

野菜の加熱調理に関する研究 (第7報)

ペクチン質の分別抽出方法の改良法について

洲 上 倫 子

野菜や果物からペクチン質を抽出する方法として、Bettelheim¹⁾、三浦²⁾の方法が一般によく用いられている。これらの方法は、野菜中にプロトペクチンが存在しているとの想定のもとで考えられたものであり、ペクチン質の分別抽出方法としては諸々の問題点を含んでいる³⁾。そこで、希塩酸および酢酸塩緩衝液による野菜のペクチン質の分別抽出方法を考案し、前報^{3) 4)}で報告した。すなわち、野菜に0.01 N塩酸溶液 (pH 2.0)を加え摩砕後、同溶液で35℃ 1日放置を繰り返し、ついで0.1 M酢酸塩緩衝液 (pH 4.0)で同様に数回抽出後、2%ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液 (pH 4.0)で90℃、3.5時間加熱抽出する方法である。この方法により性質の異なるペクチン質を分別抽出することが可能になった。しかし35℃ 1日放置を繰り返すと、ペクチン質を全量抽出するのに約1週間を要し、抽出に日数がかかりすぎる。そこで、抽出温度を上げて短時間に抽出する方法について検討を行った。

実 験 方 法

1. 実験材料

市販の新鮮なだいこんの皮部を除いた可食部を用いた。

2. ペクチン質の抽出方法

だいこんのみじん切り10 gに0.01 N塩酸溶液を加え、ホモジナイザーで1分間摩砕後、1 N塩酸溶液でpH 2.0に調整し、重量を100 gとした。35℃または40℃、50℃、60℃の恒温槽中で振とうしながら1時間抽出後濾過し、濾液を塩酸による第1回の抽出液とした。残渣をホモジナイザーで1分間再び摩砕し、0.01 N塩酸溶液を加え、上記各温度で1時間振とうしながら抽出した。3回目以後は摩砕操作を省き、同様の方法でペクチン質がほとんど出なくなるまで抽出を繰り返した。各抽出液は遠沈し、冷蔵庫中で2日間脱イオン水で透析し、塩酸抽出区分(A)とした。

次に塩酸抽出の際の最後の残渣に0.1 M酢酸塩緩衝液 (pH 4.0)を加えて100 gとし、塩酸のときと同様の条件で抽出を繰り返し、各抽出液は遠沈、透析後、酢酸塩

緩衝液抽出区分(B)とした。

最後にBの残渣に2%ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液 (リン酸でpH 4.0とした)を加え100 gとし、90℃、3.5時間加熱抽出し、抽出液を遠沈、透析しヘキサメタリン酸ナトリウム溶液抽出区分(C)とした。

3. 分析方法

- 1) ペクチン質の定量⁵⁾
 - 2) エステル化度の定量⁶⁾
 - 3) ペクチン質に含まれている中性糖の定量
 - 4) 比粘度の測定
 - 5) 塩化カルシウム添加による沈殿性の検討
- いずれも前報^{3) 4)}と同様の方法で行った。

結 果

1. ペクチン質の抽出量について

35℃、40℃、50℃、60℃で1時間ごと抽出したときと、35℃ 1日抽出したときの溶出パターンをFig 1に、溶出量をTable 1に示した。

希塩酸溶液により、35℃で1時間ごと抽出すると、第1回目での抽出量は1日抽出に比べると比較的小さいが、2回目で相当量抽出され、A区分の総抽出量はほとんど同じであった。酢酸塩緩衝液による溶出パターンは、35℃で1時間ごとでも1日抽出でも大差なく1時間抽出で十分であることがわかった。

40℃、50℃、60℃と抽出温度を上昇させるに従って希塩酸溶液での第1回目の抽出量が増加した。35~50℃では、A、B、C各区分別のペクチン質の総抽出量はほとんど同じであった。60℃で抽出すると、A区分のペクチン質量が増加し、B区分が減少した。

2. ペクチン質のエステル化度について

AおよびB区分の第1回抽出液の総メトキシル量をガスクロマトグラフ法⁶⁾で定量し、エステル化度を求めTable 2に示した。

A区分のペクチン質のエステル化度は62.4~65.5%、B区分のペクチン質のエステル化度は48.7~51.5%であり、いずれもA区分のエステル化度の方がB区分のそ

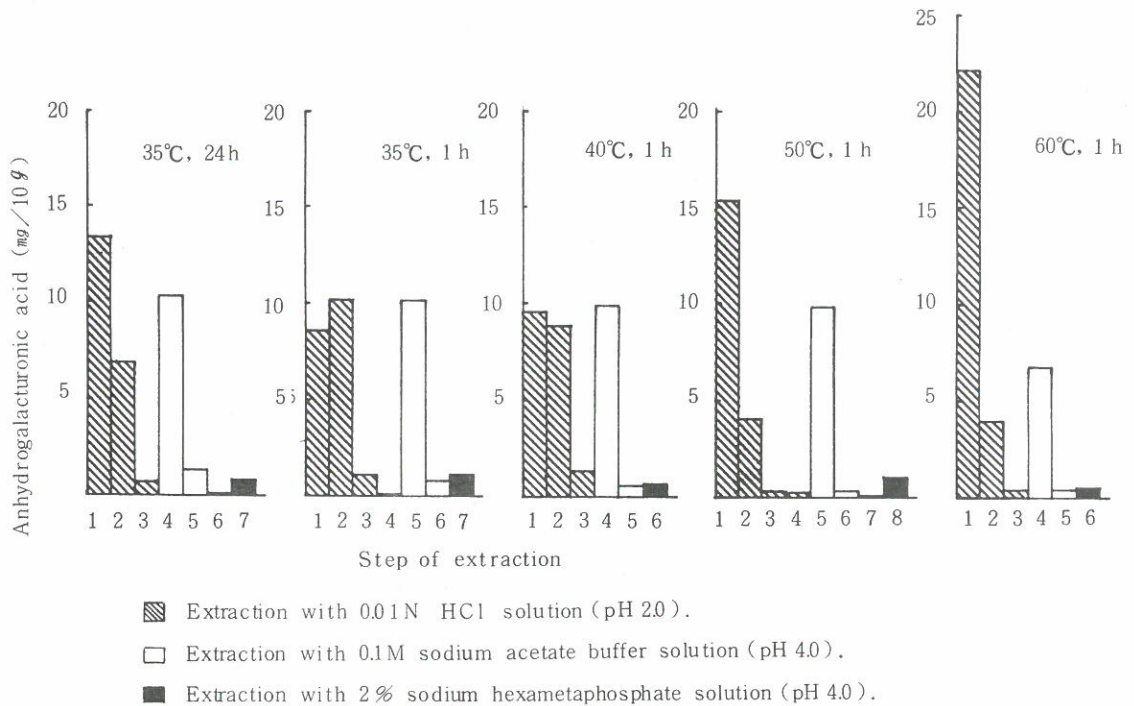


Fig. 1. Stepwise extraction of pectic substances from Japanese radish at various temperatures.

Table 1. Effect of temperature on successive extraction of pectic substances with HCl, sodium acetate buffer and sodium hexametaphosphate solution from Japanese radish.

Temperature of extraction	Time of extraction	Anhydrouronic acid (mg/10g)			
		A	B	C	Total
35°C	24 h	19.69	11.89	0.80	32.38
35°C	1 h	20.11	11.08	1.18	32.37
40°C	1 h	20.05	10.43	0.74	31.22
50°C	1 h	20.72	10.48	1.04	32.24
60°C	1 h	26.49	7.40	0.56	34.45

A : Extraction with 0.01N HCl solution (pH 2.0).

B : Residues of A were extracted with 0.1M sodium acetate buffer solution (pH 4.0).

C : Residues of B were extracted with 2% sodium hexametaphosphate solution (pH 4.0).

れより高い値を示した。抽出温度の違いによる大きな差異はみられなかった。

3. 比粘度について

AおよびB区分の第1回目の抽出液について、ペクチン濃度を0.1%とし、pH 6.0で比粘度を測定した結果

をTable 2に示した。

A区分の比粘度は0.325～0.349、B区分の比粘度は0.378～0.435であり、B区分の比粘度の方が大であった。

抽出温度の違いにより、A区分の方は差異が認められ

Table 2. Some properties of Japanese radish pectic substances extracted successively with HCl (A) and sodium acetate buffer solution (B) at various temperatures.

Temperature	Time	Degree of esterification(%)		Viscosity		precipitate by CaCl ₂					Neutral sugar (%)	
		A*	B**	A	B	2.5M	0.25M	0.5M	1M	2.5M	A	B
						B						
35°C	24 h	65.5	49.9	0.334	0.435	—	+	+	++	++	32.8	21.8
35°C	1 h	65.4	51.5	0.349	0.433	—	—	±	+	++	28.6	19.7
40°C	1 h	62.4	49.5	0.332	0.414	—	+	+	+	++	28.9	21.5
50°C	1 h	65.6	51.3	0.325	0.394	—	—	+	+	++	29.3	21.9
60°C	1 h	62.5	48.7	0.332	0.378	—	—	±	+	+	28.3	21.1

*, ** For A and B, see legend to Table 1.

なかったが、B区分の比粘度は抽出温度が上昇するに従って若干低下した。

4. 塩化カルシウムによる沈殿性について

A, B区分の第1回抽出液を0.2%濃度とし、同量の塩化カルシウム溶液を加えて沈殿の有無を検討した結果をTable 2に示した。

A区分は終末濃度2.5 M塩化カルシウム溶液添加により沈殿を起こさなかったが、B区分では沈殿を起こした。抽出温度の違いにより大きな差異は認められなかった。

5. 中性糖の割合について

ペクチン質中に占める中性糖の割合はA区分の方が28.3～32.8%でB区分の19.7～21.9%と比べるといずれも多いことがわかった。抽出温度により大きな差異はみられなかった。

考 察

野菜を加熱調理した際の軟化度は、野菜の種類により大きく異なる。この軟化度の違いの原因として、ペクチン質のメトキシル基の含有量や分子内分布、ペクチン質以外の細胞中葉物質、ペクチン質と他の不溶性の細胞壁物質との結合の種類、カルシウム等の多価陽イオン等のペクチンゲルに対する影響などが考えられる。また機械的な組織の構造の差によっても軟化度が異なることも考えられる。

加熱調理の際の野菜の軟化度とペクチン質の組成の関係を検討するためにはペクチン質をその性質別に分別抽出することが重要である。著者らは、比較的温和な条件下で野菜のペクチン質を分別抽出する方法を考案し、希塩酸続いて酢酸塩緩衝液によりエステル化度、比粘度、塩化カルシウム添加による沈殿性、中性糖の割合等の異なるペクチン質を分別抽出できることを知った。^{3) 4)}

この方法を用いて、加熱調理の際の野菜の軟化度とペ

クチン質の性質の関係を検討中であるが、前報^{3) 4)}の方法では抽出に相当な日時を要する。できるだけ低温で長時間かけて抽出するほうが、ペクチン質の分解を伴わないで完全に抽出できるのと考えから、35°C 1日ごとの抽出法を考案した。しかし、多種類の野菜、果物等について検討する場合、より短時間に抽出できる方が能率的である。そこで、抽出温度を上げて1時間ごと恒温槽中で振とうしながら抽出する方法について検討した。

その結果、35～50°Cで1時間ごと抽出すると、希塩酸抽出区分(A区分)と酢酸塩緩衝液抽出区分(B区分)に抽出されるペクチン質総量はほとんど同じであるという結果を得た。ペクチン質のエステル化度、塩化カルシウムによる沈殿性、中性糖の割合等のペクチン質の性質は抽出温度を上昇させても大差ないことがわかった。B区分の比粘度のみが、抽出温度が上昇するに従って若干低下した。このことから、ペクチンの分子量がわずかに減少していることが考えられる。60°Cで抽出を行うと、A区分の抽出割合が多くなった。

だいこんのペクチン質は比較的抽出し易い。すなわち、希塩酸溶液で35°C 1日抽出の際、第1回抽出で相当量抽出され、全量抽出するには3回抽出で十分である。しかし、野菜によっては4～5回抽出を要するものもあった。これらのことも考慮すれば、50°C 1時間ごと抽出する方法を採用することが妥当であると思われる。

要 約

希塩酸および酢酸塩緩衝液による野菜のペクチン質の分別抽出方法^{3) 4)}の改良法について検討した結果、次のような知見を得た。

1) 前報^{3) 4)}の35°C 1日ごと抽出する方法と、35°C、40°C、50°C、60°C 1時間ごと恒温槽中で振とうしながら抽出する方法で、ペクチン質の溶出パターンを比較検討

した結果、35℃1日ごとおよび、35℃～50℃で1時間ごと抽出したものについては、希塩酸抽出区分（A区分）と酢酸塩緩衝液抽出区分（B区分）のペクチン質の総抽出量はほとんど同量であった。

2) 抽出温度を上昇させることにより、ペクチン質のエステル化度、塩化カルシウムによる沈殿性、中性糖の割合等のペクチン質の性質はほとんど変化なく、A、B

区分に異なった性質のペクチン質を分別抽出することができることがわかった。B区分のペクチン質の比粘度のみが若干低下した。

3) 以上のことから、ペクチン質の分別抽出の時間を短縮するには、50℃1時間ごと抽出する方法が妥当であると考えられる。

文 献

- 1) Bettelheim, F. A. and Sterling, C : Factors associated with Potato Texture. II. Pectic Substances, *Food Res.*, **20**, 118-129 (1955)
- 2) 三浦洋, 水田昂 : γ 線照射の温州ミカンのペクチン質におよぼす影響について, 園芸誌, **31**, 17-22 (1962)
- 3) 洲上倫子, 岡本賢一 : 希塩酸および酢酸塩緩衝液による二、三の野菜のペクチン質の分別抽出方法について, 栄食誌, **37**, 57-64 (1984)
- 4) 洲上倫子 : 野菜の加熱調理に関する研究 (第6報) 野菜のペクチン質の分別抽出方法について, 岡山県立短大研究紀要, **27**, 36-41 (1983)
- 5) Galambos, J. T. : The Reaction of Carbazole with Carbohydrates, I. Effect of Borate and Sulfamate on the Carbazole Color of Sugars, *Anal. Biochem.*, **19**, 119-132 (1967)
- 6) Bartolome, L. G. and Hoff, J. E. : Gas Chromatographic Methods for the Assay of Pectin Methylsterase, Free Methanol and Methoxy Groups in Plant Tissues, *J. Agr. Food Chem.*, **20**, 262-266 (1972)

昭和59年3月29日受理