油脂の加熱による性状の変化と栄養価の変化 (第2報)

Studies on Characteristic and Nutritive Changes of Oils during Heating (Part 2)

市販食用油を加熱した場合

In case that commercial oils were heated at 200°C for 12 hours

(昭和36年7月7日受理)

秋谷 年見

(Toshimi Akiya)

石井 清之助*

(Seinosuke Ishii)

酒井 寿江*

(Hisae Sakai)

荒井 君枝*

(Kimie Arai)

To obtain the information about nutritive value of frying oils, commercial edible oils were heated at 200°C for 12 hours and both the physical and chemical characteristics and nutritive values were investigated.

Characteristic changes were rather slow until an elapse of 9 hours' heating, though remarkable changes were found after 12 hours' heating. Among the items tested, the change of viscosity was most remarkable. As heating time was increased, viscosity increased and viscosity index decreased.

Different results were obtained about nutritive value of different kinds of heated oils. Both heated soy bean and rice bran oils were as nutritive as respective original oils, while rape seed oil lost its original nutritive value by the heating.

まえがき

著者の一人は、さきに、油脂またはエステルを200°C前後に2時間加熱した場合、その栄養価はほとんど低下しないことを報告したり。しかし、われわれが日常天ぷらなどに使用している食用油は、大豆油のみではないし、また加熱時間も2時間に限ったのでは、やや短かすぎるくらいがある。そこで、実際的な立場に立って、普通に天ぷら油に用いられている大豆油、米油、ナタネ油、ラードについて、200°Cに12時間まで加熱し、性状と栄養価がどう変化するかを調べた。

この報告は、上記の目的にそって行なった実験の結果を述べたものである。その結果をひと言で述べるならば、大豆油と米油はこの程度の加熱では栄養価を低下することはないが、ナタネ油では若干栄養価の低下を示した。

実験の部

実験1. 市販食用油を200°Cに12時間加熱した場合の経時的な性状の変化
市販大豆油、米油、ナタネ油、ラード(いずれも工場

から取りよせたもの)を500mlの三角フラスコに300gずつ取り、油浴中で200°Cに温度を保ちながら12時間加熱した。この場合、試料が直接空気にふれる面積は約50cm²であった。一定量の試料を3時間ごとにとり、比重、屈折率、酸価、泡立ち、粘度、吸収曲線を測定した。比重は比重瓶により、屈折率はアツベの屈折計により、沃素価は臭化ピリジン法によった。また泡立ちの測定は東・金子法²⁾に準じた。ただし、濾紙は直径7cmのものをを用い、浸ませる水の量は0.7ccとした。粘度は、一定の恒温槽の中で、オストワルドの粘度計を用いて測定し、次式から粘度指数を算出した³⁾。

$$VI_2 = \frac{L_2 - S_2}{L_2 - H_2} \times 100$$

VI₂ 粘度指数

S₂ 37.7°Cにおける試料の運動粘度

L₂ 98.8°Cにおける試料の運動粘度に
対応するL系列の37.7°Cの運動粘度

H₂ 98.8°Cにおける試料の運動粘度に
対応するH系列の37.7°Cの運動粘度

また、試料の吸収曲線は試料の50~100mgを100mlの精製ヘプタンに溶解して測定した。これらの結果を第1表、第2表および第1図に掲げる。

第1表 加熱による食用油の性状の変化

油の種類	加熱時間	比重 b_{15}^{15}	屈折率 n_{40}^{40}	A.V.	I.V.
大豆油	原油	0.9225	1.4783	0.1	121.0
	3時間	0.9235	1.4783	0.2	120.4
	6時間	0.9231	1.4785	0.2	120.6
	9時間	0.9244	1.4788	0.2	119.5
	12時間	0.9268	1.4793	0.3	119.7
米油	原油	0.9147	1.4778	0.6	99.6
	3時間	0.9136	1.4780	1.0	98.4
	6時間	0.9156	1.4781	1.0	98.2
	9時間	0.9156	1.4782	1.4	97.2
	12時間	0.9207	1.4783	1.2	97.3
ナタネ油	原油	0.9145	1.4763	0.2	92.9
	3時間	0.9147	1.4765	0.2	92.3
	6時間	0.9153	1.4765	0.2	91.0
	9時間	0.9156	1.4771	0.4	90.3
	12時間	0.9192	1.4775	0.4	90.1
ラード	原油	0.8782	1.4755	0.1	55.9
	3時間	0.9961	1.4758	0.2	55.9
	6時間	0.8878	1.4759	0.2	55.9
	9時間	0.8891	1.4761	0.2	52.3
	12時間	0.8917	1.4765	0.2	45.1

第2表 粘度および粘度指数の変化

99°Cにおける粘度の変化					
	原油	3時間	6時間	9時間	12時間
大豆油	8.08	9.58	9.60	9.75	10.82
米油	8.52	10.21	10.85	11.58	12.90
ナタネ油	11.48	12.68	12.32	12.18	12.23

第4表 動物試験の結果

	動物数	初体重平均	生存率	最終体重平均	肝臓/体重
大豆油	5 { ♂ 3 ♀ 2 }	65.4 { ♂ 72.3 ♀ 55.0 }	100%	126.2 { ♂ 134.3 ♀ 114.5 }	3.7% (3匹平均)
			100		
米油	5 { ♂ 3 ♀ 2 }	64.2 { ♂ 70.0 ♀ 55.5 }	100	124.0 { ♂ 131.0 ♀ 103.0 }	5.2% (3匹平均)
			50		
ナタネ油	5 { ♂ 2 ♀ 3 }	63.3 { ♂ 69.5 ♀ 58.3 }	100	98.8 { ♂ 136.0 ♀ 74.0 }	4.8% (5匹平均)
			100		
ラード	4 { ♂ 2 ♀ 2 }	60.3 { ♂ 66.5 ♀ 54.0 }	100	138.0 { ♂ 138.0 ♀ 0 }	3.9% (2匹平均)
			0		
対照	4 { ♂ 2 ♀ 2 }	65.0 { ♂ 71.5 ♀ 58.5 }	100	115.0 { ♂ 136.0 ♀ 94.0 }	4.2% (2匹平均)
			100		

37.7°Cにおける粘度の変化

大豆油	26.58	28.12	29.18	29.40	31.02
米油	35.50	36.30	38.57	38.85	46.12
ナタネ油	43.04	46.95	47.68	50.02	52.05

粘度指数の変化

大豆油	184.4	183.4	181.3	181.1	179.1
米油	185.8	172.7	170.7	172.2	167.6
ナタネ油	256.1	205.5	165.2	162.9	161.1

第1図 泡立の変化

実験2, 200°Cに12時間加熱した試料の動物試験

実験1において得た試料, すなわち200°Cに12時間加熱した大豆油, 米油, ナタネ油およびラードを用いて動物試験を行なった。第3表のような組成を有する基本試料で, ねずみを数日飼育し, のち基本餌料8.5g, 試料1.5gを投与し, 体重増加をみた。各試料に対して, ねずみ4~5匹を割り当てたが, 初体重の平均, 生存率, 6週間後の生存ねずみの体重平均, 肝臓体重は第4表に示すとおりである。

第3表 基本餌料の組成

白米	79	マツカラム氏塩	3
カゼイン	15	酵母	3

また、実験終了ときに健全に成長した雄の心臓部から1.2mlの血液を採取し、Schoenheimer-Sperry法の改良法⁴⁾によって、血清中の遊離コレステロールおよび総コレステロール量を測定したところ、米油がもっとも低い値を示していた。

考 察

市販食用油を200°Cに加熱した場合、測定した項目のうちでは粘度の変化がもっともいちじるしい。ことに、37.7°Cにおける粘度の増加はいちじるしく、12時間加熱した試料の運動粘度の増加は、はじめの試料の30%におよぶものもある。この傾向は、99°Cの場合もおなじようである。しかし、ナタネ油の粘度増加は特異的であって、99°Cにおける粘度増加は37.7°Cにおける粘度増加ほど顕著ではない。このことは、粘度指数に顕著にあらわれている。一般に粘度指数は、今回の実験の範囲内では、加熱時間の増加とともに減少していったが、ナタネ油の場合には原油の粘度指数がいちじるしく高く、しかも12時間加熱した試料の粘度指数は最低であった。

比重は、加熱時間が9時間までのものは、その増加が緩慢であったが、12時間加熱した試料では急増していた。屈折率は、加熱時間が増すとともに、徐々に増加していた。12時間後の試料では、はじめの試料より0.0905~0.0011増加していた。

酸価は増加する傾向にあるが、その増加率はそれほど顕著ではない。沃素価は、時間とともに減少するが、植

物油の場合の減少率はラードの場合の減少率ほどいちじるしくなく、12時間加熱した試料で、植物油では5%以下、ラードでは10%以上である。

泡立ちは、3時間加熱した試料では、原料と大差なく、それほどいちじるしくないが、9時間加熱した試料では、いちじるしく増加する。

吸収曲線を見ると、植物油の場合、3時間加熱した試料では232m μ 付近に吸収がないが、6時間加熱した試料では、吸収が現われてくる。米油の場合、加熱とともに252m μ 付近の谷が長波長側にずれてゆくが、大豆油の場合には、こうした傾向はない。そのかわり、253~258m μ の間に小さな山が現われてくる。ラードでは、はじめから232m μ 付近に小さな山があった。このことは、ラードが製造の過程において、すでに共役酸が生成されていたといつてよいと思う。

生長試験の結果からみると、大豆油は♂、♀ともに順調に発育し、毒性を示す兆候はまったく見られず、栄養価が低下するという兆候はなかった。米油も、おおむね順調な生長を示したが、♀の一匹が25日目を最高として、それから体重低下をきたし、35日目に死亡した。ナタネ油は6週間後の体重増加は前二者の約60%であり、ことに♀にあっては32日目以後体重低下をきたし、目は充血し、体中の毛は立ちあがり、病的な兆候を示した。6週間後に解剖してみたところ、胃および腸はやや黄味をおび、かつガスが充満していた。ラードでは、♂は順調な生長を示したが、♀では14日目から体重減少をきた

第2図 加熱による植物油の吸収曲線の変化

し、22日目には、ことごとく死亡した。

試料の過酸化価は、加熱直後においては、問題にするほど大きな値を示さないが、時日の経過とともに再び生成されるおそれがある。そこで、動物試験終了後また過酸化価を測定したところ、大豆油 13、米油 30、ナタネ油 23、ラード 70 であった。植物油に比較して、ラードの過酸化価はかなり高かった。

つぎに血清中のコレステロール含量をみると、遊離コレステロール、総コレステロールともに米油が他の三者より低かった。実験の範囲では、ラードと大豆油とでは大差がなかったが、R. B. Alfin-Slater⁵⁾らの得た数値にくらべると、非常に高かった。しかし実験例が少なくないので、断定的な結論をくだすためには、さらに実験をくりかえす必要がある。

む す び

市販食用油を200°Cに12時間加熱し、経時的な性状の変化をしらべるとともに、その加熱油の栄養価を動物試験によって検討した。性状の変化は、9時間までは緩慢であったが、12時間目の試料ではかなりの変化がみられ

た。そのうちで、粘度の変化がもつともいちじるしく、加熱時間の経過とともに増大した。粘度指数は逆に減少した。

栄養価は油脂の種類によって、異なる結果を得た。大豆油はもっともよい結果が得られ、栄養価の低下または毒性を呈する兆候はまったくなかった。これに反して、ナタネ油では、時日の経過とともに病的な兆候を示し、栄養価の低下がみられた。米油は、それほどの栄養価の低下はなかったが、ラードでは、なお実験を重ねる必要がある。

ナタネ油がなにゆえに毒性を示すかについては、さらに研究を行なう必要がある。

文 献

- 1) 秋谷：本誌，14，71 (1961)
- 2) 東，金子：日水誌 16，505 (1950)
- 3) 潤滑油の粘度および粘度関係諸表 p. 59
- 4) Sperry & Webbs et al; *J. Biol. Chem.* 187, 97 (1950)
- 5) Aefin-Slater et al; *J. Nut.* 62, 129 (1957)

(農林省食糧研究所)

*(東海区水産研究所)

高 コ レ ス テ リ ン 血 症 と ナ イ ア シ ン

高コレステリン血症の患者66人に、毎日1.5~6gのナイアシンを経口的に与えた。そのうち51人は、1年間以上投与を続けたが、40人は、投与前の値327mg/dlに対して、250mg/dl以下に低下した。同時に、血漿中、脂肪酸量およびコレステリン磷脂質の比の値も低下した。

冠動脈および末梢動脈不全に対するナイアシンの効果は認められるが、動脈硬化の諸症状に対しては臨床的な効果は認められず、ナイアシン治療中または治療後に、動脈硬化症で死亡した人は11人におよんだ。

副作用として、胃腸障碍、皮膚発赤、肝機能障碍、耐糖力低下、高尿酸血症、稀には黄疸があらわれることがある。

これらの作用の機構は不明である。

Hypercholesteremia and Nicotinic Acid

KENNETH G. BERGE et. al

The Amer. Jour. of Med. 31, 24 (1) (1961)

(小 池)