

## Red lovebirds a mutation?

(English version below).

## Rode agaporniden, een mutatie?

Door Dirk Van den Abeele

Het was rond 1980 toen ik voor het eerst een 'rode' agapornis zag in de handel. Het was een lutino roseicollis pop die door een of andere reden bijna volledig rood gekleurd was. Het resultaat was een bijna volledig rode vogel met rode ogen, witte slagpennen en hier en daar enkele gele veren. Ik had toen geen enkel benul of het hier al dan niet om een mutatie ging. Ik dacht dat dit een gewone mutant was en kocht de vogel aan. Ik was er vast van overtuigd dat ik nu ook rode vogels kon kweken, maar niets was minder waar. Na een zestal maanden stierf de vogel zonder kweekresultaten. Ik nam voor om, wanneer ik nog eens de kans kreeg, opnieuw een rood exemplaar aan te schaffen en daarmee een stam op te zetten.

Ik heb dan ook door de loop der jaren heen verschillende 'rode' exemplaren gekocht, zowel personatus, fischeri als roseicollis, maar ik ben er nooit in geslaagd om maar één rood exemplaar te kweken. Alle vogels stierven na verloop van tijd zonder kweekresultaten. Toch zijn er mensen die deze rode vogels als mutatie bestempelen en men kan op het internet verschillende sites vinden waar ze zelfs te koop aangeboden worden. Ook de vogelliteratuur maakt soms melding van deze vogels. Reden genoeg dus om deze zaken eens van naderbij te gaan bekijken.

### Rood?

Eerste vraag die we ons moeten stellen is: wat veroorzaakt deze rode kleur? Het antwoord op deze is gemakkelijk: psittacine. Bij deze rode exemplaren zien we dat de normaal geel gekleurde psittacine in bepaalde veervelden, of zelfs over het volledige lichaam, rood van kleur wordt. Op de vraag hoe dat komt is het antwoord niet zo gemakkelijk te geven. Is het een mutatie? Is het een ziekte? Is het een gewone modificatie? Heeft het met voeding te maken?.....

Er is rood en rood.....

Gedurende bijna 25 jaar heb ik informatie over deze rode vogels kunnen bijeenprokkelen en eigenlijk kunnen we al duidelijk twee groepen 'rode' agaporniden onderscheiden.

De eerste groep is de vogels die 'rood' geboren zijn. Ik heb ooit een personatus gezien waarbij de gele veervelden (borst en nek), volledig rood waren. Ook heb ikzelf eens een jonge fischeri in het nest gehad die overwegend 'rood' was. Hier waren ook de groene veervelden aangetast en de normaal gele psittacine in de cortex van de veren was bij deze vogels ook rood, waardoor deze een 'bruinachtige' kleur kregen. Ook zijn er verschillende meldingen al geweest van jonge roseicollis die 'rode schubben' op het lichaam hebben enz. Zo ver ik de gegevens heb kunnen bijhouden heb is hier het vervolg steeds voorspelbaar: of de vogels krijgen terug de normale kleur of ze sterven voor de eerste jeugdruil. Geen enkele van de meldingen die ik hier rond gekregen heb maakte hierop een uitzondering.

Een tweede groep is de vogels die op latere leeftijd beginnen rode aanslag te krijgen. Deze behouden meestal die rode aanslag welke met de tijd steeds verder uitbreidt. Hoe roder van kleur ze worden, hoe gevaarlijker, want de meeste sterven enkele maanden na het verschijnen van de eerste rode aanslag. Toch is er af en toe een melding van vogels met extreem rode aanslag die toch in staat blijken om verder te kweken. Momenteel heb ik zelfs één betrouwbare (en controleerbare) melding van een roseicollis (cinnamon groene pop) die rood werd, maar toch nog steeds in leven is. Enkele van haar jongen ontwikkelen na verloop van tijd ook stilaan een rood patroon. Toch kan men evenwel (nog) niet aantonen dat het om een chromosomale mutatie zou gaan en aangezien het over heel jonge vogels gaan weten we niet of de jongen op hun beurt deze kenmerken verder



overerven. Een logisch antwoord zou zijn dat het toch een mutatie is. Er zijn enkele mutaties die de kleur van het psittacine aantasten, denken we maar aan de oranjemasker. Hier hebben we een verandering van de kleur van het gevormde psittacine, maar dat is hier niet vergelijkbaar. Er is zelfs bij parkietachtigen één mutant gekend welke om een of ander reden er in slaagt om het gele psittacine in bepaalde veervelden rood te laten kleuren en psittacine in veervelden te plaatsen waar we het normaal niet vinden: de opaline (\* bedenk wel deze mutatie gaat evenwel geen psittacine plaatsen in een soort waar er normaal geen psittacine aanwezig is, enkel in een soort waar wel psittacine in de veren zit, gaat de opaline mutant deze posities herschikken). Deze opaline mutant vererft SL (geslachtsgebonden) en vinden we bij agaporniden terug bij de roseicollis. Toch kunnen we met zekerheid al stellen dat deze niets te maken heeft met de 'rode' vogels. Bij opaline hebben de vogels immers reeds hun herkenbaar opaline patroon in het nest.

### Kleuren en veren

Om een iets duidelijker inzicht te hebben in deze materie is het goed om even in de vederstructuur te duiken en daar eens te gaan uitzoeken hoe we aan deze verschillende kleuren komen en welke elementen er allemaal bij betrokken zijn.

De kleur van de veren wordt bepaald door de aanwezige kleurstoffen en de microstructurele samenstelling van de veer. Bij de meeste vogelsoorten treffen we als kleurstoffen melaninen en carotenoïden aan. De melaninen (eumelanine en phaeomelanine) zijn roodbruin tot zwart van kleur. Deze melaninen hebben echter niets met de rode kleur te maken, de carotenoïden wel.

De structuur en ontwikkeling van de melaninen en carotenoïden is al heel intens bestudeerd. Dat geeft ons gelukkig de mogelijkheid om ons een goed beeld te kunnen vormen over het ontstaan en de vorming van deze kleurstoffen.

Carotenoïden zijn een grote groep van natuurlijke pigmenten welke we ook terugvinden in planten, groenten en fruit. Deze carotenoïden zijn veelal rood, oranje of geel gekleurd. Een paar van de meest voorkomende carotenoïden zijn oa: canthaxanthine, luteïne, a-carotene, astaxanthine, zeaxanthine enz. Bij vogels met carotenoïde in de veren (bv kanaries) is het bekend dat de kleur van de carotenoïde in de bevedering beïnvloed kan worden door de vogels bepaalde voedingsstoffen toe te dienen.

De reden daarvan is eigenlijk simpel: carotenoïde kleurstoffen worden door de vogels via de voeding opgenomen. Via het spijsverteringskanaal (een onmisbare schakel in dat proces is onder andere de lever) komen ze in de bloedbaan terecht vanwaar de stof direct of indirect in de groeiende veer wordt afgezet. De intensiteit van de kleur wordt bepaald door het soort carotenoïde en de kwantiteit die is afgezet in de veer.

Dank zij HPLC of de High Performance Liquid Chromatography (een van de nieuwe onderzoeksmethoden) is het voor de wetenschappers gemakkelijker geworden om de chemische samenstelling van carotenoïde te bepalen. Dank zij deze methode kon men bepalen dat de chemische samenstelling van rode carotenoïde totaal anders is dan de gele carotenoïde bij dezelfde vogelsoort. (Stradi 1998; Massa en Stradi 1999; McGraw. K.J. 2003). Zo hebben Massa en Stradi in 1999 de veren onderzocht van een geelkop Gouldamadine (*Chloebia gouldiae*). Deze gele veren bevatten luteïne en 3'-dehydroluteïne, terwijl de normale rode veren bij de wildvorm 4-ketocarotenoïden bevat.

Kevin J. McGraw onderzocht de veren van een wildvorm 'rode kardinaal' (*Cardinalis cardinalis*) en vergeleek ze met een gele mutant en kwam tot dezelfde vaststelling. Zowel de rode als de gele carotenoïde in deze veren hadden een verschillende chemische samenstelling. In deze beide gevallen heeft een mutatie er voor gezorgd dat het metabolisme van de vogel niet de normale "rode" carotenoïden in de veren afzette, maar wel een gewijzigde samenstelling. De omzetting in het vogellichaam van de via de voeding opgenomen carotenoïden geschiedt door enzymen die bijgevolg door erfelijke factoren kunnen beïnvloed worden. Logische conclusie zou dan ook zijn dat dit ook het geval is bij onze agaporniden, maar is dat dan wel zo?

Bij agaporniden



Daarnt werd al gesteld dat de meeste vogels carotenoïde in de veren hebben, maar de parkietachtigen (psittaciformes) en dus ook agaporniden zijn hierop een uitzondering. In plaats van carotenoïden treffen we in de veren van parkietachtigen een ongewoon helder kleurpigment aan. Dit werd in 1883 door Krukenberg voor het eerst wetenschappelijk vastgesteld. Hij gaf het pigment de naam psittacofulvins. In 1936, 1937 en 1942 werd dit door Völker ook meermaals onderzocht en bevestigd.

De veren van agaporniden bezitten eumelanine en psittacofulvins (of psittacine zoals we deze pigmenten omschrijven). Deze psittacine is verantwoordelijk voor de rode en gele kleuren in de veren van agaporniden. Dus moeten we de oorzaak van deze rode vogels eigenlijk daar gaan zoeken.

#### Psittacine (psittacofulvins)

Als we psittacine met carotenoïde gaan vergelijken zien we enkele raakvlakken. Net zoals carotenoïde zijn psittacofulvins of psittacine zoals we het noemen “lipid oplosbaar” (vetoplosbaar) of met andere woorden oplosbaar in apolaire solventen zoals benzeen of chloroform. Verder zorgen ze ook voor de rode, oranje en gele kleur bij agaporniden, net zoals de carotenoïden dat ook doen bij bv de vinkachtigen.

We zouden dan ook kunnen veronderstellen dat deze psittacofulvins net als bij carotenoïde aangetroffen worden in de bloedbaan van waaruit ze in de veer worden afgezet, maar recente onderzoeken hebben aangetoond dat dit niet zo is. Er werd onderzoek gedaan naar de samenstelling van rode veren bij 44 parkietachtigen (McGraw & Mary C. Nogare 2005). Het onderzoek bij alle onderzochte soorten heeft aangetoond dat:

geen enkele van deze soorten carotenoïde in de veren had, wel psittacofulvins (psittacine) er wel bepaalde carotenoïden aangetroffen werden in de bloedbaan, maar absoluut geen psittacofulvins.

Met andere woorden, parkietachtigen hebben de mogelijkheid om carotenoïden op te nemen in het metabolisme, maar gebruiken de opgenomen kleurstoffen niet om deze af te zetten in hun veren. In plaats daarvan wordt er psittacofulvins afgezet in de veren. Dat bewijst wat we eigenlijk al langer uit ervaring wisten: nl dat dit pigment niet afhangt of beïnvloed kan worden door de opgenomen kleurstoffen. Met andere woorden, in tegenstelling tot kanaries, kan men de rode, gele of oranje kleur in de veren van agaporniden niet beïnvloeden door het toedienen van bepaalde voeding- en kleurstoffen.

Een ander interessant gegeven is dat de HPLC methode aantoonde dat de rode psittacofulvins in de veren van parkietachtigen bestaat uit tetradecahexenal, hexadecaheptenal, octadecaoctenal, eicosanonenal en een vijfde onbekend component. (Stradi & al 2001; McGraw & Mary C. Nogare 2005). Onderzoek van gele veren bleek echter niet zo eenvoudig te zijn en daardoor is de juiste samenstelling van de gele psittacine nog niet gekend. Maar dat bewijst dan wel dat, net als bij carotenoïden, de chemische samenstelling van rode en gele kleurstof verschillend is.

Wanneer we dit dan gaan projecteren bij het verschijnsel van de rode agaporniden, kunnen we alvast uitsluiten dat dit verschijnsel veroorzaakt wordt door een teveel van een bepaalde voedingsstof. Het is niet het metabolisme van het lichaam die de kleur veroorzaakt in de veer, want de kleurstoffen in het bloed worden daar immers niet in afgezet. Regelmatig wordt ook geopperd dat een leverziekte wel eens aan de oorzaak van deze extreem rode kleur zou kunnen zijn, maar net om dezelfde redenen kunnen we dat ook waarschijnlijk uitsluiten.

Aangezien er geen psittacofulvins werden aangetroffen in de bloedbaan zal de oorzaak en het ontstaan van psittacine door de wetenschappers waarschijnlijk in de veerfollikel zelf moeten gezocht worden. Een mogelijke oorzaak zou dus kunnen zijn: of een mutatie of een defect aan de

veerfollikel in de huid.

Als het om een chromosomale mutatie zou gaan, zouden we, met de verschillende meldingen die er waren, zeker een vast verervingpatroon moeten kunnen concluderen, maar dat is (nog) niet het geval. Wat er wel kan, is dat dit fenotype veroorzaakt wordt door modificerende genen of multifactorieel vererft. Dat zou dan inhouden dat er meerdere genen zouden moeten gemuteerd zijn, wil men deze rode kleur krijgen. Dat zou dan een verklaring kunnen zijn voor het voorbeeld van de 'rode' cinnamon roseicollis welke een 'rode' nakomeling kreeg.

Een andere mogelijkheid is dat er misschien een defect is in de veerfollikel. Bij de eumelaninemutatie zien we dat we daar ook vormen van leucisme hebben. Bij deze mutanten ligt de oorzaak ook in de melanocyten (huidpigmenten) die verantwoordelijk zijn voor de aanmaak van eumelanine. Het is dan ook niet denkbeeldig dat de oorzaak hier moet gezocht worden bij de cellen die verantwoordelijk zijn voor de opbouw van de veer.

Aangezien deze vormen meestal voorkomen bij of heel jonge vogels, die ofwel terug normaal kleuren na de eerste jeugdruif of sterven tijdens de jeugdruif, zou men ook aan een hormonale oorzaak kunnen denken, maar daarvoor is vergaand wetenschappelijk onderzoek nodig en dat zie ik nog niet direct gebeuren.

U ziet het, mensen die een pasklaar antwoord willen, moeten we teleurstellen. We hebben wel een paar mogelijke antwoorden, maar tegelijkertijd duiken er opnieuw andere vragen op.

Een andere mogelijkheid die we zeker niet uit het oog mogen verliezen is dat het misschien een ziekte is en dan lijkt mij de hamvraag: is het verantwoord om met deze vogels proberen te kweken? De meeste van deze rode vogels sterven immers vrij vroeg en we mogen niet vergeten dat niet alleen "een andere kleurtje" het effect van een mutatie is. Verschillende ziekten zijn ook mutaties maar deze hebben een minder leuk effect dan gewoon maar een 'ander kleurtje' in de veren. Moest blijken dat dit een letale factor is, dan zijn we deze beter kwijt dan rijk. Belangrijk daarom is dat mensen die ook met deze rode vogels te maken hebben of krijgen, alle data goed bijhouden en ons ze eventueel doorsturen. De tijd zal ons dan hopelijk het antwoord geven.

Dirk Van den Abeele

Geraadpleegde literatuur:

KRUKENBERG, C.F.W. 1882. Die Federfarbstoffe der Psittaciden. Vergleichend-physiologische Studien Reihe 2, Abtlg. 2, 29\_36.

MCGRAW, K.J., Geoffrey E. Hill And Robert S. Parker. 2003: Carotenoid Pigments In A Mutant Cardinal: Implications For The Genetic And Enzymatic Control Mechanisms Of Carotenoid Metabolism In Birds

MCGRAW, K.J., M.C. Nogareb 2004. Carotenoid pigments and the selectivity of psittacofulvin-based coloration systems in parrots

MCGRAW K.J. and Mary C. Nogare, 2005. Distribution of unique red feather pigments in parrots

STRADI, R. 1998 The colour of flight: carotenoids in bird plumage. Milan, Italy: Solei Gruppo Editoriale Informatico.

STRADI, R. 1999 Pigmenti e sistematica degli uccelli. Colori in volo: il piumaggio degli uccelli (eds. L. Brambilla, G. Canali, E. Mannucci, R. Massa, N. Saino,

STRADI, R & G. Zerbi. pp. 117–146, Milan, Italy: Universita degli Studi di Milano.

STRADI, R., Pini, E. & Celetano, G. 2001 The chemical structure of the pigments in Ara macao plumage. Comp. Biochem. Physiol. B 130, 57–63.

VÖLKER, O. 1936 Ueber den gelben Federfarbstoff des Wellensittichs (Melopsittacus undulatus (Shaw)). J. Ornithol. 84, 618–630.



---

Red love birds, a mutation?

By Dirk Van den Abeele

It was around 1980 when I first came across a 'red' love bird in a shop. It was a lutino roseicollis hen which for some reason was coloured almost completely red. The result was an almost completely red bird, with red eyes, white primaries and an occasional yellow feather. At that point I did not know whether this was a mutation or not. I thought it was a normal mutation and bought the bird. I was convinced that this would enable me to start breeding red birds but that was not the case. After about 6 months the bird died without having produced offspring. I vowed that if I ever got the chance I would buy another specimen and to start a blood line.

Over the years I have bought several 'red' birds, personatus, fischeri or roseicollis, but I have never managed to breed a single red bird. All of them died after a while without producing offspring. Still there are people who claim that these red birds are mutations and there are several internet sites where you can buy them. They are sometimes even mentioned in the literature. This constitutes enough reason to take a closer look.

Red?

The first question we need to have answered is what causes this red colour? The answer is simple: psittacine. With these red birds we notice that the psittacine which is normally yellow, turns red in certain areas or even all over the body. A straightforward reason cannot be given for this phenomenon. Is it a mutation? Is it a disease? Is it a normal change? Does it have to do with nutrition? ...

There is red and there is red...

For almost 25 years I have gathered information about these red birds and two distinct groups of 'red' love birds can be found.

The first group are the birds which are born 'red'. I have once seen a personatus where the yellow feather areas (chest and neck) were completely red. I also once had a young fischeri in a nest which was predominantly red. The green feather areas were also infected and the normal yellow psittacine in the feather's cortex was also red with these birds, as a result they had a brownish colour. There have also been sightings of young roseicollis which had 'red scales' on their body, etc. as far as I have managed to ascertain the result is predictable: either the birds will get their normal colouring back or they will die before their first moult. No exceptions to this rule have come to my attention.

A second group are the birds which start to get a red deposit later on. They will usually retain this red deposit which over time will expand. As the red gets more pronounced the risks will increase. Most of them will die a few months after the first red deposit appears. Yet on occasion birds are found with an extreme red deposit which do produce offspring. At present I even have one reliable (and verifiable) mentioning of a roseicollis (cinnamon green hen) which turned red and survived. A few of her young have also started to develop a red pattern after some time. This is (still) not a definite sign that this is a chromosomal mutation and since this concerns very young birds we do not know whether the young will in turn inherit these characteristics. A logical answer would be that we are dealing with a mutation. There are a number of mutations which affect the colour of the psittacine, for instance the orange mask. This entails a change in the colour of the psittacine, but that cannot be compared. Among the parakeets there is even one mutation which for some reason manages to colour the yellow psittacine red in certain feather areas and to place psittacine in feather areas where it is normally not found: the opaline (keep in mind that this mutation will not place



psittacine in a species which normally does not have psittacine, but only for species which already have psittacine in the feathers will the opaline mutation rearrange the positions) This opaline mutation inherits SL (sex linked) and in the case among love birds they can be found among roseicollis. Yet we can state with certainty that these have nothing to do with the 'red' birds. With opaline the birds already have the recognizable opaline pattern in the nest.

### Colours and feathers

To get a clearer picture of this matter it is good to explore the feather structure and to research how the different colours come about and which elements contribute.

The colour of the feathers is determined by the pigments present and the micro structural composition of the feather. Most bird species will have melanin and carotenoids. The melanin (eumelanin and phaeomelanin) range from red brown to black. These melanins have nothing to do with the red colour, the carotenoids however do. The structure and development of the melanins and the carotenoids have been intensely studied. Fortunately this gives us the opportunity to get a clear overview of the origin and development of these pigments.

Carotenoids are a group of natural pigments which can be found in plants, fruits and vegetables. These carotenoids are usually red, orange or yellow in colour. A few of the most common carotenoids are: cantaxanthine, lutein, a-carotene, astaxanthine, zeaxanthine, etc. It is known that certain nutrients affect the colour of the carotenoid in the feathering if these birds have carotenoid in their feathers (e.g. canaries)

The reason is simple: carotenoid pigments are ingested by the birds via the nutrition. Through the digestive system (a vital link in the process is for instance the liver) they make their way into the bloodstream from where the dye is directly or indirectly deposited in the growing feather. The intensity of the colour is determined by the type of carotenoid and the quantity deposited in the feather.

Thanks to HPLC or the High Performance Liquid Chromatography (one of the new research methods) it has become a lot easier for scientist to determine the chemical composition of carotenoid. Thanks to this method they were able to establish that the chemical composition of red carotenoid is completely different from the yellow carotenoid for the same bird species (Stradi 1998; Massa and Stradi 1999; McGraw K.J. 2003) In 1999 Massa and Stradi examined the feathers of a yellow head Gouldamidine (*Chloebia gouldiae*) These yellow feathers contain lutein and 3-dehydrolutein, whereas the normal red feathers among the wild form contain 4-ketacarotenoids. Kevin J. McGraw studied the feathers of a wild form 'red cardinal' (*Cardinalis cardinalis*) and compared them to a yellow mutation. He reached the same conclusion. Both the red and the yellow carotenoid in these feathers have a different chemical composition. In both cases the mutation has ensured that the metabolism of the bird does not deposit the normal red carotenoids in the feathers, but a modified composition. The transformation in the bird's body of the carotenoid ingested via the nutrition occurs through enzymes which can therefore be influenced by hereditary factors. The logical conclusion would thus be that this is also the case for love birds, but is this true?

### And for our love birds?

It was stated before that most birds have carotenoids in their feathers, but the parakeets (psittaciformes) and therefore also the love birds are an exception to this rule. Instead of carotenoids we find an unusually clear colour pigment in the feathers of parakeets. This was determined scientifically for the first time in 1883 by Krukenberg. He named the pigment psittacofulvins. This was researched and confirmed several times by Völker in 1936, 1937 and 1942.

The feathers of love birds contain eumelanin and psittacofulvins (or psittacine as we define these pigments) This psittacine is responsible for the red and yellow colours in the love birds' feathers. Thus we have to look for the cause of the red birds in that area.

Psittacine (psittacofulvins)



If we compare psittacine with carotenoids we discover a few similarities. Like carotenoids psittacofulvins or psittacine are what we call lipid soluble (lubricant or grease soluble) or are in other words soluble in apolar solvents such as benzene or chloroform. They are also responsible for the red, orange and yellow colour among love birds, the same way the carotenoids form these colours among for instance finches.

We could therefore assume that these psittacofulvins like the carotenoids can be found in the blood stream from where they are deposited in the feather but recent research has shown that this is not the case. Research was performed into the composition of the red feathers among 44 types of parakeets (McGraw & Mary C. Nogare 2005) This research showed that among all 44 types:

- None of them had carotenoids in their feathers but psittacofulvins (psittacine)
- Some carotenoids were found in the blood stream but absolutely no psittacofulvins

In other words, parakeets have the possibility to absorb carotenoids in the metabolism but they do not use the absorbed dyes to deposit them in their feathers. Instead psittacofulvins are deposited in the feathers. This proves what we already knew by experience: this pigment is not dependent on or influenced by the ingested dyes. In other words, contrary to canaries, the red, yellow or orange colour in the love birds' feathers cannot be influenced by administering certain nutrients or dyes.

An interesting fact is that the HPLC method showed that the red psittacofulvins in the parakeets' feathers consist of tetradecahexenal, hexadecaheptenal, octadecaoctenal, eicosanonenal and a fifth unknown component. (Stradi & al 2001; McGraw & Mary C. Nogare 2005) Research of the yellow feathers did not prove to be as easy and as a result the correct composition of the yellow psittacine is not known. However, this does prove that, just as with carotenoids, the chemical composition of the red and yellow dye are different.

If we were to project this onto the phenomenon of the red love birds, we can already exclude that this is caused by a surplus of a certain nutrient. It is not the body's metabolism which causes the colour in the feather since the dyes in the blood are not deposited there. It is often proposed that a liver disease could be the cause of this extreme red colour but we can exclude this for the same reasons.

Since no psittacofulvins were found in the blood stream the cause and origin of the psittacine will lie in the feather follicle. A possible cause could be: either a mutation or a defect in the feather follicle in the skin.

If we are dealing with a chromosomal mutation we should be able to determine a fixed inheritance pattern, especially with the different sightings, but this is not (yet) the case. What could be is that this phenotype is caused by the changing genes or that it inherits multi-factored. This would entail that in order to get this red colour several genes would have to have mutated. This could then be an explanation of the example of the 'red' cinnamon roseicollis which had 'red' offspring.

Another possibility is that there might be a defect in the feather follicle. We notice that among the eumelanin mutation there are forms of leucism. For these mutants the cause can also be found in the melanocytes (skin pigments) which are responsible for the production of eumelanin. It is therefore possible that the cause lies in the cells which are responsible for the make-up of the feather.

Since these forms are mostly present with either very young birds, which will either get their normal colouring after the first moult or die during the moult, or either with older birds one could also consider a hormonal cause but this would require intensive scientific research which I do not see happening.

As you can see there is no one answer. We have several possibilities but at the same time they also

invoke new questions.

A different possibility which we cannot overlook is that it is maybe a disease and then the key question is: can we in good faith use these birds for breeding purposes? Most of these red birds die young and we must not forget that not only a 'different colour' is the effect of a mutation. Several diseases themselves are mutations but these have a far less desirable effect than simply a different colour in the feathers. If it should arise that this is a lethal factor than we are better off without them.

What is important is that people who are dealing with or who will deal with these red birds, keep a good record of their data and if possible forward it to us. Then hopefully time will tell.

Dirk Van den Abeele  
MUTAVI, Research & Advice group  
<http://www.agapornis.info>  
<http://www.mutavi.info>

#### References:

- KRUKENBERG, C.F.W. 1882. Die Federfarbstoffe der Psittaciden. Vergleichend-physiologische Studien Reihe 2, Abtlg. 2, 29\_36.
- MCGRAW, K.J., Geoffrey E. Hill And Robert S. Parker. 2003: Carotenoid Pigments In A Mutant Cardinal: Implications For The Genetic And Enzymatic Control Mechanisms Of Carotenoid Metabolism In Birds
- MCGRAW, K.J., M.C. Nogareb 2004. Carotenoid pigments and the selectivity of psittacofulvin-based coloration systems in parrots
- MCGRAW K.J. and Mary C. Nogare, 2005. Distribution of unique red feather pigments in parrots
- STRADI, R. 1998 The colour of flight: carotenoids in bird plumage. Milan, Italy: Solei Gruppo Editoriale Informatico.
- STRADI, R. 1999 Pigmenti e sistematica degli uccelli. Colori in volo: il piumaggio degli uccelli (eds. L. Brambilla, G. Canali, E. Mannucci, R. Massa, N. Saino, STRADI, R & G. Zerbi. pp. 117–146, Milan, Italy: Universita degli Studi di Milano.
- STRADI, R., Pini, E. & Celetano, G. 2001 The chemical structure of the pigments in Ara macao plumage. Comp. Biochem. Physiol. B 130, 57–63.
- VÖLKER, O. 1936 Ueber den gelben Federfarbstoff des Wellensittichs (*Melopsittacus undulatus* (Shaw)). J. Ornithol. 84, 618–630.