

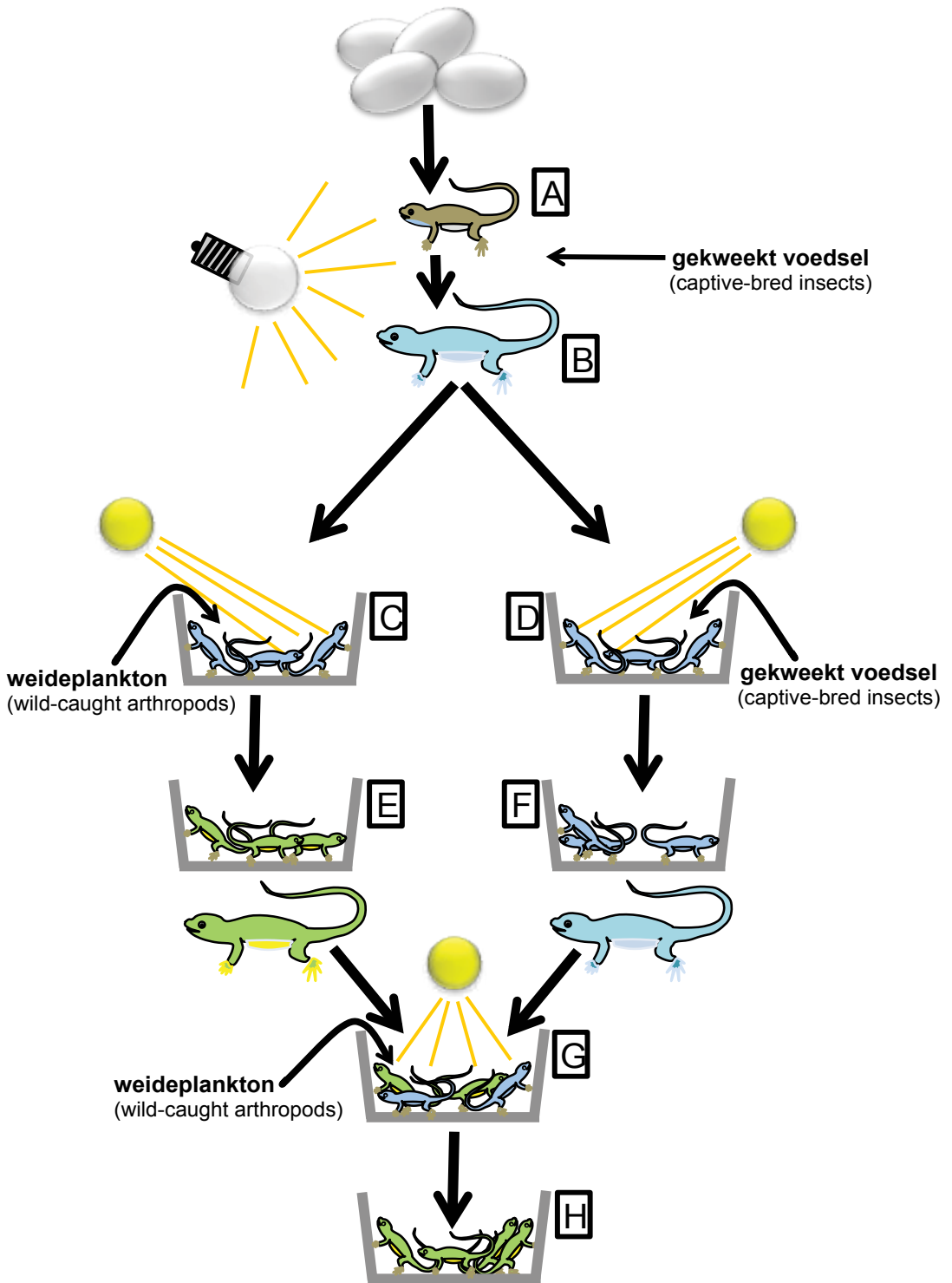
Voedselafhankelijke lichaamskleur bij de Westelijke smaragdhagedis (*Lacerta bilineata*) en andere LACERTIDAE

Ron Peek
ron.peek@hotmail.com

Het aantal liefhebbers dat Europese hagedissen houdt is sinds de jaren negentig sterk afgenomen. De belangrijkste reden hiervoor is dat in 1995 wetgeving van kracht werd die de commerciële handel in deze dieren verbood. Als gevolg hiervan werden deze dieren niet meer aangeboden en waren liefhebbers afhankelijk van dieren die reeds in het bezit waren van particulieren voordat deze wetgeving van kracht werd, nakweek van deze dieren of sporadische (illegale) import. Het nakweken van Europese hagedissen is door de uitwisseling van kennis en het beschikbaar komen van essentiële voedingssupplementen inmiddels goed mogelijk. Hierdoor begint het aantal soorten wat met succes wordt nagekweekt als mede de belangstelling voor deze interessante groep van hagedissen weer toe te nemen. Inmiddels worden de grote groene hagedissen zoals Parelhagedissen (*Timon lepidus*), Westelijke smaragdhagedissen (*Lacerta bilineata*) en Reuzensmaragdhagedissen (*Lacerta trilineata*), maar ook kleinere soorten zoals Ruïnehagedissen (*Podarcis siculus*) in flinke aantallen gekweekt. Een belangrijk nadeel van deze in gevangenschap geboren hagedissen is echter dat hun kleuren veel minder mooi zijn dan die van dieren in het wild. Het intense groen op de rug wat bij de verschillende soorten smaragdhagedissen aanwezig zou moeten zijn, is bij nakweek dieren meestal een flets blauw/groen. De citroengele buikzijde en andere geel gekleurde delen die smaragdhagedissen in het wild hebben zijn bij in gevangenschap opgegroeide dieren lichtgeel of wit. Ook eigen nakweekdieren

Afbeelding 1. Schematische weergave van de experimenten met juveniele Westelijke smaragdhagedissen. (A) pas geboren dieren werden de eerste weken onder kunstlicht met gekweekte insecten gevoerd. (B) na enkele weken ontwikkelde zich de afwijkende flets blauwe lichaamskleur. Deze jonge dieren werden verder opgekweekt in buitenteraria onder ongefilterd zonlicht, waarbij de ene groep met weideplankton werd gevoerd (C), en de andere groep met gekweekte insecten (D). De groep hagedissen die alleen met weideplankton werd gevoerd ontwikkelde de normale intense geel/groene lichaamskleuren (E), terwijl de groep die alleen met gekweekte insecten werd gevoerd de afwijkende flets blauwe lichaamskleur behielden (F). Uiteindelijk werden deze groepen (E en F) samengevoegd en verder alleen nog met weideplankton gevoerd (G). Binnen enkele weken hadden alle dieren de natuurlijke geel/groene lichaamskleuren (H).

Figure 1. Schematic representation of the experiments using juvenile Western Emerald lizards. (A) newborn animals were raised using artificial light and captive-bred insects. (B) within a few weeks these animals developed the deviant pale blue body color. These animals were further raised in outside enclosures with direct sunlight and subsequently divided into two groups. One group was fed exclusively with wild-caught arthropods (C), while the other group was fed only with captive-bred insects (D). The group of young lizards that was fed with wild-caught arthropods developed normal intense yellow/green body colors (E), while the other group retained the pale blue body color (F). Finally, the two groups (E and F) were joined and raised on wild-caught arthropods only (G). Within a few weeks the two groups became indistinguishable and all animals displayed the natural yellow/green body colors (H).





Afbeelding 2. Er is meestal een groot verschil in lichaamskleur tussen nakweek hagedissen en dieren in het wild. In gevangenschap opgegroeide Spaanse smaragdhagedissen (*Lacerta schreiberi*, A) en Westelijke smaragdhagedissen (*Lacerta bilineata*, C) hebben flets blauw/groene ruggen en een witte buik. In het wild hebben deze hagedissen prachtig groen gekleurde ruggen en een citroengele buikzijde (*Lacerta schreiberi*, B; *Lacerta bilineata*, D).



**B**

Figure 2. In general, there is a large difference in body coloration between captive bred lizards and animals in the wild. Captive bred Spanish Emerald lizards (*Lacerta schreiberi*, A) and Western Emerald lizards (*Lacerta bilineata*, C) have abnormal pale blue/green backs and white bellies. In the wild these lizards display striking green backs and intense yellow ventral sides (*Lacerta schreiberi*, B; *Lacerta bilineata*, D).

**D**

van een aantal soorten Europese hagedissen bleken zonder uitzondering deze afwijkende en veel minder mooie kleuren te hebben dan de dieren in het wild (afbeelding 2). De pogingen die ik heb ondernomen om de oorzaak voor deze kleurafwijkingen te vinden, staan hieronder beschreven.

Ultraviolet licht

De meest voor de hand liggende reden voor het ontbreken van intense groen/geel tinten bij nakweek van Europese hagedissen is het gebrek aan licht van de juiste golflengte. Experimenten uitgevoerd door van WESTBROEK (1994) gaven aan dat smaragdhagedissen (*Lacerta viridis*) die opgroeiden onder halogeenlicht veel kleurrijker waren dan dieren die onder een normale gloeilamp spot waren opgegroeid. Als reden werd gegeven dat halogeenlampen naast zichtbaar licht ook ultraviolet (UV)-straling produceren. Helaas is de foto in dit artikel die het effect van dit UV-licht zou moeten illustreren in zwart-wit afgedrukt.

In 2009 besloot ik om het effect van UV-licht op de kleur van hagedissen te onderzoeken. Hiertoe werd in het voorjaar een groep van ongeveer 40 juve-

niele Westelijke smaragdhagedissen gebruikt. Deze dieren werden in een binnenterrarium gehouden met een 150 Watt halogeen lamp die voor warmte en verlichting zorgde. Verder werd een speciale UV-lamp (Arcadia) met reflector aangebracht die dezelfde plek in het terrarium bescheen als de halogeen lamp. Als voedsel kregen deze dieren uitsluitend meelwormen, Buffalowormen en kakkerlakken. Ondanks dat deze jonge hagedissen zeer actief waren, vrijwel de hele dag onder de lampen doorbrachten en prima groeiden was er geen duidelijk effect op de kleur te zien. De dieren hadden dezelfde flets blauw/groene rugkleur en witte buikkleur als dieren die onder gloeilampen waren opgegroeid.

Aangezien kunstmatig UV-licht blijkbaar geen effect op de kleur had, werd in 2010 besloten om de voor hagedissen meest ideale lichtbron te testen: de zon! Om er voor te zorgen dat de jongen die in 2010 zouden worden geboren zoveel mogelijk van de beperkte Nederlandse zon zouden kunnen profiteren moesten deze zo vroeg mogelijk worden geboren. Daarom werden de volwassen smaragdhagedissen al in december 2009 uit de winterslaap



Afbeelding 3← en 4↓. Verschil in lichaamskleur tussen jonge Westelijke smaragdhagedissen die gevoerd worden met gekweekte insecten (de flets-blauw gekleurde dieren), of enkele weken met weideplankton (de geel/groen gekleurde dieren).

Figure 3← and 4↓. Differences in body coloration between young Western Emerald lizards that were fed with captive-bred insects (the pale blue colored animals), or fed for a few weeks with wild caught arthropods (the yellow/green colored animals).



gehaald om zich voort te planten. Uiteindelijk resulteerde dit begin april 2010 in ongeveer 100 jonge smaragdhagedissen (afbeelding 1A). Deze juvenielen werden de eerste weken in een binnenterrarium onder kunstlicht gehouden waarbij de afwijkende flets blauw/groene kleuren al weer vrij snel zichtbaar werden (afbeelding 1B). Om te testen of ongefilterd zonlicht invloed had op de kleur van deze dieren werden de jonge hagedissen in eenvoudige buitenterraria geplaatst. Deze bestonden uit zwarte plastic metselkuipen die afgedekt werden met kippengaas. Deze lichtgewicht terraria konden eenvoudig worden opgepakt en gedurende de dag op verschillende plekken worden neergezet zodat de jonge hagedissen zoveel mogelijk in ongefilterd zonlicht zaten. Tot mijn grote teleurstelling hadden al deze inspanningen niet het gewenste resultaat. Na een paar weken waren de dieren die in zonlicht hadden gestaan wel goed gegroeid maar nog net zo afwijkend blauw/groen van kleur als dieren die onder kunstlicht waren opgegroeid. De conclusie is dan ook dat ongefilterd zonlicht niet voldoende is om smaragdhagedissen hun natuurlijke kleuren te geven.

Voedsel

Nadat het licht als bepalende factor voor lichaamskleur was uitgesloten heb ik getracht om de invloed van het voedsel vast te stellen. Tot nu toe werden al mijn jonge hagedissen uitsluitend gevoerd met gekweekte voedseldieren zoals krekels, kakkerlakken, meelwormen en Buffalowormen. In de volgende experimenten werden de blauw/groene jonge smaragdhagedissen gesplitst in twee groepen van elk 40 dieren en in de buitenterraria geplaatst. De ene groep werd uitsluitend gevoerd met het standaard pakket van gekweekte voedseldieren (afbeelding 1D). De andere groep werd uitsluitend gevoerd met zogenaamd “weideplankton”, een mix van tientallen soorten insecten en spinnen die buiten met een net werd gevangen (afbeelding 1C). Al binnen één week waren de verschillen in lichaamskleur tussen deze twee groepen van jonge hagedissen spectaculair te noemen. De blauw/groene dieren die met gekweekte insecten werden gevoerd behielden, zoals verwacht, hun fletse kleuren (afbeelding 1F). Echter, de dieren die slechts één week met weideplankton waren gevoerd begonnen al smaragdgroen te worden, terwijl de

buikzijde al redelijk geel was geworden (afbeelding 1E). Het verschil tussen deze twee groepen van dieren werd in de daaropvolgende weken steeds groter (afbeelding 3 en 4). Uiteindelijk werden de beide groepen gemengd en vervolgens werden alle dieren alleen nog maar met weideplankton gevoerd (afbeelding 1G). Na ongeveer 2-3 weken was er geen kleurverschil meer te zien tussen de jongen. Alle dieren een prachtige natuurlijke grasgroene rug en een gele buikzijde (afbeelding 1H, 5 en 6). Naast jonge smaragdhagedissen zijn ook een aantal jonge Ruinehagedissen (*Podarcis siculus*) en Blauwkeelkielhagedissen (*Algyroides nigropunctatus*) met weideplankton gevoerd. Ook hier was het effect op lichaamskleur overduidelijk. De Ruinehagedissen kregen een intens groene rug en geeltinten op kop en flanken terwijl de buikzijde van de Blauwkeelkielhagedissen intens geel werd.

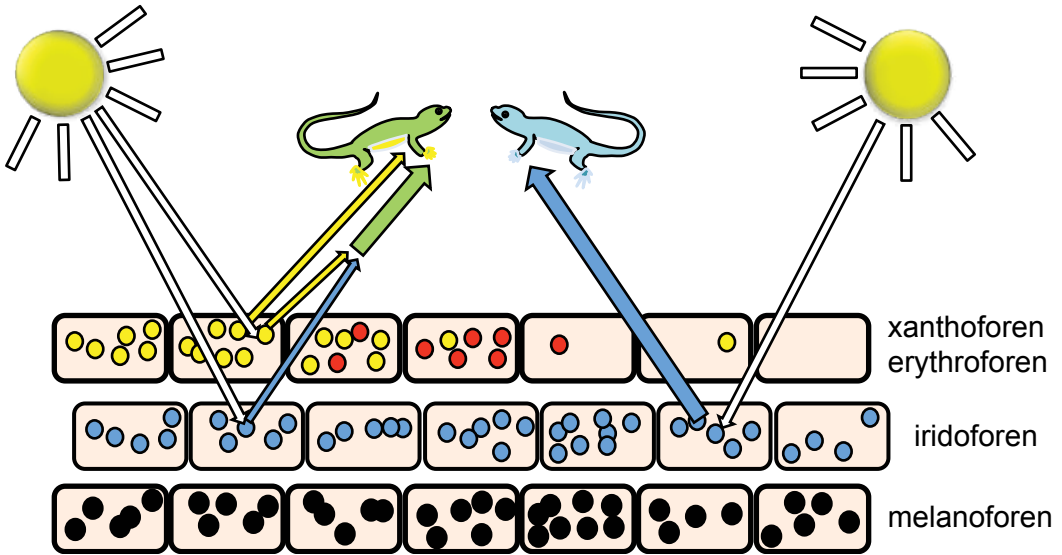
Pigmenten

De kleur van hagedissen wordt bepaald door de verhouding tussen verschillende pigmenten die aanwezig zijn in de opperhuid. Een vereenvoudigde schematische weergave hiervan is te zien in afbeelding 7. In de onderste laag liggen de melanoforen die de donkere kleurstof melanine bevatten. De daarboven gelegen chromatoforen bevatten verschillende gekleurde pigmenten. De iridoforen bevatten een stof die het efficiënt de blauwe component uit het zonlicht weerkaatsen. De daarboven gelegen chromatoforen bevatten voornamelijk rode pigmenten (erythroforen) of gele pigmenten (xanthoforen). In de smaragdhagedissen waar de iridoforen wel aanwezig zijn maar de rode en gele pigmenten ontbreken (rechtterkant van afbeelding 7) ontstaat dus alleen een blauwe lichaamskleur. In de smaragdhagedissen die de intens groene en gele kleuren vertonen zijn de rode en gele pigmenten in de erythroforen en xanthoforen wel aanwezig. Hierdoor zal het blauwe licht wat weerkaatst wordt

Afbeelding 5 en 6. In gevangenschap geboren halfwas Westelijke smaragdhagedissen die enkele maanden gevoerd zijn met alleen weideplankton. Alle dieren laten de natuurlijke geel/groene lichaamskleuren zien die typisch zijn voor deze soort.

Figure 5 and 6. Captive bred sub adult Western Emerald lizards that were fed exclusively wild caught arthropods for several months. All animals display the natural yellow/green body colors that are typical for this species.





Afbeelding 7. Vereenvoudigde weergave van de oppervlakte van hagedissen. In de onderste laag bevinden zich de melanoforen die het bruin/zwarte pigment melanine bevatten. De laag daarboven bevat de iridoforen die de blauwe component uit het zonlicht weerkaatsen. De bovenste laag bevat de xanthoforen met geel pigment en de erythroforen met rood pigment. Bij het ontbreken van het gele en rode pigment wordt alleen blauw licht gereflecteerd wat in blauwe hagedissen resulteert (rechts). Als het gele pigment wel aanwezig is geeft dit samen met het blauwe licht een groene lichaamskleur (geel + blauw = groen). Afhankelijk van de verhouding tussen de verschillende pigmenten kunnen verschillende delen van het lichaam blauw, geel, groen of rood/oranje worden gekleurd.

Figure 7. Simplified representation of the epidermis of lizards. In the bottom cell layer the pigment melanin is present. The layer on top of this consists of iridophores containing a pigment that reflects the blue component of sunlight. The top layer exists of xanthophores with yellow pigment and erythrophores containing red pigment. The absence of yellow and red pigments results in reflection of blue light only which in turn results in lizards displaying the deviant blue color (right side). The presence of yellow pigments results in the natural green body color (yellow + blue = green). Depending on the distribution and ratio between the different pigments in the various body parts either blue, yellow, green or red/orange colors are displayed.

door de iridoforen samen met het gele licht van de xanthoforen de groene kleur geven (blauw + geel = groen; linkerkant van afbeelding 7). Delen van het lichaam waar een hoge concentratie van xanthoforen of juist erythroforen aanwezig is zullen dus intens geel respectievelijk oranje/rood kleuren. Uit bovenstaande experimenten kan worden geconcludeerd dat bepaalde bestanddelen uit weideplankton zorgen voor de aanwezigheid van chromatoforen en uiteindelijk voor de intens groene en gele kleuren bij smaragdhagedissen. Mogelijk dat de gele en rode pigmenten die ik voornamelijk in de sprinkhanen (diverse *Chorthippus* soorten) van het weideplankton zag zitten de grootste bijdrage aan de kleur van de hagedissen gaf. Het is voor mij echter ondoenlijk om voor het grote aantal (150-200) jonge hagedissen die jaarlijks geboren wordt voldoende weideplankton te vangen. Daarom is

getracht een andere bron van deze pigmenten te vinden die hetzelfde effect heeft en samen met het standaard gekweekte voedsel gegeven zou kunnen worden. Nu is bij kwekers van vooral kleurkanaries uitgebreide kennis aanwezig over hoe de kleuren van deze vogels zo intens mogelijk te krijgen. Uiteindelijk zijn de voor vogels bedoelde preparaten "intensief geel (Quiko)", "intensief rood (Beaphar)" en "Canthaxantine" aangeschaft om het effect op de kleur bij verschillende LACERTIDAE te testen. Daarnaast werden stukjes weefsel van het zogenaamde Corpus luteum van koeienerstokken gebruikt die bij een slachthuis werden verkregen. Dit weefsel bevat een hoge concentratie van de natuurlijke gele kleurstof luteïne. De preparaten die invloed zouden moeten hebben op de gele kleur hadden echter geen enkel zichtbaar effect bij de jonge hagedissen (Westelijke

Afbeelding 8. In gevangenschap geboren parelhagedissen (*Timon lepidus*) ontwikkelden binnen één dag oranjes en lipschilden na het voeren met gezuiverde carotenoiden. Deze schilden zijn bij parelhagedissen in het wild meestal geel/oranje gekleurd. **Figure 8.** Captive bred ocellated lizards (*Timon lepidus*) developed orange rostral and labial shields within one day, after being fed with purified carotenoids. These shields are normally yellow/orange in animals from the wild.



smaragdhagedissen en Parelhagedissen). Het toedienen van intensief rood of Canthaxantine met het voedsel had echter wel effect. Zo verkleurde de buikzijde van jonge mannelijke Peloponnesos muurhagedissen (*Podarcis peloponnesiaca*) en jonge Westelijke smaragdhagedissen binnen een week van kleurloos naar flets rood door het gebruik van deze preparaten. Verder werd een opmerkelijk snel effect bij halfwas parelhagedissen (*Timon lepidus*) gezien. Het rostraalschild en in mindere mate de labiaalschilden kleurden binnen één dag van kleurloos naar oranje (afbeelding 8). Deze schilden zijn bij de meeste parelhagedis populaties in het wild donkergeel/oranje gekleurd.

Slotopmerkingen

Uit de experimenten die in dit artikel beschreven staan kan worden geconcludeerd dat de pigmenten (of de bouwstoffen voor deze pigmenten) die zorg dragen voor de intens geel/groen/rode lichaamskleuren bij smaragdhagedissen en andere LACERTIDAE uit het voedsel worden opgenomen. In tegenstelling tot insecten uit het wild bevatten gekweekte insecten blijkbaar geen of te weinig van deze stoffen. Het voeren met alleen gekweekte insecten leidt dan ook tot flets blauw/groene hagedissen die veel minder mooi zijn dan in het wild. De opname van pigmenten uit het voedsel blijkt relatief snel te gaan. Smaragdhagedissen hadden al na één week voeren met weideplankton een groen/gele lichaamskleur. Parelhagedissen lieten na het voeren met gezuiverd caroteen zelfs al na

één dag een duidelijk kleurverschil zien. Helaas bleek het niet mogelijk om met gezuiverde kleurstoffen of door het voeren van weefsel rijk aan luteïne de gele buikkleur of grasgroene rug bij smaragdhagedissen te induceren. Om natuurlijk gekleurde nakweek (smaragd)hagedissen te krijgen blijft het dus noodzakelijk om gedurende een bepaalde tijd weideplankton te voeren. Behalve dat dit zeer arbeidsintensief is, is ook de tijd dat dit in Nederland mogelijk is helaas beperkt.

De invloed van (UV) licht op de lichaamskleur van hagedissen is niet helemaal duidelijk geworden. Hoewel in het verleden wel gemeld is dat zonlicht voldoende zou zijn om “blauwe” smaragdhagedissen hun natuurlijk geel/groene kleur te geven (MUDDE ET AL. 1994), blijkt uit mijn experimenten dat UV-licht alleen niet voldoende om de natuurlijke kleuren te induceren. Halogeenlampen, UV-lampen en zelfs direct ongefiltreerd zonlicht hadden geen duidelijk effect op de lichaamskleur van smaragdhagedissen. Het voeren met weideplankton is echter alleen uitgevoerd met hagedissen die buiten zijn opgegroeid. Het is dus mogelijk dat naast weideplankton ook UV-licht essentieel is om natuurlijk gekleurde dieren te verkrijgen. De enige manier om dit verder te onderzoeken is hagedissen op te kweken met weideplankton onder kunstlicht. Met de kennis die bovenstaand onderzoek heeft opgeleverd is het nu mogelijk om Europese hagedissen te kweken met natuurlijke lichaamskleuren. Hopelijk is dit een extra reden voor liefhebbers om deze interessante en prachtige dieren te gaan

houden. Mogelijk dat de kennis ook te gebruiken is voor diverse andere (niet-LACERTIDAE) hagedis-soorten waarvan bekend is dat nakweek dieren veel minder mooi gekleurd zijn dan dieren in het wild.

Dankwoord:

Dick Martijn wil ik bedanken voor de nog steeds voortdurende inspirerende discussies over de relatie tussen voedsel en lichaamskleur bij hagedissen. Mijn zoon Rik bedank ik voor zijn enthousiaste hulp bij het vangen van de grote hoeveelheid wei-deplankton die nodig was voor dit onderzoek.

Literatuur

WESTBROEK, R. van, 1994. Halogeen-verlichting: het ei van Columbus? *Lacerta* 52 (6): 144-146.

MUDDE, P., R. KIVIT & P. MANTEL, 1994. Blauwkleuring bij reptielen, een kwestie van ultraviolet? *Lacerta* 52 (6): 149-151.

SUMMARY

The relation between body colors and food source in Western Emerald lizards (*Lacerta bilineata*) and several other LACERTIDAE.

Captive bred lizards in general and especially Emerald lizards display aberrant pale blue/green body colors. These colors are less attractive than the bright yellow/green colors of lizard in the wild. Experiments were designed to solve this problem. The author subjected groups of captive bred juvenile Western Emerald lizards to different food and lighting conditions. From these experiments it became clear that artificial UV-light or unfiltered sunlight was not sufficient to induce normal body coloration. By changing the diet of the lizards from captive bred insects to wild-caught arthropods normal body coloration began to appear within one week. The feeding of artificial pigments to induce the yellow color did not have any effect on body coloration, while red pigments (carotenoids) induced red ventral coloration in male Peloponnesian wall lizards (*Podarcis peloponnesiaca*) and red coloration of rostral and labial shields in Ocellated lizards (*Timon lepidus*). These results show that the attractive bright body colors typical for Emerald lizards (and several other lizard species) depend on the source of food.