

*Ervaringen met een paartje *Boa constrictor* als huisdier*



12. Vervellen (4): Het iriseren van de opperhuid

A.A. (Bert) Verveen
Poelwaai 3, 2162 HA Lisse
www.verveen.eu en
Jeroen Rouwkema
Vrouwenlaan 95, 8017 HR Zwolle
jeroen.rouwkema@gmail.com

Foto's A.A. Verveen
Rasterelektronen-microscopische opnamen
J. Rouwkema

Boa constrictor vertoont in fel licht prachtige regenboogkleuren. Wij zien dezelfde kleuren ook op de vervelde huid. Dit artikel gaat over de vraag waardoor dit verschijnsel wordt veroorzaakt.

Een in de zon (foto 1) of een ander fel licht (foto 2) liggende *Boa constrictor* iriseert: er treden mooie glanzende kleuren op. De plaats en de kleur variëren met de hoek waaronder wij ze zien. Zulke op de natuurkundige eigenschappen van de huid berustende kleuren worden *structuurkleuren* genoemd. Een goede bespreking ervan is te vinden in SRINIVASARAO, 1999. Deze komen vooral op de donkerder gekleurde delen van de huid mooi uit (foto 3). Ook de schubben op de kop vertonen dit verschijnsel (foto 4). Vaak overweegt de blauwe glans (foto 5). Op een van



↑Foto 1. In de winter schijnt de zon in het terrarium. Het beeld van de zonnende en dus iriserende *Boa constrictor* wisselt door spiegelingen in het glas
Photo 1. The sun shines into the terrarium in winter-time. The iridescent parts of *Boa constrictor* are visible despite the reflections on the glass of the terrarium



Foto 3. De glans is op donker gekleurde huddelen goed te zien
Photo 3. Dark parts of the skin enhance the shine

→Foto 4. Iriserende schubben op de kop van een jonge boa
Photo 4. Iridescent scales on the head of a young boa

boven genomen flitsopname (foto 6) zien wij dat de iriserende kleuren uitsluitend loodrecht op de lange as van het lichaam optreden en kritisch van de reflectiehoek afhangen (zie ook de titelfoto en foto 2).

Iriserende kleuren berusten op lichtbreking door een microscopisch klein tralie. Wij spreken van een ééndimensionaal tralie wanneer de spijlen of ribbels allemaal evenwijdig aan elkaar lopen, zoals met de tanden van een kam het geval is. Een microscopisch klein eendimensionaal tralie vinden wij op de compact disk die structuurkleuren



↑Foto 2. Recht van boven geflitste jonge boa
Photo 2. A young boa flashed from above



↑Foto 5. De tegen het glas geperste flank van een zonnende boa licht blauw op. Op de rug zijn de andere kleuren van de regenboog te zien
Photo 5. Blue iridescence on the flank of a sunning boa pressed against the glass. The other colours of the rainbow are visible on its back





Foto 6. De boven op een schilderstrap liggende boa werd van boven geflitst
 Photo 6. Flash picture of a boa lying on top of a painter's stepladder

produceert loodrecht op de lengterichting van de informatiedragende groeven. Bij twee op elkaar liggende kammen die onderling zijn gedraaid spreken wij over een tweedimensionaal tralie. Vierkant gaas is bijvoorbeeld ook als een tweedimensionaal tralie te beschouwen.

In de literatuur was slechts één artikel over de fysische achtergrond van het iriseren bij slangen te vinden. In 1968 vonden MONROE en MONROE voor de opperhuid van de indigoslang *Drymarchon*

corais een tweedimensionaal buigingstralie dat door de verbindingswanden tussen celrijen werd gevormd (zie foto 21). Het iriseren treedt daarbij zowel loodrecht op de lichaamsas op als evenwijdig er aan.

Omdat de structuurkleuren van de door hen onderzochte indigoslang *twee* assen vertoonden en dus van het ééndimensionale gedrag van de opperhuid van *Boa constrictor* verschilden, werd de vorming van deze kleuren bij de boa nader onderzocht.

Eigenschappen van de iriserende huid van *Boa constrictor*

Bij een dode boa iriseert de huid niet meer wanneer de opperhuid er af is. Het iriseren zit dus in de opperhuid. Bij een opengeknipte, plat op de buitenkant gelegde en vervolgens opgedroogde vervelling is het iriseren in fel licht goed zichtbaar te maken, zowel bij opvallend licht als bij doorvallend licht (foto's 7, 8 en 9).

Op het lichaam van de intacte slang is het iriseren uitgesproken aanwezig op de rug en flanken, en wel loodrecht op de lichaamsas (foto's 8 en 9) onder een hoek van circa 45 graden gezien. Kijken wij evenwijdig aan, dus in de richting van, de lichaamsas dan zien wij geen structuurkleuren optreden (foto's 8 en 9).

Wanneer de buitenkant van de huid met water (foto 10, rechts), aceton of olie wordt "bevochtigd", verdwijnen de kleuren onmiddellijk maar omkeerbaar: ze komen terug wanneer deze stoffen zijn verwijderd. Applicatie van water aan de binnenkant heeft geen effect (foto 10, links), wat voor water is te verwachten, omdat deze kant *in situ*, dus in het dier zelf, nat is van het water in het bloed en in de lichaamsvochten.

Vergroten wij het beeld bij het iriseren dan zien wij dat het iriseren beperkt is tot de schubben. De huid tussen de schubben vertoont geen structuur-

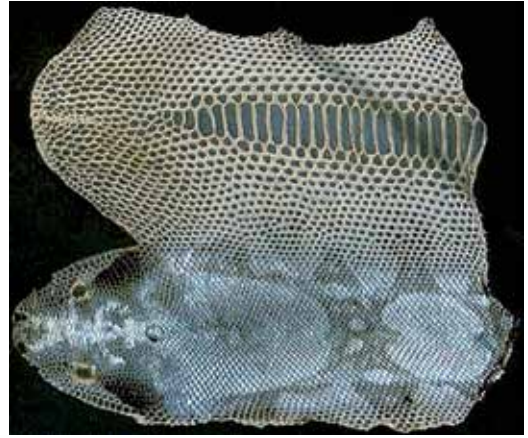


Foto 7. Op een raam geplakt stuk vervelde opperhuid van een boa tegen een in de verte neergezette zwarte achtergrond. De zon scheen schuin door de huid, die blauw oplichtte.

Photo 7. A piece of sloughed skin was mounted on a window glass and pictured against a remotely placed black background. The sun shining through the skin produced the blue colour.

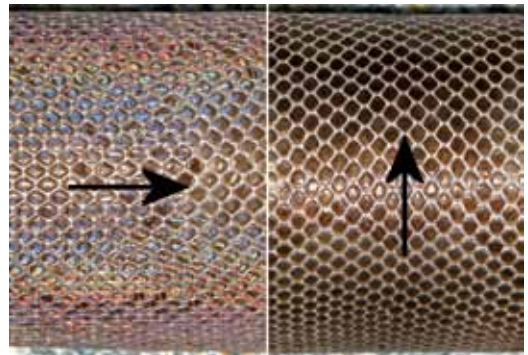
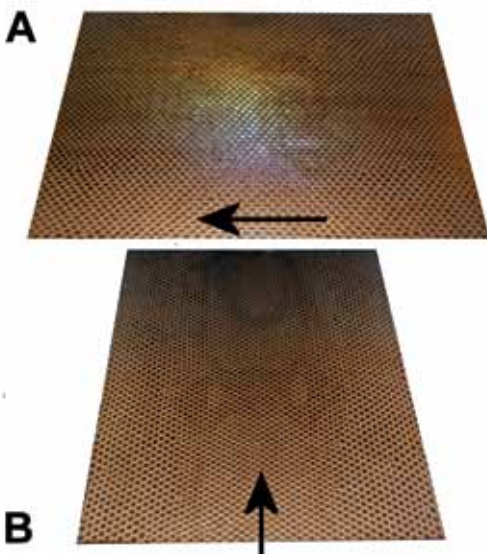


Foto 8. Flitsfoto van de rond een koker gevouwen vervelde opperhuid van *Boa constrictor*, in de lengterichting (links, iriseert) en dwars (rechts: iriseert niet). Pijl: lengteas van de slang, gericht naar de kop van het dier.

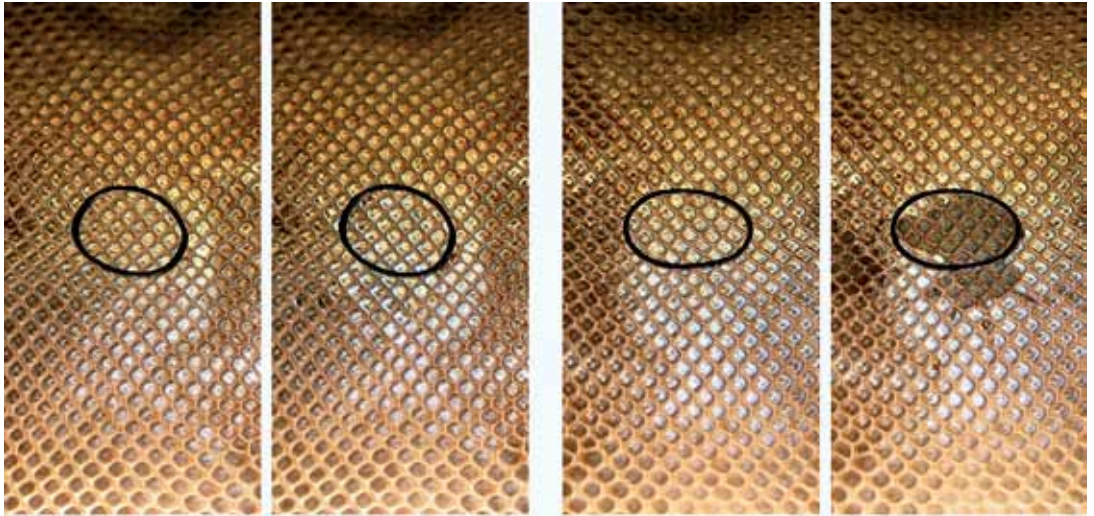
Photo 8. Flash photograph of the sloughed skin of a *Boa constrictor*, mounted around a hollow cylinder: lengthwise at left, with iridising surface scattering, and transversal at right, without iridescence.

Arrow: longitudinal axis, directed towards the head of the snake.



←Foto 9. Onder een hoek van circa 40 graden genomen foto van het iriseren van de opperhuid bij doorlichten. Pijlen als in foto 2A.

Photo 9. Iridescence upon the transmission of light through the sloughed epidermis. The picture was taken at an angle of about 40 degrees. Arrows see photo 2A.



Binnenkant / Inside
Droog / Dry **Nat / Wet**

Buitenkant / Outside
Droog / Dry **Nat / Wet**

Foto 10. Invloed van een druppel water op het iriseren op doorlichting
 Photo 10. Influence upon iridescence of a drop of water applied to the sloughed skin (transmitted light)

kleuren (foto 11).

Ofschoon alle kleuren van het spectrum optreden (foto 12, zie ook figuur 22) ligt het accent toch op hemelsblauw (foto 11).

Hypothese

Deze glanzende kleuren zien wij ook als er licht op de schrijfkant van een cd of dvd valt. De microscopisch dunne aan elkaar evenwijdige en dicht tegen elkaar aan liggende schrijflijnen vormen een natuurkundig “tralie” dat het licht in zijn kleurcomponenten uiteen doet vallen. Omdat deze kleuren niet door een pigment worden veroorzaakt, maar door een natuurkundige structuur spreken wij ook over “structuurkleuren”. Wij zien ze als felle regenboogkleuren, het kleurige glanzende van bijvoorbeeld de slangenhuid dat wij “iriseren” noemen. Ook de glanzende blauwe, groene of rode “metaalkleuren” van de veren van sommige vogels en van de vleugels van sommige vlinders berusten op vergelijkbare structuren (NASSAU, 1983). Omdat bij een cd of dvd de schrijflijnen cirkelvormig zijn gebogen, zien wij die kleuren alleen op de loodrecht op de schrijflijnen staande delen van de compact disk.

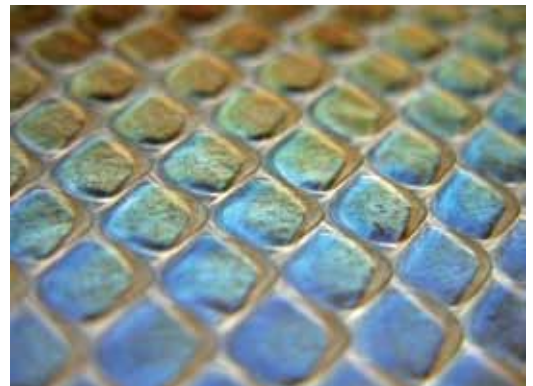
Op basis van deze gegevens valt te verwachten dat bij *Boa constrictor* een ééndimensionaal diffractie-tralie aanwezig moet zijn op de schubben van rug en flanken. Deze tralielijnen zullen evenwijdig aan de lichaamsas en dus aan de as van de schubben



Foto 11. Iriseren op doorlichten, detailopname
 Photo 11. Close-up of iridescence (transmitted light)

Foto 12. Als foto 11, maar iets schever opgenomen om de andere kleuren te laten zien

Photo 12. Similar to photo 11, but taken in such a way as to show some of the other colours of iridescence



zelf lopen. De afmetingen van dit tralie zullen van de orde van grootte van de golflengte van blauw licht zijn (figuur 22).

De huid tussen de schubben zal geen tralie bezitten en die van de buik vermoedelijk ook niet, of minder uitgesproken. Dit laatste in tegenstelling tot de rondom het lichaam gelijke microstructuur (ook "microornamentatie" genoemd) van de schubben bij de schildstaartslangen (GOWER, 2003).

Omdat zo'n structuur het zien ernstig zou belemmeren, zullen de oogschubben er vrij van moeten zijn. Ook dit werd hier nader onderzocht. Bij belichting en doorlichting bleek het inderdaad niet mogelijk te zijn structuurkleuren in de oogschubben op te wekken (foto 13).

Een gelukkige omstandigheid

Eind 2005 verscheen in *Lacerta* een artikel van JEROEN ROUWKEMA over een elektronenmicroscopische studie van de opperhuid van de Rode



Foto 13. Het oogkapje iriseert niet
Photo 13. The eye cap remains colourless

rattenslang *Pantherophis guttatus*. Dit was een reden hem begin 2006 met de bovengenoemde gegevens te benaderen met de vraag de afgestroopte huid van een *Boa constrictor* elektronenmicroscopisch te onderzoeken.

Materiaal en methoden

Voor het elektronenmicroscopische onderzoek werd de vervelde opperhuid van een destijds circa 12-jarige vrouwelijke *Boa constrictor* gebruikt.

Het hier te bespreken onderzoek heeft betrekking op twee stukjes van de opperhuid op de overgang van rug naar flank, waarvan één op de structuur van de buitenkant en het andere op die van de binnenkant werd bekeken. Twee stukjes van de buikzijde werden op dezelfde wijze bestudeerd. Ook werd de

buitenkant van een oogkapje onderzocht.

Voor de overgang van de rug op de flank werd vanwege het verschil in iriseren zowel een schub bekeken als het niet iriserende tussen de schubben gelegen stuk opperhuid.

Elk stukje werd op een speciale houder geplakt en onder vacuüm van een heel dun laagje goud voorzien om het elektrisch geleidend te maken.

De stukjes werden vervolgens in een Philips XL30 ESEM-VEG rasterelektronen-microscopie gebracht. Onder een werkspanning van 10 kV werden bij verschillende vergrotingen foto's van het oppervlak genomen.

Resultaten

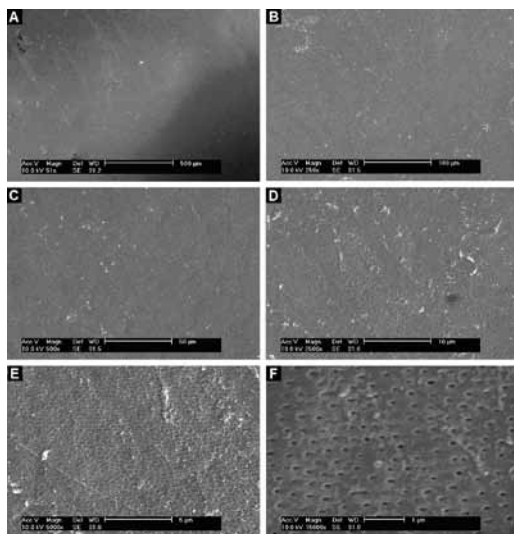
Tijdens het inzoomen op de buitenkant van een buikschub kregen we weinig spectaculairs te zien (foto 14). Bij de grootste vergroting zijn reeksen putjes zichtbaar, gelegen op onderlinge afstanden van circa 0,3 μm (foto 14F).

Aan de binnenkant van een buikschub (foto 15) zijn de onderlinge afgrenzingen tussen de cellen duidelijk zichtbaar (foto 15D), terwijl de putjes maar heel vaag zijn te zien, georganiseerd in flauw op het tralie lijkende reeksen (foto's 15E en F).

Tijdens het inzoomen op een dorsolaterale schub (foto 16) blijkt dat er inderdaad een ééndimensi-

Foto 14. Scanning elektronenmicroscopische opname van de buitenkant van een buikschub

Photo 14. Scanning electron microscopic pictures of the outside of an abdominal scute



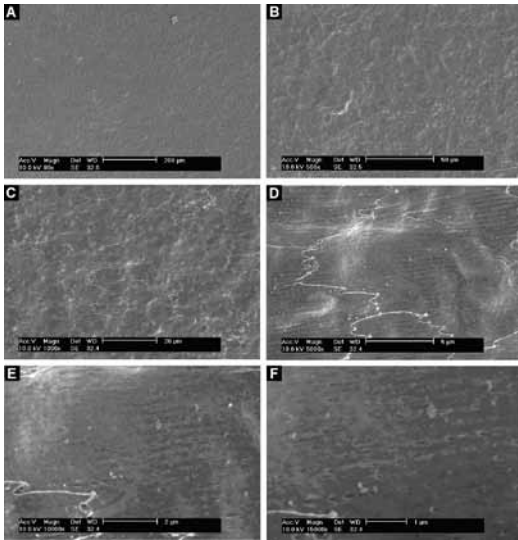


Foto 15. Scanning elektronenmicroscopische opname van de binnenkant van een buikschub
 Photo 15. Scanning electron microscopic pictures of the inside of an abdominal scute

onale tralie aanwezig is (foto's 16E en F). Zoals verwacht ontbreekt dit tralie op de tussen de schubben gelegen delen van de opperhuid (foto's 18E en F).

Het tralie bestaat vermoedelijk uit in de lengte verlopende vouwen of ophopingen van keratine, die door smallere, ondiepe groeven van elkaar zijn gescheiden. De lijnen van het tralie lopen evenwijdig aan de kop-staart richting van de schubben, dus evenwijdig aan de longitudinale as van het dier.

Bij nameten bleek de onderlinge afstand tussen de lijnen 0,4 µm te zijn (foto 20), dus bevat het tralie 2500 lijnen per mm.

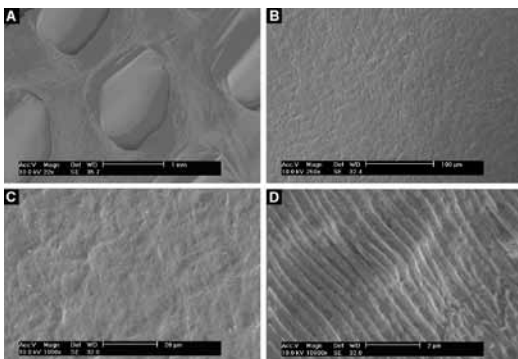


Foto 17. Scanning elektronenmicroscopische opname van de binnenkant van een dorsolaterale schub
 Photo 17. Scanning electron microscopic pictures of the inside of a dorsolateral scale

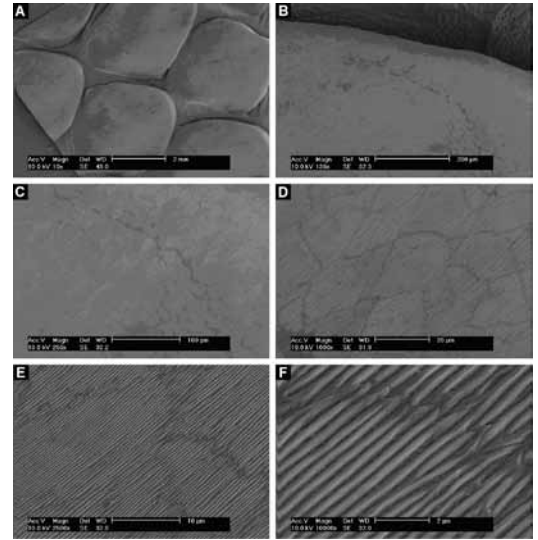


Foto 16. Scanning elektronenmicroscopische opname van de buitenkant van een dorsolaterale schub
 Photo 16. Scanning electron microscopic pictures of the outside of a dorsolateral scale

Aan de binnenkant van deze schubben is een als het ware grove negatieve afdruk van het tralie aanwezig (foto's 17C en D).

Zoals werd verwacht is de schub van het oogkapje glad bij alle vergrotingen (foto 19). Hier en daar is een kras zichtbaar. Voorts zijn de onderlinge celwanden bij alle verschillende vergrotingen fraai zichtbaar.

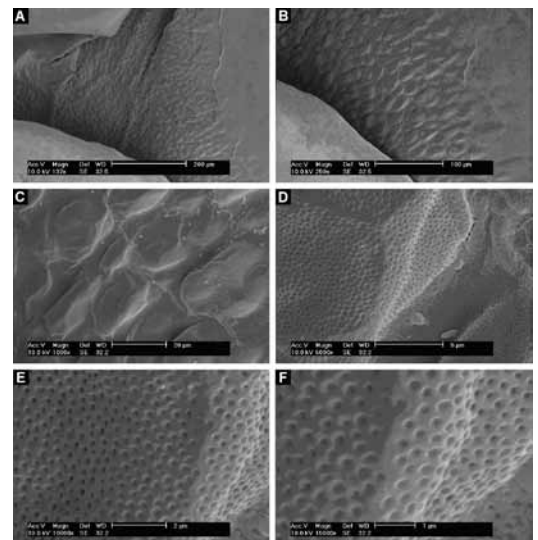


Foto 18. Scanning elektronenmicroscopische opname van de huid tussen de dorsolaterale schubben
 Photo 18. Scanning electron microscopic pictures of the outside of the skin in between dorsolateral scales

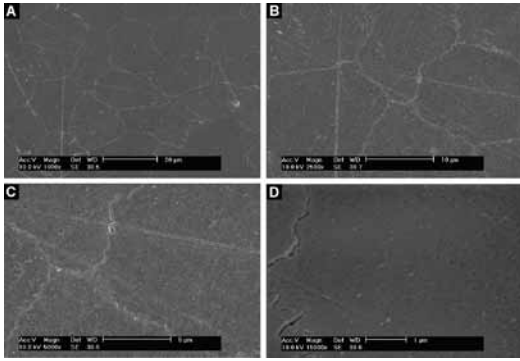


Foto 19. Scanning elektronenmicroscopische opname van de buitenkant van de oogschub
 Photo 19. Scanning electron microscopic pictures of the outside of the eye scale

Bespreking

De tralieloze en dus niet iriserende structuur van de epidermale bedekking van de ogen (de oogkapjes) is eenvoudiger dan die van de overige delen van de opperhuid. Deze eenvoud speelt mogelijk ook een rol in het verschijnsel dat de vervelfase voor de oogkapjes veel korter duurt dan voor de overige opperhuid het geval is en navent later begint. Dit is bovendien ook functioneel doordat de duur van het slechte zien hierdoor ook wordt geminimaliseerd.

Het enkelvoudig diffractietralie dat op basis van de optische waarnemingen op de buitenkant van de opperhuid van *Boa constrictor* aanwezig werd verondersteld en evenwijdig moest lopen aan de hoofdas van het dier, bleek bij onderzoek met de scanning elektronenmicroscopie inderdaad zowel aanwezig te zijn als het veronderstelde richtingsverloop te bezitten. Het is bovendien een bijzonder strak en regelmatig tralie; en ook het eenvoudigst mogelijke.

Het zwakke iriseren dat soms over de buikhuid is te zien kan berusten op de gevonden rangschikking van de daar aanwezige putjes in rijen (foto 14F). In tegenstelling tot het rondom de lichaamsas gelijke en veelal veel ingewikkelder microornamentatiepatroon van de schubben dat bij de gravende slangen is te zien (GANS en BAIC, 1977, GOWERS, 2003) is het tralie bij *Boa constrictor* voornamelijk op de schubben van rug en flanken aanwezig.

In zijn in 1983 verschenen boek stelt NASSAU op blz. 323 dat diffractietralies relatief zelden in de natuur optreden. Vaak berusten de kleuren dan op het verschijnsel van de dunne-laag interferentie

Foto 20. Scanning elektronenmicroscopische opname van de buitenkant van een dorsolaterale schub, detail. 25 tralielijnen passen op de eenheid van 10 μm

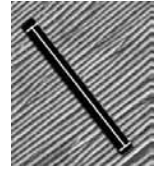


Photo 20. Scanning electron microscopic pictures of the outside of a dorsolateral scale, detail. The 10 μm unit covers 25 lines of the grating

(bekend van het kleuren van zeepbellen en van dunne olielagen op water).

Bovendien zijn de gevonden biologische diffractietralies meestal vrij ingewikkeld gebouwd (zie bv. het overzicht van VUKUSIC & SAMBLES (2003).

Het eendimensionale tralie van de opperhuid van *Boa constrictor* verschilt sterk van het tweedimensionale tralie dat in 1968 door MONROE en MONROE bij de indigoslang werd gevonden. Een hierop lijkend patroon werd door ROUWKEMA bij *Pantherophis guttatus* gevonden (2006) en is in foto 21 nader ingetekend.

De opperhuid van de schubben bevat langgerekte cellen met celwanden die parallel aan elkaar dwars loodrecht op de lichaamsas staan en het eerste tralie vormen (de groene lijnen in figuur 14). De golvende tanding van de lange wanden tussen de cellen vormt het tweede raster (de gele lijnen in figuur 14). Dit tralie loopt evenwijdig aan de lange as van de slang, waarbij de punten van de tanden de er achter liggende cellen overlappen.

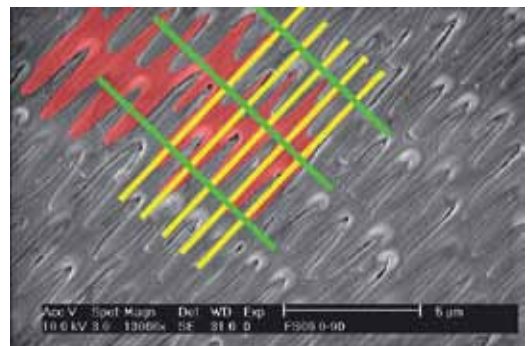


Foto 21. Scanning elektronenmicroscopische opname van de buitenkant van een dorsolaterale schub, detail. Buikschub van *Pantherophis guttatus*, met ingetekende cel (rood) en de twee tralierrichtingen

Photo 21. Scanning electron microscopic pictures of the outside of a dorsolateral scale, detail. *Pantherophis guttatus* abdominal scute, with one cell drawn in (red) as well as the two grating directions

Microornamentatie in de vorm van een parallel aan de lichaamsas lopende regelmatige en meer of minder langgerekte tanding komt voor bij tenminste enkele vertegenwoordigers van de hagedissen en de slangen: hagedisachtigen (Lacertidae, ARNOLD, 2002), skinks (Scincidae, IRISH en medewerkers, 1988), schildstaartslangen (Uropeltidae, GANS & BAIC, 1977, Gower, 2003), ringslangen (Colubridae, SMITH en medewerkers, 1984, IRISH en medewerkers, 1988) en koraalslangen (Micrurus, SMITH en medewerkers, 1984).

Voor het eigenlijke iriseren in relatie tot de microstructuur bij andere slangen, met name de schildstaartslangen (Uropeltidae, GANS & BAIC, 1977, GOWER, 2003), is het vooralsnog niet duidelijk of het om één- of meerdimensionale buigingsverschijnselen gaat.

Gezien de beschrijving van het interferentiepatroon van de schildstaartslangen door GANS & BAIC zou het door deze tandingen opgewekte interferentiepatroon eendimensionaal kunnen zijn. Het genus *Melanophidium* heeft daarentegen een tandingsvrij raster van evenwijdige richels met reeksen putjes in de groeven ertussen en iriseert het meest uitgesproken (GOWER, 2003). De foto van de intensief hemelsblauw iriserende *Melanophidium bilineatum* die op het internet is te vinden laat echter de mogelijkheid open dat het raster toch ingewikkelder zou kunnen zijn.

Het tralie van *Boa constrictor* wordt niet door de celwanden gevormd. Op die plaatsen loopt het meer of minder goed door op dat van de volgende cel (foto 16F). Het tralie wordt vermoedelijk gevormd door een regelmatige, golvende buiging of verdikking en verdunning van het hele oppervlak van de cel, of zelfs van de hele cel zelf. Het is mogelijk dat dit verschijnsel berust op een eigenschap van de keratine van deze cellen bij de boa, een patroon dat vermoedelijk optreedt wanneer de cel bij het keratiniseren indroogt.

Een volgende — en nog geheel openliggende — vraag is natuurlijk wat voor mechanisme dit tralie zo fraai evenwijdig aan de lengteas van het dier koppelt.

Vermoedelijk zal een dergelijk tralie bij meer boa's (en pythons) aanwezig zijn, zoals bij de slang die er zijn populaire naam aan dankt: de zo fraai iriserende regenboogboa. Overigens is deze richtinggevoeligheid bij de gravende slangen heel duidelijke

aanwezig. De achterwaarts gerichte tandingen van de celwanden lopen altijd evenwijdig aan de lichaamsas (GOWERS, 2003).

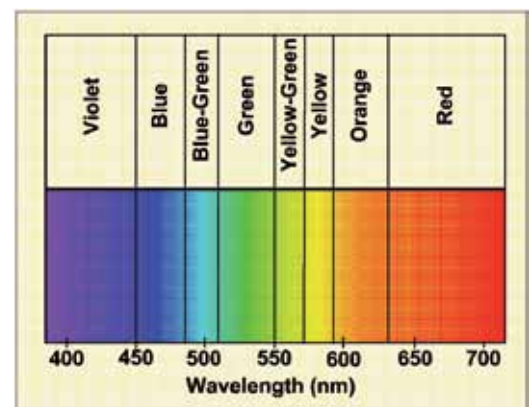
Mogelijke functies van het diffractietralie

Wat zouden functies van deze iriserende structuren kunnen zijn? Besprekingen over de mogelijke functies ervan staan in de publicaties van SMITH en medewerkers, (1984), ARNOLD (2002) en GOWERS (2003). Bij het tweedimensionale raster (figuur 21) kunnen de naar achteren gerichte puntige uiteinden van de “vingers” de achterwaartse weerstand vergroten en daarmee de voortbeweging van de slang vergemakkelijken, in het bijzonder bij in de grond levende slangen. Juist deze dieren iriseren vaak bijzonder fraai (GOWER, 2003).

Behalve de schildstaartslangen vertoont ook de gravende slang *Geophis ruthveni* (foto op blz. 42 in GREENE, 1997) zo op het oog een bijzonder uitgesproken en fraai ééndimensionaal diffractiepatroon. Dit wijst op het bestaan van een ééndimensionaal tralie dat in de lengterichting van het dier loopt.

In ons geval zal het bestaan van dit patroon bij boa's kunnen wijzen op hun gravende verleden. Wel hebben zij deze groeven op hun buik inmiddels verloren en wijst het voortbestaan ervan op rug en flanken op de mogelijke aanwezigheid van andere nu nog bruikbare functies.

De longitudinale geulen en richels kunnen een rol spelen bij het verwijderen van aangehecht vuil (GANS & BAIC, 1977). SMITH en medewerkers, (1984) opperden de intrigerende hypothese dat deze structuren een rol kunnen spelen in het vast-



Figuur 22 Bron / Source: <http://www.brother.com/europe/printer/advanced/lcv/lcfig03.gif>

houden en verbreiden van feromonen. Zo wordt het baltsgedrag bij de kousenbandslang opgewekt door een over de hele huid verspreid feromoon (zie SHINE en medewerkers, 2004) dat door microputjes zou kunnen worden uitgescheiden en vastgehouden (zie ARNOLD, 2002).

Voorts zou het iriseren de slang kunnen beschermen door de herkenning ervan te bemoeilijken (foto's 1-6). Tenslotte is het denkbaar dat het raster een rol speelt in de transmissie van bepaalde golflengten (PORTER, 1967). Zo zou de golflengteafhankelijke reflectie de doorlaatbaarheid van ultraviolet (UV-)licht mogelijk kunnen verminderen, want de tralies van het raster liggen op onderlinge afstanden van 0,4 μm (400 nanometer), dus in het UV gebied (figuur 22). Een kluijfe voor de fysici onder de lezers?

Naschrift

Dit artikel verscheen oorspronkelijk in *Litteratura Serpentina* (VERVEEN & ROUWKEMA, 2007) maar het past (met hun toestemming) in enigszins gewijzigde vorm in deze reeks over *Boa constrictor*. De tekst werd door ons op enkele plaatsen aangepast en er werd nader op het onderzoek aan gravende slangen ingegaan. Bovendien werden er nog enkele foto's van het iriseren van *Boa constrictor* aan toegevoegd.

Literatuur

- ARNOLD, E.N., 2002. History and function of scale microornamentation in lacertid lizards. *Journal of Morphology* 252: 145-169.
- GANS, C. & BAIC, 1977. Regional specialization of reptilian scale surfaces: relation of texture and biological role. *Science* 195: 1348-1350.
- GOWER, D.J., 2003. Scale microornamentation of uropeltid snakes. *Journal of Morphology* 258: 249-268.
- GREENE, H.W., 1997. *Snakes, the evolution of mystery in nature*. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London.
- IRISH, F.J., E.E. WILLIAMS & E. SELING, 1988. Scanning electron microscopy of changes in epidermal structure occurring during the shedding cycle in squamate reptiles. *Journal of Morphology* 197: 105-126.
- NASSAU, K., 1983. *The physics and chemistry of color. The fifteen causes of color*. Wiley, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.
- MONROE, E.A. & S.E. MONROE, 1968. Origin of iridescent colors on the indigo snake. *Science* 159: 97-98.
- PORTER, W.P., 1967. Solar radiation through the living body wall of vertebrates with emphasis on desert reptiles. *Ecological Monographs* 37 (4): 273-296.
- ROUWKEMA, J., 2005. Vervelling van *Pantherophis guttatus* (de Rode rattenslang). The shed skin of *Pantherophis guttatus* (the Corn snake). *Lacerta* 63 (5): 191-198.
- SHINE, R., T. LANGKILDE & R.T. MASON, 2004. Courtship tactics in garter snakes: how do a male's morphology and behaviour influence his mating success? *Animal Behaviour* 67, 477-483.
- SMITH, H.M., D. DUVAL, B.M. GRAVES, R.E. JONES & D. CHIZAR, 1984. The function of squamate epidermatoglyphics. *Bull. Phil. Herpetol. Soc.* 1983-4. See: <http://www.herpetology.com/1phs30.html>
- SRINIVASARAO, M., 1999. Nano-optics in the biological world: beetles, butterflies, birds and moths. *Chem. Rev.* 99: 1935-1961.
- VERVEEN, A.A. & J. ROUWKEMA, 2007. De iriserende opperhuid van *Boa constrictor*. The iridescent epidermis of *Boa constrictor*; *Litteratura Serpentina* 27 (3): 117-136
- VUKUSIC, P. & J. R. SAMBLES, 2003. Photonic structures in biology. *Nature* 424: 852-855.

Internet:

- Picture of iridising shieldtail snake: http://en.wikipedia.org/wiki/Melanophidium_bilineatum
Foto van een iriserende schildstaartslang: http://nl.wikipedia.org/wiki/Melanophidium_bilineatum

Keeping a pair of *Boa constrictor* as pets:

12. Ecdysis (4): Structure colours

Summary

Viewed in bright light the dorsal and dorso-lateral scales of *Boa constrictor* show a beautiful iridescence (photo's 1–6) when viewed perpendicular to the body axis and under an angle of about 40 degrees (photo's 8 and 9). These structure colours do not exist in the dermis but are epidermal and are, hence, retained in the sloughed skin (photo's 7, 11 – 13). The iridescence disappears when the outer side of the (sloughed) skin is wetted (photo 10). Scutes of lizards and snakes often exhibit a more complex raster (photo 21). The mentioned properties of *Boa constrictor* scales suggested the presence of a one-dimensional optical grating, with grooves or lines running in parallel with the main axis of the animal, and with distances between the ridges at about the wavelength of blue light. An investigation with the use of a scanning electron microscope confirmed the presence of a beautifully simple and quite regular one-dimensional diffraction raster located on the outside of the body of the scales (photo's 16 and 17) and running in parallel to the body axis of the snake. These ridges are absent on the skin in between the scales (photo 18) and on the abdominal scutes (photo's 14 and 15). The distances between the lines of the grating are $0.4 \mu\text{m}$ (photo 20), which indeed matches the wavelength of blue light. The scales of the eyes show no iridescence (photo 13) and have a smooth surface (photo 19). The grid may be a remnant of the fossorial evolutionary stage and may now function as camouflage and, perhaps, mitigate the damaging influence of ultraviolet light.

The English title was missing in the printed paper

A.A. Verveen, 2008.
Ervaringen met een paartje *Boa constrictor* als huisdier
12. Vervellen (4):
Het iriseren van de opperhuid
Lacerta **66** (5): 193-204

A.A. Verveen, 2008.
Keeping a pair of *Boa constrictor* as pets
12. Ecdysis (4): Structure colours
Lacerta **66** (5): 193-204

© Copyright:

Creative Commons Licentie

volgens: / according to:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

berust bij: / belongs to:

Lacerta & A.A. Verveen

Zie: / See:

<http://www.verveen.eu/Page002PublicDomain.htm>

Men mag de inhoud van dit artikel gebruiken mits er adequaat naar wordt verwezen (zie hierboven) en dat het in de bijbehorende lijst van publicaties wordt opgenomen, dit alles naar goed wetenschappelijk gebruik.

Bij het publiceren van een foto of grafiek moet de auteur ervan in het onderschrift worden vermeld.

This paper may be used, but it is, of course, understood that any use of the work mentioned in this paper will be adequately referred to (see above), as well as mentioned in the list of references accompanying such a publication, on paper or for a different medium, according to good scientific and public usage.

The author of a picture or graph should be mentioned in the caption too.