Pigmententstehung auf Grund vorgebildeter Tyrosinasen.

Von

stud. phil. **Theodor Weindl.**

(Aus der Biologischen Versuchsanstalt in Wien.)

Eingegangen am 23. Februar 1907.

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Frühere chemische Versuche über Pigmentbildung	632
II. Eigne Versuche.	636
A. An Kopffüßlern	636
a. Entwickelte Tiere von <i>Eledone</i>	636
1. Haut	637
2. Auge	638
3. Tintenbeutel	639
4. Muskel	639
b. Eier von <i>Loligo</i>	639
B. Am Grottenolm (<i>Proteus</i>)	640
III. Zusammenfassung	641
IV. Literaturverzeichnis.	642

I. Frühere chemische Versuche über Pigmentbildung.

Der unten zitierten Arbeit v. FÜRTHS und SCHNEIDERS entnehme ich folgendes zur Geschichte der Pigmentforschung:

BERTRAND hat anknüpfend an YOSHIDAS Beobachtungen festgestellt, daß eine oxydative »Laccase« das der aromatischen Gruppe angehörende höchst oxydable »Laccol« an der Luft in den bekannten Lackfirnis umwandelt. Oxydative, an der Luft Pflanzensäfte verfärbende Fermente sind im Pflanzenreich überhaupt weit verbreitet. Hierzu gehört die Tyrosinase, die BERTRAND bei der Pilzgattung *Russula*, in Dahlien und Runkelrüben als Tyrosin oxydativ dunkel färbend neben der Laccase nachwies und in ihrer Wirkung isolierte. Andre Enzyme färben bei der Rübe Tyrosin kirschrot und blauschwarz. Dies zur Verbreitung pflanzlicher Tyrosinase.

Im Tierversuch erwähnen die Autoren als einzigen Vorgänger W. BIEDERMANN, der die Wirkung einer Tyrosinase aus dem Darm von Mehlwürmern auf Tyrosin nachwies.

An der Hämolymphe von Insekten tritt nach Verlassen des Körpers Dunkelfärbung ein. LÉON FRÉDÉRICQ führte dies auf Oxydation, KRUKENBERG auf Wirkung der Kohlensäure zurück. In der sich daran schließenden Kontroverse traten als den Prozeß begünstigende Momente namentlich Luftzutritt und Eintragen poröser Körper sowie Wasserzufuhr, als hemmende Momente Sättigung des Blutes mit Neutralsalzen, Anwesenheit von Säuren und Alkalien, Erwärmung auf 50° bis 70° hervor. Hierzu sei bemerkt, daß bereits der Botaniker BERTRAND zur Darstellung tyrosinasefreier Laccase die Temperatur von 50°—70° benutzte. Die Reaktionsdauer der normalen Lymphe war selbst bei einer und derselben Art (*Hydrophilus piceus*) höchst schwankend.

Hier knüpften v. FÜRTH und SCHNEIDER mit ihren Versuchen an der Hämolymphe (künftig kurzweg als Blut bezeichnet) von Schmetterlingspuppen an. Stehende Flüssigkeit begann innerhalb weniger Minuten an der Oberfläche sich dunkel zu färben, es traten dann schwarze schollige Massen auf. Nach FRÉDÉRICQ und KRUKENBERG zeigt das Blut teilweise Hemmung der Reaktion durch Alkohol und gänzlich durch Schwefelsäure. Zusatz von Blut zu gesättigter Tyrosinlösung zeigt im Gegensatz zur schwachen Wirkung beim Zusatz zu Wasser höchst intensive, dunkel-violette Verfärbung unter energischer, die Flüssigkeit trübender Flockenbildung. Bei wässriger Tyrosinlösung beförderte eine ganz bestimmte Menge von Natriumkarbonatlösung (Alkali!) den Prozeß in hohem Grade, während andre Mengen hemmend wirkten. Verdünnte Essigsäure wirkte stets ungünstig, Temperatur von mindestens 30° vernichtete die wirksamen Bestandteile, Eisschranktemperatur hemmte den Prozeß nicht. Die Guajakreaktion war bei längerem Stehen schmutzig-dunkelgrün, die SPITZERsche Reaktion deutlich. Aus alledem schloß v. FÜRTH, »daß das Lepidopterenblut ein Enzym enthält, das befähigt ist, Tyrosin, ebenso wie auch ein im Blute selbst vorkommendes Chromogen, bei Gegenwart von Sauerstoff zu dunkel gefärbten Produkten umzuwandeln«. v. FÜRTH »gelang die Abtrennung des Enzyms vom Chromogen und von den krystalloiden Substanzen des Blutes mit Hilfe der fraktionierten Salz-fällung«. Nur bei Zusatz zu einer Tyrosinlösung zeigte sich violette bis tiefschwarze Flockenbildung, und mit dem Erscheinen schwarzer Flocken erreichte der Prozeß sein Ende. Auch andre leicht oxydable aromatische Substanzen: Brenzkatechin, Hydrochinon, Suprärenin

(Nebennieren), Oxyphenyläthylamin (Autodigestion des Pancreas) ergaben Reaktionen, allerdings mit andrer Färbung. Das intakte Eiweißmolekül (Kasein) wurde nicht angegriffen.

Das im Lepidopterenblut enthaltene Chromogen erwies sich nun »als eine weder durch Phosphorwolframsäure, noch durch Schwermetallsalze, ammoniakalische Silberlösung oder Bromwasser fällbare, in wasserhaltigem Alkoholäther lösliche, anscheinend der aromatischen Reihe angehörende, jedenfalls nicht mit dem Tyrosin identische Substanz«.

Um die Natur des Umwandlungsproduktes, das durch Einwirkung der Tyrosinase auf Tyrosin entsteht, zu untersuchen, wurde dieses aus den Endprodukten (Flocken) durch Ausziehung des reichlich enthaltenen Tyrosins rein hergestellt, so daß »das so erhaltene Produkt sich unlöslich erwies in Wasser, Alkohol, Äther und den üblichen organischen Lösungsmitteln sowie in verdünnten Alkalien bei Zimmertemperatur und sogar in kochender, starker Salzsäure«. Bei Schmelzung dieser Substanz mit reinstem Ätznatron entwickelte sich typischer Geruch nach Indol und Skatol.

SCHNEIDER hatte hinwieder schon früher festgestellt, daß reines Tyrosin, mit Ätzkali geschmolzen, ein nach Skatol riechendes Produkt ergibt.

Das Produkt der Einwirkung der Tyrosinase auf Tyrosin hat die Zusammensetzung:

C	55,44	Prozent
H	4,45	-
N	13,74	-

Das Verhältnis der Zahl der Atome ist daher $N:H:C=1:4,55:4,77$.

Dies entspricht der Charakteristik der Melanine nach HOFMEISTER. Hierher sind zu zählen die dunklen Pigmente der Haare, der Haut, der Chorioidea, der melanotischen Tumoren, das Sepien-schwarz und gewisse Produkte der Eiweißspaltung (Melaninsäure). »Man ist um so mehr berechtigt, das in Rede stehende Umwandlungsprodukt des Tyrosins diesen ‚Melaninen‘ beizuzählen, als es sich durch seine physikalischen Eigenschaften, seine Lösungsverhältnisse, insbesondere aber durch die Fähigkeit, bei der Alkalischmelze skatolartig riechende Substanzen zu liefern, in jeder Hinsicht diesen Gruppen angliedert.«

Anhangsweise wird erwähnt, daß es DUCCESCHI durch vorsichtige Oxydation von Tyrosin mit chlorsaurem Kali in salzsaurer Lösung

gelang, eine melaninartige Substanz herzustellen, die bei der Kalischmelze nach Indol und Skatol riecht. Unsre Experimentatoren heben hier hervor, daß das melaninartige Produkt durch Oxydation von Tyrosin entsteht, was ihnen »für die Beurteilung jener Vorgänge, die bei der Säurespaltung und Verdauung von Eiweißkörpern zur Bildung einerseits von Melaninen, anderseits von eigentümlichen indol- oder skatolgebenden Produkten führen, nicht ohne Bedeutung« erscheint. Bei DUCCESCHI ist allerdings das Zahlenverhältnis der Atome (im Gegensatz zu oben) $N : H : C = 1 : 10,3 : 9,4$, was an das Tyrosin anknüpft. Als Erklärung dieses Mißverhältnisses nehmen die Autoren an, daß bei der fermentativen Umwandlung des Tyrosins sich mindestens zwei Tyrosinmoleküle unter Abspaltung stickstoffarmer oder stickstofffreier Gruppen verbinden.

Aber nicht nur auf Insekten beschränkt sich das Vorkommen von Tyrosinasen. Auch im Blute von Flußkrebsen wurden solche in wenn auch nur schwacher Wirkung nachgewiesen. Als ein Problem bezeichnen die Autoren den Nachweis der Wirksamkeit von Tyrosinasen bei Bildung der Melaninpigmente im lebenden Organismus. Aber nicht von der Untersuchung am Wirbeltiere bei der Langwierigkeit des Bildungsprozesses, sondern von der Untersuchung an Organen niederer Tiere mit Massenproduktion des Pigments erwarteten die Autoren zunächst Ergebnisse.

Der Tintenbeutel von *Sepia* kam namentlich in Betracht, und hier folgt die Darstellung HANS PRZIBRAMS (bei 11, S. 241) über seinen auf die Anregung v. FÜRTHS hin unternommenen, erfolgreichen Versuch mit diesem Tiere an der zoologischen Station in Triest:

»Zwei frisch eingebrachte Exemplare von *Sepia officinalis* wurden so lange gereizt, und jedesmal das Wasser gewechselt, bis keine Trübung desselben mehr eintrat, was etwa eine halbe Stunde in Anspruch nahm. Sodann wurden sie durch einen Schnitt ins Gehirn getötet, auf den Rücken gelegt und der Mantel auf der linken Seite durchtrennt; der bloßliegende Tintenbeutel wurde dann losgelöst und ausgedrückt, dann noch längs aufgeschnitten und so lange ausgewaschen, bis keine Trübung der dazu angewendeten physiologischen Kochsalzlösung mehr eintrat. Die so erhaltenen Beutelhäute wurden unter Zusatz von Quarzsand und physiologischer Kochsalzlösung nach vorausgegangenem Zerhacken mit dem Wiegemesser im Mörser zerrieben. Der enthaltene, trotz allen Auswaschens von dunklen Körnern durchgesetzte Brei wurde zweimal durch Barytfilter filtriert und ergab eine fast vollkommen klare, sehr schwach grau gefärbte Flüssigkeit.

Während die mit physiologischer Kochsalzlösung zur Hälfte versetzten Proben keine Veränderung (als vielleicht eine sehr schwache Opaleszenz) zeigten, nahmen die zur Hälfte mit Tyrosinlösung versetzten bald eine safrangelbe bis orangerote, sehr schöne Färbung an und wurden endlich sepiabraun, einen schwarzen Niederschlag absetzend.«

Da nun Tyrosin und verwandte Stoffe nach SALKOWSKI (11, S. 242) allgemein beim Autodigestionsprozeß tierischer Gewebe gebildet werden, was MARTIN JAKOBY (1900) besonders für die Leber nachwies, erschien es unsern Autoren als möglich, daß bei der Bildung aller melaninartigen Pigmente Enzyme tätig sind. Für den Gesamtprozeß scheinen ihnen zweierlei Fermente erforderlich: 1) ein autolytisches zur Abspaltung eines aromatischen Komplexes aus dem Eiweißmolekül; 2) eine Tyrosinase zur Bildung des Melanins.

Dies zur Würdigung der Arbeit v. FÜRTHS und SCHNEIDERS.

Experimente, bei denen der Preßsaft aus Häuten junger höherer Tiere, im Mörser durch Zerreiben mit Kieselguhr gewonnen, von FLORENCE M. DURHAM am Balfour-Laboratorium in Cambridge untersucht wurde, lieferten folgendes Resultat:

»Es kann ein Extrakt aus den Häuten gewisser pigmentierter Tiere (Kaninchen, Ratten, Meerschweine und Kühlehn) gewonnen werden, das die Tendenz besitzt auf Tyrosin einzuwirken und eine pigmentartige Substanz zu liefern. Diese Wirkung legt den Gedanken an die Anwesenheit einer Tyrosinase in den Häuten dieser Tiere nahe.

Die Wirkung dieser Tyrosinase wird durch Kochen aufgehoben, findet bei niedriger Temperatur nicht statt, wird mit der Zeit verzögert, erfordert eine Temperatur von etwa 37° C. und auch die Anwesenheit eines Katalysators wie Eisensulphat, um sie in Gang zu bringen.

Die gewonnenen gefärbten Substanzen sind in Übereinstimmung mit der Farbe der verwendeten Tiere. Man gewinnt schwarze Substanzen, wenn man Tiere mit schwarzem Pigment in der Haut verwendet, und gelbe Substanz, wenn die Haut das orange gefärbte Pigment enthält. Die gefärbten Substanzen sind in Alkalien löslich, in Säuren aber unlöslich.«

II. Eigne Versuche.

A. An Kopffüßlern.

a. Entwickelte Tiere von *Eledone moschata* Leach.

Meine Versuche an Kopffüßlern unternahm ich im Sommer 1905 im speziellen Anschluß an den oben erwähnten Versuch HANS PRZIBRAMS.

Zuvörderst diente mir als Versuchsmaterial *Eledone moschata*, von der frisch getötete erwachsene Tiere aus der k. k. zoologischen Station zu Triest bezogen wurden. In Wien wurden die Tiere im Eisschrank verwahrt, bis sie jeweilig zum Experiment verwendet wurden. Pigment zeigt sich bei *Eledone* in der Haut und besonders intensiv an den Augen und im Tintenbeutel.

1. Haut.

Die Haut der *Eledone* zeigt am Mantel und an den Fangarmen oberseits auf weißem Grunde ausgedehnte schwarzbraune Zeichnung, die auf einem Pigment beruht.

Die abgezogenen Häute frisch getöteter Exemplare, dem Mantel und den Fangarmen der Tiere entnommen, zerkleinerte ich mit einem Wiegemesser fein und preßte in einer Fleischpresse die mit physiologischer Kochsalzlösung versetzten Abschnitzel. Nachdem der noch trübe Preßsaft behufs Niederschlagung der gröberen Flocken stehen gelassen war, verdünnte ich ihn behufs Verminderung der Trübung mit physiologischer Kochsalzlösung weiter und filtrierte ihn, worauf er ohne ansehnliche Trübung eine etwa rosa gefärbte Flüssigkeit ergab; dann stellte ich folgende Eprouvettenserie auf:

a) Dunkel, Zimmertemperatur:

- 1) $\frac{1}{2}$ Filtrat, $\frac{1}{2}$ physiologische Kochsalzlösung;
- 2) $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{2}$ Tyrosinlösung;
- 3) $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{2}$ physiologische Kochsalzlösung, 1 mg Eisensulfat als Katalysator;
- 4) $\frac{1}{2}$ Filtrat, $\frac{1}{2}$ Tyrosinlösung, 1 mg Eisensulfat als Katalysator;
- 5) $\frac{1}{2}$ physiologische Kochsalzlösung, $\frac{1}{2}$ Tyrosinlösung;
- 6) $\frac{1}{2}$ physiologische Kochsalzlösung, $\frac{1}{2}$ Tyrosinlösung, 1 mg Eisensulfat.

b) Bruttofen, 30° C.

parallel zu a) sechs Proben wie oben.

Die Proben — die Epruvetten waren stets mit Baumwolle verstopft —, die etwa 15 ccm Flüssigkeit enthielten, waren zuvörderst völlig klar, nur 1—4 natürlich mit rosaroter Färbung.

Am nächsten Tage schon war bei 4 sowohl in der Zimmertemperatur als auch im Bruttofen ein bodenständiger schwarzer Niederschlag zu verzeichnen.

Der nächste Tag ließ bei 1, 2, 3 schmutzig-rosenroten Niederschlag erkennen, der bei 3 in grau verfärbt war, 5 blieb wasser-

hell, 6 bekam einen feinen gelblichen Stich. Die höhere Temperatur des Brutofens modifizierte diese Prozesse nicht wesentlich. Am nächsten Tage wurden alle Reaktionen noch intensiver.

Ein Teil von 2, mit Eisensulfat versetzt, entwickelte rasch Reaktionen im Sinne von 4.

6 zeigte noch später schwefelblumenartigen Niederschlag; der Niederschlag von 3 wurde später dunkel wie der von 4, auch die ganze Flüssigkeit verfärbte sich grau, wie dies bei 4 schon früher geschehen war.

Dann wurde tyrosinversetzter Hautpreßsaft der *Eledone* mit 1 mg Eisensulfat zur Erprobung des kombinierten Wirkens von Wärme, Kälte, Finsternis, Licht und Sauerstoffzufuhr in den Verbindungen aufgestellt:

a) Wärme, Finsternis;	b) Wärme, Licht;
c) Wärme, Finsternis, Durchlüftung;	d) Wärme, Licht, Durchlüftung;
e) Kälte, Finsternis;	f) Kälte, Licht;
g) Kälte, Finsternis, Durchlüftung;	h) Kälte, Licht, Durchlüftung.

Die Durchlüftung¹⁾ rief am folgenden Tage in d) und h) einen deutlich gelberen Farbton hervor als in b) und f); übrigens verhinderte in diesen vier Fällen die Durchlüftung mechanisch das Entstehen eines Niederschlages, der sich sonst prompt wie oben (am zweiten Tage schwarz!) einstellte; Wärme und Kälte, namentlich aber Licht und Dunkelheit riefen keine wesentlich verschiedenen Wirkungen hervor.

Zur Erforschung der Wirkung anderer Katalysatoren wurde derselbe Preßsaft mit Tyrosin bei Wärme und Dunkelheit mit a) Platinchlorid und b) Mangansulfat versetzt; der bekannte dunkle Niederschlag ergab sich auch da; bei einem Nachversuch mit altem Saft lieferte dieser mit Eisensulfat behandelt schwarzen Niederschlag und trübte sich dann gänzlich; mit Mangansulfat ergab sich nur rosa Niederschlag, die Flüssigkeit behielt ihre Farbe.

2. Auge.

In einer inzwischen aufgestellten Versuchsreihe wurde noch Filtrat vom Auge bereitet und in den Brutofen gestellt. Es wurden daraus nur Proben wie bei meinem allerersten Versuch 2 und 4 hergestellt. Der Saft des Auges entwickelte in 4 wie bei obiger Reihe einen schwarzen Niederschlag schon in 24 Stunden.

¹⁾ Es strömte aus einem spanischen Rohr, das an die Luftleitung angeschlossen war, Luft in feiner Verteilung aus.

3. Tintenbeutel.

Vom Tintenbeutel hatte zu wenig Masse vorgelegen, um Niederschläge und Reaktionen aus den analogen Proben erhalten zu können. Gegenüber dem Tintenbeutel von *Sepia* erweist sich ja überhaupt in der Ausbildung der *Eledone*-Tintenbeutel als höchst rudimentär, was das Fehlen deutlicher Ergebnisse gegenüber den so offenkundigen, obenerwähnten Befunden PRZIBRAMS an *Sepia* hinlänglich erklärt.

4. Muskel.

Endlich wurde Preßsaft aus der Mantelmuskulatur der *Eledone* mit Eisensulfat, sowohl zur Hälfte mit physiologischer Kochsalzlösung, als auch zur Hälfte mit Tyrosinlösung versetzt, bereitet; hier zeigte der Saft im weiteren Verlaufe gar keine Veränderung. Der Versuch wies also deutlich nach, daß die völlig pigmentlosen, dem entbluteten Fleische des Huhnes vergleichbaren, schön weiß gefärbten Muskelmassen, wie zu erwarten stand, gar nicht den auslösenden Faktor der Pigmentbildung (die Tyrosinase) enthalten.

b. Eier von *Loligo* Lam.

Für die Versuche an den Eiern standen mir die Laichmassen der *Eledone* so nah verwandten Gattung *Loligo* zu Gebote, die gleichfalls aus der k. k. zoologischen Station zu Triest bezogen wurden. Die geballten, reihig angeordneten, weißlich durchscheinenden Eierschnüre wurden in einem Wassergefäße aufgestellt, und eine Durchlüftung für sie eingerichtet. Sie zeigten sich noch völlig pigmentlos, blaßgelb.

Aus den Eiern wurde Preßsaft gewonnen und dieses Produkt wie bei meinem allerersten Versuch an den Häuten von *Eledone* 1 bis 4 (siehe S. 637) mit den entsprechenden Chemikalien versetzt. 1 und 2 blieb farblos, 3 zeigte am folgenden Tag noch weißen, 4 bereits schwarzen Niederschlag, bei 3 wurde in den folgenden Tagen der Niederschlag auch schwarz, aber weniger stark als bei 4. Die Proben bei gewöhnlicher Temperatur und im Brutofen machten keinen wesentlichen Unterschied.

Ferner wurde alter Preßsaft der Eier von *Loligo* mit Tyrosin und 1 mg Eisensulfat zur Erprobung der kombinierten Wirkung von Wärme und Kälte, Finsternis und Licht sowie der Sauerstoffzufuhr in Parallele zum obigen Versuch an den Häuten von *Eledone* in den acht Verbindungen a) bis h) aufgestellt.

Das Resultat war völlig analog der eben erwähnten Reihe.

B. Versuche am Grottenolm (*Proteus anguinus* Laur.).

Im Anschluß an die Versuche über Kopffüßlerpigment wurden analoge Versuche mit Grottenolmen, die aus den Adelsberger Grotten stammten und in letzter Zeit in den Kellerräumen der biologischen Versuchsanstalt gehalten waren, aufgestellt. Diese Olme hatten ihre ursprüngliche Pigmentlosigkeit noch völlig erhalten. Es wurde aus der Haut Preßsaft gewonnen, der schwach gelblich gefärbt war, und folgende Mischungen zu 20 ccm hergestellt:

a)	$\frac{1}{2}$ Saft,	$\frac{1}{2}$ Tyrosin;	
b)	-	-	3 mg Eisensulfat;
c)	-	-	3 mg Mangansulfat;
d)	-	-	6 mg Platinechlorid.

Die Eproutetten wurden dunkel gehalten. Nur b) zeigte manifesten schwarzen Niederschlag, was das Eisensulfat auch in diesem Falle als stärksten Katalysator erweist.

Endlich wurden acht Grottenolme derselben Provenienz zu je zwei Exemplaren in Licht mit Sauerstoffzufuhr (Durchlüftung), Licht ohne Sauerstoffzufuhr, Dunkel mit Durchlüftung, Dunkel ohne Durchlüftung in kleinen Wasserbecken bei Zimmertemperatur aufgestellt und ein Jahr lang unter diesen Bedingungen lebend gehalten. Je ein Exemplar der im Lichte gezogenen Tiere zeigte neben schwachen atavistischen gelben »Salamander«flecken sporadisch auftretende schwarze Dämmerung am ganzen Körper, namentlich am äußersten Schwanzende waren größere zusammenhängende schwarze Pigmentstellen, jedoch stets trat noch die Rosafärbung, in einen mehr rost-roten Ton mit lichter Nuance verfärbt, eindrucksbestimmend in den Vordergrund. Wie wir gleich sehen werden, handelte es sich hier wohl um Weibchen.

Je ein Exemplar der belichteten Tiere färbte sich ferner im Gegensatz zu seinem mehr licht bleibenden Gefährten tief schwarz, wohl ein Männchen nach MARIE v. CHAUVIN, welche die Dunkelfärbung bei diesen Tieren als männliches Hochzeitskleid des brünstigen Zustandes bei Grottenolmzucht nachwies. Meine Tiere waren ungereizt, wie bisher stets bei Zimmerhaltung, außerordentlich träge und zeigten nicht die weiteren von M. v. CHAUVIN beschriebenen Brunstercheinungen. Sauerstoffzufuhr machte bei den belichteten Tieren keinen Unterschied. Die dunkel gestellten Tiere blieben alle völlig bleich.

III. Zusammenfassung.

Bei den Kopffüßlern und beim Olm läßt sich eine Tyrosinase gewinnen, die Tyrosin in ein Melanin umsetzt. Es läßt sich also wohl behaupten, daß hier Prozesse vorliegen, die eine Parallele bilden zu den von v. FÜRTH und SCHNEIDER an andern Tieren betreffs der Bildung dunklen Pigmentes aufgedeckten und chemisch analysierten Vorgängen.

Wichtig erscheint besonders bei den Kopffüßlern (*Loligo*) der Nachweis der Tyrosinase selbst in den noch pigmentfreien Eiern. Diese Tyrosinase befindet sich bedeutsamerweise beim erwachsenen Kopffüßler (*Eledone*) nur in Haut und Augen, nicht in der Muskulatur, parallel zur Anwesenheit oder dem Fehlen einer Pigmentbildung.

Für die kaltes Blut aufweisenden Versuchstiere charakteristisch ist es wohl, daß der thermische Faktor innerhalb weiterer Grenzen keine wesentlich verschiedenen Wirkungen hervorruft, während bei den warmblütigen Versuchstieren DURHAMS sich die Temperatur von 37° C. als unumgängliches Erfordernis der Melaninbildung und der verwandten Pigmentbildungen erwies.

Andre äußere Faktoren, nicht nur Wärme und Kälte, sondern auch Licht oder Finsternis, scheinen beim Prozeß im Reagenzglas geringere Bedeutung zu haben. Dagegen erweist sich das Licht beim Grottenolme als unbedingtes Erfordernis der Pigmentbildung des lebenden Tieres. Das Reagenzglas zeigt allerdings auch hier Melaninbildung ohne Beihilfe des Lichtes, wobei freilich der stärkste Katalysator verwendet werden muß.

Überhaupt stellte sich als Erfordernis für das Gelingen der Versuche über Melaninbildung im Reagenzglas bei unsern relativ schwachen Pigmentbildungsprozessen die Gegenwart anorganischer Katalysatoren heraus. Aus den Versuchen mit verschiedenen Katalysatoren ergab sich betreffs der Wirkung derselben, daß Eisensulfat die stärkste Wirkung ausübt; daran reiht sich die Wirkung des auch chemisch nahe stehenden Mangansulfats; äußerst schwach waren die Wirkungen des Platinchlorids, sie unterschieden sich recht wenig von den Ergebnissen bei Mangel jeden Katalysators. (Diese Angaben gelten natürlich für gleiche Mengen angewandter Chemikalien.)

IV. Literaturverzeichnis.

- 1) BATESON, Proceedings of the Zoological Society. 1903.
 - 2) BERTRAND, Sur le latex de l'arbre à laque. Compt. rend. 118. p. 1215—1218.
 - 3) — Sur la laccase et sur le pouvoir oxydant de cette diastase. Ibid. 120. p. 266.
 - 4) BERTRAND-BOURQUELOT, Le bleuissement et le noircissement des champignons. Compt. rend. soc. biol. (10.) 2. p. 582—588.
 - 5) — La laccase dans les champignons. Ibid. p. 579—582.
 - 6) W. BIEDERMANN, Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. I. Die Verdauung der Larven von Tenebrio molitor. PFLÜGERS Archiv. (1898.) 72. S. 105—162.
 - 7) CUÉNOT, Arch. d. Zool. Expér. et Gén., Notes et Revue. Vol. 1.
 - 8) V. DUCESCHI, Sulla natura delle Melanine e di alcune sostanze ad esse affini. Roma. Rendiconti della R. Acad. dei Lincei. Seduta del 3. marzo 1901. — Id., Archivio di Fisiologia. Vol. 1.
 - 9) FLORENCE M. DURHAM, On the Presence of Tyrosinases in the Skins of some Pigmented Vertebrates. Preliminary Note. Communicated by W. BATESON, F. R. S. Received Nov. 10—Read Dec. 1, 1904. (From the Balfour Laboratory, Cambridge.) From the Proceedings of the Royal Society. Vol. 74.
 - 10) L. FRÉDÉRICQ, Sur le sang des Insectes. Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. 3. Série. (1881.) 1. p. 487—490.
 - 11) v. FÜRTH und SCHNEIDER, Über tierische Tyrosinasen und ihre Beziehungen zur Pigmentbildung. (Aus dem physiolog.-chem. Institut zu Straßburg.) HOFMEISTERS Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie. I. Bd. S. 229—242. (1902.)
 - 12) MARTIN JACOBY, Über das Aldehyde oxydierende Ferment der Leber und Nebenniere. (Aus dem physiol.-chem. Institut zu Straßburg.) Zeitschr. f. physiolog. Chemie. 30. S. 134. (1900.)
 - 13) — Über die fermentative Eiweißspaltung und Ammoniakbildung in der Leber. (Aus dem physiol.-chem. Institut zu Straßburg.) Zeitschr. f. physiol. Chemie. 30. S. 149—173. (1900.)
 - 14) KRUKENBERG, Über Hydrophiluslymphe. Verh. d. naturw.-medizin. Vereins zu Heidelberg. Neue Folge. (1881.) 3. S. 79—88.
-