



Bedankt voor de bloemen

“Bedankt voor de bloemen.” Ik schrijf dit kort na Pasen, en dus hebben veel Nederlanders weer geluisterd naar dit traditionele zinnetje van de paus, dat voor ons wel het hoogtepunt van de Urbi et Orbi lijkt te zijn. In ieder geval heeft de Heilig Vader geen twijfel waar de bloemen vandaan komen. “Ja, duh, Nederland,” hoor ik u al denken. Maar ik dacht eigenlijk aan het grote plaatje. Zelfs mijn biologieleeraar op de middelbare school leerde ons, dat iets dergelijks moois toch echt wel het beste bewijs voor een goddelijke schepping was.

Voor diegenen die denken dat het leven op die andere manier ontwikkeld is, ligt het allemaal een stuk ingewikkelder. Zoals gebruikelijk, eigenlijk. We hebben het dan niet meer over bloemen, maar over angiospermen, of bedektzadigen. We weten allang dat halverwege het Krijt deze planten hun dominante rol kregen. En voor alle duidelijkheid, ze zijn dus echt dominant. Ajax-FC Twente wordt op een veld van angiospermen gespeeld, en ze zijn ook heerlijk om verstoppertje achter te spelen in het bos. Om maar te zwijgen over de ingrediënten van de gemiddelde groentesoep. Het gaat dus om heel wat meer dan die kleurrijke dingen waarmee je het Sint Pietersplein kan versieren. Voor evolutiebiologen en paleontologen is het nu met name interessant wat er gebeurde voordat de bedektzadigen hun overheersende rol innamen. Fossielen zijn al bekend uit het Vroeg Krijt. En fylogenieën gebaseerd op de morfologie en het DNA van de meest primitieve bloemplanten suggereren zelfs dat de oorsprong van de bloemen wel eens tijdens het Jura zou kunnen liggen. Normaal gesproken ben ik niet zo weg van plantenfossielen. Ik ben wat dat betreft als de paus, een angiosperm is vooral leuk als hij mooi is. Maar het puzzelstukje in de vroege evolutie van de bloemplanten dat Sun, Dilcher, Wang en Chen op 31 maart in *Nature* publiceerden is werkelijk een plaatje (lit. 2). Een takje van 16 centimeter met vijf blaadjes, waarin centraal een vruchtje prachtig bewaard is gebleven. Een vaag stukje Chinese bloemsierkunst, maar dan van meer dan 120 miljoen jaar oud. Al met al doet het een beetje denken aan een boterbloem. Dat het zo'n prachtig fossiel is, is op zich niet zo verwonderlijk. De Yixian formatie staat bekend om zijn buitengewone preservatie van vogels, gevederde dinosauriërs, zoogdieren en ook planten.

De nieuwe vondst kreeg de naam *Leefructus mirus* mee. Het is niet de eerste bedektzadige uit de Yixian formatie. Eer-

der werden hier *Hyrachantha decussata* en *Archaeo-*fructus sinensis** van beschreven. Van dat laatste geslacht is zelfs een soort uit oudere lagen in het gebied beschreven, *A. liaoningensis*. De nieuwe bloemplant is dus niet eens de oudst bekende. Op zich is het dus niet een heel opzienbarende vondst. Tenminste niet als we altijd maar blijven hopen op de eerste, de oudste, de grootste, of wat een fossiel dan ook uniek kan maken. *Leeo-*fructus** is gewoon een puzzelstukje dat precies op zijn plaats valt. Het is een kruidachtige, zoals we zouden verwachten uit de periode dat angiospermen nog een onbeduidende rol in de flora speelden. Het lijkt, ook na uitvoerige wetenschappelijk analyse, op vertegenwoordigers uit de boterbloemfamilie, die bekend is als een van de meest basale bloemplanten. Het enige wat te denken geeft, is dat *Leeo-*fructus** duidelijk maakt dat er al een aardige variatie van angiospermen was in het vroege Krijt, en we daarmee misschien de oudste bloemplanten wel in het Jura moeten zoeken. Maar zelfs dat was al voorspeld door recente botanici en hun fylogenetische bomen. *Leeo-*fructus mirus** is gewoon een mooi fossiel, dat precies doet wat hij moet doen. En dat is ook wel eens lekker!

Moet je eens goed luisteren!

Wat is een zoogdier? Op zich niet zo'n moeilijke vraag als je vandaag de dag op de wereld rondkijkt, maar al een stuk lastiger als je fossielen probeert te classificeren. Duidelijke kenmerken, als melk en haar, zijn dan niet meer te gebruiken. Maar waar zit de sleutel tot het zoogdierdom in het skelet? Het is iets waar ik mijn studenten tijdens het college graag even over laat puzzelen.

Het antwoord zit in het oor. Het middenoor van zoogdieren kent drie botjes: hamer, aambeeld en stijgbeugel. Reptielen hebben alleen de laatste. De oorsprong van de andere twee botjes ligt in de kaak. Want dat is het andere verschil tussen zoogdieren en reptielen. De onderkaak van zoogdieren is een bot, die van reptielen is opgebouwd uit meerdere botten. De gehoorbeentjes zelf fossiliseren nauwelijks. Ze zijn domweg te klein. Maar het hele proces van reptiel tot zoogdier is fossiel goed te volgen door onderzoek aan kaken. En dat is een lange evolutionaire weg. Aan het eind van het Trias zien we voor het eerst een vorm waarin het deel van de kaak waarin de tanden zitten, het dentale, scharniert met de schedel. Voor sommige paleontologen is dit het begin van de zoogdieren. Anderen praten liever over echte zoogdieren vanaf het moment dat alle gehoorbeentjes hun weg naar het middenoor gevonden hebben. En daar zitten tientallen miljoenen jaren tussen. De hele ontwikkeling van kaak tot oor is trouwens ook te vervolgen in de embryologie.

Dat evolutionaire pad is niet alleen erg lang, het is ook knap ingewikkeld. Want al die verschillende tussenvormen moesten kunnen blijven kauwen, en moesten kunnen horen. Hoe dat werkte, is een oud raadsel. En het zou ook niet weer de Chinese wondervindplaats Liaoning zijn, die daar in ieder geval deels een antwoord op geeft. Want voor

het eerst is een schedel van een zoogdier gevonden, waarin niet alleen de gehoorbotjes bewaard zijn gebleven, maar ze zelfs hun originele positie behouden hebben.

Het gaat om het skelet van een nieuwe eutriconodont, *Liaoconodon hui*. Eutriconodonten zijn een uitgestorven groep van Mesozoïsche zoogdieren, die in Liaoning rijk vertegenwoordigd is. Deze vorm was zo'n twintig centimeter lang, met een lange staart. In hun beschrijving in *Nature* van 14 april, komen Meng, Wang en Li direct ter zake (lit. 1). Een nieuw, fantastisch bewaard gebleven skelet is business as usual voor de Chinese paleontologen, dus daar maken ze zich met een minimale beschrijving van af, en gaan recht op hun doel af, het middenoor.

Het fossiel verschaft vooral duidelijkheid over de rol van het kraakbeen van Meckel. Die kraakbeen staaf komt bij recente zoogdieren alleen nog voor in embryo's. We wisten al langere tijd dat deze structuur bij Mesozoïsche zoogdieren ook bij volwassen exemplaren nog aanwezig was. Het kraakbeen van Meckel zelf fossiliseert niet, maar op de positie van de staaf zien we bij veel zoogdierfossielen uit die tijd een duidelijke groeve in de kaak zitten. In *Liaoconodon* is wel een deel van de structuur bewaard gebleven. Het uiteinde is namelijk verbeend, en blijkt omgevormd te zijn tot een deel van de hamer.

Maar wat betekent dit alles nu? Het eerste wat je nodig hebt om te kunnen horen, is een apparaat om de trillingen uit de lucht op te vangen. Dat is dus het trommelvlies. Bij ons is dat gespannen in het ectotympanum, dat vast in onze schedel zit. Dat botje zit er bij *Liaoconodon* duidelijk anders uit dan bij ons. In de eerste plaats is het niet verankerd in de schedel, en bovendien is het gedeelte waarin het trommelvlies gespannen moet zijn veel kleiner dan bij ons. Te klein, eigenlijk, want de ronding waarin in het vlies gespannen wordt is maar 90 graden. Probeer maar eens een vel papier strak te hadden met je handen onder een hoek van 90 graden: de verste hoek blijft altijd los hangen. En daar komt dus de hamer om de hoek kijken. Een deel van het botje heeft een ruw oppervlak, een duidelijke aanwijzing dat er iets aan vastgehecht was. Volgens de onderzoekers moet dat dus wel het trommelvlies geweest zijn. De hamer zelf werd nog op zijn plaats gehouden door het kraakbeen van Meckel, en was zo al feitelijk losgekomen van de kaak. Het is een constructie die werkt, maar die duidelijk voor verbetering vatbaar is. Die komt wanneer het ectotympanum in zijn eentje het trommelvlies spant, waardoor de hamer op zijn plaats tussen de gehoorbeentjes kan vallen. Het mooie is, dat de constructie zoals de paleontologen die beschrijven sterk overeenkomt met een bepaalde embryonale fase bij de zoogdieren. En dat maakt het een heel geloofwaardig model.

Dus heeft de wondervindplaats Liaoning weer gezorgd voor het juiste fossiel, in de juiste periode op de juiste plaats? Wel, niet helemaal. Het hele verhaal zou nog mooier geweest zijn als dit middenoor gevonden was in een daadwerkelijke voorouder van de moderne zoogdieren. Maar dat zijn de eutriconodonten nu eenmaal niet. Sterker nog, als je kijkt naar de positie in de stamboom, en daarin alle

kennis verwerkt die we hebben over het middenoor in verschillende groepen, dan moet je haast wel aannemen dat ons ingewikkelde systeem met verschillende gehoorbeentjes meermaals in de evolutie is ontstaan. Maakt dat het geheel ongeloofwaardiger? Niet echt. Juist doordat het verhaal ondersteund wordt door de ontwikkeling binnen het zoogdierembryo, blijkt dat met relatief weinig veranderingen in de ontwikkeling, dit wiel opnieuw kan worden uitgevonden.

Het vervelende, of juist het aardige, van dit soort verhalen is dat ik weer mijn college moet aanpassen. De overgang van kaakonderdelen naar gehoorbeentjes is altijd een vast onderdeel. Meestal fiets ik daar wat snel doorheen, maar zo'n nieuwe vondst nodigt toch uit om eens uitgebreider met de studenten de opbouw van het middenoor te bespreken. En dan maar hopen dat ze willen luisteren.

Literatuur

- 1 Meng, J., Y. Wang en C. Li, 2011. Transitional mammalian middle ear from a new Cretaceous Jehol eutriconodont. - *Nature* 472: 181-185
- 2 Sun, G., D.L. Dilcher, H. Wang en Z. Chen, 2011. A eudicot form the Early Cretaceous of China. - *Nature* 471: 625-628.

*Lars van den Hoek Ostende, Nationaal Natuurhistorisch Museum, postbus 9717, 2300 RA Leiden,
e-mail: Lars.vandenHoekOstende@ncbnaturalis.nl

