



## Een jong sperwervrouwtje zonder geel carotenoïde pigment

In een sperwerbroedsel van twee mannetjes en drie vrouwtjes was één vrouwtje abnormaal gekleurd (op voorgrond links), Heumense bos, 21 juni 2015. In a Sparrowhawk brood of two males and three females, one female had aberrant colouration (front left). (foto: Gerard Müskens)

### Kees Schreven & Youri van der Horst

Op 21 juni 2015 werd een nestje met jonge Sperwers *Accipiter nisus* geringd in het Rijk van Nijmegen. Opvallend aan dit nest was dat bij één van de vrouwtjes geel pigment ontbrak in de poothuid, washuid en iris. In plaats van geel was haar washuid blauw en waren haar poten wit. Haar irissen waren iets lichter en blauwgrijs gekleurd dan normaal. Haar veren, nagels en snavel waren wel normaal gekleurd. Haar nestgenoten hadden deze afwijking niet.

Op het nest lagen drie vrouwen, twee mannen en geen onuitgekomen eieren. De jongen waren tussen 16 en 18 dagen oud (tabel 1). Alle jongen, met lege kroppen, zaten op of boven een normaal gewicht (tabel 1; Bijlsma 1997). Ze waren dus in een goede conditie op het moment van ringen, ook het vrouwtje zonder geel pigment. Deze vogel had ook geen zichtbare verwondingen die eerder door haar nestgenoten zouden kunnen zijn toegebracht. Op 4 oktober 2015 werd vastgesteld dat het nest was uitgevloegen en er werden geen dode jongen of resten daarvan aangetroffen in de omgeving van het nest.

Het sperwernest bevond zich in het Heumense Bos (51.77°N, 5.83°O), ongeveer 4 km ten zuiden van Nijmegen Gld, en op een kilometer afstand van de dorpen Heumen en Malden. Gerekend vanaf het begin van het roofvogelonderzoek in het Rijk van Nijmegen en het aangrenzende Duitse Reichswald in 1969 werd dit territorium (voor het eerst bezet in 1971) tot en met 2015 in totaal 21 keer door Sperwers gebruikt. Het nest zat in een Grove Den *Pinus sylvestris*, op ongeveer 7 m hoogte. Gevonden ruiveren toonden aan dat het broedende vrouwtje een adult was (derde kalenderjaar of ouder). Van het mannetje zijn geen veren gevonden en is de leeftijd dus onbekend.

#### Het ontbreken van gele pigmentatie

Het gele pigment in de poten van roofvogels is een carotenoïde (Blas *et al.* 2013). Carotenoïden kunnen niet door een vogel zelf worden aangemaakt, maar moeten met het voedsel worden opgenomen (Constantini *et al.* 2007, Sternalski *et al.* 2010). In het sperwernest was de hoeveelheid voedsel geen

Tabel 1. Biometrie van het afwijkende sperwerjong (ringnummer NLA 3646091) en haar nestgenoten tijdens het ringen in het Heumense bos op 21 juni 2015. Leeftijd gebaseerd op vleugellengte naar Bijlsma (1997). *Biometrics of the aberrant Sparrowhawk nestling (ring number NLA 3646091) and her siblings collected in the Heumense bos on 21 June 2015. Age based on maximum wing chord after Bijlsma (1997).*

ringnummer <i>ring number</i>	geslacht <i>sex</i>	leeftijd <i>age</i> (d)	vleugellengte <i>wing length</i> (mm)	tarsus + hiel <i>tarsus + heel</i> (mm)	gewicht <i>body mass</i> (g)	pigmentatie <i>pigmentation</i>
NLA 3646091	vrouw <i>female</i>	17	124	61	230	afwijkend <i>aberrant</i>
NLA 3646090	vrouw <i>female</i>	17	123	63	230	normaal <i>normal</i>
NLA 3646092	vrouw <i>female</i>	18	127	65	250	normaal <i>normal</i>
NLA 1492901	man <i>male</i>	18	113	59	160	normaal <i>normal</i>
NLA 1492902	man <i>male</i>	16	99	58	145	normaal <i>normal</i>

beperkende factor voor de beschikbaarheid van carotenoiden, aangezien alle vijf de jongen in goede conditie waren. Ook de kwaliteit van het voedsel was blijkbaar goed; de vier nestgenoten waren immers normaal gekleurd. Het ontbreken van de gele pigmentatie bij het jonge sperwervrouwtje lijkt daarom aan een genetische afwijking te liggen. Deze verstoort blijkbaar een schakel in het proces van de verwerking en afzetting van de carotenoiden. De geeloranje tinten in sperwerveren worden waarschijnlijk veroorzaakt door pheomelaninen (mededeling Ismael Galván), zoals ook is beschreven voor juveniele Giervalken *Falco rusticolus* (Galván & Jorge 2015). Dit verklaart waarom de veren wel normaal waren gekleurd.

Er zijn verschillende genen geïdentificeerd die betrokken kunnen zijn bij de opname, verwerking en afbraak van carotenoiden (Walsh *et al.* 2012). Het gen beta-caroteen dioxygenase 2 (BCO2) codeert een enzym dat carotenoiden afbreekt tot kleurloze apo-carotenoiden. Het is bekend dat bij Kippen *Gallus gallus* met gele poten de productie van dit enzym in de huid wordt geremd, terwijl dit niet het geval is bij Kippen met afwijkende witte poten (Eriksson 2008). De vogelwekerij laat zien dat bij veel soorten zangvogels en papegaaiachtigen mutanten met specifiek kleurverlies bestaan. Deze mutaties zijn autosomaal (niet geslachtsgebonden) en worden 'blauw', 'ivoor' of 'wit' mutaties genoemd, naar het uiterlijk van de afwijkende vogels. Het gaat niet altijd om hetzelfde onderliggende mechanisme, aangezien de mutatie bij sommige soorten recessief overerft (bijvoorbeeld bij parkieten *Melopsittacus* sp.), bij andere dominant (b.v. bij Kippen en Spitsstaartamadines *Poephila acuticauda*), en bij de Kanarie *Serinus canaria* zowel dominante als recessieve overerving bekend is. Bij de Kanarie is de recessieve wit-mutant witter dan de dominante wit-mutant, waar het nog een vage zweem heeft (med. Pieter van den Hooven en Jeffrey Verhoeff).

Wat de oorsprong is van de genetische afwijking van het jonge sperwervrouwtje is moeilijk te zeggen, maar er zijn twee mogelijkheden. Ten eerste kan er in de ouders een fout zijn opgetreden bij het kopiëren van het genetische materiaal naar de geslachtscellen waaruit het jong is ontstaan. De kans is echter klein dat dit in de geslachtscellen van beide

ouders is gebeurd. Als het in één ouder is gebeurd zou deze overschrijffout dominant moeten zijn om tot uiting te kunnen komen in het jong. In dat geval waren beide ouders wel normaal gekleurd. Ten tweede kunnen beide ouders 'drager' zijn geweest van een allel dat codeert voor de genetische afwijking. Dat allel zou dan recessief moeten zijn, omdat niet alle jongen de afwijking hadden. Eén van de ouders was dan normaal gekleurd en de ander kan normaal of afwijkend gekleurd zijn geweest. Helaas is het uiterlijk van de oudervogels niet vastgesteld, en dus blijven de oorsprong en de overerving van deze mutatie onbekend.

### Zeldzaamheid onder Sperwers

In het Rijk van Nijmegen en het aangrenzende Duitse Reichswald was nog nooit eerder een dergelijk afwijkend sperwerjong gezien, op ruwweg 5500 geringde jonge Sperwers (mededeling Gerard Müskens & Ronald Zollinger). Om een beter beeld te krijgen van de zeldzaamheid van deze afwijking werden ook andere sperwerringers in Nederland en daarbuiten bevraagd: Jan van Diermen (ringde ca. 7000 jonge Sperwers in oostelijk Noord-Brabant en de IJsselvallei), Rob Bijlsma (2693, Zuidwest-Veluwe en Drenthe), Stef van Rijn (ca. 2500, Oost-Gelderland), Arnold van den Burg (ca. 1500, Zuidwest-Veluwe), Johan Bos (ca. 800, Drenthe, Groningen en het Duitse Saarland), Henk Castelijns (422, Zeeuws-Vlaanderen) en Ian Newton (3396, Zuid-Schotland). Geen van hen had deze afwijking ooit eerder gezien. Het hier beschreven jong is dus het enige individu met deze genetische afwijking op in totaal ca. 23 811 geringde jonge Sperwers, wat overeenkomt met 0.0042% van de jongen (95% betrouwbaarheidsinterval: 0.0000-0.0124%, berekend met binomiale statistiek).

### Consequenties

Het is denkbaar dat de overleving en/of latere reproductie van jongen zonder geel huidpigment verschillen van die van normaal gekleurde jongen. Carotenoiden hebben een functie bij het op peil houden van de gezondheid doordat ze het immuunsysteem stimuleren en vrije radicalen wegvangen (Møller *et al.* 2000). Bij dit sperwervrouwtje waren de caro-





Gerard Müskens

Door het ontbreken van carotenoïde pigment vertoont het afwijkende sperwerjong (links) een blauwe washuid, lichtblauwgrijze irissen en een witte poothuid, terwijl deze normaliter geel gekleurd zijn, zoals te zien bij één van haar zussen (rechts), Heumense bos, 21 juni 2015. *The lack of carotenoid pigmentation gives the aberrant Sparrowhawk nestling (left) a blue cere, bluish grey irises and white leg skin. These are coloured yellow in normal nestlings, as shown in one of her sisters (right).*

tenoïden waarschijnlijk wel aanwezig in het lichaam, maar niet in de huid. Zoals eerder gezegd heeft de mutatie mogelijk te maken met het BCO<sub>2</sub> gen. Het enzym dat door dit gen wordt gecodeerd heeft een functie in de syntheseroute van vitamine A. De toegenomen productie van dit enzym en de afwezigheid van carotenoïden in de huid hadden ogenschijnlijk geen effect op de gezondheid van de vogel en ze is waarschijnlijk ook uitgevlogen, maar eventuele gebreken op latere leeftijd zijn onbekend.

De felle kleuren van carotenoïden hebben bij veel vogelsoorten een functie bij sociale interacties met soortgenoten. Bij nestjongen is het een signaal van de gezondheid. Bij sommige soorten voeren de oudervogels felgekleurde jongen meer dan bleke jongen, wat de ouderlijke investeringen een hoger rendement geeft (Møller *et al.* 2000). Het sperwervrouwtje was, net als haar nestgenoten, in goede conditie maar het is moeilijk te zeggen of ze dit ook zou zijn geweest als er een slechtere voedselsituatie heerste met meer competitie.

Bij adulte vogels hebben de carotenoïde-kleuren een functie bij de paarvorming. Lichaamsdelen die door carotenoïden fel zijn gekleurd, zijn over het algemeen seksueel aantrekkelijk (Møller *et al.* 2000). Een individu met bleke poothuid, washuid en iris is dan minder aantrekkelijk voor soortgenoten. De evolutionaire oorzaak van de link tussen carotenoïdekleuring en aantrekkelijkheid is dat carotenoïden naast kleuring ook de eerdergenoemde immunologische en ontgiftende functie hebben. Felle kleuren betekenen dat een individu weinig carotenoïden nodig heeft voor zijn gezondheid, en/of dat hij genoeg hoogkwalitatief voedsel tot zich neemt. Ze zeggen dus iets over de kwaliteit van het individu. Bij sommige soorten correleert de intensiteit van pootkleur ook positief met jaagcapaciteit, lichaams-

grootte en territoriumkwaliteit (Bostrom & Ritchison 2006, Casagrande *et al.* 2006). Het sperwervrouwtje met de bleke huid kan dus voor soortgenoten een ongezond individu lijken, wat problemen kan opleveren bij de paarvorming. Dergelijke effecten zijn echter vooral aangetoond bij mannetjesvogels (Møller *et al.* 2000) en zijn daar ook consistent dan bij vrouwtjes. De relatie tussen carotenoïdekleuring en lichaamsgrootte, conditie en territoriumkwaliteit is bij vrouwtjes niet altijd gevonden (Bostrom & Ritchison 2006, Pérez-Rodríguez & Viñuela 2008). Het is dus ook mogelijk dat het beschreven sperwervrouwtje bij de paarvorming weinig nadeel zal ondervinden van haar afwijking.

Als de genetische afwijking wel negatieve effecten heeft kan zij door natuurlijke selectie zeldzaam blijven of zelfs worden geëlimineerd uit de populatie. Eliminatie is gemakkelijker als het om een dominant allel gaat, omdat de afwijking dan bij elke drager van het allel tot uiting komt. Bij recessieve overerving blijft er altijd een fractie dieren bestaan die het allel dragen zonder dat dit tot uiting komt, en dus blijft de genetische afwijking in de populatie behouden. In Nederland, met 4000-5000 broedparen Sperwers (van Diermen 2002), zou dat omgerekend ruim 100 broedvogels betreffen. Hierdoor zou deze mutatie in de toekomst nog vaker aangetroffen kunnen worden.

## DANKWOORD

De gegevens over het betreffende sperwernest zijn afkomstig uit het langlopende roofvogelonderzoek in het Rijk van Nijmegen en Reichswald door Gerard Müskens, Ronald Zolinger en vele anderen. Deze mutatie en de mogelijke oor-

zaken en gevolgen zijn bediscussieerd met Ismael Galván, Francisco Solano, Pieter van den Hooven, Jeffrey Verhoeff, Fons Debets, Rolf Storms, Ian Newton, Sander Gussekloo, Martien Groenen, Arnold van den Burg, Rob Bijlsma, Jan van Diermen, Henk Castelijn, Johan Bos en Stef van Rijn. Jacintha van Dijk en Willem van Manen gaven commentaar op een eerdere versie van dit artikel.

## LITERATUUR

- Bijlsma R.G. 1997. Handleiding Veldonderzoek Roofvogels. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Blas J., S. Cabezas, J. Figuerola, L. López, A. Tanferna, F. Hiraldo, F. Sergio & J.J. Negro 2013. Carotenoids and skin coloration in a social raptor. *Journal of Raptor Research* 47: 174-184.
- Bortolotti G.R., J.L. Tella, M.G. Forero, R.D. Dawson & J.J. Negro 2000. Genetics, local environment and health as factors influencing plasma carotenoids in wild American kestrels (*Falco sparverius*). *Proceedings of the Royal Society of London B* 267: 1433-1438.
- Bostrom M.R. & G. Ritchison 2006. Possible relationships between morphology, territory quality, and skin color of American Kestrels. *Journal of Field Ornithology* 77: 392-398.
- Casagrande S., D. Csermely, E. Pini, V. Bertacche & J. Tagliavini 2006. Skin carotenoid concentration correlates with male hunting skill and territory quality in the kestrel *Falco tinnunculus*. *Journal of Avian Biology* 37: 190-196.
- Constantini D., C. Coluzza, A. Fanfani & G. Dell'Omo 2007. Effects of carotenoid supplementation on colour expression, oxidative stress and body mass in rehabilitated captive adult kestrels (*Falco tinnunculus*). *Journal of Comparative Physiology B* 177: 723-731.
- Eriksson J., G. Larson, U. Gunnarsson, B. Bed'hom, M. Tixier-Boichard, L. Strömstedt, D. Wright, A. Jungerius, A. Vereijken, E. Randi, P. Jensen & L. Andersson 2008. Identification of the Yellow Skin Gene reveals a hybrid origin of the Domestic Chicken. *PLoS Genetics* 4: 1-8.
- Galván I. & A. Jorge 2015. The rusty plumage coloration of juvenile Gyr-falcons is produced by pheomelanin and its expression is affected by an intracellular antioxidant. *Journal of Raptor Research* 49: 59-65.
- Møller A.P., C. Biard, J.D. Blount, D.C. Houston, P. Niini, N. Saino & P.F. Surai 2000. Carotenoid dependent signals: indicators of foraging efficiency, immunocompetence or detoxification ability? *Avian and Poultry Biology Reviews* 11: 137-159.
- Pérez-Rodríguez L. & J. Viñuela 2008. Carotenoid-based bill and eye ring coloration as honest signals of condition: an experimental test in the red-legged partridge (*Alectoris rufa*). *Naturwissenschaften* 95: 821-830.
- Sternalski A., F. Mougeot, C. Eraud, B. Gangloff, A. Villers & V. Bretagnolle 2010. Carotenoids in nestling Montagu's harriers: variations according to age, sex, body condition and evidence for diet-related limitations. *Journal of Comparative Physiology B* 180: 33-43.
- van Diermen J. 2002. Sperwer *Accipiter nisus*. In: SOVON Vogelonderzoek Nederland 2002. Atlas van de Nederlandse Broedvogels 1998-2000 – Nederlandse Fauna 5. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, p. 162-163. KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey Nederland, Leiden.
- Walsh N., J. Dale, K.J. McGraw, M.A. Pointer & N.I. Mundy 2012. Candidate genes for carotenoid coloration in vertebrates and their expression profiles in the carotenoid-containing plumage and bill of a wild bird. *Proceedings of the Royal Society B* 279: 58-66.

Kees Schreven, Esdoornlaan 688, 9741 MH, Groningen; kees\_schreven@hotmail.com

Youri van der Horst, Tooropweg 6, 6562 JB, Groesbeek; youri\_vanderhorst@hotmail.com

---

## A Sparrowhawk *Accipiter nisus* nestling without yellow carotenoid pigmentation

On 21 June 2015 an abnormally coloured female Sparrowhawk nestling was ringed in a brood of two males and three females in a woodlot near Nijmegen, The Netherlands. It lacked yellow pigmentation in leg skin, cere and iris, which appeared white, blue and blueish grey respectively. Feathers, nails and bill were coloured as normal. The bird's four siblings were coloured normally. All nestlings were in good body condition and probably the whole brood fledged. It is likely that the observed aberration in the female nestling is a genetic disorder. According to literature, the yellow pigmentation in raptor leg skin is caused by a carotenoid, and the mutation may relate to an increased expression of the beta-carotene oxygenase 2 (BCO2) gene, which causes the leg skin in chickens to be white. However, in pet birds multiple mutations (autosomal, both dominant and recessive) are known to cause loss of carotenoid

pigmentation. Whether the observed abnormality in the female nestling resulted from a spontaneous dominant mutation or from inherited recessive alleles is unknown as the parental phenotypes were not determined. The female nestling with this mutation was the first among 5500 Sparrowhawk nestlings ringed near Nijmegen, as well as among 18 311 Sparrowhawk nestlings ringed by colleagues at other locations in the Netherlands, Germany and Scotland. This corresponds to 0.0042% of the individuals. Although the female nestling appeared healthy, we cannot exclude that the lack of yellow pigmentation had negative effects. Potential consequences of this mutation may occur during pair formation, as bright carotenoid-based colouration is generally a sexually attractive trait. Especially in males, this could constitute a selection pressure against this mutation.