

(Aus der chemischen Abteilung des Pathologischen Instituts der Universität Berlin.)

Über die Darstellung und einige Eigenschaften des pathologischen Melanins II¹⁾ nebst Bemerkungen über das normale Leberpigment.

Von

Prof. E. Salkowski.

I. Zur Darstellung.

Die Reinigung des Melanins durch Erhitzen mit Eisessig, wie sie in der ersten Mitteilung beschrieben wurde, ist mit einem ziemlich erheblichen Verlust an Melanin verbunden, außerdem kostspielig und lästig wegen der Dämpfe des Eisessigs. Man kann statt dessen zur Entfernung der letzten Spuren von Fett, Eiweiß und etwa beigemischtem Hämatin das anscheinend fertige Präparat mit Alkohol erhitzen, dem man einige Tropfen Salzsäure hinzugesetzt hat. Das Filtrat darf 1. kein Fett oder Fettsäure enthalten. Zur Prüfung darauf versetzt man das Filtrat mit dem mehrfachen Volumen Wasser: die Lösung muß klar bleiben. 2. Zur Prüfung auf Eiweiß versetzt man das klar gebliebene Filtrat mit etwa $\frac{1}{3}$ Volumen gesättigter Kochsalzlösung und erhitzt: es darf sich nicht trüben oder gar Flöckchen von auskoaguliertem Eiweiß geben. 3. Zur Prüfung auf Hämatin dampft man eine nicht zu kleine Probe des alkoholischen Filtrats ein, alkalisiert mit Natronlauge, läßt völlig erkalten und setzt dann gut wirksames, vorher geprüftes Wasserstoffsuperoxyd hinzu: es darf keine Gasentwicklung eintreten bzw. nicht mehr als mit Natronlauge allein.

II. Phosphorgehalt.

0,4244 g des völlig reinen (noch mit Eisessig dargestellten) Materials wurden mit etwa dem 25fachen Salpetermischung vorsichtig geschmolzen, die ganz weiße Schmelze in Wasser gelöst, zur Entfernung der Kohlensäure und salpetrigen Säure mit Salpetersäure angesäuert und etwas eingedampft. Ein Anteil (etwa $\frac{1}{3}$) wurde mit Ammoniak alkalisiert und bis zum nächsten Tage stehengelassen: es war keine Trübung oder Ausscheidung von phosphorsaurem Kalk oder Ammoniummagnesiumphosphat eingetreten. Dieser Anteil wurde zur Hauptmenge zurück-

¹⁾ Dieses Arch. 227, 121 (1920).

gegossen und in der salpetersauren Lösung mit Ammoniummolybdatlösung usw. in der üblichen Weise der Phosphorgehalt bestimmt. Es ergaben sich 0,0088 Magnesiumpyrophosphat. Daraus berechnet sich ein Phosphorgehalt von 0,57%. Der Phosphorgehalt, der bisher nirgends erwähnt ist, deutet, so gering er auch ist, auf eine Beteiligung der Zellkerne an der Melaninbildung hin.

Es könnte gegen den Nachweis des Phosphors als organisch gebunden der Einwand erhoben werden, daß der Phosphorgehalt vielleicht von — dem Präparat anhaftenden — Calciumphosphat oder Magnesiumphosphat herröhren möchte. Das ist nach der Darstellung des Präparates äußerst unwahrscheinlich, da das selbe ja mit Eisessig ausgezogen und in Natronlauge gelöst war, indessen läßt sich die Möglichkeit, daß sich trotzdem etwas phosphorsaurer Kalk, wie man wohl sagt, „hindurchgeschleppt“ haben könnte, in solchen Fällen nicht ganz abstreiten. Davor schützt aber das eingeschlagene Verfahren des Nachweises. Hierüber habe ich mich in meiner Mitteilung über das Synovin ausgesprochen¹⁾.

III. Zur Frage der chemischen Konstitution des Melanins.

Die von mir ausgeführten Versuche beziehen sich auf die Frage, ob sich in dem Melanin die für das Eiweiß charakteristischen Gruppen: Phenylgruppe, Phenolgruppe und Tryptophangruppe nachweisen lassen. Ich suchte diese Frage durch oxydativen Abbau zu lösen. Bei der Kostbarkeit des Materials hielt ich es für notwendig, einige Vorversuche in dieser Richtung anzustellen.

a) Versuch mit Witte-Pepton²⁾.

5 g Witte-Pepton, 150 Wasser, 15 ccm konzentrierte Schwefelsäure, 15 g Dikaliumchromat (gelbes chromsaures Kali K_2CrO_4) werden aus einem Kolben mit Glasverschluß destilliert, 2 Fraktionen des Destillates von 15 ccm und 85 ccm aufgefangen.

Erste Fraktion reagiert sauer, riecht nach Benzaldehyd und Valeraldehyd.

1. Nach Zusatz von ammoniakalisch-alkalischer Silberlösung scheidet sich schon beim Stehenlassen ohne Erwärmen metallisches Silber aus.

2. Starke Reaktion mit fuchsin-schweißiger Säure; die violette Lösung wird bei Zusatz von 2 ccm Salzsäure erst blau, verblaßt dann schnell (Unterschied von Formaldehyd, bei dem die Reaktionsmischung blau bleibt).

3. Schwache Reaktion auf Cyanwasserstoff.

4. Beim Erhitzen mit einer Spatelspitze Pepton, 3 Tropfen 3 proz. Eisenchloridlösung und $\frac{3}{4}$ Vol. rauchender Salzsäure tritt erst Grünfärbung auf, die allmählich tiefblau wird, dagegen fehlt die für Formaldehyd charakteristische anfängliche Violettfärbung. Die beschriebenen Erscheinungen hängen vom Benzaldehyd ab. Schüttelt man Benzaldehyd mit Wasser, trennt das Wasser von dem überschüssigen Benzaldehyd, so zeigt das Benzaldehydwasser genau dasselbe Verhalten zu Pepton, Eisenchlorid und Salzsäure. Die zweite Fraktion wird mit Natriumcarbonat alkalisiert und destilliert. Das Destillat gibt die beschriebenen Reaktionen, nur schwächer. Der im Destillationskolben gebliebene Rückstand

1) Dieses Arch. 131, 313. 1893.

2) Dieser Versuch ist auf den Nachweis der Phenylgruppe gerichtet; richtiger wäre es gewesen, Phenylalanin anzuwenden, doch stand mir dieses nicht in genügender Quantität zur Verfügung.

wird auf dem Wasserbad zur Trockne gedampft: 1. ein Teil mit verdünnter Schwefelsäure versetzt: Geruch nach flüchtigen Fettsäuren; 2. ein Teil mit Alkohol und konzentrierter Schwefelsäure erwärmt: Geruch nach Buttersäure oder Valeriansäureester; 3. ein Teil mit negativem Erfolg auf Oxalsäure untersucht.

Durch diesen Kontrollversuch ist in Bestätigung älterer hierüber vorhandener Angaben erwiesen, daß sich die im Eiweiß vorhandene Phenylgruppe durch Oxydation nachweisen läßt.

b) Versuch mit Tryptophan (Indolaminopropionsäure).

Dieselbe Mischung, jedoch statt 5 g Pepton 1 g gut krystallisiertes Tryptophan. Erste Fraktion 18 ccm, zweite 92 ccm.

Erste Fraktion: 1. Silberreaktion positiv, jedoch weit schwächer als beim Pepton. 2. Reaktion mit fuchsinschweißiger Säure wie beim Pepton. 3. Schwache Reaktion auf Cyanwasserstoff. 4. Mit Witte-Pepton usw. keine Reaktion, also kein Benzaldehyd, wohl aber ein anderer, vermutlich Acetaldehyd. Zweite Fraktion: Ebenso behandelt, wie beim Pepton. Das Destillat aus der alkalischen Lösung ist ohne Geruch, enthält ein Aldehyd, jedoch weder Benzaldehyd noch Formaldehyd. Der alkalische im Kolben gebliebene Rückstand enthält keine Oxalsäure, die Anwesenheit von flüchtigen Fettsäuren bleibt zweifelhaft. Der Sicherheit wegen wurde diesmal auch noch der bei der Destillation mit der Oxydationsmischung im Kolben gebliebene Rückstand ausgeäthert, der Ätherauszug auf Oxalsäure und flüchtige Fettsäuren untersucht: das Ergebnis war negativ.

Als Hauptergebnis ist zu bezeichnen, daß Tryptophan bei der Oxydation zwar einen Aldehyd bildet, aber weder Benzaldehyd noch Formaldehyd.

c) Versuch mit Tyrosin.

Alles ebenso wie beim Pepton, jedoch statt 5 g Pepton 1 g völlig reines Tyrosin. Erstes Destillat 18 ccm, zweites 90 ccm. Das sauer reagierende Destillat war geruchlos, gab Aldehydreaktionen, enthielt jedoch keinen Benzaldehyd und keinen Formaldehyd. In der zweiten Fraktion waren bei entsprechender Behandlung Spuren von Essigsäure, vielleicht auch Buttersäure nachweisbar.

Es steht danach fest, daß die Oxydationsprodukte von Tryptophan und Tyrosin sich von denen des Peptons grundlegend durch das Fehlen von Benzaldehyd und Valeraldehyd unterscheiden. Der Benzaldehyd kann nur auf das Vorhandensein von Phenylglykokoll bezogen werden. Gibt das Melanin dieselben flüchtigen Oxydationsprodukte wie das Pepton, so ist damit die Anwesenheit der Phenylgruppe in ihm bewiesen und damit gleichzeitig eine nahe Beziehung zum Eiweiß.

Es wurden nunmehr 5 g Melanin, aus menschlichem Melanocytoblastom stammend, die sich von früher her in der Sammlung der chemischen Abteilung befanden, nochmals mit Eisessig behandelt (es erwies sich schon vor der Behandlung fast frei von Fett und Eiweiß), dann entsprechend den beim Pepton eingehaltenen Verhältnissen mit Kaliumchromat und Schwefelsäure oxydiert. Die Einzelheiten entsprechen so genau den beim Pepton gefundenen, daß sich eine ausführliche Wiedergabe der beobachteten Erscheinungen erübrigt: auch hier zeigt das sauer reagierende Destillat Benzaldehydgeruch und schwachen Geruch nach Valeraldehyd, reduzierte ammoniakalisch-alkalische Silberlösung beim Stehenlassen, gab ziemlich intensive Violett-

färbung mit fuchsinschwefliger Säure, indessen zeigte diese Reaktion eine Abweichung gegenüber der beim Pepton, Tryptophan und Tyrosin. Wie dort wurde die violette Reaktionsmischung bei Salzsäurezusatz schnell blau, aber die blaue Farbe verschwand nicht, sondern war noch am nächsten Tage sichtbar. Dieses Verhalten deutet auf die Gegenwart von Formaldehyd hin. In der Tat ließ sich dieser durch die Reaktion von Schrywer (durch Zusatz von salzsaurer Phenylhydrazinlösung und Ferricyankalium) sowohl bei saurer als bei alkalischer Reaktion nachweisen¹⁾. Ebenso wie beim Pepton wurden flüchtige Fettsäuren durch Geruch und Esterbildung festgestellt, während Oxalsäure ebenso wie dort fehlte. Es steht danach fest, daß das Melanin die Phenylgruppe des Eiweißes und einen Atomkomplex von Aminosäuren der Fettreihe (außer dem Phenylglykoll) enthält.

Nach dem Befunde von Nencki, der, wie früher erwähnt, unter den Produkten der Kalischmelze Indol gefunden hatte, war vorauszusetzen, daß das Melanin auch die Tryptophangruppe enthält, die sich durch die Oxydation mit der Chromsäuremischung nicht nachweisen läßt. Es fragte sich, ob es nicht durch eine weniger energische Oxydation, die nicht zu fast völligem Abbau führt, gelingen möchte, Zwischenprodukte abzufangen, namentlich solche, die noch das Tryptophan enthalten. Zu dieser Oxydation diente Wasserstoffsuperoxyd, dem gegenüber sich Melanin sehr resistent zeigt. Leider standen mir hierzu nur noch 0,85 g Melanin aus Lymphdrüsen zur Verfügung, indessen bot schon die Oxydation dieser kleinen Menge recht erhebliche Schwierigkeiten. Die genannte Quantität wurde durch Verreiben mit 100 cmm 3 proz. Natronlauge unter Erwärmung und unter wiederholtem Zusatz von 3 proz. Wasserstoffsuperoxyd (aus Perhydrol dargestellt) erhitzt, teils am Rückflußkühler, wobei das starke Schäumen große Schwierigkeiten machte, teils in der Abdampföschale unter Ersatz des Verdampfenden durch Zusatz von heißem Wasser. Es dauerte mehrere Tage, bis die schwarze Flüssigkeit braunrote Farbe angenommen hatte²⁾. Sie wurde mit Salzsäure angesäuert, wodurch eine geringfügige nicht weiter beachtete Trübung entstand. Die filtrierte salzsäure Lösung wurde mit Phosphorwolframsäure gefällt, der Niederschlag abfiltriert und ausgewaschen, dann durch Verreiben mit Barythdrat zersetzt, aus dem Filtrat der Überschuß des Baryts durch Ammoniak und Ammoniumcarbonat entfernt (absichtlich wurde von dem sonst üblichen Einleiten von Kohlensäure zu diesem Zweck Abstand genommen, da die Ent-

¹⁾ Die Reaktion auf Formaldehyd mit Pepton, Eisenchlorid und rauchender Salzsäure anzustellen, hätte bei der gleichzeitigen Anwesenheit von Benzaldehyd keinen Zweck gehabt.

²⁾ Eine Angabe über die Quantität des angewendeten Wasserstoffsuperoxydes kann ich nicht machen, da immer wieder aufs neue davon zugesetzt wurde, jedenfalls reichten die ursprünglich angewendeten 100 ccm lange nicht aus.

fernung des Baryums unter diesen Umständen stets unvollständig bleibt). Mit dem auf etwa 20 cmm eingedampften Filtrat vom Baryum-carbonat wurden folgende Reaktionen angestellt: 1. Biuret - Reaktion negativ, 2. Reaktion mit Millionschen Reagens negativ, 3. Reaktion mit p-Dimethylamidobenzaldehyd und rauchender Salzsäure nach Rohde¹⁾ (Modifikation der Ehrlichschen Probe): Die Lösung wird violett, beim Schütteln mit Amylalkohol geht der Farbstoff in den Amylalkohol über, 4. Reaktion mit Glyoxylsäure und Schwefelsäure schwach positiv. Damit ist das Vorhandensein des Tryptophans im Melanin in Übereinstimmung mit den Angaben Nenckis über das Auftreten von Indol bei der Kalischmelze sichergestellt.

Zur Stütze gedachte ich noch Hippomelanin zu oxydieren. Fast die ganze Quantität des früher von mir dargestellten der Sammlung entnommenen Hippomelanins, nämlich 5 g wurden in der im Eingang beschriebenen Art durch Auskochen mit salzsäurehaltigem Alkohol gereinigt. Es zeigte sich, daß es weder von Eiweiß noch von Fett ganz frei war, jedoch gelang die Reinigung auf dem angegebenen Wege. Die entfallenden alkoholischen Auszüge wurden eingedampft, das Gewicht des Rückstandes betrug 0,601 g, es sind also nur 4,399 g angewendet. Die Auflösung in 3 proz. Natronlauge erfolgte durch längeres Erhitzen vollständig, allein die Oxydation erwies sich als noch schwieriger, wie beim menschlichen Melanin, so daß ich mich genötigt sah, von der Oxydation der ganzen Quantität Abstand zu nehmen. Um doch irgendeinen Anhalt über die angewendete Quantität zu haben, wurde die unvollständig oxydierte Lösung auf 240 ccm gebracht, 80 ccm davon = $\frac{1}{3}$, also 1,466 Hippomelanin weiter oxydiert bis schließlich eine bräunliche Flüssigkeit resultierte. Zwischendurch wurde sie ohne weiteren Zusatz von Wasserstoffperoxyd destilliert, um womöglich die Natur eines eigentümlichen bei der Oxydation auftretenden jasminartigen Geruches²⁾ festzustellen.

Das wasserhelle Destillat gab die Ehrlichsche Reaktion in verschiedenen Modifikationen. Der Farbstoff ging beim Schütteln mit Amylalkohol in diesen mit prächtig violetter Farbe über. Alle anderen Reaktionen schlugen fehl — andeutungsweise trat die Legalsche Reaktion beim Ansäuern mit Eisessig auf —, augenscheinlich infolge der größeren Feinheit der modifizierten Ehrlichschen Reaktion. Daß das Indol in größerer Verdünnung jasminartig riecht, wird vielfach angegeben, es soll auch in der Parfümerie benutzt werden. Daß die Quantität des Indols sehr gering war, kann nicht wundernehmen, da der größte Teil desselben sich bei dem tagelangen Erhitzen verflüchtigt haben mußte.

Die mit Wasser verdünnte oxydierte alkalische Lösung wurde mit Salzsäure angesäuert. Dabei schied sich, unter Auftreten eines Geruches nach flüchtigen Fettsäuren, eine nicht unbeträchtliche Quantität von nicht oder wenig verändertem Melanin aus, die nicht berücksichtigt wurde. Das Filtrat von diesen Niederschlag wurde mit Phosphorwolframsäure gefällt, der Niederschlag ebenso bearbeitet, wie der aus dem menschlichen Melanin. Die Endreaktionen waren ganz dieselben wie beim menschlichen Melanin.

Anhangsweise möchte ich noch einige Beobachtungen über den normalen Leberfarbstoff mitteilen. Dieselben sind in der Vermutung

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 44, 161.

²⁾ Meiner Erinnerung nach ist derselbe schon einem früheren Untersucher aufgefallen, ich habe nach der betreffenden Stelle gesucht, sie jedoch nicht gefunden.

angestellt, daß der normale Farbstoff mit dem pathologischen Melanin identisch sein möchte. Diese Vermutung gründet sich einerseits auf die Tatsache, daß es nur äußerst wenige Substanzen gibt, die nur pathologisch und nicht auch physiologisch vorkommen, andererseits und in höherem Grade auf die Beobachtungen von Brahn und Schmidt-mann¹⁾, nach denen der Färbung des braunen Herzens („Abnutzungspigment“) auch nur dasselbe Melanin zugrunde liegt, augenscheinlich in einer anderen Verteilung.

Es wurden 2 Lebern von Männern untersucht, die ohne vorherige Erkrankung durch Unfälle ums Leben gekommen waren. Ein dritter Fall, eigentlich der zweite, ergab eine unerwartete Unterstützung der Ansicht, zu der ich durch die Untersuchung der beiden ersten Fälle gelangt war. Die Darstellung beim ersten Fall (150 g) war im allgemeinen die früher beschriebene, indessen ergab sich gleich am Anfang ein wesentlicher Unterschied darin, daß die alkalische Lösung der Farbstoffe, die sonst fast oder ganz frei von Hämatin waren, in diesem Falle reichlich Hämatin enthielten, das nach Ausfällung des Farbstoffes mit Salzsäure durch andauernde Behandlung mit salzsäurehaltigem Alkohol entfernt wurde. Der zweite Fall (180 g) ist nur insofern etwas anders behandelt, als der ausgewaschene Verdauungsrückstand nicht allein mit Alkohol in der Kälte behandelt, sondern längere Zeit damit erhitzt wurde. Dabei ging ein gelber Farbstoff in Lösung, von dem weiter unten die Rede sein wird. Im übrigen war die Verarbeitung ganz dieselbe, wie im ersten Fall. Auch in diesem Falle gingen große Mengen von Hämatin in Lösung, das ebenso wie im ersten Fall beseitigt wurde.

Äußerlich hatte der so in schwärzlichen Brocken in geringer Menge erhaltene Farbstoff, rund 0,015 aus beiden Lebern zusammen, große Ähnlichkeit mit dem pathologischen Melanin, er ist jedoch bestimmt von diesem verschieden. Verreibt man nämlich den normalen Leberfarbstoff, d. h. den an dieser Stelle erhaltenen, so erhält man ein bräunlich-gelbes — man könnte direkt sagen „leberfarbenes“ — Pulver, dessen gelbe Farbe um so mehr hervortritt, je feiner man es verreibt, beim Melanin ist das nicht der Fall, das Pulver bleibt vielmehr schwarz mit einem rötlichen Ton. Die Vermutung, von der ich ausging, hat sich also nicht bestätigt. Als bemerkenswert führe ich noch an, daß der Farbstoff beim Erhitzen im Reagensglas ausgeprägten Mercaptangeruch gibt, was ich beim Melanin nicht bemerkt habe, und, wie das Melanin, zugleich Schwefelwasserstoff.

Für die Nichtidentität ist noch zweierlei anzuführen: 1. Der normale Farbstoff ist nicht unbeträchtlich in Alkohol löslich, wenigstens solange er noch feucht ist. 2. Das Melanin ist durch Fäulnis unangreifbar, hat doch Minura seinerzeit die Fäulnis benutzt, um Melanin, allerdings Hippomelanin, zu isolieren. Der normale Farbstoff widersteht dagegen irgend länger dauernder Fäulnis nicht. Bei einem Versuch mit 290 g Leber war die Digestion mit künstlichem Magensaft versehentlich zu lange fortgesetzt worden: es war stark stinkende Fäulnis mit reichlicher

¹⁾ Dieses Arch. 227, 137. 1920.

Gasentwicklung eingetreten. Die Verarbeitung dieses Ansatzes ergab überhaupt keinen Farbstoff, er war vollständig zerstört.

Natürlich kann dem Melanin aus melanotischer Leber unter Umständen etwas von dem normalen Leberfarbstoff beigemischt sein, bei der geringen Menge desselben und seiner Löslichkeit in Alkohol kommt diese Verunreinigung aber kaum in Betracht. Man kann diesen Übelstand übrigens auch beseitigen durch vorgängige Extraktion des Untersuchungsmaterials mit Alkohol, wobei übrigens die Verdauung schneller vor sich geht.

Zum Schluß noch ein Wort über den in Alkohol löslichen Farbstoff der normalen Leber oder richtiger: die Farbstoffe, denn es sind mindestens zwei.

Kocht man Leberbrei am Rückflußkühler mit Alkohol aus, so färbt sich dieser gelb, destilliert man den Alkohol ab, verdunstet schließlich und schüttelt den Rückstand mehrmals mit Äther aus, so färbt sich diese intensiv gelb, während der wäßrige Rückstand, auch wenn man so oft mit Äther geschüttelt hat, daß dieser farblos geblieben ist, bräunlich-gelb gefärbt bleibt. Es sind also mindestens zwei Farbstoffe vorhanden.

Mit dem Farbstoff nimmt der Äther Fett und lipoide Substanzen auf. Beim Verdunsten des Ätherauszuges (nach vorgängigem Abdestillieren) bleibt ein gelber Rückstand, der sich mit größter Leichtigkeit in Chloroform löst. Diese Lösung hat ganz das Aussehen einer Luteinlösung, zeigt aber weder die Spektralabsorptionserscheinungen des Lutein noch gibt sie eine der charakteristischen Reaktionen mit Salpetersäure und Schwefelsäure, enthält also sicher kein Lutein. Aber auch Gallenfarbstoff und Urobilin waren nicht nachweisbar.

Was den wasserlöslichen, in Äther unlöslichen Farbstoff betrifft, so halte ich es für sehr wohl möglich, daß er und ebenso die gelben Farbstoffe der Organauszüge (deren Farbe beim Eindampfen mehr zunimmt, als der steigenden Konzentration entspricht) überhaupt in die Reihe der Huminsubstanzen gehört. Dafür spricht, daß die gelbe Farbe dünner Lösungen bei Zusatz von Natronlauge deutlich dunkler wird; dasselbe beobachtet man bei dünnen Lösungen von käuflicher sog. Zuckercouleur. Ich habe von derselben wiederholt bei colorimetrischen Bestimmungen, besonders der Salicylsäure, in den Organauszügen Gebrauch gemacht, um die sehr störenden Unterschiede im Farbenton auszugleichen, die stets zwischen den Organauszügen nach Zusatz des betreffenden Reagens und der zum Vergleich benutzten einfachen wäßrigen Lösungen vorhanden ist.

Zusammenfassung.

1. Die definitive Reinigung des Melanins kann statt durch Eisessig auch durch angesäuerten Alkohol bewirkt werden.

2. Das Melanin enthält organisch gebundenen Phosphor. Daraus geht die Beteiligung der Zellkerne an der Bildung desselben hervor.

3. Das Melanin steht in nicht zu ferner Beziehung zum Eiweiß, da es noch die Phenylgruppe desselben und Tryptophan enthält, außerdem beim oxydativem Abbau Fettsäuren liefert, die nur aus einem Gehalt an Aminofettsäuren der Reihe $C_nH_{2n}O_2$ hervorgegangen sein können. Eine Entscheidung über etwaigen Gehalt der Oxyphenylgruppe zu geben, ist das Verfahren des oxydativen Abbaus nicht geeignet.

4. Die normale Leber enthält mehrere Farbstoffe; der Farbstoff, den man erhält, wenn man die Leber so behandelt, wie zur Darstellung des pathologischen Melanins, ist von diesem bestimmt verschieden.
