

電子レンジが4種の果菜類の 脂肪酸組成に及ぼす影響

Effect of Electronic Range-Cooking on the Fatty Acid Composition
of four kinds of Vegetables.

櫛 筥 隆 弘 脇 阪 淑 子^{*}
Takahiro KUSHIGE Yoshiko WAKISAKA

(Received September 30, 1976)

The report determined the fatty acid composition of the oils of four kinds of vegetables by gas-liquid-chromatography, and the effect of electronic range-cooking on their fatty acids was investigated.

The oil of pumpkin contained 69% of unsaturated fatty acids, and the acid was mainly C₁₈ trienoic acid (47%). The contents of C₁₆ saturated and C₁₈ dienoic were 27% and 18% each. In the oil of garden kidney beans the contents of C_{18:3}, C_{18:2} and C_{16:0} acids were 35%, 27% and 24%, and in the garden peas those of C_{18:2}, C_{16:0} and C_{18:3} acids were 38%, 22% and 19%, respectively. The higher content of unsaturated acid was shown in the oil of immatured soybeans (82%). The unsaturated acids are mainly C₁₈, with 44% of dienoic, 21% of monoenoic and 16% of trienoic. These vegetables showed the higher content of essential fatty acid.

These vegetables were heated by electronic range, and the variation in the amounts of their fatty acids was investigated with gas-liquid-chromatographic technique. A significant effect of the range-cooking was not observed on the fatty acid composition of their vegetables.

緒 言

欧米では、脂肪、主として飽和脂肪酸の多い動物性脂肪を過剰に摂取する食習慣から動脈硬化疾患が多く、以前から脂肪の摂取制限の必要性が強調されてきた¹⁾。わが国でも近年、急激に脂肪摂取量が増加の傾向にあり²⁾、エネルギー比で20~30% (50 g/日) 摂取程度が適量基準値とされているが、栄養指導上、脂肪の種類や質についての細かい指導を行うべき段階に入ってきて

^{*} 鹿児島女子短大 (Kagoshima women's junior college)

いると考える。即ち、日本人の必須脂肪酸摂取適量が決められる時期も遠い将来ではないと考える。なお、脂肪摂取過剰による弊害も見られる今日においては、特に植物性油脂の摂取比率を高めるよう配慮することが望ましいとされている²⁾。

油脂に関しては、揚げ物や揚げ油についての調理科学的研究が多く見られ³⁻⁵⁾、主として使用後の分解、重合、環化などに関する報告⁶⁾が多い。その他加熱油の流動特性⁶⁾、揚げ物の吸油量と脂肪酸⁷⁾についても報じられている。

しかし食品の脂肪酸組成分析値については、既刊の食品成分表に記載されていないものが多く、いまだ明らかにされていない食品が多い。

一方、電子レンジ加熱による調理が時代に即して一般家庭で比較的頻繁に行なわれるようになった。調理分野における電子レンジ利用範囲は多少限定されてはいるものの⁸⁾、加熱時間の短縮、風味、色調などの点で電熱器やガス加熱に比して有利な面が多いとの報告^{9,10)}があり、殊に再加熱の軽便さは多くの人々の認めているところである。このほか、電子レンジによる食品の殺菌効果¹¹⁾やビタミン・無機質への影響¹²⁾など関連した研究が多多見うけられる。しかしながら電子レンジ加熱が食品の脂肪酸に与える影響の有無についての報文はほとんど見うけられないようである。

今回、著者らは食品成分表には記載されていない4種の果菜類の脂肪酸組成を分析し、またこれらの果菜類について、電子レンジ加熱による脂肪酸組成の変動を調べて植物性食品に多い必須脂肪酸への影響、即ち油脂の栄養価への影響を検討することを試みたので報告する。

実 験 方 法

1 試料および調製法

- ① 加熱器具：電子レンジ（ナショナルNE-6010，出力 600W，2500MHz）
- ② 加熱容器：陶製スープ皿，食品包装フィルム（クレラップ）
- ③ 試料：かぼちゃ（エビス），さやいんげん（ドジョウ），枝豆，さやえんどう（オランダ）…
いずれも5月中旬採取の地元産市販品

かぼちゃは種子を除いて皮つきのまま1cmの角切りとし、さやいんげんとさやえんどうはそれぞれ両端と筋を除去して1cm長さに切り、枝豆はさやを除いて用いた。

下処理したこれらの果菜類は各々をよく混ぜた後、それぞれ200gまたは160gを2等分し、一方は未加熱、他方は加熱処理した。

加熱方法は陶製スープ皿に試料100gと同量の水を加え、フィルムでラップし、4試料とも10分間（2分×5回）電子レンジ加熱を行なった。加熱処理後の状態は、4種とも水分がほとんど試料に吸収され、形崩れがなく、柔らかい蒸し煮状となり、色調は鮮明であった。

櫛笥・脇阪：電子レンジが4種の果菜類の脂肪酸組成に及ぼす影響

枝豆の一部は甘皮がはじけて、はがれた状態になった。

各食品とも加熱後はビーカーに移し、冷蔵庫で急冷した後、以下の実験を行なった。

2 脂質抽出方法：Folch 等^{13,14)}のクロロホルム・メタノール(2:1混液)を用いる方法に準じて行なった。

試料 100 g に 400 ml の冷クロロホルム・メタノール(C-M, 2:1)を加えて2分間ホモジナイズし、吸引濾過した。残渣をさらにC-M(2:1) 200 ml, ついでC-M(1:2) 200 ml で順次同様に処理, 抽出し, 全抽出液を35~40°で減圧濃縮した。約 $\frac{1}{2}$ 容量まで濃縮した時, 吸引濾別し, 濾液をさらに減圧濃縮してクロロホルム・メタノールを除去した。残留物にクロロホルム80 mlを加えてよく溶かし, 0.5%塩化ナトリウム溶液で1回, 水で1回洗浄して非脂質成分を除去した。水溶液層も合わせてクロロホルムで再抽出し, 両クロロホルム抽出液を遠心分離して水層部を除去後, 減圧濃縮して全脂質とした。

3 ケン化：脂質に15%水酸化カリウム・メタノールを加えて80°で2.5時間加熱した後, ロータリーエバポレーターを用いて50°でメタノールを吸引除去した。温水に溶かして冷却後, 不ケン化物を石油エーテルで除去した。水層を6N塩酸で酸性にして, エーテルで4回抽出した後, 水洗して中性とし, 無水硫酸ナトリウムを加えて脱水処理して脂肪酸を得た。

4 エステル化：脂肪酸に5%塩酸メタノールを加え, 80°で2.5時間加熱した。エステル化後, 大部分のメタノールを除去して冷却し, エーテルを加えて溶かし, 中性になるまで水洗後, 無水硫酸ナトリウムで脱水した。

5 水素添加：不飽和脂肪酸は Adkins¹⁵⁾の方法によって調製したラネーニッケルを触媒として Swern¹⁶⁾らの方法により50°で6時間, 水素添加処理を行なった。

6 ガスクロマトグラフィー分析：得られた脂肪酸メチルは063型日立ガスクロマトグラフを用い, 次の条件で分析した。充填剤: Di-ethylene-Glycol-Succinate, カラム: 3 mm×200 cm ステンレス製, カラム温度: 180°, キャリヤガス: ヘリウム, 入口圧: 0.8 kg/cm²。

各脂肪酸の同定は既知試料の保持時間または比保持時間と炭素数および不飽和度との関係により行ない, 不飽和脂肪酸は水素添加処理物をガスクロマトグラフィー分析をして確認した。定量は各ピークの面積法で算出した。

実験結果および考察

かぼちゃ, さやいんげん, 枝豆, さやえんどうの全脂質量は第1表に示す通りである。

右端の日本食品成分表の数値と比較すると, 枝豆の本実験値がやや多い程度であるほかは大体一致しており, 使用した試料がごく一般的な野菜であることがわかる。また末加熱と電子レンジ加熱の両者には, 第1表の通りほとんど差が認められず, 均等試料であることがわかる。

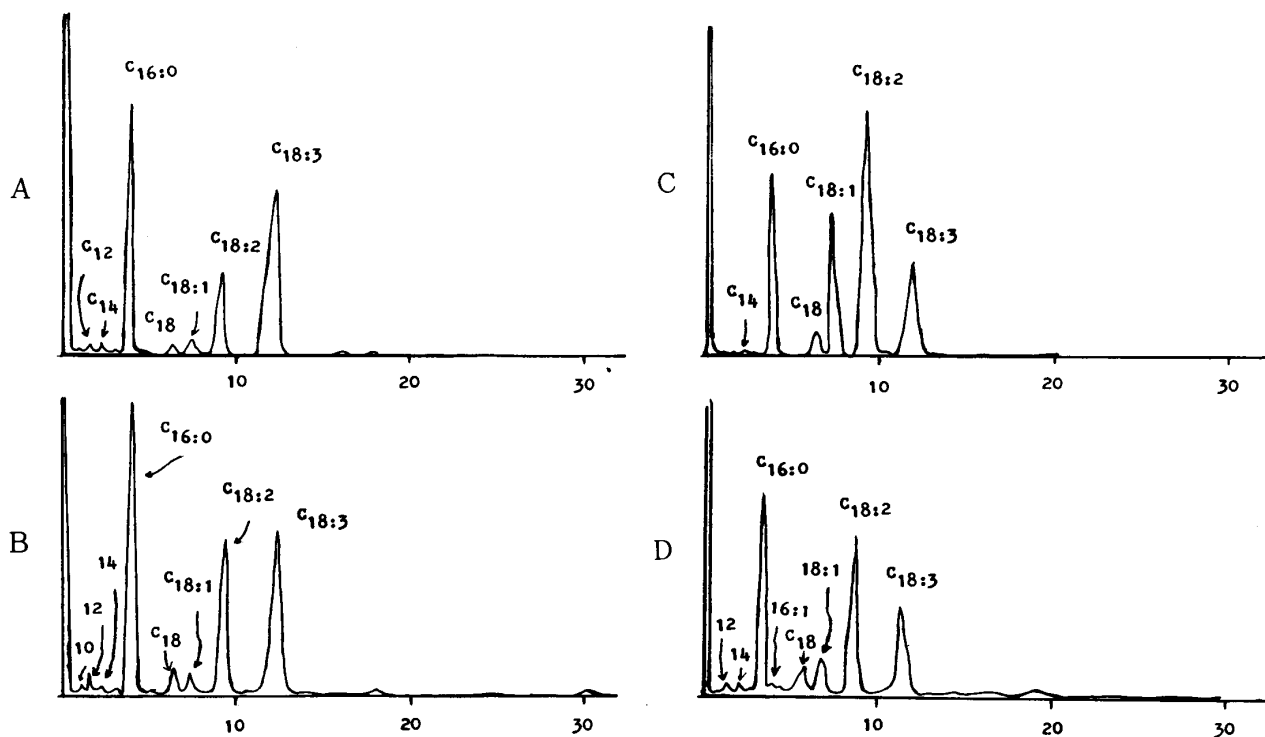
未加熱のかぼちゃとさやいんげん、枝豆、さやえんどうの4種の食品より得た脂肪酸メチルエステルのガスクロマトグラムは第1図のようであり、それぞれの脂肪酸組成は第2表(未加熱)の通りである。

かぼちゃの脂質中には不飽和脂肪酸が69%含まれていた。特に18:3は47%も含まれて主成分をなしているが、他の多くの植物性食品の脂肪酸組成と比較しても18:3の含有率が顕著である。つぎは飽和脂肪酸の16:0が27%であり、その他18:2(18%),18:1(3.6%),12:0(1.2)

第1表 試料と脂質量

		原 材 料	抽出脂質量	脂 質 含 量	脂質含量*
かぼ ち ゃ	未 加 熱	100 g	0.240 g	0.24%	0.2%
	加 熱	100	0.197	0.20	
さやいんげん	未 加 熱	100	0.198	0.20	0.2
	加 熱	100	0.208	0.21	
枝 豆	未 加 熱	80	3.521	4.40	3.6
	加 熱	80	3.424	4.28	
さやえんどう	未 加 熱	100	0.183	0.18	0.2
	加 熱	100	0.187	0.19	

*日本食品成分表による(科学技術調査会編 医歯薬出版 昭51.3)



第1図 未加熱食品より得た脂肪酸メチルエステルのガスクロマトグラム

- A. かぼちゃ C. 枝 豆
B. さやいんげん D. さやえんどう

櫛笥・脇阪：電子レンジが4種の果菜類の脂肪酸組成に及ぼす影響

%)などであった。さやいんげんでも主成分は18：3（35%）で、その他18：2（27%）、16：0（24%）、18：1（3.5%）の順であった。枝豆では不飽和脂肪酸が全脂肪酸中の82%も存在しており、植物性食品のなかでも特に不飽和脂肪酸の多いことが特徴づけられよう。そのうち18：2が44%の高含有率であった。その他は18：1（21%）、18：3（16%）、16：0（15%）などであった。また、さやえんどうでも18：2が38%で最も多く、16：0（22%）、18：3（19%）、18：1（7.8%）の順であった。

本実験で扱った4種の果菜類の脂肪酸分析値については他に報告が見当たらないようであるの

第2表 脂肪酸組成

脂肪酸	かぼちゃ		さやいんげん		枝豆		さやえんどう	
	未加熱	加熱	未加熱	加熱	未加熱	加熱	未加熱	加熱
	%	%	%	%	%	%	%	%
10：0	trace	trace	0.3	0.3	—	—	trace	trace
12：0	1.2	0.9	1.6	0.9	—	—	1.1	0.9
14：0	0.7	0.6	0.1	0.1	trace	trace	1.0	0.7
16：0	27.3	26.5	24.4	25.9	15.4	14.6	21.5	21.0
16：1	trace	trace	—	—	—	—	2.2	1.0
18：0	1.4	1.3	3.3	3.3	2.9	3.1	4.5	4.3
18：1	3.6	3.7	3.5	2.1	21.2	23.0	7.8	6.9
18：2	17.7	19.2	27.1	25.0	44.4	43.4	37.5	40.3
18：3	47.4	47.7	35.4	37.1	16.1	15.9	19.2	20.7
その他	0.7	—	4.2	5.3	—	—	5.1	4.2

で比較はできなかった。食品分析表¹⁷⁾では本試料に関連ある記事として、わずかにかぼちゃの種子のみの脂肪酸組成が記載されているにすぎなかった¹⁸⁾。

各々の未加熱と電子レンジ加熱した食品より抽出した油脂の脂肪酸組成は第2表（加熱）に示す通りである。未加熱と加熱による脂肪酸組成の間には、わずかにさやいんげんの18：2とさやえんどうの18：2に2%ほどの差があったほかは、いずれの果菜についてもガスクロマトグラムにおいてはほそんぞ意味のある変化は認められなかった。本実験での試料は4種とも植物体としては比較的未熟なものであり、従って完熟期の植物体に比較すると遊離脂肪酸の存在も幾分は多いものと考えられ、これら遊離脂肪酸の多少の変化が検出され得る可能性が考慮されたが、第2表に見られる程度のわずかの差が認められたに過ぎず、この数値をもって電子レンジの影響とは言い難い。即ち、調理程度の電子レンジ加熱では、脂肪酸組成への有意義量の影響はないように思われる。

加熱による脂肪酸の変化についての報文では揚げ物に関するものが多く、油と材料間の脂肪酸の相互交換としてとりあげられているが、食品そのものの通常加熱や特殊加熱による脂肪酸

組成への影響については、これまでに調理分野ではほとんど報告がなく、食品の未加熱と加熱による脂肪酸組成の変化についても他の文献とは比較することができなかった。本報ではマイクロ波加熱の影響を脂肪酸組成そのものの変化を調べることにより検討しようと試みたが、酸化の初期段階で生成されるヒドロパーオキサイドに関しては、通常のカクロマトグラフィー法では検出が困難であり、従ってこの点に関しての影響は本実験では論じ得ない。また、植物油は一般に天然抗酸化物質を含んでいるため、短時間の加熱処理ではその影響を検出し難い問題もあると思われる。また、加熱に関して本実験の結果だけでは通常加熱によるものであるか、あるいはマイクロ波によるものであるかも明らかではない。加熱方法の違いによる影響のいかにについては今後問題としてとりあげ、研究する余地が多いと考える。

要 約

4種の果菜類について、その脂肪酸を分析し、電子レンジ加熱による脂肪酸組成への影響を検討した。

- ① かぼちゃでは不飽和脂肪酸が脂質の69%を占め、脂肪酸組成では18:3が47%で主成分をなし、その他16:0 (27%), 18:2 (18%)の順であった。さやいんげんでは18:3 (35%), 18:2 (27%), 16:0 (24%)の順であった。枝豆では不飽和脂肪酸が非常に多く、全脂肪酸中の82%もあり、主な脂肪酸は18:2の44%で、その他18:1 (21%), 18:3 (16%), 16:0 (15%)などであった。また、さやえんどうでも18:2が38%で最も多く、16:0 (22%), 18:3 (19%), 18:1 (7.8%)の順であった。これらの果菜類には18:2, 18:3などの必須脂肪酸含量の高いことが共通していた。
- ② 4種の果菜類を電子レンジ加熱によって煮熟した後、脂肪酸組成を調べ、未加熱の脂肪酸組成と比較した。未加熱と加熱の間にはガクロマトグラムにおいては有意義な差異はほとんど認められなかった。これらの果菜類の脂肪酸組成に関しては、日常調理程度の電子レンジ加熱では影響がないものと思われる。

本研究の一部は昭和50年第22回日本栄養改善学会において発表した。

文 献

- 1) Food and Nutrition Board, Nat. Research Council: Anonymous, Recommended Dietary Allowance, *Circ. No. 129*, 3-31, (Oct., 1948).
- 2) 厚生省公衆衛生局栄養課: 昭和50年改定・日本人の栄養所要量と解説, 第一出版, 東京 (1975).
- 3) 吉松藤子: 揚げ物に関する研究——学会賞受賞記念論文——, *家政誌*, **24**, 13-22 (1973).
- 4) 池上茂子・村田安代・一寸木絢子・国崎直道: 揚げ物に関する研究——魚の素揚げについて——, *家政誌*, **24**, 376-383 (1973).

櫛笥・脇阪：電子レンジが4種の果菜類の脂肪酸組成に及ぼす影響

- 5) 前川當子・八倉巻和子・羽田明子：大量調理における揚げ物の油脂に関する研究——その3・総括——，家政学研究発表要旨集，26回．A-52 p.27 (1974).
- 6) 金光聰子・宮川金二郎：加熱油の流動特性——第1報 綿実油，大豆油，なたね油の流動特性——，家政誌.，**26**，571-575 (1975).
- 7) 児安りえ子・前川當子・村田輝子・神保洋子：大量調理における揚げ物の油脂に関する研究——その1，吸油量と脂肪酸——，家政学研究発表要旨集，26回A-50 p.26 (1974).
- 8) 露木英男・首藤厚：食品のマイクロ波加熱，p.6，建帛社，東京 (1974).
- 9) 平山静子：電子レンジ加熱による苺ジャムについて，家政誌.，**21**，309-312 (1970).
- 10) 平山静子・松元文子：電子レンジによる加熱について，調理科学，**6**，20-26 (1973).
- 11) 武原文三郎：電子レンジにおける食品などの殺菌効果II-電子レンジにおける食肉の調理のさいの殺菌効果一，*New Food Ind.*，**12**，No.6，62-66 (1970).
- 12) 小山セイ：電子レンジ加熱による無機質，ビタミン，しゅう酸への影響，臨床栄養，**37**，890-893 (1970).
- 13) J. Folch, L. Ascoli, M. Lees, J. A. Meath, E. N. Le-Bacon: *J. Biol. Chem.*，**191**，833 (1951).
- 14) J. Folch, M. Lees, G. H. Sloane-Stanley: *J. Biol. Chem.*，**226**，497 (1957).
- 15) H. Adkins, and H. R. Billica: *J. Am. Chem. Soc.*，**70**，695 (1948). R. Mozingo: *Org. Syn.*，**21**，15 (1941).
- 16) D. Swern, G. N. Billen, T. W. Findley, J. T. Scanlan: *J. Am. Oil Chem. Soc.*，**67**，1786 (1945).
- 17) 科学技術庁調査会編：日本食品成分表，医歯薬出版，東京 (1976).
- 18) 伊予田潤子・野口駿：“ナッツ”の油脂の脂肪酸組成，家政誌.，**24**，169-175 (1973).