

# Marina bakterieplankton berättar om havet

JARONE PINHASSI & ROLAND ENGVIST, LINNÉUNIVERSITETET

Med nya molekylärbio-logiska metoder kan man identifiera och kvantifiera bakterier till relativt låga kostnader och med begränsade personalinsatser. Det öppnar för möjligheten att i en nära framtid kunna använda variationen i bakteriesamhällets artsammansättning som miljöindikator.

■ Hälften av all fotosyntes på vår planet utförs av växtplankton. De producerar syre och organiskt material som utgör grunden för näringskedjan i havet. I den traditionella näringskedjan är växtplankton föda för kräftdjur som i sin tur blir föda för fisk. Men omkring hälften av det organiska material som växtplankton producerar

utnyttjas inte direkt i denna näringskedja, utan omsätts istället av bakterier som lever och växer fritt i vattenmassan eller på olika partiklar. När bakterier växer konsumerar de inte bara löst organiskt material. De konkurrerar också med växtplankton om näringsämnen och mineraler. Därigenom spelar bakterier en stor roll både i kolets

## FAKTA

### Bakterier och klimatet

Människans förbränning av fossila bränslen leder till ökande koldioxidhalter i atmosfären med påföljande klimatförändringar. Men det är mindre känt att en stor del av den utsläppta koldioxiden också absorberas av världshaven. Mängden löst icke-organiskt kol, exempelvis koldioxid, är omkring 50 gånger högre i havsvatten än i atmosfären. Havets kemiska förmåga att ta upp koldioxid är stor tack vare det buffrande karbonatsystemet. Även biologiska processer är viktiga i detta sammanhang: växtplankton och andra marina primärproducenter använder koldioxid vid fotosyntesen och bidrar till att havet kan absorbera ytterligare koldioxid. Närmare 130 miljoner ton kol från koldioxid fixeras dagligen i organiskt material genom fotosyntesen hos växtplankton, och med ett visst bidrag även från makroalger. En stor del av detta organiska material frigörs i vattnet genom olika processer i näringskedjan i samband med exkretion eller mortalitet. Löst organiskt material bryts ner av bakterier som därmed producerar anse-nliga mängder koldioxid. Att förstå vad som reglerar balansen mellan växtplanktons produktion av organiskt material och bakteriernas nedbrytning, är en av de största framtida utmaningarna för att korrekt kunna modellera och förutsäga kommande klimatscenarion.



Marina bakterie- och växtplankton provtas utanför Kårehamn på Ölands ostkust.

Foto: Nisse Nilsson

GRUPP	ART/KLON	KOLKÄLLA						
Betaproteobacteria	Betaproteobacterium 4887-27F	○	●	●	●	●	●	●
Gammaproteobacteria	<i>Marinomonas</i> sp. BSw10506	○	●	●	●	●	●	●
Gammaproteobacteria	<i>Marinomonas</i> sp. DG1602	○	●					
Gammaproteobacteria	<i>Acinetobacter lwoffii</i> strain S3-2		●					
Gammaproteobacteria	Sponge bacterium Zo10					●		
Alphaproteobacteria	<i>Loktanella vestfoldensis</i> IMCC6033							●
Actinobacteria	Uncultured bacterium clone 5C231436	○	●	●	●	●	●	●
Bacteroidetes	Uncultured Bacteroidetes DGGE band BP7	○	●	●	●	●	●	●

- Kontroll
- Acetat
- Pyruvat
- DMSP (organisk svavelförening)
- Glukos
- Aminosyror

➤ Substratpreferenser hos bakterier som representerar olika grupper som är vanligt förekommande i Östersjön. En del arter är generalister och kan utnyttja flera organiska ämnen som substrat, medan andra är specialister som föredrar endast enstaka kolkföreningar. Resultaten erhöles genom att mäta tillväxten av enskilda bakteriearter i experiment med tillsatser av olika kolföreningar till naturligt havsvatten från Östersjön. Resultat omarbetade från Gómez-Consarnau et al. (2012).

kretslopp och i kretsloppen av till exempel kväve och fosfor i havet.

### Artsammansättningen varierar

I nuvarande miljöövervakning används bakteriebiomassa och tillväxt för att bestämma långtidstrender i näringsstatus och miljö kvalitet. Men det har visat sig att biomassa och tillväxt varierar mindre i tid och rum än vad artsammansättningen i bakteriesamhället gör. Utvecklingen inom molekylärbiologin under de senaste tio åren har gjort det möjligt att relativt enkelt identifiera olika bakteriearter. Man kan dessutom göra pålitliga kvantitativa uppskattningar av olika arters variation i abundans och aktivitet och därmed beskriva hur de reagerar på olika miljöförändringar. Det kan röra sig om ändringar i salthalt, temperatur, pH eller andra miljövariabler.

Bakterieplanktons artsammansättning i Östersjön som helhet påverkas av salthalten i en gradient från Västerhavet till Bottenviken. Bakterierna i Västerhavet är typiska marina arter och når i stor utsträckning västligaste Östersjön och de danska sunden. I Bottenviken i norr dominerar istället typiska sötvattenbakterier. Däremellan, i Egentliga Östersjön och Bottenhavet, finns bakterier anpassade till brackvatten.

På en mer regional skala finns det också tydliga skillnader i artsammansättningen mellan kustnära områden och utsjöstationer som exempelvis speglar vattnets näringsstatus och temperatur. Man kan också se påverkan av städernas utsläpp och utflöden från avrinningsområden. I djupled finns distinkta bakteriesamhällen i solbelysta respektive djupare vatten, och i övergången mellan syrerika och syrefria bottenvatten. Sammantaget uppvisar

bakterier en slående biogeografi, och ofta kan den kopplas till enskilda bakteriegrupper eller arters ekologi.

### Bakteriell biologisk mångfald

I likhet med växtplankton har bakterier en tydlig säsongsdynamik. Det har studier i såväl Bottniska viken, Egentliga Östersjön som Västerhavet visat. Gemensamt för dessa studier är till exempel att bakterier i gruppen Bacteroidetes visar stor tillväxt i samband med växtplanktons vårbloomingar. Olika arter av Alphaproteobacteria tar sedan över samhället under sommarmånaderna när näringshalterna är lägre och temperaturerna högre. Dessa massuppträdanden kan vara upp till några veckor innan de ersätts av andra bakterier. Det finns också exempel på bakterier som under större delen av året inte går att upptäcka i vattenmassan, men som på kort tid och under särskilda förhållanden kan blomma upp under några dagar. Detta gäller främst arter besläktade med potentiellt sjukdomsframkallande bakterier som till exempel *Vibrio*-arter. I några av de få noggranna tidsserieanalyser av bakteriesamhället som gjorts har man funnit att mellanårsvariationen i artsammansättningen styrs på ett förutsägbart sätt av till exempel temperatur, salthalt, näringsämnen och klorofyllmängd.

### Dags att tillämpa kunskapen

De senaste åren har kunskapen ökat snabbt om vilka livsstrategier som de vanligaste bakteriegrupperna i havet representerar. Vissa arter växer långsamt och föredrar näringsfattiga miljöer medan andra arter är anpassade till mer näringsrika förhållanden. Detta ger oss en bra bild av vilka

arter som trivs i olika vatten. Därutöver visar studier av bakteriers fysiologi och molekylärbiologi vilka mekanismer som bidrar till att förklara deras ekologi och hur de är anpassade till sin miljö. Exempelvis verkar olika bakterier ha olika ekosystemfunktioner i nedbrytningen av organiska ämnen.

Vid Linnéuniversitetet i Kalmar har man nu i två år studerat hur vattenkemin, växtplankton- och bakteriesamhället förändras vid ett ”mikrobiellt observatorium” i Egentliga Östersjön, en mätstation som ligger 10 km utanför Kårehamn på Ölands ostkust. På mätstationen görs provtagningar två gånger i veckan från mars till november, och med lägre frekvens under vintern. Data har därför en exceptionellt hög tidsupplösning jämfört med typiska tidsserier där provtagning görs en gång i månaden. Den tätare provtagningen har gett nya insikter i hur vattenkvalitet, mikrobiell artsammansättning och ekosystemfunktion förändras.

Provtagningarna kompletteras nu med ett system av bojar för att kontinuerligt mäta centrala abiotiska och biotiska variabler, som till exempel temperatur, vattenflöde, syrenivåer och klorofyllkoncentrationer. Bojarna kommer att placeras vid mätstationen utanför Öland samt vid mätstationer i Västerhavet, Norra Östersjön och Bottenhavet. Systemet, som finansieras av Vetenskapsrådet, ska bidra till nationella miljöövervakningsprogram och forskningsprojekt. Framtida studier och övervakning av bakteriesamhällena i havet har med hjälp av de nya teknikerna nu möjlighet att kunna bidra till en ökad förståelse av havsmiljön och hur tillståndet i havet förändras. 🐟