

Chytridiomykos – en kallblodig mördare!

Sara Andersson

Populärvetenskaplig sammanfattning av Självständigt arbete i biologi 2014
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Groddjur har länge fascinerat människan och säkerligen var det många av oss som barn som tittade förundrat på de samlingar av groddagg man kunde se flyta vid vattenytan i sjökanten. Detta är tyvärr kanske inte något som våra barn eller barnbarn kommer kunna uppleva. En stor del av jordens amfibier är utrotningshotade och flera forskare befarar att alla groddjur kommer att utrotas inom en snar framtid. Ett av de största hoten som amfibiernas står inför idag är chytridiomykos, en svampinfektion som drabbar groddjurens hud och som kan ha en dödlig utgång. Vad kan vi egentligen göra för att stoppa chytridiomykosens spridning och för att säkerhetställa amfibiernas bevarande?

Amfibier

Amfibier har en mycket unik förmåga att kunna leva både i vatten och på land tack vare deras speciella hud. Groddjurs hud är permeabel för både vatten och livsviktiga salter vilket gör att amfibier lätt kan ta in dessa från omgivningen. Detta gör att groddjur kan leva i förvånansvärt torra miljöer då de, istället för att dricka vatten, kan ta in vätska genom huden från exempelvis fuktig jord. Amfibier kan även utföra långsamt gasutbyte över sin hud. Detta gör att de kan övervintra på botten av sjöar utan att behöva gå upp till ytan för att hämta syre.

Hur illa är egentligen amfibiernas situation?

Många är medvetna om att ett flertal däggdjur är hotade; exempelvis tigrar, noshörningar och jättepandor. Situationen för amfibier är dock förhållandevis okänd trots att den är mycket allvarligare då det finns en risk att hela djurklassen dör ut. Detta skulle motsvara samma nivå som att *alla* jordens däggdjur skulle utrotas. Idag är 41% av jordens 7242 amfibier hotade enligt IUCNs rödlista. Dessutom är läget okänt för 9 % av arterna då det har gjorts för få studier på dessa för att veta deras faktiska situation. Sedan 1980 har nio arter av groddjur utrotats. Ytterligare 120 arter har inte påträffats under en längre tidsperiod och klassas därför som "troligtvis utrotade" på IUCNs rödlista. För få undersökningar har utförts för att bestämt kunna avgöra att arterna är utrotade.

Varför är amfibierna utrotningshotade?

Amfibiernas hotbild är ett resultat av flera faktorer. Längre har det talats om att det största hotet mot amfibierna är förstörelse och fragmentering av deras habitat. Habitatfragmentering innebär att ett habitat blir uppdelat i mindre områden, oftast som följd av skogsskövling eller annan miljöpåverkan från oss människor. Detta kan exempelvis resultera i att groddjuren inte längre har möjlighet att nå de vattensamlingar där de lägger sina ägg eller att populationen blir uppdelad och så liten att det finns risk för inavel eller utdöenden som följd av slumpartade händelser. Ett ytterligare hot är en ökad mängd av giftiga föroreningar som kan ansamlas i groddjurens, ofta stillastående, lekvatten. Som om amfibierna inte hade det svårt nog kan de även drabbas av flera svåra sjukdomar. En av de allvarligaste sjukdomarna är chytridiomykos, en dödlig svampinfektion som drabbar groddjurens hud.

Chytridiomykos

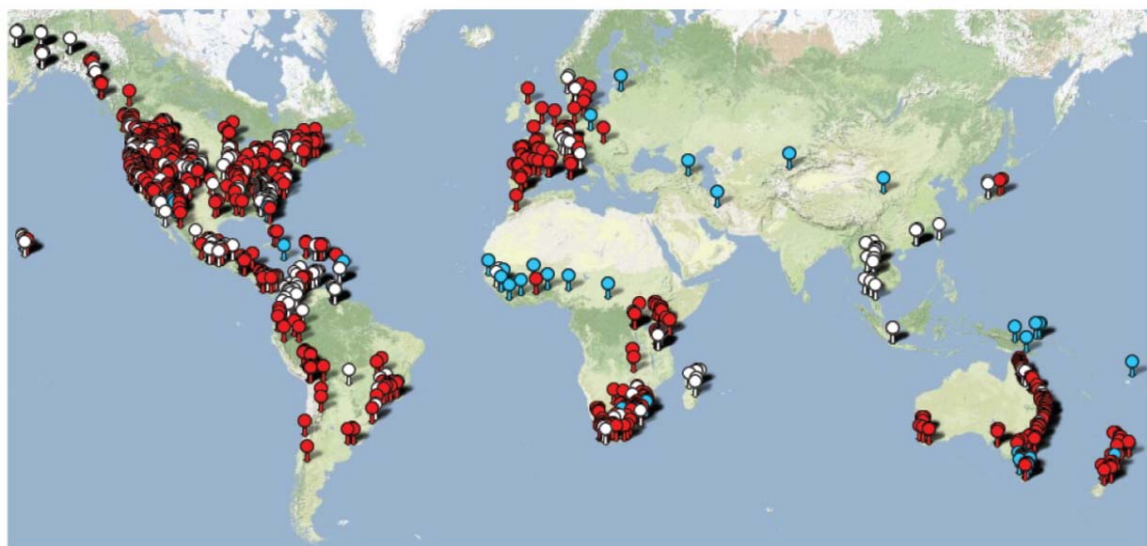
Chytridiomykos är en hudinfektion som orsakas av *Batrachochytrium dendrobatidis*, en svampart som tillhör fylumet pisksvampar. Det som utmärker pisksvampar är deras zoosporer. Detta betyder att svampens sporer är utrustade med flageller, vilket gör att de lätt kan ta sig fram i vatten. Detta är en anledning till att sjukdomen har kunnat sprida sig framgångsrikt. *B. dendrobatidis* lever, som flera andra pisksvampar, som nedbrytare på keratin, ett fibröst protein som ger stadga åt de yttre hudcellerna hos bland annat amfibier.

Vad har chytridiomykos för ursprung?

Under en kort period i början av 90-talet minskade antalet amfibier kraftigt i olika naturreservat i Panama och Australien. Fenomenet förundrade forskare och det diskuterades huruvida händelserna kunde ha något samband. Vid studier av insamlade groddjur kunde man observera att deras hud ömsade kraftigt och att den var missfärgad. Vid elektronmikroskopi fann man samlingar av svampsporer i groddjurens yttre hudlager och senare DNA-analys visade att de båda populationerna i Panama och Australien var infekterade av samma svampart, nämligen *B. dendrobatidis*. Hur kom det sig då att denna svampsjukdom kunde finnas på så olika delar av jordklotet? Under 1930-talet exporterades ett stort antal afrikanska klogrodor (*Xenopus laevis*) från Afrika sedan man upptäckt att grodorna kunde användas som graviditetstester för människor. Urin från en kvinna fördes in i bukhålan på grodan och om kvinnan var gravid började grodan att lägga ägg då den påverkades av hormoner som fanns i urinet. Senare studier visade att de afrikanska klogrodorna kan bära på *B. dendrobatidis* utan att insjukna i chytridiomykos. Detta gjorde att forskare lade fram teorin om att chytridiomykos har sitt ursprung i Afrika och troligen har kunnat sprida sig över världen som en följd av den stora exporten av afrikanska klogrodor. Vid studier av hudprover från bevarade amfibier visade det sig att det tidigaste fallet av chytridiomykos kunde hittas hos en afrikansk klogroda som samlats in i södra Afrika 1938.

Var finns chytridiomykos idag?

Idag finns chytridiomykos på jordens alla kontinenter (Figur 1), förutom på Antarktis där det inte lever några amfibier. Längre var Sveriges amfibier förskonade från sjukdomen men 2010 påträffades de första fallen av chytridiomykos i vilda populationer av klockgrodor (*Bombina bombina*), vanliga paddor (*Bufo bufo*) och grönfläckiga paddor (*Bufo viridis*) i Skåne och Blekinge.



📍 Område som testats positivt för Bd 📍 Område som testats negativt för Bd (Exakt plats) 📍 Område som testats negativt för Bd (Ungefärlig plats)

Fig. 1 Karta över *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) kända utbredning över världen idag. Omritad från (Bd-Maps 2014)

Hur drabbar infektionen groddjuret?

Sporerna från *B. dendrobatidis* fäster vid amfibiens hud och går sedan in genom deras yttre hudlager och infekterar groddjurets keratiniserade hudceller där de lever på att bryta ned keratinet. Hos grodyngel, som ännu inte utvecklat något keratiniserat hudlager, infekteras endast mundelarna som innehåller keratin. Väl inne i huden bildar sporen ett sporgömma som i sin tur utvecklar nya sporer. Detta gör att huden tillväxer och förtjocknar. Man kan se att groddjuret drabbas av anorexi, får långsammare reflexer, abnormal kroppsposition (Figur 2) och förändrad färg av huden. Eftersom huden är ett vitalt organ för amfibierna kan man snabbt dra slutsatsen att infektionen har förödande konsekvenser. Då huden förtjocknar stoppas transporterna av salter över huden med 50%. Salterna är viktiga för att upprätthålla en elektrolytisk balans hos groddjuret. När denna balans rubbas störs hjärtats elektriska aktivitet som slutligen leder till hjärtstillestånd hos groddjuret.

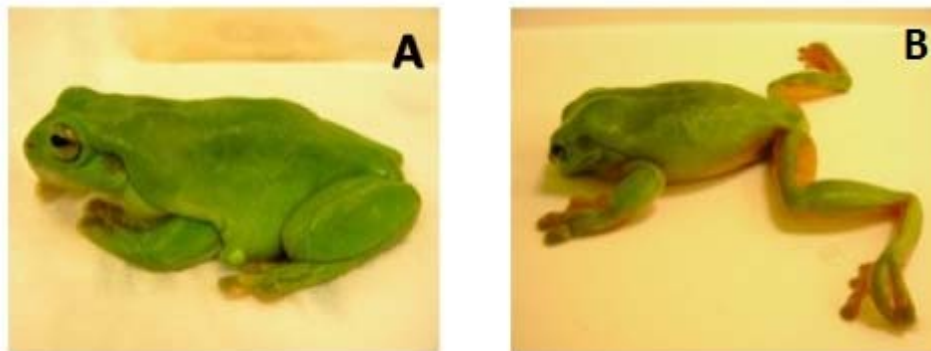


Fig. 2 A) En frisk korallfingergroda. (*Litoria caerulea*) B) En groda av samma art infekterad av chytridiomykos där man tydligt kan se bakbenens onormala position. Modifierad från Voyles *et al.* (2009).

Vad kan göras för att förhindra chytridiomykos?

Chytridiomykos har visat sig vara svår att kontrollera. Idag finns ännu inte någon ultimata metod för att stoppa dess spridning. Forskare arbetar främst utifrån två strategier för att försöka bekämpa chytridiomykos.

1. Hindra sjukdomen från att sprida sig genom exempelvis skyddade habitat för groddjuren.
2. Aktiv bekämpa sjukdomen genom att bota eller göra amfibier resistenta mot infektionen.

Här följer några möjliga metoder:

Minska antalet mottagliga värdar i en population

Genom att gallra en population finns det färre individer att smitta och det blir en mindre risk för att infektionen sprider sig. Då man selekterar ut individer väljer man att ta bort de äldre eller svaga då de livskraftiga individerna troligare har bättre möjligheter att stå emot en eventuell infektion. Man kan även minska antalet mottagliga värdar genom att vaccinera individer.

Behandling av djur och habitat

Det har utförts flera försök i laboratorium där man lyckats bota chytridiomykos hos infekterade amfibier. De två främsta behandlingssätten är värmebehandling och behandling med itraconazole. Itraconazole är ett svampbekämpande preparat som normalt används på

svampinfektioner hos människor. Dock har itraconazole i flera tester visat sig vara skadligt för adulta amfibier och forskare oroar sig även för att *B.dendrobatidis* ska utveckla en resistens mot itraconazole.

Återintroducering av selekterade individer.

Då man samlar in amfibier från ett chytridiomykos-drabbat område finns det möjlighet att selektera ut de individer som har påvisat en resistens mot sjukdomen. Hos flera arter har man sett att det bildas små antimikrobiella proteiner (AMP) ur körtlar som finns på deras hud. Dessa proteiner har visat sig ha en inhiberande verkan på infektionen. Vissa arter lever även med en bakterie, *Janthinobacterium lividum*, på huden. Bakterien producerar violacein, ett svampdödande ämne som har visat sig ge groddjuret en ökad resistens mot chytridiomykos. Individer som bär på dessa naturliga skydd mot chytridiomykos kan sedan användas för att avla fram nya generationer som förhoppningsvis ärver de resistenta egenskaperna och som sedan kan stå emot sjukdomen när amfibierna återintroduceras till sitt ursprungsområde.

Skapa skyddade habitat för amfibierna

Ett skyddat habitat för amfibierna är områden som är ofördelaktiga för *B.dendrobatidis* och som hindrar svampen från att sprida sig. Exempelvis har det visat sig att vattenloppor (*Daphnia*) kan predera på *B. dendrobatidis* och minska antalet zoosporer i vattensamlingar. I torra och varma områden får *B. dendrobatidis* sporer svårt att sprida sig och sporgömmena får dessutom en lägre tillväxt. Samtidigt menar vissa forskare att amfibier får ett nedsatt immunförsvar om de utsätts för höga temperaturer och torka, så det krävs en genomtänkt avvägning vid val av dessa skyddade habitat.

Beprövade metoder

I nationalparken Peñalara, Spanien, har chytridiomykos orsakat en kraftig minskning av antalet barnmorskegrodor (*Alytes obstetricans*). För att bekämpa sjukdomen har grodyngel samlats in och värmebehandlats för att bli fria från chytridiomykos. Behandlingarna har varit framgångsrika och amfibierna har sedan släppts tillbaka i området där de samlades in. Tyvärr har resultat visat att groddjuren snabbt återfår infektionen och 2008 var beståndet av barnmorskegrodor så lågt att forskarna samlade in de individer som kunde hittas och höll dem i fångenskap i förbyggande syfte om den vilda populationen skulle utrotas helt. På Mallorca har en liknande metod prövats. Grodyngel av arten balearisk barnmorskegroda (*Alytes muletensis*) samlades in och behandlades framgångsrikt med itraconazole. Efter insamlingen av yngel valde man dock att tömma de dammar där grodynglen samlats in, för att förhoppningsvis eliminera de sporer av *B. dendrobatidis* som fanns i vattnet. När groddjuren sedan återintroducerades blev de tyvärr återinfekterade av chytridiomykos. Dock var infektionen inte lika kraftig denna gång.

Varför ska vi bevara amfibierna?

Amfibierna är en djurklass som funnits på jorden under 360 miljoner år. Deras utrotning skulle vara den största som skett sedan dinosauriernas tid, vilket i sig är en ganska deprimerande tanke. De metoder som prövats i fält kan tyckas fruktlösa och inge en känsla av uppgivenhet. Dock har flera metoder visat sig framgångsrika i laboratoriemiljö och chytridiomykos är ett förhållandevis nytt fenomen i flera länder vilket ger förhoppningar om att det förebyggande arbetet mot chytridiomykosens spridning fortfarande är under utveckling. Under senare år har det även skett en ökad medvetenhet hos allmänheten vilket ger förhoppningar om ett ökat engagemang. Ser du en groda, padda eller kanske en

salamander i din trädgård ska du vara rädd om den och även se den som ett tecken på att du bor i en ren miljö. Amfibierna är mycket känsliga för förorenade miljöer, bland annat på grund av deras permeabla hud och deras ägg som ligger utan skal i direkt kontakt med omgivningen. Detta gör amfibier till mycket effektiva miljöindikatorer och kan på så sätt stå i människans tjänst.

Mer information

Andersson S. 2014. Chytridiomykos – sjukdomen som hotar att utrota amfibierna.
Självständigt arbete i biologi. Uppsala universitet, Uppsala

Bd-Maps 2014. WWW-dokument: <http://www.bd-maps.net/maps/> Hämtad: 2014-02-25

Voyles J, Young S, Berger L, Campbell C, Voyles WF, Dinudom A, Cook D, Webb R, Alford RA, Skerratt LF, Speare R. 2009. Pathogenesis of Chytridiomycosis, a cause of catastrophic amphibian declines. *Science* **326**: 582 – 585.