

MORPHOLOGISCHE UND PHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN EINER NEUEN PYXIDIUM-ART

Von
F. BICZÓK

Aus dem Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität,
Szeged, Ungarn,
Eingegangen am 8. Mai, 1956.

Während meiner *Protozoenforschungen* in der Rhizosphäre der *Pápa-kovács-Weise* fand ich des öfteren Einzeller, die auf Grund der mir zur Verfügung stehenden Literaturdaten nicht bestimmt werden konnten. Mehrere von ihnen muteten als neue Arten an. Dies war auch bei einem 1951 wiederholt beobachteten, auf einem kurzen Stiele sitzenden Peritrichen der Fall. J. STILLER, die ausgezeichnete Kennerin der *Peritrichen*, bekräftigte mich in meiner Vermutung. Da ich mich mit der Kontraktilität von Einzellern zu beschäftigen beabsichtigte und das in Rede stehende Tier, wie alle *Peritrichen*, auffallend kontraktile war, versuchte ich es zu züchten. Die verschiedenen Kulturen wurden ziemlich schnell bevölkert. Die veränderten Lebensverhältnisse, vielleicht die besondere Gestaltung bzw. Verminderung der Sauerstoffversorgung (9, 11, 14) dürften es bewirkt haben, dass in den Kulturen alsbald auch Schwärmer erschienen. Die günstigen Züchtungsmöglichkeiten haben mich bald davon überzeugt, dass es sich hier um eine für verschiedene Untersuchungen gleich gut geeignete Art handelt. Sozusagen als Einleitung dieser Untersuchungen möchte ich nun die wichtigsten morphologischen und physiologischen Eigenschaften dieses neuen *Peritrichen* bekanntgeben.

Methodik

Das untersuchte Material wurde von den Wurzeln gemischter *Gramineen* gezüchtet. Die Tiere gediehen auch in den mit Leitungswasser aufgegosenen Wurzelkulturen gut, bedeutend besser aber in Kulturen, die mit Wurzelinfusen (einem verdünnten Absud von *Colchicum autumnale*-Zwiebelknollen und *Daucus carota*-*Aristolochia clematitis*-, *Cichorium intybus*-, *Oenothera biennis*- und *Verbena officinalis*-wurzeln in verschiedener Zusammensetzung), während Reis und Kalbshirnbrühen, bzw. Stroh- oder Heuinfuse nur mässige Ergebnisse zeigten.

Die Überimpfung der Tiere in Frische Kulturen geschah zu einer Zeit, wenn die müden Kulturen nurmehr einige aktive Formen enthielten. Durch die künstliche Auswahl gewann ich innerhalb von zwei Jahren sehr widerstandsfähige Schwärmer, die in verschiedenen Kulturen mit einem Zusatz hochverdünnter Vitalfarbstofflösungen gut gediehen. In Abweichung von der üblichen Methode habe ich die zur

Zuht geeigneten Exemplare nicht mit der Pipette, sondern mit Hilfe eines kugelförmig auslaufenden gebogenen Glasstabes ausgewählt und zwar so, dass ich einen kleinen Tropfen von 100—120 μ Durchmesser auf einen langen schmalen Glasstab brachte und diesen, wenn nurmehr ein einziges entsprechendes Tier im Tropfen enthalten war, in die neue Kultur spülte.

Grösstenteils gelangten die Tiere lebend zur Untersuchung. Die intrazelluläre Struktur studierte ich vorwiegend nach Fixierung mit Sublimat-Formalin, Osmiumsäure-Sublimat oder Schaudinn'schem Fixiermittel. Vitalfärbungen wurden mit Neutralrot, Methylenblau, Janusgrün und Trypanblau vorgenommen und Trockenversilberung nach KLEIN, Negativfärbung mit Nigrosin sowie *Ciliaten*-Schnellfärbung durchgeführt (10).

Ergebnisse der Beobachtungen

Morphologie: Der an eine asymmetrische Vase erinnernde, hinter dem Peristom halsartig eingeeengte Körper sitzt einem einfachen, steifen, dünnen, glatten Stiel auf, der so lang oder etwas länger oder manchmal etwas kürzer als der Körper ist. Die 56—92 μ betragende Körperlänge beträgt etwa das Zweieinhalbfache der grössten Breite. Das Tier ist farblos mit durchscheinendem Protoplasma, das Cytoplasma wenig differenziert und die Grenze zwischen Ekto- und Endoplasma verwaschen. Im Cytoplasma sind zahlreiche kleine Granula verstreut. Die fast 1 μ breiten Querfurchen liegen oberflächlich.

Der schmale Diskus ist auffallend vorgestreckt und schräg dem peristomalen Saum zugeneigt, an der Oberseite fast flach. Das Vestibulum ist ziemlich weit und von dem gleichmässig verschmälerten Pharynx gut zu unterscheiden. Der Pharynx reicht bis unter die Mitte des Körpers hinab. Die Pulsationsblase liegt im unteren Abschnitt des Vestibulums, mit dem sie durch einen kaum wahrnehmbaren kleinen Kanal in Verbindung steht. Kontrahiert ist das Tier kugelförmig verkürzt und erinnert an die Form eines Apfels (Tafel a, c, d).

Ich habe das Tier, welches auf Grund seines starren einfachen Stieles in die von KENT aufgestellte *Pyridium*-Gruppe gehört (1), wegen seiner charakteristischen Form »*asymmetricum*« bennant*.

Der *Schwärmer* erreicht eine Länge von 40—86 μ ist von asymmetrischer, gegen das Ende schwach verjüngter Form, die aborale Zone unten asymmetrisch gerundet. Besonders in der adoralen Zone finden sich mit Janusgrün färbbare Granula, bei zahlreichen Individuen enthält das Cytoplasma verstreut mit Neutralrot sich lebhaft färbende Körnchen.

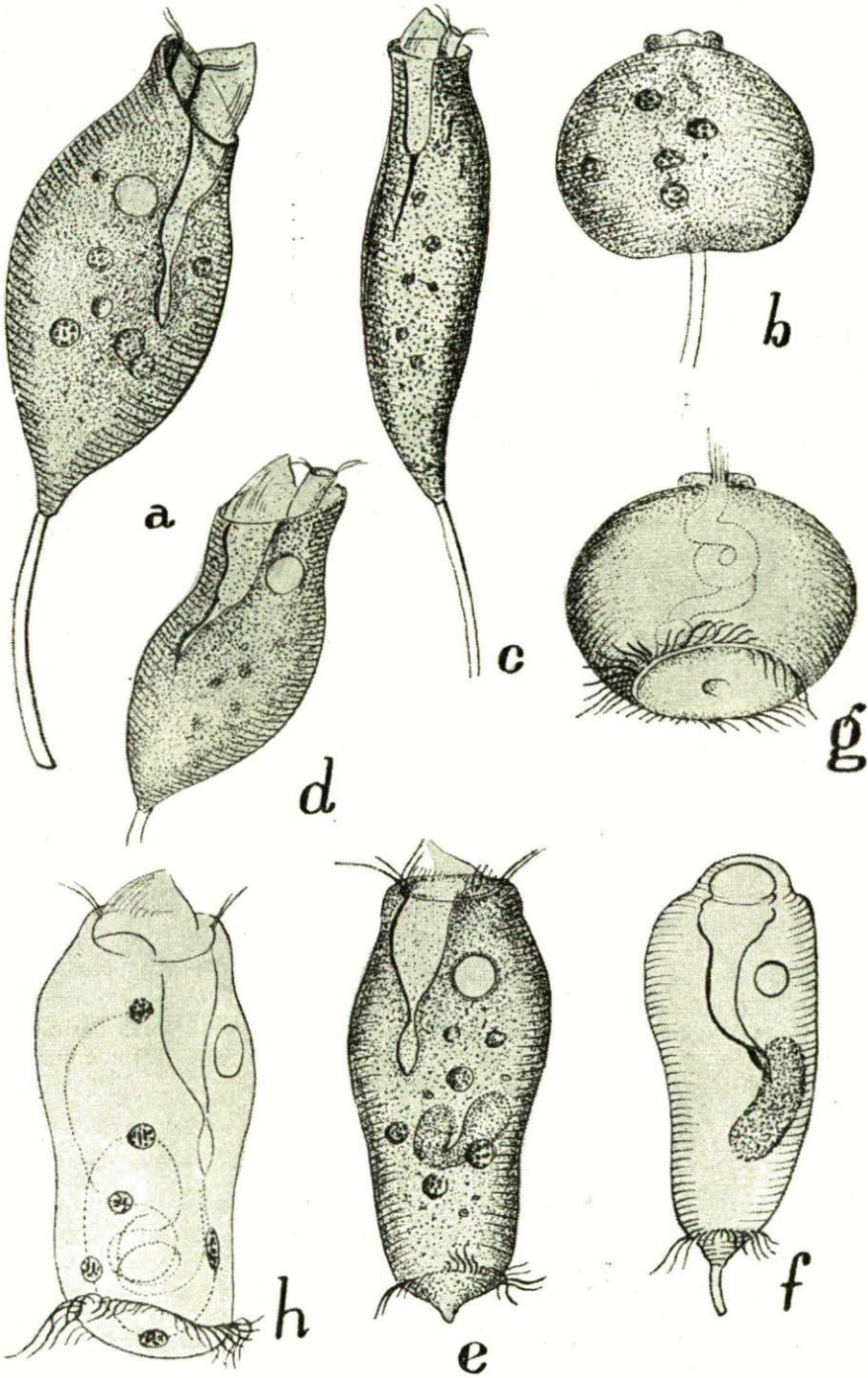
Die in der Ausbuchtung am äusseren Rande des Vestibulums befindlichen Membran erhebt sich in Dreieckform stark über das Peristom. Die innere ado-

Tafelerklärungen

a—d Stieltragende, sessile Formen (a Typus-Form, c—d während der Züchtung entstandene Modifikationen, b kontrahierte Form).

e—h Schwärmer (e eine Stielanlage besitzende Form, f Schwärmer mit kurzem Stiel, g kontrahierter Schwärmer mit einem die Fortsetzung des Cytopharynx bildenden Plasma-Kanal, h Wanderung der Verdauungsvakuolen).

* J. STILLER hat laut einer persönlichen Mitteilung ähnliche *Peritrichen* im Hühnermist gefunden.



rale Membran dringt, spiralverlaufend, tief in den Cytopharynx ein, in dem unterm Deckglas nach 1—2 Stunden erschlafften, flach ausgebreiteten Tier doppelt erscheinend.

Die in der Ausbuchtung am äusseren Rande des Vestibulums befindlichen Cilien sind länger und stärker als die übrigen. Entlang des aboralen Cilienkranzes verlaufen 2 feine Falten; die sich hier vorwölbenden Cilien haben 10—18 μ Länge.

Der U-förmige Makronukleus ist an beiden Enden birnförmig verdickt. Dieser Wulst ist manchmal unbedeutend, manchmal aber sehr auffallend und die beiden Teile sind dann nur durch einen ganz feinen Stiel miteinander verbunden. Der Kern der auf dem Grunde liegenden Individuen ist bedeutend grösser, oft eiförmig (Tafel e, g, h).

Physiologie

Bewegung der Schwärmer: Die für die Schwärmer charakteristische retrograde Bewegung ist meist eine geradlinige. Inzwischen dreht sich das Tier hauptsächlich entgegen der Uhrzeigerichtung um seine Körperlängsachse. Das der Bewegungsrichtung entgegengesetzte Vorderende schwingt als natürliche Folge der Asymmetrie aus. Manchmal dreht sich das Tier nicht um seine Achse, sondern vollzieht Schwingungen bis zu 90° nach rechts und links.

Besonders bei langsamerer Bewegung ist zu erkennen, dass die Bahn eine Spirale beschreibt oder aus der Verkettung einzelner Schleifen besteht. Oft zeigt die Bewegung eine Schneckenlinie, am Ende derer das Tier mit seinem aboralen Ende dem Grunde zugewendet ist und sich um die vertikale Längsachse dreht. Die Ortsveränderung geschieht ebenfalls oft in einer Spirale, aber in umgekehrter Richtung. Oft dreht sich der Schwärmer an ein und derselben Stelle um seine Längs-, seltener um seine Querachse mit schnellen, etwas eckigen Bewegungen, während derer das orale Körperende gegen ein Zentrum gerichtet ist und der aborale Teil nach rechts und links schwingend einen Kreis beschreibt (dabei ist die Basis mit dem schräggeschnittenen stumpferen Teil in Richtung der Bewegung gestellt).

Die Kombination der Bewegungstypen ermöglicht überaus komplizierte Ortsveränderungen, was auf die Fähigkeit des aboralen Cilienkranzes zur Vollführung komplizierter Bewegungen hindeutet. Die Geschwindigkeit des Tieres, d. h. die pro Sekunde zurückgelegte Strecke variiert. Im Verhältnis zu den Angaben von GRAY (6) sind die Bewegungen im allgemeinen schnell zu nennen. Die schnellsten Schwärmer legen binnen 1,5 Sekunden 1000 μ zurück, die durchschnittliche Geschwindigkeit bleibt jedoch weit hinter dieser Leistung zurück: 2—2,5 Sekunden entfallen auf je 1000 μ . Interessanterweise kommen auch in den müden Kulturen ab und zu schnelle Schwärmer vor.

Physiologie der Ernährung: Nach meinen Untersuchungen nährt sich *Pyxidium asymmetricum* ausschliesslich von Bakterien, welche mittels eines durch Flimmerbewegung der adoralen Cilienzone erzeugten Strudels (2) in das Cytostom gelangen. Die Fortbewegung von in das Wasser der untersuchten Tiere gebachten Karminkörnchen hat zweifellos bewiesen, dass in der Erzeugung der Wasserströmung auch dem aboralen Cilienkranze eine bedeutende Rolle zukommt.

Die ins Cytostom geschleuderten *Bakterien* gelangen mit Hilfe der Membranelle des Vestibulums bzw. des Cytopharynx in die am Ende des Cytopharynx gelegene, 7—9 μ lange, 3—5 μ breite spindelförmige Ausbuchtung, der von STEIN und ENTZ (3) eine Kontraktilität zugesprochen wird. Nach ENTZ hängt es von der Stärke der Kontraktionen der subpharyngealen Ausbuchtung ab, ob der Bissen eine längere oder kürzere Bahn beschreibt (3). Zweifellos ist festzustellen, dass die spindelförmige Erweiterung sich zusammenzieht und die die Form der Ausbuchtung getreu bewahrende Vakuole in dem gleichen Moment sich in Richtung des Cilienkranzes bewegt und ober- oder unterhalb desselben der mit Neutralrot oder auch mit Methylenblau sich gut färbenden, abgegrenzten entoplasmatischen Region zustrebt, in der dann, wie auch GREENWOOD (2) angibt, der Verdauungsvorgang einsetzt (Tafel: h.). Es ist schwer vorstellbar, dass in dem relativ stark viskösen Plasma die Vakuole infolge der Kontraktion der Ausbuchtung einen so weiten Weg zurücklegen sollte. Die von KITTING angenommene Protoplasmakontraktion, welche bei *Vorticelliden* die nahrungsgefüllte Vakuole mit grösserer Geschwindigkeit dem hinteren Körperende zuführt als die Plasmaströmung von hier weiter (2, 14), konnte nicht beobachtet werden. Die rhythmisch binnen 1—1,5 Minuten (manchmal 30 Sek. und bei anderen Individuen 3 Minuten) »verdrängte« Vakuole dringt mit gleichmässiger Geschwindigkeit zur Verdauungszone vor, wobei sie nicht selten ihre Spindelform bis ganz zuende beibehält. Der vakuoläre Transport der Nahrung im Protoplasma scheint eine noch ungelöste Frage zu sein. Auffallend ist jedenfalls, dass in den mit Sublimat-Formalin fixierten Tieren im pharyngealen Abschnitt ein wesentlich längeres Rohr zu beobachten ist, welches nicht selten auch mit 1—2 Vakuolen in Verbindung steht (Tafel: g). Über im wesentlichen ähnliche Beobachtungen berichtet J. STILLER auch bei der *Vorticella kahli* (1931).

In den Nahrungsvakuolen sind durchschnittlich 35—50 *Bakterien* enthalten, was bedeutet, dass der *Pyxidium asymmetricum*-Schwärmer pro Stunde etwa 2—3000 *Bakterien* vertilgt.

Osmoregulation. Nach 1—2 Stunden, wenn der Sauerstoffgehalt stark vermindert ist, beginnt unter dem Deckglas die kontraktile Vakuole von 6—8 μ Durchmesser bedeutend an Umfang zuzunehmen. Die Pulsationszeit, die auch normalerweise grosse Schwankungen aufweist (bei Raumtemperatur gewöhnlich 1—4 Kontraktionen) wird immer länger und an der dem Vestibulum zugekehrten Seite kommt es zur Bildung einer Nebenvakuole, wahrscheinlich tritt infolge der trägen Funktion der Vakuole ein Zusammenkleben gewisser Partien ihrer Wand ein. Derartige Wandverklebungen unter ähnlichen Umständen habe ich des öfteren beobachtet, wo an Stelle der einen Vakuole zu Beginn der Systole zwei Vakuolen erschienen, die dann langsam miteinander verschmolzen. Bei ausreichender Sauerstoffversorgung ist diese Erscheinung nicht zu beobachten.

Unmittelbar nach der vakuolären Systole ist die pharyngeale Membranelle für kurze Zeit in lebhafter Bewegung. Dieses Phänomen ist auch bei encystierten oder auf dem Grunde ruhenden inaktiven, aber noch über eine motile Vakuole verfügenden Tieren feststellbar.

Die Funktion der kontraktilen Vakuole ist von den Vitalfarbstoffen besonders mit Neutralrot leicht zu hemmen. In höheren Konzentrationen (5—6000-fache Verdünnung) werden kaum Kontraktionen ausgeführt und infolge

der Vergiftung kommt die Vaukole oft früher zum Stillstand als der Tod des Tieres eintritt und es bei den mit CO oder KCN gehemmten Tieren zum Aufquellen des Körpers kommt. Bei Verdünnungen von 1:25—30 000 bleiben die Schwärmer in den Methylenblau, Neutralrot oder Trypanblau enthaltenden Lösungen selbst wochenlang am Leben.

Körperkontraktionen. Auch die Kontraktionen und Relaxationen des Körpers wurden an Schwärmern verfolgt. Die bei den *Peritrichen* wohlbekannten Kontraktionselemente, der um den Kragen liegende Sphinkter und die retractorischen Myonemen konnte ich nicht beobachten. In mit Galle behandelten Tieren konnten dagegen nach der Homogenisierung des Plasmas 5 von der adoralen Zone meridianartig ziehende Streifen und an der dem Kragen entsprechenden Zone ein spiralverlaufender, schwach geneigter Streifen gesichtet werden. Zu entscheiden, ob diese eventuell den Myonemen entsprechen, muss künftigen Forschungen überlassen bleiben.

Der Körper vollzieht kraftvolle Kontraktionen. Die Kontraktion stellt die letzte noch wahrnehmbare Lebenserscheinung der Schwärmer dar. Das stark verdünnte Fixiermittel führt alsbald zur Lähmung der Tiere und die Pulsation der Vakuole und die Cilienbewegungen hören auf. Dass inzwischen zusammengesogene Tier erschlafft, bzw. entspannt sich und wenn schon gar keine Bewegung mehr wahrzunehmen ist, kommt noch eine letzte, auffallende Kontraktion zustande.

Die Kontraktionsbereitschaft war längere Zeit hindurch auch an encystierten Schwärmern zu beobachten. Anlässlich der Fixierung ging ein Teil der Tiere in der Cyste — ebenfalls in kontrahierten Zustände — zugrunde.

Die Vitalfarbstoffe haben eine Beschleunigung der Zahl und des Tempos der Kontraktionen, zumindest vorübergehend, unmittelbar nach ihrer Einwirkung zur Folge.

Ein interessanter Zusammenhang machte sich zwischen der Körperkontraktion und dem Funktionsrhythmus der Pulsationsblase bemerkbar. Beim Zusammenzucken des Körpers wurde nämlich die Zeit der Systole verkürzt (S. Abb. 1., 2., 3.). Die Körperkontraktionen sind aber unabhängig von dem Funktionszustand der Pulsationsvakuole, weil die Zusammenziehung des Körpers während der verschiedenen Füllungsphasen der Vakuole stattfinden kann.

Auf Grund der Korrelationen zwischen Körperkontraktionen und vakuolärer Pulsation ist anzunehmen, dass in der Füllung der Vakuole die auf dem Prinzip der Diffusion beruhende Ultrafiltration eine bedeutende Rolle spielt und diese durch den bei der Körperkontraktion auftretenden gesteigerten Druck weitgehend begünstigt wird. Hiedurch erreicht die Vakuole schneller ihren maximalen Füllungsgrad, der wiederum zur Systole führt. Es ist aber auch mit der Möglichkeit der Theorie zu rechnen, derzufolge der cytoplasmatische Druck auf die Blasenwand einwirkt, wodurch die Kontraktion der Vakuole begünstigt wird (7). Die Kontraktion des Körpers steigert den Cytoplasmadruck und dieser verursacht die Verkürzung der Systolenzeit.

Chemotaktische Erscheinung. Aus der Beobachtung unterm Deckglas ist darauf zu schliessen, dass das aborale Körperende des Schwärmers auf chemotaktische Reize empfindlich reagiert. Längere Beobachtungen lassen oft erkennen, dass die stark sauerstoffbedürftigen aeroben *Bakterien* in grossen Mengen an den Rand des Deckgläschens wandern und dort einen aus dichten Massen bestehenden Streifen bilden. Der grösste Teil der Schwärmer — als

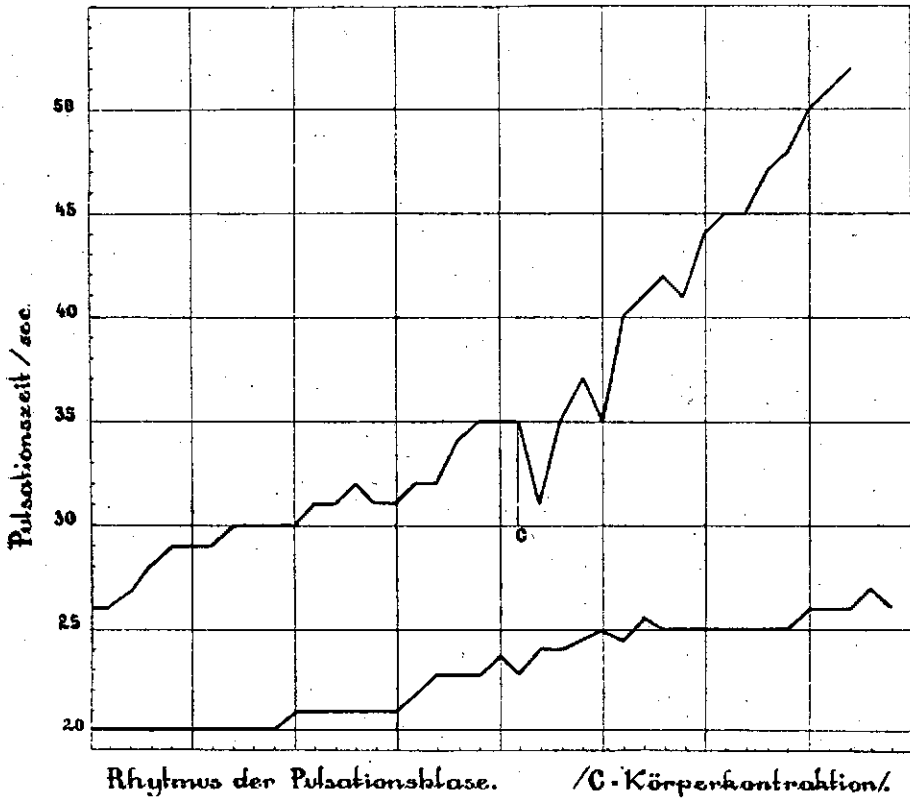


Abb. 1.: Funktionsrhythmus der kontraktiven Vakuole eines auf dem Substrat ruhenden, vor der Encystierung stehenden Schwärmer.

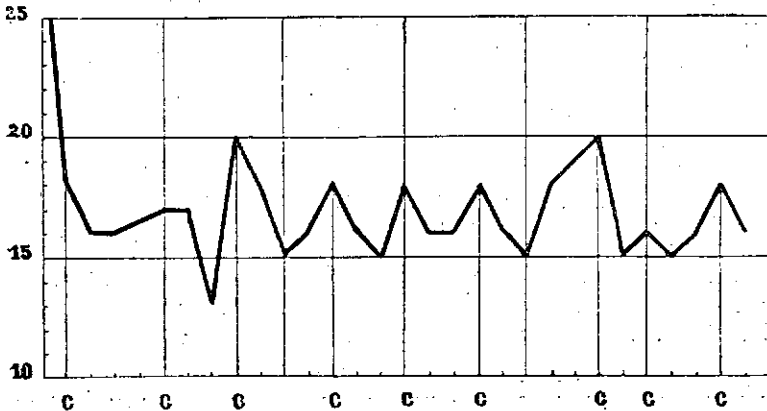


Abb. 2.: Funktionsrhythmus der kontraktiven Vakuole eines in Entcystierung befindlichen Schwärmer.

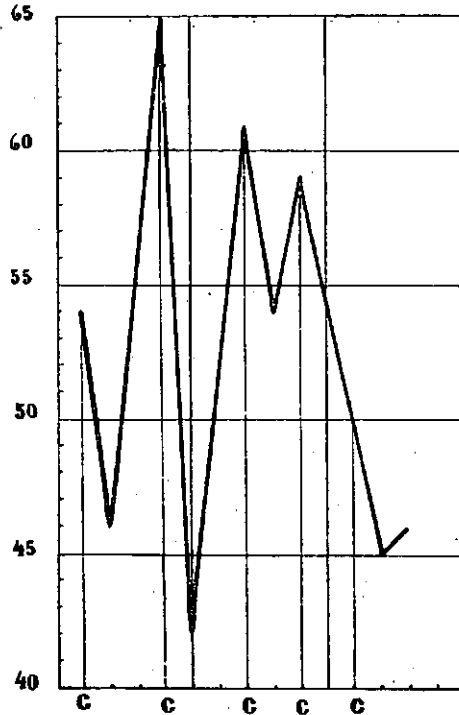


Abb. 3.: Funktionsrhythmus eines langsam beweglichen Schwärmers (mit kurzem Stiel).

sauerstoffliebende Organismen (12) — schwamm auf dem 400—500 μ breiten bakterienarmen Gebiet zwischen Deckglasrand und Bakterienzone herum. Diejenigen Schwärmer, die mit ihrem aboralen Ende an die Bakterienmasse anstiessen, wurden in ihren Bewegungen verwirrt, machten zumeist sofort kehrt und schwammen in entgegengesetzter Richtung davon, während diejenigen, die in die Bakterienzone eindringen oder sie durchquerten, zumeist schleifenartige Bahnen beschreiben und dann schnell zurückschwammen. Eventuell dürfte es sich hierbei auch um eine thygmotaktische Erscheinung handeln, obzwar die Schwärmer unter normalen Bedingungen kleinere oder grössere Bakterienansammlungen ungestört durchkreuzten. Eher mag davon die Rede sein, dass die Schwärmer die toxischen Stoffe der massenhaft versammelten *Bakterien* wahrnehmen.

Vermehrung. Die sessilen Lebensformen verschwanden bald aus den Kulturen und statt ihrer erschienen Schwärmer in grosser Zahl, die 1—2 Tage nach der Überimpfung in den Gefässen stark zur Vermehrung gelangten. Die hier beobachteten Vermehrungsformen sind bei den stieltragenden Peritrichen ausführlich beschrieben worden (2, 4, 13), stellen aber bei den Schwärmern eine Besonderheit dar. Sehr häufig waren Längsteilungen, d. h. genaue Halbierung der Schwärmer. Interessant ist, dass in den vorgeschrittenen Stadien der Teilung der Funktionsrhythmus der Pulsationsblase in den beiden Hälften

oft verschieden war und auch die Körperkontraktionen nicht gleichzeitig stattfanden.

1—2 Tage nach der Überimpfung konnte ich oft beobachten, dass als Ergebnis der mehrmaligen Teilung der Schwärmer 12—15 μ lange, runde oder birnförmige, schnellbewegliche Mikrogameten entstanden, die sich mit ihrem Ende auf den makrogametischen Schwärmern niederliessen (manchmal nahmen sogar drei Mikrogameten auf einem Makrogameten Platz) und eine Konjugation mit ihnen eingingen. Untersuchungen bzgl. weiterer Vermehrungserscheinungen sind im Gange.

Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der Zuchtversuche.

Die sessilen Lebensformen des *Pyxidium asymmetricum* waren zu Beginn der Züchtung in den Kulturen aus Wurzeln und Wurzelextrakten bzw. dem *Cholchium autumnale*-Zwiebelknolleninfus in grosser Zahl vertreten. Die Schwärmer traten in den gemischten Kulturen zum ersten Male nach 10—12 Tagen in Gesellschaft von *Paramecium caudatum*, *Oxytricha* sp., *Colpidium colpoda* und *Tetrahymena pyriformis* auf, in Reinkulturen erschienen sie erst später. Neben den typischen Schwärmer-Lebensformen waren sessile Individuen auch nach mehreren Wochen zugegen, oft aber als Varianten, deren Stiel bedeutend kürzer war als gewöhnlich und in der Regel nur einige μ betrug. Nach einigen Wochen waren die sessilen Formen aus den Kulturen verschwunden. Später gingen aus den mit eingezogenem Peristom auf dem Boden des Zuchtglases liegenden Schwärmern zwar ganz kurzstielige sessile Formen hervor, jedoch war bei diesen Varianten der aborale Cilienkranz fast ausnahmslos erhalten. (Tafel: f.) Das Peristom dieser Formen blieb eingezogen, sie nahmen keine Nahrung zu sich und gingen bald zugrunde.

Die durch künstliche Selektion erhaltenen widerstandsfähigen Schwärmer blieben wochenlang am Leben und zwar auch in müden Kulturen. Bei einem Teil von ihnen bildete sich eine ansehnlich dicke, bei einem anderen nur eine hauchdünne Cystenwand heraus, aus der sie schon auf die Wirkung einiger ccm frischen Wurzelextraktes aktiviert wurden. Manche Exemplare führten lebhaft Bewegungen aus und vereinzelt kamen auch Teilungen zustande. In einer Kultur mit *Colpoda fastigata* konnten sie sich gut behaupten. Überraschend aber war, dass die Schwärmer nach der Überimpfung in einige Tage alte Heuinfuse mit *Paramecium caudatum* und *Chylomonas paramecium*, sowie in zweiwöchige Wurzelkulturen mit *Colpoda cucullus*, *C. steinii* und *Amoeba albida* binnen 24 Stunden fast ausnahmslos zugrunde gingen. Zur Kontrolle habe ich in diese Kulturen auch seit 2 Jahren gezüchtete *Colpoda fastigata*-Exemplare überimpft: nach Verlauf von 2 Tagen waren sämtliche Tiere encystiert. Da ich nach drei Überimpfungen stets das gleiche Ergebnis erhielt, stellte ich folgenden Versuch an: Die Schwärmer wurden in Heuinfus-Kulturen überimpft (5—6 in 0,01 ccm), die drei Tage zuvor hergestellt worden waren und

- a) nur als Nahrung dienende Bakterien (2 Kulturen),
- b) ausser Bakterien in 0,01 ccm 5—6 *Paramecium caudatum* und 80—90 *Chylomonas paramecium* (3 Kulturen) und

c) ein Filtrat der b-Kultur (filtriert durch ein 2 G 4-Filter aus Jenaer Glas) enthielten (3 Kulturen).

In der a-Kultur kam es zu einer beträchtlichen Vermehrung der Schwärmer, in b gingen sie binnen 24 Stunden zugrunde, während in den c-Kulturen eine mässige Vermehrung zu verzeichnen war. Die Schwärmer, die also in der gewohnten Umgebung die Zersetzungsprodukte und toxischen Stoffe der müden Kulturen gut vertrugen, gingen in der neuen Umgebung infolge der dort auf sie einwirkenden Agenzien bald zugrunde.

Zusammenfassung

Unter den Protozoen der Rhizosphäre von der Pápakovácsér-Wiese kam ein bisher unbekannter *Peritrich* zur Beobachtung, den ich angesichts seiner charakteristischen Gestalt *Pyxidium asymmetricum* benannte. Die wichtigsten, morphologischen und physiologischen Eigenschaften der neuen Art sind folgende:

1. Die sessile Lebensform hat die Gestalt einer asymmetrischen Vase und sitzt auf einem steifen Stiel, der kürzer oder länger ist als die Körperlänge. Der schmale Diskus ist weit vorgestreckt und dem Peristomrand zugeneigt. Der Pharynx reicht bis unter die Körpermitte hinab. Die Pulsationsblase liegt in der unteren Gegend des Vestibulums und steht durch einen ganz kurzen Kanal mit dem Vestibulum in Verbindung (Tafel a).

2. In den verschiedenen Wurzelextraktkulturen, insbesondere in den Infusen von *Colchicum autumnale*-Zwiebelknollen, ist eine starke Variation der Form und Stiellänge des hier gut gedeihenden *Pyxidium asymmetricum* zu beobachten. Manchmal erreichte der Stiel nur eine Länge von wenigen μ . (Tafel a, c, d).

3. Die veränderten Lebensbedingungen erwiesen sich als äusserst günstig für die Entstehung von Schwärmern, die nach 1—2 Wochen massenhaft in Erscheinung traten, während sessile Formen zunächst nur sporadisch und dann überhaupt nicht, bzw. erst später, infolge der unvollkommenen Umwandlung der Schwärmer erschienen. Bei diesen war aber oberhalb des einige μ langen Stielcs der aborale Cilienkranz fast ausnahmslos vorhanden (Tafel f).

4. Nach einigen Wochen kam es zur Encystierung des grössten Teiles der Schwärmer, doch wurden die mit hauchdünnen Cysten umgebenen Individuen schon auf die Wirkung einiger cem Wurzelextraktes aktiviert.

5. Die Schwärmer konnten in Heuinfuskulturen in Gegenwart von *Colpoda fastigata* gut gezüchtet werden, während sie in *Paramecium caudatum* und *Chylomonas paramecium* enthaltenden Kulturen zugrunde gingen; in dem Filtrat derselben Heuinfuskulturen, die nurmehr Bakterien enthielten, gelangten die Schwärmer nur mässig zur Vermehrung. (In reinen Bakterien-Kontrollkulturen, die *Paramecium caudatum* und *Chylomonas paramecium* auch früher nicht enthalten hatten, war die Vermehrung der Schwärmer eine viel hochgradigere).

6. Die Vermehrung geschah durch die bei Schwärmern äusserst seltene Längsteilung, häufig waren auch anisogame Konjugationen zu beobachten.

7. Die gegen die aborale Zone verjüngten Schwärmer enthalten oft mit Janusgrün und Neutralrot sich färbende Granula. Die adoralen Cilien sind lang und

der aborale Cilienkranz stark entwickelt. Die tief in den Cytopharynx hinreichende spiralförmige Membranelle scheint verdoppelt. Der Makronukleus hat meistens U-Form (Tafel e, f, g, h).

8. Die Bewegung des Schwärmers ist eine schnelle: durchschnittliche Geschwindigkeit 400—500 μ pro Sekunde.

9. Die Tiere leben ausschliesslich von *Bakterien*. Die vom Ende des Cytopharynx alle 0,5—3 Minuten »verdrängte« spindelförmige Verdauungsvakuole dringt bis zu der mit Neutralrot und Methylenblau gut färbbaren Verdauungszone mit gleichbleibender Geschwindigkeit und ohne Plasmakontraktion vor. In den mit Formalin-Sublimat fixierten Tieren dagegen wird ein die Länge des pharyngealen Abschnittes weit übertreffendes Rohr sichtbar (Tafel g, h).

10. Von den Vitalfarbstoffen wirkte besonders Neutralrot in 5—6000-facher Verdünnung hemmend auf die Osmoregulation: die Tiere begannen aufzuquellen und gingen zugrunde. (In Kulturen mit höher verdünntem Vitalfarbstoffzusatz blieben die Schwärmer wochenlang am Leben.)

11. Die letzte Lebenserscheinung der Schwärmer ist eine Kontraktion. Die Vitalfarbstoffe bewirkten unmittelbar nach ihrer Verabreichung eine Erhöhung der Zahl und des Tempos der Kontraktionen.

Durch die Körperkontraktion wurde eine Verkürzung der Systolenzeit der Pulsationsblase bewirkt (Abbildung 1, 2, 3).

12. Das aborale Körperende der Schwärmer verrät eine thygmotaktische bzw. chemotaktische Empfindlichkeit.

Schrifttum

- [1] *Dahl, F.*: Die Tierwelt Deutschlands (Urtiere oder Protozoen). Jena (1935).
- [2] *Doflein, F.—Reichenow, E.*: Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena (1949—1953).
- [3] *Entz, G.*: Tanulmányok a véglények köréből. Budapest. (1938).
- [4] *Furssenko, A.*: Arch. f. Protistenk. **67**, 376—500 (1929).
- [5] *Gelei, J.*: Math. Term. Tud. Ért. **57**, 1037—1069 (1938).
- [6] *Gray, M. A.*: Ciliary movement. Cambridge (1928).
- [7] *Hall, R. P.*: Protozoology. New York (1953).
- [8] *Merton, H.*: Arch. f. Protist. **77**, 491 (1932).
- [9] *Moldawskaja, E. A.*: Arch. f. Protist. 353—365 (1936—37).
- [10] *Párduc, B.*: Ann. Hist. Natur. Mus. Nat. Hung. **2**, 5—12 (1952).
- [11] *Stiller J.*: Allattani Közl., **44**, (1954).
- [12] „ Ann. Hist. Natur. Mus. Nat. Hung. **5**, 191—200 (1954).
- [13] „ Acta Biol. **2**, (1932).
- [14] „ Acta Biol. **2**, (1931).
- [15] „ Die Peritrichen-Infusorien von Tihany und Umgebung. Tihany (1931).