

찰흑미와 일반찰벼의 열수가용성 물질

오금순* · 김 관¹ · 최경철² · 나환식² · 강길진 · 김성곤³

식품의약품안전청, ¹전남대학교 식품공학과, ²전라남도보건환경연구원, ³단국대학교 식품영양학과

Hot-water soluble on Waxy Black Rice and Waxy Rice Flours

Geum-Soon Oh*, Kwan Kim¹, Gyeong-Cheol Choe²,
Hwan-Sik Na², Gil-Jin Kang and Sung-Kon Kim³

Korea Food and Drug Administration

¹Department of Food Science and Technology Chonnam National University

²Jeollanam-Do Institute of Health and Environment

³Department of Food Science and Nutrition Dankook University

The study was investigated hot-water soluble on waxy black and waxy rice flours according to gelatinization temperatures and heating time. The hot-water soluble contents of both samples were increased during heating time at 90°C. The waxy black and waxy rice flours solutions according to gelatinization temperatures (80°C, 90°C, 95°C and 98°C) were heated for 10, 20 and 30 min. Determination of elution patterns of rice flours was used by Sepharose CL-2B column. As a result, the elution patterns were eluted the most in void volume (V₀) and the elution patterns of the hot-water solubles were increased according to heating time and gelatinization temperatures.

Key words: waxy black rice, waxy rice, hot-water solubles, gelatinization temperatures, elution patterns

서 론

전분을 과량의 물과 함께 가열하면 전분입자의 수화, 팽윤, 복굴절성 소실, 투명도의 증가, 점도의 급격한 증가, 붕괴된 입자로부터 아밀로오스 용출 등의 단계로 호화과정이 일어난다⁽¹⁾. 전분의 호화과정을 거치면서 아밀로오스를 용출하는 과정을 보면⁽²⁾ 결정성물질인 전분을 물과 함께 가열하면 그 결정성이 무정형으로 변하면서 아밀로오스와 약간의 아밀로펙틴이 입자 밖으로 용출되어 용출되지 않는 입자내의 전분을 에워싸게 된다. 이러한 현상은 각 전분마다 그 특성이 다르며 전분의 물성 등에 큰 영향을 미쳐 전분질 식품의 가공적성 및 품질에 중요한 인자로 인식되고 있다. 이때 용출되는 아밀로오스와 아밀로펙틴을 열수 가용성 전분, 용출되지 않는 아밀로오스와 아밀로펙틴은 열수 불용성 전분이라고 한다.

Juliano 등⁽³⁾은 인도쌀의 경우 가용성 탄수화물을 겔 크로마토그래피로 분리한 결과 첫 번째 피크는 주로 분자량이 큰 분지상 구조인 아밀로펙틴으로 이루어져 있고, 두 번째 피크

는 분자량이 적은 아밀로오스라고 보고하였다. Hong⁽⁴⁾은 세 품종(일품벼, 조생통일벼 및 인도쌀)의 가용성 탄수화물의 용출양상을 시간단위로 조사하기도 하였고, Kim 등⁽⁵⁾은 가용성 전분의 겔 크로마토그래피의 결과 일반계가 통일계보다 아밀로펙틴의 용출이 더 많고, 아밀로오스 용출은 더 적었다고 하였다. 이렇듯 일반 멥쌀전분에 대해서 겔 크로마토그래피를 이용하여 많은 연구가 진행되어왔으나 찰쌀에 대해서는 그다지 많은 연구가 진행되지 않았으며 더욱이 찰흑미에 대해서도 겔 크로마토그래피 용출양상에 대한 연구가 극히 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 전분질 식품의 가공적성 및 품질에 중요한 인자로 인식되는 호화특성 중 하나인 겔 크로마토그래피의 용출양상을 이 지역의 특산물로 알려진 진도산 찰흑미 쌀가루에 적용시켜 각각의 호화조건(호화온도와 호화시간)에 따라 그 용출양상을 조사하였으며, 그 비교 대상으로 일반찰쌀의 쌀가루를 이용하였다.

재료 및 방법

실험재료

1998년에 생산한 찰흑미(상해향혈나, 진도산)는 현미상태로 구입하였고, 일반찰벼(신선찰벼)는 농업기술원에서 구입하여 Satake 제분기(Model HSMC-4, Hansung Scientifics, Korea)로 현미를 얻은 다음 분쇄하여 60 메쉬의 체를 통과한 쌀가루를 시료로 사용하였다.

*Corresponding author : Geum-Soon Oh, Korea Food and Drug Administration, 5, Nokbun-dong, Eunpyung-gu, Seoul 122-704, Korea
Tel: 82-02-380-1674
Fax: 82-02-383-4892
E-mail: gs9705@hanmail.net

가용성 탄수화물 함량

쌀가루 500 mg을 취하여 물 100 mL 첨가하고 항온수조 (90°C)에서 시간별(10분, 20분, 30분)로 가열 후 원심분리기 (1000×g, 20 min, SUPRA 21K, Hanil Scientifics, Korea)를 이용하여 원심분리하여 상정액을 105°C의 상압가열건조법⁽⁶⁾에 따라 항량이 된 증발접시(A)에 취하여 수욕상에서 증발 건조시킨 후 105°C 건조기에서 2시간 건조시킨 다음 무게(B)를 칭량하여 구하였다.

$$\text{가용성 탄수화물 함량(\%)} = \frac{(B - A)}{\text{시료의 무게(g)}} \times 100$$

열수 가용성 물질의 용출 양상

쌀가루 200 mg에 물 40 mL 넣어 80°C, 90°C, 95°C 및 전기밥솥(98°C)에서 10분, 20분 및 30분 동안 가열 추출하여 원심분리(1000×g, 20 min)하였다. 상정액은 100 mL 농축수기에 취하여 60°C의 수욕상에서 1/5로 감압농축하여 시료용액으로 사용하여 Juliano 등⁽³⁾의 방법에 따라 Sepharose CL-2B column(1.6×95 cm)에 시료용액 1 mL를 주입하여 용출양상을 조사하였다. 시료를 주입한 컬럼에 0.02% sodium azide를 함유한 증류수로 시간당 12.5 mL의 속도로 20°C에서 용출시키면서 3 mL씩 분획하였다. 각 분획에서 0.5 mL씩 취하여 총당을 phenol-sulfuric acid법⁽⁷⁾으로 측정하였다. 한편 column의 보정은 void volume 측정을 위하여 dextran(분자량 5 × 10⁶~4 × 10⁷, Sigma Co.)를 사용하였고, total volume은 glucose를 사용하였다.

결과 및 고찰

가용성 탄수화물 함량

찰흑미와 일반찰벼 쌀가루의 가용성 탄수화물 함량은 90°C에서 10분, 20분 및 30분 동안 가열처리한 것으로 찰흑미는 17.1%, 21.5%, 24.7%이었으며, 일반찰벼는 18.6%, 21.7%, 23.4%의 함량을 보여 두 시료 모두 비슷한 양상을 보였다 (data not shown). Kim 등⁽⁸⁾은 98°C에서 8분 동안 가열했을 때 열수 가용성 전분은 신선찰벼 전분이 12.2%, 한강찰벼 전

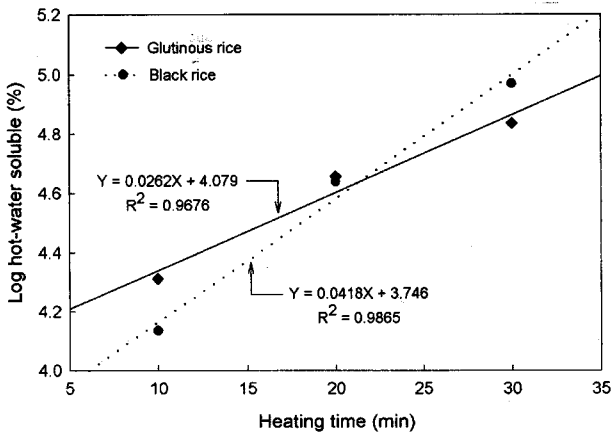


Fig. 1. Relationship between hot water soluble and heating time of waxy brown rice flours at 90°C.

분은 13.0%였다고 하였다. Juliano 등⁽³⁾은 인디카계 쌀의 경우 쌀가루를 80°C에서 1시간 가열했을 때의 가용성 전분은 3.4~6.8%였고, 98°C에서의 8분간 가열했을 때는 9.7~19.7%이었다고 하였다. 또한 Kim⁽⁹⁾은 쌀을 100°C에서 6분간 가열했을 때 가용성 물질 함량이 8.43~10.88%라고 하여 가열온도와 가열시간에 따라 가용성 탄수화물 함량의 차이가 있었다.

가용성 탄수화물 함량의 대수 값은 Fig. 1과 같이 가열시간이 길어질수록 더 증가하여 직선회귀방정식으로 볼 때 찰흑미는 R²=0.9865, 일반찰벼는 R²=0.9676로 정의 직선적인 관계를 보였으며, 이 결과는 가열시간에 대한 가용성 탄수화물의 대수값이 직선적인 관계를 보였다는 Kim 등⁽¹⁰⁾의 결과와도 일치하였다.

겔 크로마토그래피

쌀가루를 일정 호화온도(80°C, 90°C, 95°C 및 98°C인 전기밥솥)에 따라 일정시간(10분, 20분 및 30분)가열하여 얻은 열수 가용성 물질의 Sepharose CL-2B 컬럼에 의한 용출양상은 Fig. 2, 3과 같다. 찰흑미와 일반찰벼 모두 void volume(V₀) 부근에서 대부분 용출되었고, 180~210 mL 부근에서 일부가 용출되었으며, 겔 크로마토그래피로 용출한 열수 가용성 물질은 가열시간이 증가할수록 증가하였다. Kim 등⁽⁸⁾의 보고에 의하면 신선찰벼전분의 경우 모두 void volume(V₀) 부근에서 대부분 용출되었고, 용출부피 120~180 mL 부근에서 일부가 용출되었다고 하여 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다.

전분의 호화는 전분과 물분자의 상호작용의 결과로서 물은 수소결합에 의하여 회합되어 있으나 온도가 높아질수록 단분자의 비율이 증가하고, 물분자는 회합정도가 낮은 전분의 미세한 결정 가까이까지 침투하여 고온에서 불안정하게 된 전분 분자의 수소결합이 파괴를 일으키는 것으로 알려져

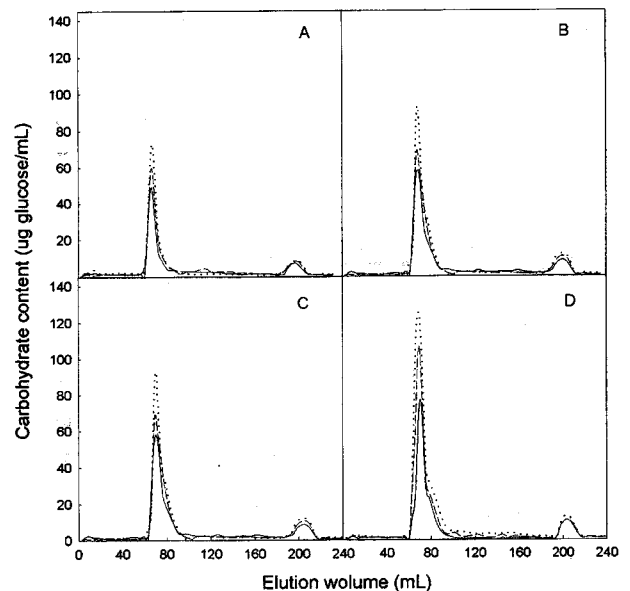


Fig. 2. Elution profiles on Sepharose CL-2B column of hot water soluble of waxy black rice flours at various temperatures.

A; 80°C, B; 90°C, C; 95°C, D; 98°C.
— 10 min, - - - 20 min, 30 min.

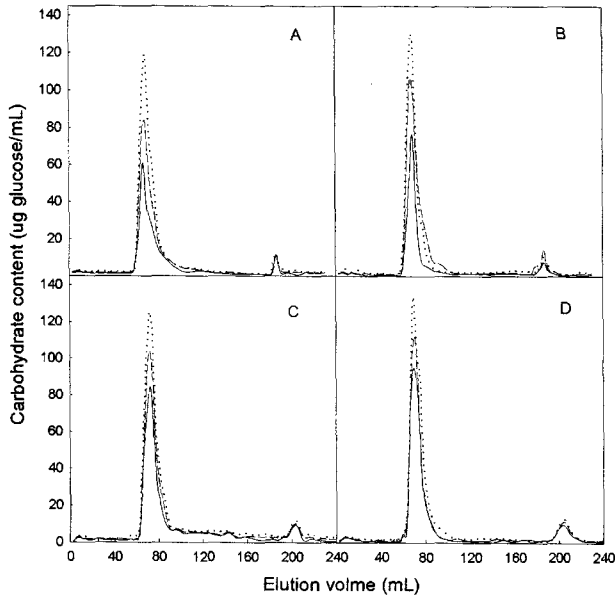


Fig. 3. Elution profiles on Sepharose CL-2B column of hot water soluble of waxy rice flours at various temperatures.

A; 80°C, B; 90°C, C; 95°C, D; 98°C.

— 10 min, - - - 20 min, ····· 30 min.

있다⁽¹¹⁾. 따라서 가열시간이 증가할수록 180~210 mL 부근에서 용출된 양은 증가하였는데 이는 호화가 되면서 고분자의 물질이 분해되면서 단분자(small segment)의 비율이 증가한 것으로 생각된다.

한편 Takeda와 Hizukuri⁽¹²⁾는 Sepharose CL-2B를 이용하여 쌀 전분의 겔 크로마토그래피 용출양상을 확인 한 결과 void volume(V_0) 부근인 첫 번째 획분(F1)을 아밀로펙틴의 존재라고 제시하였으며, 아밀로오스의 분획 No. 30~45 부근은 획분(F2)에 해당된다고 하였다. 따라서 본 실험의 결과로 볼 때 요오드 반응에서 보았듯이 최대흡수파장이 520 nm 부근으로 조사되었고, 겔 크로마토그래피의 용출양상에서 void volume (V_0) 부근의 첫 번째 획분으로 보아 아밀로펙틴임을 알 수 있었다. 또한 가열온도와 시간에 있어서 가열온도가 높아질수록, 가열시간이 증가할수록 첫 번째 획분의 용출이 증가하였다.

Hong⁽⁴⁾에 의하면 일품벼의 겔 크로마토그래피 결과로 볼 때 시간이 경과함에 따라 아밀로펙틴의 비가 증가한다고 하였고, Song 등⁽¹³⁾ 및 Kweon과 Ahn⁽¹⁴⁾은 가열온도가 높을수록 분자량이 큰 분자들이 더 많이 용출된다고 하였다. 또한 가열시간에 따라 가용성 전분의 겔 크로마토그래피의 용출양상을 조사한 Kim 등⁽⁵⁾은 가용성 탄수화물의 용출량을 비교해 보면 취반시 가열시간과 비슷한 20분에서 그 차이가 가장 컸으며 이는 가용성 탄수화물의 용출량이 밥의 텍스처와 관련이 있음을 의미한다고 하였으며, 본 결과에서도 가열시간 20분에서 용출양상의 차이가 크게 나타났다.

요 약

가용성 탄수화물 함량은 찰흑미와 일반찰벼 쌀가루를 90°C에서 10분, 20분 및 30분 동안 열처리한 결과 찰흑미는 17.1%, 21.5%, 24.7%이었으며, 일반찰벼는 18.6%, 21.7%, 23.4%의 함량을 보여 두 시료 모두 비슷한 양상을 보였다. 찰흑미와 일반찰벼 모두 가용성 탄수화물 함량의 대수값은 가열시간이 증가할수록 증가하여 직선적인 관계를 보였다. 쌀가루를 가열온도(80°C, 90°C, 95°C 및 98°C)에 따라 일정시간(10분, 20분 및 30분) 가열하여 얻은 가용성 탄수화물의 Sepharose CL-2B 컬럼에 의한 용출양상은 찰흑미와 일반찰벼 모두 void volume(V_0) 부근에서 대부분 용출되었으며, 가열시간이 증가할수록, 가열온도가 높아질수록 가용성 탄수화물의 용출양상은 증가하였다. 또한 180~210 mL 부근에서도 일부가 용출되었다.

문 헌

1. Olkku, J. and Rha, C.K. Gelatinization of starch and wheat starch. A review. Food Chem. 3: 293-297 (1978)
2. Harper, J. M. Extrusion of foods. Vol. II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA (1981)
3. Juliano, B.O., Villareal, R.M., Perez, C.M., Villareal, C.P., Takeda, Y. and Hizukuri, S. Varietal differences in properties among high amylose rice starches. Starch 39: 390-393 (1987)
4. Hong, Y.J. Soluble carbohydrate of rice and textural properties of cooked rice. M.S. thesis, Seoul National University, Seoul (1997)
5. Kim, K., Kang, K.J. and Kim, S.K. Comparison of some structural characteristics of japonica and tongil rice their fractions. Korean J. Food Sci. Technol., 24: 187-191 (1992)
6. KFPA Food Code. (a separate volume) pp. 1-26. Munyoung-sa, Seoul (1998)
7. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Robers, P.A. and Smith, F. Calorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356 (1956)
8. Kim, K., Choi, G.C., Kang, K.J., Lee, Y.H. and Kim, S.K. Molecular structural properties of waxy rice starch. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 568-573 (1992)
9. Kim, S.R. Effect of rice protein on gelatinization properties of starch and textural characteristics of cooked rice. Ph.D. dissertation, Seoul National University, Seoul (1994)
10. Kim, K., Kang, K.J. and Kim, S.K. Relationship between hot water solubles of rice and texture of cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 498-502 (1991)
11. Park, Y.K., Seog, H.M., Nam, Y.J. and Shin, D.H. Physicochemical properties of various milled rice flours. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 504-510 (1988)
12. Takeda, Y. and Hizukuri, S. Purification and structure of amylose from rice starch. Carbohydr. Res. 148: 299-308 (1986)
13. Song, Y.M., Chung, K.M. and Lee, W.J. Properties of hot-water extracts and extracts gels of starches for Mook. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 625-630 (1995)
14. Kweon, M.R. and Ahn, S.Y. Effect of heating temperature on elution patterns of soluble carbohydrate of legume starches and the properties of starch gels. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 698-702 (1993)

(2001년 9월 25일 접수)