国内栽培油脂用ひまわり種子脂質の品質性状†

山崎 恵*・長尾昭彦*・笠野秀雄**・木村正義**

The Characteristics and Qualities of Seed Oils from Various
Sunflowers Grown in Japan

(The Domestic Resources of Fats and Oils Part I)

Megumi YAMAZAKI*, Akihiko NAGAO*, Hideo KASANO** and Masayoshi KIMURA**

* National Food Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
2-1-2 Kannondai, Yatabe-machi, Tsukuba-gun, Ibaraki, 305** Industrial Crop Laboratory, The Hokkaido National Agricultural Experiment
Station, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2 Fukuro,
Engarucho, Monbetsu-gun, Hokkaido, 099-04

Four varieties of sunflower seed from USA, USSR and France were grown in Hokkaido. The weight percent of kernel and hull, lipid composition, fatty acid composition and tocopherol content of them were determined. The kernel was 71.5~78.2% of the seed weight. The lipid contents in the kernel were 52.7~59.8%, while in the hull 2.0~3.2%. The major component in the kernel and hull lipids was triglyceride. The triglyceride in the kernel lipids was 97.3~98.9%, and in the hull lipids was 81.2~86.9%. The other components except for triglyceride in the hull lipids were free fatty acid 4.3~5.5%, sterol (contain alcohol) 3.5~6.7%, sterol esters (contain alcohol ester) 2.1~3.0%, monoglyceride 0.9~2.3% and diglyceride about 1.4%. Main fatty acid in the seed lipids was linoleic acid (67.7~70.7%), followed by oleic acid (16.5~19.9%), palmitic acid (5.7~6.4%) and stearic acid (4.4~5.6%). Linolenic acid was less than 0.2%. From the result of tocopherol analysis by high performance liquid chromatography, alpha tocopherol was the main component and amounted to 94.4~96.3% of total tocopherol. (Received Nov. 15, 1983)

国産原料を用いて製造されている主な油脂として米ぬか油、魚油、豚脂などがある¹⁾。これらの油脂を含め国産油脂生産の見通しには厳しいものがある。米ぬか油の生産は原料の米ぬかに依存し、米ぬかは米の消費あるいは生産に制約される。米の消費の落ち込みにより現在、水田転換策が推進されている状況や米ぬかの用途が多方面に渡る、例えば飼料用、漬物用、茸栽培用、肥料用などの状況は米ぬか油の生産を脅かすものである。魚油は国産油脂のなかで最も多く生産されている油脂であるが200カイリ専管水域の設定により自由に漁獲できる水域が減少したことや有限な生物資源である現実から増産は

期待できない。豚脂は豚の生産に依存する。しかし豚肉の需要や輸入飼料に頼っている現状に問題も多い。日本は小さな島国で、さらに農耕適地に不足している状況から自給にはおのずと限界がある。従って、貿易立国を是として生活の糧を得てきた。しかし貿易立国の成立は関係国に紛争がないこと、農産物輸出国からの供給に問題（異常気象、異常病虫害の発生、農業用水の不足、港湾ストライキなど）がないことが必要な前提条件となっている。

我が国の油脂類の自給率（昭和56年）は29%であるが、植物油脂に限った場合は6%と低い。国産油脂資源

† 未利用国内産油脂資源（第1報）

* 農林水産省食品総合研究所（〒305 茨城県筑波郡谷田部町観音台 2-1-2）

** 農林水産省北海道農業試験場特用作物研究室（〒099-04 北海道紋別郡遠軽町字福路 2）

の確保のための自助努力が要望される。国民当たりの油脂類の供給熱量は 14.1% と決して高い割合ではない。しかし、油脂資源が一般に高蛋白質資源であることをも考慮に入れると重要な意義をもっているものと考ええる。

最近、北海道において連作障害の防除の目的や小麦播種期を乱すことのない前作物として油糧用ひまわりの試験栽培がなされ、一部、実用化の方向にある。また本州においても転換畑用作物として全国農業協同組合（全農）を中心に栽培に関するプロジェクト研究が行われた。日本における油脂用ひまわりの栽培の歴史は浅い。従って国産油脂用ひまわり油脂に関して詳細な品質性状は明らかにされていない。そこで食用油脂としての品質評価を目的として、また品種選択のための一資料となることを期待して国内産油脂用ひまわり種子の成分、脂質の品質性状を明らかにした。

実験方法

1. 試料

Peredovik, Sunbred 212, ISG 907, INRA 6501 の4品種の油脂用ひまわり種子を用いた。これら品種の来歴および種子の登熟条件は Table 1 に示した。

2. 水分、蛋白質および脂質含量の測定

水分、蛋白質含量は基準油脂分析試験法²⁾に準じ、脂質含量は Folch らの方法³⁾に従って抽出し、溶媒溜去後測定した。

3. 脱殻

無理な力を加え種仁 (Kernel) から殻へ脂質の浸出移行を避けるために手作業で行った。

4. 屈折率 (RI), ヨウ素価 (IV), 不けん化物の測定

基準油脂分析試験法⁴⁾に準じた。

5. 脂質組成

ケイ酸カラムクロマトグラフィー (ケイ酸 15 g に対し脂質 150~200 mg, クロロホルムにより溶出) により極性脂質を除去した後、地神ら⁵⁾の方法を一部改めた

TLC-デンストメトリーにより測定を行った。すなわち、市販のシリカゲルプレート (20×20 cm, 厚さ 0.25 mm, シリカゲル 60, メルク社製 No 5721) に試料を付着後、1回目の展開はベンゼン: ジエチルエーテル: エタノール: 28% アンモニア水 (50: 2: 0.5, v/v) を用い原点より 12 cm まで展開し、風乾後、2回目の展開はヘキサン: ジエチルエーテル (94: 6, v/v) を用い同方向に原点より 16 cm まで展開した。発色はヨウ素蒸気法を採用した。TLC プレート上で分離したスポットの濃度測定は島津 TLC スキャナー CS-910 を使用して行った。標準物質としてトリオレイン, ジオレイン, モノオレイン, オレイン酸, コレステロール, コレステロールオレエートおよびメチルオレエートの混合物についても同時に展開した。

6. 脂肪酸組成

ガスクロマトグラフィーにより分析を行った⁶⁾。装置は島津 GC-7 AG (FID), カラムは Silar 5 CP (ガスクロ工業製) を被覆した G-SCOT カラム (40 m×0.28 mm) を用いた。キャリアガス N₂ の流量比は 0.95 ml/min (スプリット比, 1/58)。カラム温度 190°C, 検出器温度 230°C。同一操作条件のもとで標準混合試料 (ガスクロ工業, AL 110 Y) について測定を行い定量性を確認した。

7. トコフェロールの測定

高速液体クロマトグラフィーにより測定を行った。装置は ATTO HSLC-013-S を、カラムは Spherisorb S5W (4.6×200 mm), プレカラムに Unisil Q 30 (4.0×50 mm) を用い、検出器は島津螢光光度計 RF-500 (Ex 298 nm, Em 325 nm) を用いた。溶媒はヘキサン: イソプロピルアルコール (99.75: 0.25, v/v, 1.4 ml/min) を用いた。

実験結果

1. 種子の一般組成

種子の一般組成は Table 2 に示す通りである。水分は

Table 1 Varieties and ripening conditions of sunflower seeds

Variety	Source	Date of flowering	Date of harvesting	Average temp (°C) from flowering to harvesting
INRA 6501	France hybrid	Aug. 9	Sept. 16	20.1
ISG 907	USA hybrid	Aug. 5	Sept. 13	20.9
Peredovik	USSR open polinated	Aug. 14	Sept. 21	20.1
Sunbred 212	USA hybrid	Aug. 8	Sept. 18	20.3

* The place of experimental planting: 44°4' N, Long. 143°31' E

Table 2 Composition of sunflower seeds (%)

Variety	Moisture	Protein	Lipid
INRA 6501	5.9	16.9	38.3
ISG 907	5.3	15.4	45.7
Peredovik	5.4	19.3	44.3
Sunbred 212	5.3	17.0	45.7

5.3～5.9% の範囲内にあり、蛋白質含量は Peredovik が高く、ISG 907 が低かった。ISG 907, Sunbred 212 は 45.7% と高油分を、INRA 6501 は 38.3% と 4 品種中一番低い油分を示した。供試試料の油分は油脂用なたね種子の油分とはほぼ同等の数値であった。

2. 種仁および殻の重量比、およびそれらの脂質含量
種仁（皮膜を含む）および殻の重量比、種仁（皮膜を含む）および殻中の脂質含量は Table 3 に示した。殻重量比は、INRA 6501 が 4 品種中一番高かった。INRA 6501 の低油分は殻重量比の高さに対応している。

3. 脂質特性

脂質特性は Table 4 に示した通りである。ヨウ素価は 135.8～138.3 の範囲内にあった。日本農林規格⁷⁾によるとひまわり原油は、屈折率 1.471～1.475, ヨウ素価 120～142, 不けん化物 1.5% 以下に収まるものとされているので、これら供試油は何れも規格の範囲内にあると言えた。

4. 脂質組成

種仁脂質 および 殻脂質の脂質組成を Table 3 に示した。種仁脂質、殻脂質ともその主成分はトリグリセリドであるが前者のトリグリセリド純度は高いものであった。殻脂質ではトリグリセリド以外の成分として遊離脂肪酸、ステロール類を数%含有していた。採用した TLC の展開条件では *n*-アルコールとステロール、*n*-アルコールエステルとステロールエステルは同じ *R_f* 値を示した。従ってステロール類という表現には *n*-アルコールを、またステロールエステル類には *n*-アルコールエ

Table 4 Characteristics of sunflower seed lipid

Variety	Refractive index (20°C)	Iodine number	Unsaponifiable matter (%)
INRA 6501	1.4754	135.8	1.3
ISG 907	1.4754	138.3	1.4
Peredovik	1.4753	136.6	1.4
Sunbred 212	1.4755	136.9	1.5

テルを含むものである。ひまわり油脂を冷蔵した際に生じる“くもり”の原因は油脂中のロウ（アルコールエステル）に起因するものと指摘⁸⁾されている。脱ロウはウインターレゼーションにより行われるがひまわり油脂においては油脂中の粘着性物質によりロウの結晶形成、あるいは汜過が妨害されてむずかしいものとされている。供試ひまわり種子脂質中のステロール類、ステロールエステル類に占める殻脂質由来のステロール類、ステロールエステル類は、それぞれ 15～37%, 4～13% であった。従ってひまわり油脂中のロウ分を減少させるという意味で脱殻が望ましいものと考えられる。

5. 脂肪酸組成

種子脂質の脂肪酸組成を Table 6 に示した。リノール酸がその大半を占め、約 68～71% であった。一般的な GLC による脂肪酸分析条件、すなわちジエチレンジライコールサクシネート被覆カラムを使用する分析ではリノレン酸とイコセン酸 (20:1) が同一ピークとして現われ正確な定量が出来ない。そこで毛细管カラムの使用によりリノレン酸、イコセン酸を完全に分離し同定と定量を行った結果、リノレン酸は極く微量の 0.1～0.2% であった。

6. トコフェロール (Toc) の含有量

Toc の含有量 (μg/g) を Table 7 に示した。各供試料とも α-Toc が圧倒的に多く、その割合は 94～96% を示し、次いで β-Toc, γ-Toc と続いた。δ-Toc については痕跡の存在を確認した。

Table 3 Weight and lipid content of kernel and hull

Variety	Kernel (%)			Hull (%)		
	weight	lipid	lipid per seed	weight	lipid	lipid per seed
INRA 6501	71.5	52.7	(37.7)	28.5	2.0	(0.6)
ISG 907	75.1	59.8	(44.9)	24.9	3.2	(0.8)
Peredovik	78.2	56.0	(43.8)	21.8	2.3	(0.5)
Sunbred 212	76.1	59.4	(45.2)	23.9	2.0	(0.5)

Table 5 Lipid composition of kernel and hull

Variety	Kernel (%)						Hull (%)					
	Free fatty acid	Mono-glyceride	Di-glyceride	Tri-glyceride	Sterol	Sterol ester	Free fatty acid	Mono-glyceride	Di-glyceride	Tri-glyceride	Sterol	Sterol ester
INRA 6501	1.1	trace	0.4	97.9	0.2	0.3	5.5	2.3	1.4	81.2	6.7	2.9
ISG 907	0.9	trace	0.3	98.1	0.2	0.4	4.3	0.9	1.6	86.9	3.5	2.7
Peredovik	0.6	trace	0.1	98.9	0.1	0.2	5.0	1.7	1.4	84.4	5.3	2.1
Sunbred 212	1.4	trace	0.2	97.3	0.3	0.7	5.0	trace	1.2	85.8	4.9	3.0

Table 6 Fatty acid composition of sunflower seed lipid (%)

Variety	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	Un-known	20:0	20:1	22:0
INRA 6501	6.43	4.91	19.37	67.69	0.13	0.24	0.35	0.17	0.95
ISG 907	6.33	5.57	16.54	69.91	0.15	trace	0.37	0.19	0.69
Peredovik	6.21	4.38	17.61	70.75	0.16	trace	0.24	0.11	0.54
Sunbred 212	5.66	4.91	19.90	67.96	0.09	0.27	0.49	0.15	0.56

Table 7 Tocopherol content in sunflower seed lipid

Variety	Tocopherol (μg/g)			
	Alpha	Beta	Gamma	Delta
INRA 6501	701.6	24.6	2.3	trace
ISG 907	932.2	32.8	trace	trace
Peredovik	769.0	34.5	6.7	trace
Sunbred 212	737.9	43.8	0.1	trace

考 察

現在、我が国で油糧種子としてなたねが栽培されている。そこで同じ油糧種子である供試ひまわりから得られたデータとなたねに関して得られた情報（文献値など）を比較してみた。

在来種なたね脂質はエルカ酸を多量に含んでいる。エルカ酸含有脂質は栄養価が劣る（体重増の減少，心臓障害）ことが指摘されている。現在生産されているカナダ産なたねは品種改良により殆んどエルカ酸を含有していない。なたね脂質はエルカ酸以外の問題として、在来種、改良種ともに3個の二重結合をもつリノレン酸を7～15% 含み酸化安定性に難を示す点がある。脂肪酸組成に関して供試ひまわり脂質は、エルカ酸を含有せず、またリノレン酸は0.1% 程度の痕跡に過ぎなかった。リノ

レン酸を殆んど含んでいないひまわり油脂は、とうもろこし油脂とともに調理用、揚物用油脂としてすぐれた油脂と評価されている。

供試ひまわり脂質の脂肪酸組成における特徴的な点はリノレン酸の含有比が際立って高い点であった。67～70%の含有比を示した。一方、飽和脂肪酸は10～12%と低いものであった。飽和脂肪酸が少なく、リノール酸の多い食事構成はアテローム性動脈硬化症に対して予防および回復効果を示すものと⁹⁾、また高食塩食により誘導された高血圧はリノール酸の摂取増により抑制された¹⁰⁾と言われている。この点、リノール酸の高含有比を示した供試ひまわり脂質は、栄養上重要な意義をもつものと思われる。ただし、栄養上の意義は「酸化していない」ことが必要条件とされていることに注意しなければならない。二重結合数2個のリノール酸は、二重結合数1個のオレイン酸より酸化速度が速い。リノール酸を多量に含む油脂の保存には酸化に対する十分な注意が要求される。

Tocはトコトリエノールとともに不妊回復効果を有することから別名、ビタミンEとも呼ばれている。抗不妊ビタミンとしての研究過程で、その生理機能は抗酸化作用^{11),12)}によるものと理解され、不妊回復効果以外に脂質の過酸化に由来する他の臨床例にも有効であると言われている^{13),14)}。Tocの生物活性は同族体により異なり

α -Toc が一番高い活性を有し、次いで β -, γ -および δ -Toc の順番である。またトコトリエノールは対応する Toc よりかなり低い。供試ひまわり脂質の全試料において α -Toc の占める割合が 94~96% であったことや、 α -Toc の含有量が 700 ($\mu\text{g/g}$) をオーバーした点は注目に値するものであった。ちなみになたね原油の総 Toc 量は 638.1 ($\mu\text{g/g}$) で、そのうち α -Toc が約 30% を占めていたとの報告がある¹⁵⁾。

供試ひまわり種子中の蛋白質含量は 15~19% を示した (Table 2)。ひまわりミール中には大豆と同程度 (45~50%) の蛋白質が含まれているという¹⁶⁾。脱脂後の粕は飼料として、ミールとしての利用が期待される。Brassica 属のなたねは、この属に特有な含硫配糖体を含んでいる。搾油の際、含硫配糖体は酵素ミロシナーゼの作用により甲状腺肥大作用を示すイソチオシアネートなどを生成する。このため飼料としての利用に問題があった。その後、熱水処理による酵素の不活性化、あるいは品種改良による低含硫配糖体化により飼料としての利用に道が開かれた¹⁷⁾。しかし、食用としての利用の話は聞かない。

以上、供試ひまわりは、含有脂質の品質性状から油脂資源としてすばらしい可能性を秘めた作物として期待される。しかし、ひまわりはその構造上台風に弱いことや病虫害、特に菌核病におかされ易いこと、また鳥害（特にカラヒワが好んで食べに来る）などは、栽培規模が大きくなった場合、大被害を蒙ることが予想される。栽培上の検討課題となろう。

要 約

国内で栽培された 4 品種 (INRA 6501, ISG 907, Peredovik, Sunbred 212) の油脂用ひまわり種子の成分および脂質の品質性状を明らかにした。

(1) 種子中の殻の割合は、INRA 6501 が 4 品種中一番高く 28.5% を占めた。これに対応し同種は油分が低く 37.7% であった。ISG 907, Sunbred 212 の種子中の脂質量は 59.8%, 59.4% を示し、種子中では 44.9%, 45.2% と高い油分を示した。各種とも殻中に 2.0~3.2% の脂質を含有していた。種子中の蛋白質含量は 15.4~19.3% を算え蛋白資源としても有望と考えられる。

(2) 種子脂質のヨウ素価 (135.8~138.3) は高く、乾性油としての性質を示すものであった。不けん化物は 1.3~1.5% 存在した。

(3) 種仁脂質中のトリグセリドは 97.3~98.9% の高割合を示した。殻中脂質の主成分は種仁脂質と同じようにトリグセリドであったが、トリグセリド以外の成分として遊離脂肪酸、ステロール類、ステロールエステル類をそれぞれ数 % 含有していた。

(4) 種子脂質の主要脂肪酸はリノール酸で 67.7~70.5% を占めた。調理および保存上問題となるリノレン酸は非常に低量で 0.1~0.2% 程度のものであった。

(5) 種子脂質はビタミン E としての Toc を 728~965 ($\mu\text{g/g}$) 含有していた。生体内での酸化防止活性が Toc 異性体中で最も高いと言われている α -Toc を 94~96% 含有していた。

文 献

- 1) わが国の油脂事情, 農林水産省食品油脂課, p. 76 (1983).
- 2) 基準油脂分析試験法, 日本油化学協会, 1.1.3.2 a-71, 1.1.4.5 b-71 (1981).
- 3) FOLCH, J., LEES, M. and STANLEY, G. H. S.: *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 (1957).
- 4) 基準油脂分析試験法, 日本油化学協会, 2.3.3-71, 2.4.5.1-71, 2.4.10-71 (1981).
- 5) 地神芳文・鈴木 修・中里 敏: 油化学, **28**, 817 (1979).
- 6) NAGAO, A. and YAMAZAKI, M.: *Yukagaku*, **32**, 207 (1983).
- 7) 油糧統計年報, 農林省食品流通局, p. 345, 昭和 50 年版 (1976).
- 8) MORRISON, W. H. III. and ROBERTSON, J. A.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **52**, 148 (1975).
- 9) National Heart Foundation of Australia, *Med. J. Aust.*, **1**, 575, 616, 663 (1974).
- 10) TRIEBE, G., BLOCH, H. and FURSTER, W.: *Acta. Biol. Med. Germ.*, **35**, 1223 (1976).
- 11) DAM, H.: *Pharmacol. Rev.*, **9**, 1 (1962).
- 12) SCOTT, M. L.: *Nutr. Abstr. Rev.*, **32**, 1 (1962).
- 13) 福沢健治: 過酸化脂質と疾患, 第 1 版 (医学書院, 東京), p. 123 (1981).
- 14) 木畑正義: 過酸化脂質と疾患, 第 1 版 (医学書院, 東京), p. 197 (1981).
- 15) 兼松 弘, 牛草寿昭, 丸山武紀, 新谷 助, 麓大三, 豊田 健, 川口良成, 松本太郎: 油化学, **32**, 122 (1983).
- 16) LANGSTRAAT, A.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 241 (1976).
- 17) 中谷哲郎: 油脂, **25**, 76 (1972).

(昭和 58 年 11 月 15 日受理)