

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 34 (1943)

Heft: 3-4

Artikel: Die mikroskopische Analyse von Ersatzlebensmitteln

Autor: Müller, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-983074>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

DIE MIKROSKOPISCHE ANALYSE VON ERSATZLEBENSMITTELN

Von Dr. R. Müller, Basel*)

In letzter Zeit sind zahlreiche Lebensmittel mit Beimischungen von bis vor kurzem bei uns wenig verwendeten Ersatzsamen- und Stärkemehlen auf dem Markte erschienen, um dem immer fühlbarer werdenden Mangel an reinen Kakaoerzeugnissen, diätetischen Nährmitteln, Crème- und Puddingpulvern usw. zu begegnen.

Die Knappeit an altgewohnten Zerealienmehlen, Stärkeprodukten, an Kakao und Malz zwang die Fabrikanten, nach anderen Grundstoffen Ausschau zu halten und sie — soweit verfügbar — in ihren Frühstücksgetränken, Crème-pulvern und dergleichen zu verarbeiten. Aber nicht nur die Nährmittelindustrie, auch das Bäckerei- und Konditoreigewerbe war genötigt, sich auf Ersatzstoffe umzustellen und sie zwecks Einsparung von Kohlehydraten und Fetten zu verwerten. Konditoreihilfsstoffe oder sogenannte Bindemittel waren diesem Gewerbe bis anhin fast unbekannte Begriffe.

Das Auftauchen der genannten Ersatzlebensmittel und Hilfsstoffe im Handel bedingte eine vermehrte chemische und mikroskopische Untersuchungstätigkeit. Von den Resultaten speziell der mikroskopischen Analyse solcher Produkte soll im Folgenden die Rede sein.

Auf Grund einer grossen Reihe von Untersuchungen im Kantonalen Laboratorium Basel kamen wir zum Schluss, dass es hauptsächlich drei Gruppen von Ersatzstoffen pflanzlicher Art sind, die mit Hilfe des Mikroskopes analysiert werden können, wobei in einigen Fällen die chemische mit der mikroskopischen Untersuchung Hand in Hand zu gehen hat:

- eine 1. Gruppe von bestimmten Leguminosenmehlen,
- eine 2. Gruppe von Stärkemehlen und
- eine 3. Gruppe von nährwertlosen Streck- und Ballaststoffen.

*) Nach einem anlässlich der Jahresversammlung der Gesellschaft schweizerischer Lebensmittelinspektoren in Chur gehaltenen Vortrag.

Es hat sich gezeigt, dass die mikroskopierbaren Bestandteile von Lebensmitteln der eingangs erwähnten Art sich meist auf diese relativ kleine Auswahl, die nun eine nähere Charakterisierung erfahren soll, beschränken.

Zur Erleichterung für den Ungeübten haben wir Mikrophotos von Elementen, die zur Erkennung der Samen- und Stärkemehle sowie der Ballaststoffe dienen, angefertigt*). Damit wird einerseits die textliche Erläuterung, worin wir auf die typischen Unterscheidungs- und Erkennungsmerkmale hinweisen, eindeutig illustriert und andererseits das Bildermaterial der bekannten Lehrbücher, das hauptsächlich aus mehr oder weniger stilisierten Zeichnungen besteht, in nützlicher Weise ergänzt. Der Beschreibung der mikroskopisch erkennbaren Elemente sind jeweils Angaben über Verwendung, chemische Daten der Ersatzstoffe vorangestellt.

1. JOHANNISBROTFRUCHT ODER KAROBENFRUCHT

Die Früchte des Johannisbrotbaumes, welcher der Familie der Caesalpiniaceen/Leguminosen (*Ceratonia siliqua*) angehört und im Mittelmeergebiet beheimatet ist, bestehen aus derben, glänzend dunkelbraunen, nicht aufspringenden Schoten mit flachen braunen Samen. Ihre Verwendungsmöglichkeiten sind zahlreich: sowohl die *Schoten* wegen ihres hohen Zuckergehaltes als auch die *Samen* wegen der Schleimstoffe lassen uns die gesamte Karobenfrucht als wertvoll erscheinen. Während sie der ärmeren Bevölkerung des Mittelmeergebietes früher als Nahrung diente und die Araber durch geeignete Gärung der reifen Früchte ein säuerliches, berauschendes Getränk herzustellen pflegen, hat sich neuerdings die Johannisbrotfrucht in gemahlenem Zustande als Backmehlersatzmittel (in Mischung mit anderen Mehlen) bei uns Eingang zu verschaffen gesucht; markenfreie Backwaren zeigten unter dem Mikroskop noch die charakteristischen Merkmale der Karobenfrucht. Die Fabrikation von Kaffeesurrogat aus den gedörnten Schoten (Karobenkaffee) ist schon längst bekannt, seit kurzem erst die Herstellung von Fruchtsäften mit *Ceratonia*-Extrakt.

Der Pflanzenschleim des Samens, d. h. das von der Samenschale und dem Embryo befreite, gepulverte Endosperm oder der aus diesem, mit heissem Wasser gewonnene und wieder eingedampfte Auszug¹⁾ stellt einen in der Appretur und Textilfarbdruckerei begehrten Stoff dar; er wird aber gegenwärtig auch im Bäckereigewerbe als Bindemittel und Konditoreihilfsstoff vielfach benutzt und unter Namen wie «Dickin», «Neo-Dickol» usw. in Trockenpulverform im Handel vertrieben.

Als ziemlich wertloses Streckmittel tauchen und tauchten in verschiedenen sog. Nährmitteln, Crème- und Puddingpulvern Karoben-Samenschalenbestandteile auf. Im Verein mit sog. «Frütemehl», das sich bei näherer Untersuchung

*) Für die wertvolle Hilfe bei der Herstellung der Mikrophotos bin ich Herrn Strübin von der Firma H. Strübin & Co., Basel, zu Dank verpflichtet.

als aus abgepressten extrahierten Obstresterrückständen bestehend erwies, sollte dieses Samenschalenmehl als Streckmittel für Brotbackmehl lanciert werden, was aber mit Recht verhindert wurde. — Extrahiertes Samenschalenmehl oder Karobenfruchtmehl findet sich auch als Aroma-Trägerstoff in Zimtersatzprodukten vor. Schliesslich sind Samenschalen-Elemente in einem Eier-Ersatzpulver zusammen mit Lupinen- und Sojabestandteilen angetroffen worden.

Chemische Kennzahlen

Die in den *Schoten* enthaltenen Zuckersubstanzen betragen ca. 40 % des Gesamtgewichtes. Analysenresultate nach

Rothéa, 1922²⁾:

8,5 — 11,0	% reduzierender Zucker
29,4 — 34,7	% Saccharose

de Noter, 1934³⁾:

19,6	% Glukose
21,5	% Saccharose
3,65	% Proteine
15	% Wasser

Pritzker und Jungkunz, 1943⁴⁾:

12,9	% Invertzucker
19,3	% Saccharose
4,4	% Proteine
1,3	% Pektin
2,4	% Schleimstoffe
3,5	% Stärke
2,53	% Mineralstoffe
5,7	% Rohfaser nach Bellucci
10,0	% Wasser

Die wichtigsten *Bestandteile des Samens* sind nach

Pritzker und Jungkunz, 1942⁵⁾:

3,9	% Pektin
41,0	% Schleimstoffe
9,9	% Stickstoffsubstanzen
0,6	% Fehling reduz. Bestandteile
0	% Stärke

Mikroskopische Merkmale

a) Die *Fruchtschale* setzt sich von aussen nach innen aus polygonalen braunen, dann runden Zellen, einer Faserschicht mit Steinzellen und Kristallkammerzellen zusammen. Das Fruchtfleisch präsentiert sich als ein mächtiges Gewebe aus grossen dünnwandigen Zellen mit gerbstoffreichen Einschlussskörpern, sog. Inklusen. Die Samenfächer werden, ähnlich wie die äusseren Schichten der Fruchtschale, von Fasern, Steinzellen usw. ausgekleidet.

Die mikroskopische Untersuchung der Karobenfrucht gestaltet sich einfach, wenn die im Fruchtfleisch reichlich vertretenen Inklusen nachgewiesen werden können. Diese stellen grosse, quer oder schief gefaltete, sackartige Körper von gelblich-brauner Farbe dar. Mit verdünnter resp. starker Kalilauge vorsichtig erwärmt, färben sie sich blauviolett bis dunkelblau und gehen allmählich in Lösung. Die charakteristische *Form* der Inhaltskörper genügt jedoch zum Nachweis völlig, besonders wenn, wie für die Erzielung gut aufgehellter Präparate üblich, eine konzentrierte wässrige Lösung von Chloralhydrat (5+2) unter gelindem Erwärmen benutzt wurde. (Vgl. Abbildung 1—3)

Da eine *Verwechslung* der Inklusen der Johannisbrotfrucht mit den inneren Fruchtwandzellen der *Haselnuss*, welche ebenfalls eine gebuchte oder gefaltete Form aufweisen, möglich sein könnte, seien sie hier erwähnt. Die spiraling abrollenden Gefässe der Haselnuss-Samenschale und das zartwandige Gewebe der Keimblätter mit ganz kleinen Oxalatdrusen, welche mikroskopischen Merkmale der Haselnuss eigen sind, gestatten indessen eine einwandfreie Unterscheidung von der Johannisbrotfrucht. (Vgl. Abbildung 4—5)

b) Der *Johannisbrotsamen* lässt makroskopisch deutlich drei Teile erkennen: 1. eine braune, sehr widerstandsfähige Samenschale, 2. einen Embryo mit zwei sehr flach aneinander liegenden Kotyledonen und 3. zwischen diesen und dem Embryo zwei symmetrisch entwickelte Massen, das Endosperm, welches hart, hornig und opaleszierend-durchsichtig ist und — in Wasser eingelegt — eine schleimartige Substanz entwickelt.

Die *Samenschale* zeigt, unter dem Mikroskop betrachtet, den für Leguminosensamen charakteristischen Bau, d. h. eine grosse äussere *Palisadenschicht* mit darunter liegenden kleinen spindelförmigen *Trägerzellen*. Die Querschnittsbilder, die typisch und mit denjenigen anderer Leguminosensamen nicht zu verwechseln sind, weisen sehr hohe, äusserst fein und gleichmässig struierte Palisaden mit einer zarten *Lichtlinie* und oberhalb derselben einen strukturlosen Teil auf. Ihre Farbe ist gelb bis gelb-braun. — In der Flächenansicht sind bisweilen als weiteres Merkmal des Johannisbrotsamens runde, mit glashellen (hornartig verdickten) Wänden und einem kernartigen, gelben Einschluss versehene Schleimendospermzellen erkennbar: «Brillenzellen». Der kleine Keimling enthält *keine Stärke*. (Vgl. Abbildungen 6—9.)

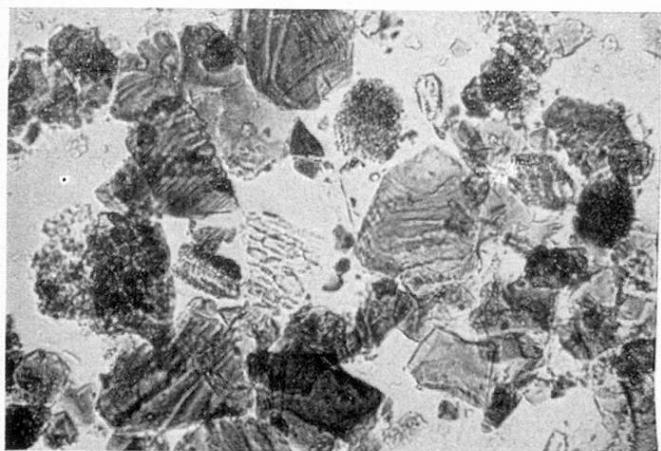


Abb. 1: Inklusen aus dem Johannisbrot-Fruchtfleisch
Flächenansicht = 100 fach



Abb. 2: Inklusen aus dem Johannisbrot-Fruchtfleisch
Flächenansicht = ca. 200 fach

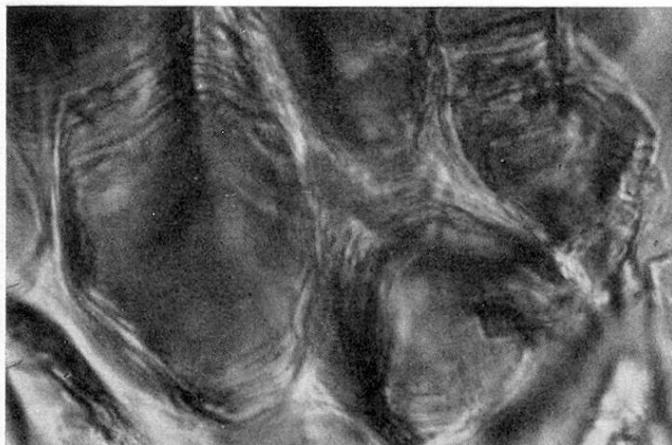


Abb. 3: Inklusen aus dem Johannisbrot-Fruchtfleisch
Flächenansicht = 450 fach



Abb. 4: Links Inklusen, rechts oben Spiralgefässe der Haselnuss-Samenschale
Flächenansicht = ca. 100 fach

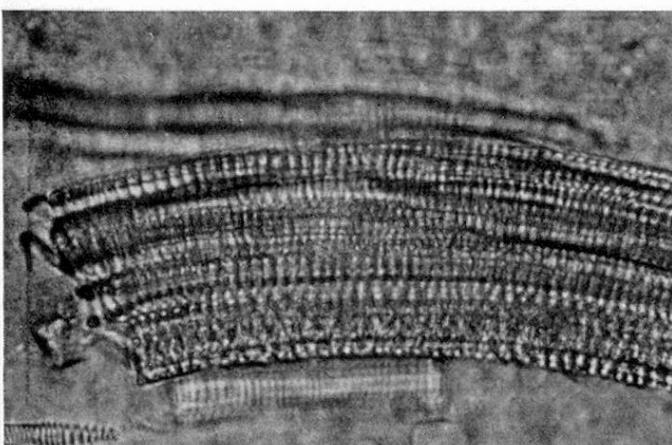


Abb. 5: Spiralgefässe der Haselnuss-Samenschale
Flächenansicht = 450 fach

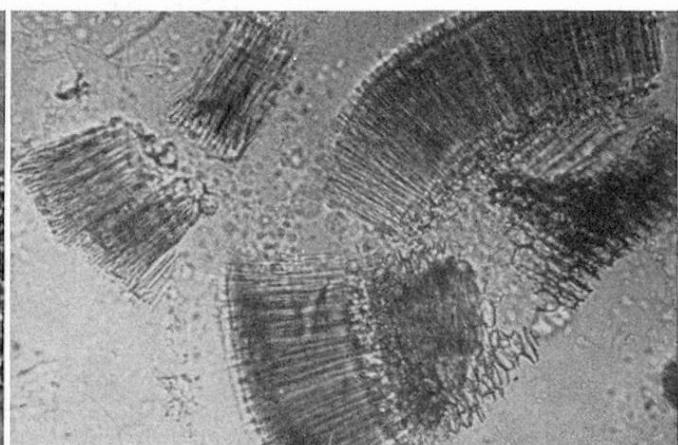


Abb. 6: Palisaden- und Trägerzellen der Johannisbrot-Samenschale
Querschnittsbild = 100 fach

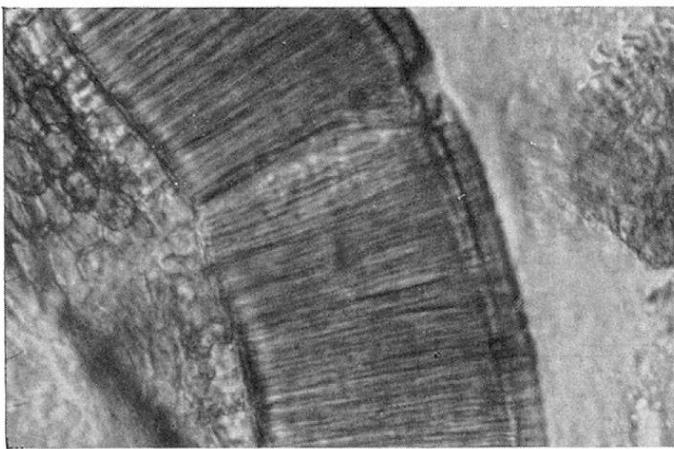


Abb. 7: Palisaden- und Trägerzellen der Johannisbrot-Samenschale
Querschnittsbild = ca. 200 fach

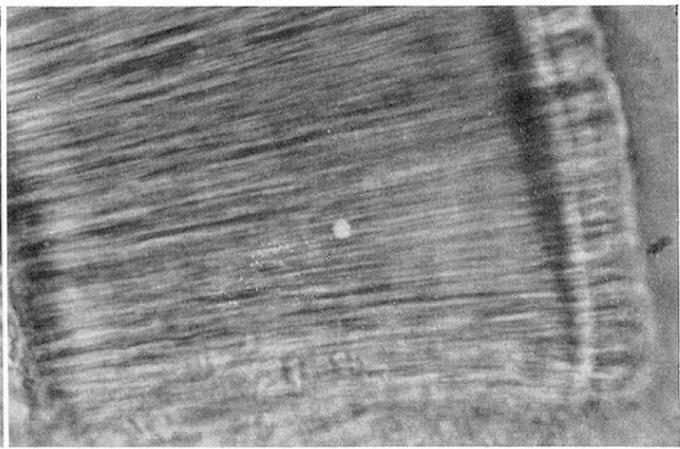


Abb. 8: Palisadenzellen mit Lichtlinie der Johannisbrot-Samenschale
Querschnittsbild = 450 fach

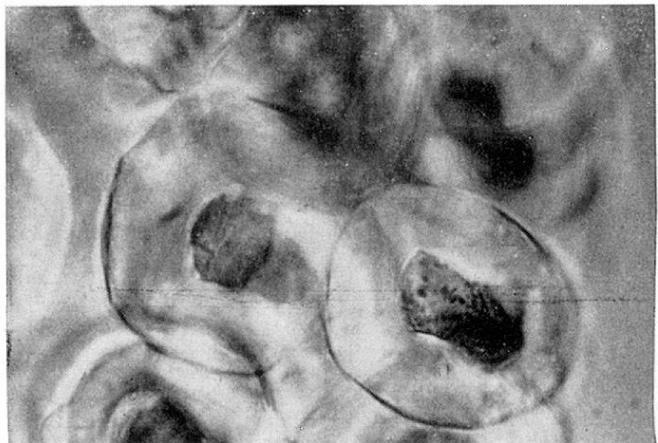


Abb. 9: Brillenzellen des Schleimendosperms des Johannisbrotsamens
Flächenansicht = 450 fach

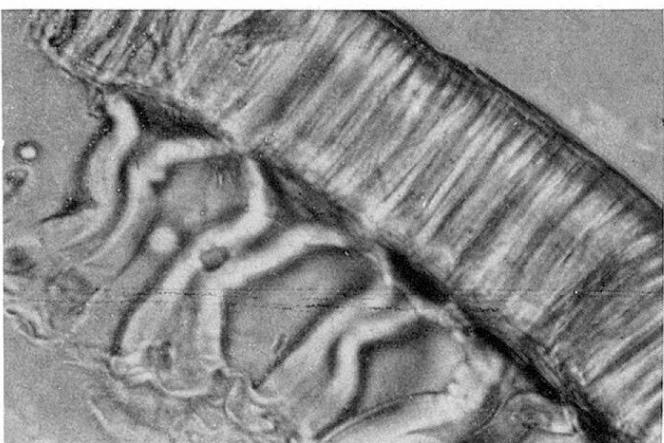


Abb. 10: Palisaden- und Trägerzellen der Soja-Samenschale
Querschnittsbild = 450 fach



Abb. 11: Palisadenzellen der Samenschale der weissen Lupine
Querschnittsbild = 100 fach

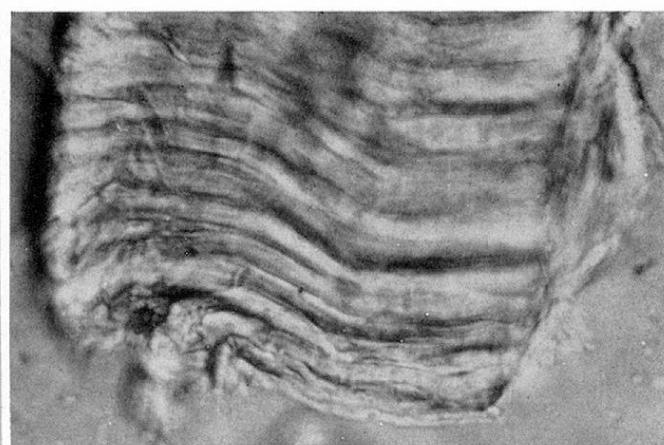


Abb. 12: Palisadenzellen der Samenschale der weissen Lupine
Querschnittsbild = 450 fach

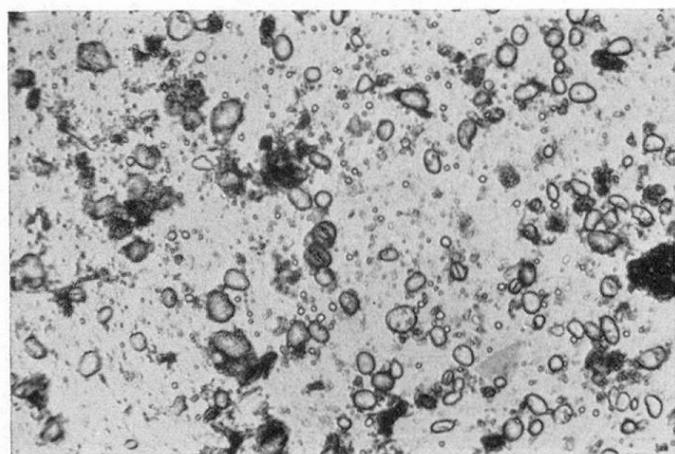


Abb. 13: Wickenstärke
Bild = 100 fach

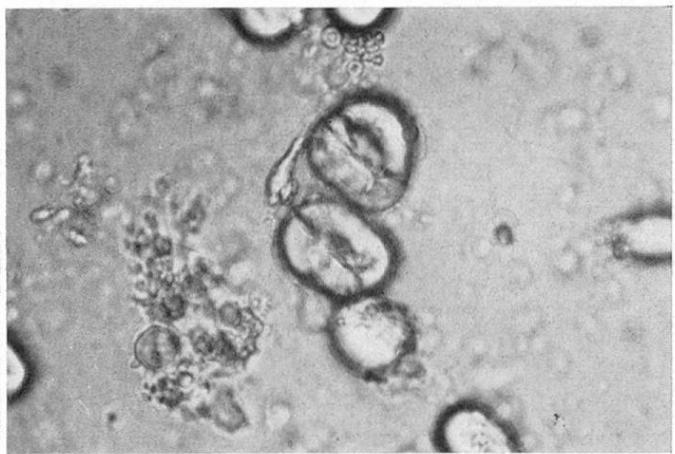


Abb. 14: Wickenstärke
Bild = 450 fach

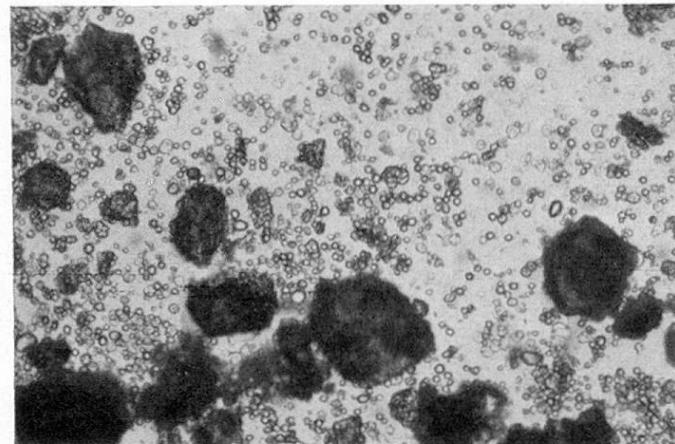


Abb. 15: Stärke von Panicum miliaceum
Schollen mit n/100 Jodlösung angefärbt
Bild = 100 fach

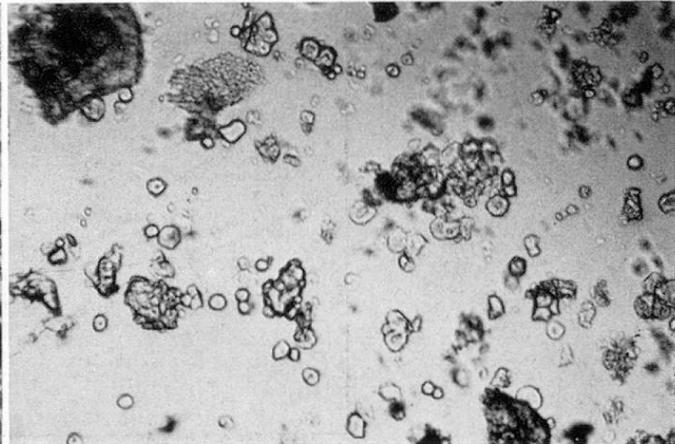


Abb. 16: Stärke von Andropogon Sorgum
Bild = 100 fach

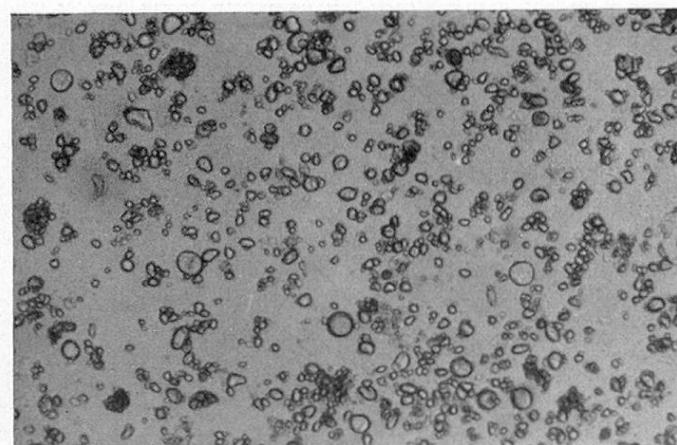


Abb. 17: Stärke der Edelkastanie
Bild = 100 fach

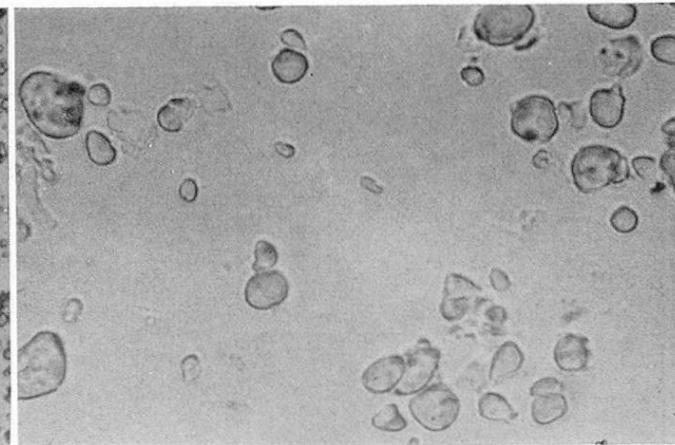


Abb. 18: Stärke der Edelkastanie
Bild = 450 fach

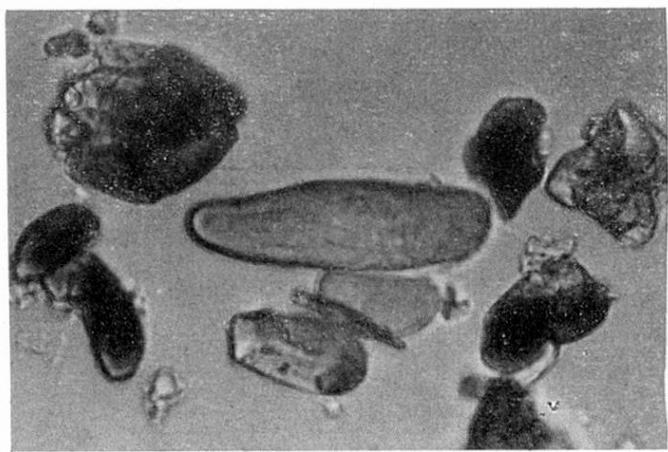


Abb. 19: Bananenstärke, mit n/100 Jodlösung angefärbt
Bild = 450 fach

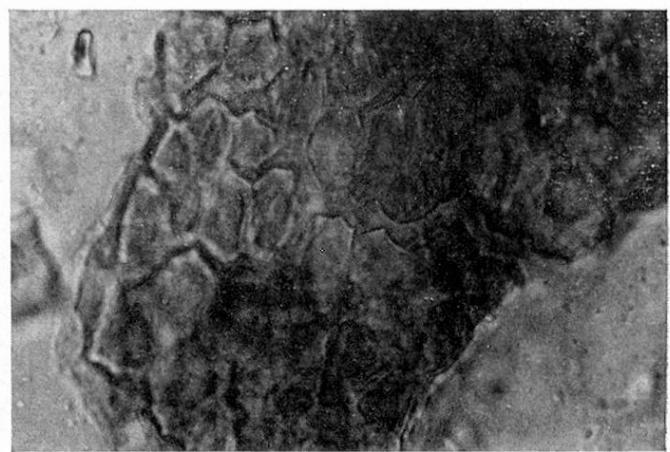


Abb. 20: Steinzellen der Kakao-Samenschale
Bild = 450 fach

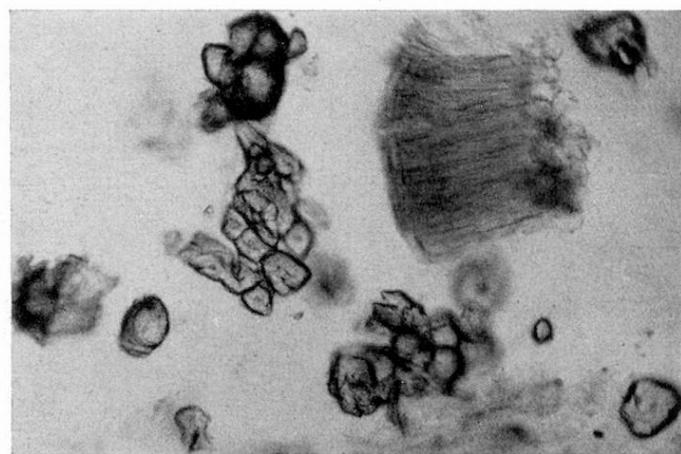


Abb. 21: Steinzellen des Mesokarps der Birne
Rechts oben Palisaden der Ceratonia-Samen-
schale
Bild = 100 fach

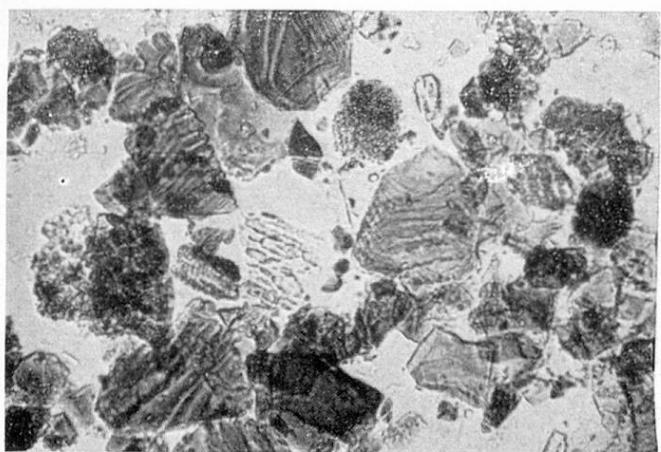


Abb. 1: Inklusen aus dem Johannisbrot-Fruchtfleisch
Flächenansicht = 100 fach



Abb. 2: Inklusen aus dem Johannisbrot-Fruchtfleisch
Flächenansicht = ca. 200 fach

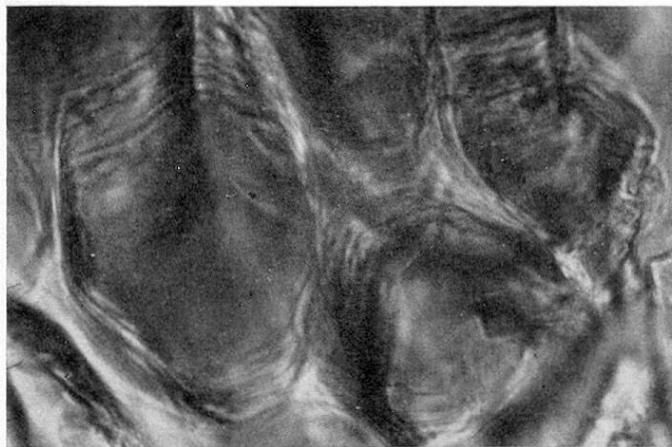


Abb. 3: Inklusen aus dem Johannisbrot-Fruchtfleisch
Flächenansicht = 450 fach

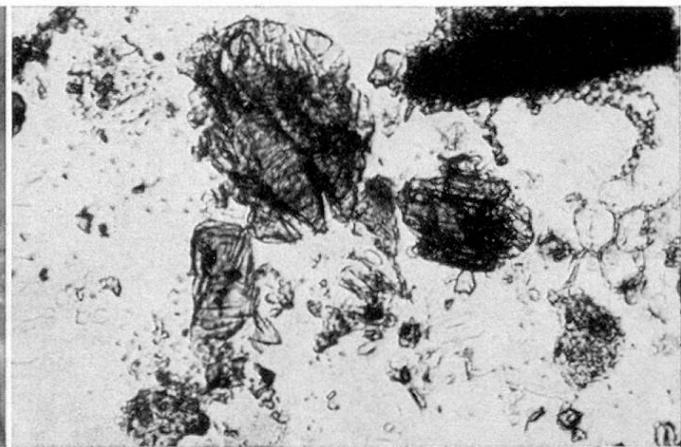


Abb. 4: Links Inklusen, rechts oben Spiralgefässe der Haselnuss-Samenschale
Flächenansicht = ca. 100 fach

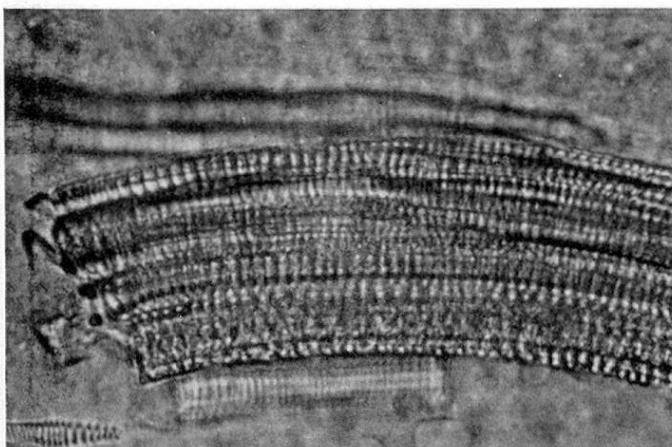


Abb. 5: Spiralgefässe der Haselnuss-Samenschale
Flächenansicht = 450 fach



Abb. 6: Palisaden- und Trägerzellen der Johannisbrot-Samenschale
Querschnittsbild = 100 fach

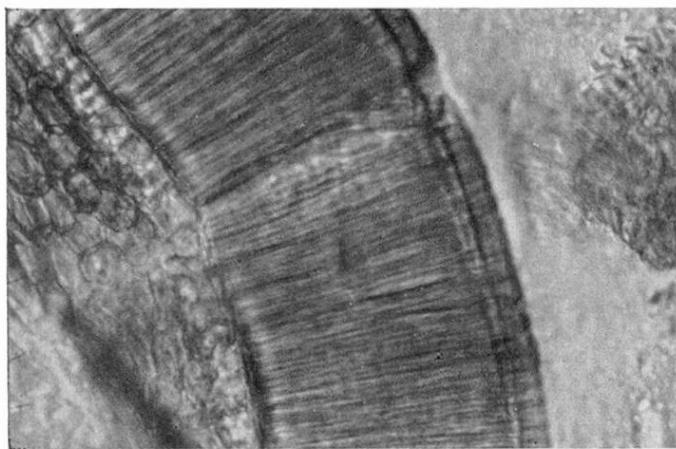


Abb. 7: Palisaden- und Trägerzellen der Johannisbrot-Samenschale
Querschnittsbild = ca. 200 fach

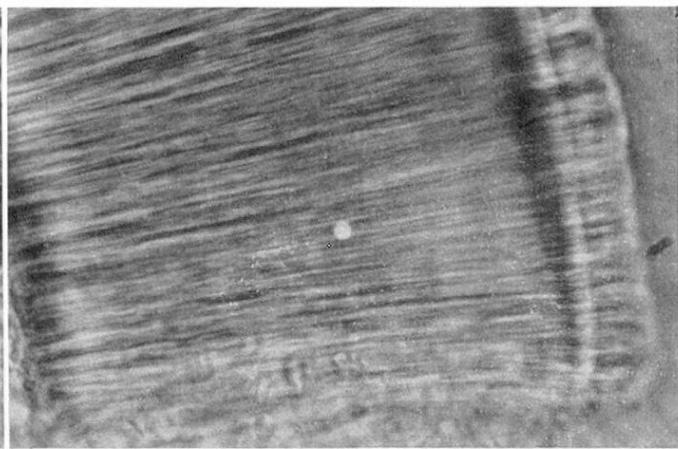


Abb. 8: Palisadenzellen mit Lichtlinie der Johannisbrot-Samenschale
Querschnittsbild = 450 fach

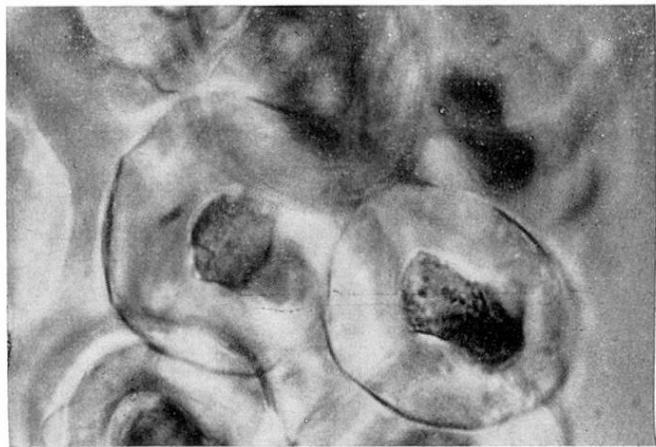


Abb. 9: Brillenzellen des Schleimendosperms des Johannisbrotsamens
Flächenansicht = 450 fach

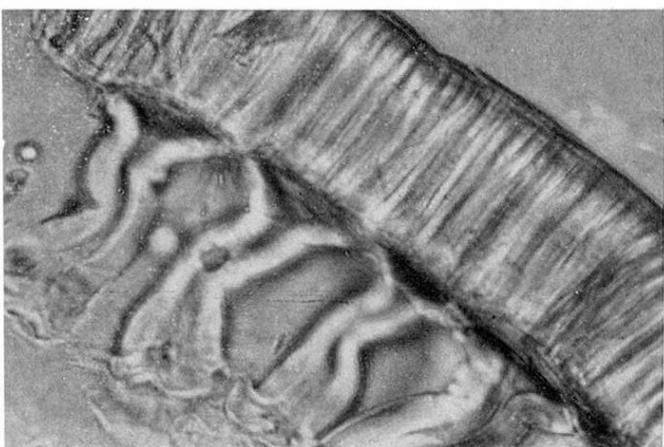


Abb. 10: Palisaden- und Trägerzellen der Soja-Samenschale
Querschnittsbild = 450 fach



Abb. 11: Palisadenzellen der Samenschale der weissen Lupine
Querschnittsbild = 100 fach

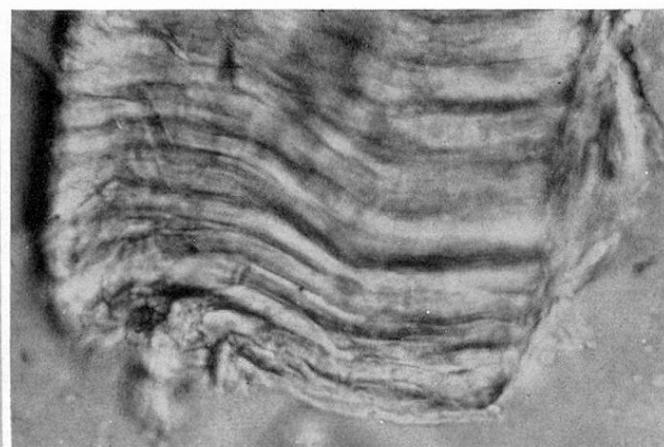


Abb. 12: Palisadenzellen der Samenschale der weissen Lupine
Querschnittsbild = 450 fach

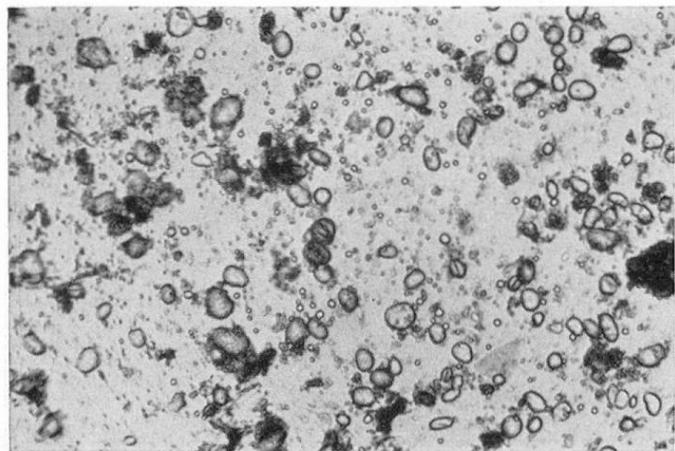


Abb. 13: Wickenstärke
Bild = 100 fach



Abb. 14: Wickenstärke
Bild = 450 fach

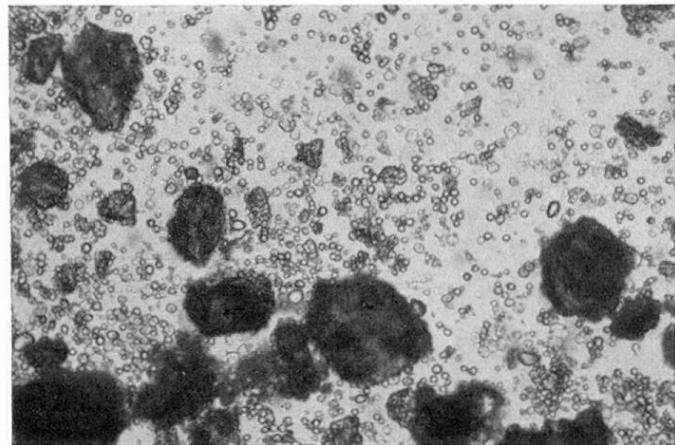


Abb. 15: Stärke von *Panicum miliaceum*
Schollen mit n/100 Jodlösung angefärbt
Bild = 100 fach

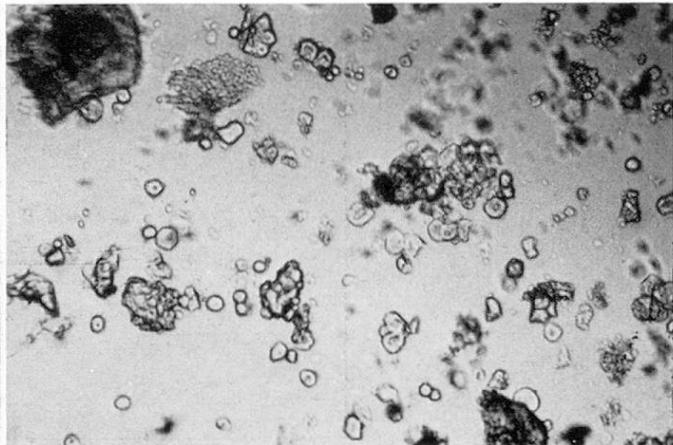


Abb. 16: Stärke von *Andropogon Sorghum*
Bild = 100 fach

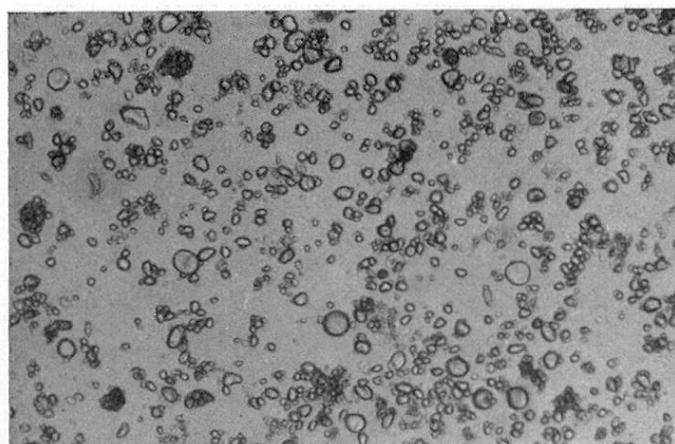


Abb. 17: Stärke der Edelkastanie
Bild = 100 fach

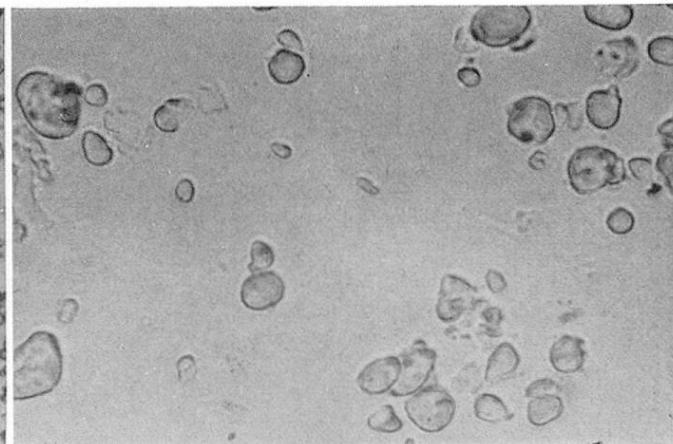


Abb. 18: Stärke der Edelkastanie
Bild = 450 fach

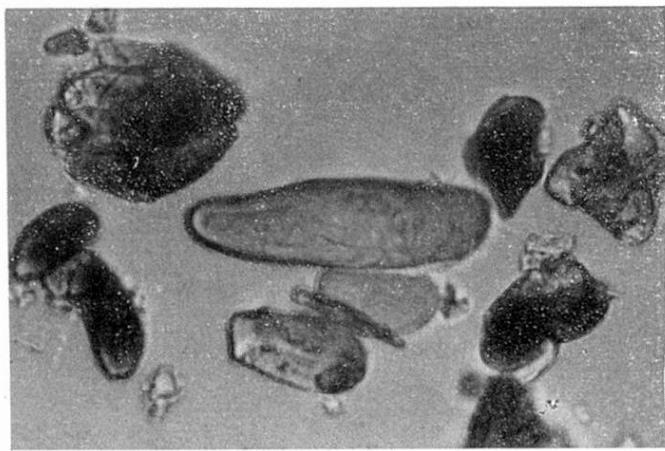


Abb. 19: Bananenstärke, mit n/100 Jodlösung angefärbt
Bild = 450 fach

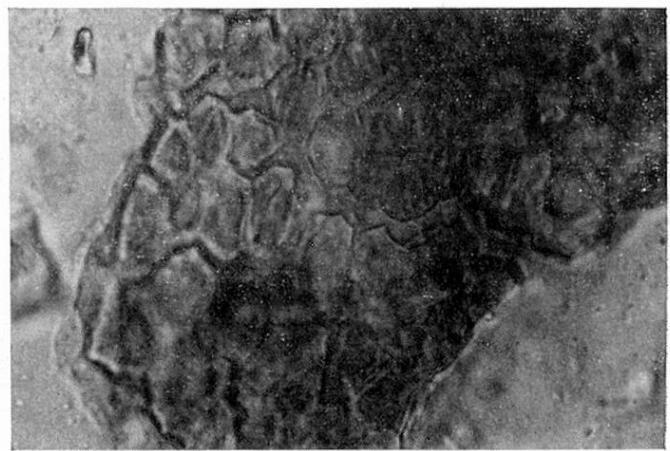


Abb. 20: Steinzellen der Kakao-Samenschale
Bild = 450 fach

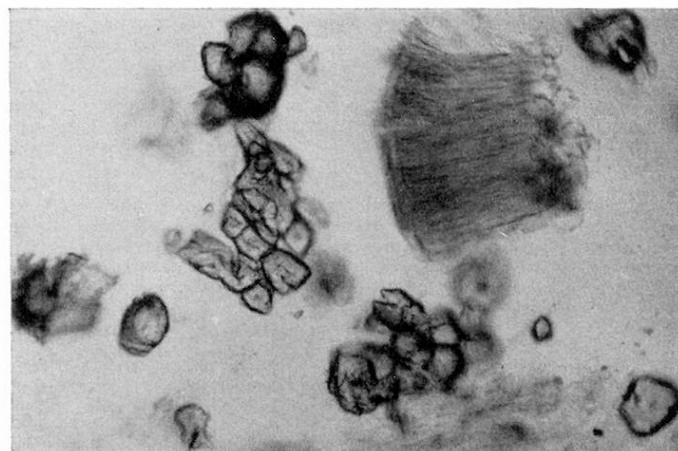


Abb. 21: Steinzellen des Mesokarps der Birne
Rechts oben Palisaden der Ceratonia-Samenschale
Bild = 100 fach

2. SOJABOHNE

In neuester Zeit ist bei uns die Sojabohne (Stammpflanze: *Glycine hispida*/Leguminosen) zu Ansehen und einiger Bedeutung für die menschliche Ernährung gelangt. Die in Ostasien heimische Soja wird in Japan, China, speziell in der wärmeren Zone der Mandschurei, aber auch in Europa und Amerika angebaut. Ihre 5—9 cm langen Früchte (Hülsen), die je nach Sorte graugelb, rotbraun usw. gefärbt sind, enthalten 2—5 Samen von rundlicher, länglicher oder nierenförmiger Gestalt und unterschiedlicher Farbe. Bald sind sie weisslich, bald gelblich oder auch grün bis schwarz.

Der Nützlichkeitswert und die vielfache Verwendbarkeit der Soja bedingten die Entstehung einer umfangreichen Literatur über die Pflanze. Die zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten können hier nur kurz gestreift werden. Sojakost nehmen die Ostasiaten in verschiedener Form zu sich: als Gärungsprodukte die pflanzlichen Käse Tolu und Nattos, die Sojabreie und -saucen (Würze) sowie das Sojaöl als Speisefett. Die Ölkuchen dienen als Futter- und Düngemittel, Öl und Kasein zur Herstellung von Werkstoffen aller Art. In einem Zeitungsartikel⁶⁾ finden sich über Mandschukuo folgende Sätze:

«Von den 12 Millionen bebaubaren Hektaren Ackerland ist kaum die Hälfte erschlossen. Und trotzdem ist Mandschukuo der grösste Produzent von Sojabohnen der Welt. In Dairen gibt es ein Museum und zwei Laboratorien, die der Sojabohne gewidmet sind. Im Museum stellt eine eindrucksvolle Tafel dar, was man aus der Sojabohne bisher alles gewinnen konnte: Öl, Zucker, Ölkuchen und Textilfasern. In den Laboratorien stellt man aus ihr Kunstleder, Automobilkarosserien, Harz und Papier her. Davon, dass man sie in natürlicher Form auch essen kann, spricht überhaupt niemand mehr.»

Uns Europäer interessiert die Sojabohne vor allem als vollwertiger Nährstoffträger. Will man sich hievon einen Begriff machen, so möge man in Erwägung ziehen, dass 1 Esslöffel voll entbitterte Soja den Eiweiss- und Fettgehalt eines Hühnereies hat, 1 Kilogramm Soja seiner nährwertmässigen Zusammensetzung nach 2,5 Kilogramm Rindfleisch oder 7,5 Liter Vollmilch entspricht⁷⁾.

In der Schweiz sind Sojaproducte weiteren Kreisen erstmals in Form des Oles und der Morga-Präparate wie «Morgafarin» bekannt geworden. Beim Durchgehen der Liste der von uns in Basel im Laufe der letzten 1 — 2 Jahre untersuchten Nährmittel oder Ersatzlebensmittel stossen wir auf Sojaanteile in Puddingpulvern, Crèmepulvern, Konditoreihilfsstoffen, Eiersatzpulvern, couponfreiem Back- und Paniermehl usw.

Chemische Kennzahlen⁸⁾

38	— 41	0/0 Proteine
19	— 22	0/0 Fett
29	— 32	0/0 Kohlehydrate
1,8	— 2,8	0/0 Phosphatide

Speziell als Eiweiss- und Fettlieferant ist die Sojabohne von Wichtigkeit. Das Protein besteht zum grössten Teil aus dem wasserlöslichen Glycinin, einem Globulin, das sich seiner Zusammensetzung und seinem Verhalten nach vorteilhaft vom biologisch weniger wertvollen Legumin und Phaseolin der übrigen Hülsenfrüchte unterscheidet. Unter den Kohlehydraten findet sich Zucker (zum Teil als Saccharose) vor.

Mikroskopische Merkmale

Der *Samen der Soja* zeigt unter dem Mikroskop die charakteristischen Merkmale einer Leguminosen-Samenschale, d. h. ähnlich wie der Johannisbrotssamen *Palisaden- und Trägerzellen*, doch von anderer Bauart. Typisch für die Sojasamen ist, dass die Palisaden etwa ebenso hoch sind wie die Trägerzellen. Von sanduhrförmigem Aussehen trennen sich diese leicht von den angrenzenden Schichten und liegen oft als isolierte bizarre Gebilde im Vergrösserungsfelde. (Vgl. Abbildung 10)

Die dünnwandigen Zellen der Kotyledonen enthalten grosse Aleuronkörner, meist aber *keine Stärke*.

3. LUPINE

Die dritte im Bunde der zu neuer Wertschätzung gelangten Leguminosenpflanzen ist die Lupine. Von den über 200 Arten, wovon die Mehrzahl in Amerika, eine geringere Zahl im Mittelmeergebiet heimisch sind, kommen für die menschliche Ernährung in erster Linie die Samen der weissen Lupine (*Lupinus albus*), der gelben (*Lupinus luteus*) und namentlich der blauen (*Lupinus angustifolius*) in Betracht. Die Samen, in flachen oder etwas aufgedunsenen Hülsen sitzend, sind je nach Art und Sorte an Grösse und Farbe verschieden. Während die hellen Samen der weissen Lupine eine scheibenförmige Gestalt mit eingedrückten Seitenwänden aufweisen, präsentieren sich die Samen der gelben Lupine als kleine, flache, auf weisslichem Grunde schwarz gefleckte Gebilde. Die etwas grösseren, mehr rundlichen Samen der blauen Lupine sind grau marmoriert mit weissen oder hellgrauen Flecken.

Auch die Lupinensamen lassen ziemlich viele Verwertungsmöglichkeiten zu. Früher wurden die Lupinen hauptsächlich als Futterpflanzen angebaut; heute bei der herrschenden Knappheit an Zerealienmehlen und Zichorie haben ihre Samen zur Herstellung von Lebensmitteln wie Backmehlen («Wobo»-Mehl) und Kaffee-

surrogaten wieder an Bedeutung gewonnen. Lupinensamenmehl dient neuerdings auch zur Fabrikation von Crème- und Puddingpulvern, von sog. Kuchenbelagpulver, Eiersatzmitteln usw.

Chemische Kennzahlen⁹⁾

27	— 52	0% Proteine (im Mittel 40 0%)
20	— 40	0% Kohlehydrate
4	— 7	0% Fett
1,8	— 2,3	0% Phosphatide
1,16	— 1,36	0% Alkaloide

Für die menschliche Ernährung bestimmte Lupinensamen müssen vorher eine weitgehende Entbitterung resp. Befreiung von den alkaloidartigen Bitterstoffen erfahren haben.

Mikroskopische Merkmale

Alle Lupinenarten zeigen die für Leguminosen typischen Bauverhältnisse der Samenschale und des Keimlings. Die Samenschale besteht von aussen nach innen aus Palisadenschicht, Trägerzellen und innerem Gewebe, während die Masse des Keimlings vorwiegend aus den beiden grossen Kotyledonen gebildet wird^{10).}

Querschnitte durch die Samenschale machen die sämtlichen Lupinenarten zukommende Eigentümlichkeit deutlich: die *Palisadenzellen* sind doppelt = *S-förmig gekrümmmt*. Bei den Samen der gelben Lupine sind die äusseren zwei Drittel der Palisaden gestreckt (Unterschied von der blauen Lupine); der innere geknickte Teil enthält oft schwarzen Farbstoff (Unterschied von der weissen Lupine). Schliesslich sind die Palisaden der blauen Lupine im untern Teil durch braunen Inhalt und spiralige Membranstreifung ausgezeichnet. — Die Palisaden zeigen — im Gegensatz zu den zart struierten Palisaden des Johannisbrotsamens — eine massive Bauart und nach oben abgerundete Form; sie differieren bei den drei genannten Lupinensorten in der Höhe. (Vgl. Abbildung 11—12)

Die Trägerzellen sind garnspulenförmig und bei der blauen Lupine besonders kräftig entwickelt. — Die teils verdickten, teils perlschnurartig getüpfelten Wände der Kotyledonarzellen schliessen Aleuronkörper und geringe Mengen Öl ein; *Stärke fehlt im allgemeinen*; immerhin hat Winckel¹¹⁾ im Endosperm der Samen verschiedener Arten zahlreiche, sehr kleine Stärkekörnchen verstreut aufgefunden und festgestellt, dass die Stärke beim Keimen verschwindet. Bei unseren Untersuchungen von Lupinenmehlen konnten wir jedoch in keinem Falle Stärke nachweisen.

Beigefügt sei hier noch, dass sich im gerösteten Lupinenkaffee die gekrümmten Palisaden gut erkennen liessen.

4. WICKE

Als Wicken, welche der Familie der Leguminosen angehören, bezeichnet man verschiedene Arten der Gattung *Vicia* mit in der Farbe wechselnden Blüten und Samen. *Vicia sativa* und subsp. *angustifolia*, die als Saatwicken und Futterpflanzen kultiviert werden, aber auch häufig in Getreidefeldern verwildert vorkommen und daher oft im Getreideausputz, den sog. Ausreutern anzutreffen sind, stammen wahrscheinlich aus dem Mittelmeergebiet. Sie werden fast überall in Mitteleuropa — namentlich als Viehfutter — zusammen mit Hafer, Gerste oder Erbsen angebaut. — Wickenmehle sind schon früher im Gemisch mit Getreidemehl zur Brotbereitung herangezogen worden. Dass man sich heute wieder der Verwendbarkeit der Wicke für die menschliche Ernährung erinnert, beweisen die vor kurzem auf dem Markte erschienenen Produkte wie markenfreie Mischmehle, worin bei der Untersuchung Johannisbrot- und Wickenelemente aufgefunden wurden, oder Crème- und Puddingpulver, welche Wickenmehle enthielten.

Die schwärzlichen Wickenhülsen beherbergen kugelige bis eiförmige Samen, die einen Durchmesser von etwa 5 mm oder weniger aufweisen und entweder einfarbig oder marmoriert sind. Die Samen der eigentlichen Futterwicke *Vicia sativa* sind dunkelbraun bis schwarz, während diejenigen der Trierwicke (subsp. *angustifolia*) gefleckt erscheinen.

Chemische Kennzahlen¹²⁾

25,5 %	Proteine
36,3 %	Stärke
4,9 %	Galaktan und Saccharose
0,9 %	Fett
4,9 %	Rohfaser

Einige Wickenarten, so z. B. subsp. *angustifolia*, enthalten ein blausäureabspaltendes Glykosid, was bei der Verwertung von Wickensamen für menschliche und tierische Ernährung zu beachten ist.

Mikroskopische Merkmale

Querschnittsbilder der Wickensamenschale, die nach Leguminosenart eine Palisaden- und Trägerzellenschicht besitzt, lassen im oberen Teil der Palisaden ein strichförmiges, im unteren Teil ein breiter werdendes Lumen mit dunklem Inhalt erkennen. Die Palisaden sind mit einer Lichtlinie versehen und nach oben abgerundet, die Trägerzellen nur zu einem Drittel oder halb so hoch als die Palisaden und spulenförmig (mit zarten Konturen) gebaut.

Das Innere des Samens besteht aus schwach verdickten Zellen mit reichlich Stärke und Aleuronkörnern. — Die Stärkekörner haben ein gestreckt-ovales,

kaffeebohnenförmiges oder rundliches Aussehen und gleichen etwas der Bohnenstärke, wenn ein verzweigter Längsspalt sichtbar ist. Meist sind jedoch Längsspalt und Schichtung nicht so deutlich und gleichmässig ausgeprägt wie bei der Bohnenstärke. Der grösste Durchmesser der Stärkekörner der Wicke variiert zwischen 15 — 40 μ . (Vgl. Abbildung 13 und 14.) Beim Vorliegen der charakteristischen Stärke lässt sich Wickenmehl von den praktisch stärkefreien Johannisbrot-, Soja- und Lupinenmehlen leicht unterscheiden.

Da gewisse stärkehaltige Leguminosen hinsichtlich der mikroskopischen Elemente (Bohnen, Linsen, Wicken z. B.) einander ähneln, empfiehlt es sich, im Zweifelsfalle Vergleichspräparate herzustellen.

5. HIRSE

Unter dem Begriff Hirse werden Gruppen von Getreidegräsern (Gramineen), d. h. von verschiedenen, speziell in wärmeren Ländern als Getreidepflanzen angebauten *Panicum*-, *Setaria*- und *Sorghum*-Arten zusammengefasst.

a) Seit alters her werden in *Mitteleuropa* kultiviert:

die aus Ostasien stammende *Rispen-* oder *echte Hirse* (*Panicum miliaceum* L.) mit kleinen grauen, fast kugelrunden Früchten von etwa 5 Milligramm Korngewicht; die hauptsächlich in Südeuropa angebaute *Kolbenhirse* (*Panicum italicum* L., *Setaria italica* Beauv.), welche halb so grosse Früchte als die Rispenhirse hervorbringt. — Nicht zu verwechseln sind damit die eiförmigen, abgeplatteten Früchte des *Borstengrases* (Gattung *Setaria*).

Aus den Früchten dieser Hirsearten wurde einst der als Volksnahrungsmittel sehr geschätzte Hirsebrei, uns meist nur sagenhaft aus Grimms Märchen oder alten Chroniken bekannt, hergestellt. Ich erinnere an des Joh. Fischart «Glückhaft Schiff von Zürich», worin geschildert wird, wie anno 1576 eine Zürcher Schützengesellschaft per Schiff einen Topf mit warmem Hirsebrei nach Strassburg gebracht hat und daselbst mit allen Ehren empfangen worden ist. —

Die in Rumänien z. B. schon seit langem zur Branntweinerzeugung (Braha) und zur Bereitung eines Bieres von säuerlichem Geschmack dienende Hirse wird neuerdings auch bei uns wieder in Form von Suppen, Grützen usw. konsumiert. Hirsemehlhältige Suppenpräparate, Puddingpulver, Backmehle sind nicht selten im Handel anzutreffen.

b) Die *Sorghohirse* (*Andropogon Sorghum*) stellt die Hauptbrotfrucht des *tropischen Afrika* dar; sie wird aber auch anderswo, so in Ostindien, Ungarn, Italien, Rumänien und Südfrankreich angebaut. — Bei uns werden Hirsemehle von *Panicum*- und *Sorghum*-arten verwendet.

Die Früchte der Sorghohirse, auch Mohrenhirse genannt, die durchschnittlich etwa 17 Milligramm wiegen, kommen meist ohne Spelzen in den Handel und sind — je nach Varietät — von verschiedener Gestalt, d. h. bald verkehrt eiförmig, bald breitlanzettlich oder oval¹³⁾. Als wichtigste Spielarten der Mohren-

hirse sind zu nennen: die *Besenhirse*, die *Kaffernhirse* (Durrha), die *Zuckerhirse*, der *Dari* (auch als Guineakorn bezeichnet). Alle Arten liefern stärkehaltige Körner, wenn auch die Besenhirse mehr zwecks Herstellung von Besen und die Zuckerhirse vor allem zur Zuckergewinnung kultiviert werden. Hauptanbaugebiet der Besen- und Zuckerhirse war früher China und Afrika und ist heute Nordamerika, wogegen die Durrha als Getreidefrucht für Afrika von Bedeutung ist¹⁴⁾.

Chemische Kennzahlen¹⁵⁾

Rispen- und Kolbenhirse	Sorghohirse	
11,8 %	9,4 %	Proteine
60,0 %	65,6 %	Stärke
	2,5 %	Dextrin
	1,8 %	Zucker
10,3 %	2,3 %	Rohfaser
11,4 %	12,7 %	Wasser
3,4 %	3,7 %	Aetherextrakt

Hirsemehl wird gern ranzig. Vielleicht röhrt dies vom Gehalt des Hirseöles an ungesättigten Fettsäuren, welche für Rispen- und Sorghohirseöl nachgewiesen sind, her.

Mikroskopische Merkmale

Die je nach Art grauen, gelben bis braunroten Hirsefrüchte sind meist nicht nur von Deck- und Vorspelze, sondern auch von Hüllspelzen umgeben. Alle Gramineenspelzen zeigen unter dem Mikroskop einen ähnlichen Bau der äusseren Epidermis, d. h. Lang- und Kurzwellen von typischer Bauart, die aber bezüglich Form sowie Mass der Zellwände und des Zellumens bei den verschiedenen Gramineenfrüchten variieren.

Die Unterscheidung der Hirsearten auf Grund der *Spelzenbilder* erfordert einige Übung. Bald werden nämlich die Deck- und Vorspelzen, so bei der Kolbenhirse und beim Borstengras, bald mehr die Hüllspelzen, so bei der Rispen- und Mohrenhirse, zur Charakterisierung herangezogen. Während die äusseren Epidermiszellen der Rispenhirsespelzen denjenigen der Gerstenspelze gleichen, wobei jedoch bei der Rispenhirse die Kurzzellen fehlen, ergibt die Mohrenhirse mit ihren wellenförmig konturierten, wandverdickten Langzellen und mit den von einer halbmondförmigen Zelle begleiteten Kurzzellen ein besonders typisches Bild. Vgl. Abbildungen und Text im «Handbuch der Lebensmittelchemie», Verlag J. Springer, Berlin 1938, 5. Band p. 147/48. —

Auch die Hirsefrüchte weisen die für Gramineenfrüchte charakteristischen Elemente der *Frucht*-, *Samenschale* usw. auf: Oberhautzellen, Hypoderm-, Querzellen, Schlauchzellen, Perisperm, Aleuronschicht.

Als kennzeichnend ist die Form der im Endosperm reichlich vorhandenen *Stärke* zu betrachten: *Panicum*-, *Setaria*- und *Sorghum*früchte enthalten neben rundlichen Formen vorwiegend scharfkantige, polyedrische Stärkekörner mit meist deutlich sichtbarem Kern. Bei den Gattungen *Panicum* und *Setaria* hängen die Körner oft in Schollen zusammen; die Einzelkörner besitzen einen Durchmesser von 5 — 15 μ . Diejenigen von *Andropogon Sorghum* sind etwa doppelt so gross und in Gestalt und Durchmesser den Körnern der Maisstärke ähnlich. Im Zweifelsfalle ist es ratsam, ein Vergleichspräparat anzufertigen. (S. Abbildung 15 und 16)

Unserer Zeit blieb es vorbehalten, die sog. *Frühstücksgetränke und Kakao-streckmittel* zu kreieren, um dem Mangel an reinen Kakaoerzeugnissen und Nährmitteln abzuhelpfen. Zahlreiche Untersuchungen solcher Produkte führten zur Feststellung, dass darin neben nährwertlosen Abfällen wie Kakaoschalen und Tresterrückständen (extrahiertes Obsttrestermehl) auch wertvolle Bestandteile, nämlich *Kastanien*- oder *Bananenmehl* enthalten waren. In neuerer Zeit hat das Eidg. Gesundheitsamt in Bern Richtlinien für die Fabrikation und Beurteilung dieser Präparate herausgegeben und Ballaststoffe wie extrahiertes Trestermehl oder Kakaoschalen als für die direkte menschliche Ernährung unzulässig erklärt.

6. KASTANIENMEHL

Die Früchte der Edelkastanie (*Castanea vesca/Fagaceen*, im mittleren Klein-asien heimisch), die in ganz Südeuropa kultiviert wird, sind ja zur Genüge bekannt, so dass sich eine Beschreibung erübrigt. Sie dienen den dortigen Bewohnern als gutes und billiges Nahrungsmittel. Der *Nährwertgehalt* der frischen Kastanien ist beachtlich: 38 % Stärke, 5,5 % Proteine, 1 % Fett, 50 % Wasser (luftgetrocknete Ware mit 30 % Wasser weist entsprechend mehr Nährstoffe auf)¹⁶⁾.

Das aus den gut getrockneten Samen gewonnene Kastanienmehl besteht zum grössten Teil aus Stärke, deren Erkennung unter dem Mikroskop keine Schwierigkeiten bietet, sowie aus Zucker (hauptsächlich Saccharose).

Mikroskopische Bilder der Kastanienstärke

Die meist einfachen Stärkekörner sind unregelmässig rundlich, gerundet-dreieckig, birn- oder keulenförmig geformt mit *typischen* warzenartigen Auswüchsen oder ganz kurzer Spitze bei einzelnen Exemplaren. In der Länge differieren sie von 15 — 30 μ . (Vgl. Abbildung 17 und 18)

7. BANANENMEHL

Auch die Früchte der in Südasien heimischen, in Westindien, Zentralamerika, auf den kanarischen Inseln angebauten Bananenstaude (*Musa paradisiaca/Musaceen*) brauchen nicht erst vorgestellt zu werden. Sie bilden für die genannten Zonen ein wichtiges Nahrungsmittel. — Durch Zermahlen von unreifen getrockneten Früchten wird das Bananenmehl gewonnen. Unreife Bananen enthalten etwa 12—17 % Stärke, welche während des Reifens zum grossen Teil in Zucker umgewandelt wird. —

Bananenmehlhältige Kakaopräparate haben sich bei uns schon seit geraumer Zeit als beliebte Frühstücksgetränke eingebürgert. Kürzlich liessen sich bei der mikroskopischen Prüfung eines als «Portugiesischer Bananenkakao» bezeichneten Produktes neben Bananenstärke auch Lupinenelemente und Kakaoschalen nachweisen.

Mikroskopische Bilder der Bananenstärke

Die 10 — 90 μ grossen Stärkekörner sind bald von länglicher, ei-, keulenförmiger, bald von sackförmiger Gestalt, zeigen am breiten oder schmalen Ende einen exzentrischen Kern und eine feine Schichtung. (Vgl. Abbildung 19)

Im Bananenmehl sind ausser den Stärkekörnern meist noch Geweberesten mit braunen Bruchstücken, die aus Gerbstoffzellen stammen, erkennbar.

Zum Schlusse unserer Betrachtungen seien noch kurz die mikroskopischen Merkmale, mit deren Hilfe die Ballaststoffe, d. h. die Kakaoschalen und Obstresterrückstände identifiziert werden können, beschrieben.

8. KAKAO-SCHALEN

Die gurkenähnlichen Früchte des in vielen tropischen Ländern angebauten Kakaobaumes *Theobroma Cacao* (*Sterculiaceen*) liefern die unter dem Namen «Kakaobohnen» bekannten, sehr geschätzten Samen. Eine mikroskopische Untersuchung der Samen erstreckt sich auf die Elemente der Samenschale, welche den Keimling einhüllt, auf das Silberhäutchen, das in die Falten der Keimblätter eindringt und daher auch in den aus geschälten Samen hergestellten Kakaoprodukten anzutreffen ist, sowie auf die Elemente der Keimblätter selber. Uns interessieren hier namentlich die bei der Fabrikation der Kakaomasse abfallenden Samenschalen, die als Kakaoschalente (Schwarztee-Ersatz), zur Verfälschung von Kakaoprodukten oder zur Herstellung von Crème- und Puddingpulvern, Nährmitteln und Frühstücksgetränken Verwendung finden bzw. gefunden haben.

Als wichtigstes *mikroskopisches Merkmal* einer Schalenbeigabe ist das Vorliegen von zerklüfteten braunen Steinzellenschichten, deren einzelne Zellen das Aussehen von sechseckigen Benzolringen haben, anzusprechen. (Vgl. Abbildung 20.) Daneben können die zarten, spiraling abrollenden Gefässe, die denjenigen der Haselnuss-Samenschale ähneln, aber nur etwa halb so mächtig wie diese sind, als weiteres Charakteristikum dienen.

9. OBSTTRESTERRÜCKSTÄNDE

Ähnlich wie die Kakaoschalen traten oder treten in den vorhin erwähnten Produkten als Füllmaterial die Elemente von Obsttresterrückständen, die — wie die chemische Analyse ergab — extrahiert und bisweilen unter dem Decknamen «Früchtemehl» deklariert waren, auf. — Die Birne bringt es an den Tag, d. h. wo Pressrückstände von Birnen vorhanden sind, gelingt deren mikroskopischer Nachweis an Hand der in Fülle im Vergrösserungsfeld auftauchenden, mehr oder weniger grossen, stark verdickten und zerklüfteten *Steinzellen*, die aus dem Fruchtfleisch der *Birne* stammen. (Vgl. Abbildung 21.) Typisch für die Birne sind ferner die gefensterten Epidermiszellen, welche auch bei der Quitte, nicht aber beim Apfel anzutreffen sind, sowie das Gewebe der Epidermis der Samenschale, deren Zellen — im Gegensatz zu den genetzten Oberhautzellen des Apfels — weder genetzt noch gestreckt erscheinen.

Zusammenfassung

Es werden die wichtigsten Ersatzlebensmittel pflanzlicher Art, die in den letzten 1—2 Jahren in der Lebensmittelindustrie unseres Landes zur Verarbeitung gelangten, hinsichtlich Verwendung, Zusammensetzung usw. beschrieben. Im speziellen werden die mit Hilfe der mikroskopischen Analyse erkennbaren Elemente dieser Nahrungsmittel, wobei es sich um Leguminosen- oder Stärkemehle handelt, charakterisiert und mit Mikrophotos belegt.

Schliesslich erfährt eine kleine Gruppe von Abfallstoffen (Schalen-, Trestermehle), die zur Verfälschung von Lebensmitteln benutzt wird, eine nähere Kennzeichnung ihrer mikroskopischen Merkmale.

Résumé

Les principaux succédanés d'origine végétale dont l'industrie suisse des denrées alimentaires s'est servie dans ces dernières années, sont décrits par rapport à leur emploi, composition, etc. Les éléments de ces denrées, là où il s'agit de farines de légumineuses ou de féculles, spécialement déterminées à l'aide de l'analyse microscopique, sont caractérisés et documentés par des microphotos.

Enfin un petit groupe de déchets (farine de coques, de marcs), employés pour la falsification de denrées alimentaires, sont l'objet d'une illustration particulière de leurs caractères microscopiques.

Literatur

- 1) A. Tschirch: Handbuch der Pharmakognosie, 2. Auflage, Leipzig 1936, p. 231.
- 2) Handbuch der Lebensmittelchemie, Berlin 1938, 5. Band, p. 385.
- 3) daselbst, p. 449.
- 4) J. Pritzker und R. Jungkunz: «Über Johannisbrotmehl», diese Mitteilungen 1943, Band 34, p. 103.
- 5) J. Pritzker und R. Jungkunz: «Über Johannisbrotkerne», Pharmac. Acta Helv. 1942, Nr. 7, p. 153.
- 6) Aus «7 jours» Lyon, abgedruckt in «Die Lupe», Bern 1943, Nr. 25, p. 599.
- 7) A. Reitz: Nahrungsmittel, Stuttgart 1942, p. 84.
- 8) Handbuch der Lebensmittelchemie, Berlin 1938, 5. Band, p. 40, 42.
- 9) V. Grafe: Handbuch der organischen Warenkunde, Stuttgart 1928, Band 2 (1. Halbband), p. 535, 537.
- 10) G. Gassner: Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genussmittel, Jena 1931, p. 176.
- 11) zitiert in V. Grafe: Handbuch der organischen Warenkunde, Stuttgart 1928, Band 2 (1. Halbband), p. 535.
- 12) C. Wehmer: Die Pflanzenstoffe, Jena 1929, 2. Auflage, 1. Band, p. 558.
- 13) Handbuch der Lebensmittelchemie, Berlin 1938, 5. Band, p. 14.
- 14) G. Gassner: Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genussmittel, Jena 1931, p. 42.
- 15) Handbuch der Lebensmittelchemie, Berlin 1938, 5. Band, p. 26.
- 16) V. Grafe: Handbuch der organischen Warenkunde, Stuttgart 1928, Band 2 (1. Halbband), p. 268.
Ferner wurde für mikroskopische Hinweise ausser dem Buch von G. Gassner benutzt:
- 17) Moeller-Griebel: Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreiche, Berlin 1928.

Technische Angaben

1. Für die Herstellung der mikroskopischen Präparate — ausgenommen die Stärkepräparate — wurde eine konz. wässrige Lösung von Chloralhydrat (5 : 2) verwendet. Zur Anfertigung der Stärkebilder diente eine Wasser-Glyzerinmischung (1 : 1).
2. Als Optik zur Herstellung der Mikrophotos wurde benutzt: für die Gesamtvergrösserung 100 mal = Leitz-Objektiv 3 (Eigenvergrösserung 10 mal), Leitz-Okular 10 mal;
Gesamtvergrösserung 450 mal = Leitz-Objektiv 61 (Eigenvergrösserung 45 mal), Leitz-Okular 10 mal.