Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem I. Zoologischen Institut der Karls-Universität in Prag.)

Die Silberlinien bei den Pyrsonymphiden.

Von

Otto Jírovec.

(Hierzu 3 Textfiguren und Tafel 4 u. 5.)

Voriges Jahr habe ich in dieser Zeitschrift ein Silberliniensystem bei einigen Flagellaten (*Euglena*, *Phacus*, *Menoidium*) beschrieben, das demjenigen der Ciliaten entspricht, wie es von Klein in einer Reihe seiner Arbeiten beschrieben wurde. Schon damals beschäftigte ich mich mit der Idee, daß bei den Pyrsonymphiden, deren Bau ich im Jahre 1928 studiert habe (vgl. meine Arbeit 3), vielleicht auch ein Silberliniensystem vorkomme.

Erst jetzt gelang es mir meine damalige Ahnung zu beweisen. Herr Prof. Dr. Komárek brachte aus Dalmatien etwa 100 lebendige Termiten der Gattung *Reticulus lucifugus* Rossi und übergab sie mir zu meinen Untersuchungen, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche.

1. Material. Im Darme von *Calotermes lucifugus* finden wir eine sehr reichliche Protistenfauna, wie ich sie in meiner Arbeit andererseits beschrieben habe (3). Ich will nur kurz die Liste der gefundenen Arten wiederholen.

1. Spirochäten und Bakterien.

a) *Spirochaeta termitis* (Leidy, Dobell, 1910).
b) „ *minei* (Prowazek, 1910).
c) „ *Hilli* (Duboscq & Grassé, 1927).
d) *Fusiformis Hilli* (Duboscq & Grassé, 1927).

e) *Fusiformis termitidis* (Hölling, 1910).
f) *Paraspirillum* (wohl junge Stadien von *Fusiformis termitidis*).
g) Große, sporenhaltige Bakterien, die an *Bacillus entherothrix* (Collin) erinnern, ferner zahlreiche endo- sowie ecto-parasitische Bakterien in den Pyrsonymphiden, auch *Sphaerita*-Infektion bei *Dinenympha* und *Pyrsonympha* wurde beobachtet.

2. Flagellaten.

a) Familie Pyrsonymphidae.

Pyrsonympha granulata (Powell, 1928).
„ *major* (Powell, 1928). — Syn. *P. vertens* Leidy?
„ *minor* (Powell, 1928).
Dinenympha gracilis (Leidy).
„ *fimbriata* (Kirby).
„ *exilis* (Koidzumi).

b) Familie Hypermastigidae.

Holomastigotes elongatum (Grassi & Sandias).
Spirotrichonympha flagellata (Grassi & Foà).
Trichonympha sp. (*agilis*?).

Für die Termiten balkanischer Provenienz scheint das Vorwiegen der Familie Pyrsonymphidae charakteristisch zu sein (etwa 90 Proz. aller Darmflagellaten), während die Hypermastigiden, ihrer Prozentzahl nach, sehr in den Hintergrund treten.

2. Methode. Ich präparierte den Darmtraktus der Termiten mit scharfen Nadeln aus und zerzupfte ihn in einem Tropfen destillierten Wasser. Physiologische und andere Lösungen konnten nicht benutzt werden, da sie alle Cl' enthalten und dieses mit $Ag^{\cdot}$ in Verbindung treten würde. Der Darminhalt wurde auf dem Objektträger ausgebreitet und an der Luft getrocknet. Um die Körperform besser zu erhalten, versuchte ich auch mit gutem Erfolg die Ausstriche mit Formalindämpfen nur ganz kurz (etwa nur 2 bis 4 Sekunden) zu fixieren. Osmiumdämpfe erwiesen sich als völlig ungeeignet. Nachher behandelte ich die Ausstriche mit einer 5 proz. wässerigen Argentnitratlösung. Um bei den Pyrsonymphiden eine recht intensive Färbung der Linien zu erhalten, müssen wir die Dauer der Argentnitratbehandlung bis auf 10—20 Minuten protrahieren. Nachher wird gut mit Wasser abgespült und im destillierten Wasser dem direkten oder zerstreuten Sonnenlichte zwecks der Reduktion des Silbers während 4—12 Stunden aus-

gesetzt. Ich mußte viele und viele Präparate herstellen, um aus ihnen etwa 20 wirklich gelungene heraussuchen zu können. Daran, daß die Silberimprägnierung bei diesem Material so schwer gelingt, ist erstens der Darminhalt mit den zerdrückten Darmzellen schuld, die viel Silber an sich reduzieren und so das Präparat mit einem groben Niederschlag verunreinigen, und zweitens der sehr subtile Körperbau der Flagellaten, die beim Antrocknen sehr leicht platzen. Die verschiedensten Ursachen des Mißlingens der Silberimprägnierung hat ausführlich Klein in seiner Arbeit (6) beschrieben.

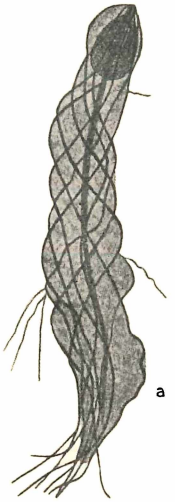
Zum Vergleiche benutzte ich die wohlbewährte Opalblau-Methode von Bresslau, die sich auch bei diesen Protozoen zum Studium der Pelliculastrukturen besonders gut eignet. Ein Tropfen einer 10 proz. Opalblaulösung wurde rasch mit dem Darminhalte gemischt und ausgestrichen. Nach Trocknen wurde direkt mit der Immersion beobachtet.

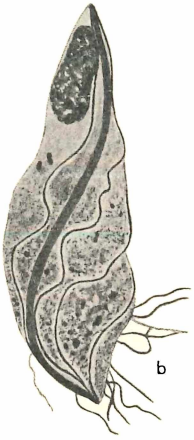
Von gewöhnlichen Methoden benutzte ich zum Studium des Geißelapparates hauptsächlich die Färbung mit Giemsa (feucht, nach Sublimatalkohol oder trocken nach Fixierung mit Osmiumdämpfen). Sie gibt die färberisch schönsten Präparate. Auch mit Heidenhain habe ich gute Resultate erhalten.

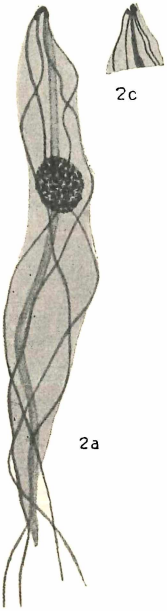
3. Der Geißelapparat der Pyrsonymphiden.

Zuerst muß ich den Bau des Geißelapparates der Pyrsonymphiden beschreiben. In diese Familie gehören nach Dofflein-Reichenow (1929) Flagellaten vom *Tetramitus*-Typus, deren vier Geißeln alle nach hinten gerichtet und mit der Körperoberfläche verklebt sind. Es entsteht so eine Art von undulierenden Membranen, die spiralig zum Hinterende des Tieres reichen und bisweilen als freie Geißel noch dasselbe überragen. Die Geißeln sind normalerweise vier an der Zahl, doch werden sie frühzeitig auf acht verdoppelt und zwar noch lange, bevor die Teilung des Kernes und des ganzen Tieres vor sich geht. Derart erklären wir uns, daß neben wenigen viergeißeligen hauptsächlich achtgeißelige Flagellaten vorkommen. Das gilt wie für *Pyrsonympha*, so auch für *Dinenympha*, bei welcher jedoch die Geißeln fast immer das Körperende überragen. Die Geißeln entspringen vorn von einem Basalkorn (*Pyrsonympha*), wo sich auch ein Axostyl sowie ein zum Kern führender Rhizoplast anheftet. Amerikanische Autoren bezeichnen dieses Basalkorn unrichtig als Blepharoplast, denn dieses Basalkorn hat ja mit dem echten Blepharoplast der Trypanosomen und anderen

nichts gemeinsames. Bei *Dinenympha* beobachtete ich immer in der vorderen Spitze des Tieres eine Gruppe von vier Basalkörperchen, die manchmal zu zwei oder gar einem verschmolzen schienen (Textfig. 2c). Textfig. 1a u. b stellt eine vier- und eine achtgeißelige Form von *Pyrsonympha minor* dar, Textfig. 2a u. b eine vier- und eine achtgeißelige Form von *Dinenympha gracilis*. An der Pellicula der Pyrsonymphiden finden wir häufig sehr viele feine Spirochäten (*Sp. Hilli*) als Ectoparasiten angeheftet. Unter den undulierenden Membranen liegen Streifen von grobgranuliertem Plasma, wie ich an Oberflächenschnitten feststellen konnte (Textfig. 3).







Textfig. 1. *Pyrsonympha minor*. a Achtgeißelige, b viergeißelige Form. (Angeheftete Spirochäten.)

Textfig. 2. *Dinenympha gracilis*. a Viergeißelige, b achtgeißelige Form. c Gruppe der vier Basalkörperchen in der Vorderspitze. (Beide Figuren nach Totalpräparaten, Subl.-Alkohol, Giemsa feucht, 2 mm Apochr. Comp. Oc. 10 : 1.)

Textfig. 3. Streifen von grobgranuliertem Plasma, die unter den undulierenden Membranen liegen (*Pyrsonympha*). (Schnitt, Heidenhain, 2 mm, Comp. Oc. 15 : 1.) Bei der Reproduktion auf $^2/_3$ verkleinert.

4. Die Ergebnisse mit der Silbermethode.

An gut gelungenen Präparaten sehen wir bei den Pyrsonymphiden ein tiefschwarzes Liniensystem, das spiralig den ganzen Körper umläuft. Dieses Silberliniensystem ist bei allen drei vor-

kommenden Arten der Pyrsonymphen gleich und zwar besteht es aus vier oder acht, je nachdem es sich um ein junges oder ein älteres Individuum handelt, tiefschwarzen, dicken Linien, die vorn in einem Punkte (Basalkorn) zusammenlaufen; und zwar verbinden sich immer zuerst zwei und zwei Linien miteinander, so daß sich im Basalkorn nur noch vier Linien treffen (Mikrophot. 1 Taf. 4). Auch Teilungsstadien konnten beobachtet werden, vier und vier Linien liefen in zwei getrennte Basalkörper ein, eine Desmose zwischen diesen war nicht sichtbar, doch ist ihr Vorhandensein recht wahrscheinlich.

Mit welchem morphologischen Elemente der Zelle können wir nun die Silberlinien der Pyrsonymphiden identifizieren? Aus dem Vergleiche mit normal gefärbten oder Opalblaupräparaten geht hervor, daß es die Geißeln (undulierende Membranen) sind, die eine silberreduzierende Substanz in sich enthalten und so ein Silberliniensystem bilden. Die Silberlinien erscheinen durch das reduzierte Silber bedeutend dicker, als es die eigentlichen Geißeln sind. Ähnliches hat schon Klein an seinen Präparaten beobachtet und erklärt es durch den Überschuß von Silbersalz, so daß ein Niederschlag auf den Silberliniensystemen entsteht, was ich auch für meine Objekte annehme. Solches, durch Silberniederschlag besonders dick gewordenes Silberliniensystem ist an den Mikrophot. 4 und 7 (Taf. 4, 5) dargestellt. Zum Photographieren wählte ich absichtlich solche Individuen aus, die das Silberliniensystem etwas dicker, als es in der Wirklichkeit ist, zeigten, um recht ausdrucksvolle Bilder zu bekommen. Der Leser muß sich also die Silberlinien viel dünner vorstellen.

An manchen Präparaten sah ich das Silberliniensystem nur in Form ganz dünner, gelber bis brauner Linien. Dieses Bild entsteht durch eine nur schwache Ausscheidung des kolloidalen Silbers, das infolge seiner geringen Konzentration eine hellere Farbe besitzt. An solchen Präparaten war jedoch die Dicke der Silberlinien gleich der der undulierenden Membranen am Giemsa-Präparat.

Querverbindungen der Silberlinien kommen nicht vor. An einigen Präparaten war auch der Axostyl leicht grau gefärbt, doch wage ich nicht aus solchen vereinzelten Fällen irgendwelche Schlüsse über seine Funktion zu ziehen.

An der Mikrophot. 3 (Taf. 4) sehen wir zwei junge Pyrsonymphen mit vier Silberlinien (Geißeln), in der vorderen Spitze ist der Kern als ein hellerer Fleck sichtbar, in seinem Inneren findet sich ein Gerüst vor. Mikrophot. 5 (Taf. 4) stellt auch eine

viergeißelige *Pyrsonympha* dar. An Mikrophot. 1, 2, 7 sehen wir achtgeißelige Pyrsonymphen. An Mikrophot. 4 ist unten eine *Pyrsonympha*, deren Silberlinien unten zu schwarzen Flecken zerflossen sind. Etwas Ähnliches beobachtete Klein beim Infusor *Tropidoatractus acuminatus*, daß die argentophile Substanz durch entsprechende Einflüsse (Trocknen usw.) zerfließt und sich dann in dem von den Profibrillen begrenztes Polygon sammelt, wodurch ein negatives Bild entsteht. In meinem Falle ist etwas Ähnliches geschehen. Die argentophile Substanz der Geißel zerfloß in Tropfen, die in sich das Silber reduziert haben. Ähnliche Bilder konnte ich auch an getrockneten Giemsa-Präparaten beobachten. An der Taf. 4 Fig. 6 sehen wir, wie die undulierende Membran an jeder Seite von einer Silberlinie begrenzt ist. Ob es sich hier um eine Zerspaltung der Geißel oder wieder um ein Artefakt handelt, konnte ich leider nicht feststellen.

Der Bau der undulierenden Membran (= Geißel) bei *Pyrsonympha* scheint übrigens viel komplizierter zu sein, als gewöhnlich angenommen wird. Reichenow schreibt im neuen Doflein (1): „Verschiedene Autoren sprechen auch hier von undulierenden Membranen, doch spannt sich bei den Pyrsonymphiden zwischen Geißel und Körperoberfläche wohl niemals eine dünne Membran aus. Vielmehr bilden die Geißeln den Kamm rippenartiger Erhebungen, die parallel zueinander in linksgedrehten Spiralwindungen um den Körper verlaufen. . . .“ Doch diese Ansicht scheint mir nicht ganz richtig zu sein. Wenn wir aufmerksam das Spiel der undulierenden Membranen am lebendigen Tiere betrachten, finden wir eine überraschende Ähnlichkeit mit dem Spiel der undulierenden Membranen der Trypanosomen. Es ist dieselbe Wellenfolge, dieselbe Hebung und Senkung. An der Mikrophot. 9 (Taf. 5) sind die undulierenden Membranen besonders gut zu sehen. Man sieht sogar die Geißel als einen weißen Strich an dem dünnen Häutchen hin und her verlaufen, ganz wie an den Opalblaupräparaten von Trypanosomen. Deshalb halte ich es für bewiesen, daß sich wirklich zwischen dem Körper und der Geißel eine dünne Haut bildet und daß der Name „undulierende Membran“ ganz berechtigt ist.

An der Mikrophot. 10 (Taf. 5) sehen wir die sich hin und her schlingelnden undulierenden Membranen (Opalblaupräparat), die an beiden Seiten von einem Opalblaustreifen begrenzt sind, welcher für eine seichte Furche beiderseits der Membran zeugt. Außerdem sehen wir noch in der Mitte der Membran einen intensiv blau gefärbten Streifen. Es muß hier also etwas wie eine tiefe Furche,

ein Einschnitt, vorhanden sein. An Opalblaupräparaten, die nachher versilbert wurden, überzeugte ich mich, daß sich die tiefen Opalblaustreifen mit den Silberlinien decken. Dies erinnert an die Verhältnisse bei *Phacus*, wie ich sie in meiner Arbeit (2) beschrieben habe.

Auch bei den Pyrsonymphiden konnte ich an den Silberlinien keine Differenzierung in eine fibrilläre und plasmatische Komponente, die Klein bei den Infusorien fand, beobachten.

Bei *Dinenympha* beobachtete ich ein ähnliches Bild, die vier oder acht (je nach dem Alter des Tieres) Geißeln laufen spiralig um den schlanken Körper und enthalten eine silberreduzierende Substanz. An den Mikrophot. 11 und 12 sehen wir ein solches Silberliniensystem bei *Dinenympha*. Die Silberlinien verlaufen immer eng beisammen. Am Pol konnte ich leider die Verhältnisse nicht studieren, die Bilder waren zu undeutlich. Am hinteren Pole laufen die Silberlinien noch ein Stück frei. (Es sind ja die freien Endgeißeln.)

An den Silberpräparaten sind auch die Spirochäten imprägniert. An der Mikrophot. 13 und 14 sehen wir *Spirochaeta termitis*, die das Silber in sich reduziert hat. Auch die feine ectoparasitische *Spirochaeta Hilli* zeigt feine Silberkörnchen an ihrer Oberfläche (Taf. 4 Fig. 2). Natürlich kann ich daraus keine weiteren Schlüsse ziehen. Ich erwähne meine Beobachtung nur der Vollständigkeit halber.

Auch Spirotrichonymphen kamen an meinen Silberpräparaten vor. Die zeigen die in Spirale liegenden Basalkörperchen geschwärzt, die zarten Geißeln haben viele Silberkörnchen an sich.

An der Mikrophot. 15 habe ich eine nicht näher bestimmte *Trichonympha* abgebildet. Man sieht nur vorn die Basalkörperchen in parallele Reihen angeordnet. Auch das Kopforgan reduziert Silber in sich, doch ist es recht kompliziert gebaut und ich hoffe in einer späteren Arbeit am neuen Material das Verhalten der Hypermastigiden bei der Silberimprägnierung studieren zu können. Bis jetzt muß ich mich nur auf Erwähnung und Andeutungen beschränken.

5. Diskussion.

Bei den Pyrsonymphiden enthalten also die undulierenden Membranen (= Geißel) eine silberreduzierende Substanz.

Nach Klein zeigt bei den Infusorien die verbindende „Silberlinie, Basalkorn, Nebenkorn, Trichocystenkorn und Achsenfaden der Cilie die gleiche Reaktion dem Silber gegenüber, was beweist, daß

alle diese Gebilde denselben, diese Reaktion bedingenden Stoff enthalten müssen“ und er faßt sie als reizleitende Strukturen auf. In der Geißel selbst soll nach ihm das Vorkommen der argentophilen Substanz an den Verlauf des Achsenfadens gebunden sein, der aus einer stützenden Fibrille besteht, die von der argentophilen Substanz bedeckt ist. Auf diese Substanz ist eben die Sensibilität der Cilie gebunden. Nach Klein soll die Cilie die Fähigkeit zu ihrer motorischen Funktion in sich selbst tragen und darin weder vom Basalkorn noch vom Zellplasma abhängen.

Bei den Pyrsonymphiden finden wir nur ein bis mehrere wenige Basalkörperchen und die vier bis acht Geißeln. Es ist sehr wahrscheinlich, daß vom Basalkörperchen der Impuls zur Geißelbewegung und ihrer Koordination ausgeht (nicht die motorische Funktion selbst) und daß deshalb eine reizleitende Substanz notwendig ist, die Übertragung vom Basalkörperchen bis in das Ende der Geißel zu übermitteln. Die Reduktion des Silbers ist eben nach Klein eine chemische Reaktion für reizleitende Strukturen, welcher Meinung ich mich anschließe.

Literaturverzeichnis.

1) Doflein-Reichenow (1929): Lehrbuch der Protozoenkunde.
2) Jírovec, O. (1929): Die Silberlinien bei einigen Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 68.
3) — (1930): Fauna zažívacího traktu termita Calotermes lucifugus z Řecka. Rozpravy II. třídy České Akademie. T. 39 Nr. 49.
4) Kirby (1924): Morphology and mitosis of Dinenympha fimbriata n. sp. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 26.
5) Klein (1927): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 58.
6) — (1928): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Weitere Resultate. Ibid. Bd. 62.
7) — (1929): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Silberliniensystems der Ciliaten. Ibid. Bd. 65.
8) — (1930): Das Silberliniensystem der Ciliaten. Weitere Ergebnisse. IV. Ibid. Bd. 69.
9) Powell, O. (1928): On the morphology of Pyrsonympha with a description of three new species from Reticulotermes hesperus. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 31.

Tafelerklärung.

Tafel 4 u. 5.

Alle Mikrophotographien: Objektiv Zeiss Apochr. 90:1, Oc. Leitz Periplanat 8:1. Nur Fig. 12 Obj. Zeiss Apochr. 60:1. Fig. 1—7, 11—14 Silberpräparate, Fig. 8—10 Opalblaupräparate. Fig. 1—10 *Pyrsonympha* sp.

Tafel 4.

Fig. 1. Verlauf der Silberlinien dem Pole zu.

Fig. 2. Achtgeißelige *Pyrsonympha*. Angeklebte *Spirochaeta Hilli*.

Fig. 3. Zwei viergeißeligen Pyrsonymphen. Oben ist in beiden der Kern sichtbar.

Fig. 4. *Pyrsonympha* mit tropfenartig zerflossenen Silberlinien.

Fig. 5. Viergeißelige *Pyrsonympha*.

Fig. 6. Doppelte Silberlinien.

Tafel 5.

Fig. 7. Die Silberlinien sind besonders dick durch den auf ihnen liegenden Silberniederschlag geworden.

Fig. 8. Die undulierenden Membranen im Opalblaupräparat.

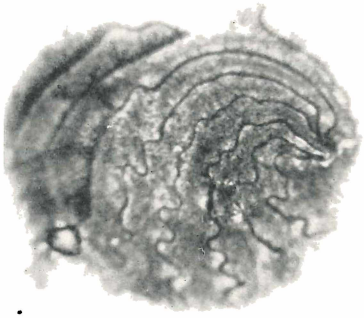
Fig. 9. Man beachte den Verlauf der eigentlichen Geißel, die durch ein dünnes Häutchen mit der Körperoberfläche verbunden ist.

Fig. 10. Die undulierenden Membranen (Geißeln) haben in ihrer Mitte eine mit Opalblau ausgefüllte Einsenkung.

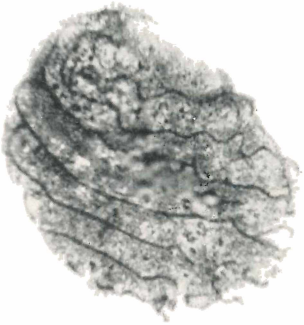
Fig. 11 u. 12. *Dinenympha gracilis*. Silberlinien.

Fig. 13 u. 14. *Spirochaeta termitis*. Silberpräparat.

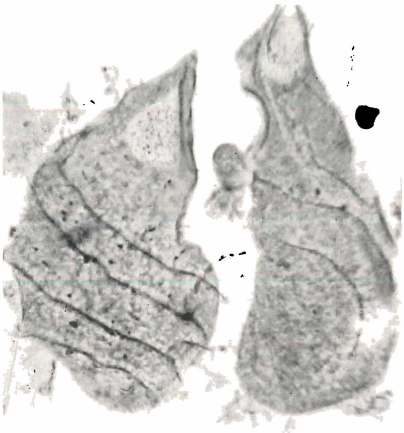
Fig. 15. *Trichonympha* sp. Versilbert. Die Basalkörperchen sind in Reihen geordnet.



1

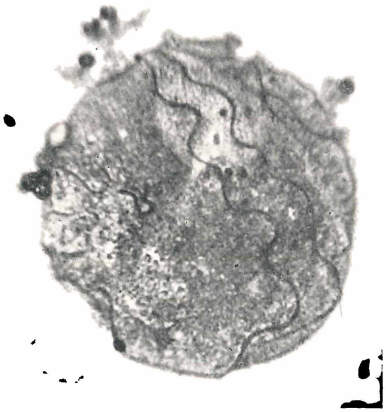


2

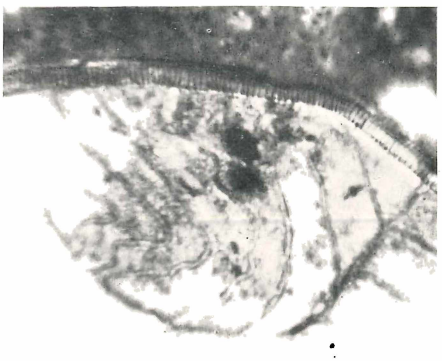


3

4



5



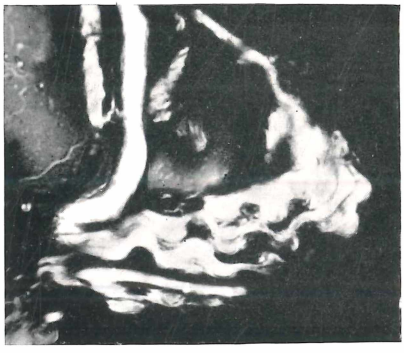
6

Jirovec.

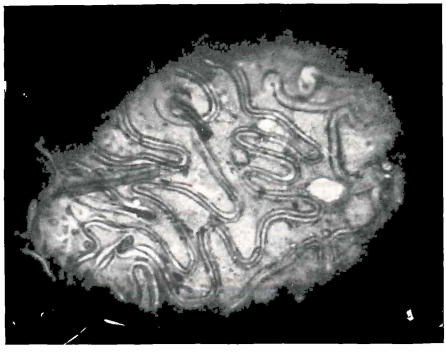
VERLAG VON GUSTAV FISCHER IN JENA.

7

8



9

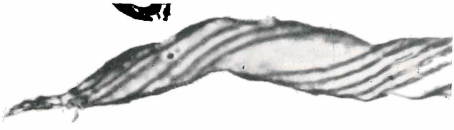


10

11

13

15



12

14

Jirovec.

VERLAG VON GUSTAV FISCHER IN JENA

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1931

Band/Volume: 73_1931

Autor(en)/Author(s): Jirovec Otto

Artikel/Article: Die Silberlinien bei den Pyrsonymphiden. 47-55