

사과의 Hemicellulose가 Ca-Pectate Gel형성에 미치는 영향

김영지 · 김창식*

영남공업전문대학 식품영양과
*동국대학교 공과대학 식품공학과
(1987년 12월 14일 접수)

Effect of Apple Hemicellulose on the Ca-Pectate Gel Formation

Yeung-Ji Kim and Chang-Sik Kim*

Dept. of Food Science and Nutrition, Yeungnam Junior College of Technology, Taegu 705-037, Korea
*Dept. of Food Technology, Dongguk University, Seoul, 100-273, Korea

(Received December 14, 1987)

Abstract

HF₁(1N KOH soluble hemicellulosic fraction), HF₂(2N KOH soluble hemicellulosic fraction), HF₃(3N KOH soluble hemicellulosic fraction) and HF₄(4N KOH soluble hemicellulosic fraction) were fractionated from *Fuji* crude cell wall and purified using Sephacryl S-500 to determine the effects of these hemicellulosic fractions on the Ca-pectate gel formation. By increasing of KOH concentration, from 1 to 4N, hexose peaks became higher in low and high molecular weights, especially pentose peaks in high molecular weight. Hemicellulosic fractions using gel filtration were composed of 8~10 peaks which were 10⁴~143×10⁴ molecular weight. Higher values of hardness, adhesiveness and gumminess were found in low molecular weight than in high molecular weight, also in hexose and uronic acid contained than in hexose contained.

서 론

Hemicellulose는 식물의 세포벽 구성 다당류의 하나로서 middle lamella의 pectin질과 세포벽의 cellulose 성분과의 연결에 관여하며,¹⁾ 특히 pectin질의 잔기가 상당량 함유²⁾되어 있어 pectin질이 갖는 흡습, 팽윤, gel화 등의 성질이 있을 것으로 짐작

된다.

본 연구에서는 *Fuji* 사과의 hemicellulose가 pectic gel의 형성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 hemicellulose를 분자량별로 분획하였으며 이를 정제하여 사과를 이용한 Ca-pectate gel의 형성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재료

실험용 사과는 경북 경산군에서 생산된 *Fuji* 사과 (*Malus pumila* Miller f. *Fuji*)로써 수확직후의 완숙된 과실을 사용하였다.

2. 방법

1) 조세포벽의 추출

Selvendran³⁾과 Jarvis 등⁴⁾의 방법에 준하여 행하였다. 즉 과피를 제거한 과실조직 100g을 200ml의 20mM HEPES 용액으로 균질화한 후 여과, α -amylase 처리, chloroform-methanol 및 acetone으로 세정하여 조세포벽을 조제하였다.

2) Hemicellulose의 추출 분획 및 분자량의 측정

Hemicellulose의 추출^{5,6)}은 조세포벽을 시료로 KOH 농도를 1N에서 4N까지 증가시키면서 추출하였으며 추출액은 membrane tubing을 사용하여 증류수로 72시간 동안 투석, 동결 건조하였다.

Sephacryl S-500 column (2.8 × 42 cm; bed vol. 260 ml)에 의한 hemicellulose의 분획⁷⁾은 시료 200mg을 5mM CDTA를 함유하는 50mM MES buffer (pH 6.5) 5ml에 녹여 loading 한 후 동일 buffer로 분당 0.7ml의 유속으로 fraction당 5.7ml씩 분획하였으며 hexose는 Anthrone 법⁸⁾ pentose는 Orcinol 법⁹⁾ uronic acid는 Carbazole 법¹⁰⁾으로 측정하였다. 또 분리된 각 peak은 투석, 동결 건조하여 Ca-pectate gel의 형성에 미치는 영향을 검

토하기 위한 시료로 삼았다.

분자량의 측정은 표준으로 dextran 분자량 2×10^6 , 10^5 , 10^4 을 사용하였다.

3. Ca-Pectate gel의 형성에 미치는 영향

사과조직 200g을 파쇄하여 CaCl_2 를 10mM 되게 가하고 pH 7.5로 조절한 후 50°C에서 pH 7.5로 조절한 후 50°C에서 30분 동안 열처리하여 자체 효소를 작용시켜 pectin을 저 methoxy 화 하였다. 다음에 설탕을 가하여 brix가 55% 될 때까지 농축하였다. 이때 정제 hemicellulose를 50mg% 가 되게 첨가하여 gel 형성에 미치는 영향을 조사하였다.

4. Gel의 물성 측정

Ca-Pectate gel의 물성 측정은 Rheoner (Yamaden 제 RE-3305)를 사용하여 25°C 항온에서 측정하였으며, data 격납피치 0.05 sec, 측정속도 1.00mm/sec, preset I 3mm, preset II 2회, 시료 두께 30mm, 접촉면적 직경 8mm로 하였다.

결과 및 고찰

1. Hemicellulose의 분획

Fuji 사과의 조세포벽을 시료로 hemicellulose 성분을 분획하기 위하여 1N~4N의 KOH를 사용하여 추출한 결과는 Table 1과 같다.

Total hemicellulose의 함량은 조세포벽의 30%에

Table 1. Content of hemicellulosic fractions extracted from crude cell wall of *Fuji* apple.

| | Hemicellulosic Fractions | | | | Total |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | HF ₁ | HF ₂ | HF ₃ | HF ₄ | |
| Content (mg/g crude cell wall) | 43.25 (14.0) | 70.14 (22.6) | 98.00 (31.6) | 98.50 (28.9) | 309.89 (100) |

HF₁ : 1N-KOH soluble fraction, HF₂ : 2N-KOH soluble fraction, HF₃ : 3N-KOH soluble fraction, HF₄ : 4N-KOH soluble fraction. Parenthesis denotes percent of total.

Table 2. Apparent molecular weight, and content of hemicellulosic peaks of *Fuji* apple hemicellulosic fractions eluted by gel filtration.

| Hemicellulosic Peaks | Average MW ($\times 10^{-4}$) | Content of Hemicellulosic Fractions | | | |
|----------------------|---------------------------------|--|--|--|--|
| | | HF ₁ | HF ₂ | HF ₃ | HF ₄ |
| A | 143 | | | | T 13.90 H 5.65(41) P 8.25(59) U - |
| B | 128 | | | T 6.92 H 3.56(51) P 3.36(49) U - | |
| C | 110 | | T 11.51 U 4.27(37) P 7.24(63) U - | | |
| D | 90 | T 0.67 H 0.67(99) P 0.01(1) U - | | | |
| E | 70 | T 12.39 H 5.67(46) P 6.11(49) U 0.61(5) | | | |
| F | 3 | | T 4.16 H t P 3.60(87) U 0.56(13) | | |
| G | 2.5 | | | T 4.08 H 2.60(64) P 1.47(36) U 0.01 | |
| H | 1 | | | | T 6.90 H 3.31(48) P 2.90(42) U 0.59(10) |
| Total Content | | 13.06 | 15.17 | 11.00 | 20.80 |

Abbreviations: HF₁; 1N KOH soluble fraction, HF₂; 2N KOH soluble fraction, HF₃; 3N KOH soluble fraction, HF₄; 4N KOH soluble fraction, T; total, H; hexose, P; pentose, U; uronic acid. Parenthesis represented percent of total content.

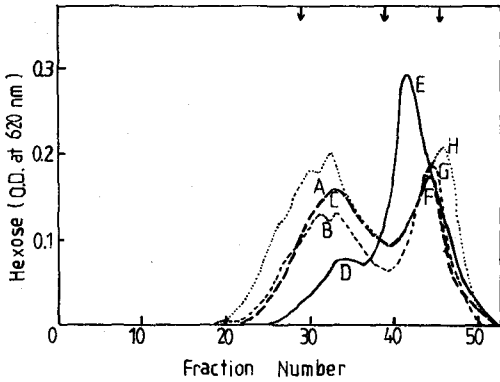


Fig. 1. Sephacryl S-500 gel chromatography of hemicellulosic fractions (HF₁, HF₂, HF₃, HF₄) extracted with KOH solution of various concentration from Fuji apple crude cell wall materials. Arrows at the top of the figure represent the elution position of: dextrans of 2×10^6 , 10^6 and 10^4 . Fraction volume: 5.7ml. Symbols: —; HF₁ (1N KOH soluble hemicellulosic fraction), — — —; HF₂ (2 N KOH soluble hemicellulosic fraction), - - - -; HF₃ (3N KOH soluble hemicellulosic fraction), - · - · - ·; HF₄ (4N KOH soluble hemicellulosic fraction)

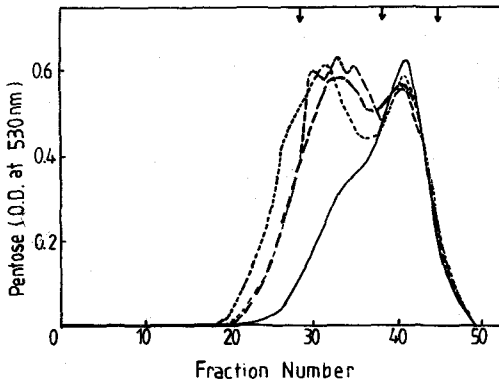


Fig. 2. Sephacryl S-500 gel chromatography of hemicellulosic fractions (HF₁, HF₂, HF₃, HF₄) extracted with KOH solution of various concentration from Fuji apple crude cell wall materials. Abbreviations, symbols and chromatographic conditions are same as described in Fig. 1.

이르고 $3N > 4N > 2N > 1N$ 의 순으로 3~4N의 KOH 용액에서 가장 많이 용출되었다. 또 각 용액에 용출된 hemicellulose의 개략적인 분자량을 조사하는 동시에 분자량별로 정제하기 위하여 Sephacryl S-500으로 gel 여과시킨 결과는 Fig. 1과 같다.

Hemicellulose의 hexose peak은 KOH의 농도가 증가할수록 점차 저분자쪽과 고분자쪽이 용출됨을 볼 수 있고(Fig. 1과 Table 2), pentose로 구성된 hemicellulose peak은 KOH의 농도 증가에 따라 특히 고분자쪽이 용출되었으며(Fig. 2), 분자량이 1만에서 143만에 이르는 8~10개의 hemicellulose 성분으로 구성되어 있음을 알 수 있다. Peak B, D, F, G, H는 hexose가 pentose에 비하여 많이 함유되어 있으나 peak A, C, E는 pentose의 함량이 많으며 특히 peak D, E, F, G, H 등 비교적 저분자쪽의 hemicellulose에는 uronic acid가 검출되어 pectin질의 잔기가 연결되어 있음을 알 수 있다. 또 peak F는 hexose는 흔적 정도이며 pentose와 pectin질이 주로 연결된 hemicellulose일 것으로 추측된다.

2. Ca-Pectate gel의 형성에 미치는 영향

Gel 여과에 의하여 분획된 분자량이 서로 다른 hemicellulosic fraction을 투석, 동결건조하여 사과와 Ca-pectate gel의 형성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 사과량의 50mg%의 농도가 되게 첨가시켜 질감을 측정해 본 결과는 Table 3과 같다.

사과 Ca-pectate gel의 hardness, adhesiveness 및 gumminess는 hemicellulosic fraction을 첨가시킴에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었는데 증가율이 가장 높은 것은 분자량이 90만, hexose의 함량이 99%를 차지하는 peak D이었다. 또 일반적인 경향은 고분자에 비하여 저분자쪽이, pentose보다 hexose 및 uronic acid의 함량이 높은 쪽의 hemicellulose의 첨가에 hardness, adhesiveness 및 gumminess가 증가하는 현상을 나타내었다.

요 약

Fuji 사과의 hemicellulose가 사과 Ca-pectate gel 형성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 hemicellulosic fraction을 투석, 동결건조하여 사과와 Ca-pectate gel의 형성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 hemicellulosic fraction을 첨가시킴에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었는데 증가율이 가장 높은 것은 분자량이 90만, hexose의 함량이 99%를 차지하는 peak D이었다.

Table 3. Effect of hemicellulosic fractions on the Fuji apple Ca-pectate gel formation.

| Hemicellulosic Peaks* | Addition Amounts (mg%) | Textural Parameter | | |
|-----------------------|------------------------|---|---|--|
| | | Hardness ($\times 10^4$ dyne/cm ²) | Adhesiveness ($\times 10^4$ dyne/cm ²) | Gumminess ($\times 10^4$ dyne/cm ²) |
| | 0 | 2.6(100) | 3.2(100) | 2.4(100) |
| A+B | 50 | 2.9(112) | 3.8(118) | 2.6(110) |
| C | 50 | 2.7(105) | 3.4(105) | 2.4(100) |
| D | 50 | 4.3(165) | 5.4(168) | 3.6(150) |
| E | 50 | 3.5(136) | 3.8(120) | 2.8(115) |
| F+G | 50 | 3.1(120) | 3.8(118) | 2.6(110) |
| H | 50 | 3.4(130) | 4.2(132) | 2.9(120) |

*The abbreviations of hemicellulosic peaks represents in the Fig.1.

cellulose를 HF₁(1N KOH 가용성), HF₂(2N KOH 가용성), HF₃(3N KOH 가용성), HF₄(4N KOH 가용성)으로 분획한 후 다시 gel 여과·정제하여 사과 Ca-pectate gel 형성에 미치는 영향을 조사하였다.

Fuji hemicellulose는 KOH의 농도가 1N에서 4N로 증가됨에 따라 hexose peak은 점차 저분자쪽과 고분자쪽의 용출이 증가되었으며 pentose peak는 특히 고분자쪽의 용출이 증가되었다.

Gel 여과에 의하여 분획된 hemicellulose는 분자량 1만~143만에 이르는 8~10개의 peak로 구성되었으며 사과 Ca-pectate gel 형성시에 첨가시킨 결과 고분자보다 저분자쪽이, pentose보다 hexose와 uronic acid가 많이 함유된 쪽에서 gel의 hardness, adhesiveness 및 gumminess가 증가되었다.

문 헌

1. Bartley, I.M. and Knee, M.: *Food Chem.*, **9**, 47-58 (1982).

2. 김순동, 윤수홍, 강명수, 박남숙: *한국영양식량학회지*, **15**(2), 165-170 (1986).

3. Selvendran, R.R.: *Phytochem.*, **14**, 1011-1017 (1975).

4. Jarvis, M.C., Hall, M.A., Thelfall, D.R. and Friend, J.: *Planta.*, **152**, 93-100 (1981).

5. Jarvis, M.C.: *Planta.*, **154**, 334-346 (1982).

6. Gross, K.C. and Wallner, S.J.: *Plant Physiol.*, **63**, 117-120 (1979).

7. 김순동, 강명수, 김광수: *한국영양식량학회지*, **14**(2), 157 (1985).

8. Spiro, R.G.: Analysis of sugars found in glycoprotein, In *Method in Enzymology*, Vol. 8, Academic Press, New York, 4 (1966).

9. 윤일섭, 김중화, 오태섭, 홍영식: *정성정량식품분석*, 형설출판사, 서울(1982).

10. Bitter, T. and Muir, H.M.: *Anal. Biochem* **4**, 330-334 (1962).