

Protozoer - de minste «dyra» i jorda

Reidun Pommeresche, Bioforsk Økologisk, Øystein Haugerud, Fylkesmannen i Buskerud, og Berit Swensen, Vital Analyse.
E-post: reidun.pommeresche@bioforsk.no

Protozoer, eller dyrelignende protister, er organismer som består av bare en celle. De har en annen type kjerne enn bakterier, og mange av dem kan bevege seg ved hjelp av flageller eller cilier. Protozoer er mikroskopiske og de fleste er mellom 10 og 50 mikrometer i diameter. Enkelte arter kan bli helt opp til 1 mm store. De lever av bakterier, sopp, andre encella protister og ulike typer organisk materiale. Protozoer er dermed de minste «beitedyra» og «rovdyra» vi har i jorda.

Rundt 30 000 ulike arter protozoer er funnet i jord og vann. Det varierer mye hvor mange protozoer vi kan finne på ulike lokaliteter. I en lite fruktbar jord, kan vi finne fra ingen til noen tusen celler pr teskje jord. I en fruktbar jord kan det være over en million protozoer i samme mengde.

Danner hvilecyster

De jordlevende protozoene lever i vannfilmen rundt røtter og jordpartikler. Det fleste er veldig følsomme for tørke og andre endringer i miljøet. For å overleve ugunstige perioder danner de ulike cystestadiene, og det medfører en rask respons og vekst ved riktig type næring og miljøforhold. Det at de danner cyster gjør også at flere ulike arter kan leve på samme sted, men opptre til ulike tider og under ulike miljøforhold. En del protozoer, såkalte sporozoa, er parasitter i mennesker og dyr. Protozoer i jord er fokus i denne artikkelen.

Indre oppbygning

Amøber, ciliater og flagellater er hovedgruppene av protozoer. Hver protozo består av en celle og inne i cellene er det noen få organeller (celledeler) (Fig. 1.). De har en cellekjerne med arvestoff (blå), næringsvakuoler (små kuler med inntatt næring, røde) og kan ha kontraktive vakuoler som regulerer væskeforholdene i cella (gule). Rundt arvestoffet er det en membran, og disse cellene kalles derfor eukaryote (ekte cellekjerne) til forskjell fra bakterier hvor arvestoffet ligger løst inne i cella (prokaryote).

Encella «dyr» og alger

De fleste protozoene er heterotrofe, med det menes at de må få energi og næring fra organisk materiale. De driver altså ingen egen fotosyntese. Mange lever av å beite på bakterier og sopp. Det finnes også encellede bevegelige organismer som har klorofyll. Disse kalles plantelignende protister eller encellede alger. Eksempler på slike er diatomeer (kiselalger), dinoflagellater og euglenofytter som også finnes i jord, men er mest studert i vann.

Stor i mikroverden

Generelt er ciliatene og skallamøbene større enn amøbene som igjen er større enn flagellatene. Imidlertid finnes det flere unntak. Skallamøbene

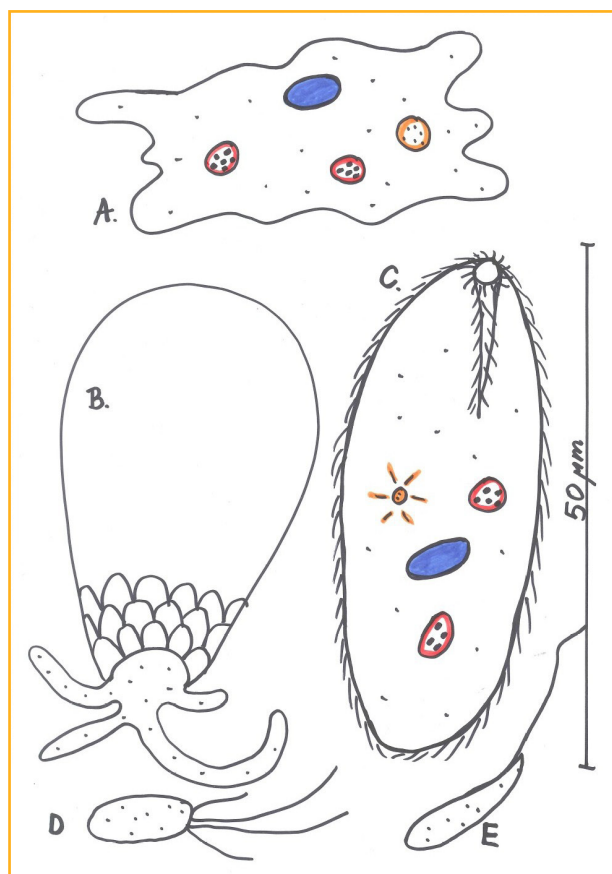
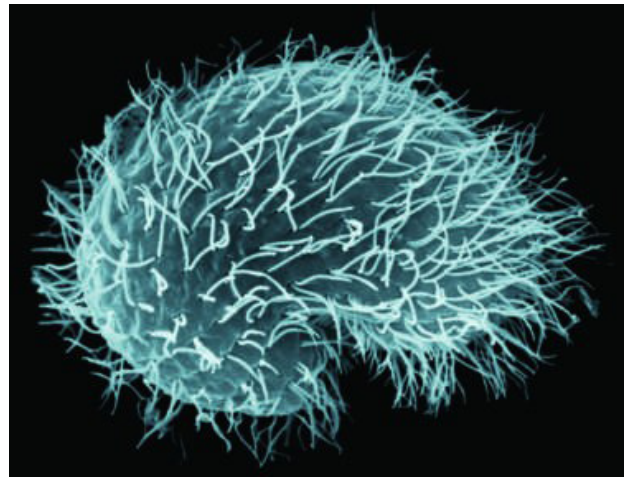
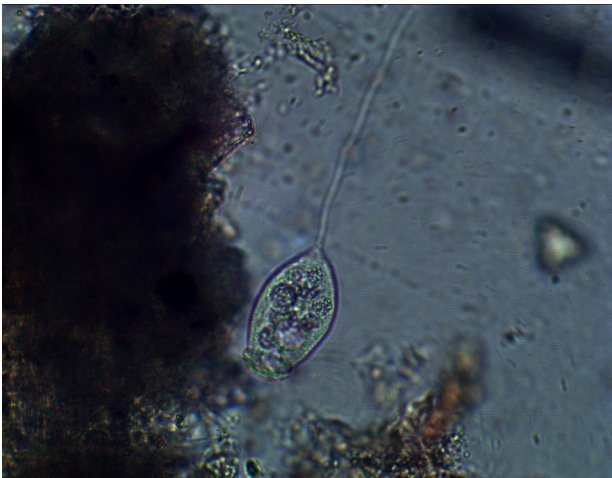


Fig 1. Noen hovedtyper encella «dyr» (protozoer). Nakenamøbe med en veldig plastisk (bevegelig) cellevegg (A). Skallamøbe, hvor den plastiske cellen stikker sine bevegelige «armer» (pseudopodier) ut av den ene enden av skallet. Ciliater har store deler av kroppen dekket av små bevegelige hår (cilier) (C). To ulike typer flagellater med ulikt antall haletråder (flageller) (D og E). Streken på tegningen er 50 μm (1 μm = 1/1000 mm). Skisse: R. Pommeresche, Bioforsk Økologisk.

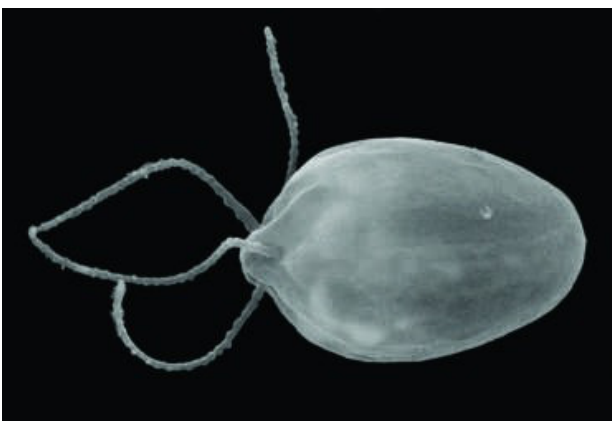
vekser senest av protozoene og har god beskyttelse mot fiender og tørke inne i skallene sine.

Ciliater

Ciliater, også kalt flimmerdyr, har hele eller deler av cellekroppen dekket av små bevegelige cilier (hår) (Fig. 1 og 2.). Ciliene brukes til bevegelse og til å vifte mat inn i munnåpningen. Noen ciliater er digre i mikroverden; fra 60-600 μm . De kan finnes i store mengder i anaerob jord og i anaerob kompost, og er oftest ikke et bra tegn. Vannet i vaser med snittblomster som har stått lenge, kan også være fullt av ciliater, bl.a. tøffedyr (*Paramecium*). Denne arten brukes ofte som typeeksempel på en ciliat. I jord er det ofte ikke plass til de aller største artene av ciliater, grunnet for små porer (hulrom) i og mellom jordaggregatene.



Figur 2. A). Foto av en ciliat som kalles *Vorticella* sp., på norsk kalt klokkedyr (ca 30 μ m). Den har form som et rødvinsglass med lang stett. Langs kanten av «klokken/glasset» er det masse små cilier som vifter væske med mat ned i selve dyret (klokken). Den lange «stetten» fester dyret til substratet. Foto: Øystein Haugerud. B). En ciliat fra slekten *Colpoda* som er vanlig i jord verden over. Foto: W. Foissner, European Atlas of Soil Biodiversity (EASB).



Figur 3. En jordlevende flagellat med fire flageller (20 μ m), tatt med scanning elektronmikroskop. Foto: W. Foissner, (European Atlas of Soil Biodiversity).

Flagellater

Flagellater er protozoer med ulike pisker og haler som kalles flageller (Fig. 1 og 3). Flagellene brukes, i likhet med ciliene hos ciliatene, til fremdrift og til å vifte inn mat i munnen. Flagellatene kan ha mange ulike former på cellen og på flagellene. Noen er runde med en flagell i den ene enden. Andre kan være mer avlange med en flagell i hver ende og noen har flere flageller (Fig. 3). Noen flagellater kan ha furer og harde strukturer ytterst, andre er

Ordforklaringer

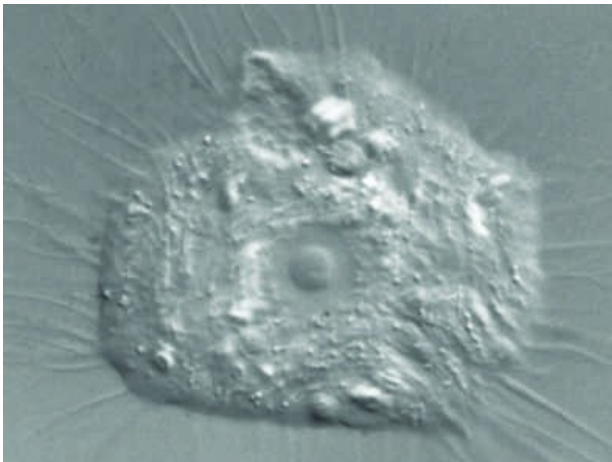
Aerob - med oksygen, trenger oksygen
Anaerob - uten oksygen, trives ikke med oksygen.
Mikrometer - 1000 μ m = 1 mm

myke. I flagellatgruppen finner vi også flere som har klorofyll - som for eksempel den encellede algen *Euglena* og fureflagellatene.

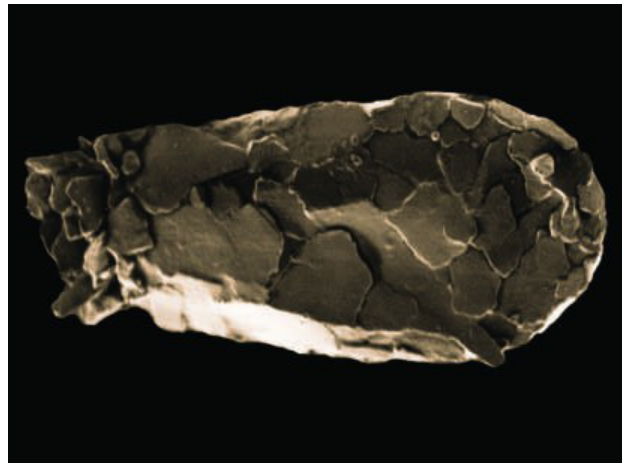
Amøber med og uten skall

Amøber er plastiske celler som kan endre form. De former seigmann-liknende armer (pseudopodier) som de beveger seg med og som de “fanger” maten med (Fig.1 og 4). Vi skiller gjerne mellom skallamøber og nakenamøber, hvor den første gruppen har en eller annen type skall rundt den bevegelige cellekroppen. Nakenamøbene mangler dette skallet. Noen nakenamøber er veldig små (< 5 μ m) og kan lett beite og formere seg inne i og mellom jordpartiklene. Andre nakenamøber har kraftigere cellemembran og lever i større porer (10-100 μ). Nakenamøber er ofte indikatorer på reint vann og aerobe forhold i jord. Nakenamøbene er særs ømfintlige for tørke og befinner seg store deler av tiden i ulike hvilestadier. Ved passende forhold kan de så blomstre opp i større antall.

Skallamøber har ulike typer kuleformede, hule skall med hull i den ene enden hvor selve amøbekroppen kan stikke ut og få tak i mat (Fig 1 og 5). De likner en liten eremittkreps eller en skallsnegl. De beveger seg nesten som snegler også, ved å flytte deler av cellemassen som bein fremover. Skallamøbene varierer i størrelse fra 20-100 μ m. Jordlevende skallamøber har ofte mindre åpning i skallet enn vannlevende arter, dette mest sannsynlig for å minimere vanntap.



Figur 4. Nakenamøbe med cellekjernen i midten og tynne pseudopodier som «stråler» utfra cella. Tatt med lysmikroskop. B). En nakenamøbe med litt kraftigere pseudopodier, tatt med scanning elektronmikroskop. Nakenamøber kan være fra 10 -100 μm i diameter. Foto: W. Foissner, European Atlas of Soil Biodiversity (EASB).



Figur 5. A). Bilde av det hule skallet til en skallamøbe (ca 40 μm) tatt med lysmikroskop. Selve amøben er helt gjennomsiktige og vanskelige å se. Den kan også ha trukket seg inn i skallet. Åpningen hvor amøben stikker ut pseudopodiene sine, er i den «flate» enden. Foto: Øystein Haugerud. B). Skallene har ofte en skjellstruktur i overflaten. Denne kan være laget av små mineralpartikler fra jord (som på bildet), eller av silisiumplater som amøben selv produserer (framsidefotoet). Foto: W. Foissner, (EASB).

«Beitedyr» og «rovdyr»

Protozoene er viktige deler av næringsnettet i jorda. Herbivore protozoer beiter på bakterier og alger. Deres viktigste rolle er å beite på bakterier. De regulerer til en viss grad mengden bakterier og frigjør via denne beitinga essensielle næringsstoffer til jorda. Denne næringen kan da tas opp av planterøtter og andre organismer. En del amøber kan beite på bakterier i ørsmå porer hvor bakteriespisende nematoder og ciliater ikke kommer til. En del protozoer spiser andre protozoer. Særlig mange ciliater spiser amøber og andre ciliater i tillegg til bakterier.

Spiser organisk materiale

Mange protozoer, eksempelvis mange skallamøber, lever av organisk materiale og omdanner dette til jord og humus. Amøbene har en plastisk og myk cellevegg som de kan «pakke rundt» en liten klump med bakterier eller organisk materiale. Denne klumpen tas inn i amøben og fordøyes etter hvert (endosytose). Maten i en slik klump, inne i amøben, kalles gjerne en næringsvakuole (Fig. 1).



Figur 6. Noen protozoer har spesialisert seg på å spise sopp. Denne kalles *Grossglockneria acuta* og er ca 70 µm i diameter. Avbildet ved skanning elektronmikroskop. Foto W. Foissner, (EASB).

Spesialist på sopp

Noen arter protozoer har spesialisert seg på å spise sopphyfer. Ved å skille ut enzymer løses celleveggen til soppen opp slik at protozoen kan suge ut innholdet (*Grossglockneria* arter).

Med det mangfoldet av arter som finnes virker det som at de har tilpasset seg å leve i alle tenkelige nisjer i jordas økosystem.

Spise å bli spist

Protozoer er selv en viktig del av næringsnett i jordas økosystem. Små protozoer kan bli spist direkte av andre protozoer og nematoder. De protozoene som spiser bakterier har konkurranse fra nematoder med de samme bakteriene på menyen. I tillegg vil meitemark spise organisk materiale med protozoer og hvilecyster i. Slik er næringsnett i jorda bygget opp rundt det å spise og bli spist.

Unngå jordpakking

I jordas økosystem er mangfoldet av ulike porestørrelser av stor betydning for hvilke typer encella organismer vi finner. I pakket jord blir hulrommene mindre og det blir få levesteder for de største protozoene. I tillegg blir det mer anaerobe forhold, noe mange av amøbene og flagellatene ikke tåler. En del ciliater tåler mer anaerobe

forhold, og mange slike er derfor et dårlig tegn i jord. Under anaerobe forhold dannes også flere giftige forbindelser. Dette er uheldig for de fleste protozoene, men også negativt for aktiviteten og reproduksjonen av bakterier som flere protozoer lever av.

Tabell 1. Oversikt over forholdet mellom karbon og nitrogen i en del levende organismer og plantemateriale. Generelt trenger organismer med høyt C:N forhold mindre nitrogen i materialet de lever av enn de med lavt C:N forhold, eller de skiller ut overskuddet. Når eksempelvis protozoer beiter på bakterier, vil de skille ut nitrogenholdige stoffer fordi de må spise mange bakterier for å få nok karbon. De stoffene som de ulike organismene ikke trenger, blir da tilgjengelige for andre organismer og for planterøttene. Protozoer og nematodene er derfor viktige for sirkuleringen av næring i økosystemet i jorda.

| Organismegruppe | C:N - forhold |
|-------------------------|---------------|
| Bakterier | 5:1 |
| Fastgjødsel storfe | 15:1 |
| Sopp | 20:1 |
| Protozoer (encella dyr) | 30:1 |
| Nematoder | 100:1 |
| Grønne blad | 10-30:1 |
| Brunt plantemateriale | 150-200:1 |
| Løvtre flis/ved | 300:1 |
| Bartre flis/ved | 500:1 |

Elaine Ingham, Soil Foodweb



Figur 7. God jordstruktur er viktig for rotutvikling og vekst hos planter. God struktur medfører også tilgang på luft, vann og organisk materiale for protozoer og andre organismer i jorda. En grynete jordstruktur er ofte tegn på biologisk aktivitet i jorda. Grynene bør være avrundet og falle lett fra hverandre (A). Jord med blokkstruktur består av hardere klumper som vi må bryte fra hverandre, og har et forbedringspotensial. En god sammenlikning kan være mellom jord fra åkeren og jord fra kantsonen utenfor åkeren (B). Oftest vil grynstrukturen være bedre utviklet i kantsonen utenfor åkeren (prøven til venstre), enn på jordet (prøven til høyre). Foto: Reidun. Pommeresche, Bioforsk Økologisk.

God jordstruktur

Flesteparten av disse encella organismene og maten de spiser finnes i rotsonen, i strølaget og i veggene på meitemarkganger. Det er derfor viktige med god rotutvikling og god jordstruktur. Dette for å legge forholdene til rette for optimale samspill mellom planterøttene og organismene som lever i jorda.

Bidrag

Dette informasjonsmateriellet er finansiert med midler fra Statens Landbruksforvaltning gjennom prosjektet «Økologisk Foregangsfylke Buskerud - jordkunnskap og jordstruktur» og med midler fra Bioforsk Økologisk. Med tillatelse til å bruke bilder fra EASB.

Litteratur og bilder

- Jeffery, S. m fl. 2010. European Atlas of Soil Biodiversity (EASB): http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/maps/Biodiversity_Atlas/Download.cfm
- Benckiser, G. 1997. Fauna in soil ecosystems. Marcel Dekker Inc. New York
- En video om protozoer, 43 min lang (800 Mb, roots.mp4). John Darbyshire: <http://ciliateguide.myspecies.info/john-darbyshires-video>

Andre Bioforsk TEMA om livet i jorda:

- 2011 nr. 14 - Et yrende liv rundt planterøttene
- 2011 nr. 15 - Spretthaler - jordas små kaniner
- 2011 nr. 16 - Nematoder - sirkulering av næringsstoffer
- 2011 nr. 17 - Jordlevende bakterier
- 2001 nr. 18 - Jordlevende sopp
- 2011 nr. 20 - Kompostering
- 2007 nr. 2 - Meitemark gir god jord
- 2007 nr. 3 - Studer meitemark ved å grave jordprofil
- 2007 nr. 4 - Artsbestemmelse av meitemark

BIOFORSK TEMA
vol 6 nr 19
ISBN: 978-82-17-00851-4
ISSN 0809-8654

Fagredaktør: Atle Wibe
Ansvarleg redaktør:
Forskningsdirektør Nils Vagstad
Forsidefoto:
W. Foissner, EASB (innfelt)
og R. Pommeresche.

www.bioforsk.no