the soaking time and temperature, but the maximum viscosity was drastically increased on 1~2 day soaking period and decreased rapidly after 2~3 day.

Key words: Yu-Kwa, glutinous rice, soaking, physicochemical

서 론

유과제조시 찹쌀의 침지과정은 유과의 품질에 많은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다⁽¹⁻³⁾. 특히 고문헌^(4,5)에 나오는 찹쌀의 침지정도는 온도에 따라 2~14일 정도의 장시간 침지에 따른 찹쌀의 상태가 “문들어질 정도로” “골토록” 또는 “신내가 날 정도로”⁽⁶⁾까지 침지하도록 권장하기 때문에 유과제조시 찹쌀의 침지는 단순한 불순물의 제거나 흡수의 목적보다는 유과의 팽화기작에 큰 영향을 주어 최종제품의 텍스처와 유과 고유의 향미를 유지하는 필수공정이라고 쉽게 추론된다.

하지만 지금까지 유과에 대한 연구는 각종 제조방법의 개선⁽⁷⁻¹⁵⁾이 주류를 이루고 팽화기작에 대한 이론적 설명 등⁽³⁾이 있으나 유과의 팽화기작 구명을 위한 연구는 매우 미흡한 실정이기 때문에 본 연구에서는 찹쌀의 침지과정중 찹쌀의 이화학적 성분변화와 침지 찹쌀가루의 호

화양상을 조사하였기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료

찰쌀은 1991년 경남 합천 지방에서 계약재배한 찹쌀을 사용하였으며(품종 : 신선찰벼), 250 ml 삼각플라스크에 찹쌀 100g과 증류수 150 ml를 혼합하여 20°C 와 30°C 항온기에 침지하면서 24시간마다 시료를 채취하여 여과포를 이용하여 침지액을 분리하고, 낱알은 40°C 에서 열풍건조한 후 cyclotec sample mill(Model 1093, Tecator, Sweden)을 사용하여 80 메쉬로 분쇄하여 공시하였다.

일반성분의 분석

시료의 수분함량은 105°C 건조법으로, 지방은 Soxhlet 추출법으로, 조단백질 함량은 semimicro kjeldahl 방법(Kjeltec 1030 Auto Analyzer, Tecator, Sweden)으로 측정하였다.

pH 측정

Corresponding author: Lim Young-Hee, Department of Food Science and Nutrition, Taejon University, San 96-3, Yongun-dong, Dong-gu, Taejon, Korea

Table 1. Crude fat and protein contents of soaked glutinous rice

Soaking periods (days)	Crude fat(%)		Crude protein(%)	
	20°C	30°C	20°C	30°C
0	0.54		7.73	
1	0.29	0.39	7.05	7.14
2	0.31	0.53	7.07	6.73
3	0.47	0.35	7.07	6.50
4	0.48	0.41	6.94	6.69
5	0.41	0.58	6.47	6.20
6	0.55	0.55	5.39	5.32
7	0.69	0.65	5.65	6.05

여과포로 분리한 침지액의 pH는 pH meter(Model 520 A, Orion, USA)로 측정하였다.

Brix 측정

여과포로 분리한 침지액의 Brix를 굴절당도계로 측정하였다.

산도 측정

침지액과 낱알의 물추출산도는 상법에 의해 측정하였다.

유리당 분석

참쌀의 침지중 낱알과 침지액의 유리당 변화는 HPLC (Model 745, Waters, USA)를 사용하여 분석하였다. 유리당 분석용 시료의 전처리에는 분리한 낱알과 침지액에 대하여 80% ethanol을 사용하여 추출하고, 8000 rpm에서 15분간 원심분리 후 상정액을 음이온 교환수지인 Amberlite IRA 93 수지를 통과한 후 농축하여 25 μ l를 injection 하였다. 이때 HPLC의 분석조건은 Eluent : Acetonitril : Water = 80 : 20, Flow rate : 1.5 ml/min, Chart speed : 0.25 mm/min이었으며 검출기는 RI detector를 사용하였고 attenuation은 8 \times 32였다. 유리당 정량용 표준 물질은 Sigma사의 Glucose, Fructose, Sucrose, Maltose, Mannose 및 Arabinose를 사용하였다.

Amylogram 특성의 측정

Brabender Visco/Amylo/Graph를 사용하여 30°C 에서 1.5°C/min로 95°C 까지 가열하고, 95°C 에서 10분간 유지시킨 후 1.5°C/min으로 50°C 까지 냉각하면서 그 사이의 점도변화를 측정하였다. 이때 시료의 총량은 450g이었으며 농도는 10%(dry basis)로 하였다.

결과 및 고찰

낱알의 지방과 단백질

참쌀의 수침과정중 조지방과 조단백질 함량의 변화는

Table 2. Changes of free sugar in soaking solution of glutinous rice during soaking period at different temperatures

Soaking condition	Fructose (mg%)	Glucose (mg%)	Sucrose (mg%)	Maltose (mg%)	Total (mg%)
Temp. Days					
20°C 1	Tr	85.3	246.2	nd	331.5
3	Tr	274.8	nd	67.1	341.9
5	Tr	309.5	nd	79.9	389.4
7	Tr	532.3	nd	119.6	651.9
30°C 1	Tr	474.6	244.8	nd	719.4
2	Tr	1631.9	nd	75.1	1707.0
3	Tr	2334.0	nd	63.8	2397.8
4	Tr	1932.6	nd	nd	1932.6
5	80.2	1105.1	nd	nd	1185.3

*nd: not detected

Table 3. Characteristics of amylographic viscosity of soaked glutinous rice during soaking period at different temperatures

Soaking Condition	Pasting temp. (°C)	Maximum viscosity (BU)	Temperature at maximum viscosity (°C)	Break down ratio	Set back ratio
0	59.5	115	70	0.3	0.09
Temp. Days					
20°C 1	60.5	335	70	0.46	0.36
2	61.5	465	71	0.44	0.31
3	59.0	60	70	0.33	0.08
4	60.0	80	67.5	0.44	0.19
5	61.5	90	69.0	0.44	0.28
6	61.5	415	70	0.49	0.40
7	61.0	340	70	0.53	0.38
30°C 1	60.5	650	71	0.47	0.38
2	59.5	30	70	0.50	0.17
3	61.5	110	69	0.45	0.32
4	61.0	240	71.5	0.44	0.35
5	61.5	205	71	0.46	0.37
6	61.5	95	70.5	0.45	0.26
7	61.0	60	67.5	0.67	0.50

*Breakdown ratio = Max. viscosity - Min. viscosity / Max. viscosity

**Setback ratio = Max. viscosity - Viscosity at 50°C / Max. viscosity

Table 1과 같다. 즉 표에 나타낸 바와 같이 원료참쌀의 조지방 함량과 조단백 함량은 각각 0.54%와 7.73%를 나타내고 있으나 수침 1일 후 침지온도에 따라 0.29%와 0.39%, 7.05%와 7.14%를 나타내어 단순한 침지처리에 의해서도 많은 량의 조지방과 조단백질이 제거됨을 알 수 있다. 침지기간이 증가함에 따라 조단백함량은 계속 감소하고 있으나 조지방함량은 침지 2일까지 감소하다가 침지 3일 이후 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 이는

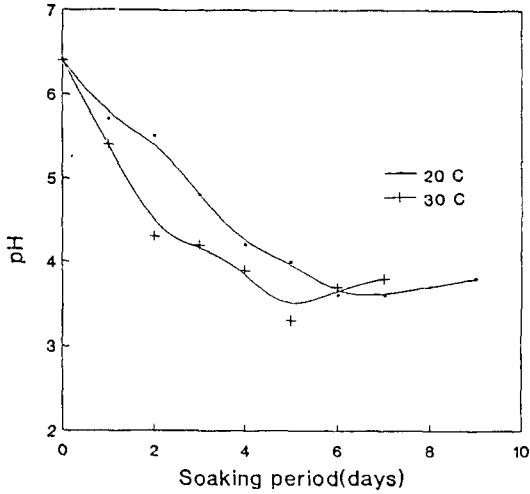


Fig. 1. Changes of pH in soaking solution of glutinous rice during soaking period at different temperature

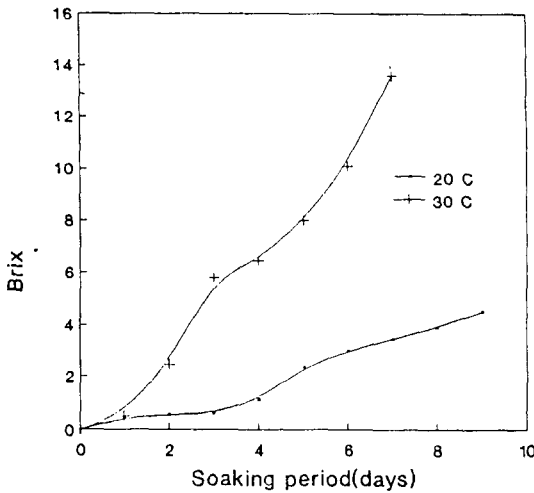


Fig. 2. Changes of Brix in soaking solution of glutinous rice during soaking period at different temperature

Table 3의 아밀로그래프 점도 특성중 최고점도의 변화와 유사한 경향을 보이고 있으나 그 이유에 대해서는 향후 보다 깊은 연구가 수행되어야 하겠다. 한편 침지온도에 따른 조지방과 조단백질의 용출량은 큰 차이를 보이지 않았기 때문에 제단백 및 조지방 제거에 있어서 침지 온도의 영향은 크지 않은 것으로 생각된다.

침지액의 pH 및 Brix

수침시간에 따른 침지액의 pH와 Brix의 변화를 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 즉 20°C와 30°C 침지구에서 침지액의 pH가 침지시간이 경과함에 따라 저하하는 경향을 나타냈으며, 20°C에서 수침한 침지액의 pH는 5일 침지

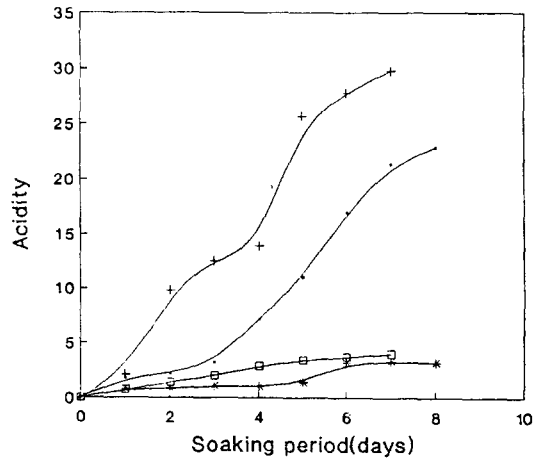


Fig. 3. Changes of titration acidity in soaking solution and soaked rice of glutinous rice during soaking period at different temperature

●-●; 20°C-supernatant, +-+; 30°C-supernatant, *-*; 20°C-soaked rice, □-□; 30°C-soaked rice

시까지 3.6까지 감소하다가 그 후 서서히 증가하였고 30°C에서 수침한 침지액의 pH는 3.3까지 급격히 감소한 후 서서히 증가하였다. 특히 20°C에서 2일, 30°C에서 1일 수침한 침지액의 pH가 각종 amylase의 최적반응조건인 5.4~5.5를 나타내어 이후 왕성한 전분의 분해작용이 이루어진다고 추측되어지나 침지과정중 효소변화에 대한 보완연구가 이루어져야 할 것이다.

한편 침지과정중 침지액의 Brix는 침지시간에 따라 20°C에서는 서서히 증가하며 침지 9일째에 4.5를 나타낸 반면 30°C에서는 급격히 증가하여 저장 7일째에 13.6을 나타내어 침지과정중 각종 수용성 유리성분이 침지액으로 용출됨을 알 수 있다.

산도

Fig. 3은 20°C와 30°C에서 침지시간에 따른 침지액과 낱알의 적정산도 변화를 나타낸 것이다. 침지액의 적정산도는 각 침지온도에서 22.9와 29.8까지 급격히 증가하였으나 낱알의 물추출 산도는 각각 3.4와 4.0까지 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 적정산도에 영향을 미치는 각종 유기산이 유리되어 침지액으로 이행되었기 때문이라 생각되며 Fig. 3의 결과와 같이 침지중 산도가 급격히 증가하는 것은 침지중 참쌀에 포함된 각종 효소의 가수분해와 야생미생물에 의해 생성된 유리당이 각종 유기산을 생성하였기 때문이라 생각된다.

유리당

참쌀의 침지과정중 유리당의 변화는 Table 2와 같다. 즉, 원료 참쌀의 침지과정중 생성되는 유리당은 90% 이상이 glucose의 형태로 존재하며 maltose는 소량씩

생성되고 원료 찹쌀중에 함유된 sucrose는 초기에 완전 분해되어 침지 1일 이후에는 검출되지 않았다.

원료찹쌀의 침지중 총 유리당 함량은 20°C 침지구에서는 침지 7일까지 331.5 mg%에서 651.94 mg%까지 서서히 증가하였으나 30°C 고온 침지구에서는 침지 3일에 2397.8 mg%까지 급속히 증가하다가 그 후에는 서서히 감소하였다. 찹쌀의 침지과정중 유리당의 변화는 glucose의 변화가 가장 현저하게 나타났으나 sucrose는 각 침지온도에서 침지 1일 이후에는 검출되지 않았으며 maltose는 침지시간에 따라 서서히 증가하는 경향이였다. 침지초기에 glucose 함량이 급속하게 증가한 것은 찹쌀의 α -amylase와 β -amylase의 작용으로 전분의 급격한 분해가 침지과정 중에 일어남을 알 수 있으며, 생성된 glucose가 더욱 발효되어 각종 유기산을 생성하여 침지중반에 pH를 급격히 저하시키는 것으로 추측되어지나 침지과정중 각종 효소의 작용과 유기산의 생성에 대한 연구가 더욱 진행되어야 한다고 사료된다.

Amylogram 특성

각 침지온도에서 처리한 찹쌀가루의 Amylograph에 의한 점도특성을 Table 3에 나타내었다. 즉 침지에 따른 호화개시온도는 각 처리구에서 59.5°C에서 61.5°C를 나타내어 시료간에 큰 차이를 보이지 않았으나 최고점도는 침지시간에 따라 현격한 차이를 보이고 있다. 침지 1일후 찹쌀가루의 최고점도는 20°C 침지구에서 335 BU, 30°C 침지구에서 650 BU로 급속히 증가했으며, 침지 2일 후에는 20°C에서는 445 BU까지 증가한 반면 30°C 처리구는 30 BU까지 급속히 감소하였고 20°C 침지구는 침지 3일 후 유사한 경향을 나타내었다. 침지시간이 4~5일 경과함에 따라 최고점도가 다시 증가하였으며 이후 서서히 감소하였다.

이와 같이 찹쌀의 침지과정중 아밀로그래프의 최고점도 변화는 침지과정중 찹쌀전분의 내부구조가 현저히 변화하고 있음을 시사하며 다음으로 설명하고자 한다. 일반적으로 쌀가루의 Amylograph에 의한 점도특성은 지방과 단백질에 의한 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있다⁽¹⁸⁾. 즉 전분입자 사이에 존재하는 단백질은 전분입자와 protein body를 형성하여 전분의 팽윤과 붕괴를 방해하고 전분에 결합된 결합지질도 동일한 효과를 보인다. 본 실험의 경우 원료 찹쌀보다 침지초기에 초기 점도가 급속히 증가한 것은 이러한 전분의 팽윤을 방해하는 지방과 단백질 성분이 Table 1과 같이 침지시 미세한 emulsion으로 상당량 제거되었기 때문으로 사료되며 특히 찹쌀의 경우 결합지질의 함량이 극히 미량이기 때문에 amylose와 결합된 결합지방의 제거효과보다는 단백질의 제거효과가 크다고 생각된다.

한편 각 침지온도에서 2~3일이 경과하면 Amylograph의 최고점도는 급속히 감소하여 각각 60 BU와 30 BU를 나타내고 있다. 이는 Table 1에 나타낸 바와 같이 침지처리에 의한 지방 및 단백질성분 용출량은 큰 차이를

보이지 않았으나 Amylogram 특성치에는 현저한 차이를 보이는 것으로 강한 효소작용에 기인한 것으로 생각된다. 즉 찹쌀의 경우 α -amylase 작용이 강하고 α -amylase가 아밀로펙 측정중 전분분자에 작용하여 전분을 가수분해하고 전분을 액화시켜 점도가 낮아지는 것으로 보고되어 있으며⁽¹⁸⁾ 침지초기에 효소의 작용이 미약하고 지방 및 단백질이 제거되어 원료쌀보다 최고점도가 증가한 것으로 보이며 이후 자가효소 및 미생물유래의 효소작용이 활발하여 전분의 가수분해가 급속히 진행된 것으로 사료된다.

특히 Fig. 1과 같이 이 시기에 침지액의 pH가 효소작용의 최적조건에 도달한 시기로서 왕성한 효소의 작용으로 전분의 분해가 촉진되어 유리형태의 당류는 침지액중으로 용출되고 낱알에는 어느 정도 원료전분의 긴 사슬이 절단되어 저분자의 전분유도체들이 함유되어 있는 것으로 추정되기 때문에 아밀로그래프의 최고점도가 급격히 감소한 것으로 생각된다.

한편 침지 4일 후부터는 급격한 pH의 저하에 기인한 효소의 불활성화의 생성된 유기산의 작용으로 최고점도가 다시 증가하기 시작하여 이후 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 수침후기에 점도가 낮아지는 것은 산도의 증가에 의한 것이라는 양 등⁽¹⁹⁾의 결과와 유사하며 Deman 등⁽²⁰⁾은 산이 전분의 점도에 영향을 미치는데 pH의 저하나 구연산의 첨가는 점도를 떨어뜨린다고 하였다.

요 약

유과제조 공정중 팽화기작에 가장 큰 영향을 미치는 침지과정에서 찹쌀의 이화학적 성분변화를 조사하였다. 찹쌀의 침지중 조지방과 조단백질 함량의 변화는 침지 초기에 원료 찹쌀의 30~50%가 침지액 중으로 용출 제거되었으나 침지시간이 경과함에 따라 더 이상 용출 제거되지 않았다. 침지액의 pH는 침지시간이 경과함에 따라 최저 3.3까지 감소한 반면 침지액의 Brix는 최고 13.6까지 증가하였다. 침지액과 낱알의 물추출산도는 20°C 침지구에서는 각각 22.9와 3.4까지 증가하였으며 30°C 침지구에서는 각각 29.8과 4.0까지 증가하여 고온침지에서 현저한 유기산 발효가 일어남을 알 수 있다. 침지과정중 생성된 유리당은 Fructose, Glucose, Sucrose 및 Maltose가 검출되었으나 90% 이상이 Glucose의 형태로 존재하였고 침지시간이 경과함에 따라 2397.8 mg%까지 증가하다가 서서히 감소하였으며, Sucrose는 침지 1일 이후부터는 검출되지 않았다. 침지과정중 찹쌀의 아밀로그래프 점도특성을 살펴본 결과 침지에 의한 호화개시온도의 변화는 나타나지 않았으나 최고점도는 20°C 침지구에서는 침지 2일 후에 450 BU까지 증가했다. 침지 3일째 60 BU로 급격히 감소하였으며 이후 다시 증가하다 서서히 감소하는 독특한 점도 특성을 나타내었다. 30°C 침지구에서는 침지 1일째에 650 BU까지 급격한 점도상

승을 나타내었으며 이후에도 20℃ 침지구와 유사한 경향을 나타내었다.

문헌

1. 박영미, 오명숙 : 찰쌀의 수침이 강정의 팽화부피에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 17, 415(1985)
2. 김태홍 : 강정과 산자류제조에 관한 실험조리적 연구(I), 침수시간에 따른 강정과 산자의 질감에 관한 연구. 대한가정학회지, 19, 63(1981)
3. 김종만 : 산자(부수계) 바탕제조에 관한 이화학적 연구. 전북대학교 대학원 박사학위 논문(1983)
4. 안동장씨저, 황혜성편 : 규곤시의방(음식디미방). 한국인서출판사, p.40(1985)
5. 허빙각이씨저, 이민수역 : 규합총서, 기린원, p.113(1988)
6. 이철호, 장지현, 홍일식, 맹영선 : 전통식품 한과류의 영상화를 위한 역사적 및 과학적 기초연구. 연구보고서(야산재단), p.70(1986)
7. 김태홍 : 강정과 산자류제조에 관한 실험조리적 연구(II). 건조와 튀기는 과정에 따른 강정과 산자의 질감에 대하여. 대한가정학회지, 20, 119(1982)
8. 신정균 : 강정의 조리과학적 연구. 동덕여대 논총, 131(1977)
9. 최경주 : 유과제조에 개량에 관한 연구, 건조도와 소재배합이 팽화율과 경도에 미치는 영향. 영남대논문집, 311(1974)
10. 신동화, 김명곤, 정태규, 이현유 : 쌀품종별 유과제조

특성. 한국식품과학회지, 21, 820(1989)

11. 신동화, 최 응, 이현유 : 멥쌀 혼합비율에 따른 유과의 품질특성. 식품과학회지, 23, 619(1991)
12. 신동화, 최 응 : 유과제조에 기계화 연구. 한국식품과학회지, 23, 212(1991)
13. 신동화, 김명곤, 정태규, 이현유 : 유과 품질향상을 위한 첨가물의 효과와 공정 단순화시도. 한국식품과학회지, 22, 272(1990)
14. 김종만, 웨이준신 : 부스계 제조에 관한 연구. 제 2보, 대두첨가가 부수계(산자)바탕의 품질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 14, 51(1985)
15. 이철호, 맹영선, 안현숙 : 한과의 관능적 품질특성에 관한 연구. 한국식문화학회지, 2, 71(1987)
16. 이혜숙, 이서래 : 강정과 다식의 탄수화물 특성 및 저장성. 한국식품과학회지, 18, 421(1986)
17. 신동화, 김명곤, 정태규, 이현유 : 유과의 저장성과 팽화방법 개선시험. 한국식품과학회지, 22, 266(1990)
18. 壓司 一郎 : 米, 米澱粉の理化學的性質と食味特性. 米飯の技術と其の利用, p.107, 日本工業技術會(1990)
19. 양희천, 홍재식, 김종만 : 부수계 제조에 관한 연구, 제 1 보 수침공정이 원료찰쌀의 점도와 팽화력에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 14, 141(1982)
20. Deman, T.M., Voisey, P.W., Pasper, V.E. and Stanley, D.W.: *Rheology and Texture in Food Quality*, Avi, p.438 (1976)

(1993년 2월 18일 접수)