

# とうもろこしの種子および葉の 脂溶性成分に関する研究

大西正男

農産化学科食品化学研究室

## 1. 目 的

とうもろこしは、十勝地方の代表的な農産物で、食用、飼料および加工用に使用されている。とうもろこし種子については、食品栄養学的研究が各方面からなされており、脂溶性成分についても成熟期間中の変化、各部位での分布など、多くの研究があるが、各脂質クラスの化学組成はまだ系統的には調べられていない。また、とうもろこしは光合成能力の高い代表的なC<sub>4</sub>植物であるが、その葉緑体を構築する脂質成分の性状は不明である。著者は、とうもろこし種子（スイートコーン、ゴールドンバンダム種）全体の脂溶性成分の特性を解析するとともに、C<sub>4</sub>植物の葉緑体脂質の化学的性状を明らかにしようとした。

## 2. 方 法

全脂質は、既報の方法にしたがって調製した。これらを主としてケイ酸カラムクロマトグラフィーに供し、個々の脂質クラスを分離精製した。脂質の種類と相対割合は、ケイ酸薄層クロマトグラフィーとデンスシトメトリーを併用して調べた。クロロフィルはMackinneyの方法にしたがって定量した。分離したトリアシルグリセロールとリン脂質については、酵素分解を行なってC-1位（およびC-3位）とC-2位に結合する脂肪酸の組成を解析した。ステロール系脂質の構成成分の組成は、酸分解したのち主としてガスクロマトグラフィーで分析した。セラミド系脂質は、そのままトリメチルシリルエーテル誘導体としてガスクロマトグラフィー-質量分析計に供し、主要分子種の構造を調べた。

## 3. 結 果

### (1) とうもろこし種子の脂質

#### a) 脂質の収量と組成

種子（水分含量3.2%）の全脂質は9.4%で、中性脂質、糖脂質およびリン脂質画分の割合は95:2:3であった。各脂質クラスの相対割合を表1に示す。全体としては、トリアシルグリセロールが約70%を占め、次いで遊離脂肪酸と遊離ステロール類が主な脂質成分であった。

#### b) グリセリド系脂質

トリアシルグリセロール、主要なリン脂質および2種のグリセロ糖脂質の脂肪酸組成を表2に示す。主要な構成脂肪酸は、いずれもリノール酸（18:2）とオレイン酸（18:1）であったが、

表1. とうもろこし種子中の脂質クラスの組成

脂 質	全脂質に対する割合(%)
<b>中性脂質</b>	
トリアシルグリセロール	68.3
遊離脂肪酸	16.5
4-デメチルステロール	3.0
アシルステロール	1.7
4-モノメチルステロール	1.3
モノアシルグリセロール	1.1
ジアシルグリセロール	1.1
4, 4-ジメチルステロール	0.6
<b>糖脂質</b>	
モノグリコシルステロール	0.7
モノグリコシルセラミド	0.6
アシルモノグリコシルステロール	0.3
モノグリコシルジアシルグリセロール	0.3
ジグリコシルジアシルグリセロール	0.2
(セラミド)	0.1
ジグリコシルステロール	< 0.1
そ の 他	1.2
<b>リン脂質</b>	
ホスファチジルコリン	1.5
ホスファチジルエタノールアミン	0.5
ホスファチジルイノシトール	0.4
ホスファチジルグリセロール	0.1
リゾホスファチジルコリン	< 0.1
そ の 他	0.6

リン脂質ではパルミチン酸(16:0)の割合が少し高く、また糖脂質ではリノレン酸(18:3)も主要酸の1つであった。脂肪酸の位置的分布を見ると、一般にC-1位ではC-2位と比べて飽和酸の占める割合が高かった。またトリアシルグリセロール、ホスファチジルエタノールアミンおよびホスファチジルコリンでは、C-2位は大部分が不飽和酸から構成されていたが、ホスファチジルイノシトールでは他の3者とは異なってパルミチン酸の割合も高かった。グリセロ脂質の構成糖は、ガラクトース(80%以上)とグルコース(15~20%)とであった。

c) ステロール系脂質の特性

2種の中性ステロール脂質と5種の極性ステロール脂質が検出された。これらの構成4-デメチルステロールとしては、いずれもシトステロール(58~77%)とカンベステロール(20~25%)が主なものであった。そのほかに、微量成分としてスチグマステロール(2~10%)、 $\Delta^7$ -スチグマステノール(0.1~7%)などが検出された。モノ-, ジ-, トリーおよびテトラグリコシルステロールの構成糖は、いずれもほとんどグルコースであったが、オリゴグリコシル型ではガ

表2. とうもろこし種子中の主要なグリセリド系脂質の脂肪酸組成(%)

脂肪酸	トリアシル			ホスファチジル			ホスファチジル			ホスファチジル			モノ			ジ		
	グリセロール			エタノールアミン			コリン			イノシトール			シノ			グリ		
	全	C	C	全	C	C	全	C	C	全	C	C	全	C	C	全	C	C
位	位	位	位	位	位	位	位	位	位	位	位	位	位	位	位	位	位	位
16:0	10.9	14.5	17.5	3.3	21.6	33.7	8.4	18.4	39.1	1.8	24.9	43.2	16.4	9.7	15.2			
16:1	0.1	1.0	0.8	0.4	0.8	0.9	0.7	0.5	0.8	0.6	0.7	1.2	1.8	2.5	2.9			
18:0	2.3	3.6	2.7	1.1	0.8	1.5	0.8	1.2	0.7	0.3	3.1	9.2	2.4	2.2	4.1			
18:1	32.9	41.1	47.5	41.6	27.2	24.0	24.6	25.8	22.8	34.7	27.0	22.3	28.6	37.8	21.8			
18:2	51.3	39.1	30.9	53.0	48.0	39.1	64.7	49.5	34.6	56.8	43.0	24.1	49.4	30.1	31.8			
18:3	2.5	0.7	0.6	0.6	1.6	0.8	0.8	4.6	2.0	5.8	1.3	<0.1	1.4	17.7	24.2			
飽和酸	13.2	18.1	20.2	4.4	22.4	35.2	9.2	19.6	39.8	2.1	28.0	52.4	18.8	11.9	19.3			
不飽和酸	86.8	81.9	79.8	95.6	77.6	64.8	90.8	80.4	60.2	97.9	72.0	47.6	81.2	88.1	80.7			

ラクトースも検出された。オリゴグリコシルステロールは米粒中に初めて見出された新糖脂質群で、小麦穀粒中には存在しないことから、その分布は限られているようである。アシルモノグリコシルステロールの主要な構成脂肪酸はパルミチン酸（41%）とリノール酸（38%）、またアシルステロールのそれはリノール酸（62%）とオレイン酸（16%）であった。

#### d) セラミド系脂質の特性

遊離セラミドとセレブロシド（モノグリコシルセラミド）が分離された。両者の主要分子種は、それぞれN-2'-ヒドロキシリグノセロイル-4-ヒドロキシルスフィンガニンおよび1-O-グルコシル-N-2'-ヒドロキシアラキジル-4, 8-スフィンガジエニンと特徴づけられた。

#### (2) とうもろこし葉の脂質

とうもろこし葉の全脂質含量は1.2~1.7%で、そのうちクロロフィルが8.2~10.5%を占めていた。また葉緑体のチラコイド膜を構築する脂質成分である糖脂質の割合は41~55%であった。代表的な葉緑体脂質の構成脂肪酸の組成を表3に示す。糖脂質の主要酸は、共通してリノレン酸とパルミチン酸であったが、両脂肪酸の割合は大きく異なっていた。ホスファチジルグリセロールで

表3. とうもろこし葉中の葉緑体脂質の脂肪酸組成(%)

脂肪酸	モノグリコシル ジアシルグリセロール	ジグリコシル ジアシルグリセロール	スルホキノボシル ジアシルグリセロール	ホスファチジル グリセロール
14:0	0.6	0.3	0.8	0.7
16:0	4.9	17.8	36.4	29.2
16:1*	—	—	—	8.4
16:2	0.5	0.7	1.7	—
18:0	0.9	2.6	4.0	4.3
18:1	1.0	2.9	6.4	5.3
18:2	2.2	6.5	7.7	30.3
18:3	88.9	67.4	37.1	20.7
その他	1.0	1.8	5.9	1.1

\* トランス-3-ヘキサデセン酸

は、他の葉緑体脂質と比べて特異的にリノール酸の割合が高かった。葉の成育に伴って、スルホキノボシルジグリセリドではパルミチン酸の割合が増加したが、他の脂質クラスの脂肪酸組成には経時的な変化は認められなかった。

#### 4. 考 察

とうもろこし種子の脂質含量は、一般に4%前後であるが、スイートコーンは他の品種と比べてかなり高含量の脂質を含むことが知られている。この脂質の特徴としては、他の穀物脂質と比べて中性脂質含量が高いことで、とくに大部分がトリアシルグリセロールから構成されているので、カロリー的には栄養価値が高いことが裏付けられた。また、全脂質の脂肪酸を比較すると、今回の試料では他

の報告と比べてオレイン酸の割合がやや高く、リノール酸含量が少し低かった。ステロール系脂質の構成 4-デメチルステロールは、一般的な植物ステロールのパターンであったが、スチグマステロールの割合は小麦よりも高く、米粒よりも低かった。微量成分であるセレブロシドの化学的特性は米粒中のそれと極めて類似しており、小麦のものとは顕著に異なっていた。また、とうもろこし種子では米粒に分布するオリゴグリコシルステロールが存在することなどから、糖脂質の特性から見ると、とうもろこしと稲は生物学的関連が高いと考えられる。

とうもろこし葉の葉緑体を構築する脂質クラスの化学的性状と経時的変化を調査したが、C<sub>3</sub>植物である稲の葉のそれらと比べて本質的なちがいは見出されなかった。