

MIKROSPEKTRALPHOTOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DEN ENTWICKLUNGSZYKLUS
VON *ERNODESMIS VERTICILLATA* (KÜTZING) BØRGESEN
(SIPHONOCLADALES, CHLOROPHYCEAE)*

R. SCHNETTER¹, U. RUCKELSHAUSEN¹, G. SEIBOLD²

ZUSAMMENFASSUNG. — In grösseren Zellen des Thallus von *Ernodesmis verticillata* entstehen nach Meiose haploide, zweigeisselige Schwärmer, die unter Kulturbedingungen zu neuen Thalli auskeimen können. In den neu gebildeten Thalli treten nebeneinander haploide und diploide Zellkerne auf. Da keine rein haploiden Pflanzen beobachtet wurden, wird angenommen, dass es sich bei *Ernodesmis* um einen Diplonten handelt und die zweigeisseligen Schwärmer Gameten darstellen, die parthenogenetisch auskeimen können. Das Auftreten diploider Kerne könnte auf eine Autodiploidisierung zurückzuführen sein.

SUMMARY. — In large thallus cells of *Ernodesmis verticillata* biflagellate swimmers are formed after meiosis. The swimmers may germinate under culture conditions and form new thalli. In these thalli both haploid and diploid nuclei were found. Because no exclusively haploid plants have been observed, it is assumed that the thalli of *Ernodesmis* are diploid and that the haploid swimmers are gametes (haplobiontic life cycle with gametic meiosis). The gametes may form new thalli by parthenogenesis. The presence of diploid nuclei in those plants are supposed to be the consequence of diploidisation of haploid nuclei.

SCHLÜSSELWÖRTER.: Chlorophyceae, *Ernodesmis verticillata*, Entwicklungszyklus, Meio-gameten, Parthenogenese, Kern-DNS-Gehalt, Mikrospektralphotometrie.

EINLEITUNG

Nur verhältnismässig wenige Entwicklungszyklen sind bisher bei Angehörigen der Grünalgenordnung Siphonocladales untersucht worden, und teilweise werden Beobachtungsergebnisse in unterschiedlicher Weise interpretiert (vgl. TANNER, 1981). Arbeiten über den Entwicklungszyklus der Gattung *Ernodesmis* unter Berücksichtigung der Kernphase liegen bislang noch nicht vor. In grösseren Thalluszellen entstehende bewegliche, zweigeisselige Stadien (vgl. BØRGESEN, 1912) sind bisher oft als Zoosporen angesehen worden. Die vorliegende Veröff-

* Herrn Prof. Dr. H. A. von STOSCH, Marburg, zum 75. Geburtstag gewidmet.

1. Botanisches Institut I der Justus-Liebig-Universität, D-6300 Giessen.
2. Strahlencentrum der Justus-Liebig-Universität, D-6300 Giessen.

entlichung soll zur Kenntnis der Funktion dieser Schwärmer im Entwicklungszyklus von *Ernodesmis verticillata* beitragen.

MATERIAL UND METHODE

Die verwendeten *Ernodesmis verticillata*-Pflanzen stammen von der Isla Tierra Bomba bei Cartagena, Kolumbien, wo sie wenig oberhalb der Niedrigwasserlinie im Schatten überhängender Felsen an mässig brandungsexponierter Stelle wuchsen. Sie wurden im September 1981 gesammelt. Die Thalli entwickelten sich unter Kulturbedingungen in Giessen gut und bildeten die Grundlage für Unialgkulturen.

Als Kulturmedium diente von der Biologischen Anstalt Helgoland geliefertes Seewasser, welches angereichert (Tab. 1) und wöchentlich erneuert wurde. Die Kultur erfolgte in Kryolichtthermostaten bei 23° und 25° C sowie einer Lichtintensität von 2,4 W/m² im 12-Stundentag. Als Lichtquellen wurden Leuchtstoffröhren (Philips TL 20W/29) verwendet.

Tabelle 1. — Kulturmedium. Zusätze zum Seewasser (Endkonzentrationen in μmol), nach von STOSCH (1966), verändert.

NaNO ₃	500	Na ₂ MoO ₄ · 2 H ₂ O	0,1
Na ₂ HPO ₄ · 12 H ₂ O	30	NH ₄ VO ₃	0,1
FeSO ₄ · 7 H ₂ O	1	Na ₂ WO ₄ · 2 H ₂ O	0,02
MnCl ₂	0,1	Na ₂ SeO ₃ · 5 H ₂ O	1
Na ₂ EDTA · 2 H ₂ O	10	TeO ₂	0,02
As ₂ O ₃	1	KJ	1
Vitamine :		Biotin	0,025
Aneurin	0,025	Cobalamin	0,0005

Zur Untersuchung der Kern-DNS-Gehalte wurden Thallusabschnitte, vorwiegend die grossen Zellen, angestochen und anschliessend zwischen zwei mit Eiweissglycerin bestrichenen Objektträgern gequetscht und bei - 30°C gefroren. In diesem Zustand lassen sich die Objektträger leicht voneinander trennen (absprenge). Der Fixierung schloss sich eine Kernfärbung nach FEULGEN (JARDANOV, 1963) an, bei der die Kerne in 4n HCl 105 Minuten lang bei Zimmertemperatur behandelt wurden (siehe BÖHM, 1968).

Bei dem zu untersuchenden Material wurde darauf geachtet, dass Pflanzen, in denen Meiosen ablaufen könnten, nicht verwendet wurden. Die Thalli, die aus begeisselten Stadien angezogen worden waren, hatten zum Zeitpunkt der Kernfärbungen noch nicht den Entwicklungszustand erreicht, in dem Schwärmerbildung auftreten konnte.

Die Messungen der relativen Kern-DNS-Gehalte (Extinktionswerte) erfolgten mittels eines UMSP 1 (Zeiss) (zur Methodik siehe AL-KUBAISY, SCHWANTES & SEIBOLD, 1981).

ERGEBNISSE

Bei einer Temperatur von 23°C zeigten die Thalli gutes vegetatives Wachstum. Eine Temperaturerhöhung auf 25°C löste in den grossen Zellen der Pflanzen die Bildung von mit zwei Geisseln versehenen Schwärmern aus, die 6 Tage nach der Temperaturveränderung freigesetzt wurden.

Die Schwärmer setzten sich nach einigen Stunden auf dem Boden der Kulturgefässe fest und keimten aus. Die jungen Keimlinge waren nach 2-3 Tagen als grüner Belag mit blossen Auge zu erkennen. Aus den Keimlingen entwickelten sich normal gestaltete Pflanzen, die ebenfalls zweigeisselige Schwärmer freisetzen.

Die Zellkerne von *Ernodesmis verticillata* sind rundlich. Ihre Grösse schwankte bei den Thalli des Ausgangsmaterials nach FEULGEN-Färbung zwischen 5,1 und 6,5 µm, bei den Schwärmern lag sie bei 3,6 µm (Mittelwert von 50 Messungen). Die durch mikrospektralphotometrische Messungen ermittelten relativen DNS-Gehalte der Zellkerne des Ausgangsmaterials, der Schwärmer und der aus diesen hervorgegangenen Thalli sind in Abb. 1 und 2 dargestellt. Mit einer Ausnahme (Abb. 1 C) ergaben die Messungen zur Verteilung der Kern-DNS-Gehalte von Thalli, die sich durch Auskeimen der zweigeisseligen Schwärmer entwickelt hatten (Abb. 1 C - E, Abb. 2), Werte, die sowohl die für das Ausgangsmaterial typischen (Abb. 1 A) als auch für die Schwärmer charakteristischen (Abb. 1 B) einschlossen. Bei den Messergebnissen, die in Abb. 1 D - E dargestellt sind, wurde kein Wert auf eine Zuordnung der Kerne zu einer bestimmten Zelle gelegt. Um zu prüfen, ob auch in einzelnen Zellen derartig unterschiedliche Kern-DNS-Gehalte auftreten, wurden ausschliesslich einer Zelle angehörige Kerne gemessen (Abb. 2 A - C). Auch hier traten nebeneinander Kerne mit für das Ausgangsmaterial und die Schwärmer typischen DNS-Gehalten auf.

DISKUSSION

Auf Grund der Messergebnisse werden die Kerne der durch vegetative Vermehrung (ohne Schwärmerbildung) auf die in Kolumbien gesammelten Pflanzen zurückgehenden Thalli als diploid angesehen. Von den in Abb. 1 A dargestellten Werten werden die Klassen 1-2 (rel. DNS-Gehalte 29,9 - 40,9) mit einem Mittelwert des relativen DNS-Gehaltes von 37,5 als G₁-Phase und die Klassen 5-6 (rel. DNS-Gehalte 51,9 - 62,9) mit einem Mittelwert von 56,7 als G₂-Phase der Kerne im Zellzyklus betrachtet. Die Verteilung der DNS-Werte in Abb. 1 A entspricht einer Zellkernpopulation, in der Synthese und Teilungen ablaufen, mit G₁-, S- und G₂-Phase. Der Kern-DNS-Gehalt der zweigeisseligen Schwärmer (Abb. 1 B) zeigt dagegen die G₁-Phase haploider Kerne mit einem Mittelwert des relativen DNS-Gehaltes von 17,7 an. Vor der Bildung der Schwärmer muss also eine Meiose abgelaufen sein.

Bei den Schwärmer könnte es sich um (Meio-) Zoosporen oder um Gameten handeln. Zoosporen müssten zu haploiden Thalli auskeimen. Thalli mit ausschliesslich haploiden Kernen wurden jedoch nicht beobachtet. Die Schwärmer

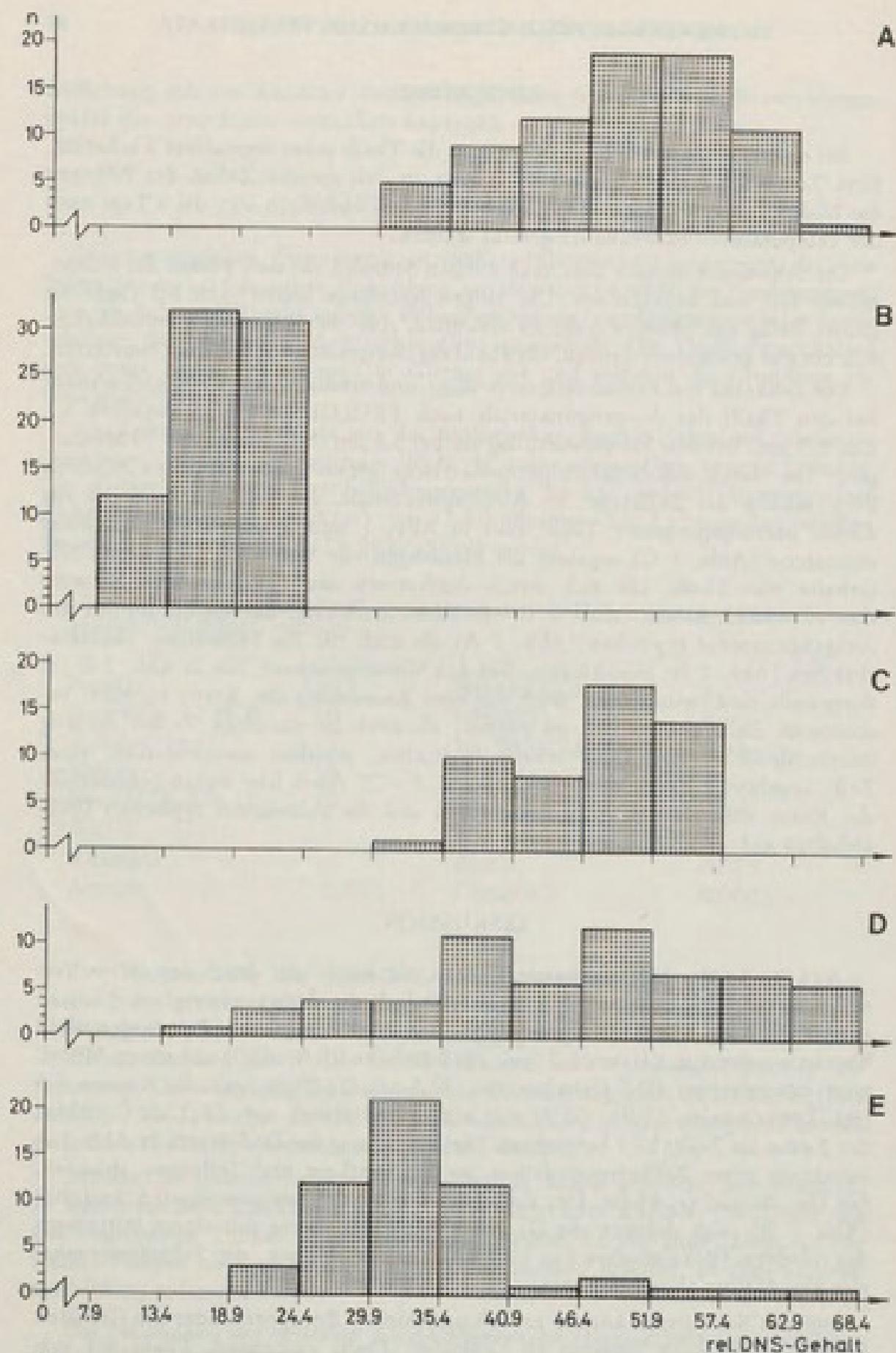


Abb. 1. — Relative Kern-DNS-Gehalte von *Ermodermis verticillata*; n : Anzahl der Zellkerne. A : Diploides Ausgangsmaterial. B : Haploide Gameten. C : In Kultur nach Gameten- (Zygoten- oder Zoosporen- ?) Keimung entstandener Thallus mit diploiden Kernen. D, E : Nach parthenogenetischer Gametenkeimung entstandene Thalli mit haploiden und diploiden Kernen; D 2 Monate alt, E 4 Monate alt.



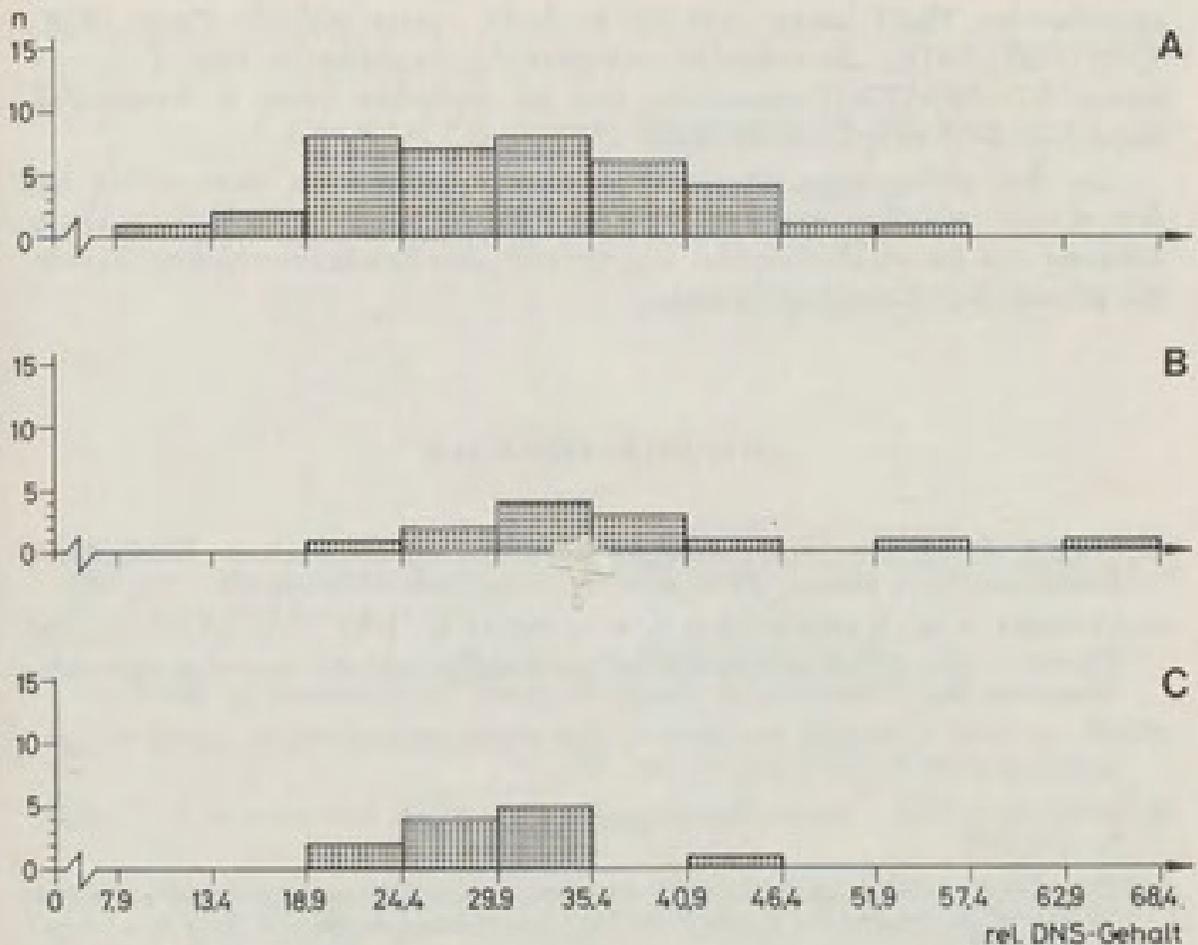


Abb. 2. — Relative DNS-Gehalte von Zellkernen jeweils einer Zelle verschiedener, 2 Monate alter Thalli. In allen Zellen treten haploide und diploide Kerne nebeneinander auf.

werden deswegen nicht als Zoosporen angesehen sondern als Gameten aufgefasst, obwohl in Kultur keine Gametenverschmelzung beobachtet werden konnte. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die in Abb. 1 C dargestellten Kern-DNS-Gehalte einer nach Zygotenkeimung entstandenen Pflanze entsprechen oder dass dieser Thallus die Keimung von diploiden (Mito-) Zoosporen entstanden ist. Von dieser möglichen Ausnahme, die nicht reproduziert werden konnte, abgesehen, keimten in allen anderen untersuchten Fällen Gameten parthenogenetisch zu neuen Thalli aus.

In den Zellen der parthenogenetisch entstandenen Thalli treten, wie sich aus Abb. 1 D - E und 2 ergibt, nebeneinander haploide und diploide Kerne auf. Über den Zeitpunkt des Auftretens diploider Kerne bei *Ernodesmis* und über deren Entstehungsweise lassen sich noch keine Aussagen machen. Theoretisch könnten diploide Kerne durch Verschmelzung von zwei haploiden Kernen oder durch Autodiploidisierung entstehen. Das spontane Auftreten diploider Kerne in zunächst haploiden Pflanzen wurde mehrfach beobachtet (WIK-SJÖSTEDT, 1970; AHRBERG, 1975). Zweigeißelige Isogameten treten bei *Cladophora sericea* (Huds.) Kütz. var. *biflagellata* van den Hoek auf (vgl. van den HOEK, 1963). Diese können parthenogenetisch auskeimen, und die daraus

entstehenden Thalli haben zunächst haploide, später diploide Kerne (WIK-SJØSTEDT, 1970), die teilweise zusammen mit haploiden in einer Zelle auftreten. WIK-SJØSTEDT nimmt an, dass die diploiden Kerne in diesem Fall durch Diploidisierung haploider Kerne entstehen.

Aus den vorliegenden Untersuchungen wird geschlossen, dass es sich bei *Ernodesmis verticillata* um einen Diplonten handelt, bei dem die haploide Phase während des Entwicklungszyklus auf die Gameten beschränkt bleibt (Diplont mit gametischem Kernphasenwechsel).

LITERATURVERZEICHNIS

- AHRBERG, H.E., 1975 — Untersuchungen zur Cytologie und zum Wachstum verschiedener Stämme von *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. *Eur. J. For. Path.* 5 : 287-303.
- AL-KUBAISY, K.H., SCHWANTES, H.O. & SEIBOLD, G., 1981 — Cytophotometrische Untersuchungen zum Generationswechsel autotropher und heterotropher siphonaler Organismen (*Faucheria sessilis* und *Saprolegnia ferax*). *Nova Hedwigia* 34 : 310-316.
- BÖHM, N., 1968 — Einfluss der Fixierung und der Säurekonzentration auf die Feulgen-Hydrolyse bei 28°C. *Histochem.* 14 : 201-211.
- BØRGENSEN, F., 1912 — Some Chlorophyceae from the Danish West Indies, II. *Bot. Tidsskr.* 32 : 241-273.
- JORDANOV, J., 1963 — On the transition of desoxyribonucleic acid to apurinic acid and the loss of the latter from tissues during Feulgen reaction hydrolysis. *Acta Histochem.* 15 : 135-152.
- STOSCH, H.A. von, 1966 — Labor-Arbeitsblatt.
- TANNER, C.E., 1981 — Chlorophyta : life histories, S. 218-247, in LOBAN, C.S. & WYNNE, M.J., *The biology of seaweeds*. Blackwell Sci. Publ., Oxford, XI + 786 S.
- VAN DEN HOEK, C., 1963 — Revision of the European species of *Cladophora*. E. J. Brill, Leiden, VII, 248 S. + 55 Taf.
- WIK-SJØSTEDT, A., 1970 — Cytogenetic investigations in *Cladophora*. *Hereditas* 66 : 233-262.

(Accepté le 6 juillet 1984)



Schnetter, R, Ruckelshausen, U, and Seibold, G. 1984.

"Mikrospektral-photometrische Untersuchungen über den Entwicklungszyklus von *Ernodesmis verticillata* (Kützing) Borgesen (Siphonocladales, Chlorophyceae)." *Cryptogamie. Algologie* 5(2-3), 73–78.

View This Item Online: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/288153>

Permalink: <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/309103>

Holding Institution

Muséum national d'Histoire naturelle

Sponsored by

Muséum national d'Histoire naturelle

Copyright & Reuse

Copyright Status: In copyright. Digitized with the permission of the rights holder.

Rights Holder: Muséum national d'Histoire naturelle

License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Rights: <http://biodiversitylibrary.org/permissions>

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.