を受けるのは、ごく一部分はそれと複合体を作ることにもよるが、活性な酸素によることが大であろう¹¹⁾。

このような著者らの実験結果から考えても、脂肪酸エステル自動酸化物はその活性酸素によって、 B_2 酪酸エステルを酸化分解させ、同時に自身も分解するものと考察される。 B_2 酪酸エステルはそのままの形で体内に吸収されることが判明している¹²⁾、生体内でも過酸化化物と反応し、その除去にあずかるものと推察する。

B_2 酪酸エステルの添加による過酸化物価の低下がどのような機構において行なわれるかの詳細については、今後の研究に待たなければならない。

要 約

脂肪酸エステルの自動酸化に対する B_2 酪酸エステル添加の影響について究明した。

(1) 魚油またはアマニ油脂脂肪酸メチルエステルに、 1.4×10^{-3} mole/kg または 1.4×10^{-2} mole/kg 添加した場合においては、過酸化物生成最高値は添加しないものに比べて低下した。

(2) 自動酸化させて、ある程度の過酸化物をもった脂肪酸エステルに、 1.4×10^{-3} mole/kg, 1.4×10^{-2} mole/kg, 1.4×10^{-1} mole/kg 程度添加した場合は、添加量に比例して過酸化物価の低下が見られた。

(3) 自動酸化した脂肪酸エステルはその有する活性な

酸素によって、 B_2 酪酸エステルを酸化分解させると同時に、自身も分解するものと考察する。

本報の一部は、昭和45年6月17日、また一部は昭和46年1月22日、過酸化脂質研究会（東京）において発表した。

文 献

- 1) 八木国夫, 奥田 潤, 松原敏朗: ビタミン, **21**, 525 (1960)
- 2) Yagi, K., Okuda, J., Dmitroiskii, A. A., Honda, R. and Matsubara, T.: *J. Vitaminol.*, **1**, 276 (1961)
- 3) 八木国夫, 山本良子, 大川 博: 日本ビタミン学会第18回大会講演 (1966)
- 4) 斉藤 烈, 猪狩正紘, 松浦輝男: 日本ビタミン学会第18回大会講演 (1966)
- 5) Mills, H. T.: *Am. Chem. Soc.*, **81**, 1946 (1959)
- 6) Harkness, D. R. and Stadtman, E. R.: *J. Biol. Chem.*, **240**, 4089 (1965)
- 7) 山本良子, 八木国夫: 日本ビタミン学会第18回大会講演 (1966)
- 8) 松尾 登: 化学の領域, **11**, 970 (1957)
- 9) 松尾 登: 成蹊大学工学報告, **14**, 1107 (1972)
- 10) Matsuo, N.: *Lipids and Their Oxidation*, AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut, U. S. A., 321 (1962)
- 11) 松尾 登: 生化学, **29**, 773 (1957)
- 12) 八木国夫, 山本良子, 桜井寅雄: 日本ビタミン学会第17回大会講演 (1965)

(昭和49年9月20日受理)

調理の際の野菜の硬化

小西英子, 洲上倫子, 岡本賢一

岡山県立短期大学食物科

Firming of Vegetables during Cooking

Eiko KONISHI, Michiko FUCHIGAMI,
Ken-ichi OKAMOTO

Department of Food Science, Okayama
College, Okayama

It has so far been believed that firming (the process by which the tissues of vegetables become to be unable to be macerated by heating) is promoted by calcium and other metal ions. In the present study, however, the firming of Japanese radishes and beets was found to be retarded by calcium ion.

It is considered that firming prevents the excessive disintegration, together with the maceration, of vegetables.

(Received April 2, 1974)

Fig. 1. Effect of time of preliminary heating on the firming of Japanese radish disks.

The middle part of a Japanese radish root were cut off widthwise. Cylinders of the xylem 10 mm in diameter were cut lengthwise with a cork borer and then sliced into disks 5 mm thick. The disks (5 g) were heated in water (45 ml) for 30 min, 1 hr, 2 hr and 4 hr at 60°C, and then the temperature was raised to and maintained at ca. 98°C in a water bath for 30 min. ○; pH, ●; pressure to break the surface of the disks. Pressure to break the surface of the disks was measured with a penetrometer (Curd Meter, Iio Co., Ltd.).²⁾

野菜類は、細胞死が起きると、煮ても柔らかくなくなり、くくなる場合が多い。この現象を本報では硬化と呼ぶことにする。このような硬化は細胞死とともに原形質膜の透過性に変化を来し、細胞中のカルシウムやその他の2価あるいは3価の金属イオンが細胞壁に移行し、そのためにペクチン質がたがいに、またはヘミセルロース、リグニンなどと結合して不溶性となることによって起きると考えられている¹⁾。

1. 硬化に対する浸水時間の影響

だいこんの円盤 (10×5mm) を 60°C の温水中に浸したのち、98°C で 30 分加熱し破断力を測定した結果を Fig. 1 に示した。だいこんは 60°C の温水に 30 分浸すと、あとから 98°C で煮ても柔らかくなくなり、

硬化の現象が明らかに認められる。そして浸漬時間を長くするにしたがって硬さを増し、2～4 時間ではその硬化は一段と明らかになってくる。

野菜の軟化と硬化の二つの反応速度は温度が高くなるとともに増加するが、おおよそ 70°C 以上になってはじめて、軟化が明瞭に認められるようになる。しかしながら、それ以下の温度では硬化反応が軟化反応より大きく、見かけ上の軟化は認められないようである³⁾⁴⁾。Fig. 1 の結果が示すように 60°C のような比較的高い温度では、硬化はかなり短時間で起きる。野菜を加熱調理するとき、軟化が起きる温度 (約 70°C) に達するまでには多少時間がかかるため、その間野菜は硬化が起きやすい温度にさらされることになる。したがって、野菜を煮るとき

Table 1. Firmness of vegetables after heating with or without preliminary heating.

Vegetable	Heating for 2 hr at 60°C				Preliminary heating for 2 hr at 60°C and heating for 30 min at ca. 98°C*				Heating for 30 min at ca. 98°C	
	in water pH	g/mm ^{2**}	in 10 mM Ca-acetate pH	g/mm ^{2**}	in water pH	g/mm ^{2**}	in 10 mM Ca-acetate pH	g/mm ^{2**}	in water pH	g/mm ^{2**}
だ い こ ん Japanese radish (root)	6.42	365.4	6.49	>510	6.40	250.1	6.15	93.8	6.45	4.4
ビ ー ト Beet (root)	6.21	>510	6.26	>510	6.15	201.7	6.20	138.0	6.11	139.5
に ん じ ん Carrot (root)	6.19	>510	6.10	>510	6.59	74.3	6.10	187.5	6.40	15.9
れ ん こ ん East Indian lotus (rhizome)	6.21	>510	6.26	411.4	6.31	341.5	5.95	359.3	6.20	260.6
か ぼ ち ゃ Bobura <i>Cucurbiata moschata</i> (fruit)	6.50	129.5	6.40	156.7	6.65	1.3	6.11	3.6	6.61	1.1

The disks were made from the parts of a vegetable resembling one another. They (5g) were heated in 45 ml of water or 10 mM Ca-acetate in a 100 ml flask.

* The disks were heated for 2 hr at 60°C, and then the temperature was raised to and maintained at ca. 98°C for 30 min. ** Pressure to break the surface of the disks.

Table 2. Effect of calcium ion on the firming of Japanese radish disks.

Concentration of Ca-acetate	Preliminary heating for 30 min at 60°C		Heating for 30 min at ca. 98°C			
			with preliminary heating		without preliminary heating	
	pH	g/mm ^{2*}	pH	g/mm ^{2*}	pH	g/mm ^{2*}
0	6.21	>510	6.10	268.3	6.45	16.9
2 mM	6.30	>510	6.15	201.9	6.51	18.2
10 mM	6.41	>510	5.85	194.3	5.90	17.9
50 mM	6.53	>510	6.20	123.7	6.30	17.5

* pressure to break the surface of the disks.

には必ず軟化の反応とともに、硬化反応も起きているはずである。このような加熱調理中に起きる野菜の硬化の反応は、軟化を防ぐという好ましい役割も果たしていると考えられる。

2. 硬化に対するカルシウムイオンの影響

種々の野菜の円盤 (10×5mm) を、60°C の温水中に2時間浸したときの野菜の硬化におよぼすカルシウムイオンの影響を Table 1, 2 に示した。

酢酸カルシウムを加えた温水に浸した場合、にんじんとれんこんの硬化は促進されたが、だいこんとビートの場合はむしろ抑制された。このように野菜の種類によっては硬化がむしろ抑制されるという結果は、カルシウムイオンなどがおもな原因になっているという硬化の機構に関する従来の説のみでは説明が困難であり、この説に

何か不備な点があることを示しているかもしれない。

かぼちゃの場合には、カルシウムイオンの有無にかかわらず、明瞭な硬化は認められなかった。野菜の種類によって硬化の程度にかなりの差があるようである。

終わりに、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と実験に協力された小田静子、池田一子氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 住木諭介：農学，1，402 (1947)
- 2) 飯尾尚子：調理科学，2，54 (1969)
- 3) 小沢潤二郎：蛋白質核酸酵素，15，888 (1970)
- 4) 小沢潤二郎：日本食工誌，10，338 (1963)

(昭和49年4月2日受理)