

Elf verschiedene Höhen von d- $\alpha$ -Tocopherolacetat im Bereich von (einschließlich) 0 mg bis 3,73 mg per 100 g Nahrung wurden verwendet.

Innerhalb des Bereichs der verwendeten Höhen von Linolsäure waren die Häufigkeiten von Encephalomalazie in den verschiedenen Gruppen durch die Höhen des d- $\alpha$ -Tocopherolacetats bestimmt und abhängig von den Höhen von Linolsäure.

Die Mittelwerte der bei einer gegebenen Höhe von Tocopherol gefundenen Häufigkeit von Encephalomalacie liegen auf einer gleichmäßig verlaufenden Kurve, wenn dieselben gegen den Logarithmus der Tocopherolhöhe graphisch aufgeführt werden.

### *References*

1. DAM, H. and E. SØNDERGAARD, Z. Ernährungswiss. 5, 73 (1964). — 2. DAM, H. and E. SØNDERGAARD, Acta Pharmacol. Toxicol. 9, 131 (1953). — 3. DAM, H., S. HARTMANN, J. E. JACOBSEN, and E. SØNDERGAARD, Acta Physiol. Scand. 41, 149 (1957). — 4. DAM, H. and E. SØNDERGAARD Z. Ernährungswiss. 2, 217 (1962).

#### Authors' address:

E. SØNDERGAARD and H. DAM,

Department of Biochemistry and Nutrition, Polytechnic Institute, Copenhagen (Denmark)

*Institut für Chemie und Lebensmitteluntersuchung der Hauptstadt Budapest (Ungarn)*

## Thermo-analytische Untersuchungen von Sterinen

Von BÉLA LÓRÁNT

Mit 9 Abbildungen und 10 Tabellen

(Eingegangen am 24. Februar 1966)

Über die aromatischen Crackprodukte von Sterinen wurde von L. SCHMID und seinen Mitarbeiter veröffentlicht (1, 2, 3). Die Verfasser bestätigten, daß die untersuchten Stoffe (Cholesterin, Phytosterin und Ergosterin) verschiedene, aromatische Produkte lieferten, wenn diese einem Crackprozeß unterworfen wurden. Unter diesen waren Phenantrenabkömmlinge, Zersetzungssprodukte des Cholansystems, sogar auch Methylcyclophenanthen.

Inzwischen haben wir mehrere thermo-analytische Untersuchungen mit dem Gerät „Derivatograph“ durchgeführt (4, 5, 6), deren Ergebnisse uns veranlaßten, die Zersetzung von Steroiden auch thermo-analytisch zu untersuchen. Damit konnten wir viele analytische und andere Fragen lösen.

Über die Thermo-analyse, bzw. das Derivatograph findet man in der Fachliteratur viele Publikationen (7, 8), hier möchten wir über unseres Gerät nur eine kurze Zusammenfassung geben.

Das Gerät ist eigentlich eine thermo-analytische Waage, welche zur gleichen Zeit drei Funktionen erfüllt:

1. Durch das Gerät wird die Gewichtsveränderung des zur Untersuchung eingewogenen Stoffes unter der Hitzeinwirkung kontinuierlich registriert, Kurve TG.

2. Ebenso, wird die Temperaturveränderung (Kurve T) während des Aufheizen des elektrischen Gerätofen, durch welchem man die Hitzeinwirkung auf den zu untersuchenden Stoff zustände bringt, registriert. Aber nicht nur die Temperaturmessung des Ofenraumes wird durchgeführt, sondern auch dieselbe im Inneren des untersuchenden Stoffes und auch eines im Raum des Ofens anwesenden inerten Stoffes,  $Al_2O_3$ ; die Temperatur des ersten läuft abhängig von dem exo-, bzw. endothermen Weg der Reaktionen vorwärts oder bleibt

zurück. Dieselbe des incerten Stoffes ist der Ofentemperatur proportional, dadurch gelangt uns zur Kenntnis, in welcher Richtung die chemischen Reaktionen aus thermischem Gesichtspunkte ablaufen (Kurve DTA).

3. Die Verlangsamung, bzw. die Beschleunigung einer Reaktion ergibt durch den Ausschlag der Waage in einer zwischen die Pole eines konstanten Magnets fallenden Spule – welche von dem Balken der Waage abhängt – elektrischen Strom von wechselnder Richtung. Die Veränderung des Stromes wird durch ein Galvanometer – ähnlich, wie die oben erwähnten Daten – auf einem Photopapier registriert: Kurve DTG, die so erhaltene Kurve, bzw. ihre Stufen bezeichnen die einzelnen Gewichtsverluste der nacheinander ablaufenden Reaktionen durch ihre Projektionen an der Kurve TG. Die so begrenzten Gewichtsveränderungen können wir so zum analytischen, wie auch zum Forschungszweck benützen, es ist nur ein Vergleichen zwischen den erhaltenen und den berechneten Daten notwendig, um zu entscheiden, welche Reaktion verlaufen wird.

### Allgemeines über die Derivatogramme der Steroide

Die Grenztemperatur aller nachfolgenden Aufnahmen war 600 °C, erreicht durch eine Aufheizungsgeschwindigkeit von 6 °C/min. Alle Stoffe wurden in Luft vercrackt; Chlosterin, Phytosterin und Lanosterin aber auch im Kohlendioxydstrom. Die letzteren Aufnahmen wurden gestört, weil die zu untersuchenden Mengen dieser Stoffe noch an der Luft eingewogen wurden. Den Reaktionsraum haben wir danach mit Kohlendioxyd durchströmt, wodurch wegen des verschiedenen spezifischen Gewichts der Luft und des Kohlendioxyds das Gleichgewicht der Waage verändert wurde; die zur Vercrackung notwendige Temperaturerhöhung steigerte dies noch. Die eingewogenen Mengen waren 0,15–0,16 g, sie wurden zur Vercrackung mit einem inerten Stoff ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) vermischt um dadurch den zu schnellen Zerfall und das eventuelle Aufschäumen des untersuchten Stoffes wegen der Hitzeeinwirkung zu verhindern, die Reaktionsgrenzen besser auseinander zu ziehen und dadurch die Reproduktion einiger Reaktionen zu verbessern.

Nach den zitierten Publikationen (1, 2, 3) wurden die untersuchten Stoffe durch Aufheizung auf bestimmten Temperaturen vercrackt, die verschiedenen Zersetzungspunkte hatten die Verfasser durch angemessene Prozesse abgetrennt und bestimmt. In unseren Untersuchungen wurden die Endtemperaturen der Derivatogramme stufenweise erreicht. So erhielten wir die Abkömmlinge der untersuchten Sterine ihrer Zersetzungsserie entsprechend, wodurch es möglich war die Mengen der entstandenen Abkömmlinge und die zu diesen gehörenden Temperaturen im Moment der Beendigung der nachfolgenden Reaktionen zu bestimmen. Die Serien der Abkömmlinge sind nicht stufenweise, ob man einen, oder anderen beobachten konnte, hängt von den Versuchsbedingungen ab.

### Aufnahmen des Cholesterins

Zwischen den beiden Aufnahmen, welche wir von diesem Stoff machten, kann ein wesentlicher Unterschied beobachtet werden. Bis 140 °C wird diese Stufe durch das wegen der Aufheizung auftretende, geringe Aufsteigen der DTA Kurve charakterisiert, später aber beobachtet man eine wesentlich ausgebildetere, exotherme Veränderung, welche nach einander folgenden Stufen durch die Abspaltungen der Seitenkette des Steroids, bzw. durch die Abspaltungen verschiedener Radikale bis zum Phenantrenring verursacht wurden. Auf der in Luft gemachten Aufnahme findet man an der DTA Kurve ein auch bei anderen

Steroiden charakteristisches, gewölbtes, nach diesem ein anderes, nadelförmiges Maximum, welches auf die Verbrennung der gasförmigen Zersetzungprodukten hinweist. Diese letzte wird in  $\text{CO}_2$  Atmosphäre ohne die gewölbte Stufe erreicht, und zwar stufenweise, in beiden Fällen bei  $400^\circ\text{C}$ . Bei Luftverbrennung folgt diese Stufe eine folgende von exothermem Charakter, in Kohlendioxyd ausgeführtem Zersetzen aber – obwohl Luftspuren hier auffindbar waren, – blieben die exothermen Perioden aus.

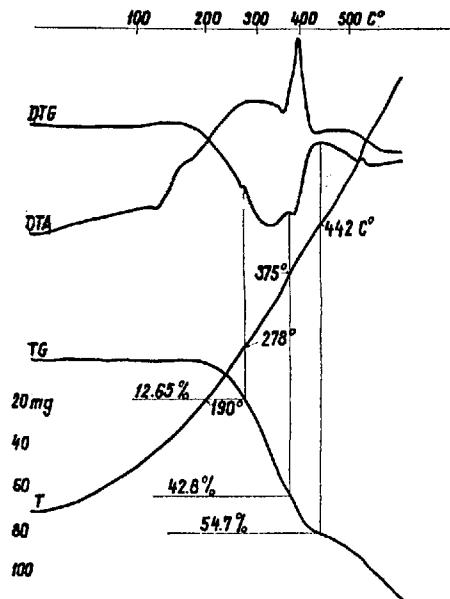
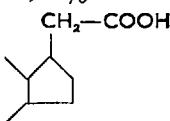
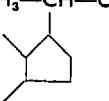


Abb. 1. Derivatogramm des Cholesterins, in Luft verbrannt.

### 1. Luftverbrennung

Die Kurve DTG bezeichnet das die erste Zersetzungsstufe bezeichnende erste Maximum bei  $286^\circ\text{C}$ , der bisher erreichte Gewichtsverlust ist nach der Kurve TG  $12,65\%$ . Annahmend, daß die Seitenkette des Cyclopentanringes

bis zum  beseitigt wurde, berechnet man die Menge des

Rückstandes für  $85,5\%$ , im Falle des Stoffes  aber

$89,2\%$ . Die Abweichung zwischen den gefundenen und beiden berechneten Werten wurde durch die Ablesungsschwierigkeit der Daten von der zu steilen TG-Kurve verursacht, bei welcher die Abtrennung der Seitenkette erfolgte. Auch unter Berücksichtigung der späteren Ergebnisse ist wahrscheinlich der letzte Wert richtig, so ist die Summe des gefundenen Verlustes  $12,6\%$  und der Menge des Rückstandes  $89,2\% : 101,8\%$ .

Das bei  $373^\circ\text{C}$  liegende nächste Maximum bezeichnet den Verlust von  $42,8\%$ . Man darf dazu das Äthylphenantrol, bzw. das Dimethylphenantrol mit

dem Rückstandwert 57,5% zuordnen, die Summe beider Werte ist 99,3%. In dieser Stufe erfolgte also die Abspaltung aller abspaltbaren Radikale bis zum Phenantrenskellett.

Die letzte Beobachtung war der bis 442 °C entstandene 54,7%ige Gewichtsverlust, welcher dem auf Phenenatrol gerechneten Restwert von 46,1% entspricht, ihrer Summe ist 100,8%.

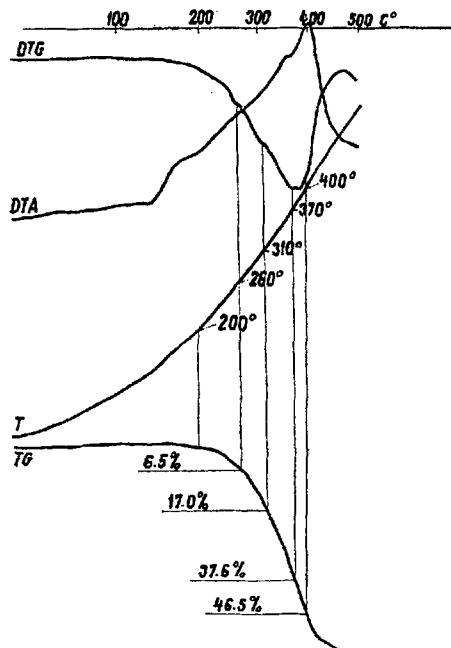


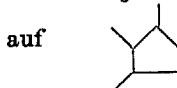
Abb. 2. Derivatogramm des Cholesterins, in  $\text{CO}_2$  verbrannt.

Die Abweichung der Summen von 100 wurde außer den obengenannten Ablesungsfehlern auch wegen der Unreinheit des Präparates verursacht, da es nur ein technisches Produkt war. Dies gilt auch für die anderen Substanzen.

## 2. Zersetzung in $\text{CO}_2$ -Atmosphäre

Die folgenden Maxima wurden beobachtet:

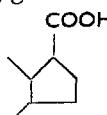
Bis 260 °C das erste, der dazu gehörende Gewichtsverlust beträgt 6,5%, der  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$



berechnete Rückstand ist 92,8%, somit die Summe

beider Werte 99,3%. Ein 17,0%iger Verlust gehört zu dem bei 310 °C liegen-

den, folgenden Maximum, auf



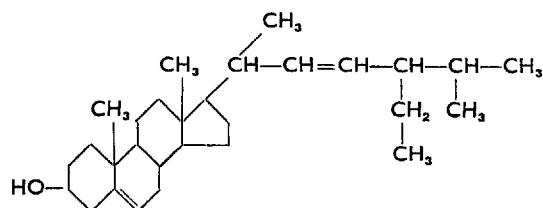
wird ein 82,4%iger Rückstand

gerechnet, das heißt, man erhielt als Summe 99,4%. Der bis 370 °C erhaltene Verlust – 37,6% – gehört zu dem 61,2%igen, gerechneten Rückstand des Methyläthylphenanthrols, die Summe beträgt 98,8%. Das letzte Maximum liegt bei 400 °C und bezeichnet einen 46,5%igen Verlust. An Methylphenantrol wird ein Rückstand von 54,0% berechnet und eine Summe von 100,5%.

Diese Summe, und ebenso die folgenden beweisen, daß wir für die berechneten Phasen die angegebenen Stoffen, bzw. ihre Gewichtsverluste zuordnen dürfen, und zwar um so mehr, als diese schon in früheren Arbeiten bestätigt wurden.

### Aufnahmen von Phytosterin

Von dem uns zur Verfügung stehenden Phytosterin machte die herstellende Firma keine näheren Angaben. Wir haben daher für unsere Berechnungen die Strukturformel des einen Phytosterins, des Stigmasterins zugrunde gelegt (9).



Wie beim Cholesterin gelang es uns durch die Ausschaltung der schädlichen Wirkung des Sauerstoffes mehrere, die ursprüngliche Form des Cholestan-skeletts enthaltende Abkömmlinge identifizieren. Die Kurve DTA hatte mit der der Cholesterinaufnahme eine große Ähnlichkeit.

#### 1. Verbrennung in Luft

Die erhaltenen Daten teilen wir ähnlich der früheren, aber kürzer mit:

Tabelle 1

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C		Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
15,4	290	$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$ 	83,7	99,1
22,5	320	$\text{COOH}$ 	76,9	99,4
41,6	365	Methyläthylphenanthrol	57,3	98,9
49,9	385	Methylphenantrol	50,6	100,5

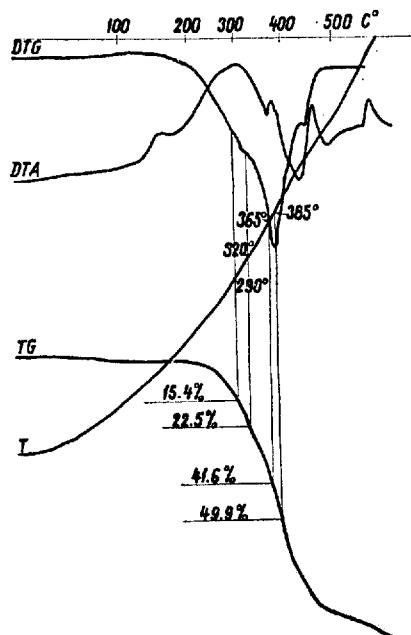


Abb. 3. Derivatogramm des Stigmasterins in Luft verbrannt.

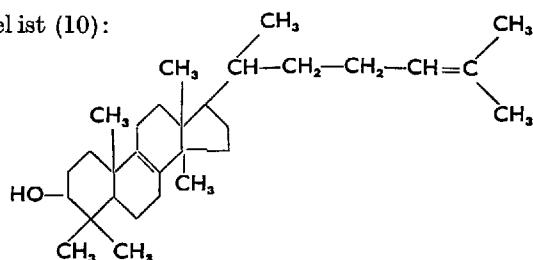
**2. Zersetzung in  $\text{CO}_2$ -Atmosphäre**  
Tabelle 2

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C		Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
9,4	320	$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ 	90,3	99,7
34,1	365		65,3	99,4

Weitere Phasen konnten nicht beobachtet werden.

**Aufnahmen von Lanosterin**

Seine Formel ist (10):



Wir erhielten auf dem Derivatogramm eine DTA-Kurve mit einem mit den vorhergehenden identischen Verlauf.

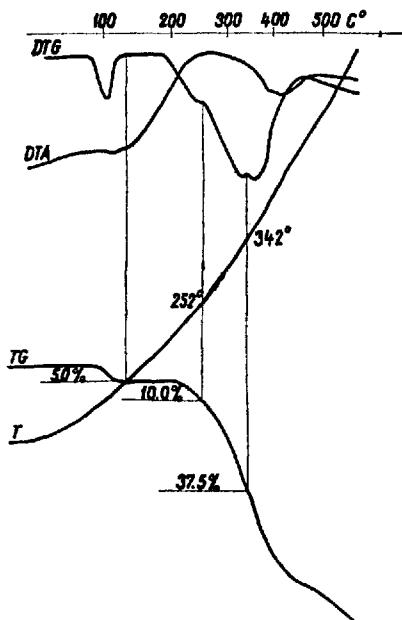


Abb. 4. Derivatogramm des Lanosterins in Luft verbrannt.

### 1. Verbrennung in Luft

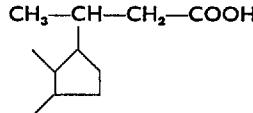
Tabelle 3

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C		Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
5,0	130	$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 	94,1	99,1
10,0	252	$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$ 	90,8	100,8
37,5	342	Methyläthyldimethylphenantrol	62,6	100,1

Die letzte Verbindung findet man nur bei den Zersetzungprodukten des Lanosterins. Bei den anderen Steroiden stehen an dem phenolischen Benzolring keine zwei Methylgruppen. Die Feststellung dieser Verbindung ist also charakteristisch für Lanosterin.

2. Zersetzung in CO<sub>2</sub>-Atmosphäre

Tabelle 4

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C		Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
5,0	130		94,1	99,1
53,3	410	Methylphenantrol oder Phenantrol	48,8 45,5	102,1 98,8

Die weiteren Derivatogramme wurden nur in Luft aufgenommen, da wir nach den bisherigen Erfahrungen zwischen denselben in Luft oder in CO<sub>2</sub> keinen wesentlichen Vorteil für die ersteren fanden.

## Aufnahme von Desoxycholsäure

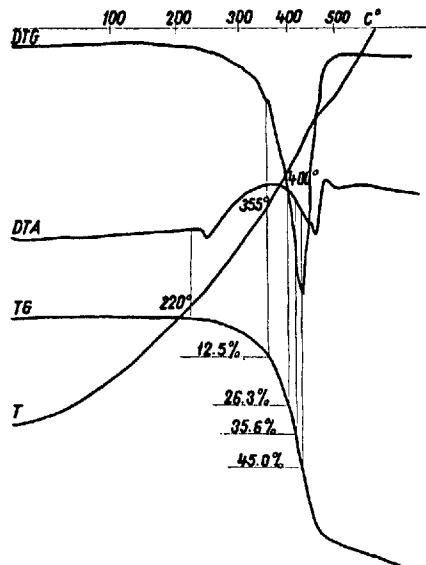
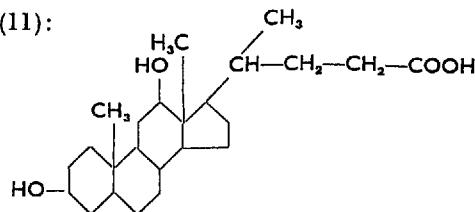


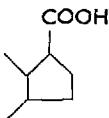
Abb. 5. Derivatogramm der Dehydrocholsäure.

Die Formel ist (11):



Die unter dem Crackprozeß erhaltenen Daten sind die folgenden:

Tabelle 5

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C		Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
12,5	355		85,7	98,2
26,3	400		74,3	100,8
35,6	420	Methyldioxyphenanthren	64,3	99,9
45,0	435	Dioxyphenanthren	53,8	98,5

Die beiden letzten Stoffe sind ihrer Formel nach für die Desoxycholsäure charakteristisch und darum nur da auffindbar.

#### Aufnahme von Diosgenin

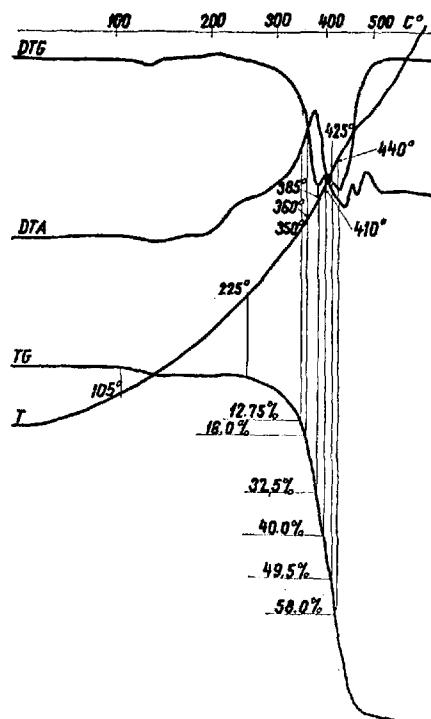
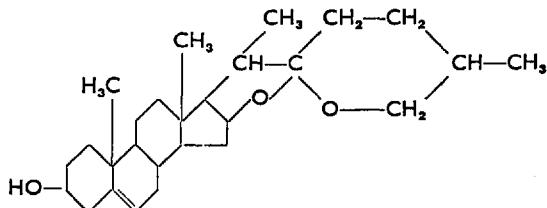


Abb. 6. Derivatogramm des Diosgenins.

Dieses Steroid entspricht der Formel (12):



Seine Zersetzung verlief identisch wie bei den vorhergehenden:

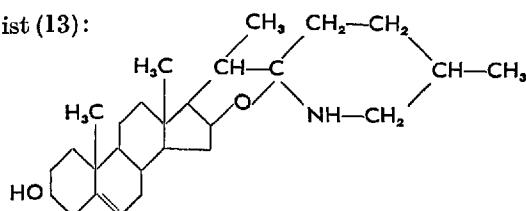
Tabelle 6

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C		Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
12,7	350	$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 	86,7	99,4
16,0	360	$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$ 	83,3	99,3
32,5	385	COOH 	76,5	99,0
40,0	410	Methyläthylphenantren	57,1	97,1
49,1	425	Methylphenantren	50,2	99,7
58,0	440		41,0	99,0

Den letzten Stoff haben wir nur bei diesem Steroid beobachtet, obwohl er wahrscheinlich auch unter den Zersetzungsprodukten anderer Steroide vorkommt. Die Bedingungen der Aufnahme waren aber hier viel günstiger, daher konnte die Aufspaltung des Phenantrenskeletts durch diese interessante Verbindung bestätigt werden:

#### Aufnahme von Solasodin

Seine Formel ist (13):



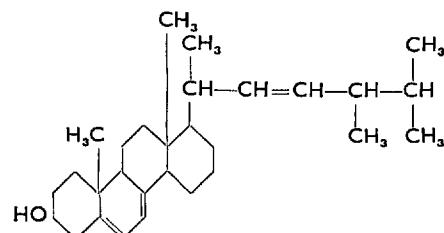
Die Substanz ist also nahe dem Diosgenin verwandt. Obwohl dieser Stoff auch ein Steroid ist, gehört er gleichzeitig zu den Alkaloiden. Den Unterschied zwischen diesem und dem vorigen Steroid bedingt der äußere Ring, in welchem der Sauerstoff die NH-Gruppe des Diosgenin substituiert.

Die an dem Derivatogramm des Solasodins laufende DTA-Kurve zeigt eine große Ähnlichkeit zu der des Diosgenins. Eine weitere Ähnlichkeit findet man in ihrem beginnenden Gewichtsverlust: Die TG-Kurve des Diosgenins bezeichnet einen von 105 °C beginnenden und bei 140 °C konstant werdenden Gewichtsverlust, welcher bis 255 °C unverändert bleibt; er beträgt 2,0%. Einen solchen Verlust bezeichnet auch die TG-Kurve des Solasodins, mit der Abweichung aber, daß der Gewichtsverlust dieses schon bei 85 °C – aber auch bei einer ziemlich niedrigeren Temperatur – beginnt, bei 130 °C konstant wird und bis 240 °C unverändert bleibt. Sein Verlust beträgt 4,0%. Da zwischen denen der Unterschied nur in dem äußeren O bzw. N enthaltenden Ring zu suchen ist, dürfen wir – nach unserer Meinung – diesen abweichenden Zersetzungsanfang auf diesen Strukturunterschied zurückzuführen. Weitere Erklärung konnten wir nicht feststellen. Die Zersetzung erfolgt nach der Tab. 7.

Tabelle 7

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C		Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
4,0	155	Abspaltung einer Methylgruppe des äußeren Ringes	96,6	100,6
9,0	315	$\text{CH}_3\text{---CH---CH}_2\text{---CH}_2\text{---COOH}$ 	90,3	99,3
14,0	350	$\text{CH}_3\text{---CH---CH}_2\text{---COOH}$ 	86,3	100,7
38,0	400		62,9	100,9
54,0	425	Phenantrol	46,8	100,8

## Aufnahme von Ergosterin (14)



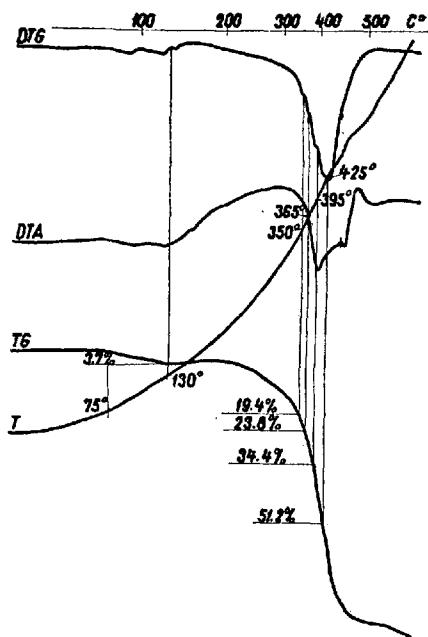


Abb. 7. Derivatogramm des Ergosterins.

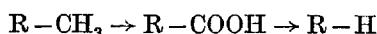
Die Kurve TG seines Derivatogramms zeigt eine Ähnlichkeit zu derselben des Solasodins, ein anfänglicher Verlust von 75 °C an beträgt 3,7% und wird konstant bei 130 °C. Die Zersetzung folgt sonst nach der Tabelle:

Tabelle 8

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C	Abspaltung einer Methylgruppe	Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
3,7	130	Abspaltung einer Methylgruppe	96,5	100,2
19,4	350		79,7	99,1
23,8	365	Dieselbe Verbindung, von dem Ringsystem wurde eine weitere Methylgruppe abgespalten	76,2	100,0
34,4	395		64,9	99,3
51,2	425	Phenantrol	49,0	100,2

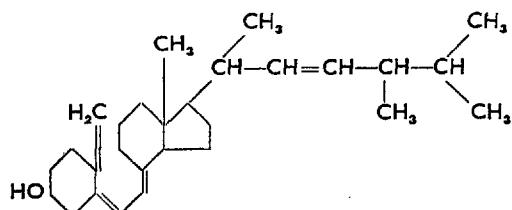
Die Abspaltung einer Methylgruppe bedeutet bei dem Ergosterin und den anderen Steroiden nur einen Verlust einer Methylengruppe. Nach unseren früheren Untersuchungen nehmen wir an, daß die Methylgruppe erst zur Carboxyl-

gruppe oxydiert wird, welche dann mit der Abspaltung von  $\text{CO}_2$  ein H-Atom am Ring zurückläßt, das heißt, man erhält statt des Verlustes einer  $-\text{CH}_3$  nur  $-\text{CH}_2-$  nach der Gl.:



### Aufnahme von Vitamin D<sub>2</sub> (15)

Das aus dem Esgosterin herstellbare Vitamin hat die folgendende Formel:



Die Zersetzung ist den schon untersuchten Stoffen ähnlich:

Tabelle 9

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C		Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
12,8	320		86,9	99,7
24,4	360		76,2	100,6
46,1	400	Methylphenantrol	52,5	98,6
61,7	425		38,4	100,1

Die bisher untersuchten Steroide enthalten an ihrem Cyclopentanring eine Seitenkette. Unter der Zersetzung beginnt die Zersetzung der Seitenkette durch die Verkürzung dieser, ein Prozeß, welcher nach den durch uns an die Verkürzung der Fettsäureketten bestimmten Regeln verläuft. Um dies zu erläutern (auch im Falle der Steroide), wählten wir ein solches Steroid aus, welches keine Seitenkette enthält, nämlich Ostron, dessen Zersetzung nicht mit der Verkürzung einer Seitenkette, sondern gleich mit der Zersetzung des Steranskeletts beginnt bzw. durch die des Cyclopentanringes. Die bisher erhaltenen Daten bestätigten die für die Fettsäuren veröffentlichten Ergebnisse, da in

mehreren Fällen nachfolgende Stufen von Verkürzungsreihen bestimmt werden konnten. Im Falle des Östrons blieben die ersten Stufen aus, die weiteren

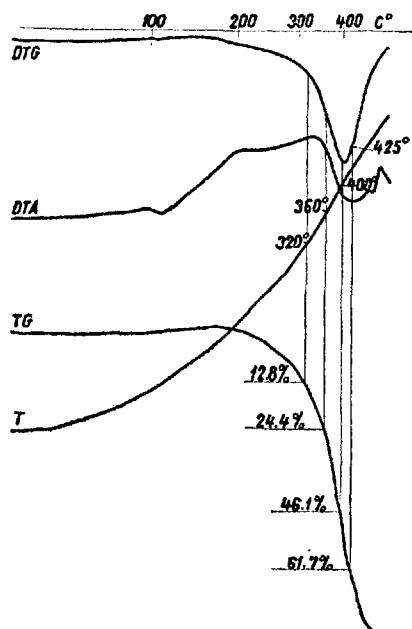
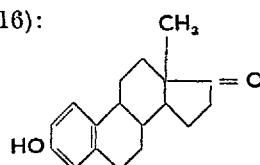


Abb. 8. Derivatogramm des Vitamin D<sub>3</sub>.

Stufen waren mit denen der anderen Steroiden identisch, was einerseits die Seitenverkürzung, andererseits die Zersetzung der Steroide bestätigt.

Östron hat die Formel (16):



Die Daten der Östronzersetzung sind:

Tabelle 10

Gewichtsverlust %	Erreicht bis °C		Auf den Stoff wird ein %iger Rückstand gerechnet	Die Summe ist %
11,0	357	 Phenanthrol	88,2	99,2
28,5	382	 beta Naphthol	71,8	100,3
46,0	405		53,3	99,3

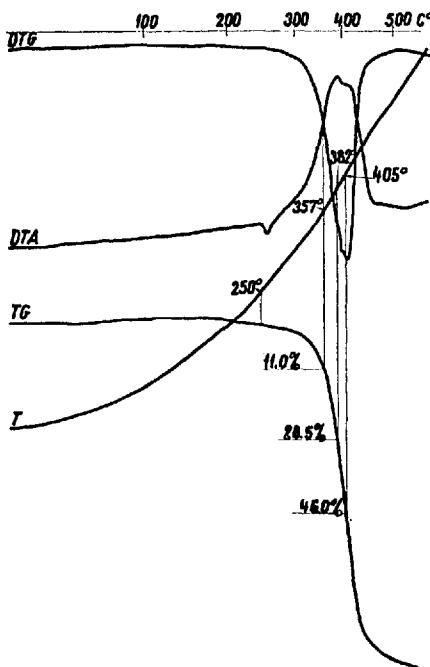


Abb. 9. Derivatogramm des Östrons.

### Besprechung der Ergebnisse

Die durch Hitzeeinwirkung verursachte Zersetzung der Steroide beginnt an der Seitenkette des Cholestanskeletts, die Kettenverkürzung erfolgt stufenweise und entspricht den für die Fettsäurezersetzung veröffentlichten Regeln.

Das Erscheinen des Phenantrenskeletts bezeichnet das in der Literatur schon bekannte Wesen des Cholestanskeletts, einzelne Verbindungen wieder daran die speziellen Orten einiger Gruppen, und die Abspaltung selbst des Phenantrenskeletts.

### Literatur

1. SCHMID, L. und W. WAITZ, Z. Ernährungswiss., Supplementa 3 (1963). — 2. LIBERT, H., K. HOFFELNER und L. SCHMID, Nahrung 8, 383–388 (1964). — 3. HOFFELNER, K., H. LIBERT und L. SCHMID, Z. Ernährungswiss. 5, 16–21 (1964). — 4. LÓRÁNT, B., Seifen-Öle-Fette-Wachse 13, 392 (1964). — 5. LÓRÁNT, B., Seifen-Öle-Fette-Wachse 22, 781 (1964). — 6. LÓRÁNT, B., Seifen-Öle-Fette-Wachse 23, 807 (1964). — 7. PAULIK, F., J. PAULIK und L. ERDEY, Z. anal. Chem. 160, 241 (1958). — 8. WESLEY, W., M. WENDLANDT, Thermal Methods of Analysis 72 (1964). — 9. KARRER, W., Konstitution und Vorkommen der organischen Pflanzenstoffe, 858 (Basel 1958). — 10. KARRER, W., Ebenda, 834. — 11. BAUER-MOLL, Die Organische Analyse 569 (Leipzig 1960). — 12. KARRER, W., Konstitution und Vorkommen der organischen Pflanzenstoffe, 867 (Basel 1958). — 13. FIESER, L. und M. FIESER, Steroide, 942 (Weinheim 1961). — 14. BAUER-MOLL, Die Organische Analyse, 566 (Leipzig 1960). — 15. BAUER-MOLL, Ebenda 591. — 16. FIESER, L. und M. FIESER, Steroide 488 (Weinheim 1961).

### Anschrift des Verfassers:

B. LÓRÁNT, Institut f. Chemie u. Lebensmitteluntersuchung der Hauptstadt Budapest, Városház v. 9–11,  
Budapest (Ungarn)