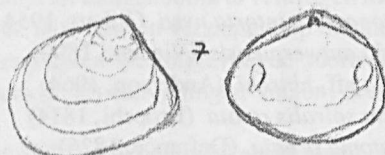
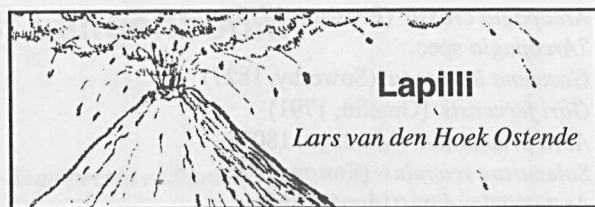


Schetsboek

⑥ Spisula elliptica⑦ Macoma balthica⑧ Gari peroenis

DNA. Het lijkt zo'n toverwoord. In mijn favoriete televisieserie CSI Miami gebruiken ze het om misdaden op te lossen. En in de meeste artikelen over biologie die gepubliceerd worden in Nature en Science speelt DNA op een of andere manier een rol. Het ontrafelen van complete genomen is erg in, en nu grote databases ter beschikking komen, kan de evolutionaire geschiedenis van hele groepen tegelijkertijd worden ontrafeld. Voor de paleontoloog speelt DNA slechts een ondergeschikte rol. In fossielen ouder dan 100.000 jaar zal je geen DNA meer aantreffen. Wordt het reconstrueren van de boom van het leven dan voortaan alleen een zaak van de DNA-laboratoria? Geenszins. De huidige ontwikkelingen bieden juist nieuwe mogelijkheden. Vragen die voortkomen uit de paleontologie kunnen nu vanuit een andere hoek bekeken worden. Multidisciplinair onderzoek stelt ons in staat een veel voltalliger beeld van het verleden te reconstrueren dan ooit tevoren. En zo nieuwe vragen op te roepen voor de geoloog en de bioloog. Vragen die ze vaak gezamenlijk zullen moeten beantwoorden. Geobiologie. Onthoud dat woord maar, want we zullen het wel vaker horen.

Deze keer in Lapilli twee onderzoeken uit DNA-laboratoria, die nieuw inzicht geven in de ontwikkeling van het leven. En een 'echt' paleontologisch onderzoek. Het hemd is en blijft nader dan de rok.



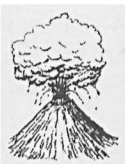
Slappe kaken

DNA-analyses doe je aan recente soorten. Voor de evolutie van de mens zijn de mogelijkheden dus beperkt. Er is immers nog maar één soort. Alhoewel je nog wel iets kan met DNA van jonge fossielen als Neanderthalers of vroege Australiërs, is de vroege evolutie van de mens echt het werkterrein van paleontologen.

Hansell Stedman et al. (lit. 4) laten echter zien hoe DNA ook gebruikt kan worden om onderzoek te doen naar veranderingen die plaatsvonden toen onze verre voorouders nog op de Afrikaanse vlakte liepen. De kenmerken die een rol spelen in de vroege evolutie van de mens zijn goed bekend. Stedman en zijn team hebben het DNA achterhaald dat voor één van deze kenmerken verantwoordelijk is. Hun onderzoek richtte zich op het MYH-gen (Myosine Heavy Chain). Dat gen zorgt bij mensapen voor de zware kaakspieren. Bij mensen is het uitgeschakeld. Onze kauwspieren zijn veel minder ontwikkeld dan die van gorilla's

en chimpansees, en ook onze kaken zijn veel slanker. Dat onderscheid tussen zwaar- en lichtgebouwde kaken is goed te zien bij de Australopithecini. Aan de ene kant zien we de notenkrakermens *Paranthropus boisei*, en aan de andere kant graciele vormen als *Australopithecus africanus*. Volgens Stedman et al. moet het MYH-gen bij een van deze aapmenssen zijn uitgeschakeld. Hun onderzoek wees namelijk uit dat het gen zo'n 2,4 miljoen jaar geleden inactief werd, en dat is net de periode dat de Australopithecini over de Afrikaanse vlakten zwierven.

De onderzoekers laten dus zien dat het mogelijk is een kenmerk in de loop van de evolutie te vervolgen door een stuk van het genoom te achterhalen dat met dat kenmerk samenhangt. Het lijkt haast science fiction, maar het kan dus echt. Het is dan ook jammer dat de wetenschappers proberen direct een link te leggen met een heel ander kenmerk. Slappe kaken is kennelijk niet menselijk genoeg, en dus wagen de onderzoekers zich aan uitspraken over een 'echte' menselijke eigenschap, het hersenvolume. Met het uitschakelen van het MYH-gen, zo stellen de schrijvers, kregen de hersenen ruimte te groeien, omdat ze niet meer omsloten werden door zware kaakspieren. Ze stellen daarbij dat de door hun gevonden ouderdom deze theorie zou ondersteunen. En dat terwijl er toch een half miljoen jaar verschil zit tussen het inactief worden van het gen en de eerste schedels met een duidelijk grotere herseninhoud. Mij lijkt het beter om te proberen een gen te vinden dat direct zorgt voor een groter hersenvolume. En ik hoop dat het nog eens gevonden wordt.



Late diversificatie van varens

Ze staan in de wegberm, of misschien wel bij u achter in de tuin: de heersers van weleer. Paardestaarten, wolfsklauw en varens, die ooit het wereldbeeld beheersten, zijn gereduceerd tot zielige groepjes. Waar je ook kijkt, de bloemplanten hebben het overgenomen en hun voorgangers weggedrukt naar de marginale plekjes in het ecosysteem.

Dat is althans het algemene beeld, maar vooral waar het de varens aangaat een model dat weinig voldoening geeft. Met 10.000 soorten in de huidige flora zijn varens nauwelijks een zielig groepje te noemen.

Harald Schneider en zijn vijf co-auteurs (lit. 2) wilden wel eens weten wanneer de grote radiatie van de nu levende varens plaatsvond. Als het model van verdrukking door de bloemplanten (Angiospermen) klopt, dan zouden de varens eerder dan deze bedektzadigen hun grootste verscheidenheid gehad moeten hebben. Inderdaad kregen de varens met de opkomst van de bloemplanten een gevoelige knauw. Maar de meeste fossielen van moderne varens komen juist uit het Tertiair. Fossielen geven geen uitsluitsel over het moment van radiatie voor deze groep varens.

Voor paleobotanici die werken in het Krijt lijken varens minder interessant. Dit is de periode waarin de bloem-

planten ontluiken, en de meeste studies gaan dan ook uit naar de vroege Angiospermen. Daar komt nog eens bij dat de meeste varens epiphyten zijn, ze leven op andere planten. Dat vermindert de kans op fossilisatie aanzienlijk. En varens sporen verliezen in het fossilisatieproces vaak hun kenmerkende sculptuur, waardoor juist voor de groep waarin Schneider et al. geïnteresseerd zijn palynologische studies geen uitkomst bieden.

Het team van Schneider benaderde het probleem dus vanuit de DNA-hoek. Daarbij richtten ze zich op de polypode varens, die samen 80% van de huidige varens vormen. DNA-gegevens van 45 soorten werden geanalyseerd, en van daaruit werd een fylogenetische boom opgezet. Om daar een echte stamboom met tijdschaal van te maken, moest de boom geijkt worden. En daar kwamen de fossielen toch weer om de hoek kijken. Het schema liet zien welke kenmerken in bepaalde takken ontstonden, de fossielen gaven aan in welke geologische periode deze kenmerken aanwezig waren. De bekende varenfossielen zijn te weinig om een boom op te bouwen, maar genoeg om een tijddimensie aan een bestaande boom te geven.

Op deze manier ontdekten Schneider en de zijnen dat de grote radiatie van de polypodioide varens plaatsvond in het Vroege Krijt. Dat is dus dezelfde periode, waarin de bloemplanten opkwamen. Het waren dus geen heersers van weleer die door de bedektzadigen gedecimeerd waren. De varens zijn juist opportunisten, die gebruik maakten van de mogelijkheden die ontstonden toen het landschap veranderde. En dat is een zinnig resultaat. Wij ervaren een rol als epiphyten misschien als een marginale niche in het ecosysteem, maar in evolutionaire termen is er niet zoiets als een marginale habitat. Want ook het leven als epifyt vraagt om zijn specifieke adaptaties.

Is dit nu het eind van het cul-de-sac model, waarin plantengroepen die ooit het wereldbeeld beheersten door latere groepen gedecimeerd worden? In zijn commentaar op het artikel stelt Eriksson (lit. 2) in dezelfde Nature dat het model nu toch serieus eens opnieuw bekeken moet worden. Maar ik zie dat toch ietsje anders. De moderne varens ontstonden zo'n 250 miljoen jaar geleden. Het enige dat Schneider et al. hebben aangetoond, is dat de huidige varens ontstonden uit een radiatie die circa 130 miljoen jaar geleden plaatsvond. Maar dat wil niet zeggen dat de varens in de 120 miljoen daarvoor hebben stilgezeten. Er kunnen eerdere radiaties geweest zijn, waarbij de ontstane soorten later, al dan niet door de opkomst van de bloemplanten, verdwenen zijn. En van sommige van de nu nog levende varens, zoals de Marattiales en de Osmundales weten we ook van fossielen dat ze al ver voor het Krijt een belangrijke rol speelden.

Oude radiaties waarvan de soorten niet tot de moderne tijd zijn doorgedrongen kunnen alleen door paleobotanici worden opgespoord. Het verfijnen van de boom zoals die is opzet door Schneider et al. is een zaak van moleculair biologen en paleobotanici samen. Of misschien wel voor een nieuwe generatie onderzoekers die beide disciplines beheerst. Aan de Rijksuniversiteit Leiden kan in ieder geval

binnenkort een AIO aan de gang, die zijn/haar tijd zal verdelen tussen het DNA-lab en paleobotanische museumcollecties.



Poten bij de vis

Volgens de leerboeken is de belangrijkste gebeurtenis tijdens het Devoon 'De verovering van het land'. Dat klinkt een beetje bombastisch, maar dat mag in dit geval. Het is nogal een omschakeling. Het land vraagt een andere voortbeweging, ademhaling, ondersteuning nu de zwaartekracht niet meer gecompenseerd wordt door de opwaartse druk, bescherming tegen de zon en ook seks is onder water een heel andere aangelegenheid dan op het land. Het enige bezwaar dat het woord 'verovering' met zich meebrengt, is dat het lijkt alsof het iets opzettelijks is. Maar zelfs de overgang van vis naar amfibie is gewoon iets dat 'zomaar' gebeurde. Voor mij is het meest aansprekende model dat het land veroverd werd door vissen die op zoek waren naar water. Het Devoon was een tijd van droogte. Als een poel opdroogde, dan overleefden alleen de vissen die de oversteek naar het volgende water konden maken. Het probleem met dit model is, dat die vissen dan al wel poten moesten hebben ontwikkeld, voordat ze zich buiten het water waagden.

Vertebratenpaleontologen die in het Devoon werken, hebben de laatste jaren veel aandacht besteed aan de ledematen van kwastvinnige vissen en vroege amfibieën. Het gat tussen vin en poot werd al steeds kleiner. Met de vondst van een opperarmbeen in het Boven Devoon van Pennsylvania lijkt dat gat nu vrijwel gedicht (lit. 3). Het fossiel met registratienummer ANSP 21350 is gevonden in rivierafzettingen waarin ook allerlei andere fossielen gevonden zijn. Omdat niet duidelijk is bij welke schedelfragmenten deze humerus hoort, is niet te bepalen van welke soort hij is. Maar dat hoeft ook niet. De onderzoekers Shubin, Daeschler en Coates concentreerden zich op de morfologie van het bot. Door de aanhechting van de verschillende spieren te reconstrueren, konden ze aantonen dat Devonische vissen al in staat waren om zich met behulp van hun ledematen op te richten. En je moet kunnen staan voordat je kan lopen. De verovering van het land was een hele stap voorwaarts. Maar ANSP 21350 laat zien dat de Devonische vissen er klaar voor waren.

- 4 Stedman, H.H., B.W. Kozyak, A. Nelson, D.M. Thesier, L.T. Su, D.W. Low, C.R. Bridges, J.B. 5. Shrager, N. Minugh-Purvis, M.A. Mitchell, 2004. Myosin gene mutation correlates with anatomical changes in the human lineage. *Nature* 428, pp. 415-418.

*Lars W. van den Hoek Ostende, Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, Postbus 9517, 2300 RA Leiden, email: Hoek@Naturalis.nl

Literatuur

- 1 Eriksson, T., 2004. Ferns reawakened. *Nature* 428, pp. 480-481.
- 2 Schneider, H., E. Schuettpelz, K.M. Pryer, R. Cranfill, S. Magallón & R. Lupia, 2004. Ferns diversified in the shadow of angiosperms. *Nature* 428, pp. 553-557.
- 3 Shubin, N.H., E.B. Daeschler & M.I. Coates, 2004. The early evolution of the tetrapod humerus. *Science* 304, pp. 90-93.