

Cechy morfologiczne oospor *Nitella flexilis* (Characeae)

PATRYCJA BOSZKE^{1,2} i MARIUSZ PELECHATY¹

BOSZKE, P. AND PELECHATY, M. 2008. Morphological features of oospores of *Nitella flexilis* (Characeae). *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 15(2): 313–319. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: The morphological features of *Nitella flexilis* (L.) Agardth oospores were examined in six lakes in the Pomerania (materials from professor Izabela Dąbmska Collection of Charophytes of Poland, Department of Hydrobiology, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland). Length and maximum width of oospores, ISI index (length/width*100), number of ridges and width of fossa at equator were measured. Additionally, the oospore wall ornamentation pattern was examined by means of scanning electron microscopy (SEM).

Oospores of *Nitella flexilis* are rounded and a flange is present on the ridge. Wall ornamentation is smooth or pitted. Oospores are 417–567 μm (mean 487.8 ± 40.23) long and 350–500 μm (435.0 ± 37.47) wide with 5–7 ridges on their surface. Width of fossa ranges from 67–83 μm (80.1 ± 4.92). ISI index is 100–127 (112.3 ± 6.6). The variation coefficient varies from 6% for ISI index, number of ridges and width of fossa to 9% for oospore width.

KEY WORDS: oospores, *Nitella flexilis*, Characeae, morphology

P. Boszke, M. Pełechaty, ¹Zakład Hydrobiologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Umultowska 89, PL-61-614 Poznań, Polska; e-mail: marpelhydro@poczta.onet.pl

P. Boszke, ²Collegium Polonicum, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza – Europa-Universität Viadrina, ul. Kościuszki 1, PL-69-100 Ślubice; e-mail: hydropati007@wp.pl

WSTĘP

Ramienice (*Charales*) są grupą makrofitów znaną z olbrzymiej zmienności morfologicznej. Dlatego, przy oznaczaniu gatunku, bierze się pod uwagę zarówno morfologię plech, jak i struktur generatywnych, a także form przetrwalnikowych, oospor, będących wynikiem rozmnażania generatywnego (DĄBMSKA 1964; WOOD & IMAHORI 1965; KRAUSE 1997; CASANOVA 2005). Oospory otoczone są trwałą ścianą, złożoną z wielu warstw, w związku z czym dobrze zachowują się w osadach i mogą być także używane do identyfikacji ramienic w banku diaspor (HAAG 1983; CASANOVA & BROCK 1990; DE WINTON i in. 2000). Mają także ogromne znaczenie w badaniach paleobotanicznych (HAAS 1994; SOULIÉ-MÄRSCHKE 1994; GARCIA & CHIVAS 2004).

Od lat 80. XX w. powstało wiele prac na temat zróżnicowania cech morfologicznych oospor. W niektórych z nich uwzględniono także strukturę ściany, obserwowanej zarówno w mikroskopie świetlnym, jak i elektronowym. Wśród pierwszych badaczy, którzy zwrócili

szczególną uwagę na urzeźbienie ściany u rodzaju *Nitella* byli JOHN i MOORE (1987) oraz CASANOVA (1991). Prace powyższych autorów wzbogacone zostały zdjęciami prezentującymi szczegóły struktury ściany oospor. Badania tego typu kontynuowane są obecnie przez wiele ośrodków naukowych, a autorzy podkreślają, że urzeźbienie ściany jest cechą, która charakteryzuje się największą stałością, w związku z czym należy ją traktować jako jedną z istotniejszych cech diagnostycznych (MANDAL i in. 1995; NOZAKI i in. 1998; SAKAYAMA i in. 2005; DE WINTON i in. 2007).

W Polsce dotychczas nie opisywano szczegółowo oospor *Nitella flexilis* (L.) Agardth, jednego z dziewięciu gatunków kryniczników stwierdzonych w naszej florz. Ramienica ta jest szeroko rozpowszechniona w świecie. W Polsce często jest spotykana na Pomorzu, gdzie rośnie w czystych i głębokich jeziorach, na bardzo różnej głębokości od kilku cm do około 10 m, na dnie piaszczystym, znacznie rzadziej mulistym, w wodzie o odczynie lekko kwaśnym. W przeszłości była uznawana za gatunek charakterystyczny dla zespołu *Isoëto-Lobelietum* (Koch 1926) R. Tx. et Dierss. Ap. Dierss. 1975 (DĄBSKA 1964). Obecnie występuje często, w różnych typach jezior, także w ekosystemach odbiegających znacznie trofią od jezior oligotroficznych, z którymi związany jest wymieniony zespół.

Celem badań jest analiza zakresu zmienności cech morfologicznych oospor *Nitella flexilis*, ze stanowisk jeziornych Pomorza, na tle światowych danych literaturowych. Wyniki badań są podstawą do rozważań nad wartością diagnostyczną cech oospor tego gatunku.

MATERIAŁY I METODY

Do badań wykorzystano materiał zielnikowy zebrany w latach 1955–1974, z sześciu stanowisk jeziornych zlokalizowanych na Pomorzu. Dla każdego stanowiska starano się podać informacje o miejscu odnalezienia, siedlisku, roślinach towarzyszących, dacie zbioru, nazwiska osób zbierających i oznaczających. Poszczególne stanowiska zlokalizowano również w kwadratach siatki ATPOL (ZAJĄC 1978).

Z każdego stanowiska pobrano po pięć oospor. Oospory wybierano z różnych części plechy. W analizie morfometrycznej oospor uwzględniono ich długość i szerokość maksymalną, indeks ISI (długość/szerokość*100) oraz liczbę listew i szerokość bruzdy, według zaleceń HORN AF RANTZIEN (1956). Używano mikroskopu stereoskopowego Olympus SZX 9.

Zdjęcia oospor zostały wykonane w Pracowni Mikroskopii Elektronowej i Konfokalnej Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

STANOWISKA

1. Jezioro Jeleń koło Bytowa na głębokości do 7 m – **CB 03**, 13. 07. 1957 r., leg. I. Dąbska;
2. Jezioro Długie, przy brzegu południowym na głębokości ok. 0,5 m, koło Łyśniewa – **CA 85**, 20. 07. 1955 r., leg. I. Dąbska;
3. Jezioro Nawionek – **CB 33**, 14. 08. 1962 r., leg. J. Ławrynowicz, det. I. Dąbska;
4. Jezioro Leśniówek, koło Czaplina – **BB 73**, brak daty, leg. I. Dąbska;
5. Jezioro Krzemno, w północno-wschodniej części jeziora – **BB 74**, 28. 07. 1964 r., leg. I. Michna;
6. Jezioro Mały Łódzin, przy brzegu północnym na głębokości ok. 1 m – **CB 52**, 1. 08. 1974 r., leg. I. Dąbska.

WYNIKI I DYSKUSJA

Oospory *Nitella flexilis* są okrągławe ciemnobrązowe lub czarne z wyraźnie zaznaczonymi listwami. Często posiadają oskrzydlenia, czyli pozostałości po komórkach okorowania (Ryc. 1A, B, C, D). Ściana zewnętrzna jest gładka lub jamowata (Ryc. 1E, F). Długość oospor mieści się w przedziale od 417 do 567 μm , średnio ma wartość $487,8 \pm 40,23 \mu\text{m}$. Ich szerokość waha się w przedziale 350–500 μm i przeciętnie wynosi $435,0 \pm 37,47 \mu\text{m}$. Na powierzchni oospor występuje 5–7 listew, przeważnie jest ich 6. Wartości indeksu ISI wahają się w granicach od 100 do 127, średnio – 112. Przeciętna szerokość bruzdy wynosi $80,1 \pm 4,92 \mu\text{m}$, a jej wartości mieszczą się w przedziale 67–83 μm . Współczynniki zmienności nie są wysokie, od ok. 6% w przypadku indeksu ISI, liczby listew i szerokości bruzdy do ok. 9% dla szerokości oospory (Tab. 1).

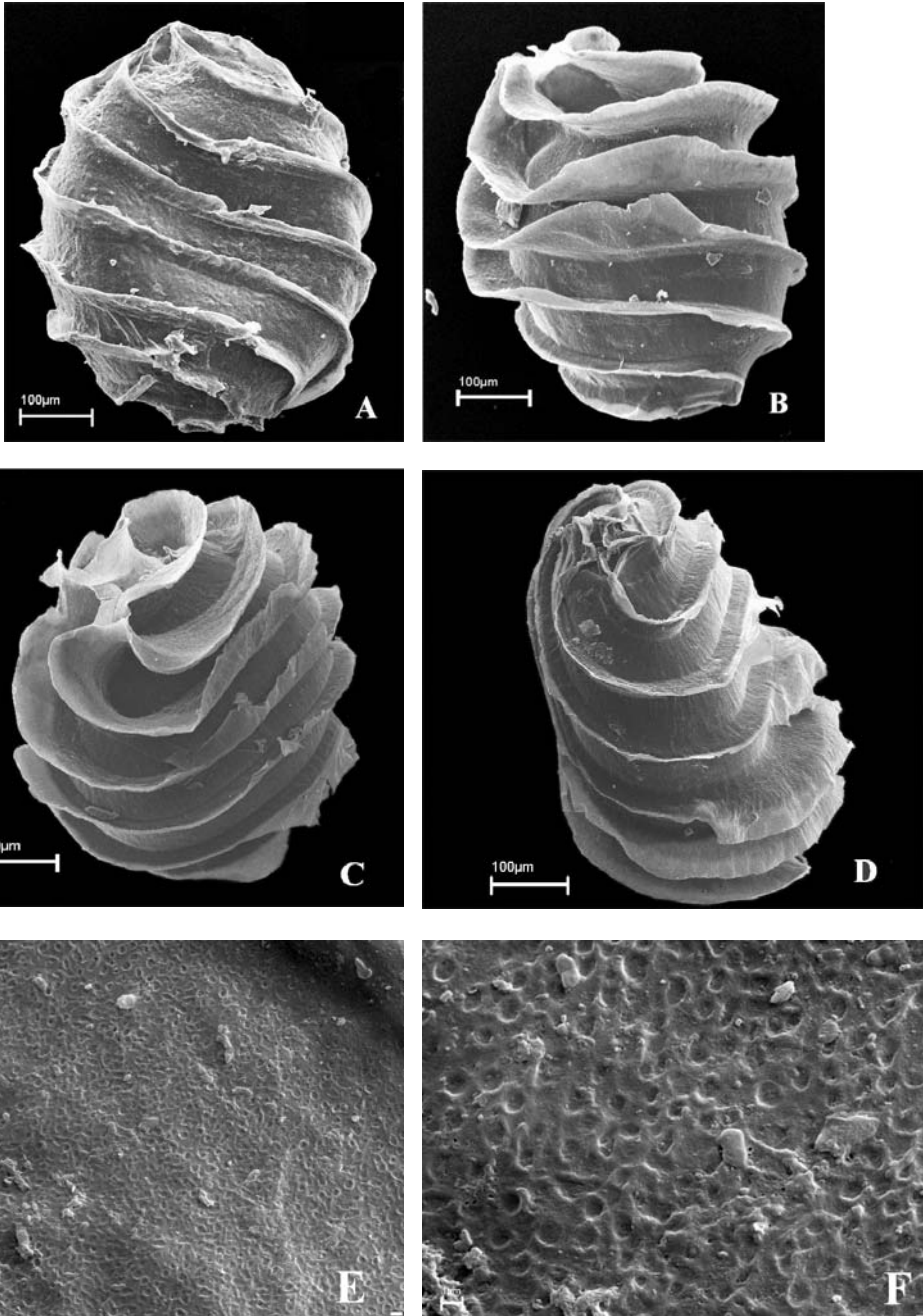
Tabela 1. Cechy biometryczne oospor *Nitella flexilis*
Table 1. Biometric features of *Nitella flexilis* oospores

Cecha Feature	Długość Length [μm]	Szerokość Width [μm]	ISI index	Liczba listew Number of ridges	Szerokość bruzdy Width of fossa [μm]
Mean	487,80	435,03	112,35	6,07	80,07
S.D.	40,23	37,47	6,62	0,37	4,92
Min.	417,00	350,00	100,00	5	67,00
Max.	567,00	500,00	127,82	7	83,00
V[%]	8,25	5,89	8,61	6,09	6,14

Zakresy zmienności większości cech *Nitella flexilis*, pochodzących z ekosystemów jeziornych Pomorza, są szerokie, szersze nawet nieco od podawanych w literaturze dla gatunku. GROVES i BULLOCK-WEBSTER (1920) podali, że długość oospor tego gatunku mieści się w przedziale 500–570 μm , natomiast HOLLERBACH i KRASAVINA (1983) wykazali, że długość waha się w granicach 480–575 μm , podczas gdy stwierdzony zakres tej cechy w badanych jeziorach wynosi 417–567 μm . Według wymienionych autorów szerokość oospory mieści się w przedziale 400–500 μm , natomiast w badanych populacjach granice tej cechy wahają się od 300 do 500 μm . Dla liczby listew w literaturze podawany jest zakres 5–7 (GROVES & BULLOCK-WEBSTER 1920; KRAUSE 1997) lub 6–8 (HOLLERBACH & KRASAVINA 1983). W jeziorach pomorskich oospory *Nitella flexilis* mają od 5 do 7 listew, w związku z czym zakres tej cechy jest zbliżony do danych literaturowych.

Najbardziej stałymi cechami oospor *Nitella flexilis* są indeks ISI oraz liczba listew i szerokość bruzdy, dlatego tak mała rozbieżność w zmienności cech u tego gatunku nie pozwala wskazać, która z nich może być najistotniejsza w identyfikacji oospory. Największą zmienność natomiast wykazuje szerokość oospory, podobnie zresztą jak u *Chara fragilis* (BOSZKE & PELECHATY 2006), czy *Lychnothammus barbatus* (BOSZKE i in. 2007).

Cechy biometryczne opisujące oospory wykazują szereg znaczących korelacji. Dodatnie związki wykazano pomiędzy długością i szerokością oospory ($r = 0,7$) oraz długością oospory i szerokością bruzdy ($r = 0,6$), a także pomiędzy szerokością oospory i bruzdy ($r = 0,5$). Natomiast pomiędzy szerokością oospory a indeksem ISI korelacja jest ujemna



Ryc. 1. Oospora *Nitella flexilis* w położeniu bocznym (A, B; 400 x), górnym (C; 400 x), dolnym (D; 400 x) oraz profil ściany z centralnej części oospory (E; 5000 x; F; 15000 x)

Fig. 1. Oospore of *Nitella flexilis* in lateral view (A, B; 400 x), apical view (C; 400 x), basal view (D; 400 x) and profile of the wall in central part of oospore (E; 5000 x; F; 15000 x)

($r = -0,5$). Należy więc przypuszczać, że wraz z długością oospory wzrasta jej szerokość oraz szerokość bruzdy. MANDAL i RAY (2004), którzy podjęli temat różnic w morfologii u rodzaju *Chara*, zauważyli również, że najsilniejsze związki istnieją pomiędzy długością i szerokością oospory oraz długością oospory a szerokością bruzdy. Zatem zarówno u rodzaju *Nitella*, jak i *Chara* korelacje pomiędzy cechami oospor kształtują się podobnie.

Jednym z ważniejszych elementów morfologii oospor, brany pod uwagę szczególnie w ostatnich latach jest struktura ściany oospory. Oospory rodzaju *Nitella* charakteryzują się dużym zróżnicowaniem w strukturze ściany. Może się i tak zdarzyć, że u jednego gatunku spotyka się różne typy ornamentacji ściany oospor (MUKHERJEE & RAY 1993; MANDAL i in. 1995; MANDAL i in. 1999). W przypadku badanych oospor zauważono, że ornamentacja może być zarówno gładka, jak i jamowata (Ryc. 1). FRAME (1977) i RAY i in. (2001) również odnotowali, że wzór urzeźbienia ściany oospory *Nitella flexilis* jest jamowaty. RAY i in. (2001) oraz ELKHIATI i in. (2002) zauważyli ponadto, że podobna struktura występuje u niektórych oospor *Nitella opaca*. Gatunki te charakteryzują się bardzo zbliżoną budową plech, a różni je jednopienność u *Nitella flexilis* i dwupienność u *Nitella opaca*. W stanie płonnym gatunki te są bardzo trudne w identyfikacji. Dlatego w przyszłości warto poszerzyć badania o analizę porównawczą cech oospor obu tych gatunków, jak też i innych gatunków z rodzaju *Nitella*.

LITERATURA

- BOSZKE P. & PELECHATY M. 2006. Zmienność morfologiczna oospor *Chara fragilis* Desv. w różnych typach ekosystemów wodnych Wielkopolski (materiały Kolekcji Ramienic Polski profesor Izabelli Dąbskiej). – *Ekologia i Technika* **3**(81): 118–122.
- BOSZKE P., PELECHATY M. & PUKACZ A. 2007. Cechy biometryczne oospor *Lychnothamnus barbatus* z Jeziora Łągowskiego. – *Ekologia i Technika* **3**(88): 79–84.
- CASANOVA M. T. 1991. An SEM study of developmental variation in oospore wall ornamentation in three *Nitella* species (*Charophyta*) in Australia. – *Phycologia* **30**: 237–242.
- CASANOVA M. T. 2005. An overview of *Chara* L. in Australia (*Characeae*, *Charophyta*). – *Australian Syst. Bot.* **18**: 25–39.
- CASANOVA M. T. & BROCK M. A. 1990. Charophyte germination and establishment from seed bank of an Australian temporary lake. – *Aquatic Botany* **36**: 247–254.
- DĄBSKA I. 1964. *Charophyta* – Ramienice. s. 126. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- DE WINTON M. D., CLAYTON J. S. & CHAMPION P. D. 2000. Seedling emergence from seed banks of 15 New Zealand lakes with contrasting vegetation histories. – *Aquatic Botany* **66**: 181–194.
- DE WINTON M. D., DUGDALE T. M. & CLAYTON J. S. 2007. An identification key for oospores of the extant charophytes of New Zealand. – *New Zealand Journal of Botany* **45**(3): 463–476.
- ELKHIATI N., SOULIÉ-MÄRSCHÉ I., RAMDANI M. & FLOWER R. 2002. A study of the oospores of *Nitella opaca* (*Charophyceae*) from Megene Chitane (Tunisia). – *Cryptogamie Algol.* **23**(1): 65–73.
- FRAME P. 1977. Fine structural studies of oospore ornamentation and bulbil development in charophytes. Mskr. pracy doktorskiej. University of Toronto.
- GARCIA A. & CHIVAS A. R. 2004. Quaternary and extant euryhaline *Lamprothamnium* Groves (*Charales*) from Australia: Gyrogonite morphology and paleolimnological significance. – *Journal of Paleolimnology* **31**: 321–341.

- GROVES J. & BULLOCK–WEBSTER G. R. 1920. The British *Charophyta*. s. 144. Ray Society, London.
- HAAG R. W. 1983. Emergence of seedlings of aquatic macrophytes from lake sediments. – Can. Journ. Bot. **61**: 148–156.
- HAAS J. N. 1994. First identification key for charophyte oospores from central Europe. – European Journ. of Phycol. **29**: 227–235.
- HOLLERBACH M. M. & KRASAVINA L. K. 1983. Charavye Vodorosli – *Charophyta*. Opredelitel Presnovodnykh Vodorosley SSSR. s. 190. Izdatiel'stvo „Nauka”, Leningrad.
- HORN AF RANTZIEN H. 1956. Morphological terminology relating to female charophyte gametangia and fructifications. – Bot. Not. **109**: 212–259.
- JOHN D. M. & MOORE J. A. 1987. An SEM study of oospore of some *Nitella* species (*Charales*, *Chlorophyta*) with descriptions of wall ornamentation and an assessment of its taxonomic importance. – Phycologia **26**: 334–355.
- KRAUSE W. 1997. *Charales (Charophyceae)*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. **18**. s. 202. G. Fischer, Jena.
- MANDAL D. K., RAY S. & MUKHERJEE A. 1995. Scanning electron microscopic study of compound oospore wall ornamentations in some taxa under *Nitella furcata* complex (*Charophyta*) from India. – Phytomorphology **45**: 39–45.
- MANDAL D. K. & RAY S. 1999. Taxonomic significance of scanning electron microscopis study of oospore wall ornamentations in *Charophyceae*. – Phytomorphology **49**(4): 425–432.
- MANDAL D. K. & RAY S. 2004. Taxonomic significance of micromorphology and dimensions of oospores in the genus *Chara* L. (*Charales*, *Chlorophyta*). – Arch. Biol. Sci., Belgrade. **56**(3–4). 131–138.
- MUKHERJEE A. & RAY S. 1993. Scanning electron microscopic study of compound oospore wall ornamentations of some charophyte taxa from West Bengal. – Phytomorphology **43**: 111–116.
- NOZAKI H., KODO M., MIYALI K., KATO M., WATANABE M. & KASAKI H. 1998. Observations on the morphology and oospore wall ornamentation in culture of the rediscovered Japanese endemic *Nitella gracilens* (*Charales*, *Chlorophyta*). – Eur. J. Phycol. **33**: 357–359.
- RAY S., PEKKARI S. & SNOEJIS P. 2001. Oospore dimensions and wall ornamentation patterns in Swedish charophytes. – Nordic J. Bot. **21**: 207 – 224.
- SAKAYAMA H., MIYAJI K., NAGUMO T., KATO M., HARA H. & NOZAKI H. 2005. Taxonomic re-examination of 17 species of *Nitella* subgenus *Tieffallenia* (*Charales*, *Charophyceae*) based on internal morphology of oospore wall and multiple DNA marker sequences. – J. Phycol. **41**: 195–211.
- SOULIÉ-MÄRSCHÉ I. 1994. The paleocological implications of the charophyte flora of The Trinity Division. Junction. Texas. – Journal of Paleontology **68**(5): 1145–1157.
- WOOD R. D. & IMAHORI K. 1965. A revision of the *Characeae*. s. 903. Cramer, Weinheim.
- ZAJĄC A. 1978. Założenie metodyczne „Atlasu rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce”. – Wiad. Bot. **22**(3): 145–155.

SUMMARY

The ultrastructural features of oospore wall ornamentation patterns revealed by scanning electron microscopy (SEM) are important taxonomic characters of the *Charales*. The study species, described in the present paper, was *Nitella flexilis* (L.) Agardh, whose oospore description was supplemented with the SEM characteristics of the wall ornamentation. Such studies of *N. flexilis* have not been undertaken in Poland so far. In a result it was found that wall ornamentation can be described as smooth or pitted (Fig. 1E, F). In general, it was stated that oospores of *N. flexilis* are rounded. They are dark brown or black and a flange is

present on the ridges (Fig. 1A, B, C, D). Oospores are 417–567 μm long and 350–500 μm wide. They have 5–7 ridges. Width of fossa ranges between 67–83 μm . The isopolarity index (length/width²100) is 100–127 (Table 1). The variation of majority of features is wider than this reported in literature. The oospore width is the most changeable feature. By contrast, number of ridges and ISI index appeared to be the least variable traits, as it was evidenced by the lowest variation coefficient values.

Przyjęto do druku: 11.08.2008 r.

