

Waarnemingen van kiemlingen, provegetatieve cellen en dichotypische cellen van enkele *Cosmarium*-soorten in het Zwanenwater

Michiel Schreijer

mier.47@hetnet.nl

Observations of germlings, prevegetative cells and dichotypic cells of some *Cosmarium* species in the Zwanenwater (the Netherlands)

An investigation of the desmid flora in dune pools and wet dune valleys of Zwanenwater (The Netherlands) revealed zygospores, germlings and prevegetative cells of *Cosmarium corbula* Brébisson and, most likely, also prevegetative cells of *Cosmarium botrytis* Ralfs. Observations of germlings and prevegetative cells in wild populations of desmids are rare. But the observations in Zwanenwater (Netherlands) give reason to assume that some stages are easily overlooked or interpreted as deformities or stages of the vegetative propagation of the species. While germlings are difficult to identify due to their undifferentiated appearance, prevegetative cells can be easily distinguished from other reproductive stages. Observations of this type of cells, like the presence of zygospores, indicate a complete reproductive cycle of the species in a given habitat. Next to sexual stages of the above-mentioned species, a polymorphic population of *Cosmarium commissurale* Ralfs was encountered, some forms resembling *Cosmarium trachypleuroides* Van Westen & Coesel. The find of dichotypic cells combining semicells of those supposed taxa raises question after their taxonomic identity.

Voor alle foto's geldt: © Michiel Schreijer.

Inleiding

In het voorjaar van 2023 werden in het kader van een meerjarig onderzoek naar de (sier)algenflora van het Zwanenwater enkele ondergelopen laagten aan de westkant en twee kleine duinpoelen aan de zuidkant (fig. 1) bemonsterd. In het verzamelde materiaal werden een aantal keren dichotypische cellen van *Cosmarium corbula*, *C. botrytis* en *C. commissurale* aangetroffen. De cellen bestonden uit een karakteristieke semicel en een ongedifferentieerde semicel of een semicel die (ogenschijnlijk) tot een geheel andere soort behoorde.

Door de vondst van een enigszins op *Cosmarium coeselii* gelijkende cel samen met een dichotypische cel van *Cosmarium botrytis*, waarvan de ene helft leek op de *C. coeselii*-achtige cel, werd vermoed dat het hier om cellen ging die thuishoren in de seksuele reproductiecyclus van Desmidiaceeën, zoals beschreven door Lenzenweger (1968). Het proces van zygotevorming en zygotekieming wordt in de natuur weinig waargenomen en de factoren die er toe aanzetten zijn nog slecht



Fig.1 Ligging van de monsterlocaties.

doorgrond. Coesel & Meesters (2023) geven een afbeelding van de reproductiecyclus (p.15) waarin, naast de 'volwassen' vegetatieve cel, drie belangrijke stadia voorkomen: (1) de zygospore, (2) de kiemling (germeling) en (3) de provegetatieve cel (prevegetative cell). Zygosporen worden vaak afgebeeld in de literatuur, maar dat is voor kiemlingen en provegetatieve cellen veel minder het geval. Hierdoor worden deze celtypen vaak niet herkend of ze worden geïnterpreteerd als 'dichotypische' cellen of misvormingen (Lenzenweger, 1968). Bij de vorming van een kiemling en de daaropvolgende provegetatieve cellen zijn een aantal complexe celdelingsprocessen betrokken (Klebahn, 1891). Er is redelijk veel onderzoek gedaan aan zygotevorming bij Desmidiaceeën, o.a. door Ludwig Kies in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw. Waarnemingen en onderzoek aan kiemlingen en provegetatieve cellen zijn echter zeer zeldzaam (Lenzenweger, 1978).

Afwijkende cellen van Desmidiaceeën zijn voor veel onderzoekers meestal een reden om het microscoopbeeld snel verder te schuiven op zoek naar de vormen met de voor Desmidiaceeën zo kenmerkende symmetrie. Toch lijkt het zinvol er wat meer aandacht aan te besteden, omdat deze afwijkingen ook een beeld geven van de variatie die kan optreden bij het doorgaans vastomlijnde uiterlijk en de symmetrie van Desmidiaceeënsoorten. De waarnemingen aan *Cosmarium commissurale* zijn daar een voorbeeld van.

Vindplaatsen en bemonsteringsmethode

De waarnemingen zijn afkomstig van drie locaties in het Zwanenwater, die alle worden gekenmerkt door tijdelijke droogval in de zomer. Punt 1 ligt in de noordwesthoek van het Tweede Water aan de oostzijde van het werkpad (fig. 1 en 2) en bestaat uit een ondergelopen laagte. Op dit punt varieerde de pH van 5,6 tot 6,5 en de EGV₂₀ van 150 tot 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Punt 2 ligt in een duinpoel in de zuidwesthoek van het Tweede Water aan de westzijde van het werkpad en is onderdeel van een kleine duinvallei (fig. 1 en 3). Hier varieerde de pH van 5,9 tot 6,5 en EGV₂₀ van 130 tot 415 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Punt 3 is eveneens een 's zomers meestal droogvallende duinpoel langs het werkpad en ligt aan de zuidoostkant van het Tweede Water (fig. 1 en 4). De pH varieert hier van 5,9 tot 7,5 en de EGV₂₀ van 170 tot 403 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Alle monsters zijn verzameld als knijpmonsters. Er is steeds een mengmonster gemaakt van knijpsel van verschillende substraten op een locatie, variërend van grassen en mossen tot jonge planten van *Potamogeton polygonifolius* of *P. gramineus*.



Fig. 2. Punt 1; een ondergelopen laagte langs het werkpad aan de noordwestkant van het Tweede Water.



Fig. 3. Punt 2; Een kleine duinpoel in een natte duinvallei, beschut door wilgen aan de zuidwestkant van het Tweede Water.



Fig. 4. Punt 3; Duinpoel aan de zuidoostzijde van het Tweede Water die van tijd tot tijd droogvalt.

Waarnemingen

Cosmarium corbula

C. corbula (fig. 5) is een betrekkelijke zeldzame soort in het Zwanenwater. Van de 30 onderzochte locaties werd hij op slechts vier plekken gevonden, die allemaal worden gekenmerkt door droogval in de zomer. In Nederland is *C. corbula* regelmatig gevonden in Noord-Brabant en verder een aantal keren in het Dwingelderveld en langs het Tjeukemeer (waarneming.nl). Verder is de soort bekend van Terschelling (van Tooren & Mandos, 2020) en Texel (Bruin et al., 2011). De soort wordt door Coesel & Meesters (2023) opgegeven als minder zeldzaam voor duinwateren. In het Zwanenwater werd deze soort alleen op punt 1 regelmatig in redelijke dichtheden gevonden. Op de andere drie locaties is hij sporadisch waargenomen.

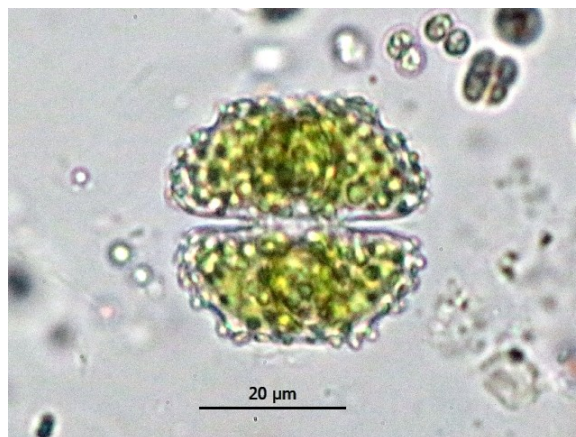


Fig. 5. *Cosmarium corbula* (var. *hians*).

Op 1 mei 2023 werden van *C. corbula* op punt 1 grote hoeveelheden zygosporen aangetroffen. Deze zygosporen (fig. 6A en B) waren waarschijnlijk vrij kort daarvoor gevormd. Bij de meeste waren de semicellen nog met de spore geassocieerd. De locatie was een maand later op 29 mei volledig uitgedroogd en kon pas weer in augustus bemonsterd worden doordat er in juli veel regen was gevallen. In augustus werd *C. corbula* weer in

redelijke aantallen teruggevonden (op het preparaat 2-10 cellen per cm² van het dekglas). Behalve oude zygosporen werden nu ook kiemlingen (fig. 7) en delingsstadia van kiemlingen (fig. 8) gevonden. De zo ontstane provegetatieve cellen zijn goed herkenbaar (fig. 9).

Deze provegetatieve cellen kunnen een aantal keren een deling uitvoeren en produceren dan 'volwassen' vegetatieve cellen, maar er blijft ook een provegetatieve cel bestaan (zie p. 15, fig. 7 in Coesel & Meesters, 2023). De kans om een provegetatieve cel te vinden is dus groter dan de kans op het vinden van een kiemling.

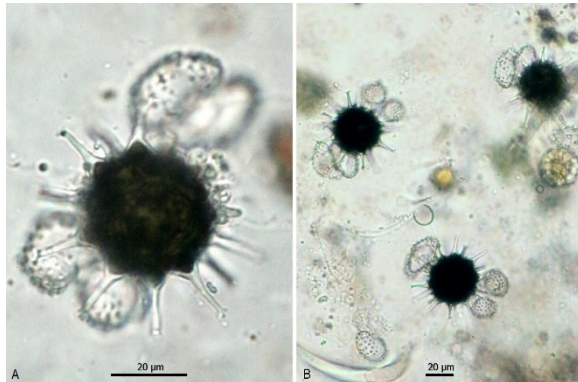


Fig. 6. *Cosmarium corbula*. A. Zygospore met gametangiën. B. Meerdere zygosporen, 2-50 ind./cm².

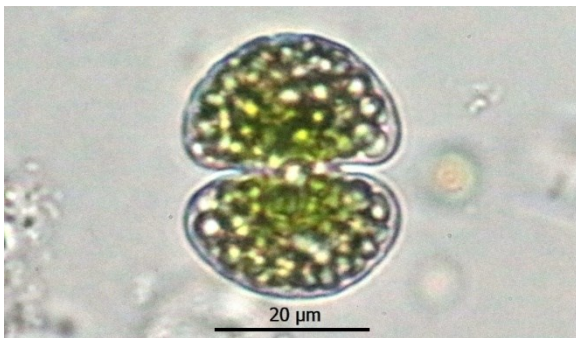


Fig. 7. *Cosmarium corbula*; kiemling.

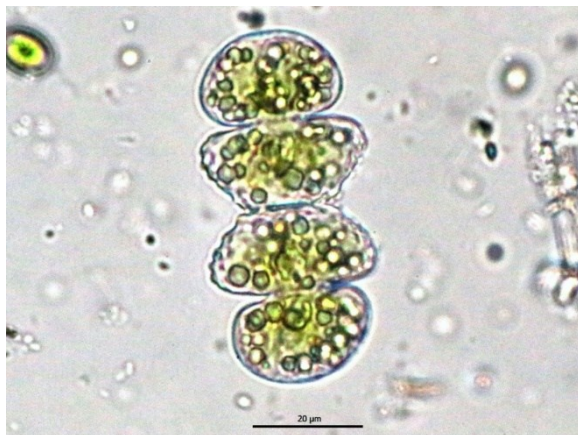


Fig. 8. *Cosmarium corbula*; delende kiemcel die twee provegetatieve cellen produceert.



Fig. 9. *Cosmarium corbula*; provegetatieve cel.

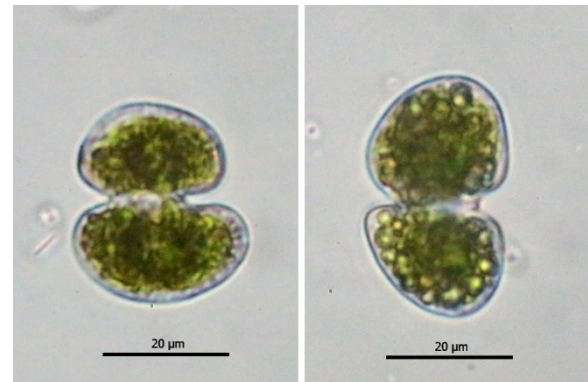


Fig. 10. *Cosmarium corbula*. Enigszins vervormde kiemlingen.

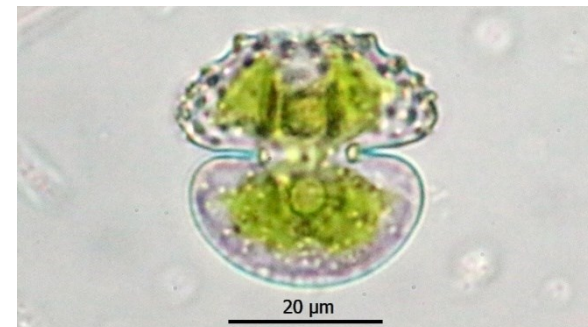


Fig. 11. *Cosmarium corbula*; provegetatieve cel.

In september, oktober en november waren de dichtheden fors teruggelopen, maar in december kwam *C. corbula* weer in even grote dichtheden voor als in mei en augustus en werden niet alleen oude zygosporen gevonden, maar ook opnieuw kiemlingen (fig. 10) en provegetatieve cellen (fig. 11). De kiemlingen waren enigszins misvormd, wellicht omdat de celwand veel minder stevig is dan van de volwassen cellen, maar ook de lage temperatuur kan een rol gespeeld hebben. In december lag de watertemperatuur rond de 2° C en was er een laagje ijs aanwezig. Ook op punt 2 werden provegetatieve en volwassen cellen van *C. corbula* aangetroffen. Hier werden echter geen zygosporen en kiemlingen waargenomen. *C. corbula* produceerde dus vlak voor het droogvallen van zijn habitat grote hoeveelheden zygosporen, die enkele maanden later weer ontkiemden na een periode met veel regen. Temperatuur lijkt bij de ontkieming niet zo'n grote

rol te spelen aangezien in december bij temperaturen van ca. 2° C opnieuw kiemlingen en provegetatieve cellen gevonden werden.

Kiemlingen en provegetatieve cellen worden vaak niet als zodanig herkend. Williamson (1997) beschrijft bijvoorbeeld een aantal dichotypische cellen van *Cosmarium commissurale* var. *acutum*, waaronder overduidelijk een provegetatieve cel van deze soort wordt afgebeeld (Plate 4, fig. 5a). Een ander voorbeeld waarbij kiemlingen en provegetatieve cellen niet als zodanig worden herkend is de publicatie van Williamson uit 1995. Het gaat hier zeer waarschijnlijk om kiemlingen en provegetatieve cellen van *Euastrum turneri*, afkomstig van een locatie boven op de Tafelberg (Zuid-Afrika) waar sterke uitdroging en onderdompeling elkaar afwisselen. De kiemlingen worden hier aangezien voor een vorm van *Cosmarium phaseolus*. De Nijs & Coesel (2022, fig. 8) beschrijven een gereduceerde vorm van *Cosmarium amoenum* die sterk doet denken aan een mogelijke kiemling van deze soort.

Cosmarium botrytis

C. botrytis is een vrij algemene soort in het Zwanenwater, vooral in meer permanente duinpoelen, en is tamelijk variabel in zijn uiterlijk. De typische pyramidale semicel van *C. botrytis* var. *tumidum*, zoals in fig. 12, komt vaak voor, maar ook de veel sterker afgeronde vorm van bijvoorbeeld var. *botrytis* is algemeen. Deze meer afgeronde vormen kunnen op enkele locaties grote afmetingen bereiken met een lengte van 90 µm of meer.



Fig. 12. *Cosmarium botrytis*; vegetatieve cel.

Op punt 2 werd in november een gladwandige *Cosmarium* (fig. 13A) aangetroffen die enige gelijkenis vertoonde met *Cosmarium coeselii*, maar in vorm en afmetingen daarvan duidelijk verschilde. De celwand leek vrij dicht bezet te zijn met poriën (fig. 13B). De vondst van dichotypische cellen van *C. botrytis* met een combinatie van een

gedifferentieerde (volwassen) semicel en een (bijna even grote) ongedifferentieerde semicel (fig. 15A en B) maakte duidelijk dat het hier zeer waarschijnlijk om een provegetatieve cel ging van deze soort. Er werden helaas geen zygosporen gevonden, maar wel goed ontwikkelde vegetatieve cellen (fig. 12).

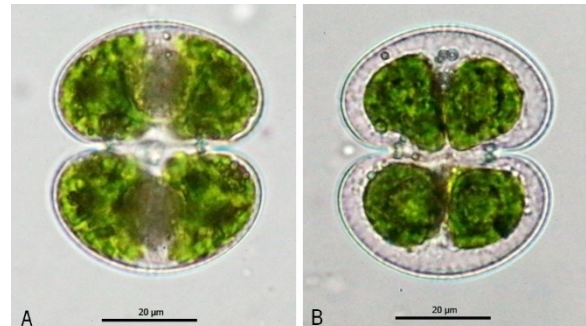


Fig. 13. *Cosmarium botrytis*. A. Kiemling. B. Kiemling; na enige mishandeling van de cel verdichtte de chloroplast en werd iets zichtbaar van de celwandstructuur van de kiemling.

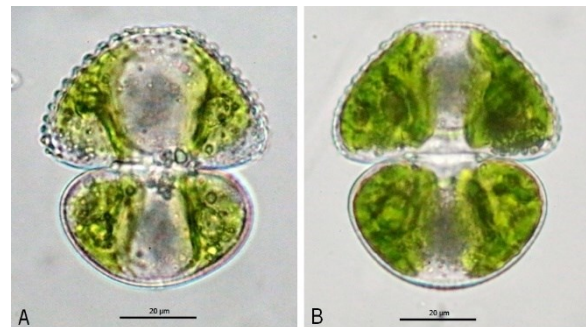


Fig. 14. *Cosmarium botrytis*. A en B. provegetatieve cellen.

Het is niet uit te sluiten dat de kiemlingen van *Cosmarium*-soorten ter grootte van *C. botrytis* door de oppervlakkige beschouwer aangezien zouden kunnen worden voor *C. coeselii*, *C. subcucumis*, *C. rectangulare*, *C. tumidum* (Lenzenweger, 1999) of *C. regulare* Schmidle (Lenzenweger, 2003). De kiemlingen van kleinere soorten, zoals *C. corbula* kunnen verward worden met soorten als *C. identatum*, *C. contractum*, *C. ellipsoideum*, *C. minutum* of *C. phaseolus*. Enigszins vervormde cellen, zoals bij *C. corbula* beschreven, zijn wel een signaal dat het waarschijnlijk niet om een 'volwassen' gladwandige *Cosmarium*-soort gaat, maar om een kiemling.

Cosmarium commissurale

C. commissurale is tamelijk zeldzaam in Nederland (Coesel & Meesters, 2023). Op waarneming.nl worden 38 waarnemingen gemeld, voornamelijk uit Noord-Brabant, maar ook enkele uit Drenthe (Dwingelderveld), Friesland en Overijssel. In het Zwanenwater werd deze soort voor het eerst in januari 2023 in een regelmatig droogvallende duinpoel gevonden (punt 3). Sindsdien is hij op meer

plekken aangetroffen, ook in meer permanente duinpoelen. *C. commissurale* is nogal variabel van vorm. De echte kenmerkende vorm van *C. commissurale*, met een truncate, uitspringende apex, werd niet gevonden. De meeste cellen komen in mindere of meerdere mate overeen met de var. *acutum* (fig. 15A en B) waarbij de laterale lobben van de semicel aan de basis enigszins puntig zijn.

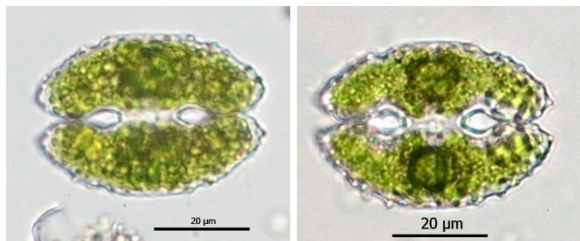


Fig. 15. *Cosmarium commissurale* var. *acutum*. A. Met enigszins truncate apex. B. Met puntige laterale lobben.

In november en december 2023 werden ook op punt 2 redelijke hoeveelheden van *C. commissurale* aangetroffen. De aangetroffen cellen varieerden op deze locatie tussen de meer uitgesproken vorm van *C. commissurale* var. *acutum* (fig. 16A), zoals afgebeeld door Coesel & Meesters (2023, pl. 89, fig. 14) en een afgerondere vorm (fig. 16B) die door Kouwets (1991) ook in Frankrijk werd gevonden en grote gelijkenis vertoonde met het materiaal van Grönblad (1949). Kouwets (1991) gaf deze vorm aanvankelijk de soortnaam *C. pseudocommissurale*. Er werden ook overgangen gevonden tussen deze vormen (fig. 16C) wat suggereert dat *C. pseudocommissurale* een synoniem is van *C. commissurale*.

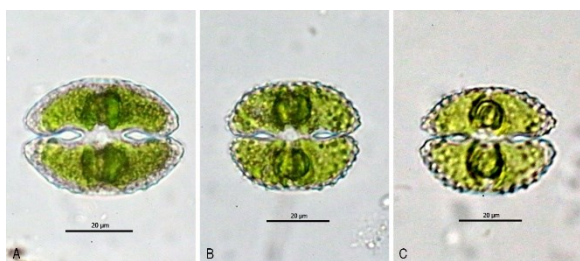


Fig. 16 A. *Cosmarium commissurale* var. *acutum*. B. *C. commissurale*; meer afgeronde vorm, vgl. *C. pseudocommissurale* (Kouwets, 1991). C. *C. commissurale*; overgang naar de meer afgeronde vorm, vgl. *C. pseudocommissurale* (Kouwets, 1991).

Williamson (1997) beschreef een nog verder afgeronde vorm van *C. pseudocommissurale* uit een veenmoeras in N.W. Schotland. Ook deze vormen werden in het Zwanenwatermateriaal gevonden (fig. 17). De sterk afgeronde vormen begonnen echter erg te lijken op *Cosmarium trachypleuroides* (Van Westen & Coesel, 2023), die ook regelmatig werd aangetroffen op deze locatie, inclusief lege cellen (fig. 18A en B). Niet alleen de tekening van Williamson (1997, pl.4 fig. 2) vertoont gelijkenis met

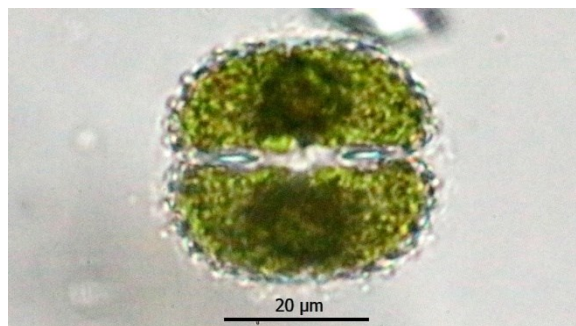


Fig. 17. *Cosmarium commissurale*. Verder afgeronde vorm, vgl. *C. pseudocommissurale* (Williamson, 1997).

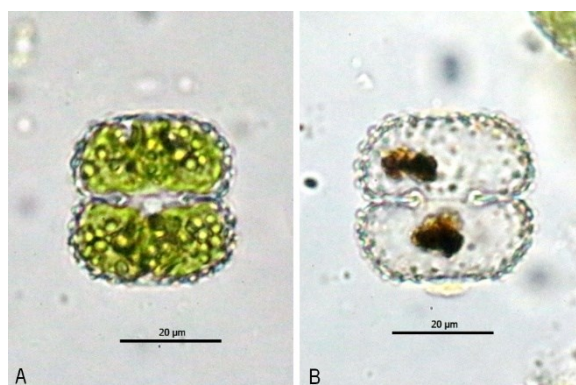


Fig. 18. *Cosmarium trachypleuroides*. A. Levende cel. B. *C. trachypleuroides*; lege cel met zichtbare centrale ornamentatie.

C. trachypleuroides, ook pl. 5 fig. 3 van *C. pseudocommissurale* in Kouwets (1991) heeft een op *C. trachypleuroides* lijkende centrale ornamentatie. Het onderscheid tussen *C. trachypleuroides* en de meest afgeronde cellen van *C. commissurale* kon bij levende cellen op deze locatie daardoor niet goed meer gemaakt worden.

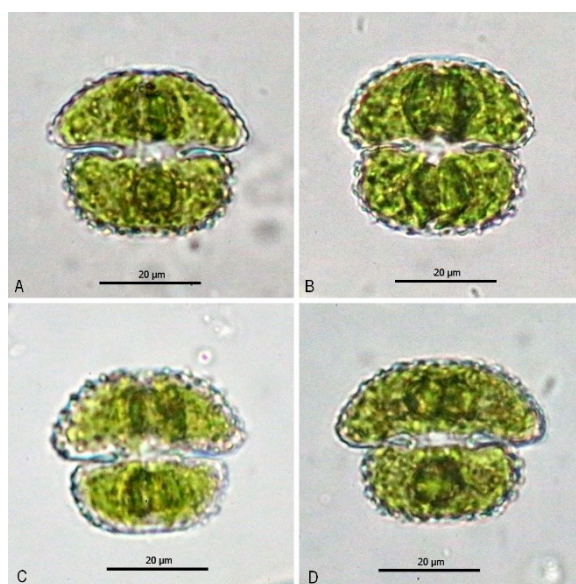


Fig. 19. *C. commissurale*/ *trachypleuroides*; dichotypische vorm.

Om de verwarring nog groter te maken werden ook allerlei dichotypische cellen van *C. commissurale* met eenzijdig sterk afgeronde semicellen gevonden die op *Cosmarium trachypleuroides* leken. De op *C. commissurale* lijkende semicel, varieerde daarbij van typisch *C. commissurale* var. *acutum* tot *C. pseudocommissurale* (fig. 19A, B, C en D).

Door de aanwezigheid van de dichotypische cellen waar *C. commissurale* ogenschijnlijk gecombineerd werd met *C. trachypleuroides* drong zich de vraag op of het hier echt om twee verschillende soorten gaat. Frans Kouwets (mond. med.) geeft aan dat overeenkomst of verschil van de middenornamentatie hier cruciaal is. Die lijkt mogelijk te verschillen in de aan- of afwezigheid van een kleine korrel midden boven de isthmus. Dat kenmerk lijkt echter niet doorslaggevend: zie pl. 85, figuur 15 van *C. trachypleuroides* in Coesel & Meesters (2023, als *C. pseudotrachypleurum* Van Westen & Coesel 2022).



Fig. 20. *Cosmarium commissurale*; vegetatieve deling van een dichotypische cel, waarvan één van de nieuwe cellen op *C. commissurale* lijkt (de onderste) en de andere dichotypisch is gebleven.

Behalve dichotypische cellen werden ook delingsstadia van dichotypische cellen aangetroffen waarbij twee nieuwe cellen werden gevormd, waarvan de een de vorm van *C. commissurale* heeft en de andere dichotypisch *C. commissurale/trachypleuroides* is gebleven (fig. 20). Er werden echter ook delingsstadia gevonden van ogenschijnlijk *C. trachypleuroides* die als nieuwe semicel een meer typische *C. commissurale* vormde (fig. 21).

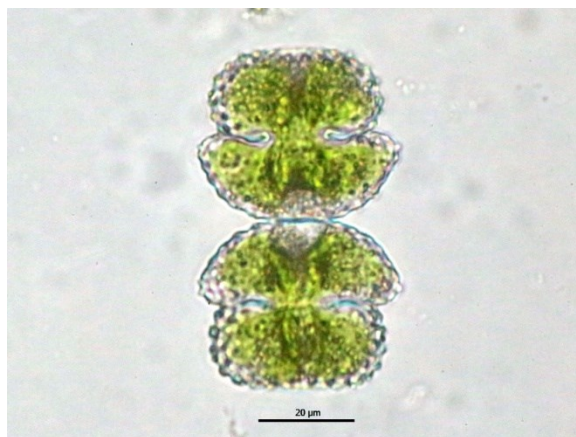


Fig. 21. *Cosmarium trachypleuroides*; vegetatieve deling met vorming van twee dichotypische cellen, waarvan de nieuwe semicel op *C. commissurale* lijkt.

Discussie

De waargenomen dichotypische cellen van de genoemde soorten blijken dus gedeeltelijk te behoren tot celvormen die optreden tijdens de seksuele reproductie van Desmidiaceën. Net als zygosporen zijn ze relatief zeldzaam, maar met name provegetatieve cellen zijn redelijk goed herkenbaar als men er eenmaal oog voor heeft. Terwijl de kiemling een vrij kortstondige fase is, kunnen provegetatieve cellen langer gevonden worden, omdat ze een aantal keren vegetatief blijven delen. Uiteindelijk zullen de provegetatieve cellen ook verdwijnen en blijven de voor de soort kenmerkende 'volwassen' vormen over. Deze 'volwassen' cellen zullen steeds vegetatieve delingen uitvoeren, waarbij de twee nieuwe celhelften doorgaans aan elkaar vast blijven zitten totdat de definitieve (gedifferentieerde) celvorm is bereikt (zie ook Coesel & Meesters 2023, p. 14, fig. 5, waarin steeds één deel van een 'duplet' is afgebeeld). Dichotypische cellen komen tijdens dit proces dus niet voor. Een dichotypische cel met ongedifferentieerde semicel en een 'volwassen' semicel is vrijwel zeker steeds te duiden als een provegetatieve cel. Dat is ook het beeld dat werd aangetroffen in de (tijdelijke) duinpoelen van het Zwanenwater.

De aanwezigheid van kiemlingen en provegetatieve cellen naast zygosporen is een extra indicatie van seksuele voortplanting in de onderzochte habitat. Het zegt iets over de geschiktheid van de habitat voor de soort, wanneer de hele levenscyclus kan worden uitgevoerd en voltooid. Het is daarom de moeite waard om bij waarnemingen in het veld ook te letten op het voorkomen van kiemlingen en provegetatieve cellen.



Terwijl zygosporen van veel soorten worden afgebeeld in de huidige literatuur en ze een rol spelen bij de determinatie van soorten, ontbreken illustraties van kiemlingen en provegetatieve cellen eigenlijk altijd. Soms worden ze aangezien voor dichotypische vormen, zoals door Williamson (1995 en 1997) en mogelijk door De Nijs & Coesel (2022). Bij het registreren van de variabiliteit binnen de soort zou meer aandacht voor kiemlingen, provegetatieve cellen en dichotypische vormen wellicht kunnen helpen bij determinatie en het wel of niet besluiten tot beschrijving van een nieuwe soort.

De variabiliteit van *Cosmarium commissurale* is misschien vrij extreem, maar de overgangen van de ene naar de andere vorm bij vegetatieve delingen, waardoor dichotypische cellen ontstaan, blijft een eigenaardige eigenschap. Ze zijn niet alleen bekend van *C. commissurale*, maar komen ook voor bij andere Desmidiaceeën-soorten (Brook & Hine, 1996; Bicudo & Sormus, 1972).

Het is onduidelijk of de hier beschreven waarnemingen zeldzaam zijn of dat er simpelweg nog onvoldoende op gelet is bij het onderzoek van algenmonsters.

Bovenstaande waarnemingen roepen ook enkele vragen op:

- De kiemling beschikt kennelijk over een recept voor de productie van een volwassen cel. Hoe strikt is dit recept en kan er, bijvoorbeeld onder invloed van de omstandigheden, op gevarieerd worden, waardoor de volwassen celvorm er anders uit gaat zien?
- Als dit recept niet zo strikt is, zouden dan ook volwassen cellen, onder invloed van veranderende milieuomstandigheden, andere (semi)celvormen kunnen produceren? Dit zou een mogelijke verklaring zijn voor de in het Zwanenwater waargenomen combinaties van semicellen van *Cosmarium commissurale* en veronderstelde *C. trachypleuroides*.

Dank

Dank aan Frans Kouwets voor een kritische lezing van het stuk en een aantal waardevolle suggesties voor verbetering, aan Peter Coesel voor een check van de laatste versies, aan Marien van Westen voor het gebruik van zijn literatuurdatabase en aan Natuurmonumenten voor het verlenen van de vergunning voor het uitvoeren van onderzoek aan de algenflora van het Zwanenwater.

Literatuur

- Bicudo C. E. de Mattos & L. Sormus, 1972.** Polymorphism in the desmid *Micrasterias laticeps* and its taxonomical implication. *Journal of Phycology* 8: 237-242.
- Brook, A.J. & A. E. Hine, 1996.** A population of *Staurostrum freemanii* from the central highlands of New Guinea. *Journal of Phycology*: 66-73.
- Bruin, C.J.W., H.F.J. Schulp & J. Simons, 2011.** De waterkwaliteit van de Texelse duinwateren, onderzocht aan de hand van de Sieralgenflora. Staatsbosbeheer, 66 pp.
- Coesel, P.F.M. & J. Meesters, 2023.** Desmids of the Lowlands, 2nd revised and extended edition. KNNV Publishing. Zeist, The Netherlands. 424 pp.
- De Nijs, B. & P.F.M. Coesel, 2022.** Over een komvorm van *Staurostrum furcatum*. *Desmidiologische Mededelingen* 9: 5-6.
- Grönblad, R. 1942.** Algen, hauptsächlich Desmidiaceen, aus dem Finnischen, Norwegischen und Schwedischen Lappland. Mit Berücksichtigung der Organismen des Phytoplanktons und des Zooplanktons. *Acta Societas Scientiarum Fennicae. Nova Series B., Tom. II, No 5*, 46 pp.
- Klebahn, H., 1891.** Studien über Zygoten I. Die Keimung von *Closterium* und *Cosmarium*. *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* 22: 415-443.
- Kouwets, F.A.C., 1991.** Notes on the morphology and taxonomy of some rare or remarkable desmids (Chlorophyta, Zygnemaphyceae) from South-West France. *Nova Hedwigia* 53: 383-408.
- Lenzenweger, R., 1968.** Lebenszyklus und Zygotenkeimung bei der Zieralge *Micrasterias*. *Mikrokosmos* 57: 270-275.
- Lenzenweger, R., 1978.** Zieralgenkeimlinge. *Mikrokosmos* 67: 362-363.
- Lenzenweger, R., 1999.** Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 3. *Bibliotheca Phycologica*, Band 104, J. Cramer, Berlin/Stuttgart, 218 pp.
- Lenzenweger, R., 2003.** Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 4. *Bibliotheca Phycologica*, Band 111, J. Cramer, Berlin/Stuttgart, 87 pp.
- Van Tooren, B.F. & M. Mandos, 2020.** De sieralgen van Terschelling. *Desmidiologische Mededelingen* 5: 2-8.
- Van Westen, M. & P.F.M. Coesel, 2022.** Taxonomic notes on desmids from the Netherlands V, with a description of seven new taxa. *Desmidiologische Mededelingen* 9: 11-18.
- Van Westen, M. & P.F.M. Coesel, 2023.** *Cosmarium trachypleuroides* nom. nov. Van Westen & Coesel. Replaced name: *Cosmarium pseudotrachypleurum* Van Westen & Coesel. *Desmidiologische Mededelingen* 11: 9.
- Williamson, D.B., 1993.** *Cosmarium corbula* Breb var. *hians* var. nov. (Zygnemaphyceae, Desmidiaceae) a new variety of an uncommon desmid. *Quekett Journal of Microscopy* 37: 42-44.
- Williamson, D.B., 1995.** *Cosmarium phaseolus* Breb. or *Euastrum turneri* W. West? A dichotypic desmid population from the plateau of Table Mountain, Cape Town, South Africa. *Quekett Journal of Microscopy* 37: 379-383.
- Williamson, D.B., 1997.** Rare desmids from Scotland. *Algalogical Studies* 84: 53-81.