

Charasomer i svenska kransalger

Vattenlevande växter har svårt att få det kol de behöver. Vissa kransalger har löst problemet med hjälp av så kallade charasomer, en sorts komplicerade inbuktningar i cellmembranen på de fotosyntetiserande cellerna. Dessa bildningar är bara kända från ett fåtal arter. Uppsalaekologerna Johanna Johansson och Pauli Snoeijs har med hjälp av elektronmikroskopi kunnat fastställa att charasomer även finns i de svenska arterna röd- och grönsträse.

JOHANNA JOHANSSON & PAULI SNOEIJIS

Att kunna ta upp kol är av avgörande betydelse för alla växters tillväxt och överlevnad, och till sin hjälp har de ett enzym, rubisco, som binder luftens koldioxid. Koncentrationen av koldioxid i vatten är ungefär densamma som i luft, men problemet för under-

vattenväxter är att transporten av koldioxid går ungefär tiotusen gånger långsammare i vatten än i luft. Om rubisco inte får tillräckligt med koldioxid binder enzymet istället syrgas, vilket inte är önskvärt då det innebär en energiförlust och att farliga syreradikaler bildas som kan skada cellen. Vissa undervattensväxter har utvecklat mekanismer för att även kunna tillgoda sig kol från bikarbonat, som finns i höga halter i såväl sött som salt vatten med högt pH-värde (cirka 8 eller högre). Vissa kransalger är så avancerade att de – förutom dessa rent fysiologiska anpassningar – även har specialiserade strukturer, så kallade charasomer, som underlättar kolupptaget.

Charasomer är komplicerade inbuktningar av cellmembranet som skapar en ytförstoring som anses underlätta transporten av oorganiskt kol in i cellen. I charasomens membran finns troligtvis pumpar som transporterar protoner ut ur cellen, vilket leder till en pH-minskning i charasomens omedelbara närhet. Denna skillnad i pH mellan cellens in- och utsida kan därefter utnyttjas för att transportera oorganiskt kol – antingen som koldioxid eller bikarbonat – in i cellen. Charasomer påvisades först hos den aus-



Figur 1. Rödsträse från Skatviken, cirka 10 km norr om Forsmark, Uppland. Rödsträse är en relativt kraftig art som är lätt att skilja från övriga *Chara*-arter genom grenarnas uppsvälda ändsegment. Den ger ett styvt och spretigt intryck och har rödaktiga skottspetsar. Rödsträse trivs i sjöar med mycket kalkhaltigt vatten men finns också i Östersjöns bräckta vatten. Rödsträse växer vanligtvis ned till åtta meters djup, men har hittats så djupt som 20 meter. Den har minskat kraftigt i Östersjön men förekomsten i kalkrika sjöar är däremot stabil så länge dessa inte utsätts för övergödning (John m.fl. 1982). Litteratur: Björkman 1947, Blindow & Krause 1990, Stewart & Church 1992, Blindow 1994. Foto: Johanna Johansson.

Chara tomentosa from the Baltic.

Kransalger

Kransalgerna är i Sverige representerade av 34 arter inom fem släkten: strärfse *Chara*, *Lamprothamnium*, slinke *Nitella*, *Nitellopsis*, samt rufse *Tolypella* (se Blindow & Krause 1990 för bestämningsnyckel). De förekommer främst i klart, stillastående vatten med mjukbotten där de håller sig fast med hjälp av rotliknande rhizoider. Typiskt för kransalger är deras regelbundna byggnad med långa stamavschnitt eller internoder, och mer eller mindre utspärrade, kranslikt ordnade grenar vid noderna mellan internoderna, samt deras välutvecklade reproduktionsorgan. Varje internod består av en enda rörformig cell, som hos de flesta arter inom släktet *Chara* är omgiven av ett

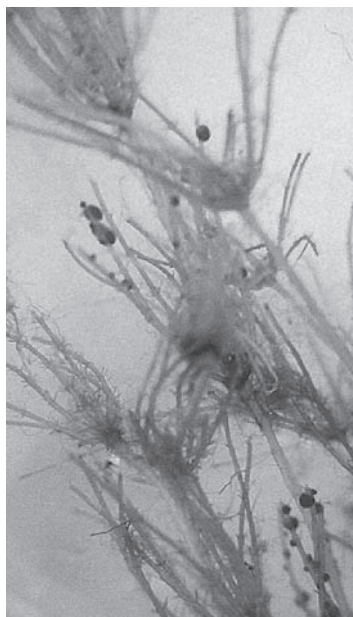
antal barkceller (Blindow & Krause 1990). Av de 18 svenska *Chara*-arterna förekommer nio endast i sötvatten, fyra endast i brack- eller saltvatten och fem i båda habitaten (Tolstoy & Willén 1997). Ljuset är en viktig resurs för de flesta *Chara*-arter, som vid övergödning lätt konkurreras ut av andra arter. De förekommer ofta i näringsfattiga vatten med högt pH. I sötvatten är *Chara* ofta täckt av ett lager kalk som troligen är en följd av deras speciella fotosyntes där kolet tas från bikarbonat, vilket får svårslösligt kalciumkarbonat att fällas ut (Prescott 1969). I salt- och brackvatten är kalkpålagringen mindre påtaglig (Tolstoy 2000).

taliensiska arten *Chara corallina* (Syn. *Chara australis*; Barton 1965, Crawley 1965). Därefter har man även hittat dem hos borststrärfse *C. aspera*, barklös strärfse *C. braunii*, skörsträrfse *C. globularis*, busksträrfse *C. vulgaris* och ett antal *Nitella*-arter (Lucas & Franceschi 1981, Toma m.fl. 1987, Nyberg & Saranpää 1989).

Vi har studerat två svenska *Chara*-arter, rödsträrfse *C. tomentosa* och grönsträrfse *C. baltica* (figur 1, 2) i transmissions-elektronmikroskop

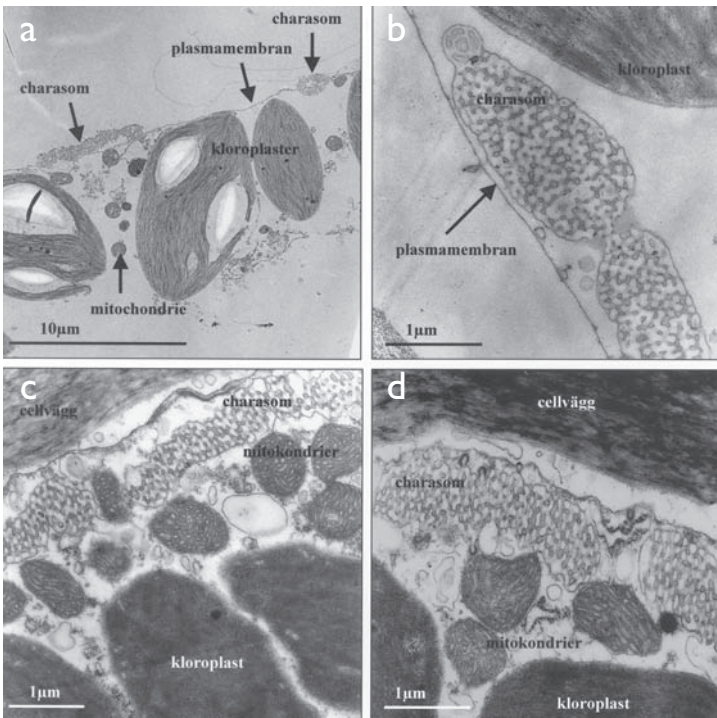
och hittat charasomer i barkceller hos båda arterna (figur 3, 4). I rödsträrfse fann vi charasomer i material från både söt- och brackvatten, samt i vildväxande såväl som i odlade individ. I grönsträrfse hittades charasomer i vildväxande individ från brackvatten. Charasomerna är placerade vid den yttre cellväggen som är i kontakt med vattnet och inte vid cellväggar gränsande till andra celler, vilket speglar deras funktion i samband med koluttag. I charasomernas omedelbara närhet sågs undantagslöst ett antal mitokondrier, antagligen därför att dessa fungerar som energileverantörer till protonpumparna i cellmembranet.

Kransalger har omväxlande sura och basiska band på ytan av sina stora internodala celler (se faktaruta) (Lucas & Smith 1973). Vissa forskare

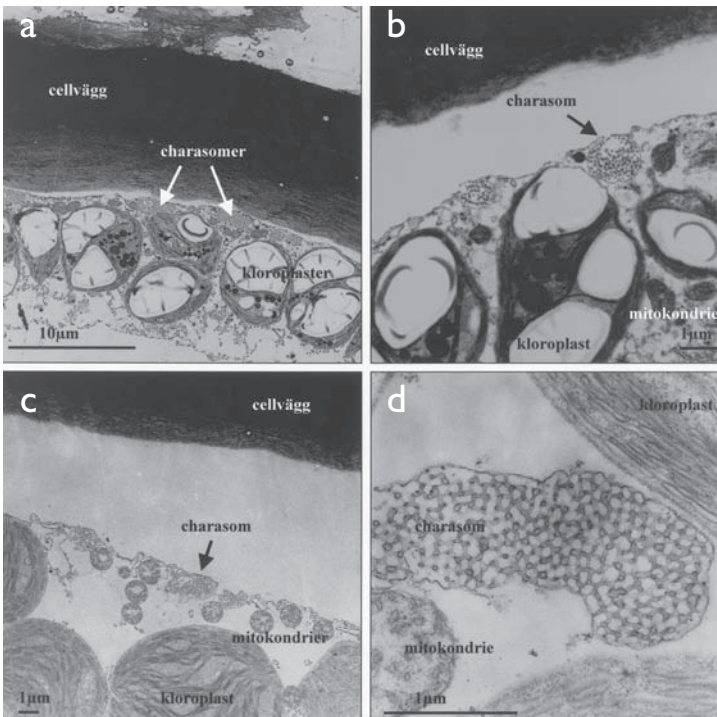


Figur 2. Grönsträrfse från Forsmark med påväxt av klotformiga kolonier av cyanobakterien *Rivularia atra*. Grönsträrfse kan bli upp till 90 cm hög och har kraftiga taggar. Den förekommer i Östersjöns brackvatten samt i diken, dammar, bäckar och sjöar, där den växer på sandbotten ner till sju meters djup. Den är begränsad till lokaler nära havet eftersom den troligtvis kräver åtminstone en aning salt. Grönsträrfse är ofta perenn och kan förbli grön hela vintern. Den har minskat på grund av övergödning men är trots det borttagen från rödlistan. Litteratur: Stewart & Church 1992, Blindow 1994. Foto: Johanna Johansson.

Chara baltica from the Baltic with colonies of the cyanobacterium *Rivularia atra*.




Figur 3. Elektronmikroskopfotografier av rödsträse från Skatviken, cirka 10 km norr om Forsmark, Uppland. Salthalt 3 promille. a, b: Insamlad 2000-09-28. c, d: Insamlad 1998-09-14 och odlad två år i akvarier med sediment från växtplatsen. Foto: Johanna Johansson & Pauli Snoeijs. Electron microscope photographs of *Chara tomentosa* from the Baltic. Salinity 0.3%.



Figur 4a, b. Elektronmikroskopfotografier av rödsträse från sjön Testen, cirka 20 km öster om Uppsala, insamlad 1998-09-15 och odlade två år i akvarier med sediment från växtplatsen. c, d: Grönsträse från Forsmark, Uppland, insamlad 2000-09-28. Salthalt 5 promille. Foto: Johanna Johansson & Pauli Snoeijs. a, b. Electron microscope photographs of *Chara tomentosa* from Lake Testen. c, d. Photographs of *C. baltica* from the Baltic. Salinity 0.5%.

har funnit att charasomer förekommer rikligare inom de sura banden än inom de basiska (Franceschi & Lucas 1980, Price m.fl. 1985). Andra, däremot, har inte kunnat fastslå ett direkt samband mellan charasomernas fördelning och de sura banden, troligtvis beroende på att charasomer är relativt långlivade medan bandmönstret är ljusberoende (försvinner i mörker) och kan ändras inom några timmar (Chau m.fl. 1994).

Det är troligt att det lägre pH-värdet i anslutning till charasomen gör att utnyttjandet av bikarbonat som kolkälla blir mindre känsligt för ett högt pH-värde i vattnet än hos en cell som saknar charasomer (Price m.fl. 1985). *Chara corallina* som vuxit i vatten med lågt pH-värde utvecklar färre charasomer än de som har vuxit i vatten med högt pH-värde (Price m.fl. 1985, Lucas m.fl. 1986). Förekomsten av charasomer kan alltså vara en av förklaringarna till att arter av släktet *Chara* har en god förmåga att tillgodogöra sig bikarbonat, och att de därför har en konkurrensfördel i vatten med naturligt högt pH-värde som kalkrika sjöar, där de ofta dominerar undervattensvegetationen. 

Citerad litteratur

- Barton, R. 1965. An unusual organelle in the peripheral cytoplasm of *Chara* cells. – *Nature* 205: 201.
- Björkman, S. O. 1947. On the distribution of *Chara tomentosa* L. round the Baltic and some remarks on its specific epithet. – *Bot. Not.* 1947: 157–170.
- Blindow, I. 1994. Sällsynta och hotade kransalger i Sverige. – *Svensk Bot. Tidskr.* 88: 65–73.
- Blindow, I. & Krause, W. 1990. Bestämningsnyckel för svenska kransalger. – *Svensk Bot. Tidskr.* 84: 119–160.
- Chau, R., Bisson, M. A., Siegel, A. m.fl. 1994. Distribution of charasomes in *Chara*: re-establishment and loss in darkness and correlation with banding and inorganic carbon uptake. – *Aust. J. Plant Physiol.* 21: 113–123.
- Crawley, J. C. W. 1965. A cytoplasmic organelle associated with the cell walls of *Chara* and *Nitella*. – *Nature* 205: 200–201.
- Franceschi, V. R. & Lucas, W. J. 1980. Structure and possible function(s) of the charasomes; complex plasmalemma-cell wall elaborations present in some characean species. – *Protoplasma* 104: 253–271.
- John, D. M., Champ, W. S. T. & Moore, J. A. 1982. The changing status of Characeae in four marl lakes in the Irish Midlands. – *J. Life Sci. R. Dublin Soc.* 4: 47–71.
- Lucas, W. J. & Franceschi, V. R. 1981. Characean charasome-complex and plasmalemma vesicle development. – *Protoplasma* 107: 255–267.
- Lucas, W. J. & Smith, F. A. 1973. The formation of alkaline and acid regions at the surface of *Chara corallina* cells. – *J. Exp. Bot.* 24: 1–14.
- Lucas, W. J., Keifer, D. W. & Pesacreta, T. C. 1986. Influence of culture medium pH on charasome development and chloride transport in *Chara corallina*. – *Protoplasma* 130: 5–11.
- Nyberg, H. & Saranpää, P. 1989. The cell walls of *Chara aspera* Willd. (Charophyta) vegetative cells. – *Folia Histochem. Cytobiol.* 27: 175–182.
- Prescott, G. W. 1969. The algae: a review. – Thomas Nelson and Sons, London.
- Price, G. D., Badger, M. R., Bassett, M. E. & Whitecross, M. I. 1985. Involvement of plasmalemmasomes and carbonic anhydrase in photosynthetic utilization of bicarbonate in *Chara corallina*. – *Aust. J. Plant Physiol.* 12: 241–256.
- Stewart, N. F. & Church, J. M. 1992. Red Data Books of Britain and Ireland: Stoneworts. – The Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Tolstoy, A. 2000. Alger: Kransalger första gruppen som bedöms för Rödlistan. – *Svensk Bot. Tidskr.* 94: 147–151.
- Tolstoy, A. & Willén, T. (red.) 1997. Preliminär checklista över makroalger i Sverige. – ArtData-banken, SLU, Uppsala.
- Toma, N., Brezeanu, A. & Anghel, I. 1987. Electron microscopic studies on *Chara fragilis*: III. The charasome complex. – *An. Univ. Bucuresti Biol.* 36: 9–14.

ABSTRACT

Johansson, J. & Snoeijs, P. 2002. Charasomer i svenska kransalger. [Charasomes in Swedish stoneworts (Characeae).] – *Svensk Bot. Tidskr.* 96: 256–260. Uppsala. ISSN 0039-646X.

Charasomes are complicated inward bends of the plasma membrane, creating a surface enlargement that is considered to facilitate transport of inorganic carbon into the cell. These cell structures occur only in stoneworts and have only been described from a few species. With the help of transmission electron microscopy we have confirmed that charasomes also occur in the Swedish species *Chara tomentosa* and *C. baltica*.



Johanna Johansson läser sista året på Mat-Nat-programmet med inriktning biologi vid Uppsala universitet. Charasomprojektet utförde hon under fem veckors forskningspraktik vid Avdelningen för växtekologi, Uppsala universitet. Hon är

mycket intresserad av både ekologi och naturfotografering.

Adress: Flogstavägen 57D, 752 73 Uppsala
E-post: freulein_im@hotmail.com



Pauli Snoeijs är universitetslektor i växtekologi vid Uppsala universitet. Hon forskar på mikro- och makroalgers ekologi i Östersjöområdet och är generalsekreterare för den internationella organisationen "Östersjöbiologerna" (Baltic Marine Biologists).

Adress: Avd. för växtekologi, Evolutionsbiologiskt centrum, Uppsala universitet, Villavägen 14, 752 36 Uppsala
E-post: pauli.snoeijs@ebc.uu.se

BOTANISK LITTERATUR

Nordic Lichen Flora, Volume 2

Nästan planenligt finns nu andra volymer av *Nordic Lichen Flora* att beställa från Svenska Botaniska Föreningen. Den första volymen behandlade knappslavarna i vid bemärkelse samt hade inledande kapitel om bl.a. växtplatser, biogeografi, och om lavar och luftföroreningar. Volym 2 omfattar familjen Physciaceae med bl.a. stjärnlavar *Physcia* och kranslavar *Phaeophyscia*. Totalt behandlas 125 arter, dvs. alla kända i Norden, och förutom nycklar och beskrivningar presenteras också utbredningskartor och färgbilder på arterna. Ansvarig för volymen och huvudförfattare är Roland Moberg. Medförfattare har varit Tony Foucard, Helmut Mayrhofer och Anders Nordin.

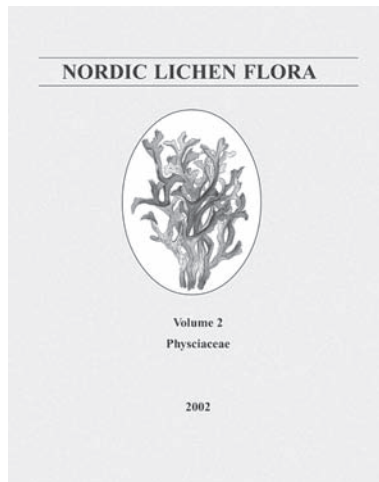
Nordic Lichen Flora är avsedd att bli en komplett flora över alla kända lavararter i Norden. Ini-

tiativtagare och huvudansvarig är Nordic Lichen Society. Det är tänkt att floran skall ha en

utgivningstakt på en volym vartannat år, något som hittills kunnat hållas ganska väl. Nästa volym kommer att innehålla slakten som har cyanobakterier som fotobiont, bl.a. filt-lavar *Peltigera* och njurlavar *Nephroma*, och en följande volym planeras innehålla renlavar och bägarlavar *Cladonia*.

De ca 2500 nordiska arterna är tänkta att rymmas i omkring 12 volymer.

★ ROLAND MOBERG



Nordic Lichen Flora beställs enklast från föreningens kansli, tel. 018-471 28 91, e-post linda.svensson@sbf.c.se. Priset är 165 kr för volym 1 och 195 kr för volym 2. Portokostnader tillkommer.