

Ett litet samarbete

Magnus Andreasson

Populärvetenskaplig sammanfattning av Självständigt arbete i biologi 2012

Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Många människor funderar på hur det skulle vara att kunna byta skepnad och erhålla nya förmågor i samband med detta. I den mikrobiella världen finns det en speciell form av amöba som kan göra just detta i sin livscykel. Dess individer kan antingen leva som frilevande celler eller slå sig samman och bilda snigel samt en svamp. Kort sagt kan alltså skifta mellan tre olika riken i deras liv - en unik förmåga som tillåter dessa amöbor att övervinna många hinder och effektiviserar deras spridning.

Slemsvampen Dicty

Om man är ute och går i skogen kan man ibland hitta något som ser ut som ett gult slem. Detta kallas i folkmun för trollsmör men är egentligen en samling av organismer som kallas slemsvampar. Namnet på dessa är något missvisande då de i själva verket inte alls är svampar utan en sorts amöba som tillhör gruppen protister. *Dictyostelium discoideum* (eller Dicty som den kallas i populärvetenskapliga sammanhang) är den mest studerade av alla arter av slemsvampar och används idag som en modellorganism inom genetisk forskning precis som bananflugor (*Drosophila melanogaster*) och jästsvampar (*Schizosaccharomyces pombe*).

Som tre organismer i en

Slemsvampar har en något unik livscykel när de kommer till spridning. Vanligtvis lever dessa som frilevande amöbor, förökar sig genom celledning och livnär sig på bakterier. När maten tar slut kallar de på andra slemsvampar i närheten och går samman till en gemensam gestalt. Därefter formar den samlade gestalten skepnaden av en snigel. Denna singelskepnad används av slemsvamparna för att migrera större avstånd i hopp om att hitta en gynnsam miljö att sprida sig i. När snigeln har hittat en passande miljö kan denna genomgå nästa steg i slemsvamparnas livscykel som kallas svampfasen. Snigeln stannar och byter form varpå en svamplikanande form med ett skaft och en fruktkropp bildas. I svampfasen bildas sporer som sedan utsöndras och sprids med vinden till nya omgivningar. Under rätt förhållanden utvecklas sporererna till nya amöbor och ett nytt samhälle av slemsvampar kan bildas.

En kallelse leder till en kaskad

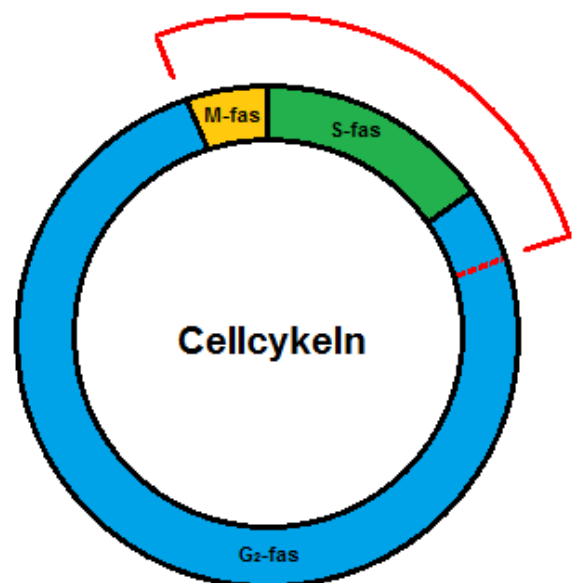
Om Dicty befinner sig i en miljö som är fattig på mat behöver de förflytta sig till en ny och mer gynnsam miljö som de sedan kan sprida sig i. När Dicty kallar på varandra om att det är dags att övergå till snigelfasen använder de molekylen cykliskt adenin-3-5-monofosfat (cAMP) som signalsubstans. cAMP används hos människor vanligtvis vid reglering av nedbrytning av sockerarter och fetter. Innan det var känt att det var just cAMP som stod för

signaleringen mellan cellerna kallades signalsubstansen för arcasin. Allteftersom Dicty utsöndrar cAMP uppfattar andra individer av samma art som befinner sig i närheten denna substans genom att den binder till en receptor (en mottagare) som sitter i cellernas membran. Detta sätter igång en rad olika processer inne i cellen som slutligen resulterar i två saker; slemsvampen kommer producera mer cAMP för att kalla på ännu fler slemsvampar och kommer därefter börja förflytta sig mot den slemsvamp som ursprungligen kallade. Signalen sprids alltså vidare samtidigt som slemsvamparna samlas på ett och samma ställe. I slutänden kan hundratusentals individer av Dicty ha samlats för att forma snigelskepnaden de använder för att migrera.

Några ger sitt liv för resten

När Dicty sprider sig via sporer i svampfasen lever inte alla individer under samma förhållanden. De flesta celler bildar ett hårt skal omkring sig och omvandlas därmed till sporer som kan återgå till ursprungscellen igen när det råder rätt förhållanden. Alla celler i Dictypopulationen är däremot inte riktigt lika lyckligt lottade. En minoritet av cellerna måste nämligen bilda skaftet som höjer upp sporer över marken. De skaftbildande cellerna fylls med vatten och femdubblar sin storlek varpå de omges av ett hårt yttre bestående av cellulosa (samma ämne som träd och papper till stor del består av och även samma ämne som utgör sporerens skal). När skaftet väl är etablerat dör de skaftbildande slemsvamparna och får därmed aldrig någon chans att sprida sig. Dessa utgör däremot endast en femtedel av den totala populationen som bildar svampfasen vilket innebär att hela fyra femtedelar kan sprida sig vidare. Detta kan verka orättvist mot de som bildar skaftet men i själva verket är de så nära släkt med de som bildar sporer att deras DNA (arvs massa) är näst intill identisk vilket gör att de på sätt och vis får sprida sina gener ändå.

Hur avgörs det då vilka ”tappra” celler som skall ge sina liv för populationens fortsatta överlevnad? Detta urval är inte direkt beroende av signalering utan har med celcykeln (celldelning) att göra. När Dicty befinner sig i amöbafasen genomgår de celldelning. Celldelningen hos Dicty består av tre olika steg; syntesfas (S-fas), kontrollfas (G₂-fas) och delningsfas (M-fas). Till skillnad från majoriteten av organismer har Dicty ingen tydlig G₁-fas (ett initierande steg till syntesfasen). Huruvida en cell kommer att bli spor eller skaft är beroende av ett samband mellan celcykeln och kallelsen (cAMP-signaleringen). Om en slemsvamp tar upp cAMP från en annan slemsvamp när den befinner sig i S-, M- eller början av G₂-fasen kommer den att behöva bilda skaftet i svampfasen. De celler som befinner sig efter början i G₂-fasen som utgör majoriteten av celcykeln, blir sporer i svampfasen.



Bilden visar de olika stegen i celldelningen hos slemsvampar. De celler som befinner sig inom den röda markeringen kommer utvecklas till att bilda skaft och därmed inte överleva spridningen. Som bilden visar är det inte en speciellt stor andel slemsvampar som behöver göra detta.

Tre faser – tre fasor

Dicty har ett antal olika fiender som måste undvikas och/eller övervinnas. Nedan följer tre exempel på faror Dicty kan behöva tampas med.

Hungriga konkurrenter

Nematoder är en sorts rundmask som livnär sig på bakterier precis som Dicty. Istället för att ha en komplicerad migrerings- och spridningsmekanism när bakterierna tar slut byter de helt enkelt födokälla till bland annat slemsvampar. Dicty kan dock undvika att bli uppäten av dessa genom att utsöndra en speciell substans som nematoderna inte tycker om. När Dicty övergår till snigelfasen omges de av ett slemlager som ska ge snigeln stabilitet. Utöver att bidra till strukturen gör det även snigeln oätlig för nematoder då dessa inte kan tränga igenom denna skyddande barriär. Nematoder kan inte heller bryta ner sporer från Dicty så de utgör inget hot där heller.

Alla vill inte ha samma villkor

Parasiter är ett vanligt problem för alla organismer. Hos Dicty är ett så kallade cheaters exempel på parasiter. Dessa är i själva verket också Dicty men har en mutation som gör att de aldrig behöver bilda skaftet i svampfasen och därmed inte heller behöver offra sig för resten av kolonin. En cheater kommer däremot inte långt i sin spridning. När de väl spridits som sporer etablerar de en ny koloni. Då Dicty förökar sig via celledelning (alltså kloning) kommer alla i det nya samhället vara cheaters. När det då är dags att bilda svampfasen kommer ingen av dessa kunna bilda skaftet och därmed kommer inte heller någon att kunna spridas vidare. De är alltså inte på sikt några framgångsrika mutanter.

Förrädare

Dictyostelium caveantum är en parasit men också en nära släkting till Dicty (*Dictyostelium discoideum*). När Dicty kallar på varandra för att gå samman till snigelfasen fångar parasiten också upp signalen och samlas tillsammans med de andra. Istället för att hjälpa till med bildandet av snigeln äter dessa upp Dicty och bildar därefter sin egna snigel- och svampfas för att sprida sig.

Slutligen

Det finns många dimensioner på den lilla slemsvampen Dicty. Den har intressanta metoder för att signalera med andra individer samt en intressant förmåga att differentiera till olika sorters celler vilket gör att de är av intresse inom medicinsk forskning. Bland de celler som bildar stjälken finns det dessutom ett par olika undergrupper av celler. Man skulle kunna säga att Dicty i sin amöbafas är som en stamcell i en människa som väntar på att specialisera sig.

Vill du veta mer om Dicty?

Besök dictybase.org eller läs Bonner JT. 1959. Differentiation in Social Amoebae alternativt Andreasson M. 2013. *Dictyostelium discoideum* – på makro- och mikronivå