

Östersjöns döda botten fulla med liv

Foto: Magnus Melin/Johnér

En vit filt av bakterien *Beggiatoa* täcker botten. *Beggiatoa* används ibland som indikator på att ett område är förorenat.

Tar man upp en skopa död botten från Östersjön så svider det snabbt till i näsan av en stank som liknar ruttna ägg. Man kan inte se tillstymmelse till liv i den svarta massan, förutom möjligtvis några obebodda musselskal. De för ögat livlösa sedimenten är syrefria och är anledningen till begreppet döda havsbottenar, men faktum är att det myllrar av liv i dem, mikrobiellt liv.

Arkéer och bakterier, de vanligast förekommande mikroorganismerna i havet, kan vara miljontals till antalet i ett gram bottensediment. De har levt flera miljarder år här på jorden och har under den tiden hunnit utveckla högst komplexa livsmekanismer. De har anpassat sig till alla olika sorters miljöer, även till Östersjöns döda bottenar.

Arkéer och bakterier är nödvändiga för flera olika processer inom ekosystemet, såsom näringskretsloppet, nedbrytning och omvandling av organiskt material, globala klimatprocesser och för nedbrytning av föroreningar. Därför har mikroorganismerna en oersättlig funktion i det marina ekosystemet.

Övergödningen boven i dramat

Orsaken till de ödelagda havsbottenarna i Östersjön är framförallt effekter av övergödningen. Övergödning orsakas av att industri, transport, hushåll, jord- och skogsbruk släpper ut för höga halter av näringsämnen kväve och fosfor. Ökad tillgång till näring gör att mikroalger tillväxer i rasande fart, vilket ökar den totala biomassan i havet. När överskottet ska brytas ner av andra organismer, framförallt bakterier, så förbrukas syre. Resultatet blir att syrehalten sjunker både i vattnet och i bottensedimentet. Större växter och djur dör när syrehalten blivit för låg och då tar de bakterier som klarar att leva i syrefria miljöer över ekosystemet.

När sedimenten blivit syrefria börjar dessutom bundet fosfor att frigöras till vattnet. Det är en kemisk process där fosfat, som i syrerik miljö är bundet till järn, frisätts. Denna process bidrar ytterligare till höjda fosforhalter i vattnet. Höga halter av löst fosfat gynnar blomning av cyanobakterier. De kan ta upp kväve från luften och får därför en fördel framför andra mikroalger om det finns ett överskott av fosfor i vattnet.

En ökad mängd biomassa försämrar också ljusets förmåga att tränga ner i vattnet, vilket har förödande konsekvenser för allt ljusberoende liv i Östersjön. Men inte för allt liv. För bakterierna i sedimenten blir biomassan i stället ett tillskott som kolkälla, när mikroalgerna har dött och sjunkit till botten.

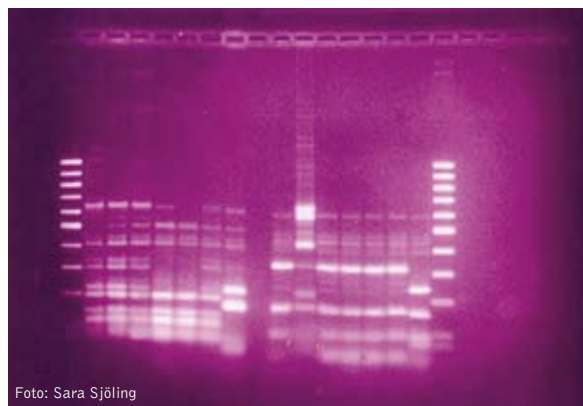


Foto: Sara Sjöling

Med hjälp av molekylära tekniker för att analysera DNA går det att undersöka vilka bakteriearter som finns i ett sedimentprov. I analysen ovan är liknande bandmönster ett tecken på att bakterierna är av liknande art.

DNA utvinns direkt från sedimenten med molekylära extraktionsmetoder. Sedan kan man kopiera upp önskade DNA-sekvenser i stora mängder. Kopieringsprocessen kallas polymeras kedjereaktion, PCR, och har revolutionerat mikrobiologisk forskning. Nu är det möjligt att studera de tidigare osynliga mikroorganismerna och deras okända genetiska beståndsdelar.

Östersjöns mikroorganismer under luppen

Det finns relativt få studier av mikroorganismer som lever på Östersjöns botten. I tidigare studier har man använt traditionella odlingssmetoder men endast lyckats odla ca en procent av alla bakterier som beräknas existera. Arkéer är ännu svårare att odla. De senaste åren har dock den mikrobiologiska forskningen genomgått en mindre revolution. Under 1980-talet gjorde de nya molekylära metoderna, där man analyserar nukleinsyror som RNA och DNA, sitt intåg. Vi börjar nu få insikter i det enorma mikrouniversum som döljer sig för våra ögon.

I Östersjöns syrefria botten frodas tusentals arter av bakterier, bland annat sulfatreducerande bakterier tillsammans med metanproducerande arkéer. Dessa två grupper påskyndar de sista och kritiska stegen av nedbrytningen av organiskt kol i näringskedjan. Om man gör ett dyk ner till botten så kan man se något som liknar vita mattor som fläckvis täcker de svarta sedimenten. Dessa vita mattor är kolonier av bakterien *Beggiatoa* som växer ovanpå sulfid- och vätesulfatrika sediment. Förekomsten av *Beggiatoa* brukar användas som indikator på miljöförorenade områden. Den här typen av bakterier har en speciell livsstil och lever på gränsen mellan det syrerikare vattnet och det syrefria sedimentet. De kan producera kolhydrater från koldioxid och vatten genom att utvinna energi från den oorganiska föreningen sulfid som finns i sedimenten. De behöver alltså inte solenergi eftersom de utnyttjar kemisk energi istället.

En unik bakteriesammansättning

Studier som vi har gjort visar att de döda bottenarna i Östersjön har en annan komposition av bakterier och arkéer än de bottenar som är mer opåverkade. Tillgången till olika miljöfaktorer, såsom syre, organiskt kol, kväve och mineraler bestämmer artsammansättningen i sedimenten. Med andra ord – mänsklig aktivitet genom utsläpp påverkar med största sannolikhet bakteriesammansättningen på Östersjöns botten. Sammansättningen är dessutom unik och antalet bakterier är nästintill oräkneligt. Sediment innehåller grupper av bakterier som inte liknar de som studerats tidigare och det är därför viktigt att kartlägga de funktioner de utför i ekosystemet.

Det är en hisnande insikt för en mikrobiolog och många visioner om framtida upptäckter och nya forskningsprojekt pockar på. Kanske vi en dag kommer att upptäcka de viktigaste länkarna mellan mångfalden av mikroflora och alla små botten djur i Östersjön? Kanske vi i framtiden kommer att förstå hur mångfalden av dessa organismer påverkar ekosystemen i havsbottenarna? Kunskap om vad som reglerar bakteriemångfalden i Östersjön kan ge oss insikt om vilka faktorer och ekologiska komponenter som krävs för att Östersjöns döda havsbotten ska återfå sitt djurliv.

VARFÖR BLIR BOTTNARNA SVARTA OCH ILLALUKTANDE?

Första steget i denna process sker när bakterier reducerar löst sulfat och ger upphov till vätesulfid, även kallat svavelväte. Sulfatreducerande bakterier använder sulfaten som elektronacceptor i samband med oxidation av organiskt material (se nästa faktaruta). Det organiska materialet utnyttjas sedan som kol- eller energikälla. I nästa steg reagerar vätesulfid med tvåvärt järn som finns löst i det syrefria sedimentet och genererar järnmonosulfider.

Den svarta färgen på sedimenten orsakas av utfällning av den kemiska föreningen pyrit. Pyrit bildas när järnmonosulfiderna reagerar ytterligare en gång med vätesulfid eller med svavelmolekyler som finns i sedimenten i form av polysulfid. Lukten av ruttna ägg kommer sig av att vätesulfid är en mycket illaluktande gas.

VERTIKAL INDELNING AV BAKTERIEARTER

I en studie vi gjort av sedimentprofiler från Asköområdet i Trosa skärgård visade det sig att olika grupper av bakterier fördelade sig olika beroende på vilka elektronacceptorer som finns tillgängliga för att få energi. Elektronacceptorer är molekyler som tar emot elektroner när cellen oxiderar organiskt material för att utvinna energi.

Med hjälp av en redoxmeter, en sorts mätelektrod, kan man uppskatta vilken energimängd som finns tillgänglig i sedimenten. Därmed kan man få en aning om vilka molekyler och metaboliska processer som är möjliga att utföra för mikroorganismerna. Andra viktiga miljövariabler som styrde förekomsten av olika grupper av bakterier var halter av organiskt kol och kväve.



Foto: Anna Edlund

Längst till vänster syns ett provtagningsrör med svart och syrefritt sediment som hämtades utanför ett reningsverk i Himmerfjärden. De rör som innehåller bruna sediment kommer från syrerikare botten i Asköområdet. Andra röret från höger med gråsvart sediment hämtades ca 10 kilometer från reningsverket i Himmerfjärden. Alla dessa sediment innehåller tusentals olika mikroorganismer.

TEXT Sara Sjöling, Södertörns högskola och Anna Edlund, University of California San Diego

TEL 08-608 47 67

E-POST sara.sjoling@sh.se, aedlund@ucsd.edu