
Ik vermoed dat de wens om te ontsnappen aan de menselijke conditie ook ten grondslag ligt aan de hoop om de levensduur van de mens te verlengen tot ver voorbij de grens van honderd jaar. Hannah Arendt, filosofe. De menselijke conditie, 1958 ([bron](#)).

Thema van deze maand: Tardigrades

Wat zijn tardigrades?

Tardigrades, ook wel waterberen genoemd, zijn microscopische ongewervelden van 0,1 tot 1 mm lang met 8 poten. Ze werden in 1773 ontdekt en leven in [allerlei omgevingen](#), waaronder oceanen, zoetwaterlichamen en terrestrische ecosystemen zoals mossen, korstmossen en aarde. Tot op heden zijn er wereldwijd [1380 soorten](#) levende tardigrades bekend. Ondanks hun kleine formaat spelen tardigrades een belangrijke ecologische rol in de nutriëntencyclus en microbiële regulering binnen hun habitat.



Tardigrades staan vooral bekend om hun buitengewone overlevingscapaciteiten: ze hebben verschillende massa-extincties overleefd, zijn in een baan om de aarde gevlogen en op de maan geland. Ze kunnen [20 maanden bevroren overleven bij -200°C](#), immense druk, het vacuüm van de ruimte en giftige stoffen overleven. Sommige soorten (bijvoorbeeld van het geslacht *Paramacrobiotus*) zijn [1000 keer beter bestand tegen UV- en röntgenstraling dan mensen](#) en kunnen zelfs enkele dagen zonder zuurstof. Door hun unieke fysiologische aanpassingen staan ze in de belangstelling van wetenschappelijk onderzoek, met name op het gebied van astrobiologie, genetica en milieustudies.

Hoe overleven ze alles?

Tardigrades danken hun extreme veerkracht aan verschillende biologische aanpassingen. Een van hun belangrijkste overlevingsstrategieën is cryptobiose, een staat waarin ze hun metabolisme bijna volledig uitschakelen als reactie op extreme omgevingsomstandigheden. In deze toestand verliezen tardigrades [99% van hun lichaamswater](#) en krullen ze zich op tot een verdroogde vorm die tun wordt genoemd. Hierdoor kunnen ze extreme uitdroging ([anhydrobiose](#)), vriestemperaturen (cryobiose), een hoog zoutgehalte (osmobiose) en zuurstofgebrek (anoxymbiose) overleven. [In een onderzoek uit 2016](#) slaagden Japanse onderzoekers er bijvoorbeeld in om een Antarctische tardigrade te herstellen en te reproduceren uit een mosmonster dat meer dan 30 jaar was ingevroren.

Een belangrijke factor in hun overleving is de productie van [bioprotectieve eiwitten](#), bekend als Tardigrade-Specifieke Intrinsiek Ongeordende Eiwitten (TDP's). Deze eiwitten vervangen water in hun cellen en vormen een beschermende gel-achtige structuur die schade aan gevoelige biologische moleculen, zoals DNA en eiwitten, voorkomt. Als de omstandigheden weer gunstig worden, kunnen tardigrades binnen enkele uren weer rehydrateren en hun normale activiteit hervatten.

Tardigrades beschikken ook over [zeer efficiënte DNA-herstelmechanismen](#) waardoor ze hoge stralingsniveaus kunnen overleven, [die bij andere organismen dodelijke mutaties zouden veroorzaken](#). Bovendien produceren sommige soorten pigmenten die als schild dienen tegen schadelijke ultraviolette straling.

Deze opmerkelijke aanpassingen maken tardigrades tot een van de meest veerkrachtige levensvormen op aarde. Hun vermogen om in de ruimte te overleven heeft veel wetenschappelijke interesse gewekt, vooral op het gebied van astrobiologie en biotechnologie, waar onderzoekers hun unieke overlevingsmechanismen bestuderen voor mogelijke toepassingen in de geneeskunde, voedselconservering en ruimteverkenning.

Toepassing voor wetenschap en levensduur

- [Therapie tegen kanker](#)

Het Tardigrade Damage Suppressor Protein (Dsup) is geïdentificeerd als een sleutelfactor in het vermogen van de tardigrade om zijn DNA te beschermen tegen schade veroorzaakt door stressfactoren zoals straling en uitdroging. Onderzoek heeft aangetoond dat wanneer Dsup in menselijke cellen wordt ingebracht, het genen helpt reguleren die betrokken zijn bij DNA-reparatie en transcriptie. [Uit een onderzoek bleek dat de expressie van Dsup](#) de antioxidantspiegels verhoogde en belangrijke parameters herstelde die door UV-blootstelling waren veranderd, zoals de lengte van de stuifmeelbuis, de positie van de mannelijke kiemcel en de expressie van stressproteïnen (tubuline, HSP70). Deze resultaten suggereren dat Dsup de weerstand van pollen tegen UV-B zou kunnen verhogen en de tolerantie van planten tegen zonnestraling zou kunnen verbeteren. Dit eiwit zou een vitale rol kunnen spelen bij de bescherming van menselijk DNA tegen schade door omgevingsfactoren en zou therapeutische toepassingen kunnen hebben bij de behandeling van kanker, waarbij DNA-herstelmechanismen cruciaal zijn voor de werkzaamheid van therapieën. Chemotherapie en radiotherapie veroorzaken vaak DNA-schade in gezonde cellen, wat hun succes beperkt en schadelijke bijwerkingen veroorzaakt. Door tardigrade-afgeleide eiwitten of genen toe te passen op menselijke cellen, zouden onderzoekers mogelijk [het vermogen van de cellen om DNA te repareren kunnen verbeteren](#), waardoor ze beter bestand zijn tegen de schadelijke effecten van kankertherapieën. Dit zou de effectiviteit van behandelingen kunnen verhogen terwijl de schade aan gezonde weefsels tot een minimum wordt beperkt.

- [Cryopreservatie](#)

Cryopreservatie, het proces waarbij cellen, weefsels of organen bij lage temperaturen worden bewaard, is een ander gebied waar onderzoek naar tardigrades toepassingen heeft. Tardigrades kunnen extreme uitdroging overleven, een proces dat lijkt op cryopreservatie. Door de genen te bestuderen die verantwoordelijk zijn voor hun

stressbestendigheid, werken onderzoekers aan het verbeteren van cryopreservatietechnieken voor menselijke cellen, weefsels en organen, wat een revolutie teweeg zou kunnen brengen in orgaantransplantatie en het bewaren van genetisch materiaal.

- [Astrobiologie](#)

Als extremofiele organismen kunnen tardigrades in de ruimte overleven. In 1964 werd voor het eerst gesuggereerd dat tardigrades als modelorganismen voor ruimteonderzoek konden dienen vanwege hun buitengewone bestendigheid tegen straling. In de loop der jaren onthulden studies naar hun cryptobiose een nog grotere veerkracht, vooral in de ruimte. Verschillende ruimtemissies, zoals FOTON-M3 in 2007 en de Endeavour-missie in 2011, onderzochten hoe tardigrades ruimtestressoren zoals microzwaartekracht en straling overleefden. Het laatste ruimteonderzoek waarbij tardigrades betrokken waren, was het Phobos Life Project, dat tot doel had het overleven van organismen tijdens een interplanetaire vlucht te testen, ter ondersteuning van de panspermia-theorie. Helaas eindigde de missie in een mislukking toen het ruimteschip in 2012 neerstortte.

Bovendien heeft dit organisme laten zien dat het opmerkelijk goed bestand is tegen aanhoudende extreme druk. Het [overleefde tot 74.000 atmosfeer](#), wat overeenkomt met een afdaling van 180 km naar de kern van de aarde. Dit overtreft de druk die nodig is om diamanten te vormen. Ondanks deze intense omstandigheden blijven de structuur en integriteit van hun cellen onveranderd.

Het vermogen van tardigrades om cryptobiose aan te gaan maakt ze niet alleen zeer geschikt om lange kosmische reizen te overleven, maar opent ook de mogelijkheid om te onderzoeken of ze zouden kunnen overleven en gedijen op andere planeten.

- [Levensduur](#)

Een ander potentieel van het gebruik van tardigrades als model zou kunnen zijn om te onderzoeken hoe ze ouder worden als ze in cryptobiose terechtkomen. De “schone slaap”-hypothese suggereert dat tardigrades mogelijk niet verouderen tijdens deze droge toestand, ook al is dit niet volledig onderzocht. Onlangs [werd deze hypothese](#) getest door een groep tardigrades afwisselend periodes van bevriezing bij -30°C en voeding bij 20°C te laten ondergaan. De resultaten toonden aan dat de bevroren tardigrades twee keer zo lang leefden als de controlegroep. Deze studie is het eerste experimentele bewijs dat tardigrades minder snel verouderen tijdens cryobiose.

Tardigrades zijn niet de enigen die aan cryptobiose doen

Net als tardigrades kunnen sommige bdelloïde rotiferen in cryptobiose gaan om extreme omstandigheden, waaronder langdurige bevriezing, te overleven. [Uit een onderzoek dat in 2021 werd gepubliceerd](#), bleek dat een bdelloïde rotifeer van het genus *Adineta*, gewonnen uit Siberische permafrost en met koolstof gedateerd tot ongeveer 24.000 jaar BP, met succes tot leven werd gewekt. Genetische analyse bevestigde de classificatie en toonde aan dat het dier de voortplanting kon hervatten door parthenogenese in een laboratoriumomgeving. Deze ontdekking is het langst gedocumenteerde geval van overleven in bevroren toestand door een meercellig organisme en benadrukt cryptobiose als een opmerkelijke biologische strategie die

bepaalde levensvormen in staat stelt om extreme omgevingen te weerstaan en duizenden jaren te blijven sluimeren.

Het goede nieuws van de maand: We begrijpen meer over het leven van super honderdjarigen.

Maria Branyas Morera stierf in 2024, 117 jaar oud. Ze stemde ermee in om al tijdens haar leven onderzocht te worden om haar uitzonderlijke gezondheid te bestuderen. Uit een [studie die in februari als preprint is gepubliceerd](#), blijkt dat ze bijna een “darmmicrobioom van een kind” had. Haar genen beschermden haar tegen hart- en vaatziekten, neurodegeneratieve ziekten en stofwisselingsziekten.

De hoofdauteur van het artikel Manel Esteller zegt dat de recordbrekende super honderdjarige suggereert dat veroudering en ziekte onder bepaalde omstandigheden kunnen worden ontkoppeld. Dit is natuurlijk, helaas, voor een beperkte tijd en voor een kleine groep mensen. Maar onze kennis gaat vooruit om dit voor meer mensen langer mogelijk te maken.

Voor meer informatie

- [Heales](#), [Longevity Escape Velocity Foundation](#), [International Longevity Alliance](#), [Longevity](#), en [Lifespan.io](#)
- [Heales Maandelijks Wetenschapsnieuws](#)
- [Heales YouTube-kanaal](#)
- [Afbeelding](#)
- [Contact](#)