

野菜の加熱調理に関する研究(第4報)

野菜の硬化に及ぼす塩類の影響について

瀧上倫子
小西英子

Studies on Cooking of Vegetables (Part 4)
Effect of Salts on Firming of Vegetable Tissues

Michiko Fuchigami, Eiko Konishi

Firming effect of certain salts added in preheating was investigated. When the tissues were preheated with CaCl_2 and AlCl_3 , those heated after the preheating were firmer than those preheated without salt. In contrast NaCl promoted rather softening. MgCl_2 and FeCl_2 had a little and different effect on the firming of the vegetable tissues.

野菜類、たとえばじゃがいもやさつまいもを煮るとき、または栗のびん詰めを作るときなど、煮る前にみょうばん水に浸すことがある。これらは野菜を煮る場合ある程度その硬さを残すため、煮くずれしない程度に軟化させることが必要です。

著者らは各種野菜を0.01M酢酸カルシウム溶液中で60℃ 2時間予備加熱後、98℃で30分間再加熱すると2、3の野菜(だいこん、ビート)を除いて大部分の野菜の硬化が促進されるという結果を得た。

本報では、硬化に及ぼす塩類の影響を調べる目的で、だいこん、さつまいも、じゃがいも、にんじんを用いて、カルシウム、アルミニウム、マグネシウム、鉄、ナトリウムイオンが硬化を促進するかどうかを検討した。

実験方法

1. 実験材料

市販の新鮮なだいこん、さつまいも、じゃがいも、にんじんの可食部の維管束の内部を直径10mm、厚さ5mmの円盤として用いた。比較のためなるべく組織の似た部分を似た方向に切断した。

2. 使用した塩類

塩類はすべて塩化物を用いた。塩化カルシウム、塩化アルミニウム、塩化マグネシウム、塩化第1鉄、塩化ナトリウムを、各々0.1M酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液に終末濃度0.02M、終末pH4.2となるように加え、塩類溶液として以下の実験に供した。

だいこんの場合のみは、0.02M酢酸カルシウムおよび塩化カルシウムの水溶液を用いた実験も行った。

3. 予備加熱および再加熱の方法

予備加熱の方法：100ml三角フラスコに蒸留水(または、酢酸緩衝液、前記塩類溶液、水道水等)を45ml加え、冷却管をつけて40℃の湯煎中につけて、内液が40℃に達してから前記材料を5.0gづつ加え、20時間放置後蒸留水で10回洗浄して次の実験に用いた。

再加熱の方法：100ml三角フラスコに蒸留水45mlを入れ、冷却管をつけて沸騰湯煎中につけ、内液が98℃に達してから予備加熱した試料を加え、30分間加熱したのち急冷して次の実験に供した。

4. マセレーションの程度の測定

前報¹⁾²⁾と同様、カードメーター（飯尾電機製、M-301 A）を用いて測定した。

5. pHの測定

ガラス電極を用いて測定した。

6. ペクチン質の定量

前報¹⁾²⁾と同様、Bitter-Muirのカルバゾール法³⁾により定量した。

結 果

1. だいこんの硬化に及ぼす塩類の影響について

だいこんを各種塩類溶液中で40℃20時間予備加熱後、蒸留水で再加熱したときの硬化の程度をFig. 1に示した。また、各種野菜の予備加熱後および再加熱後の煮汁のpHをTable 1に示した。

蒸留水で98℃30分加熱しただいこんは非常に柔らかであったが、蒸留水中で40℃20時間予備加熱すると98℃で再加熱しても柔らかくならず相当硬かった。また、水道水の方がより硬化を促進した。

次に、各種塩類を水溶液にしてみるとpHにばらつきがみられ、塩類による硬化かpHの違いによる硬化か区別しにくいいため、今回は塩類を0.1M酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液に溶解させ、終末pHを4.2として用いた。この各種塩類溶液中でだいこんの円盤を40℃20時間予備加熱し、水で余分の塩類を洗い流したのち蒸留水で98℃30分加熱して硬化の程度を測定した。

予備加熱後および再加熱後のpHは水の場合約5.5、塩類緩衝液の場合は約4.2、98℃30分加熱の場合は6.4であった。

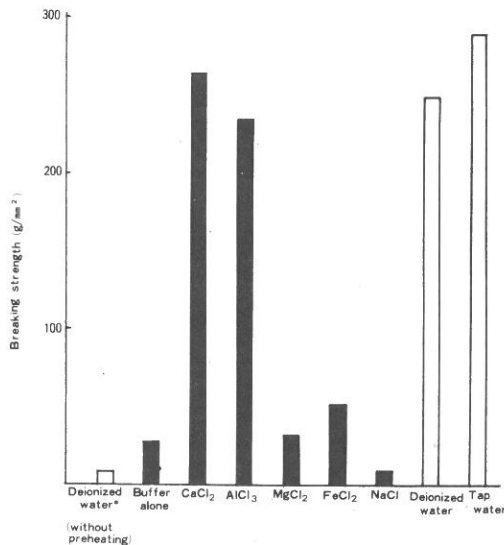


Fig. 1. Firming effect of salts added in preheating. The disks of Japanese radish roots were preheated in 0.1M acetate Buffer of pH 4.2 with or without salts, deionized water and tap water at 40°C for 20 hr. and then heated at 98°C for 30 min. in water. *The disks of Japanese radish roots were heated at 98°C for 30 min. without heating.

Table 1. PH of the extracts from the disks of vegetables

	Preheating at 40°C for 20 hr.								Heating at 98°C for 30 min. after preheating*							Heating at 98°C for 30 min. without preheating	
	Deionized Tap water water		Acetate buffer						Deionized Tap water water		Acetate buffer						Deionized water
			Buffer alone	CaCl ₂	AlCl ₃	MgCl ₃	FeCl ₂	NaCl			Buffer alone	CaCl ₂	AlCl ₃	MgCl ₃	FeCl ₂		
Japanese radish (root)	5.40	5.62	4.21	4.19	4.17	4.17	4.11	4.14	5.83	5.35	4.29	4.30	4.15	4.30	4.18	4.31	6.40
Sweet potato (root)	5.51	5.45	4.20	4.18	4.13	4.15	4.04	4.14	6.02	5.88	4.41	4.38	4.29	4.37	4.25	4.37	6.35
Potato (tuber)	5.76	5.71	4.18	4.17	4.13	4.15	4.08	4.14	6.08	5.57	4.37	4.38	4.23	4.35	4.27	4.40	6.21
Carrot (root)	5.86	5.53	4.17	4.15	4.12	4.13	4.03	4.11	6.20	5.80	4.41	4.39	4.17	4.37	4.18	4.40	6.20

* The disks of vegetables were preheated and heated 98°C for 30 min.

硬さについては、塩類を加えていない緩衝液で予備加熱した試料はわずかに硬化を起こした。これを基準にして、各種塩類を加えたときの硬化に及ぼす影響をみると、塩化ナトリウムの場合を除き、いずれの塩類も硬化を促進した。このうち、塩化カルシウムを加えた緩衝液中で予備加熱した場合が最もよく硬化を促進した。ついで塩化アルミニウムであった。塩化マグネシウム、塩化第1鉄溶液の場合は、あまり硬化を促進させなかった。塩化ナトリウムは軟化の方に役立っているようである。

著者らは前報¹⁾²⁾で報告したように、野菜の円盤を酢酸カルシウムを加えた60℃の温水中に2時間浸したのち98℃30分加熱した場合、大部分の野菜の硬化が促進されたが、だいこん、ビートの場合はむしろ抑制されたという結果を得ている。今回、水溶液としてでなく、酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液に塩類を加えて検討したところ、塩化カルシウムの硬化に及ぼす影響は大であった。この点を明確にする目的で、酢酸カルシウムおよび塩化カルシウムを終末濃度が0.02Mとなるように蒸留水に加えた場合と、0.01M酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液(pH 4.2)に加えた場合、硬化のあらわれ方がどのように異なるかを検討した結果をTable 2に示した。

Table 2. Firmness of the disks of Japanese radish roots preheating in water and buffer with or without Ca salts after preheating in water and the amounts of the pectic polysaccharides solubilized after these treatment and heating in oxalic acid-Na-oxalate.

The disks were heated in water or 0.01M acetate buffer (pH 4.2) with or without Ca-acetate or CaCl₂ at 40 or 60℃ and then temperatures were raised to and maintained at ca. 98℃ in water bath for 30 min.. The residue by filtration through sintered glass was heated in 0.035M oxalic acid-Na-oxalate (pH 4.2) at 98℃ for 3 hr.

Preheating temperature and time	Preheating			Heating at 98℃ for 30 min. in water after preheating			Heating at 98℃ for 3 hr. in oxalic acid-Na-oxalate		Total
	pH	Breaking strength (g/mm ²)	mg of pectic polysaccharides solubilized	pH	Breaking strength (g/mm ²)	mg of pectic polysaccharides solubilized	mg of pectic polysaccharides solubilized	mg of pectic polysaccharides solubilized	
40℃ 20 hr.	water	4.61	228.3	38.3	4.72	157.4	1.9	11.0	51.2
	Ca-acetate*	5.70	235.4	34.6	5.25	144.4	1.7	14.8	51.1
	CaCl ₂ *	4.61	244.6	32.4	4.61	199.3	2.8	13.1	48.3
	Buffer	4.33	396.4	35.0	4.32	17.5	3.6	12.5	51.1
	Ca-acetate**	4.30	336.8	43.7	4.30	174.8	3.2	11.6	58.5
	CaCl ₂ **	4.29	365.3	40.3	4.29	184.7	3.0	13.8	57.1
60℃ 2 hr.	water	5.99	267.5	33.1	5.39	258.4	2.3	11.4	46.8
	Ca-acetate*	6.25	233.9	33.1	5.48	155.8	1.6	22.4	57.1
	CaCl ₂ *	5.33	236.4	35.1	5.20	248.9	2.6	16.4	54.1
	Buffer	4.21	270.1	36.7	4.31	67.3	3.7	11.6	52.0
	Ca-acetate**	4.22	293.0	28.1	4.26	167.2	3.3	18.5	49.9
	CaCl ₂ **	4.20	258.9	32.6	4.26	169.5	1.8	16.2	50.0
without preheating water				6.70	7.0	36.2	16.3	52.5	
Crude tissue		237.5							

* 0.02M Ca-acetate or CaCl₂ in water ** 0.02M Ca-acetate or CaCl₂ in 0.01M acetate buffer (pH 4.2)

まず、酢酸カルシウム水溶液中で予備加熱後再加熱した場合には、40℃20時間予備加熱した場合も、60℃2時間予備加熱した場合も、蒸留水中で予備加熱した場合に比べて柔らかく、前回¹²⁾と同様の結果であった。塩化カルシウム水溶液中で40℃20時間予備加熱すると、水で予備加熱した場合より硬化が促進され、60℃2時間予備加熱した場合とほとんど同じ程度に硬化が促進した。

pHについては、酢酸カルシウム水溶液の場合が一番高く、ついで蒸留水で、塩化カルシウム水溶液の順であった。緩衝液を用いた方のpHは約4.2~4.33で大きな差はなかった。

硬化に及ぼす影響については酢酸カルシウムと塩化カルシウムのどちらも同じ程度に硬化を促進した。ペクチン質の溶出量については、いずれも大きな差はみられなかった。

2. さつまいもの硬化に及ぼす塩類の影響について

さつまいもの硬化に及ぼす塩類の影響についてFig. 2に示した。Table 1のpHについては、水で予備加熱および再加熱の場合は約5.5~6.0、塩類溶液の場合は約4.0~4.4、98℃加熱は6.35であった。

破断力については、蒸留水で98℃30分加熱したさつまいもは非常に柔らかかったが、蒸留水、水道水で40℃20時間予備加熱すると、98℃で30分再加熱しても柔らかくならず、相当硬化した。また、さつまいもの場合は、緩衝液で予備加熱した場合も相当硬化を起こした。この数値を基準にして塩類の硬化に及ぼす影響をみると、塩化カルシウム、ついで塩化アルミニウムが硬化を促進させ、塩化マグネシウム、塩化第1鉄もわずかだが硬化を促進させた。塩化ナトリウムは軟化を促進させた。

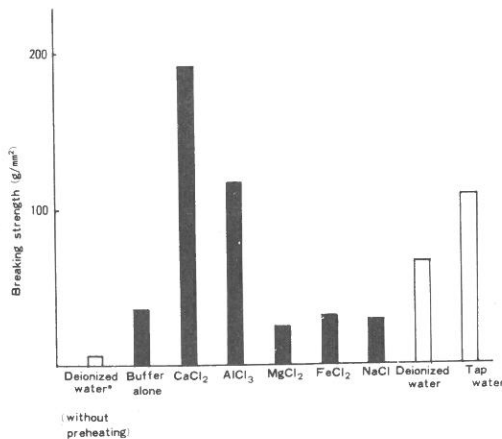


Fig. 3. Firming effect of salts added in preheating.

The disks of potato tubers were preheated in 0.1M acetate buffer of pH 4.2 with or without salts, deionized water and tap water at 40°C for 20hr. and then heated at 98°C for 30 min. in water.

*The disks of potato tubers were heated in water at 98°C for 30 min. without preheating.

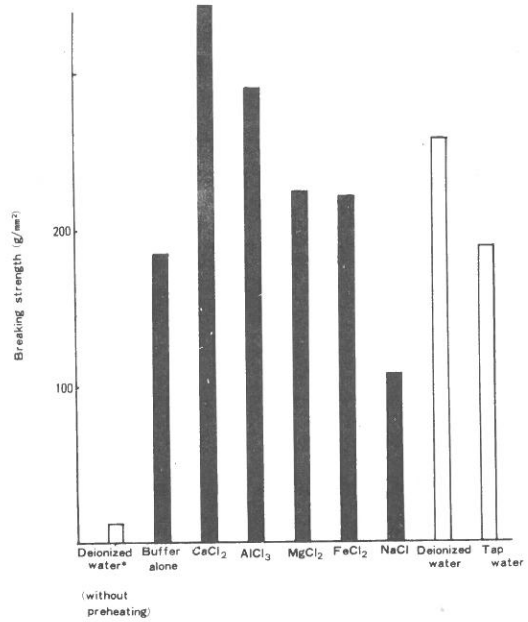


Fig. 2. Firming effect of salts added in preheating.

The disks of sweet potato roots were preheated in 0.1M acetate buffer of pH4.2 with or without salts, deionized water and tap water at 40°C for 20 hr. and then heated at 98°C for 30 min. in water.

*The disks of sweet potato roots were heated in water at 98°C for 30 min. without preheating.

3. ジャガイもの硬化に及ぼす塩類の影響について

Table 1の煮汁のpHについては、水で加熱の場合は約5.6~6.2、塩類溶液で加熱の場合は約4.1~4.4であった。

ジャガイもの硬化に及ぼす塩類の影響についてFig. 3に示した。ジャガイもの場合も、蒸留水で98℃30分加熱すると非常に柔らかく蒸留水で40℃20時間予備加熱すると硬化を起こした。水道水の方がより強く硬化を促進し

た。緩衝液で予備加熱すると、40℃温水中で予備加熱した場合よりも硬化の程度は低かったがある程度硬化を起こした。これを基準にして各種塩類を加えた場合のかたさを比較すると、塩化カルシウムついで塩化アルミニウムが硬化を促進させ、塩化マグネシウム・塩化第1鉄、塩化ナトリウムは硬化にあまり関係がないということがわかった。

4. にんじんの硬化に及ぼす塩類の影響について

Table 1のpHについては、水で加熱の場合約5.5～6.2、塩類で加熱の場合約4.0～4.4であった。

にんじんの硬化に及ぼす塩類の影響についてFig. 4に示した。にんじんの場合も蒸留水で98℃30分加熱の場合が最も柔らかく、蒸留水、水道水で予備加熱すると相当硬化を起したが、その程度は水の場合より低かった。これを基準にして各種塩類の影響をみると、塩化アルミニウムが最も硬化を促進し、ついで塩化カルシウムであった。塩化マグネシウム、塩化第1鉄、塩化ナトリウムは硬化に影響を及ぼさなかった。

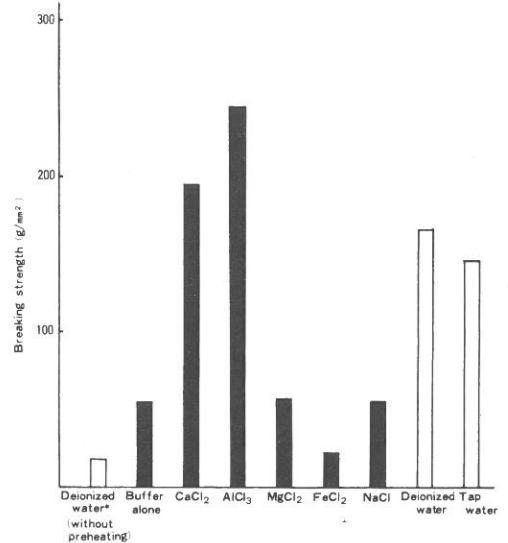


Fig. 4. Firming effect of salts added in preheating.

The disks of carrot roots were preheated in 0.1M acetate buffer of pH 4.2 with or without salts, deionized water and tap water at 40°C for 20 hr, and then heated at 98°C for 30 min. in water.

*The disks of carrot roots were heated at 98°C for 30 min. without heating.

考 察

いずれの野菜についても98℃30分加熱すると柔らかくなるが、水中で40℃20時間予備加熱するとあと98℃で再加熱しても柔らかくならなかった。野菜を緩衝液中で40℃20時間予備加熱すると、予備加熱しないで煮たものと比べていずれの野菜についても硬化を起こしたが、その程度は水の場合と比べて低かった。緩衝液の場合、再加熱のときのpHが約4.2～4.4とペクチンのトランスエリミネーションを起こしにくいpH⁴⁾であるので、水の場合と比べて硬くなる可能性があるにもかかわらず柔らかいのは、酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液自体が硬化を阻止する役目を持っていると思われる。今回の実験で塩化ナトリウムが軟化を促進するという結果が出たので、ナトリウムイオンは硬化を阻止し、軟化を促進するという性質を持っていることが考えられる。

また、だいこんの場合、酢酸カルシウム水溶液で予備加熱すると、水や塩化カルシウムで予備加熱したときより硬化を促進させないのは、同じカルシウム塩でも、陰イオンが違っているためか、塩類溶液のpHが違っているためであるかもしれない。

次に、硬化に及ぼす各種塩類の影響を検討した結果、塩化カルシウム、塩化アルミニウムはいずれの野菜についても相当硬化を促進させた。塩化マグネシウムおよび塩化第1鉄は硬化に及ぼす影響はあまり大きくなく、野菜の種類によって硬化の程度に差異が認められた。塩化ナトリウムはほとんど硬化に影響を及ぼさず、かえって軟化の方に役立っている場合が多いということがわかった。だいこん、さつまいも、じゃがいもの場合には塩化カルシウムの方が硬化を強く起こしたが、にんじんの場合のみは塩化アルミニウムの方がより硬化を促進させた。

これらの各種塩類とペクチン質との関係については今後検討して行きたい。

要 約

硬化に及ぼす塩類の影響を調べる目的で、だいこん、さつまいも、じゃがいも、にんじんを 0.02M の各種塩類溶液（塩化カルシウム、塩化アルミニウム、塩化マグネシウム、塩化第 1 鉄、塩化ナトリウムを 0.1M 酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液に加えた）中で 40°C 20 時間予備加熱後、蒸留水中で 98°C 30 分再加熱したときの硬化の程度を検討した結果、塩化カルシウム、塩化アルミニウムはいずれの野菜についても相当硬化を促進させた。塩化マグネシウム、塩化第 1 鉄の硬化に及ぼす影響は小さく、野菜の種類により影響が異った。塩化ナトリウムはほとんど硬化に影響を及ぼさずかえって軟化に役立っていることがわかった。

終りに、本実験にご助言をいただいた岡山大学農業生物研究所小沢潤二郎教授、本学岡本賢一教授に謝意を表します。

文 献

- 1) 小西英子、瀧上倫子、岡本賢一：栄養と食糧、**28**、44 (1975)
- 2) 瀧上倫子、小西英子、岡本賢一、池田一子：岡山県立短大研究紀要、**21**、14 (1977)
- 3) Bitter, T., Muir, H.M. : Anal. Biochem. **4**, 330 (1962)
- 4) 後藤重芳、河上敦子、高祖美紀子：家政学雑誌、**20**、235 (1969)

昭和53年 3 月31日受理