

gegenüber der Petrolätherextraktion dar. Als Referenzfettprobe bei der NMR-Messung diene zunächst frisches Erdnußöl, sodann das zur Herstellung der Chips benutzte Fritierfett mit einer Säurezahl von fast 0.0 und weiterhin mit einer Säurezahl von 2.2. Als viertes Referenzmuster diene eine Chipsprobe aus der gleichen Produktionsserie.

Aus Tab. 2 wird zunächst deutlich, daß im vorliegenden Falle Erdnußöl als Referenzfett ausscheiden muß. Die gemessenen Werte liegen zwischen 5.1 und 11.5% niedriger als die der Petrolätherextraktion. Wurde als Referenzmuster das Fett benutzt, in dem die Chips hergestellt worden waren, also das Fritierfett mit einer Säurezahl von fast 0.0, so kam es zu Werten, die der Petrolätherextraktion am nächsten liegen. Jedoch betrogen auch hier die Abweichungen immer noch + 2.1 bis - 4.5%. Das gleiche Referenzfett, nur in wesentlich schlechterer Qualität, erbrachte Abweichungen von + 7.5 bis - 3.5% und Chips als Referenzmuster solche von + 5.2 bis - 2.3% gegenüber der Petrolätherextraktion. Wären die Referenzfette nun auch noch im war-

men Zustand eingesetzt worden, wäre es zu noch größeren Abweichungen gekommen.

Es bedarf keiner Diskussion, um festzustellen, daß aufgrund der vorliegenden Ergebnisse der „Newport-Analyser“ für die Fettgehaltsbestimmung in Kartoffelfritierprodukten ungeeignet ist. Dabei stellt sich jedoch die Frage, weshalb der Einsatz des Gerätes für Getreideuntersuchungen möglich ist und für Fritierprodukte nicht. Eine mögliche Erklärung ist die Bindung des Fettes im Produkt. Bei den durchgeführten Maisuntersuchungen hatte man zunächst aus dem zu untersuchenden Mais eine bestimmte Menge Öl extrahiert und dieses Öl als Referenzprobe benutzt. Zum Vergleich wurde vermahlener Mais als Referenzprobe eingesetzt. Dabei zeigte sich, daß die Abweichungen gegenüber der Petrolätherextraktion bei Benutzung des extrahierten Maisöles wesentlich höher waren als gegenüber der vermahlenden Maisprobe, in der das Öl noch in der ursprünglichen Bindung vorhanden war.

Eingegangen am 12. August 1981.

## Weizenlipide: Funktion und Einfluß bei der Verarbeitung des Mehles\*

Von W. Nierle und A. W. El Bayá\*\*

Aus der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Detmold

Durch die Extraktion der unpolaren Lipide werden Brotvolumen und Krumenbeschaffenheit im Standardbackversuch verbessert. Die Wirkung ist je nach Extraktionsmittel mehr oder weniger ausgeprägt, obwohl die Fettzusammensetzung der extrahierten Lipide im wesentlichen identisch ist. Während Lipasen nur wenig Einfluß auf das Brotvolumen haben, wirken phospho- bzw. galaktolipidsplattende Enzyme aus Kartoffeln stark negativ und irreversibel auf Volumen und Krumenbeschaffenheit. Lecithin (in Kombination mit Glyceriden) bzw. Diacetylweinsäure-Ester erhöhen die Gärtoleranz und Volumenausbeute erheblich. Besonders zu beachten sind Unterschiede in der Wirkung der Lipide in Abhängigkeit von dem eingesetzten Backversuch. Da die Entfettung im Rapid-Mix-Test negativen Einfluß auf das Brötchenvolumen hat und hierbei auch die Wirkung von Lecithin geringer ist, wird vermutet, daß durch die intensive mechanische Bearbeitung des Teiges fibrilläre Strukturen bzw. Lipoproteinmembranen zerstört werden, die für die Ausbildung einer optimalen Teigstruktur notwendig sind.

### 1. Einleitung

Der Einfluß der mehleigenen Lipide auf die Backfähigkeit eines Mehles ist als Wechselwirkung zwischen Lipiden und Eiweißen zu betrachten. Die Komplexbildung zwischen Lipiden und Eiweiß trägt dazu bei, die Netzstruktur des Mehlproteins im Teig zu verstärken und die optimale Kleberentwicklung zu ermöglichen. Da die einzelnen Lipidklassen des Mehles (z. B. Phospholipide und Galaktolipide) die Backeigenschaften unterschiedlich beeinflussen, ist zu vermuten, daß die Bindung zwischen dem Eiweiß und den obengenannten Lipidklassen

### Wheat Lipids - Function and Effect in Flour Processing

Bread volume and crumb quality are improved in standard baking experiments by extraction of non-polar lipids. Depending on the extracting agent the effect is more or less distinct, whereas the fat composition of the extracted lipids is essentially the same. Whereas lipases have only low influence on bread volume, phospho- or galactolipid fermenting enzymes from potatoes have very negative and irreversible effects on volume and crumb quality. Lecithin (in combination with glycerides) or ester of diacetyltartaric acid improve significantly the fermenting tolerance and volume yield. The different effects of lipids in dependence on the applied baking experiment are worth to be considered. Since defatting in rapid-mix-test has negative effects on roll volume and the lecithin effect is lower, too, it is supposed that fibrillar structures or lipoprotein membranes are destroyed by intensive mechanical working, which are necessary for an optimal dough structure formation.

unterschiedlich ist. In diesem Lipoprotein-System sind Lipide und Proteine durch Nebervalenzen miteinander verbunden. Eine hydrophobe Wechselwirkung zwischen dem unpolaren Lipidanteil und dem Protein wird bevorzugt. Die Weizenlipide und ihre Wirkung beim Backen sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. R. C. Hoseneý und Mitarbeiter<sup>1</sup> zeigten, daß durch Zugabe kleiner Mengen polarer Lipide (frei oder gebunden) zu einem vollständig entfetteten Mehl Gebäcke mit kleineren Volumina erhalten werden. Bei höheren Zugaben nahmen die Volumina der Gebäcke jedoch zu. R. D. Daftary und Mitarbeiter<sup>2</sup> fraktionierten

\* Vortrag anlässlich der 37. DGF-Vortragstagung in Freiburg am 16. September 1981.

Veröffentlichungs-Nr. 4894 der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung in Detmold.

\*\* Anschrift der Verfasser: Dr. W. Nierle und Dr. A. W. El Bayá, Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Institut für Biochemie und Analytik, Postfach 23, D-4930 Detmold.

<sup>1</sup> R. C. Hoseneý, K. F. Finney, Y. Pomeranz u. M. D. Shogren, Functional (breadmaking) and biochemical properties of wheat flour components V: Roles of total extractable lipids, Cereal Chem. 46, 606 [1969].

<sup>2</sup> R. D. Daftary, Y. Pomeranz, M. D. Shogren u. K. F. Finney, Functional breadmaking properties of lipids II: The role of flour lipid fractions in breadmaking, Food Techn. 22, 327 [1968].

freie polare Lipide in Phospholipide und Galaktolipide, letztere in Monogalaktosyldiglyceride und Digalaktosyldiglyceride. Sie setzten die Phospholipide in 0,2%igen Zusätzen Mehlen zu, die mit Petroläther entfettet waren und stellten dabei einen leicht negativen Einfluß fest. Dagegen wirkten sich die Galaktolipide sowohl gemischt als auch getrennt positiv auf das Backvolumen aus.

Im Rahmen unserer Arbeiten beschäftigten wir uns mit zwei Themen auf diesem Gebiet, und zwar

- a) dem Einfluß der Lipide bzw. Backmittel auf mit Lösungsmittel extrahierte Mehle;
- b) dem Abbau bestimmter Lipidklassen während der Teigherstellung mittels Enzympräparaten, um festzustellen, wie diese das Backverhalten beeinflussen.

## 2. Material und Methodik

Zwei Mehle der Type 550 mit unterschiedlicher Qualität wurden mit Petroläther\* bzw. Aceton, Propanol-2, Chloroform/Methanol durch zweimaliges Abnutschen entfettet, wodurch der größte Teil des Fettes entfernt werden konnte. Während der Teigbereitung wurden bestimmte Lipidklassen (z. B. Triglyceride durch Lipasen, Phospholipide bzw. Galaktolipide mittels eines Enzympräparates aus Kartoffeln) abgebaut. Die Backversuche erfolgten nach der Standardmethode der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V., Detmold<sup>3</sup>. Als Zusätze wurden die mehleigenen Lipide, Eilecithin,

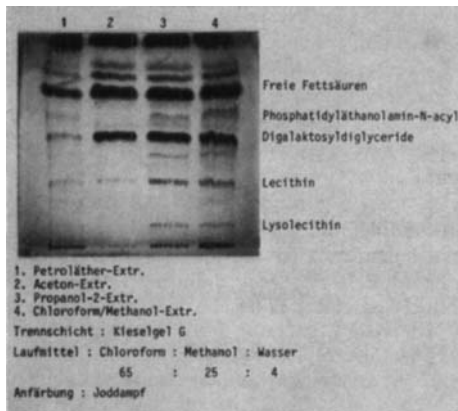


Abb. 1. DC der mit verschiedenen Lösungsmitteln extrahierbaren Lipide des CWRS-Mehles

Sojalecithin, Lecithinbackmittel und Diacetylweinsäure-Ester (DAWE) angewandt. Die Lipide wurden mit Petroläther bzw. Chloroform/Methanol extrahiert und anschließend nach den üblichen Methoden dünnschichtchromatographisch untersucht<sup>4, 5</sup>.

\* Wir danken der Henkel KGaA, Düsseldorf, für die Extraktion des Mehles.

<sup>3</sup> Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung, 6. Aufl., Schäfer, Detmold 1978.

<sup>4</sup> Y. Hamza, Über die Zusammensetzung der Lipide des Weizens und ihre Verteilung im Mehlkörper, Dissertation, Universität Münster 1968.

<sup>5</sup> H. P. Kaufmann, A. W. El Bayá u. D. Meinsen, Pro- und Antioxidantien auf dem Fettgebiet XXV: Über die Lokalisierung in Samen und Früchten sowie Kartoffeln, Fette · Seifen · Anstrichmittel 71, 537 [1969].

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1. Einfluß der Entfettung des Mehles auf das Brotvolumen

Durch die Extraktion mit Petroläther wird der größte Teil der Triglyceride sowie ein geringer Anteil an polaren Lipiden, z. B. Lecithin und Digalaktosyldiglyceriden, aus dem Mehl entfernt (Abb. 1). Das so entfettete Mehl brachte größere Brotvolumina als das native Mehl

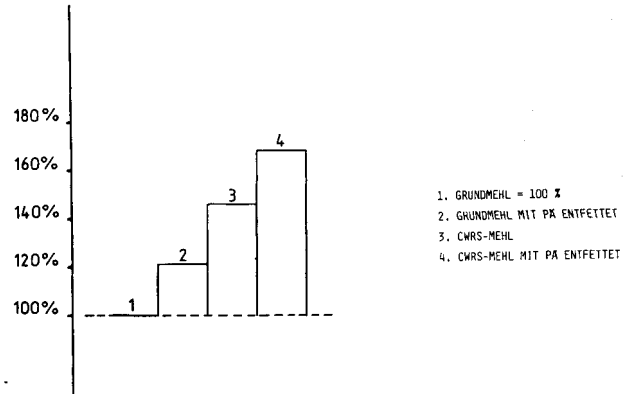


Abb. 2. Einfluß des Entfettens auf das Gebäckvolumen

(Abb. 2). Zusätzlich wurde die Krumenbeschaffenheit verbessert. Die Verwendung von Aceton als Lösungsmittel führte zu gleichen Ergebnissen. Durch Entfettung mit Propanol-2 wird die Zusammensetzung und Menge der extrahierten Lipide nur geringfügig verändert; dabei wirkt sich aber diese Art der Extraktion nahezu nicht auf das Volumen aus. Die Entfernung der Lipide mit Chloroform/Methanol führt dagegen zu einer erheblichen Volumenminderung, obwohl die Gesamtmenge des extrahierten Fettes nicht größer als bei den anderen Extraktionsverfahren ist (Abb. 3 und 4).

Aus der Art und Zusammensetzung der extrahierten Lipide allein lassen sich zunächst noch keine Rückschlüsse auf die beobachteten teilweise deutlichen Volumenveränderungen ziehen. In dem Chloroform/Methanol-Extrakt sind jedoch große Anteile einer proteinreichen Substanz, die sich beim Eindampfen des Extraktes als Feststoff absetzte. Es ist denkbar, daß diese Substanz als wesentliches Verbindungsglied zwischen den technologisch wichtigen Mehlproteinen und den Lipiden fungiert.

### 3.2. Einfluß fettabbauender Enzyme

Es wurden Versuche unternommen, bestimmte Lipidklassen während der Teigherstellung mittels Enzympräparaten abzubauen (z. B. Triglyceride, Phospholipide und Galaktolipide) und so den Einfluß dieser Lipidklassen ohne Anwendung von Lösungsmitteln festzustellen. Wie vorher gezeigt, sind mit Petroläther vornehmlich die unpolaren Lipide extrahierbar, was zu einer Volumensteigerung führte. Falls hierfür die Triglyceride hauptverantwortlich sein sollten, so müßte durch enzymatischen Abbau der Triglyceride mit Lipasen während der Teigbereitung ein ähnlicher Effekt erreicht werden können (Abb. 5). Mit handelsüblichen Lipasen gelang es auch, den größten Teil der Triglyceride im Teig abzubauen. Es wurde aber weder die erwartete Volumensteigerung noch eine Volumenminde-

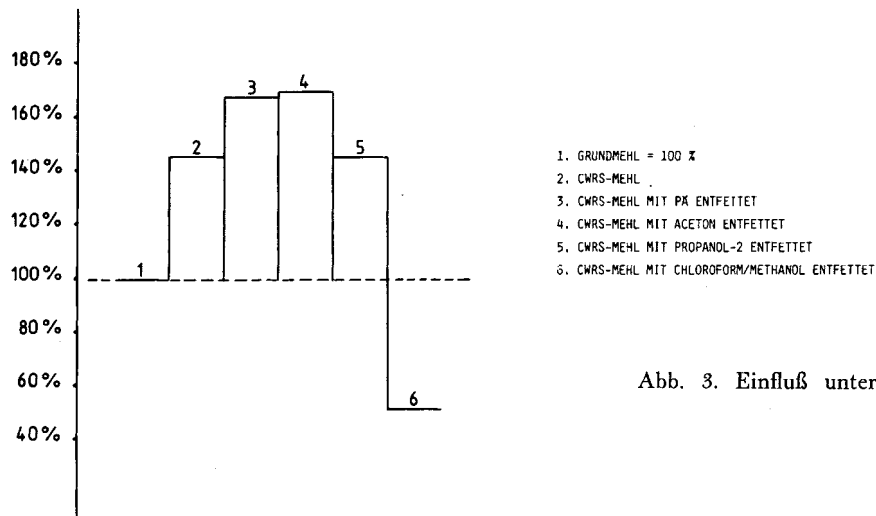


Abb. 3. Einfluß unterschiedlicher Fettextraktionen auf das Gebäckvolumen

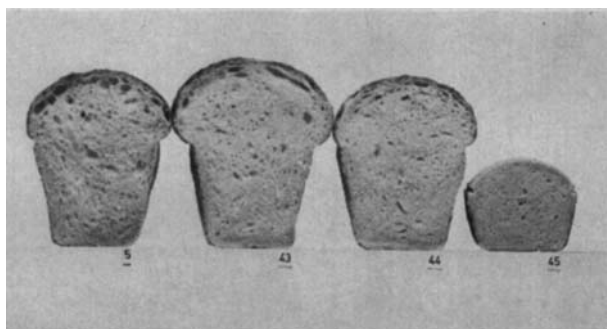


Abb. 4. Einfluß der Extraktion auf das Volumen des Brotes  
5: CWRS-Mehl; 43: CWRS-Mehl mit Aceton entfettet; 44: CWRS-Mehl mit Propanol-2 entfettet; 45: CWRS-Mehl mit Chloroform/Methanol entfettet

rung beobachtet. In früheren Arbeiten<sup>6</sup> berichteten wir, daß während der Verarbeitung von Kartoffeln Phosphatide bzw. Galaktolipide enzymatisch abgebaut werden. Ein derartiges Enzymsystem wurde ebenfalls von *T. Galliard*<sup>7</sup> in Kartoffelhomogenisaten beschrieben. Auch *E. Heinz*<sup>8</sup> isolierte ein Enzymsystem aus Spinatblättern, das die Synthese von Galaktolipiden bewirkt. In einer Reihe von Backversuchen verwendeten wir ein



Abb. 5. DC der unpolaren Lipide im Teig

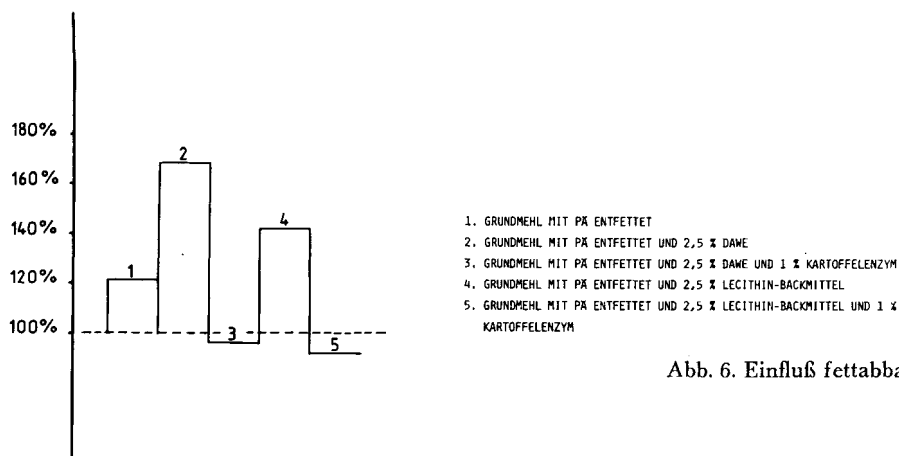


Abb. 6. Einfluß fettabbauender Enzyme auf das Gebäckvolumen (GM PA entf.)

<sup>6</sup> W. Nierle, A. W. El Bayá, W. Kempf, H. Bolling u. H. D. Ocker, Versuche zur Verlängerung der Haltbarkeit von Kartoffelprodukten, Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. **3**, 172 [1975].

<sup>7</sup> T. Galliard, The enzymic breakdown of lipids in potato

tuber by phospholipid- und galactolipid acyl hydrolase activities and by lipoxygenase, Phytochemistry **9**, 1725 [1970].

<sup>8</sup> E. Heinz, Über die enzymatische Bildung von Acylgalaktosyldiglycerid, Biochim. biophysica Acta [Amsterdam] **144**, 333 [1967].

Enzympräparat aus Kartoffeln, welches eine Verminderung im Brotvolumen bewirkte. Das Rohenzym aus Kartoffeln baut vermutlich die Phospho- bzw. Galaktolipide ab, die als Lipoprotein komplexiert sind. Dieser Vorgang ist mit der Extraktion der Lipide mit Chloroform/Methanol vergleichbar. Dabei werden offenbar Haft- bzw. Verknüpfungspunkte zwischen den Eiweißmolekülen angegriffen, was zu einer Verringerung der Festigkeit der Klebstellen führt. Ein solcher „Abreißvorgang“ scheint irreversibel zu sein, denn ein Austausch bzw. eine Rekonstitution durch Zugabe von Lecithin bzw. Diacetylweinsäure-Ester führt nicht mehr zum ursprünglichen Volumen (Abb. 6 und 7).

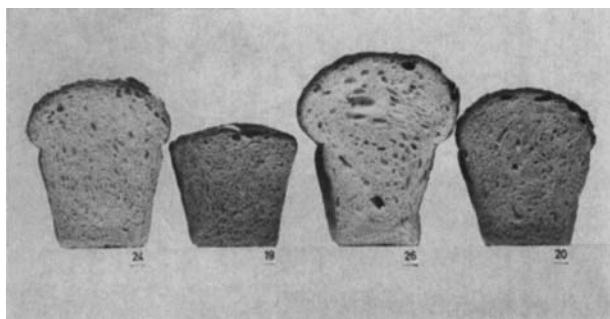


Abb. 7: Einfluß von DAWE bzw. des Enzympräparates auf das Brotvolumen

24: Grundmehl mit PÄ entfettet + 2.5 % DAWE; 19: Grundmehl mit PÄ entfettet + 2.5 % DAWE + 1 % Kartoffel-Enzym; 26: CWRS-Mehl mit PÄ entfettet + 2.5 % DAWE; 20: CWRS-Mehl mit PÄ entfettet + 2.5 % DAWE + 1 % Kartoffel-Enzym

Durch zugesetztes Lecithin erhöht sich die Menge an extrahierbaren Mono- und Digalaktosyldiglyceriden gegenüber Teig ohne Zusatz deutlich. Dies bedeutet, daß die für das Backverhalten eines Teiges wichtigen mehleigenen Mono- und Digalaktosyldiglyceride bei der Teigherstellung unter Zusatz von Lecithin keine besonders feste Bindung zum Eiweißkomplex eingehen, so daß deren positive Wirkung nahezu unterdrückt wird. Da die Phospholipide von geringerem Einfluß auf die Bäckereigenschaften sind als die Galaktolipide<sup>2</sup>, läßt sich die fehlende Bindung der mehleigenen Galaktolipide an das Protein durch Lecithinzugabe nicht völlig ausgleichen. Wegen dieser „Verdrängungsreaktion“ des Lecithins gegenüber den Galaktolipiden ist die Wirkung von Di-

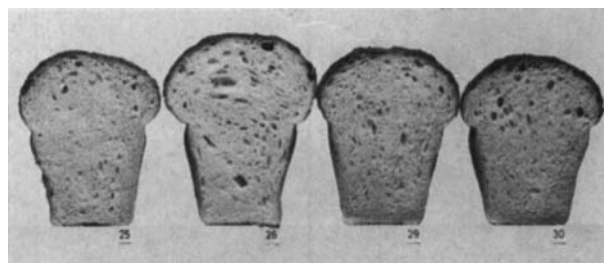


Abb. 9: Einfluß von DAWE bzw. Lecithinbackmittel auf das Brotvolumen

25: CWRS-Mehl + 2.5 % DAWE; 26: CWRS-Mehl mit PÄ entfettet + 2.5 % DAWE; 29: CWRS-Mehl + 2.5 % Lecithinbackmittel; 30: CWRS-Mehl mit PÄ entfettet + 2.5 % Lecithinbackmittel

acetylweinsäure-Ester, welcher die Galaktolipide offenbar nicht verdrängt, bei der Brotherstellung größer als

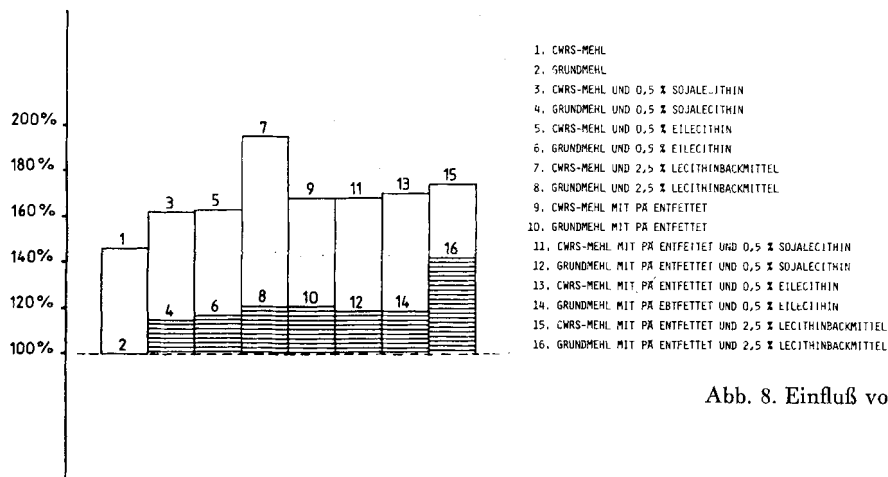


Abb. 8. Einfluß von Lecithin auf das Gebäckvolumen

### 3.3. Einfluß von Lecithin und Diacetylweinsäure-Ester auf die Bäckereigenschaften des Mehles

Während Sojalecithin allein nur eine vergleichsweise geringe Volumensteigerung bewirkt, hat ein Lecithin-Backmittel (zu 20 % bestehend aus Lecithin, Kephalin, Inositolphosphatidyl, Mono-, Di- und Triglyceriden und 80 % Nichtfettsubstanz) eine beträchtliche Volumensteigerung erbracht (Abb. 8). Die Diacetylweinsäure-Ester verbessern die Maschinenfreundlichkeit der Teige, erhöhen die Gärtoleranz und die Volumenausbeute der nativen sowie der entfetteten Mehle deutlicher als Zusätze von Lecithin bzw. Lecithin-Backmitteln (Abb. 9).

die von Backmitteln auf Lecithinbasis. Hierdurch ist auch erklärbar, warum Phospholipide in niedrigen Konzentrationen das Backverhalten negativ beeinflussen können, in höheren Konzentrationen jedoch einen Anstieg in der Volumenausbeute bewirken. In diesem Falle treten wahrscheinlich überschüssige Phospholipide — zumindest teilweise — an die Stelle der verdrängten Galaktolipide.

### 4. Schlußbetrachtung und Ausblick

Alle diese Beobachtungen führen noch nicht zu einem einheitlichen Bild hinsichtlich des Wirkungsmechanis-

mus der Mehllipide. Sie verwirren vielmehr durch die Fülle der vermeintlich widersprüchlichen Wirkungen, so daß eine Aufklärung noch komplizierter geworden ist. Erschwert wird eine Deutung der Ergebnisse noch durch die Tatsache, daß Unterschiede in der Wirkung der Lipide von der Art des Backversuchs abhängig sind. Z. B. wirkt sich die Entfettung mit Petroläther im Rapid-Mix-Test<sup>9</sup> negativ auf das Brötchen-Volumen aus. Vermutlich werden durch die intensivere mechanische Bearbeitung beim Kneten feine fibrilläre Strukturen zerstört, die für die Ausbildung einer optimalen

Teigstruktur notwendig sind. In gleicher Weise wie diese Widersprüche wird auch das teilweise sehr unterschiedliche, bisweilen auch entgegengesetzte Ansprechen der Mehle mit verschiedenem Qualitätsniveau auf Zusätze bzw. Entfernung von bestimmten Lipidklassen Gegenstand noch weiterer Studien bleiben.

Eingegangen am 21. September 1981.

<sup>9</sup> W. Nierle, H. D. Ocker u. A. W. El Bayá, Einfluß der Lipide auf die physikalischen Eigenschaften von Mehl-inhaltsstoffen, Getreide, Mehl und Brot 34, 319 [1980].

## Über die Zusammensetzung des Retamowaxes\*

Von H. Schmidt\*\*, Hoechst AG, Werk Gersthofen

Die Hauptkomponenten des Retamowaxes wie Säuren, Alkohole und Kohlenwasserstoffe werden qualitativ und quantitativ mit den entsprechenden Anteilen bekannter Naturwaxe verglichen. Zu diesen Zwecke wurden mehrere Retamowaxproben jeweils mit Hilfe von Ionenaustauschverfahren, selektiven Extraktionen und Säulenchromatographie in die genannten Hauptkomponenten getrennt. Die Kettenlängenverteilungen der genannten Fraktionen wurden gaschromatographisch ermittelt.

Zu den bekanntesten Naturwachsen zählen neben dem Bienenwachs das fossile Rohmontanwachs, das weltweit in Form seiner Raffinate bzw. deren Derivaten verwendet wird, sowie das recente Wachs der brasilianischen Fächerpalme, das Carnaubawachs. Daneben gibt es eine Anzahl weiterer Naturwaxe mit lediglich regionaler Bedeutung, unter denen Candelilla- und Retamowachs hervorzuheben sind.

Retamowachs ist ein Pflanzenwachs und stellt den Wachsbelag der Zweige von *bulnesia retama* aus der Familie der Zygophyllaceen dar (2—3%). Diese Pflanze gedeiht wild als Buschwerk und auch als Baum in den ariden Zonen Südamerikas. Besonders stark verbreitet wächst sie in Argentinien, vornehmlich in der westlichen Praekordilliere sowie im Nordwesten des Landes. Das hierauf basierende Reservoir an Retamowachs ist schwer abzuschätzen, da zwar das Vorkommen auf einer Fläche von rd. 7 Mio. Hektar genannt wird, von denen allerdings nur etwa 2,5 Mio. Hektar einigermaßen zugänglich sind, aber keine Angaben über die Besetzungsdichte/Hektar vorliegen. Die tatsächliche Gewinnung lag 1977 bei 420—480 jato, an der im wesentlichen drei Produzenten beteiligt waren, deren einer rund 240 jato — also rund 50% des Gesamtvolumens — auf den argentinischen Markt brachte. Der Hauptproduzent beabsichtigte, den erwähnten Anteil von rd. 240 jato auf etwa 1000 jato zu steigern. Inzwischen haben sich die Kosten für Ernte und Aufbereitung jedoch so erhöht, daß derzeit Retamowachs auf dem argentinischen Markt praktisch keine Rolle mehr spielt und in den nächsten Jahren überhaupt nicht mehr verfügbar sein dürfte.

Die Gewinnung des Retamowaxes verläuft praktisch nach der gleichen Methode wie bei Candelillawachs: Die

\* Vortrag anlässlich der 36. DGF-Vortragstagung in Kiel am 8. September 1980.

\*\* Anschrift des Verfassers: Dr. H. Schmidt, Hoechst Aktiengesellschaft, Werk Gersthofen, Postfach 10 15 67, 8900 Augsburg 1.

### Composition of Retamo Wax

The chief components of retamo wax like acids, alcohols and hydrocarbons are qualitatively and quantitatively compared with the corresponding amounts of known natural waxes. To this purpose several retamo wax samples were each separated into the mentioned chief components by means of ion exchange processes, selective extractions and column chromatography. The chain length distributions of the mentioned fractions were determined by gaschromatography.

Zweige der Pflanze werden im Sommer geerntet und in offenen Gefäßen mit Wasser, unter Zusatz geringer Mengen Schwefelsäure, gekocht. Die hierbei aufschwimmende Wachsschmelze wird in flache, wannenförmige Gefäße abgeschöpft oder abgelassen und erstarrt zu einem harten, teilkristallinen Wachs. Die Farbe des Produktes schwankt zwischen Mittelbraun und Hellbraun — je nach Zugabe weiterer bleichender Agenzien wie z. B. Wasserstoffperoxid o. a. während des Aufbereitungsprozesses.

Die genannten Produkte gelangen unter entsprechenden Typbezeichnungen auf den Markt, wobei auch Verschnitte mit Paraffinen als modifiziert bezeichnete Retamowaxe gehandelt werden.

Wir interessierten uns im Rahmen unserer analytischen Untersuchungen vor allem für das genuine Wachs hinsichtlich seiner Zusammensetzung aus den Hauptkomponenten Säuren, Alkoholen und Kohlenwasserstoffen sowie hinsichtlich der „Kettenlängenspektren“ innerhalb der genannten Gruppen.

Aus der Untersuchung gebleichter Produkte wollten wir entnehmen, ob diese einem einfachen Bleichprozeß ohne chemische Veränderung des Wachs-körpers entstammen oder evtl. durch oxidative Raffination hergestellt worden waren. Letztgenanntes Verfahren führt erfahrungsgemäß zu einer Verschiebung der quantitativen Verhältnisse von Gesamtsäuren und Unverseifbarem im Raffinat gegenüber dem genuinen Material.

Für unsere Untersuchungen standen uns vier Retamowaxmuster zur Verfügung: *Cera oscura*, ein Rohwachs von mittelbrauner Farbe, sowie drei helle Wachstypen mit den Bezeichnungen *cera clara*, *cera rem clara* und *cera extra clara*.

In Tab. 1 sind die wichtigsten Kennzahlen der Untersuchungsprodukte im Vergleich mit denen von Carnaubawachs und Rohmontanwachs angeführt. Wie man sieht, weisen