Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Beobachtungen an Fetteinschlüssen bei einigen Protozoen.

Von

J. A. Zingher (Moskau).

(Hierzu 32 Textfiguren.)

Inhaltsverzeichnis.

Seite.

A. Einleitung 58
B. Material, Technik und Erläuterung der Abbildungen 58
C. Beschreibung der untersuchten Protozoen in systematischer Reihenfolge . . 60
1. *Difflugia pyriformis* Py. 60
2. *Arcella vulgaris* Ehrb. 61
3. *Mastigina hylae* Frenz. 61
4. *Opalina ranarum* Ehrb. 62
5. *Holophrya ovum* Ehrb. und *Prorodon teres* Ehrb. 63
6. *Lacrymaria coronata* Cl. und L. 65
7. *Coleps hirtus* O. F. Müll. 65
8. *Loxodes rostrum* Cl. und L. 65
9. *Nassula* sp. und *Nassula aurea* Ehrb. 66
10. *Glaucoma* sp. 67
11. *Frontonia leucas* Cl. und L. 67
12. *Frontonia acuminata* Cl. und L. 69
13. *Ophryoglena flava* Ehrb. 69
14. *Paramecium caudatum* Ehrb. 70
15. *Urocentrum turbo* Ehrb. 74
16. *Metopus sigmoides* Cl. und L. 75
17. *Spirostomum ambiguum* Ehrb. 75
18. *Nyctotherus cordiformis* St. 75
19. *Stentor coeruleus* Ehrb. 77
20. *Stylonychia mytilus* O. F. Müll. und *Stylonychia pustulata* Ehrb. 77
21. *Vorticella* sp., *Carchesium* sp., *Epistylis* sp. 81
D. Beurteilung der gewonnenen Ergebnisse 82
Zusammenfassung 86

A. Einleitung.

Die vorliegende Mitteilung enthält die Ergebnisse der Beobachtungen, die ich während einiger Zeit über die Verbreitung von Fetteinschlüssen bei einigen Protozoen, besonders Infusorien, machen konnte. Sie kann schon deswegen keine erschöpfende Untersuchung darbieten, da meine Beobachtungen hauptsächlich einen morphologischen Charakter tragen und nur in geringem Maße physiologische Fragen berühren. Jedoch habe ich in einigen Fällen Experimente mit der Ernährung angestellt, soweit es unter den Bedingungen eines sehr kleinen Laboratoriums in meinem Zimmer möglich war [1]).

Obwohl die morphologische Methode in der vorliegenden Frage nicht alles erklären kann, erlaubt sie uns jedoch zu zeigen, wie mannigfach und groß die Verbreitung der Fetteinschlüsse bei Protozoen (besonders bei einigen Arten) ist, so daß man, dank der Analyse eines großen Materials zu einigen Schlüssen gelangen kann, denen der letzte Teil meiner Mitteilung gewidmet ist.

Ich drücke meine tiefe Dankbarkeit der „Kommission Beistand den Gelehrten", auch den Herren: Prof. N. K. Koltzoff, Dr. H. W. Epstein und Dr. J. L. Schechtmann für die geleistete Hilfe aus.

B. Material, Technik und Erläuterung zu den Abbildungen.

Das Material wurde in gläsernen Gefäßen aus einem an Infusorien sehr reichen Teiche Moskaus entnommen [2]).

Die Infusorien wurden unmittelbar nach dem Bringen in das Laboratorium auf Fetteinschlüsse untersucht, und dann wurde die Probe in kleinere Gefäße von je 200—300 ccm gegossen. In diesen Gefäßen vollzog sich der gewöhnliche Vorgang des Ersetzens einer Art durch die andere; das allmähliche Anwachsen einer Art, dann ihr Abklingen; allmähliches Erscheinen neuer Arten, Erreichen ihres Optimums und zuletzt auch deren Abklingen usw. Alle diese Vorgänge wurden berücksichtigt und die Fetteinschlüsse in den Infusorien in diesen verschiedenen Stadien beobachtet.

Um die Wirkung von Nahrungsstoffen auf die Verbreitung von Fetteinschlüssen zu erforschen, wurden in die Gefäße von Zeit zu Zeit verschiedene Nahrungsstoffe wie Kartoffelstärke (2—5 g), Hafer-

---

[1]) Wegen meiner Krankheit bin ich nicht imstande an einem Forschungsinstitut zu arbeiten oder ein Laboratorium zu besuchen.

[2]) Ich drücke meine Dankbarkeit K. J. Narbutt und Dr. S. W. Lobatschoff für die Anschaffung der Proben aus.

infusion (5—10 ccm), Milch (15—20 Tröpfchen) u. a. hinzugefügt. Solche Ernährungsversuche wurden genauer in den Fällen durchgeführt, wo ich in gewöhnlichen Glasröhrchen (15 × 1,5 cm) reine Linien (Klonen) von *Paramecium caudatum*, *Stylonychia pustulata* und *Glaucoma* sp. gezüchtet hatte. Diese Infusorien waren entweder in Leitungswasser oder Heuinfusion mit Zusatz von Milch (1—2 Tröpfchen auf 10 ccm) oder Stärke (1—2 g auf 10 ccm) kultiviert.

Zum Nachweis von Fett, gebrauchte ich die Färbung mit Sudan III. Ich habe diese Methode ihrer Einfachheit und Gebräuchlichkeit wegen gewählt, da Sudan III mit geringen Ausnahmen alle Fettstoffe im Protoplasma der tierischen Zelle färbt.

Die Technik der Färbung war genau dieselbe, um mit größerer Richtigkeit die vergleichende Analyse der Präparate verschiedener Arten zu gestatten und die verschiedenen Bedingungen des Experiments vergleichen su können.

Die Infusorien wurden unter der Präparierlupe (× 10) mit einer feinen Pipette, etwa 5—10 Exemplare, aus dem Uhrgläschen gefangen und in ein Tröpfchen Wasser auf den Objektträger übertragen. Dann wurde das Wasser vorsichtig abgesaugt und auf die Infusorien 2—3 Tröpfchen Sudan III getropft [1]). Sudan III wurde einige Male gewechselt, um das gebliebene Wasser zu entfernen. Gewöhnlich hafteten die Infusorien nach 2—3 maligem Wechsel von Sudan III fest an dem Objektträger, was natürlich die folgende Bearbeitung erleichterte. Die Färbung dauerte 3—5 Minuten. Ich halte diese Zeitdauer für genügend, um alle Fetteinschlüsse in den Infusorien zu färben, und diese Zeitdauer wurde von mir nach mehreren Experimenten, bei denen die Infusorien sich im Laufe von 1 Minute bis 2 Stunden färbten, festgestellt. Nach Entfernung von Sudan III wurden die Objekte rasch mit 70 Proz. Alk. gewaschen und mit einem Tröpfchen reinen Glycerins oder zerschmolzener Glyceringelatine und darüber mit einem Deckglas bedeckt.

Die Glyceringelatinepräparate behielten ihre Färbung sehr lange Zeit, so z. B. erwiesen sich meine Präparate 1 Jahr nach der Vorbereitung in demselben Zustand wie unmittelbar nach der Färbung.

Alle gegebenen Abbildungen sind etwas schematisch, da solche Einzelheiten wie der Bau des Mundes, der Cilienapparat, die Schale, die Struktur des Plasma und des Kerns darauf entweder unvollkommen, oder gar nicht dargestellt sind. Was aber die Fettein-

---

[1]) Ich gebrauche keine vorgehende Fixation mit Formalin und so war Sudan III zugleich Fixation und Farbstoff. Diese Methode, die ich für sehr geeignet halte, wurde auch von Nirenstein und Kedrowsky angewandt.

schlüsse anbetrifft, so sind sie mit Hilfe des Zeichenapparats so sorgfältig und genau wie möglich wiedergegeben. Die auf dem Präparate orangeroten (von oft verschiedener Intensität) Fettkörnchen, Fetttröpfchen und Klümpchen sind auf den Abbildungen mit eintöniger dunkelschwarzer chinesischer Tinte (Tusche) gezeichnet.

Alle Abbildungen sind zwecks der Erleichterung des Vergleichs bei genau derselben Vergrößerung Hom. imm. 1/12 Ok. I Zeiss im Niveau des Mikroskoptisches gezeichnet, außer zwei sehr kleinen Infusorien wie *Coleps hirtus* und *Glaucoma* sp. (Fig. 7 u. 10), die bei H. imm. 1/12 Ok. IV Zeiss gezeichnet sind [1]). Alle reproduzierten Abbildungen sind im Vergleich mit den Originalzeichnungen um $^1/_4$ verkleinert. Die Bezeichnung St. bedeutet die verschlungenen Stärkepartikeln.

C. Beschreibung der untersuchten Protozoen in systematischer Reihenfolge.

1. *Difflugia pyriformis.*

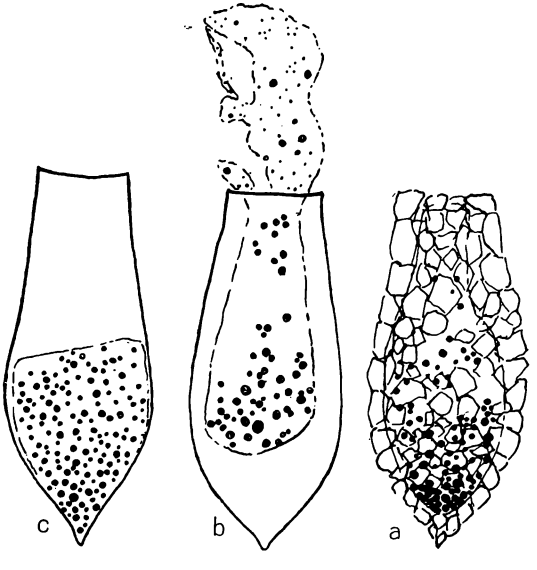

Fig. 1. *Difflugia pyriformis.* Die Fetteinschlüsse sind zahlreich, kreisrund. Das Protoplasma infolge der Fixation zusammengepreßt. a) Mit Struktur der Schale, b, c) die Schale ist nicht gezeichnet, b) *Difflugia* mit ausgestrecktem Pseudopodium.

Dieses Rhizopod hatte sich in einer im Laboratorium überwinterten Kultur vermehrt. Zur Zeit der Untersuchung befanden sich in dieser Kultur außer einer kleinen Anzahl von *Stentor coeruleus* keine Protozoen und überhaupt war die ganze Kultur an Fauna sehr arm, jedoch für *Difflugia pyriformis* schienen die Bedingungen des Milieus zur Vermehrung günstig zu sein. Mit wenigen Ausnahmen waren Fetteinschlüsse in allen Tierchen vorhanden. Die Fettein-

[1]) Auch die Fig. 9 B und 14 sind schematisch ohne Zeichenapparat dargestellt.

schlüsse sind sehr deutlich zu sehen, zahlreich, kreisrund und machen einen großen Teil des Protoplasma aus (Fig. 1). Das Protoplasma selbst ist oft etwas sudanphyl.

2. *Arcella vulgaris.*

Diese Rhizopoden wurden unmittelbar aus den gebrachten Proben untersucht.

Die Prüfung einer großen Anzahl von *Arcella vulgaris* ergab, daß die Fetteinschlüsse in diesem Rhizopoden ein verschiedenartiges Bild darbieten (Fig. 2). Es findet sich eine ganze Reihe von Übergängen von Exemplaren, in denen die Fetteinschlüsse vollkommen fehlen (Fig. 2 a) und anderen, in denen die Fetteinschlüsse einen großen Teil des Protoplasmas einnehmen (Fig. 2 g). Die Fetteinschlüsse sind deutlich zu sehen, etwas eckig. Das Protoplasma selbst ist niemals sudanphyl.

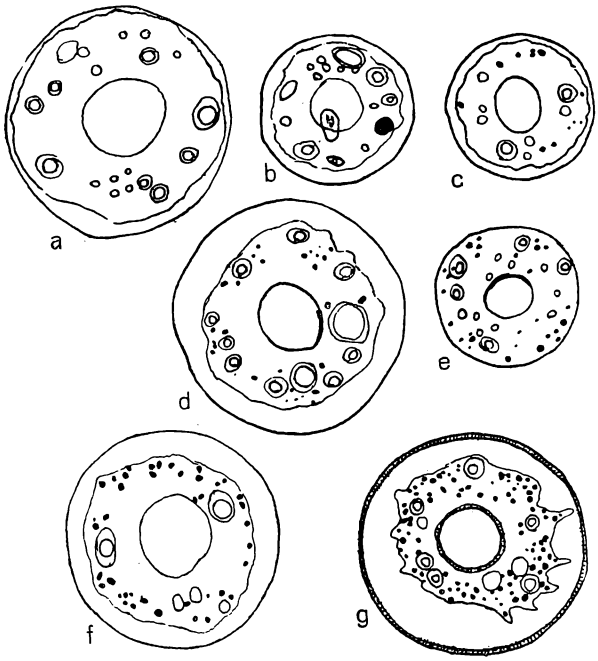

Fig. 2. *Arcella vulgaris.* Exemplare mit verschiedener Anzahl von Fetteinschlüssen. Die Struktur der Schale ist nicht dargestellt.

Das Untersuchen der Fetteinschlüsse wird durch eine farbige, meist dunkle Schale erschwert, jedoch kommen viele Exemplare mit farbloser Schale vor und in solchen sind die Fetteinschlüsse besonders deutlich zu sehen. Die gegebenen, etwas schematischen Abbildungen stellen die Exemplare mit farbloser Schale dar.

3. *Mastigina hylae.*

Diese Mastigamöbe wurde in großer Anzahl auf den Ausstrichen aus dem Inhalt eines Kaulquappendarms untersucht.

Fig. 3. *Mastigina hylae.* Aus dem Darm eines Kaulquappen.

In den meisten *Mastigina hylae* wurden Fetteinschlüsse gefunden, nur in einigen fehlten sie. Die Fettkörnchen waren zahlreich, ziemlich fein und eckig (Fig. 3).

4. *Opalina ranarum.*

Diese Infusorien wurden im Winter (Januar, Februar) auf Ausstrichen aus dem Inhalt der Kloake eines Frosches, die bekanntlich eine außerordentliche Menge von Opalina enthalten, untersucht.

Die Verbreitung der Fetteinschlüsse bietet ein sehr charakteristisches und anschauliches Bild dar. Die Fetteinschlüsse sind ausnahmslos in sehr großer Menge in allen Exemplaren vorhanden und man könnte sagen, daß sie die Hälfte des Protoplasmas einnehmen.

Die Art der Verteilung, die Anzahl, die Form der Fetteinschlüsse gibt Fig. 4 wieder.

Es ist bemerkenswert, daß auf demselben Präparat bei den kleinen Exemplaren die Fetteinschlüsse

Fig. 4. *Opalina ranarum.* Ausstrich. a) große, b) mittelgroße und c, d) kleine Exemplare aus demselben Präparat, e, f, g) *Opalina* aus dem Darm einer Kaulquappe.

viel größer und zahlreicher als bei den großen Exemplaren sind. Bei letzteren sind die Fetteinschlüsse meist gleichmäßig im Leibe verteilt, während sie bei den kleinen eine Neigung zur Anhäufung an einem Ende des Leibes aufweisen.

In seiner erschöpfenden und vortrefflichen Arbeit „Die synthetische Fettspeicherung bei *Opalina ranarum*", erwähnt Kedrowsky unter anderem eine große Speicherung von Fetteinschlüssen bei *Opalina*, jedoch bemerkt er, daß diese Speicherung besonders groß im Winter bis März ist. Im Sommer wird diese Fettmenge sehr schwankend; sie vergrößert sich mit dem Steigen und nimmt mit dem Sinken der Temperatur ab. Jedenfalls sind nach Kedrowsky's Untersuchungen immer Fetteinschlüsse bei *O. ranarum* in größerer oder kleinerer Menge vorhanden.

Es ist von Interesse zu bemerken, daß bei meiner Prüfung von Opalinen aus dem Darm der Kaulquappen es sich ergab, daß Fetteinschlüsse in allen fehlen und das Protoplasma selbst gar nicht Sudan III aufnimmt.

5. *Holophrya ovum* und *Prorodon teres.*

Diese zwei naheverwandten Infusorien kamen in verschiedenen Kulturen in geringer Anzahl während des Winters vor.

In dem Protoplasmabau beider Infusorien besteht eine wesentliche und charakteristische Eigentümlichkeit — nämlich: das Vorkommen einer großen Menge kugelförmiger Einschlüsse, die jedoch auch bei anderen nicht dieser Spezies verwandten Infusorien (z. B. *Ophryoglena flava*, *Nassula*, *Frontonia* u. a.) zu beobachten sind. Diese charakteristischen Einschlüsse sind manchmal so zahlreich, daß das Infusor damit vollgestopft ist (Fig. 5 a, f). Beim Untersuchen in vivo gleichen diese Gebilde den Fetteinschlüssen und darum wurden sie von einigen Forschern als Fettkügelchen angesprochen (Eyferth, Schewiakoff, Penard). Jedoch erwies es sich bei näherer Prüfung, daß diese Einschlüsse nie Fettreaktion geben (Sudan III; OsO_4). Allerdings sind Fetteinschlüsse sehr charakteristisch für diese Infusorien, aber sie befinden sich außerhalb dieser kugelförmigen Gebilde (Fig. 5).

Fetteinschlüsse sind bei *Holophrya ovum* und *Prorodon teres* ausnahmslos in allen Exemplaren meist in großer Anzahl vorhanden. In dieser Beziehung unterscheiden sich *Holophrya* und *Prorodon* von allen anderen Infusorien, in denen man immer Exemplare finden kann, die nur wenige oder gar keine Fetteinschlüsse enthalten.

Die Fetteinschlüsse bei *Holophrya* und *Prorodon* erscheinen deutlich in der Gestalt großer Klümpchen, Tröpfchen und Körnchen, die

im ganzen Leibe zerstreut sind und die sich manchmal an einem Ende des Leibes anhäufen.

Mit diesen zwei Arten habe ich Ernährungsversuche mit Stärke angestellt. Zu diesem Zweck habe ich in nahrungsarme Kulturen etwas trockenes Kartoffelmehl (2—3 g auf 200—300 ccm) zugefügt. Die Stärkekörnchen wurden von diesen Infusorien gierig verschlungen, so daß schon nach 2—3 Tagen der Leib der Infusorien damit vollgestopft war (Fig. 5e). Merkwürdigerweise war der Umfang der verschlungenen Stärkekörnchen im Verhältnis zu dem kleinen Durchmesser des Mundes und des Schlundes sehr groß, so daß die Ausdehnungsfähigkeit des Mundes und des Schlundes überraschend ist. Dasselbe gilt, wie wir weiter sehen werden, für *Frontonia leucas* (Fig. 11 f, g). Nach der Färbung solcher Infusorien mit Sudan III konnte ich feststellen, daß die Anzahl der Fetteinschlüsse nicht geringer wurde, sondern größer als bei Tierchen, die sich in natürlichen Bedingungen ernährt hatten (Fig. 5e, h, i).

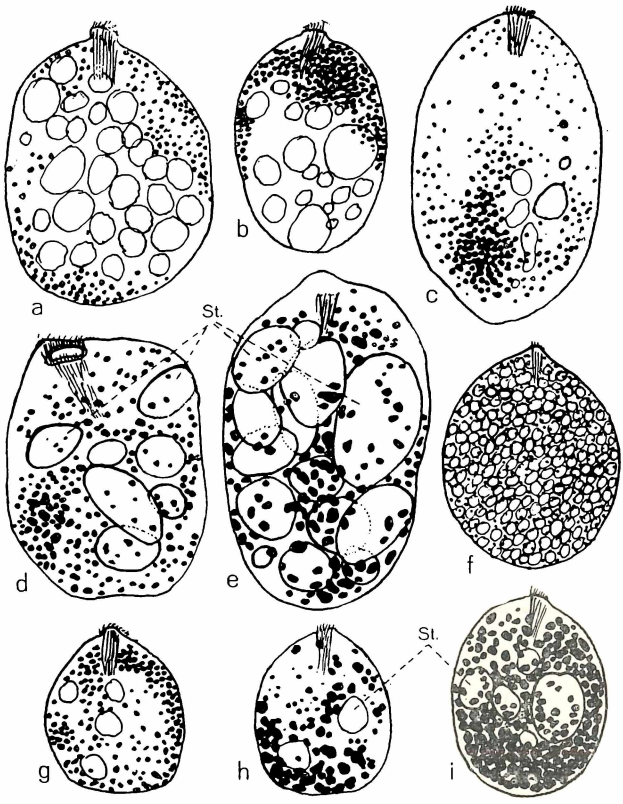

Fig. 5. *Prorodon teres* (a, b, c, d, e) und *Holophrya ovum* (f, g, h, i). Aus Naturbedingungen (a, b, c, f, g). Bei Fütterung mit Stärke (Kartoffelmehl) (d, e, h, i).

Diese Erscheinung gibt Anlaß, die Umwandlung von Stärke in Fett im Leibe der Infusorien zu vermuten. Diese Vermutung wird noch durch die Beobachtung unterstützt, daß bei solchen mit Stärke

Stärkekörnchen wurden von *Stylonychia mytilus* verschlungen, aber nicht so gierig wie von *Frontonia leucas*, *Prorodon* u. a. Ich konnte feststellen, daß die Fetteinschlüsse bei mit Stärke gefütterten Infusorien an Umfang größer und zahlreicher waren (Fig. 30 h).

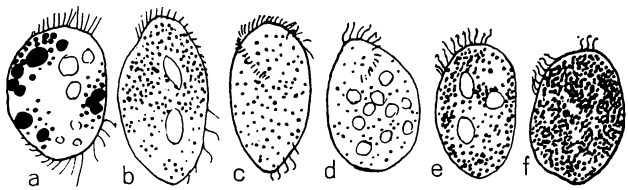

Fig. 31. *Stylonychia pustulata.* Reine Linie. a) Aus Kultur, 1 Tag nach Zusatz von Milch, b, c) aus lange gestandenen Glasröhrchen mit Zusatz von Stärke, e, f) aus lange gestandenem Glasröhrchen mit Zusatz von Milch.

Bei Fütterung der *Stylonychia pustulata* mit Milch erschienen kreisförmige, große Fetteinschlüsse. Mit dem Altern der Kultur wurden die Fetttröpfchen kleiner. *Stylonychia pustulata* aus Glasröhrchen mit Zusatz von Stärke enthielten zahlreiche kleine Fettkörnchen (Fig. 31).

21. *Carchesium* sp., *Vorticella* sp. und *Epistylis* sp.

Diese Infusorien wurden unmittelbar nach Anschaffung aus natürlichen Bedingungen gefärbt.

Bei *Carchesium* wurden nur selten Fetteinschlüsse in Gestalt vieler feiner oder 1—2 größerer Körnchen nachgewiesen (Fig. 32 c).

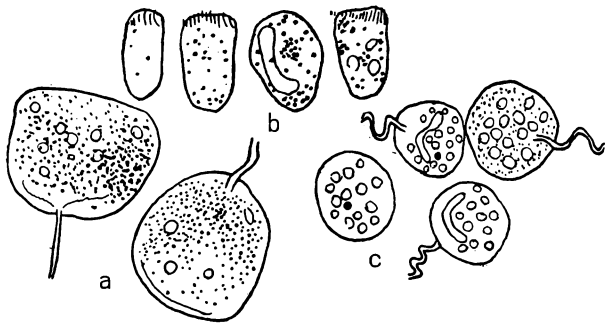

Fig. 32. a) *Vorticella* sp., b) *Epistylis* sp., c) *Carchesium* sp. aus natürlichen Kulturen.

Bei *Vorticella* sp. fanden sich mehrere Fettkörnchen in den meisten Exemplaren (Fig. 32 a).

Bei *Epistylis* sp. wurden auch Fettkörnchen beobachtet und öfters in großer Anzahl (Fig. 32 b).

Die von mir geprüften Arten von Protozoen können durch folgende Angaben in der Literatur erweitert werden [1]).

Fetteinschlüsse sind beschrieben worden bei: *Noctiluca miliaris* (Pratje), *Philestes digitiformis* (Fabre), *Trichodinopsis* (Issel), einige Radiolaria (Borgert), einige Amöben (Doflein), *Mastigina setosa* (Goldschmidt), *Climacostomum virens*, *Vorticella nebulifera*, *Peranema trichophorum* (Meissner), *Paramecium caudatum* (Nirenstein), *Plagiotoma lumbrici* (Pertzewa), *Nyctotherus ovalis* (Ostroumow), *Entamoeba blattae* (Sassuchin), *Balantidium elongatum* (Bojewa-Petruschewskaja). Bei Schewiakoff und Eyferth finden wir Angaben über das Vorhandensein von Fett bei einer Reihe von Protozoen.

D. Beurteilung der gewonnenen Ergebnisse.

Das untersuchte Material gestattet uns folgende Fragen zu beurteilen:

1. Wie groß ist die Verbreitung von Fetteinschlüssen in den genannten Protozoen?

2. Welchen Einfluß übt dieser oder jener Nahrungsstoff auf die Bildung von Fetteinschlüssen?

3. Welche Betrachtungen kann man über die Bedeutung der Fette und der Fetteinschlüsse machen?

Und endlich eine Nebenfrage:

4. Was sind die charakteristischen sphärischen Einschlüsse im Plasma vieler Infusorien, die oft als Fetteinschlüsse angesprochen wurden?

---

1. Alle von mir untersuchten Protozoen wiesen morphologisch das Vorhandensein von Fett in größerer oder geringerer Menge in Gestalt von Tröpfchen, Klümpchen oder Körnchen auf. Nicht selten hatte das Plasma selbst eine fetthaltige Beschaffenheit. Die gesamten Fettstoffe nehmen oft einen beträchtlichen Teil des Plasmas ein, was aus der Übersicht der gegebenen Abbildungen ersichtlich ist [2]).

---

[1]) Da es mir sehr schwierig ist, Literatur anzuschaffen, sind meine Hinweise sehr unvollkommen. In vielen Mitteilungen und Arbeiten sind Angaben über Fette bei dieser oder jener Art zu finden, und ich glaube, daß eine ausführliche Zusammenfassung der Literaturangaben sehr interessant und wichtig wäre.

[2]) Bei meiner einseitigen Methode (Sudan III) konnte sich ein Teil des Fettinhaltes der Beobachtung entziehen. Also muß in Wirklichkeit in einigen Fällen die Fettmenge etwas größer sein.

Die Anzahl der Fetteinschlüsse ist wie in jeder Art, so auch innerhalb der einzelnen Art bedeutenden Schwankungen unterworfen.

Einige Infusorien wie *Opalina*, *Prorodon*, *Holophrya* besitzen die Fähigkeit, große Mengen von Fett aufzuspeichern. Bei anderen erfolgt diese bedeutende Fettspeicherung nicht immer, offenbar nur unter sehr günstigen Bedingungen (*Stentor coeruleus*). Zuletzt kommen bei einigen Infusorien sehr wenige Fetteinschlüsse vor (*Spirostomum ambiguum*).

Innerhalb einer und derselben Art können wir uns an der Schwankung der Menge von Fetteinschlüssen bei verschiedenen Exemplaren, sogar unter denselben Bedingungen überzeugen. Man kann eine Reihe Übergänge von fettlosen Exemplaren an bis zu solchen, die reich an Fetteinschlüssen sind, aufstellen [1]).

Sogar bei morphologischem Vergleich der Fetteinschlüsse fällt die jede Art bezeichnende Eigentümlichkeit (Form, Größe, Anzahl, Verteilung der Fetteinschlüsse) auf, was wahrscheinlich in Zusammenhang mit der spezifischen Bildung, Speicherung und dem Verbrauch des Fettes in jeder einzelnen Art steht. Besonders scharf tritt der Unterschied in der Fettspeicherung bei Prüfung zweier unter denselben Bedingungen lebender Arten (z. B. *Opalina* und *Nyctotherus*) hervor.

Die bedeutende Schwankung der Fettmenge deutet, glaube ich, auf deren große Abhängigkeit von dem Milieu, der Nahrung und dem physiologischen Zustande der einzelnen Individuen. Deswegen ist die Feststellung einer Gesetzmäßigkeit ein sehr schwieriges und vielseitiges Problem, dessen Lösung noch bevorsteht [2]).

2. Die Milch wird, wie es meine Versuche ergaben, von den Infusorien (*Stentor*, *Paramecium*, *Stylonychia*, *Urocentrum*, *Glaucoma*) nicht nur verschlungen, sondern auch direkt von dem Protoplasma assimiliert. In dieser Beziehung stimme ich mit Meissner (1881) nicht überein, der berichtet, daß Milchfett von Stentoren nur selten verschlungen wird, oder wenn es der Fall ist, unverändert ausgeschieden wird [3]).

---

[1]) Eine Ausnahme bilden *Coleps hirtus*, den eine mehr oder weniger beständige Menge von Fetteinschlüssen kennzeichnet sowie *Prorodon* und *Holophrya*, unter denen wir keine fettlosen Exemplare beobachtet haben.

[2]) Einen Versuch dieser Lösung kann die vorzügliche Arbeit von Kedrowsky „Über Fettsynthese bei *Opalina*“ darbieten.

[3]) Vielleicht erklärt sich diese Meinung Meissner's dadurch, daß er gefärbtes (welcher Farbstoff?!) Milchfett gebrauchte und der Farbstoff selbst konnte eine giftige Wirkung ausüben.

In meinen Versuchen wurden Milch und Milchfett vollkommen assimiliert und übten eine sehr günstige Wirkung auf die Steigerung der Lebensaktivität, das Vermehrungstempo usw. bei hungernden und depressiven Kulturen. Das in Form von großen Fettkügelchen gespeicherte Milchfett zerfällt nachher in kleine Partikel, die, offenbar von dem Plasma direkt assimiliert werden ohne Mitwirken der kontraktilen Vakuolen.

In gemischten Laboratoriumskulturen (also Kulturen, wo sich die Infusorien in ihren gewöhnlichen Nahrungsbedingungen befinden), konnte ich die interessante Tatsache beobachten, daß die Stärkekörnchen des zugefügten Kartoffelmehls von einigen Infusorien (*Frontonia*, *Holophrya*, *Prorodon*, *Loxodes*) gierig in großer Anzahl verschlungen wurden. Diese Infusorien besaßen eine ausschließliche selektive Fähigkeit dafür. Bemerkenswert war die Größe der verschlungenen Stückchen. Einerseits bezeichnet es die selektive Fähigkeit und andererseits die Kompliziertheit der morphologischen Struktur des Mundes, seine Ausdehnungsfähigkeit und Muskelstärke. Eine andere Kategorie von Infusorien, wie *Stentor* und *Paramecium* verhält sich gegen Kartoffelstärke ganz anders. Sie zeigen keine selektive Fähigkeit dafür, obwohl die Stärke immer in ganz winzigen Körnchen durch die Bewegung der Mundwimpern in den Leib hineingeführt wird.

Ob die Menge der Fetteinschlüsse bei Stärkenahrung größer wird? Darauf kann man für einige Infusorien bestimmt eine bejahende Antwort geben. Solche Infusorien wie *Prorodon*, *Holophrya*, *Stylonychia* und teilweise *Frontonia* und *Stentor* weisen eine Vermehrung von Fetteinschlüssen auf. Bei *Paramaecium caudatum*, an dem viele Versuche mit Jodreaktion durchgeführt worden waren, zeigte sich das Vorhandensein von lockeren Stärkespeicherungen und daneben das Entstehen feiner Fettkörnchen (dies fällt besonders bei gleichzeitiger Färbung mit Jod und Sudan III auf).

Sehr deutlich äußert sich die starke Entwicklung von Fetteinschlüssen bei Zusatz von Haferinfusion in die hungernden Kulturen von *Stentor*, *Paramecium* und *Frontonia*. In diesem Experiment kann man, meiner Meinung nach, annehmen, daß Stärke und Eiweißstoffen von Infusorien in Fett verwandelt werden.

Die Umwandlungsfähigkeit ist nicht dieselbe bei verschiedenen Arten. Einige (*Prorodon*, *Stylonychia*) verarbeiten immer Stärke in Fett, bei anderen steht diese Fähigkeit in Zusammenhang mit diesem oder jenem physiologischen Zustande des Individuums.

3. Wie sind die großen Speicherungen von Fett zu erklären? — Solche Infusorien, wie *Opalina*, *Prorodon*, *Holophrya*, *Stentor* besitzen offenbar eine außerordentliche Fähigkeit zur Bildung von Fett. Man kann annehmen, daß diese Fähigkeit auch anderen Arten eigen ist, aber durch den gleichzeitigen Fettverbrauch ausgeglichen wird. Sobald dieser Verbrauch wegen irgendwelcher Umstände vermindert wird, äußert sich diese Fähigkeit in der Speicherung einer großen Menge von Fetteinschlüssen. Meiner Meinung nach kann dadurch die zeitweilige übermäßige Speicherung von Fetteinschlüssen bei *Stylonychia* und *Paramecium* erklärt werden. Allerdings ist der Grad dieser Fähigkeit (Speicherung und Verbrauch) nicht für alle Arten derselbe.

Die bedeutende Verbreitung von Fetteinschlüssen bei den untersuchten Protozoen, das Verschlingen und Assimilieren fertiger fettartiger Stoffe aus dem Milieu, die Umwandlung stärkehaltiger und eiweißartiger Stoffe zu Fett im Leibe der Infusorien, die übermäßige (nicht pathologische) Fettspeicherung unter experimentellen und natürlichen Bedingungen — dies alles gestattet mir die wichtige Bedeutung von Fetteinschlüssen im Plasma der genannten Protozoen hervorzuheben. Die Fette sind also nicht nur Reservestoffe, sondern spielen neben anderen Stoffen eine große Rolle im Leben des Protoplasmas.

4. Im Protoplasma vieler Infusorien (*Prorodon*, *Holophrya*, *Ophryoglena*, *Lacrymaria*, *Nassula*, *Frontonia* u. a.) sind sehr oft kugelige Einschlüsse zu beobachten, die ihrem Aussehen nach Fettkügelchen ähnlich sind. Diese kugeligen Einschlüsse sind eine ständige Erscheinung bei einigen Arten (*Prorodon*, *Holophrya*), bei anderen kommen sie nur zeitweise vor (*Ophryoglena*, *Frontonia*), aber in allen Fällen vermehren sie sich so stark, daß sie den ganzen Körper des Infusors ausfüllen [1]). Schon alte Autoren (Ehrenberg, Lieberkühn) hatten diese Einschlüsse beobachtet und hielten sie für „Organe" („Magen", „Eier"). Die Autoren unserer Zeit (Eyferth, Schewiakoff, Penard) sind geneigt, diese Einschlüsse für Fetttröpfchen anzusehen, wobei einige, wie Penard, sogar vermuten, daß die Infusorien sie aus dem Milieu verschlingen und sich damit ernähren. Meine Untersuchung ergab, daß diese kugeligen Einschlüsse keineswegs fettartiger Natur sind. Das Fett befindet sich immer außerhalb dieser sphärischen Einschlüsse. Die Frage von der Entstehung dieser Gebilde bleibt

[1]) Diese kugelförmigen Einschlüsse sind sorgfältig von Nuhrungsvakuolen zu unterscheiden.

offen, aber allenfalls bin ich geneigt, sie für innere plasmatische Gebilde zu halten, die im Prozeß des Metabolismus entstehen. Für *Ophryoglena flava* ist es mir gelungen, festzustellen, daß diese Gebilde Glykoproteide und Eiweiß enthalten. Vielleicht kann es auch für andere Infusorien richtig sein.

Zusammenfassung.

1. Bei den untersuchten Protozoen sind die Fetteinschlüsse in Gestalt von Tröpfchen, Klümpchen und Körnchen vorhanden, wobei

a) jede Art eine verschiedene Fähigkeit besitzt, quantitativ Fett zu speichern;

b) jede Art einige morphologische Eigentümlichkeiten der Fetteinschlüsse besitzt;

c) innerhalb derselben Art die Menge der Fetteinschlüsse großen Schwankungen unterworfen ist.

2. Bei Ernährungsversuchen konnte man feststellen:

a) Das Verschlingen und die Assimilation fertiger Fettstoffe aus dem Milieu.

b) Die Umwandlung stärkeartiger und eiweißhaltiger Stoffe im Leibe der Infusorien in Fette.

3. Die geprüften Infusorien besitzen in hohem Grade die Fähigkeit Fette zu produzieren, was besonders bei Abnehmen des Verbrauchs sich äußert.

4. Die durchgeführten Beobachtungen geben Anlaß, die Fetteinschlüsse nicht nur als Reservestoffe zu betrachten, sondern sie für lebenswichtige Bestandteile des Protoplasmas zu halten.

5. Die kugeligen Einschlüsse, die ständig oder zeitweise in vielen Arten der Infusorien vorkommen und von einigen Autoren als Fetteinschlüsse angesprochen wurden, erweisen sich in Wirklichkeit nicht als solche. Es gibt Gründe, sie für Bildungen eiweiß- oder glykoproteider Natur zu halten.

Literaturverzeichnis.

Kedrowsky, Boris (1931): Die Stoffaufnahme bei Opalina ranarum. Mitt. IV. Die synthetische Fettspeicherung. Zeitschr. f. Zellf. u. Mikr. Anat. Bd. 12.

Sassuchin, D. N. (1930): Lebensbedingungen, Cytologie und Entwicklung von Entamoeba blattae. Arch. f. Protistenk. Bd. 70.

Bojewa-Petruschewskaja, T. (1928): Cytoplasmatische Einschlüsse und Chondriosomen bei Balantidium elongatum. Arch. Russes de Protistenk. Bd. 7.

Eyferth-Schoenichen (1928): Einfachsten Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches.

Schewiakoff, W. T. (1896): Организация и Систематика. Infusoria Aspirotricha. Mem. de l'Acad. Imp. des Sciences. Petersb.

Penard (1923): Etudes sur les infusoires d'eau douce. Genève.

Ehrenberg (1838): Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig.

Pratje, A. (1921): Untersuchungen an Noctiluca miliaris. Arch. f. Protistenk. Bd. 42.

Pertzewa, T. A. (1928): Zur Morphologie von Plagiotoma lumbrici. Arch. f. Protistenk. Bd. 64.

Ostroumoff, W. (1929): Über den Bau und Biologie von Nyctotherus ovalis. Arch. Russes de Protistenk. Bd. 8.

Nirenstein, E. (1910): Über Fettverdauung und Fettspeicherung bei Infusorien. Zeitschr. f. allg. Phys. Bd. 10.

Meissner, M. (1888): Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 46.

Zingher, J. A. (1928): Morphologische Beobachtungen an Ophryoglena flava. Arch. Russes de Protistenk. Bd. 7.

— (1929): Beiträge zur Morphologie und Cytologie der Süßwasserinfusorien. Ibid. Bd. 8.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: 81_1934

Autor(en)/Author(s): Zingher J.A.

Artikel/Article: Beobachtungen an Fetteinschlüssen bei einigen Protozoen. 57-87