

수침시간에 따른 찰쌀의 페이스트 점도 변화

강선희 · 류기형

공주대학교 산업과학대학 식품공학과

Changes in Paste Viscosity of Waxy Rice during Steeping Time

Sun-Hee Kang and Gi-Hyung Ryu

Dept. of Food Science and Technology, College of Industrial Science, Kongju National University

Abstract

Protein content in steeped waxy rice and pH of steeping water were decreased during steeping process. Paste viscosity of waxy rice was lower than that of rice during steeping, however paste viscosity of waxy rice was higher than rice for 1 day steeping. The change in paste viscosity of waxy rice could be resulted from annealing during steeping. Breakdown of starch chain by the enzyme in steeping water during steeping could minimally affect to decrease paste viscosity. The steeping process can be controlled by measuring RVA viscosity during steeping of waxy rice.

Key words: RVA viscosity, steeping, waxy rice

서 론

전통한과인 유과제조에서 원료찰쌀을 물에 담그는 공정인 수침(steeping)은 찰쌀의 분쇄, 증자시간과 파리치기(dough punching)한 반죽의 점탄성에 영향을 미친다. 반죽의 점탄성은 유탕처리하여 튀긴 유과의 팽화도와 조직감 등 유과의 품질과 밀접한 관계가 있다. 전통적으로 수침시간은 계절에 따라 달리고 있다. 즉 겨울에는 수침시간이 길고 여름철에는 수침시간은 짧게 행한다. 일반적으로 수침시간은 2-14일 정도로 수침온도에 따라 조절된다(양희천 등, 1982).

유과의 제조과정 중 가장 많은 시간을 차지하는 수침공정동안 전분의 변화가 일어나 호화된 전분의 점탄성에 영향을 미치므로 최종제품인 유과의 품질에 중요하다. 강선희 등(2001)은 찰쌀의 수침시간에 따른 파리치기할 때 반죽에너지 투입량을 측정하여 파리치기 공정을 조절을 통해 유과의 품질을 제어하기 위한 연구를 수행하였다. 파리치기 시간과 시료의 량에 따라

계산한 비 반죽에너지투입량은 수침시간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내어 반죽내부의 기포가 작고 균일하게 분포되어 튀긴 유과의 기포도 균일하고 부드러운 조직을 가졌다고 보고하였다(강선희 등, 2001).

수침시간에 따른 찰쌀원료 및 유과의 품질에 관한 연구는 수침시간과 유과의 조직감(김태홍, 1981) 찰쌀의 이화학적 특성(김관 등, 1993) 찰쌀의 점도와 팽화도(양희천 등, 1982) 등이며, 수침시간과 찰쌀의 품종에 따라 이화학적 특성이 변화하였으며 유과의 품질도 수침시간과 찰쌀품종에 따라 차이 있었다고 보고하였다. 이때 아밀로그래프(amylograph)를 이용하여 측정된 페이스트의 최고점도(peak viscosity)는 30시간까지 증가하였으며(김관 등, 1993), 양희천 등(1982)은 원통형 점도계를 사용하여 측정된 호화찰쌀의 점도는 수침 15일까지는 증가하다가 감소하였다고 보고하였다.

수침에 따른 페이스트 점도변화는 유과의 팽화도 조직감과 같은 유과의 품질을 결정하는 인자가 될 수 있다. 페이스트 점도는 대부분 아밀로그래프(amylograph)를 이용하여 측정하였다. 아밀로그래프는 1시간 이상의 시간이 소요되므로 페이스트 점도를 신속하게 측정하기가 쉽지 않았다.

이러한 결점을 개선하기 위하여 소량의 시료로 단

Corresponding author: Gi-Hyung Ryu, Dept. of Food Science and Technology, College of Industrial Science, Kongju National University, Yesan, Choongnam 340-800, Korea. Tel: +82-41-330-1122, Fax: +82-332-2485, E-mail: ghryu@kongju.ac.kr

시간에 페이스트 점도를 측정할 수 있도록 신속 점도 측정기(rapid visco-analyzer, RVA)가 개발되었다. 신속 점도 측정기(RVA)는 2-4 g 시료를 알루미늄 용기에 담아 12-18분 동안의 비교적 단시간에 최고점도(peak viscosity), 최저점도(hold viscosity), 최종점도(final viscosity)가 컴퓨터 모니터에 나타나므로 소량의 시료가 필요하며 작동도 용이하다(Deffenbaugh와 Walker, 1989).

일반적으로 찰쌀의 수침과정 동안에 미생물에 의한 발효가 일어나 수침액의 pH는 감소하는 경향이 있다. 그러므로 수침과정 동안에 효소에 의한 전분이 분해되어 페이스트 점도가 감소하는 측면과 수침에 의한 양이온의 용출에 의한 점도증가에 기인한다고 보고하였다(김관 등, 1993; 양희천 등, 1982).

본 연구에서는 수침시간을 달리한 찰쌀의 페이스트 점도를 신속 점도측정기(RVA)를 사용하여 분석하여 RVA 페이스트점도 측정에 의해 최적 수침시간을 결정하기 위한 예비 연구로서 수침시간에 따른 찰쌀과 멥쌀은 페이스트 점도 특성, 성분의 변화, 찰쌀 표면의 미세구조를 관찰하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 찰쌀과 멥쌀(1999년산)은 시판되는 것을 구입하여 사용하였다. 수침시간을 달리한 찰쌀과 멥쌀은 체를 사용하여 표면수분을 제거한 후, 천을 이용하여 표면의 수분을 2차 제거한 찰쌀과 멥쌀을 롤러분쇄기를 사용하여 분쇄하였다.

일반성분분석

수분함량은 적외선 자동수분측정기를 이용하여 시료 8-10 g을 150°C까지 35분 동안 온도를 증가시켜 수분함량을 측정하였다. 조단백은 micro-Kjedahl법(N×6.25), 회분은 600°C 회화법으로 각각 정량하였다.

페이스트 점도측정

신속점도측정기(RVA, Newport Ltd., Australia)를 사용하였으며 RVA 작동시 온도는 작동 후 1분 동안은 50°C를 유지, 4분 동안 95°C로 가열, 3분 동안 95°C로 유지, 4분 동안 50°C로 냉각 후 1분 동안 50°C로 유지시켰다. 페달의 회전속도는 160 rpm으로 고정하여 페이스트 점도를 측정하였다(Deffenbaugh와 Walker, 1989).

측정시료의 무게는 수분함량 12%(w.b.) 기준 3 g을

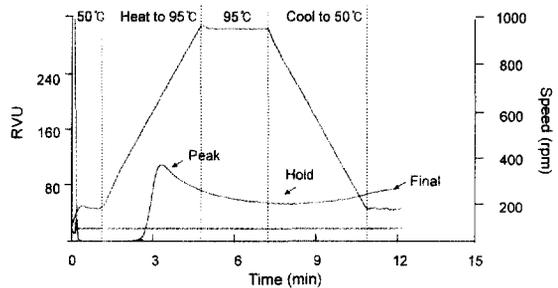


Fig. 1. Temperature profile and parameters of RVA curve analysis.

25 ml의 증류수와 현탁액을 제조하였다. 시료와 수분 첨가량은 다음 계산식을 이용하였다. 즉 $S=88 \times 3.00 / (100-M)$, $W=28.0 \times S$. 여기서 S는 시료의 질량, M은 시료의 실제 수분함량, W는 첨가할 수분함량이다.

페이스트곡선으로부터 최고점도(peak viscosity), 최저점도(hold viscosity), 최종점도(final viscosity)를 각각 나타내었다(Fig. 1).

결과 및 고찰

수침시간에 따른 찰쌀의 성분 변화

수침시간을 달리하여 찰쌀의 수분과 단백질함량, 회분함량을 비교한 결과를 Table 1에 나타내었다. 수침하지 않은 찰쌀과 수침한 찰쌀을 비교하였을 때 생찰쌀은 14.3%인 반면에 2일 수침한 찰쌀은 44%로 증가하였다. 2일 이상에서 수분함량의 변화는 거의 나타나지 않았다. 수침 초기에 이미 수분흡수는 모두 이루어짐을 알 수 있었다. 단백질과 회분함량은 수침시간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 단백질은 수침 10일까지 계속 감소하였지만 회분은 수침 2일까지 급격하게 감소하다가 그 후에는 서서히 감소함을 알 수 있었다.

수침시간에 따른 찰쌀표면의 미세구조를 관찰한 사진을 Fig. 2에 나타내었다. 생찰쌀과 수침찰쌀의 표면을 70배의 배율로 관찰한 결과 수침한 찰쌀표면의 외피층(pericarp)의 세포내부가 용출되어 세포벽을 관찰

Table 1. Changes in composition of waxy rice during steeping

Steeping time (day)	Moisture content (%)	Protein (%)	Ash (%)
0	14.3	8.05	0.44
2	44.0	8.68	0.23
7	43.0	7.30	0.22
10	41.0	5.73	0.20

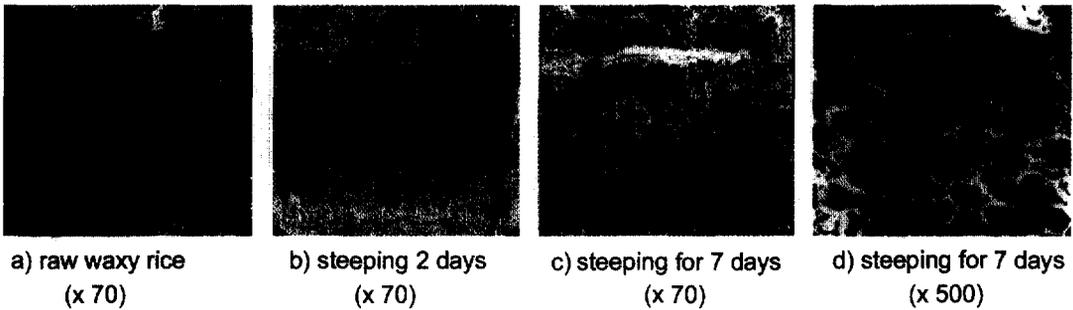


Fig. 2. Microstructure of the surface of steeped waxy rice.

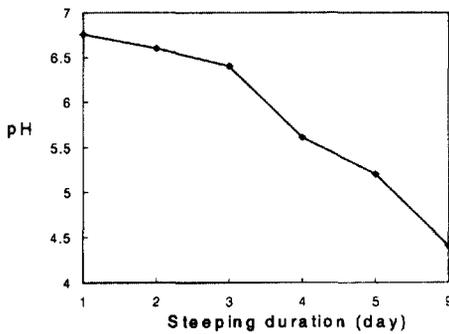


Fig. 3. Changes in pH of steeping water during steeping of waxy rice.

할 수 있었다. 수침에 기간이 증가할수록 세포내부의 단백질의 용출과 함께 회분은 2일까지 급격하게 용출된 것을 볼 수 있다. 7일 수침한 찹쌀을 500배로 하여 관찰한 결과 찹쌀표면에 외피층에 존재하는 세포의 내부가 용출된 망상구조의 세포벽을 볼 수 있었다. 유과제조시 수침에 의한 단백질과 회분함량의 감소에 의해 반죽의 집탄성이 영향을 받으므로 파리치기 동안 반죽내부의 기포의 크기 및 분포가 달라져 유과 조직감에 기인하는 것으로 사료된다.

수침시간에 따른 pH변화

찹쌀을 증류수에 수침할 때 수침시간이 경과할수록 pH가 점차 하강함을 볼 수 있었다(Fig. 3). 수침시간에 따른 pH 하강은 지금까지 다른 보고들과도 일치하였다(김관 등, 1993; 강선희 등, 1997). 강선희 등(1997)은 멸균한 무균수침과 전통적인 수침에서 pH 하강을 비교한 실험에서 11°C에서 5일 수침시켰을 때 대조구는 pH 5.8인 반면 무균수침에서 6.7을 나타내어 찹쌀 자체에 존재하는 내인성 효소보다는 미생물에 의해 일어나는 발효과정이라는 결론을 내렸다. 또한 본 실험은 수침온도 25°C에서 5일간 행하였을 때 pH는 5.1로 11°C에서 5일간 수침했을 때 보다 낮게 나타났다.

따라서 수침공정에서 pH는 공기 중에 존재하는 미

생물 및 미생물의 생육에 적합한 수침온도 등에 따라 변화가 있을 것으로 사료된다. 이러한 발효과정을 통해 수침시간이 경과함에 따라 수침 pH는 점차 낮아진다고 볼 수 있다. 수침공정 중 미생물에 의한 기존의 실험 결과들을 보면 찹쌀 수침액의 주 미생물은 젖산균이고, 수침온도가 20°C에서 젖산균수가 가장 많았고, 단백질 분해효소 생성균도 20°C에서 가장 많았다고 보고하였다(손경희 등, 1995). 또한 찹쌀 수침액의 효소활성도를 측정된 결과 α-amylase가 수침기간이 지남에 따라 활성이 증가하였다는 보고도 있었다(손경희, 1995).

수침시간에 따른 찹쌀과 멥쌀의 페이스트 점도변화

수침기간을 달리한 찹쌀과 멥쌀의 페이스트 점도를 RVA를 이용하여 분석하였다. 페이스트 점도는 최대점도, 최저점도, 최종점도를 수침시간에 따라 각각 비교하였다. Fig. 4와 같이 찹쌀과 멥쌀의 페이스트 점도(최대점도, 최저점도, 최종점도)는 찹쌀의 경우 멥쌀보다 낮은 경향을 보였다. 이것은 찹쌀과 멥쌀의 조성성분 차이, 즉 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율 때문으로 사료된다.

찹쌀의 최고점도는 수침 3일까지는 증가하는 경향을 보이다가 3일 이후부터는 일정하게 유지되는 것을 볼 수 있다. 최저점도와 최종점도도 최고점도와 동일한 패턴을 나타내었다. 아밀로그래프를 사용하여 수침한 찹쌀의 최고점도를 측정된 찹쌀의 수침 30시간까지 증가하였다고 보고한 결과와도 일치하였다(김관 등, 1993). 또한 양희천 등(1982)은 원통형 점도계를 사용하여 수침 찹쌀을 호화시켜 페이스트 점도는 수침 12일까지는 증가하다가 20일까지 감소했다고 보고하였다. 이 결과는 수침 3일까지 증가하다가 10일까지 일정하게 유지되는 본 실험결과와는 차이가 있었다. 이것은 페이스트 점도를 측정할 때 사용한 점도계 또는 시료 조제의 차이일 수도 있을 것이다.

수침과정은 공기 중에 존재하는 미생물에 의한 발

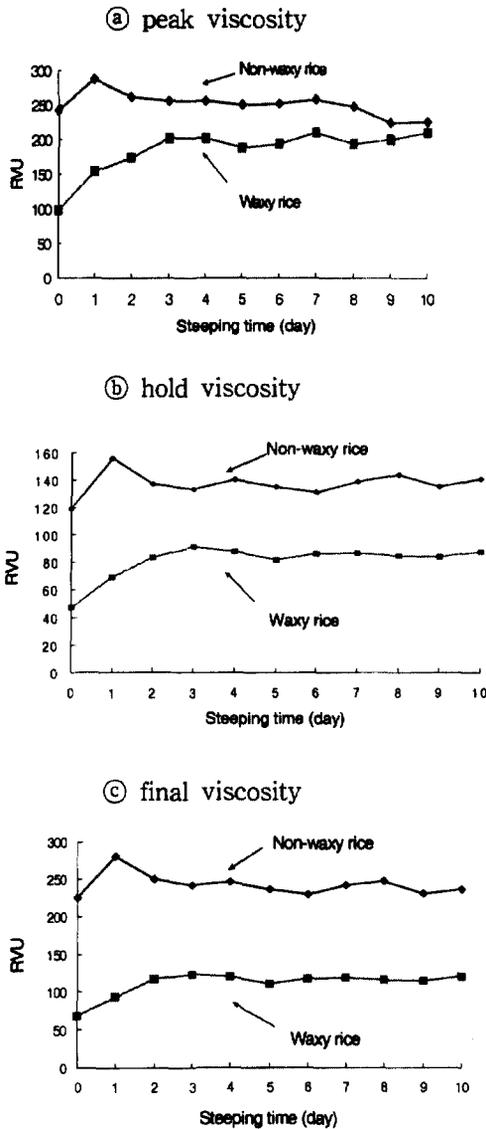


Fig. 4. Changes in RVA paste viscosity of waxy and non-waxy rice during steeping.

효(강선희 등, 1997; 손경희, 1995)에 의한 전분분해효소와 pH 강하에 의한 산도증가에 의한 찹쌀 전분사슬이 분해되어 페이스트 점도가 낮아질 수도 있다. 또한 양희천 등(1982)은 수침 중에 용출되는 Ca^{++} , Mg^{++} 와 같은 양이온이 전분이 호화될 때, 전분분자를 결합시켜 페이스트 점도가 증가한다고 하였다.

수침과정 중 찹쌀의 페이스트 점도 증가는 수침온도가 낮아 전분 입자의 팽윤에 의한 전분 분자의 annealing도 하나의 요인으로 볼 수 있다. 결론적으로 찹쌀의 수침 초기에 페이스트 점도는 pH가 낮고 산도

가 높아 호화과정에서 전분사슬의 분해가 적은 반면에 cross-linking과 annealing의 영향이 크게 작용하는 것으로 판단되며 수침 3일 이후에는 수침액의 pH 감소 및 전분분해 효소에 의해 전분사슬의 분해되어 페이스트 점도가 감소하게 된다.

수침과정 중 페이스트 점도의 변화는 금속 양이온 용출에 의한 호화 전분의 cross-linking, 수침과정에서 annealing, 발효에 의한 산도 증가와 전분분해효소에 의한 전분 사슬의 분해가 복합적으로 작용하여 초기에는 증가하고 다음 일정하게 유지하다가 수침시간이 과도하게 증가하면 페이스트 점도가 감소되는 것으로 사료된다. 페이스트 점도 측정에 의한 수침시간의 지표는 25°C에서 수침한 본 실험에서 3일 후 페이스트 점도가 일정하게 유지되는 이후가 반데기 내부의 균일한 기공분포에 의해 유과의 부드러운 조직감을 가지는 유과제조가 가능할 것으로 판단된다. 그러나 RVA 페이스트 점도를 수침의 지표로 광범위하게 사용하기 위해서 앞으로 심도 있는 연구가 필요할 것이다.

요 약

수침한 찹쌀의 단백질 함량을 관찰한 결과 수침과정에 의해 찹쌀표면에 존재하는 단백질이 감소함을 알 수 있었다. 침지과정중 공기 중에 존재하는 미생물에 의해 pH가 감소하였다. 찹쌀과 멥쌀의 페이스트 점도는 RVA를 이용하여 측정된 결과 단시간에 균일한 페이스트 점도를 측정할 수 있었다. 찹쌀과 멥쌀의 페이스트 점도는 찹쌀이 멥쌀보다 낮고, 수침 초기에는 찹쌀의 페이스트 점도가 증가하는 경향을 나타내다가 수침 3일 이후에는 일정하게 유지하는 경향을 나타낼 수 있었다. 찹쌀의 수침과정은 미생물에 의한 starch chain이 끊어지는 효과보다는 찹쌀의 annealing 효과가 더 큰 영향을 미치는 것으로 사료된다. 페이스트 점도 변화의 관찰을 통해 수침 효과를 관찰 할 수 있고, 수침과정을 페이스트 점도측정에 의해 조절할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 공주대학교 학술연구비로 수행된 것으로 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

김관, 이용현, 강길진, 김성근. 1993. 수침이 찹쌀의 이화학적

- 성질에 미치는 영향. *한국식품과학회지* **25**: 535-540
- 강선희, 이승주, 류기형. 2001. 수침과 반죽시간이 반죽에너지 투입량과 반데기 및 유과의 성질에 미치는 영향. *산업식품공학* **1**: 19-24
- 강선희, 정기희, 류기형. 1997. 유과의 침지과정에 관여하는 미생물의 역할. *자원과학연구논문집(공주대학교)* **5**: 269-277
- 손경희, 전형주, 박진. 1995. 유과의 조리법 표준화 및 찹쌀의 수침기전에 관한 연구. *대산논총 제3집*: 224-250
- 손경희. 1995. 유과의 조리법 표준화 및 찹쌀의 수침기전에 관한 연구. *대산농촌문화 겨울호*: 6-9
- 양희천, 홍재식, 김중만. 1982. 부수계 제조에 관한 연구, 제1보 수침공정이 원료 찹쌀의 점도와 팽화력에 미치는 영향. *한국식품과학회지* **14**: 141-145
- Deffenbaugh, L.B. and C.E. Walker. 1989. Use of the Rapid-Visco-Analyzer to measure starch pasting properties. *Starch/Starke* **41**: 461-467
- Deffenbaugh, L.B. and C.E. Walker. 1989. Comparison of starch pasting properties in the Brabender Viscoamylograph and Rapid Visco-Analyzer. *Cereal Chem.* **66**: 493-499
- Ross, A.S., C.E. Walker, R.I. Booth, R.A. Orth, and C.W. Wrigley. 1987. The Rapid Visco-Analyzer: A new technique for the estimation of sprout damage. *Cereal Foods World* **32**: 827-829
- Walker, C.E., A.S. Ross, C.W. Wrigley, and G.J. McMaster. 1998. Accelerated starch-paste characterization with the Rapid Visco-Analyzer. *Cereal Foods World* **33**: 491-493
- Whalen, P.J., M.L. Bason, R.I. Booth, C.E. Walker, and P.J. Williams, 1997. Measurement of extrusion effects by viscosity profile using the Rapid Visco Analyser. *Cereal Foods World* **42**: 469-475
- Whalen, P.J. 1998. Detection of differences in corn quality for extrusion processes by Rapid Visco Analyser. *Cereal Foods World* **44**: 69-72