

# Retro-Fette\*

Von F. L. Breusch und Y. Pelister\*\*

Aus dem zweiten Chemischen Institut der Universität Istanbul

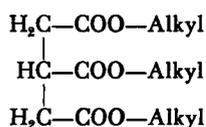
Als Retro-Fette (inverse Fette) werden Verbindungen bezeichnet, die nicht Glycerintrifettsäureester, sondern Trifettalkoholester von Propan-1,2,3-tricarbonsäure (Tricarballysäure) und Tetraester von Butan-1,2,3,4-tetracarbonsäure sind. Die homologen Reihen der Schmelzpunkte verlaufen ähnlich wie bei Triglyceriden. Zum Unterschied von Triglyceriden sind Retro-Fette weder durch Pflanzen- noch durch Pancreas-Lipasen spaltbar. Sie sind als Nahrungsfette ungeeignet.

## Retro-Fats

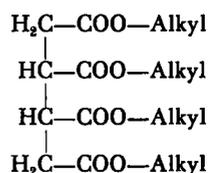
Retro-fats are, in contrast to triglycerides, tri-alcholesters of propane-1,2,3-tricarboxylic acid and tetra-alcholesters of butane-1,2,3,4-tetracarboxylic acid. In the homologous series, the melting points are in the same order as in triglycerides. In contrast to triglycerides, inverse fats are not split by plant or pancreas lipases; they are not suitable as food.

Über Fette (Triglyceride, Propan-1,2,3-trihydroxi-fettsäureester) gibt es ein riesiges Schrifttum, über die inversen Propan-1,2,3-tricarboxi-alkoholester, hier „Retro-Fette“ genannt, wurde, soweit bekannt, bisher nichts veröffentlicht. Retro-Fette zeigen im Vergleich zu Triglyceriden recht unterschiedliche und bemerkenswerte Eigenschaften.

Die homologen Reihen der Propan-1,2,3-tricarboxi-tri-n-alkoholester und der Butan-1,2,3,4-tetracarboxi-tetra-n-alkoholester — diese zu Vergleichszwecken — wurden dargestellt und zunächst ihre physikalischen Eigenschaften ermittelt, und zwar ihre Schmelzpunkte und, soweit möglich, Siedepunkte, ihre Brechungsindices  $n_D^{70}$  sowie ihre Löslichkeiten in Aceton und Benzol. Einige wenige Vertreter dieser Reihen konnten nicht in völlig reiner Form gewonnen werden, da weder Vakuumdestillation noch Umkristallisation die exakt vorauszusagenden Siede- bzw. Schmelzpunkte erbrachten.



Propan-1,2,3-tricarboxi-trialkoholester (Tricarballysäureester)



Butan-1,2,3,4-tetracarboxi-tetraalkoholester

In Tab. 1 sind die dargestellten Glieder der beiden homologen Reihen nebst ihren physikalischen Eigenschaften zusammengestellt. Zu bemerken ist, daß die sogleich nach der Reindarstellung gemessenen Schmelz-

\* Festvortrag von Prof. Dr. F. L. Breusch anlässlich der DGF-Vortragstagung in München am 12. Oktober 1971. Die Arbeit wurde aus Mitteln der Fitz Thyssen-Stiftung, Köln, unterstützt.

\*\* Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. F. L. Breusch, CH-4051 Basel, Burgunderstraße 1; Y. Pelister, 2. Chemisches Institut der Universität Istanbul, Istanbul/Türkei.

## Rétro-lipides

Par rétro-lipides (lipides inversés), on désigne des composés qui sont des triesters non pas de glycérol et d'acides gras, mais d'alcool gras et d'acide propane-1,2,3-tricarboxylique (acide tricarballylique), ainsi que des tétraesters d'acide butane-1,2,3,4-tétracarboxylique. Sous le rapport des points de fusion, les séries homologues sont analogues aux triglycérides. Au contraire de ceux-ci, les rétro-lipides ne sont pas susceptibles d'être scindés ni par les lipases végétales, ni par les lipases pancréatiques. Ils sont impropres à la nutrition.

## Ретрожиры.

Ретрожирами (инверсными жирами) обозначают соединения, являющиеся не эфирами глицеринотрижирных кислот, а трижирноспиртовыми сложными эфирами пропан-1,2,3-трикарбоновой кислоты (трикарбаллиловой кислоты) и тетраэфирами бутан-1,2,3,4-тетракарбоновой кислоты. Гомологические ряды точек плавления и растворимости сходны с триглицеридами. В отличие от триглицеридов ретрожиры не разлагаются ни растительными, ни панкреатическими липазами. Пищей служить они не могут.

punkte um 0.5 bis 1° C niedriger lagen als die nach längerer Aufbewahrung der Proben festgestellten. Hier liegen vermutlich ebenso wie bei anderen mehrstrahligen Molekülen (Triglyceriden, 3-Hydroxi-3,3-di-alkylpropionsäuren<sup>1,2</sup>) Umwandlungen verschiedener Kristallmodifikationen vor, die bei gewöhnlicher Temperatur

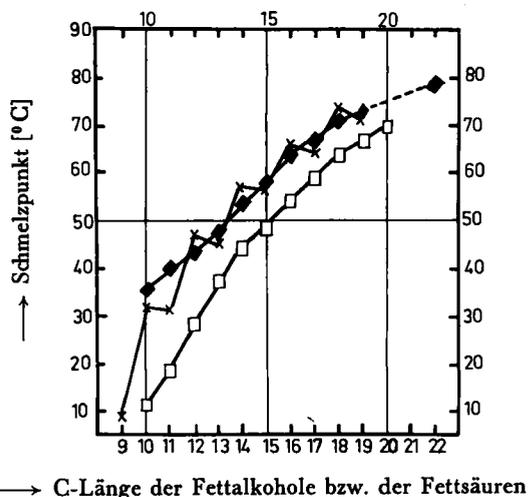


Abb. 1. Homologe Schmelzpunktsreihen von Propan-1,2,3-tricarboxytrialkylestern (□), von Butan-1,2,3,4-tetracarbonsäure-tetraalkylestern (■); zum Vergleich Schmelzpunkte der Triglyceride (×)

sehr langsam ablaufen<sup>3</sup>. Besonders ausgeprägt ist dieses Verhalten bei Butantetracarbonsäure-tetranonyl- und Butantetracarbonsäure-tetradecylestern. Hier betragen die Schmelzpunktsunterschiede etwa 10° C. Zur Erklärung wird auf das einschlägige Schrifttum<sup>1-3</sup> verwiesen.

<sup>1</sup> F. L. Breusch u. F. Baykut, Chem. Ber. **90**, 526 [1957].

<sup>2</sup> S. Baykut u. F. Baykut, Rev. Fac. Sci. Univers. Istanbul **C 25**, 16 [1960]; **C 136**, 49—0833 [1965].

<sup>3</sup> F. L. Breusch, Fortschritte der chemischen Forschung, Springer-Verlag, Heidelberg **1**, 507 [1950]; **12**, 119 [1969].

Tabelle 1

## Eigenschaften von Tri- und Tetraestern bestimmter Alkohole

Tri- und Tetraester folgender Alkohole:	Tricarballysäure-trialkoholester				Dichte $D_{25}^{25}$	Butan-1,2,3,4-tetracarboxi-tetraalkoholester			
	Siede- bzw. Schmelzpunkte [ $^{\circ}$ C]	$n_D^{70}$	Löslichkeit bei 24 $^{\circ}$ C in Aceton Benzol			Siede- bzw. Schmelzpunkte [ $^{\circ}$ C]	$n_D^{70}$	Löslichkeit bei 24 $^{\circ}$ C in Aceton Benzol	
Methyl-	Kp. <sub>13</sub> = 150	—	$\infty$	$\infty$	1.1822	Fp. = 64	—	$\infty$	$\infty$
Äthyl-	Kp. <sub>760</sub> = 305; Kp. <sub>15</sub> = 174	—	$\infty$	$\infty$	—	Kp. <sub>2</sub> = 180	—	$\infty$	$\infty$
Propyl-	Kp. <sub>10</sub> = 186	1.4192	$\infty$	$\infty$	1.0335	Kp. <sub>10</sub> = 198	—	$\infty$	$\infty$
Butyl-	Kp. <sub>15</sub> = 202	1.4243	$\infty$	$\infty$	1.0186	Kp. <sub>10</sub> = 230	1.4338	$\infty$	$\infty$
Pentyl-	Kp. <sub>8</sub> = 205	1.4270	$\infty$	$\infty$	0.9912	—	—	—	—
Hexyl-	Kp. <sub>10</sub> = 230	1.4293	$\infty$	$\infty$	0.9650	—	—	—	—
Heptyl-	Kp. <sub>10</sub> = 259	1.4317	$\infty$	$\infty$	0.9565	—	—	—	—
Octyl-	Fp. = -11	1.4330	$\infty$	$\infty$	—	Fp. = 9.5	1.4394	$\infty$	$\infty$
Nonyl-	Fp. = -4.8	1.4344	$\infty$	$\infty$	0.9336	Fp. = 23.5; 34	1.4409	$\infty$	$\infty$
Decyl-	Fp. = 9.1—10.8	1.4362	$\infty$	$\infty$	0.9258	Fp. = 26.5; 36.1	1.4415	$\infty$	$\infty$
Undecyl-	Fp. = 18.8—19.6	1.4380	$\infty$	$\infty$	0.9214	Fp. = 39.9—40.0	1.4424	34 %	$\infty$
Dodecyl-	Fp. = 28.3—29	1.4392	$\infty$	$\infty$	—	Fp. = 41.5—41.8	1.4432	6.19 %	$\infty$
Tridecyl-	Fp. = 36.4—37.3	1.4403	51.5 %	$\infty$	—	Fp. = 46.0—47.4	1.4443	1.29 %	$\infty$
Tetradecyl-	Fp. = 42.7—44.3	1.4416	14.4 %	$\infty$	—	Fp. = 54.4—54.6	1.4452	0.13 %	38 %
Pentadecyl-	Fp. = 48.3—49.3	1.4422	1.6 %	$\infty$	—	Fp. = 56.4—57.4	1.4461	0.03 %	21.4 %
Hexadecyl-	Fp. = 54.2—54.6	1.4430	0.12 %	52 %	—	Fp. = 63.9—64.6	1.4468	0.003 %	6.7 %
Heptadecyl-	Fp. = 58 —59.5	1.4438	0.04 %	23.6 %	—	Fp. = 66.0—66.3	—	—	2.7 %
Octadecyl-	Fp. = 63 —63.9	1.4446	—	12.3 %	—	Fp. = 71.1—71.6	—	—	0.45 %
Nonadecyl-	Fp. = 66.1—66.6	—	—	7.8 %	—	Fp. = 70.8—71.3	—	—	—
Eicosyl-	Fp. = 69.2—69.7	—	—	1.02 %	—	Fp. = 76.8—78.4	—	—	—
Docosyl-	Fp. = 74.2—74.5	—	—	—	—				

Die Schmelzpunktreihen (siehe Abb. 1) verlaufen im Gegensatz zu den Triglyceriden nicht alternierend, sondern gestaffelt parallel. Die Löslichkeiten in Aceton und Benzol sind bei halblogarithmischer Darstellung nahezu Geraden (siehe Abb. 2).

Die in Abb. 2 gestrichelt gezeichneten Löslichkeiten der Triglyceride sind nur für die geradzahigen Fettsäuren bekannt. Sie wären alternierend.

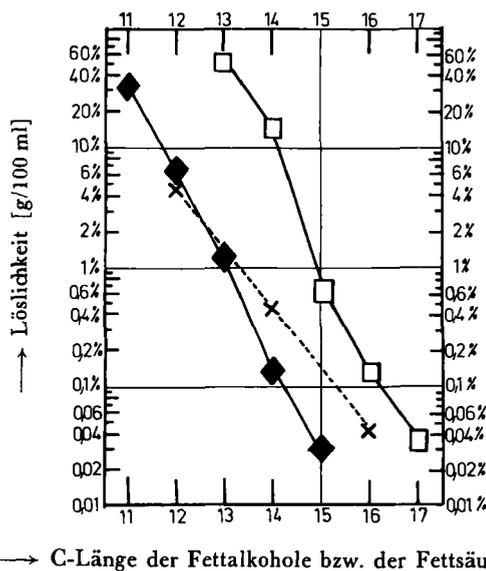


Abb. 2. Löslichkeiten in Aceton bei 24 $^{\circ}$  C, halblogarithmisch gezeichnet; g pro 100 ml Gesamtlösung

Nach einer von P. E. Verkade<sup>4</sup> entdeckten Regel sind in homologen Reihen mit alternierenden Schmelzpunkten auch die Löslichkeiten und Verbrennungswärmen alternierend, während nicht alternierende Schmelzpunkte auch nicht alternierende Löslichkeiten und Verbrennungswärmen bedingen.

#### Verseifbarkeit von normalen und Retro-Fetten durch Lipasen (Tabelle 2)

Schon vor 40 Jahren sind von R. Schönheimer und F. L. Breusch<sup>5</sup> Monoester der Butan-1,2,3,4-tetracarbonsäure dargestellt worden. Die nahezu neutralen Natriumsalze dieser Monoester sind zu 40 % wasserlöslich.

Das dabei auch dargestellte Natriumsalz des Vitamins D 2 erwies sich selbst bei 50facher Überdosierung trotz seiner leichten Wasserlöslichkeit als biologisch unwirksam\*. Daher war zu vermuten, daß Lipasen und andere Esterasen der tierischen Zellen die Esterbindung der Retro-Fette nicht spalten können.

Es wurden deshalb die in Tab. 2 aufgeführten Substanzen mit Pankreas-Lipase (*Fluka*) und Pflanzen-Lipasen (*Schuchardt*) behandelt.

Versuchsansätze: 3 *Kjeldahl*-Kolben 1,2 und 3.

In jeden Kolben wurden 5 ml Puffer pH 7.6 ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  + Citronensäure) gegeben.

<sup>4</sup> P. E. Verkade, I. Coops jr. u. Hartman, Recueil Trav. chim. Pays-Bas 45, 373 [1926]; 45, 545 [1926]; 46, 903 [1927]; 49, 578 [1930]; 52, 747 [1933].

<sup>5</sup> R. Schönheimer u. F. L. Breusch, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 211, 19 [1932].

\* Privatmitteilung der Firma E. Merck, Darmstadt.

Tabelle 2

## Lipase-Verseifbarkeit

Glycerintri-butter-säureester Tributyryn	Tricarballysäure-tributylester Retro-Tributyryn	Glycerintri-ölsäureester Triolein	Tricarballysäure-trioleylalkoholester Retro-Triolein	Mesoerythrit-tetra-buttersäureester	Butan-1,2,3,4-tetracarboxi-tetra-butylester Retro-Fett
verseift 100 %	verseift 0 %	verseift 100 %	verseift 0 %	verseift 90 %	verseift 0 %

Tabelle 3

## Stoffwechsel-Versuche mit Retro-Fetten

Maus 1	Maus 2	Maus 3	Maus 4	Maus 5	Maus 6
keine Zugabe Kontroll-Versuch	keine Zugabe Kontroll-Versuch	Zugabe 1 g Tripalmitin	Zugabe 1 g Tripalmitin	Zugabe 1 g Tricarballysäuretri-C <sub>14</sub> -alkoholester Retro-Trimyristin	Zugabe 1 g Tricarballysäuretri-C <sub>14</sub> -alkoholester Retrc-Trimyristin
Gesamtätherextrakt 0.141 g Öl		Gesamtätherextrakt 0.98 g teilweise kristallisierendes Öl Schmelzpunkt 47° bis 53° C (reines Tripalmitin 65° C)		Gesamtätherextrakt 1.96 g rasch kristallisierender Rückstand, Schmelzpunkt 39.3 bis 41.2° C (reiner Tricarballyltri-C <sub>14</sub> -ester 44.3° C)	
Null-Kontroll-Versuch		nach Abzug von 0.141 g Kontrolle wiedergefunden 0.84 g unreines Tripalmitin		nach Abzug von 0.141 g Kontrolle wiedergefunden 1.82 g fast reiner Tricarballysäuretri-C <sub>14</sub> -alkoholester	
		resorbiert 58 % Tripalmitin, wiedergefunden 42 %, unrein		wiedergefunden 91 % fast reines Retro-Fett	

In Kolben 1 und 3 gab man je 1 ml Lipase-Suspension [1 g Lipase in 15 ml H<sub>2</sub>O + 3 Tropfen Emulgator (neutr. flüssig, Polyäthylenoxid der *Elektrochemischen Werke München*) Merpoxan].

In Kolben 2 und 3 wurden je 1 ml der Suspension der Substanz (0.5 ml der flüssigen Substanz in 5 ml H<sub>2</sub>O + 3 Tropfen Emulgator) gegeben.

Alle drei Kolben wurden 30 Min. in einem thermostanten Wasserbad von 36° C geschüttelt und dann direkt mit 0.1 n NaOH titriert. Die Werte der Kontrollproben wurden abgezogen.

Alle untersuchten Retro-Fette werden durch Lipasen nicht merkbar verseift. Der Streubereich der Versuchsergebnisse beträgt etwa ± 5 %.

Zum weiteren Beweis der Unverseifbarkeit der Retro-Fette durch Lipasen oder Hydrolasen wurden mit Mäusen folgende quantitative Stoffwechselversuche angestellt.

6 weibliche Mäuse von 22 bis 27 g gab man in sechs 2-Liter-Bechergläser mit 2 cm hohem, weitmaschigem (4 mm) Bodenrost (Versuch Nr. 1, 2; Nr. 3, 4; Nr. 5 und 6). Die Mäuse wurden außerhalb während der ersten 24 Std. nur mit 20%iger Zuckerlösung zur Reinigung des Intestinaltraktes gefüttert (Tab. 3).

Nahrung pro Maus: 20 g fein gemahlene trockene Brot und 1 g fein gemahlene Fischmehl, jeweils 24 Std. im Soxhlet mit Äther extrahiert. Zugabe von 1 ml eines fein gemahlene Dragees „Protovit“ Polyvitamin (*Hoffmann-La Roche AG*), suspendiert in 10 ml Äther.

Zu Nr. 1 und 2 als Kontrollversuch gab man nichts; zu Nr. 3 und 4 je genau abgewogen 1 g reines Tripalmitin, gelöst in Äther und mit dem Brot vermischt; zu Nr. 5 und 6 jeweils genau abgewogen 1 g Tricarballysäuretri-tetradecylalkoholester. Aus den in besonderen Bechergläsern aufbewahrten Nahrungsportionen verdunstete der Äther in 24 Std. von selbst.

Die Tiere wurden dann einzeln in ihren mit einem beschwerten Drahtnetz bedeckten Gläsern mit ihrer Individualportion gefüttert. Sie fraßen ohne Abneigung in 4 bis 5 Tagen ihre Portion quantitativ. Etwa 10% der Nahrung fielen durch das Bodengitter und wurden bei der Aufarbeitung quantitativ mit erfaßt.

Nachdem alles aufgezehrt war, wurde weiter 24 Std. mit reinem extrahiertem Brot gefüttert, um die letzten Reste der Versuchsfütterung aus dem Verdauungstrakt herauszubringen. Wasser wurde ad libidum gegeben. Die Tiere blieben im Gewicht konstant oder nahmen um 1 bis 2 g zu.

Dann wurden die Mäuse aus dem Becherglas herausgenommen, der Becherinhalt samt Bodengitter bei 90° C getrocknet, das Gitter mit Chloroform und Äther gespült und die aus dem Becherglas sorgfältig herausgenommenen Fäces und Nahrungsreste im Soxhlet 24 Std. mit dem Spüläther der Bechergläser extrahiert, bis der zum Extrahieren benutzte Äther keinen Rückstand mehr zeigte.

Die gesammelten Ätherextrakte von Nr. 1 und 2, Nr. 3 und 4, sowie Nr. 5 und 6 wurden eingedampft, im Vakuumexsikkator getrocknet und gewogen.

Zur anatomischen Kontrolle wurden die Mäuse nach dem Versuch sezirt. Am Magen, Darm, an der Leber und an den Nieren wurde weder makroskopisch noch bei 40facher Vergrößerung irgendeine Veränderung festgestellt. Daher wurde auf eine mikroskopische Aufarbeitung verzichtet.

Gleiche ebenfalls negative Versuche wurden mit Butan-tetracarbonsäuretetraestern durchgeführt. Sie werden in einer späteren Veröffentlichung beschrieben werden. Es wurde das gleiche Ergebnis wie bei den Lipase-Versuchen erzielt: Retro-Fette durchlaufen den ganzen Verdauungstrakt unverändert und unresorbiert wie Paraffine.

#### Experimentelles, Synthesen

Zu jeweils etwa 0.5 bis 1 g Tricarallylsäure oder Butan-tetracarbonsäure (niedrigschmelzende Form) wurden (pro Mol) 3.3 Mol bzw. 4.4 Mol reiner Fettalkohol (*Fluka*) mit 100 bis 200 ml trock. Xylol und 1%  $H_2SO_4$  oder 5% Toluolsulfosäure gegeben. Das Gemisch wurde in einem Kolben mit Rückfluß und einem seitlich angeschlossenen kalibrierten Wasserabschei-

der 10 bis 15 Std. zum Sieden erhitzt, bis sich etwa die äquivalente Menge Wasser abgeschieden hatte. Dann wurde die größte Menge des Xylols abdestilliert, der Rest mit Hexan (bis Alkohol  $C_{12}$ ), oberhalb des Alkohols  $C_{12}$  mit  $CHCl_3$  aufgenommen, mit  $H_2O$ , dann mit  $KHCO_3$ -Lösung gründlich geschüttelt, nochmals mit  $H_2O$  gewaschen, mit  $Na_2SO_4$  getrocknet und auf dem Wasserbad eingedampft. Der Rückstand wurde bis  $C_{14}$  aus Aceton, bis  $C_{18}$  aus Äther und oberhalb  $C_{18}$  aus  $CHCl_3$  mehrfach bei  $-20^\circ C$ , bei  $+4^\circ C$  und bei Zimmertemperatur umkristallisiert. Wie schon erwähnt, waren die zuerst erhaltenen Schmelzpunkte nach 2-monatiger Lagerung um etwa  $0.5$  bis  $1^\circ$ , manchmal bis  $10^\circ C$  angestiegen.

Der in Tab. 2 verwendete Tricarallylsäuretri-oleylester wird an anderer Stelle beschrieben. Der ebenfalls dort verwendete Mesoerythrit-tetrabuttersäureester wurde durch 6stdg. Erhitzen am Rückfluß von Mesoerythrit mit 5 Mol Buttersäureanhydrid und anschließende Vakuumdestillation gewonnen ( $Kp_{0.35 mm} = 169^\circ$  bis  $171^\circ C$ ;  $D_{25}^{25} = 1.0455$ ;  $n_D^{25} = 1.4400$ ).

Die Elementaranalysen wurden von der Firma *Bernhardt, Elbach*, ausgeführt. Sie erbrachten die errechneten Werte innerhalb der üblichen Toleranzen und sind hier deshalb nicht aufgeführt.

## Über die Lipide der Gerstenstärke und ihre Veränderungen während des Wachstums der Gerste\*

Von G. Becker und L. Acker\*\*

Nach kurzem Eingehen auf die Problematik der Extraktion von Lipiden aus Getreidestärken wird über die Zusammensetzung der Lipide der Gerstenstärke und ihre Veränderungen während der Zeit des Kornwachstums berichtet. Das Lysolecithin macht auch bei der Gerstenstärke den Hauptanteil der Lipide aus. Da es als Einschlußverbindung mit Amylose vorliegt, wird auch der Amylose-Gehalt verfolgt. Der Lipid-Gehalt, bezogen auf die Stärketrockensubstanz, steigt während des Wachstums nur geringfügig an. Dagegen nimmt der Anteil des Lysolecithins an den Gesamtlipiden bis zur Vollreife ständig zu. Im gleichen Umfang nehmen die weniger polaren Lipide dafür ab. Die Zusammensetzung der Fettsäuren des Lysolecithins verändert sich im Verlaufe des Reifeprozesses.

#### Lipids of Barley Starch and Their Alteration During the Growth of Barley

A brief account on the problems involved in the extraction of lipids from cereal starches is given. The composition of lipids in barley starch and its alteration during growth of the grain are reported. Lyso-lecithin constitutes the major portion of the lipids of barley starch. Since lyso-lecithin occurs as adduct with amylose, the content of amylose has been followed as well. The lipid content with respect to dry starch matter increases slightly during the growth. In contrast, the amount of lyso-lecithin in total lipids increases steadily till complete ripening; correspondingly, the amount of less polar lipids decreases to the same extent. The fatty acid composition of lyso-lecithins alter during the process of ripening.

Die Getreidestärken unterscheiden sich grundsätzlich von anderen Stärkearten durch ihren verhältnismäßig

#### Les lipides de la féculé d'orge et leurs modifications pendant la croissance de l'orge

Après avoir brièvement abordé la question de l'extraction des lipides des féculés céréales, on traite de la composition des lipides de féculé d'orge et de leurs modifications au cours de la croissance du grain. La lysolécitine constitue la fraction principale des lipides également dans la féculé d'orge. Vu qu'elle est présente comme composé d'insertion avec l'amylose, on étudie également la teneur en celui-ci. La teneur en lipide, rapportée à la matière sèche amylicée, n'augmente guère pendant la croissance. Par contre, la part de la lysolécitine dans les lipides totaux augmente constamment jusqu'à maturité complète. En échange, les lipides moins polaires diminuent dans la même mesure. La composition des acides gras de la lysolécitine se modifie au cours du processus de maturation.

О липидах ячменного крахмала и их изменениях во время роста ячменя.

После краткого описания проблематики экстракции липидов из злаковых крахмалов излагается состав липидов ячменного крахмала и их изменения во время роста зерна. Лизолецитин также в ячменном крахмале составляет главную долю липидов. Так как он представлен соединением внедрения амилозы, преследуется также содержание амилозы. Содержание липидов, рассчитанное на сухое вещество крахмала, во время роста увеличивается лишь незначительно, между тем как доля лизолецитина в общих липидах до полной зрелости постоянно увеличивается. В равной мере уменьшается содержание менее полярных липидов. Состав жирных кислот лизолецитина во время созревания изменяется.

hohen Lipidgehalt. Zwar weiß man schon seit längerer Zeit, daß Getreidestärken Lipide enthalten, doch ist erst in den letzten Jahren die Natur dieser Lipide aufgeklärt und ihre Zusammensetzung exakt ermittelt worden<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> L. Acker u. J. Schmitz, *Stärke* 19, 233 u. 275 [1967].

\* Vortrag anlässlich der DGF-Vortragstagung in München am 13. Oktober 1971.

\*\* Anschrift der Verfasser: Dr. G. Becker und Prof. Dr. L. Acker, Institut für Lebensmittelchemie der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster, 44 Münster, Piusallee 7.