

sur le mode de la régénération de la trompe de *Ptychoderia* sp. trouvée par moi à l'archipel Malais. J'avais procuré deux spécimens dont les trompes étaient en état de la régénération. Les animaux ont perdu ses trompes au niveau des pedoncules. Chez un des ces animaux dans la trompe régénérée la vésicule péricardique était en communication directe avec les canaux périhémaux.

On peut se persuader en examinant les préparations faites de la trompe régénérée de cet animal que le sac péricardique se forme ici par étranglement de l'extrémité distale d'un de canaux périhémaux du collet.

3. Über das grüne Pigment bei Locustiden.

Von P. Podiapolsky, Saratow.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Figur.)

eingeg. 16. Dezember 1906.

Es ist bekannt, daß das Grün der Pflanzen (Chlorophyllgrün) sehr charakteristisch und spezifisch ist, und seine Nachahmung jedenfalls ziemlich schwierig sein muß, wenn sie vom Maler mit seinen Mineralfarben nicht erreicht werden kann. »Auf seiner Palette ist keine derartige Farbe¹.« Die Eigenart der grünen Farbe des Chlorophylls besteht darin, daß in ihrem Spektrum eine bestimmte Gruppe roter (sowie der orang- und gelben) Strahlen fehlt: sein Grün ist ein Gemisch der grünen und dunkelroten Spektralfarben. Daraus folgt schon direkt die Funktion des Chlorophylls. Eine gewisse Gruppe Strahlen wird von dem spezifisch-grünen Ekran aufgenommen, verwertet. Diese Fakta sind, wie bekannt, durch eine Reihe genauer Arbeiten von Professor C. A. Timiriazew festgestellt.

Mich für die Erscheinungen der Nachahmung und der Schutzfärbung bei den Tieren interessierend, wurde ich unwillkürlich und oft, in vielen Fällen wunderbarer Übereinstimmung, auf die besonders häufige Ähnlichkeit gerade mit dem Grün der Blätter, dem Chlorophyllgrün, aufmerksam. Viele Nachahmer haben es in dieser Hinsicht zu einer auffallenden Vollkommenheit gebracht; was der Mensch nicht kann, erreicht hier das Tier. Beschränkt man sich auf die Insekten, so bietet eine Unterordnung der Laubheuschrecken (Locustodea) nicht wenig solcher Beispiele. Die Ordnung der Geradflügler (Orthoptera) ist überhaupt reich an Nachahmern des Pflanzengrüns. Unsre gewöhnliche große Heuschrecke (*Locusta viridissima* L.) kann als lokales Muster dienen. Bemerkenswert ist aber nicht nur die äußere Ähnlichkeit, die in solcher

¹ C. Timiriazew.

Vollkommenheit vom Insekt erreicht ist, sondern auch der Umstand, daß Alkohol aus aufbewahrten Exemplaren, die Objekte entfärbend, den grünen Farbstoff extrahiert, und die grüne alkoholische Lösung die Eigenschaft besitzt, sich mit der Zeit zu bräunen². Mithin ist das Verhalten eines alkoholischen Auszuges des Pigments der grünen *Locusta* dem Verhalten eines alkoholischen Chlorophyllauszuges analog. Deshalb, meinte ich, wäre es nicht uninteressant, zu untersuchen, in welchem Maße die Aufgabe des Insekts, das Blattgrün nachzuahmen, erfüllt ist, d. h. wie weit sich die Ähnlichkeit der Kopien und Originale, der Oberflügel der *Locusta* und der Pflanzenblätter, erstreckt.

Im Laufe von 3 Jahren ist es mir nicht gelungen mehr als 200 Exemplare der *Locusta viridissima* zu sammeln. Meine dienstlichen Pflichten und die politische Lage in Rußland begünstigten nicht gerade solche Interessen. Am 20. August analysierte ich die gesammelten Flügel³ im Bodenuntersuchungs-Laboratorium des Saratowschen Gouvernements Semtwo, das von Herrn N. A. Dimo geleitet wird, nach der Methode von Fremy-Timiriazew. Der alkoholische grüne Auszug aus den Oberflügeln wurde dekantiert, die Flügel fein zerschnitten, verrieben und mittels Handpresse abgepreßt. Der grüne Extrakt aus der Reibschale und der Presse wurde dem Auszug beigefügt und das ganze mit Barytwasser gefällt. Der sorgfältig ausgewaschene Niederschlag wurde mit Alkohol behandelt und filtriert. In Lösung ging ein hoch goldgelbes Pigment, das sich dem Äußern nach von dem pflanzlichen Xanthophyll durch nichts unterschied. Auf dem Filter verblieb ein grüner Niederschlag, der, ganz wie das Chlorophyll von Timiriazew, in schwacher Kalilauge löslich war. Das pflanzliche Chlorophyll bereitete ich aus den Blättern der weißen Akazie (*Robinia pseudacacia L.*) und brachte seine Konzentration, wie auch die des pflanzlichen Xanthophylls und Chlorophyllins ad oculis auf die Konzentration der Analoga aus den Laubheuschrecken.

Die durchsichtigen, kaum gefärbten Hinterflügel der *Locusta* ergaben ein ähnliches Resultat, d. h. einen grünen Auszug, ein gelbes und ein grünes Pigment. (Vom letzteren wurde leider sehr wenig erhalten, und seine Lösung war auch dementsprechend sehr schwach.)

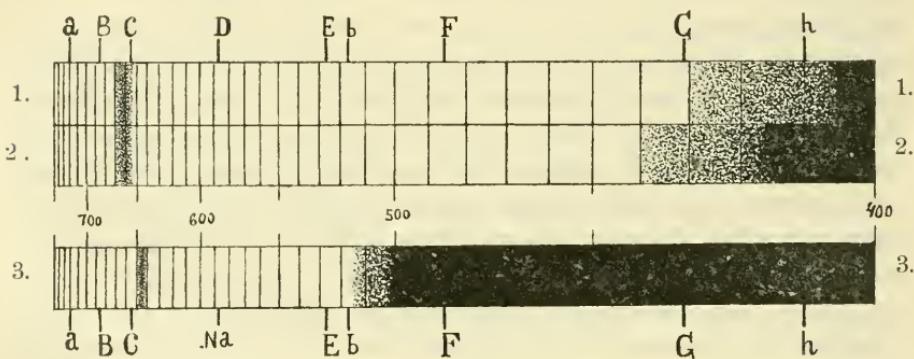
Der grüne alkoholische Flügelauzug, mit Benzin gemischt, sowie der Blätterauszug nach Kraus, scheidet sich in 2 Schichten: eine grüne Benzinschicht und eine gelbe alkoholische.

² Gegen 200 Flügel von Heuschrecken in Spiritus standen bei mir in einem verkorkten orangenen Fläschchen in der Ecke eines Glasschrances vom 23. August 1903 bis zum 2. September 1906. In diesen 3 Jahren hatte die Lösung ihre grüne Farbe vollkommen beibehalten; als aber das Fläschchen aufgemacht und die Lösung abgesossen wurde, war sie in kaum $\frac{1}{4}$ Stunde braun.

³ Die Flügel wurden von lebenden Exemplaren abgeschnitten.

Daraus ersieht man, daß die Zerlegung des grünen Pigments der *Locusta* in ein gelbes und ein grünes Prinzip vollkommen parallel der Zerlegung des Pflanzenchlorophylls in Xanthophyll und Chlorophyllin verläuft.

Weiterhin war es interessant, die optische Ähnlichkeit der Pigmente spektroskopisch zu untersuchen. Da ja die Schutzfärbung ein optisches Organ, das Auge des Feindes, täuschen soll, so sind gerade die optischen Eigenschaften von besonderer Bedeutung. Das grüne Gewand der *Locusta* hat ja den Endzweck: »wie man vor Augen aus dem Auge verschwindet?« In Saratow stand ein Spektroskop à vision directe von Jamen und Hoffmann im physikalischen Kabinett der mittleren Technischen Schule, dank der Liebenswürdigkeit des Herrn N. N. Kokuschin, zu meiner Verfügung. Leider besaß ich nicht ein solches flach-paralleles Gefäß (und hier am Ort war es auch unmöglich, ein solches zu ververtigen), welches es erlaubt hätte, bei



1) Spektrum eines alkoholischen Chlorophyllauszuges aus den Blättern der weißen Akazie (*Robinia pseudacacia L.*), schwache Konzentration.

2) Spektrum eines alkoholischen Auszuges aus den grünen Flügeln der *Locusta viridissima L.*

3) Dasselbe für *Mantis religiosa L.*

1) Das Absorptionsband im Roten 670—655. Die Absorption im Blauen von 430 an. Die totale Absorption von 405 an. (Dicke der Schicht — 4 cm.)

2) Das Absorptionsband im Roten 670—655. Die Absorption im Blauen von 440 an. Die totale Absorption von 415 an. (Dicke der Schicht — 4 cm.)

3) Das Absorptionsband im Roten 650—640. Die Absorption im Blauen von 515 an. Die totale Absorption von 500 an. (Dicke der Schicht — 10 cm.)

der geringen Menge und Schwäche der Lösungen eine für spektroskopische Zwecke genügende Dicke der Schicht zu erzielen. Das Verhalten des gelben Laubheuschreckenpigments äußerte sich trotzdem, und es war sofort klar, daß es ganz ebenso, wie das pflanzliche Xanthophyll, den ganzen blauen Teil des Spektrums absorbiert. Der alkoholische Extrakt des grünen Pigments der Laubheuschrecken zeigte, wie es schien, auch im sphärischen Gefäß eine dem pflanzlichen Chlorophyll

ähnliche Absorption; das war aber infolge der geringen Konzentration und der geringen Menge der Lösung, die deshalb auch nicht konzentriert werden konnte, nicht mit Sicherheit festzustellen.

Es stellte sich also heraus, daß die Frage der spektroskopischen Untersuchung in einem Laboratorium gelöst werden mußte, das, dank seiner speziellen Einrichtung, die Möglichkeit leicht bietet. Ein solches ist ohne Zweifel das Laboratorium von Prof. Timiriazew an der Moskowischen Universität, — und dort gelang es mir am 24. Oktober das charakteristische Absorptionsband zwischen *B* und *C* im roten Teile des Spektrums festzustellen. Ein Extrakt aus den Blättern der weißen Akazie, der Konzentration nach dem ersteren ad oculis gleich gemacht, ergab ganz dasselbe Absorptionsband, das bei der gleichzeitigen Untersuchung beider Lösungen im Spektroskop mit seitlichem Prisma, wie aus der Zeichnung ersichtlich, die gerade Fortsetzung des ersten bildete (1, 2).

Das Mikroskop zeigte, daß das körnige Material in den Flügeln an den luftführenden Kanälen (den Tracheen) zerstreut ist. (Ocular 4, Vergrößerung 1000, Immersion $\frac{1}{12}$.) Ein typisches Raubinsekt, die Fangheuschrecke (*Mantis religiosa* L.) ergab ein Absorptionsband etwas nach rechts verschoben⁴. Die Flügel der *Locusta viridissima* und des javanischen *Onomarchus cretaceus* Sv. ergaben eine merkliche Verschiebung des Bandes nach links, wie es auch bei den Blättern, im Vergleich zu deren Lösungen, beobachtet wird. Andre Chlorophyllbänder konnten bei der Schwäche der Lösungen nicht wahrgenommen werden; anderseits wurden bei den ungefähr gleich schwachen Lösungen aus den Blättern der weißen Akazie auch keine andern Bändern beobachtet.

Der blaue Teil des Spektrums wurde natürlich auch von den entsprechenden Lösungen aus Laubheuschrecken, dem grünen Extrakt und dem gelben Pigment, stark absorbiert.

Somit ist das grüne Pigment der Locustodea in ein gelbes und ein grünes Prinzip, analog dem Pigment der Blätter, zerlegbar; gleich diesem Pigment charakterisiert sich auch das erstere durch Absorption einer gewissen Gruppe roter Strahlen des Sonnenspektrums.

Das gleiche Absorptionsspektrum bietet aber noch keine Garantie für die chemische Identität. Es genügt, als auf ein Beispiel, auf die ammoniakalische Lösung der Cochenille hinzuweisen, die ganz dieselben 2 Absorptionsbänder zwischen *D* und *E* gibt, wie eine wässrige Lösung mit Sauerstoff gesättigten Blutes. Die chemische Natur des Chloro-

⁴ Die Fangheuschrecken brachte S. A. Ssuslow als lebende Exemplare aus der Krim für das zoologische Museum der Moskowischen Universität; mir gelang es die Flügel der toten Exemplare zu erhalten, von denen aber viele bereits die grüne Farbe verloren hatten.

phylls ist indessen, trotz der unermüdlichen Arbeit der Chemiker, nicht genügend aufgeklärt (in letzter Zeit — Nencky, Schunk und Marchlewsky); wir werden also bloß die optische Identität im Auge haben.

Indessen, wenn es wirklich Chlorophyll ist, so hat das Insekt offenbar das fertige Material der Pflanze entnommen, vielleicht wie einen Abfall oder Fett, an die Peripherie centrifugiert, wo es dann seine Berechtigung in dem natürlichen Nutzen einer Farbenannäherung fand. Oder ist sein Ursprung, seine Bedeutung, Funktion . . . eine andre? Sollte es kein Chlorophyll sein, so ist es am Ende noch interessanter, daß der Organismus bei der Lösung der Aufgabe einer Farbenannäherung nicht das fertige Material verwandte, sondern ein andres schuf, und ein solches, welches der optischen Identität vollkommen Genüge leistet, also eine optische Nachahmung erzielte.

Möge es nun Chlorophyll sein oder nicht, wenn es aber optisch ein solches Pigment darstellt, das die produktivsten (energischsten) Strahlen des Sonnenlichtes aufnimmt, so fragt es sich, wozu diese Energie verwandt wird? Welcher Art ist die Funktion dieses grünen Ekrans beim Insekt? Die Lage des grünen Pigments an den luftführenden Kanälen ist sehr bemerkenswert.

Leider sind meine Beobachtungen durch die Jahreszeit bis zum Sommer unterbrochen worden.

Erst in Moskau hatte ich Gelegenheit einige zu dieser Frage in Beziehung stehenden Arbeiten kennen zu lernen. 1) H. Becquerel et Ch. Brogniart »La matière verte chez les Phyllies, Orthoptères de la famille des Phasmides« in Comptes rendus Ac. Paris (T. CXVIII, p. 1299) und 2) Maria v. Linden — eine Reihe von Arbeiten über die Assimilierung der Kohlensäure durch die Puppen und Raupen der Chrysaliden — eben erschienen in verschiedenen Journalen (Zool. Centrbl. Nr. 21).

Gegenwärtig habe ich Untersuchungen der grünen Pigmente bei andern Vertretern der Tierwelt begonnen, die angeregten Fragen des näheren Studiums des grünen Prinzips der Laubheuschrecken und derjenigen Funktion, die es im Organismus als Ecran von spezieller Färbung, abgesehen von dem Zweck der äußeren Ähnlichkeit mit dem umgebenden Grün der Pflanzen, ausüben könnte, bis zum Sommer aufgeschoben.

Zum Schluß erlaube ich mir Herrn Privatdozent Th. N. Krascheninnikow meinen Dank für seine liebenswürdige Aufmerksamkeit auszusprechen, da er mir in Abwesenheit des Herrn Direktors Prof. C. A. Timiriazew die Möglichkeit gab, mich aller Hilfsmittel des Instituts für Pflanzenphysiologie in Moskau zu bedienen.

Saratow, 20. XI. (3. XII.) 1906.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Podiapolsky P.

Artikel/Article: [Über das grüne Pigment bei Locustiden. 362-366](#)