

Zur Morphologie und Taxonomie der Gattung *Spermatozopsis* KORSCHIKOW (*Volvocales*)

Spermatozopsis acidophila sp. n.

Tomáš Kalina

Botanisches Institut der Karls-Universität, Benátská 2, Praha 2

Abstrakt — Der Autor beschreibt eine neue Art von *Spermatozopsis*, *S. acidophila*, und auf Grund von Beobachtungen dieser Art in Kultur ergänzt er die Gattungsdiagnose. Die Gattung *Spermatozopsis* ist durch nackte Zellen, geknickte Zellform und durch die Anwesenheit von 2 Geisseln gekennzeichnet. Bei der Längsteilung erscheinen vorübergehend vier- oder achtgeisselige Zellkörper.

Gelegentlich der algologischen Erforschung des Naturschutzgebietes „Soos“ bei Františkovy Lázně (gemeinsam mit Prof. Dr. B. FOTT) im Mai 1963¹⁾, fand ich Material, in welchem sich nach einmonatlicher Kultur eine Vegetationsfärbung zeigte, die durch einen winzigen Flagellaten hervorgerufen wurde. Die Untersuchung und Bestimmung ergab, dass es sich um eine bisher nicht bekannte Art der Gattung *Spermatozopsis* KORSCHIKOW handelt, die sich in der Zellform, im Vorhandensein eines Pyrenoids und auch ökologisch von der einzigen bisher bekannten Art *Spermatozopsis exsultans* KORSCHIKOW unterscheidet. Die Beobachtungen in der Natur und des kultivierten Materials zeugen davon, dass die neue Art extrem saure Lebensbedingungen (mit pH 1—2) fordert.

Ökologisch gehört sie in die Gruppe der sogenannten acidophilen Flagellaten, wie sie FOTT und McCARTY (1964) definiert haben. Zur Kultur wurde verdünntes Bristolmedium nach STARR (1960) benützt, dessen pH mit Schwefelsäure herabgesetzt worden war. Ein Versuch, den Flagellaten bei höherem pH (3, 5, 8) zu kultivieren, misslang, da unter solchen Bedingungen ganz andere Algen wuchsen. Mit Hinsicht auf die ausgeprägte Azidophilie schlage ich vor, den neuen Organismus als *Spermatozopsis acidophila* sp. n. zu benennen.

Die Gattung *Spermatozopsis* KORSCHIKOW (1913) gehört zu den verhältnismässig wenig bekannten Flagellaten, deren winzige Ausmasse und ephemeres Vorkommen in der Natur die Erforschung erschweren. Obzwar die Art *Sp. exsultans* KORSCHIKOW mehrere Autoren beobachteten (PASCHER 1927, LACKEY 1939, FOTT 1947, SKUJA 1955, BELCHER & SWALE 1961), wurden die hauptsächlichsten Angaben von KORSCHIKOW (1913) nur unwesentlich ergänzt. Als eine Besonderheit wurde das Vorkommen von zwei- und viergeisseligen Einzelwesen bei ein- und derselben Art angesehen und blieb unaufgeklärt. KORSCHIKOW (1913) hält die viergeisseligen Zellen für den normalen vegetativen Zustand, da er die Teilung und Entstehung von viergeisseligen Tochterzellen feststellen konnte. PASCHER (1927) sprach auf Grund eigener Beobachtungen die Meinung aus, dass die vegetativen Zellen nur zweigeisselig sind, die viergeisseligen Zellen hält er für lange beweglich bleibende Holozygoten; dazu bemerkt er aber, dass die von KORSCHIKOW angegebene Teilung viergeisseliger Zellen einer solchen Erklärung widerspricht. Gleich-

¹⁾ Herrn Prof. Dr. B. FOTT danke ich für wertvolle Ratschläge bei der Arbeit und für eigene Zeichnungen aus dem Jahre 1947. — Herrn Dr. BROŽEK aus Františkovy Lázně bin ich für bereitwillige Hilfe beim Aufsuchen der Lokalitäten im Gebiete der „Soos“ zu Dank verpflichtet.

zeitig beschreibt PASCHER (1927) aus brakischen Tümpelwässern eine neue Gattung *Korschikoffia*, die sich von der Gattung *Spermatozopsis* durch den konstanten Besitz nur zweier Geisseln unterscheidet. Er beobachtete aber auch eine kleine Anzahl viergeisseliger Zellen, welche er als bewegliche Zygozoosporen ansieht. PASCHER weist auf den nahen Verwandtschaftsgrad mit der Gattung *Spermatozopsis* hin. Die Art *Korschikoffia guttula* wurde nicht mehr gefunden und daher bestehen Schwierigkeiten, diese Gattung richtig zu deuten. Trotz grosser Ähnlichkeit sprechen der Bau des Geisselapparates, der starke Zellmetabolismus und teilweise auch der Chromatophorencharakter für die Erhaltung dieser Gattung. LACKEY (1939) beschrieb aus Scioto River (USA) Vegetationsfärbung, hervorgerufen durch *Spermatozopsis exsultans* und führt an, dass er nur viergeisselige Formen sah. FOTT (1947) (nach einer nicht publizierten Zeichnung) beobachtete zwei- und viergeisselige Zellen von *Spermatozopsis exsultans*. Bei viergeisseligen Formen stellte er eine Teilung der Chromatophoren fest. Er nimmt an, dass die Zeichnung achtgeisseliger Formen (KORSCHIKOW 1913, Tab. 1: 11) sich als fortsetzende Teilung erklären lässt, deren Ergebnis vier Monaden sind. SKUJA (1955) zeichnet nur viergeisselige Zellen. DE-DUSSENKO-STSCHEGOLEVA (1959) erwähnt die Anwesenheit von nur vier Geisseln und reiht die Gattung *Spermatozopsis* in die Unterklasse der *Euwellocineae* ein. BELCHER und SWALE (1961) beschrieben vier- und achtgeisselige Zellen mit undeutlichen Stigma.

Mein Material von *Spermatozopsis acidophila* sp. n. stammt aus einer Reihe von Lokalitäten der „Soos“, wo diese Art wiederholt beobachtet wurde. Die Kulturanzucht und Anwendung cytologischer Methoden (Fixierung mit OsO_4 , Sublimat-Alkoholgemisch, NAVASCHINS-Gemisch und Färbung mit Hämatoxylin nach HEIDENHEIN, Hämalaun nach MAYER, mit saurem Fuchsin nach ALTMANN) ermöglichten die Erforschung der cytologischen Morphologie und der Verhältnisse bei der Vermehrung. Nukleale Reaktion nach FEUGLEN wurde ohne Erfolg angewendet, obzwar die Zeit der Hydrolyse und Färbung verschiedenartig geändert wurden. Die Beobachtungen an lebenden und fixierten Zellen von *Spermatozopsis acidophila* ermöglichten mir, ausser der Diagnose der neuen Art auch die Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Gattung zu ergänzen und einige Einzelheiten zu klären.

Die Zellen der Art *Spermatozopsis acidophila* sp. n. sind spindelförmig, gerade oder leicht gebogen, an der ventralen Seite mässig abgeflacht; Ausmasse $(7,6) - 10,2 - (12,7) \mu \times (1,7) - 2,1 - (2,3) \mu$. Das vordere Zellende ist etwas breiter, abgerundet und mit einer winzigen plasmatischen Papille versehen. Ihre Form und Grösse ist veränderlich. Der hintere Zellteil ist enger, stumpf beendet. Die Zelloberfläche ist mit Periplasten bedeckt. Lebende Monaden behalten ständig ihre Form bei, die Veränderung der Gestalt ist nur an absterbenden Zellen bemerkbar. Zwei gleich lange Geisseln sind an der Basis der apikalen Papille eingesetzt und durch die Papille in ihrer ganzen Breite voneinander abgeteilt. Die Länge der Geissel überragt um $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ die Zellenlänge. Im Ruhezustand sind beide Geisseln nach hinten gerichtet. Zwei pulsierende, sehr undeutliche Vakuolen sind in der Nähe der Geisselbasis vorhanden. Der Chromatophor ist muldenförmig und füllt im vorderen Zellteile nur ein Drittel des Zellinhaltes aus, der hintere Teil der Zelle hingegen besteht nur aus Chromatophor. Im massiven Teile des Chromatophoren befindet sich das Pyrenoid mit einer deutlichen Stärkeschicht. Das Stigma liegt im oberen Drittel des Chromatophoren, es ist linsenförmig und überragt oft den Zellumriss. Der ovale Kern ist in der oberen Zellhälfte angebracht. Die einzige Symmetrieebene der Zelle ist durch die Lage der Geisseln, des Stigmas und des Kernes bestimmt. Die Vermehrung erfolgt durch Längsteilung der Zellen, wobei die Teilungsebene mit der Symmetrieebene der Zelle identisch ist. Nach der Lage der Teilungsebene unterscheidet sich die Gattung *Spermatozopsis* von den übrigen Gattungen der Ordnung der *Polyblepharidales*, deren Teilungsebene senkrecht zur Symmetrieebene steht. Bei der Teilung verdoppelt sich

fast gleichzeitig mit der Kernteilung auch die Anzahl der Geissel und es geht die Teilung des Pyrenoids, der Chromatophoren und des Stigmas vor sich, die Trennung der Tochterprotoplasten (Cytotomie) erfolgt jedoch erst nach einer gewissen Zeit. Daher beobachtete ich in der Kultur und im Freilandmaterial viergeisselige, manchmal auch achtgeisselige Flagellaten, bei denen sich erst bei sorgfältiger Untersuchung verdoppelte Organellen feststellen liessen. Die Feststellung dieser Einzelheiten erschwert der Umstand, dass die entstehenden Tochterprotoplasten nebeneinander liegen, bei Beobachtung von oben ein Protoplast den anderen oft deckt, beide Pyrenoide, sowie die Augenflecken verdeckt sind und ihre Verdoppelung demnach leicht übersehen werden kann. Nach der Stufe der gehemmten Zellteilung können in einer Population entweder nur zweigeisselige, viergeisselige aber auch achtgeisselige Zellen beobachtet werden. Die Trennung der Tochterprotoplasten vollzieht sich gleichzeitig vom apikalen und basalen Ende zur Zellmitte (zentripetal); am längsten bleibt die Verbindung der Zellen im Mittelteil erhalten. Der ganze Teilungsvorgang kann deutlich bei Seitenansicht beobachtet werden. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist typisch hologam, die zweigeisseligen Zellen fungieren als Gameten. Kopulierende Individuen vereinigen sich, wie üblich, mit ihren apikalen Enden.

Die Zellteilung von *S. acidophila* stimmt im wesentlichen mit Teilungsvorgang bei *S. exsultans* (siehe KORSCHIKOW 1913, Tab. 1 : 11, 13) überein. KORSCHIKOW beobachtete eine gewisse Abnormität, und zwar eine sich fortsetzende Teilung noch nicht abgetrennter Protoplasten. Als Beweis für eine solche Deutung kann die Lage der beiden Stigmata (siehe Fig. 11) angesehen werden.

Zum Abschluss führe ich die taxonomische Übersicht der Gattung *Spermatozopsis* an:

Spermatozopsis KORSCHIKOW 1913

Spermatozopsis KORSCHIKOW 1913, p. 137—145; PASCHER 1927, p. 100; SMITH 1950, p. 72; SKUJA 1955, p. 100; FOTT 1959, p. 221, DEDUSSENKO-ŠČEGOLEVA 1959, p. 61; HUBER-PESTALOZZI 1961, p. 35.

Zellen spindelförmig, gerade, sichelförmig gebogen, manchmal an der ventralen Seite abgeflacht, mit zwei, gleich langen, die Zelllänge um die Hälfte überragenden Geisseln. Chromatophor muldenförmig mit einem Stigma, bei *S. acidophila* mit Pyrenoid. Kern kugelförmig oder oval, seitlich in der oberen Zellhälfte. Zwei pulsierende Vakuolen, undeutlich. Vermehrung durch Längsteilung, Teilungsebene mit der Geisselebene identisch. Trennung der Tochterprotoplasten zentripetal. Geschlechtliche Fortpflanzung hologam.

Bemerkung: Für die Gattung ist die Zellform und die Art der Längsteilung charakteristisch. In Kultur sowie im Naturmaterial befinden sich viergeisselige oder achtgeisselige Zellen, die vorübergehend bei der Längsteilung entstehen.

Leitart: *Spermatozopsis exsultans* KORSCHIKOW 1913.

1. *Spermatozopsis exsultans* KORSCHIKOW 1913

Spermatozopsis exsultans KORSCHIKOW 1913, p. 137—145, tab. 1 : 11—13 (Diagnosa, basionym, icona); PASCHER 1927, p. 100, fig. 64 : a—d; LACKEY 1939, p. 131—132; SMITH 1950, p. 72, fig. 16; SKUJA 1955, p. 100, tab. 11 : 23—24; FOTT 1959, p. 221, fig. 130 : b; DEDUSSENKO-ŠČEGOLEVA 1959, p. 61, fig. 11—5; BELCHER & SWALE 1961, p. 56, fig. 1 : G, H, I; HUBER-PESTALOZZI 1961, p. 35, tab. 6 : 25 a—d.

Zellen spindelförmig, sichelförmig gebogen oder leicht schraubenförmig gewunden, 7—9 μ lang, vorne abgerundet im hinteren Teile verengt und stumpf. Zwei Geisseln um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ die Zelllänge überragend. In der Ruhelage

nach rückwärts gerichtet. Chromatophor muldenförmig ungefähr eine Hälfte des Zelldurchmessers ausfüllend. Pyrenoid fehlt. Stigma länglich, im oberen Drittel des Chromatophoren. Am Rande des Chromatophoren oft eine Reihe von lichtbrechenden Volution ähnlich Granula.

Vorkommen: in eutrophen Gewässern, mesosaprob, wahrscheinlich kosmopolitisch.

Lokalitäten: Böhmen, ohne nähere Lokalitätsangabe (PASCHER 1927), Teich Malá Komora in Nordböhmen (FORT 1947); USSR: Umgebung von Charkov (KORSCHIKOW 1913); Schweden: Im Plankton von Halaren (SKUJA 1955); USA: Scitio River (LACKEY 1933); Grossbritannien: Eine Reihe von Angaben aus dem ganzen Gebiet (BELCHER u. SWALE 1961).

2. *Spermatozopsis acidophila* sp. nova

Cellulae fusiformes, rectae, saepe paulo arcuatae. Apex latior, cum papilla plasmatica, antapex angustatus, obtusus.

Dimensiones: (7,6)—10,2—(12,7) $\mu \times$ (1,7)—2,1—(2,3) μ .

Chromatophorum rivuliforme, fere tertiam partem protoplasti anterioris et totum protoplastum posteriorem implens. Pyrenoideum in posteriori parte massiva chromatophori, cum singula testa amylacea. Nucleus ellipsoideus, lateralis, in parte anteriori.

Habitatio: in aqua minerali acidum sulphuricum cum pH 1—2 paludis Soos prope Františkovy Lázně, Bohemia occidentalis.

Zellen spindelförmig, gerade, manchmal leicht gebogen, im vorderen Teil breiter, mit plasmatischer Papille, im hinteren Teile verengt und stumpf. Ausmasse: (7,6)—10,2—(12,7) $\mu \times$ (1,7)—2,1—(2,3) μ . Chromatophor muldenförmig, ungefähr ein Drittel des Protoplasten im vorderen Zellteile und völlig den hinteren Zellteil ausfüllend. Pyrenoid im hinteren massiven Teil des Chromatophoren, mit einer Stärkehülle versehen. Kern oval, seitlich in der oberen Zellhälfte.

Vorkommen: in schwefelsauerem Mineralwässern mit pH 1—2, acidophil.

Lokalität: ČSSR: Naturschutzgebiet „Soos“ bei Franzensbad (Františkovy Lázně).

Literatur

- BELCHER J. H. et SWALE E. M. (1961): Some new and uncommon British Volvocales. — Brit. Phycol. Bull. 2 : 56—62.
- DEDUSENKO-ŠČEGOLEVA N. T., MATVIENKO A. M. et ŠKORBATOV L. A. (1959): Volvocineae. — Opred. presn. vodoroslej SSSR 8 : 1—228, M—L.
- FORT B. (1959): Algenkunde. — 482 p., Jena.
- et MCCARTHY A. J. (1964): Three acidophilic volvocine flagellates in pure culture. — Journ. Protozool. 11 (1) : 116—120.
- HUBER-PESTALOZZI (1961): Volvocales. — Das Phytoplankton des Süßwassers, Stuttgart, 5 : 1—741.
- KORSCHIKOW A. A. (1913): *Spermatozopsis exsultans*, nov. gen. et sp. iz gruppy Volvocales. — Trudy Obšč. Isp. Prirody Charkov. Univ. 46 : 107—146.
- LACKEY J. B. (1939): Notes on plankton flagellates from the Scitio River. — Lloydia 2 : 128—143.
- PASCHER A. (1927): Volvocales. — Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreich und der Schweiz. 4. — 506 p., Jena.
- SKUJA H. (1955): Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton Schwedischer Binnengewässer. — Nova Acta Regiae Soc. Sci. Uppsaliensis 16 : 1—400.
- SMITH G. M. (1950): The fresh water Algae of United States. — 716 p., New York—Toronto—London.
- STARR R. C. (1960): The culture collection of algae Indiana University. — Amer. Journ. Botany 47 (1) : 67—86.

Erklärungen zur Tafel VI:

1. — *Spermatozopsis acidophila* sp. n. — a, b, c, d, e — verschiedene vegetative Zellen. f — vegetative Zelle vom Vorderende gesehen. g, h — verschiedene Stadien der Längsteilung. i — Stadium der Längsteilung vom Vorderende gesehen. j — vegetative Zelle, Seitenansicht. k — Längsteilung in Seitenansicht. l — Anfang der Hologamie. (k, l — nach Dauerpräparaten gezeichnet, mit OsO₄-Dämpfen behandelt und nach Navaschin fixiert, mit Eisenhämatoxylin gefärbt). Vergrößerung 100 \times 15. Original T. KALINA.