

Ingemar Jönsson gjorde de svenska **björndjuren** odödliga

av Anna Härdig

De är pyttesmå, gulliga och har nästan övernaturliga egenskaper. En biolog i Kristianstad som fascineras av björndjuren ledde 2007 det som blev ett av de senaste hundra årens mest spännande och oväntade rymdexperiment.

Många har idag hört talas om dem. Björndjuren. Det ultimata djuret som får oss att ifrågasätta själva definitionen av liv. Mycket av björndjurens nutida berömmelse kan de tacka Ingemar Jönsson för. För elva år sedan ledde han nämligen ett projekt vars syfte var att testa hur väl de tåliga små trögkryparna klarade sig i rymden.

Uppvuxen på en bondgård hamnade Ingemar tidigt i kontakt med både djur och natur. Så grundlades ett stort intresse för biologi.

– Jag tillbringade mycket tid i naturen under min barndom och var under en period på 1970-talet en rätt aktiv fågelskådare, men märkte snart att jag var mer intresserad av fåglarnas livsvillkor än av artbestämning, säger Ingemar.

Biologiutbildningen i Lund grundlade ett intresse för organismernas livshistorier, varför olika mönster i överlevnad och reproduktion har utvecklats, och hur selektion kan styra evolutionen av livshistorier i olika riktningar. Det var också denna inriktning som hans doktorsavhandling fick. Och det var även livshistorieaspekter som gjorde att han efter doktorandtiden fick upp ögonen för björndjur.

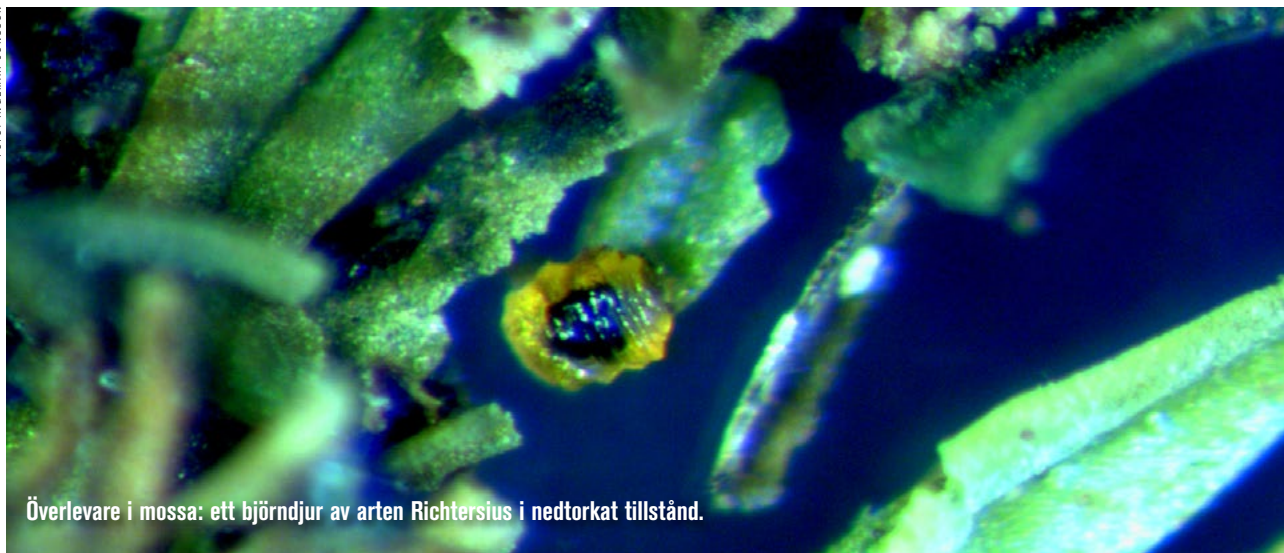
– Det var evolutionära perspektiv som fick mig intresserad av björndjuren. De har ju utvecklat anpassningar för väldigt tuffa miljöer och kan gå in i livsstadier där de helt stänger av sin ämnesomsättning. På så vis kan de överleva långa perioder av torka och kyla, berättar Ingemar.

Det blev också denna tålighet som Ingemars forskning kom att handla mycket om. Hur fungerar björndjurens så kallade kryptobiotiska stadier där all aktivitet i deras kroppar avstannar? Vad har det för konsekvenser för dessa varelser?

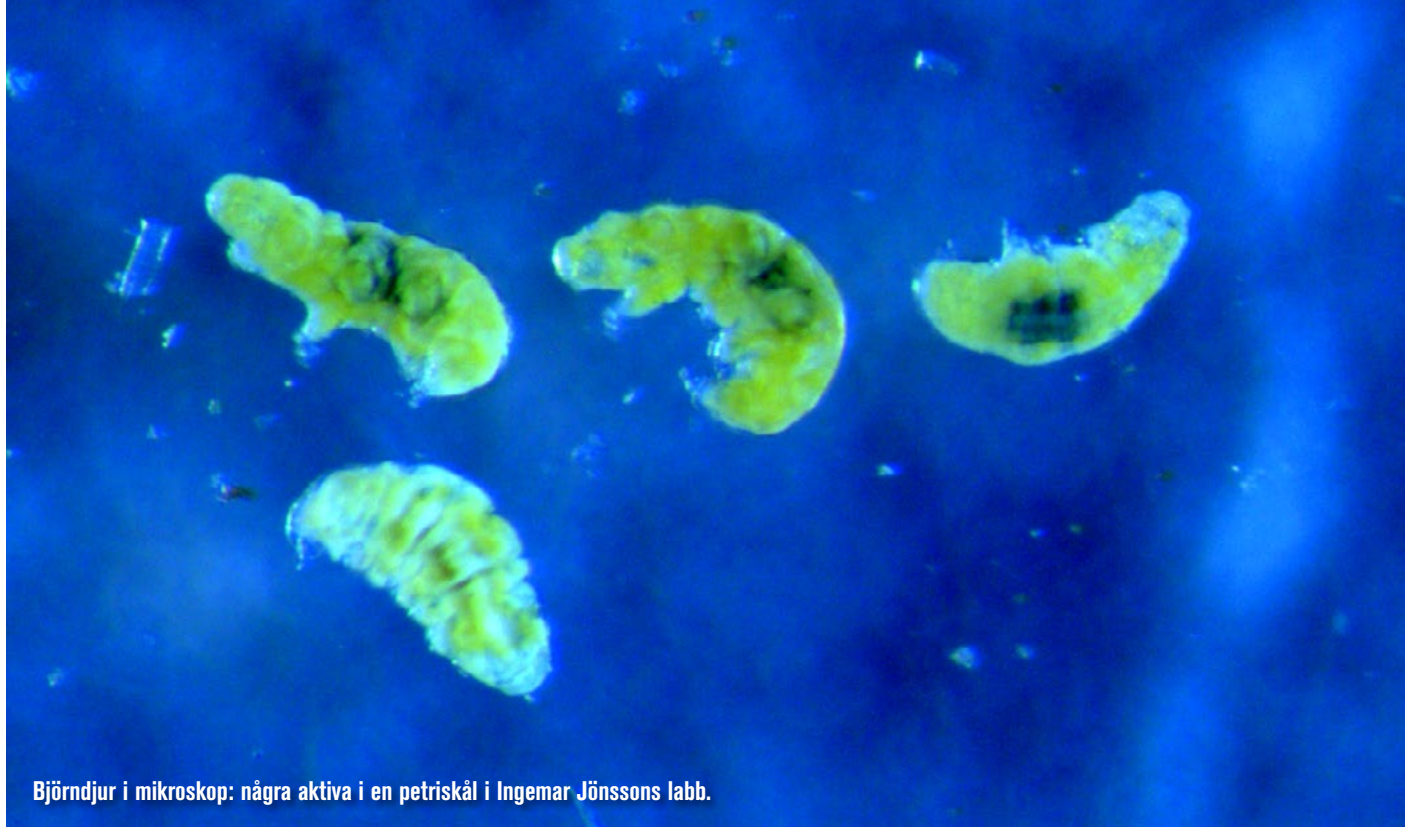
– Min forskning handlade i början främst om deras uttorkningstolerans, men senare har jag även riktat in mig mycket mot strålningsbiologi, främst joniserande strålning, något som det visat sig att björndjuren också har en hög tålighet mot. Samarbete med strålningsbiologer vid Stockholms universitet har varit viktiga i de här studierna. Märkligt nog visade det sig att en internationellt ledande björndjursforskare, Gustav Thulin, under 1900-talets första hälft hade arbetat just på den zoologiska institutionen i Lund.

Idag är det dock Ingemar som är den främsta björndjurs-experten i landet. Han är professor i teoretisk och evolutionär ekologi vid Högskolan Kristianstad och har de senaste åren

FOTO: INGEMAR JÖNSSON



Överlevare i mossa: ett björndjur av arten Richtersius i nedtorkat tillstånd.



Björndjur i mikroskop: några aktiva i en petriskål i Ingemar Jönssons labb.

främst arbetat med forskning kring hållbarhet och miljöpolicy. Men björndjuren hänger kvar, och i sitt laboratorium fortsätter han de studier som påbörjades i slutet av 1990-talet.

Forskningsobjekt sedan 200 år

Björndjur har funnits på jorden under väldigt lång tid. Mycket pekar på att de kan ha varit några av de första mer avancerade djuren som utvecklades för uppemot 600 miljoner år sedan. Det var en tid då livet i havet började ta sig upp på land. Under årmiljonerna som gått har björndjuren alltså haft gott om tid på sig att utvecklas.

– Uppenbarligen hade de här djuren en genetisk variation som gjorde att de kunde utveckla förmågan att torka ut och gå in i ett kryptobiotiskt stadium, säger Ingemar Jönsson.

Det verkar finnas en begränsning som har med kroppstorleken att göra huruvida ett djur kan gå in i kryptobios eller inte. Det största djuret som forskarna idag vet kan göra detta är en afrikansk mygglarv på en halv centimeter. De andra kryptobiosexperterna är alltså bara väldigt små djur, som hjuldjur, rundmaskar och så björndjuren, som sällan blir större än en millimeter. Sannolikheten för att stöta på ett gigantiskt björndjur som går bärsärkagång i ditt rymdskepp, något som händer i serien *Star Trek Discovery* från 2017, är med andra ord mycket liten.

I slutet av 1700-talet beskrevs björndjurens tålighet för första gången. Dåtidens forskare utsatte då djuren för uttorkning och kyla för att testa dem. Under 1800-talet fortsatte sedan forskningen, nu med fokus på det märkliga kryptobiotiska stadiet björndjuren kunde gå in i. Björndjuren verkade kunna förlora allt vatten i kroppen för att sedan, så fort de återigen fick tillgång till vatten, fortsätta livet som om ingenting hänt. Vad innebar detta för definitionen av liv? Levde de när de låg i kryptobios eller var de döda?

– Björndjuren utmanar gränserna för hur vi ser på vad liv är för något och vad som behövs för att liv ska finnas. Inom astrobiologin är det ju särskilt intressant att liv skulle

kunna finnas på de mest ogästvänliga platser i universum, säger Ingemar Jönsson.

Under 1800-talet tillsattes i Paris en stor utredning om uttorkningståliga djur och deras kryptobiotiska stadium. Rapporten blev färdig 1860, och slutsatsen var att djuren tycktes kunna klara fullständig uttorkning och att livsaktiviteterna då borde avstanna.

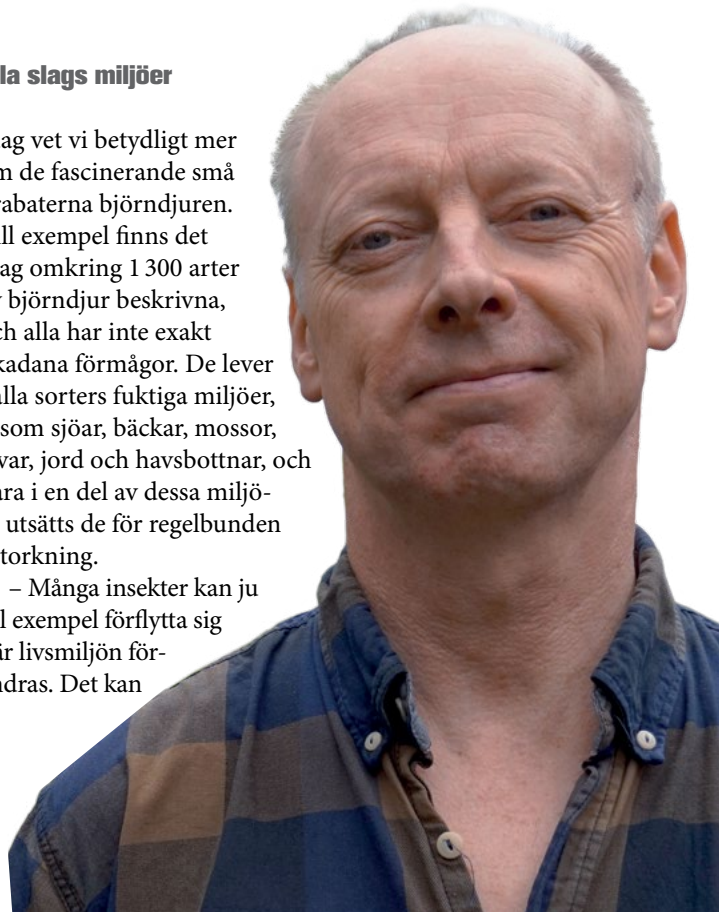
För Ingemar, som under sina år inom högskolevärlden även hunnit avhandla ämnen som idé- och lärdoms historia, filosofi och evolutionär psykologi, passar därför björndjuren perfekt in i hans kombinerade intressesfär.

– Jag har ett rätt stort tvärvetenskapligt intresse, vilket återspeglas i min forskning som innefattar så vitt skilda områden som björndjurens biologi, människans miljöbeteende och kommunernas hållbarhetsarbete, säger han.

Alla slags miljöer

Idag vet vi betydligt mer om de fascinerande små krabaterna björndjuren. Till exempel finns det idag omkring 1 300 arter av björndjur beskrivna, och alla har inte exakt likadana förmågor. De lever i alla sorters fuktiga miljöer, såsom sjöar, bäckar, mossor, lavar, jord och havsbotten, och bara i en del av dessa miljöer utsätts de för regelbunden uttorkning.

– Många insekter kan ju till exempel förflytta sig när livsmiljön förändras. Det kan



HÖSTENS PROFIL: INGEMAR JÖNSSON

inte björndjuren. De finns där de finns och antingen klarar de sig eller så gör de det inte. Eftersom de saknar andningsorgan tar de istället upp syre genom huden. Utan vatten kan de heller inte vara aktiva eftersom de har ett så kallat hydroskelett, vilket betyder att vattnet inne i kroppen är det som håller uppe djurets form, berättar Ingemar Jönsson.

Björndjuren äter lite allt möjligt beroende på vilken art det rör sig om. Vissa av dem är karnivorer och äter andra små djur, som hjuldjur eller encelliga organismer. Vissa av dem äter istället alger eller suger i sig växtsafterna från mossor.

– Viktigt att komma ihåg är att björndjuren må vara kända för sin tålighet, men att denna kan ta sig olika uttryck beroende på art. Tåligheten hos de björndjur som lever i permanent fuktiga miljöer vet vi till exempel inte så mycket om. De som bor på platser som snabbt kan torka ut måste ju kunna klara en sådan uttorkningsprocess, medan detta inte är lika viktigt för dem som lever i en miljö som torkar ut mer långsamt, förklarar Ingemar.

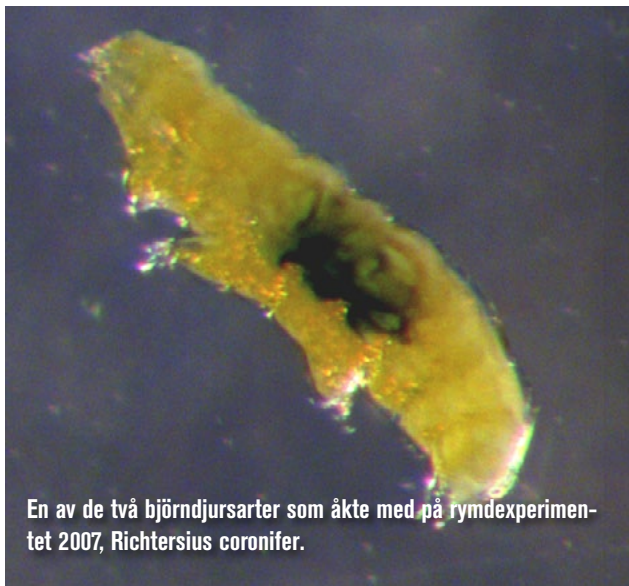
Rekordet för hur länge björndjur kan ligga i ett kryptobiotiskt stadium i rumstemperatur är tjuugo år, men en studie visar att björndjur från Antarktis kunnat klara en trettio år lång kryptobios nedfrusna och sedan komma tillbaka till liv.

– Den låga temperaturen leder till färre nedbrytande kemiska processer i kroppen, framför allt av syre och oxidation. Alla de processer som är kopplade mot naturligt åldrande, exempelvis de metaboliska processerna och programmerat åldrande, avstannar i kryptobios. Om björndjuren befinner sig i vakuum och därför inte alls påverkas av oxidation borde de i teorin kunna överleva i det kryptobiotiska stadiet hur länge som helst, säger Ingemar.

Han besökte själv Antarktis under sydsommaren 2001/2002. Under två månader bodde han på Wasa, en av de två svenska forskningsstationerna på Antarktis. Där samlade han in prover för att bland annat undersöka vilka arter av björndjur som fanns i området.

– Antarktis inland är en miljö med väldigt få djurarter, och björndjuren utgör en viktig grupp där, berättar Ingemar. Björndjuren lever på de bergstoppar som sticker upp ur glaciärerna, så kallade nunataker.

FOTO: HÖRSKOLAW KRISTIANSTAD



En av de två björndjursarter som åkte med på rymdexperimentet 2007, Richtersius coronifer.

FOTO: ESA/S. CORVAJA



Björndjuren fanns bland 40 experiment ombord på den ryska raketen Foton-M3 som lyfte från Kazakstan den 14 september 2007.

Under Antarktis sommarhalvår tinar markerna upp och björndjuren kan aktiveras efter drygt sju månader i frusen kryptobios. Men även under sommaren är de utsatta för stora temperaturfluktuationer. När solen går ned fryser marken på igen och korta perioder av kryptobios är då ett måste för att överleva Antarktis klimat.

Första rymdresan

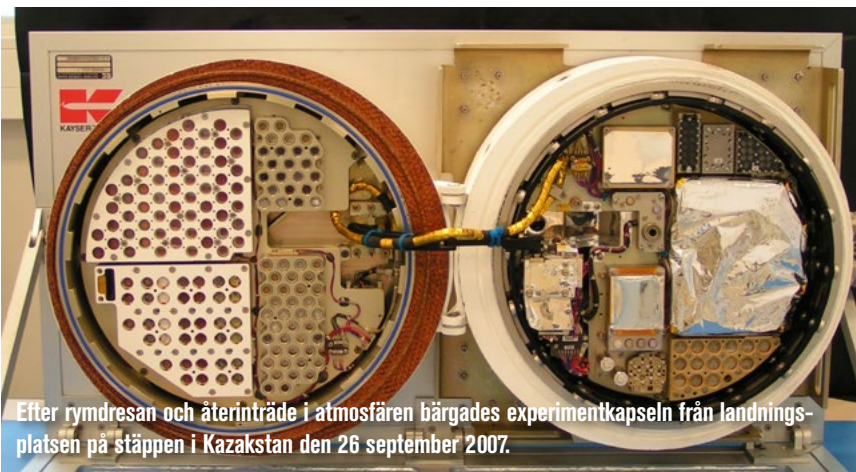
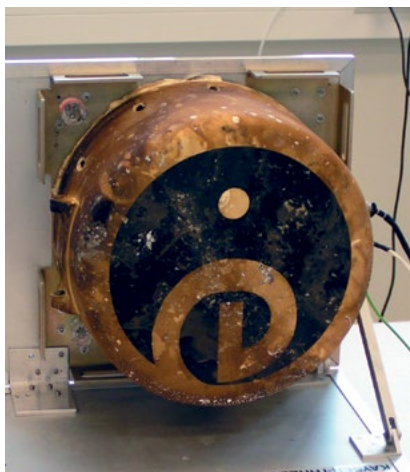
Redan på 1920-talet pratades det om att kryptobiotiska djur borde tåla att vistas i rymdmiljö, och då i sammanhang med den så kallade panspermiteorin, alltså att liv skulle kunna färdas på kometer och andra himlakroppar genom rymden och sedan krascha på planeter där det utvecklas vidare.

Men inga experiment med björndjur i rymden gjordes under 1900-talet. Ingemar Jönsson blev den som tillsammans med tre andra forskare fick ta initiativet till att år 2007 skicka ut björndjuren på en första rymdfärd. De flesta forskare utgick nog från att djuren inte skulle överleva, men Ingemar Jönsson ville veta säkert.

– Vi visste redan att de borde tåla uttorkningen av vakuumet bra, likaså den kosmiska strålningen, men kring UV-strålning var det mer osäkert. En studie på 1960-talet hade i alla fall pekat på att björndjuren även verkade ha en hög tålighet mot UV-strålning i det kryptobiotiska stadiet, men ingen hade faktiskt testat om det fanns djur som kunde klara av att exponeras för kombinationen av vakuum, kosmisk strålning och UV-strålning i rymdmiljö, säger han.

Björndjuren torkades ut och befann sig i kryptobios redan före uppskjutningen, annars hade de inte klarat den stora och snabba omställningen från jorden till rymden. Även de björndjursarter som är väldigt tåliga behöver en omställningsprocess där de kan producera de ämnen som bland annat skyddar membranerna i cellerna. Det är just denna förmåga, att kunna stabilisera cellstrukturerna i uttorkat tillstånd, som skiljer dem från de djur som inte klarar denna typ av kryptobios.

Från rymdbasen i Bajkonur i Kazakstan sköts fyra olika arter av björndjur upp i rymden där de skulle tillbringa tio dygn. De befann sig i en behållare med ett övre och ett undre skikt. I båda skikten utsattes de för vakuum och kosmisk strålning och i det övre skiktet dessutom för UV-strålning. De olika arterna kom från Tyskland, Dan-



Efter rymdresan och återinträde i atmosfären bärgades experimentkapseln från landningsplatsen på stäppen i Kazakstan den 26 september 2007.

mark och Sverige, specifikt Öland.

– Vi visste inte alls vad vi skulle förvänta oss, säger Ingemar Jönsson. Men två saker blev överraskande. Dels att björndjuren klarade de tio dygnen i vakuum med i stort sett inga skador. Det rör sig ju ändå om en enorm uttorkning i ett sådant lågt tryck.

Den andra överraskningen var att tolv procent av den ena björndjursarten i det övre skiktet faktiskt klarade UVA- och UVB-strålning. De inte bara överlevde utan fortsatte även reproducera sig. Däremot var det inget av djuren som klarade hela UV-spektrat, och björndjuren från Öland klarade ingen UV-strålning alls.

Stort intresse från allmänheten

Björndjurens rymdfärd fick ett enormt genomslag, med stor internationell respons i medierna. Det skrevs om experimentet i allt från lokala dagstidningar till magasin som *National Geographic* och *The Economist*. Ingemar Jönsson hade under hösten 2008 fullt upp med att hinna svara på alla förfrågningar.

– Från uppskjutningen till dess vi hade resultaten klara tog det ganska exakt ett år, och redan innan resultatet publicerats var intresset jättestort. Det är roligt att ha kunnat väcka ett sådant intresse för biologi och naturvetenskap, och som forskare är det ju rätt ovanligt att få en sådan medial uppmärksamhet för sina studier, säger Ingemar.

Rymdexperimentet har inte bara bidragit till kunskap om björndjurens tålighet i tuffa miljöer. Nyligen har molekylära analyser av björndjurens hela arvsmassa tagits fram, och dessa visar att olika grupper och arter av björndjur har utvecklat olika specifika molekylära anpassningar för att lösa samma problem, till exempel skillnader i uttorkning. Det betyder att evolutionen hittar skilda vägar till samma utfall och lösning.

– I en studie från 2016 överfördes DNA från björndjur till mänskliga celler, vilket ökade strålningståligheten hos de mänskliga cellerna med upp till 40 procent. Det är intressant för till exempel frågor kring cancer och åldrande. Här finns alltså en stor potential som vi bara är i början av att utforska, berättar Ingemar Jönsson.

Förmågan att klara av höga strålningsdoser verkar vara någon slags bieffekt av uttorkningståligheten hos björndjuren. Den strålning de utsattes för i rymden finns inte naturligt någonstans på jorden, så rent evolutionärt kan björndjuren inte

ha utvecklat en tålighet mot just strålning. Däremot kan det vara så att det skyddsmaskineri som har utvecklats för att ta hand om skador vid uttorkning också aktiveras av strålning.

– För att fortsätta undersöka saken måste man titta på sambandet mellan uttorkningstålighet och strålningstålighet, för att se om dessa hänger ihop, säger Ingemar.

Från rymden till biologisk mångfald på jorden

Det har nu gått över tio år sedan experimentet utfördes, men inga fler lyckade rymdfärder har det blivit för Ingemars björndjur.

– Vi ansökte om att få skicka upp björndjur till den internationella rymdstationen, men blev tyvärr inte beviljade detta. Och en rysk sond till Marsmånen Phobos med björndjur ombord kraschade i Stilla havet 2011.

Idag finns inte samma möjlighet att skicka ut provbehållare för kortare exponering i rymden på en till två veckor. Det är i så fall ISS eller korta parabolflygningar, bland annat från Kiruna, som gäller. Men det betyder inte att möjligheten för rymdfarande björndjur är helt borta. Ingemar Jönssons björndjur klarade sig i varje fall mer eller mindre välbehållna ned till jorden igen. Annat kan man säga om björndjuren ombord på den israeliska månlandaren Beresheet som i april i år kraschade på månen. Det är, när den här artikeln skrivs, fortfarande oklart om deras behållare klarade kraschen eller om björndjuren nu spritts ut över månens yta.

– Björndjuren på månen lär inte vakna upp, det finns ju inget flytande vatten där, kommenterar Ingemar Jönsson.

Sedan några år tillbaka jobbar Ingemar främst med miljöpolicyfrågor och hållbarhetsperspektiv. Naturvårdsverket vill hitta nya styrmedel för en mer hållbar användning av mark och vatten. Ett alternativ är att de som vill exploatera områden med naturvärden också måste kompensera för förluster av biologisk mångfald som sker genom att åter skapa dessa värden på andra ställen.

– Björndjuren tillhör ju den biologiska mångfalden lika mycket som andra organismer, men det är sällan någon tar hänsyn till dem. Det är först när det pratas om lite större organismer, som till exempel insekter, som någon bryr sig. Björndjuren är på många vis skyddslösa, reflekterar Ingemar Jönsson.

Tur då att de är så tåliga och troligtvis lär finnas kvar här på jorden, långt efter det att vi människor har lämnat den. ★