

MORFOLOGISCHE AFWIJKINGEN BIJ EEN FINSE SUBARCTISCHE POPULATIE VAN DE ADDER (*VIPERA BERUS BERUS*)

MORPHOLOGICAL ANOMALIES IN A FINNISH SUBARCTIC POPULATION OF THE ADDER (*VIPERA BERUS BERUS*)

Tamás Tóth¹, Tibor Kovács² en Gábor Herczeg³

1. Budapest, 1118, Budaörsi út 92/b., Hungary, e-mail: ruffoi@freemail.hu
2. Behaviour Ecology Group, Dept. Syst. Zool., Ecol., Eötvös University of Sciences
3. Budapest 1117, Pázmány P. s. 1/c, Hungary

Samenvatting

Ofschoon diverse soorten schubafwijkingen bij slangen veel wetenschappelijke aandacht hebben gekregen, zijn er maar enkele onderzoeken gedaan die in detail op de afwijkingen ingingen. Wij onderzochten de morfologie van de schubben van negen levende adders en één dood exemplaar in het subarctische deel van Finland (66° 30' N). Een groot aantal dieren met schubafwijkingen werd gevonden, vermoedelijk een gevolg van de harde leefomstandigheden. In deze publicatie beschrijven we vijf verschillende typen schubafwijkingen, namelijk gedeelde ventrale, anale en pariëtale schubben, en samengevoegde supralabialia en sublabialia. Vanwege de geringe steekproefomvang konden we geen statistische analyse doen, maar het gevon-

Tamás Tóth¹, Tibor Kovács² and Gábor Herczeg³

1. Budapest, 1118, Budaörsi út 92/b., Hungary, e-mail: ruffoi@freemail.hu
2. Behaviour Ecology Group, Dept. Syst. Zool., Ecol., Eötvös University of Sciences
3. Budapest 1117, Pázmány P. s. 1/c, Hungary

Abstract

Although the different forms of scale anomalies of snakes have attracted large scientific attention, only a few studies focused on the anomalies themselves in detail. We investigated the scale morphology of nine living adders and one dead specimen in the subarctic territory of Finland (N 66°30') where a high ratio of individuals with scale anomalies was expected due to the harsh environment. In the present paper we report five different types





den percentage dieren met schubafwijkingen (40%) komt overeen met eerdere resultaten. Er wordt ook ingegaan op de asymmetrie van sommige bilaterale kop-schubben.

Inleiding

De adder (*Vipera berus berus*) kan zich erin verheugen het grootste verspreidingsgebied van de gifslangen in de hele wereld te bezitten. Dat gebied strekt zich als enige ten noorden van de Noordpoolcirkel uit (Brodmann, 1987). Zij komt zowel op het eiland Sachalin in het Verre Oosten als in Frankrijk voor, en wordt tot op hoogtes van 3000 m boven de zeespiegel gevonden (Brodmann, 1987). Zij kiest typisch voor de koudere en nattere habitats. Haar lengte varieert normaal van 50 tot 70 cm, maar ze kan soms uitgroeien tot 85 cm (Schiemenz, 1985). Op dit ogenblik worden er drie ondersoorten onderscheiden: *Vipera berus berus*, *Vipera berus bosniensis* en *Vipera berus sachalinensis* (Brodmann, 1987). Deze soort overwintert meestal gedurende vijf tot zeven maanden, een periode die tot acht maanden kan uitlopen in noordelijke of alpiene gebieden (Schiemenz, 1985). Zij voedt zich voornamelijk met knaagdieren, ofschoon jonge dieren ook bruine kikkers en hagedissen lusten (Schiemenz, 1985). Deze levendbarende slang paart in april en mei, en de vijf tot twintig jongen worden in de periode juli tot september geboren (Schiemenz, 1985). Er bestaat een uitgebreide literatuur over ontwikkelingsmisvormingen van diverse slangensoorten en de oorzaken van dergelijke misvormingen (bijvoorbeeld Antal et al., 2003). Slechts enkele auteurs gaan echter in op de afwijkingen aan de schubben van slangen. Onderzoeken met dit onderwerp richten zich meestal op het

of scale anomalies, namely ventralia division, anale division, parietalia division, supralabialia joint and sublabialia joint. Due to the low sample size we could not perform statistical analyses, but the found ratio of individuals with scale anomalies (40%) was similar to former results. Remarks of the found asymmetry in bilateral characters are also provided.

Introduction

The adder (*Vipera berus*) boasts of having the largest area of distribution amongst poisonous snakes in the world, and its areas uniquely spread north of the Arctic Circle (Brodmann, 1987). It inhabits the Far-Eastern island of Sachalin as well as France, and it can occur at altitudes as high as 3000m above sea level (Brodmann, 1987). It typically opts for cooler and wetter habitats. Its length usually ranges between 50-70cm, but it may sometimes grow as long as 85cm (Schiemenz, 1985). Today we know of three acknowledged subspecies: *Vipera berus berus*, *Vipera berus bosniensis*, and *Vipera berus sachalinensis* (Brodmann, 1987). This species usually has a wintering period for 5-7 months, which may last 8 months in northern or alpine territories (Schiemenz, 1985). It mainly feeds on rodents, although young specimens might enjoy brown frogs and lizards as well (Schiemenz, 1985). This viviparous snake mates in April and May, and its 5 to 20 offspring are born from July to September (Schiemenz, 1985).

There is comprehensive literature on developmental malformation of different snake species and the causes of such malformations (e.g. Antal et al., 2003). However, only few authors concentrate on the scale anomalies of snakes.

Sex	W	SV	T	Do	Ve	SbC	An	Fr	Par	SpO	SbO	SpL	SbL	Ca	ICa
	g	mm	mm	n	n	n	n	N	n	n	n	n	n	n	n
1 ♀	180	682	76	21	150	27	2	1	1/1	1/1	1/1	9/9	10/9	2/2	6
2 ♂	99	545	87	21	144	41	1	1	1/1	1/1	1/1	8/8	10/9	2/2	8
3 ♀	79	532	63	21	148	28	1	1	1/1	1/1	1.5/1.5	9/10	9/11	2/2	9
4 ♂	98	554	87	19	144	39	1	1	1/1	1/1	1/1	9/8	10/10	2/2	6
5 ♀	172	685	73	21	147+1	26+1	1	1	3/1	1/1	1/1	9/9	10/9	2/2	6
6 ♀	170	631	67	21	148+3	26	1	1	1/2	1/1	1/1	9/9	8/10	2/2	6
7 ♀	194	630	73	19	149+1	30	1	1	1/1	1/1	1/1	7/7	10/9	2/2	6
8 ♀	151	624	66	21	150+1	29	1	1	1/1	1/1	1/1	9/8	9/9	2/2	8
9 ♀	138	535	57	21	146	28	1	1	1/1	1/1	1/1	8/8	9/9	2/2	9
10 ♀	113	617	73	21	147	27	1	-	-	-	-	-	10/10	2/2	-

Table 1. Morphological data of the collected adders. W = weight, SV = snout-vent length, T = tail length, Do = dorsale, Ve = ventrale, SbC = subcaudale, An = anale, Fr = frontale, Par = parietale, SpO = supraoculare, SbO = suboculare, SpL = supralabiale, SbL = sublabiale, Ca = cauthale, Ica = intercauthale, g = gram, mm = millimetres, n = numbers.

percentage van voorkomen (Biella, 1988; Biella, 1990), of de invloed die deze afwijkingen hebben op het leven van individuen (Forsman et al., 1994). Er is derhalve weinig gepubliceerd over schubafwijkingen in detail. Dit onderzoek beschrijft de schubafwijkingen van een aantal dieren van een subarctische adderpopulatie.

Plaats van onderzoek en waarnemingen

Het onderzoeksmateriaal komt van het subarctische gebied van Finland, uit de omgeving van Karhujärvi (66° 30'N, 28° 30' O; Figuur 1). Deze plaats ligt ongeveer 5 km ten zuiden van de Noordpoolcirkel, op een beboste weide die ontstaan is door ontginning van een typisch gemengd berkenbos en die vijf tot zeven jaar verlaten was. Alle adders werden verzameld op dezelfde plaats, behalve één dood exemplaar, dat 5 km verder werd gevonden. Het onderzoeksmateriaal bestond uit negen levende slangen en één dood (overreden) dier. Van het laatstgenoemde exemplaar konden niet alle gegevens verzameld worden, omdat het beschadigd was. Eerst bepaalden we het geslacht van de

Studies dealing with this subject matter focus on the percentage of these anomalies (Biella, 1988, Biella, 1990), or the influence these anomalies have on the life of the individual specimens. (Foerman et al., 1994), therefore little has been said about the scale anomalies in detail. This work aims to reveal the results of a sampling carried out on a subarctic adder population.

The survey site and the examined features / Location of study and features examined

The sample material of our survey comes from the subarctic territories of Finland, from the neighbourhood of Karhujärvi (N 66°30', E 28°30', fig. 1.). This site lies approx. 5km south of the Arctic Circle, on a tussocky meadow which had originally been detached from a typically mixed birch-fur forest, and which had been abandoned for about 5 or 7 years. All the adders were collected on the same spot, except for one perished snake, which was found 5km from this locality. We made record of nine captured animals and one road-kill specimen. In the case of this latter specimen not all the data were adequate due to the marks of injury.

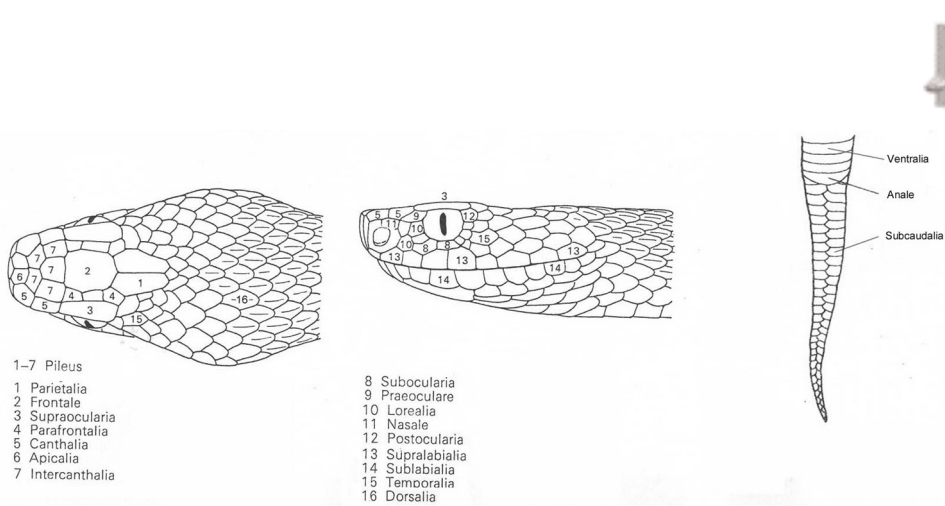


Fig. 2. Nomenclatuur en ligging van schubben bij adders (naar Brodmann, 1987 en Grossenbacher & Brand, 1986).

Figure 2. Scutes and scales on the vipers (after Brodmann, 1987 and Grossenbacher AND Brand, 1986).

te onderzoeken exemplaren. Daarna werden lichaams- en staartlengte en het gewicht bepaald (Tabel 1). Hierna werden de volgende schubgegevens bepaald: aantal rijen dorsale schubben op halve lichaamslengte, aantal ventrale, subcaudale, frontale, pariëtale en supraoculaire schubben, het aantal suboculaire, supralabiale, sublabiale, canthale en intercanthale schubben en de eventuele gedeeldheid van de anale schub (Figuur 2, Tabel 1). Van ieder dier werd een foto over de volle lengte gemaakt. Bovendien werden de linkerzijkant en de bovenkant van de kop, het middendeel van het lichaam en de staartbasis gefotografeerd. Kwantitatieve verschillen die niet bilateraal waren, werden niet als afwijkingen beschouwd en daarom buiten beschouwing gelaten.

Resultaten

Ventralia

Bij de tien onderzochte dieren vonden we halve ventrale schubben in vier gevallen, die zich uitstrekten van de plaats waar de ventralia en dorsale schubben aan de zijkanen samenkomen tot halverwege op

First we identified the sex of the examined specimens. Then the body and tail lengths were measured and they were weighed (table 1). After this the following distinctive scale data were taken: the number of dorsal scales (dorsalia) around the middle of the body, the number of ventral, subcaudal, frontal, parietal and supraocular scales (ventralia, subcaudalia, frontal, parietalia and supraocularia), the number of the lines of subocular scales (subocularia), the number of supralabial, sublabial, canthal and intercanthal scales (supralabialia, sublabialia, canthalia and intercanthalia), and the dividedness of the anal scales (anale) (fig. 2, table 1). A full length photo was taken of each specimen. Apart from this the left side of the head, the top of the head, the middle part of the body and the bottom of the tail were photographed as well. Every observed scale anomaly was photographed too. Quantity differences that do not show a bilateral feature were not considered as anomalies, therefore such differences are not discussed in this work.

The identified scute and scale anom-



de buik. Zo'n schub werd gevonden bij drie van de bovengenoemde exemplaren, terwijl we bij het vierde dier drie halve ventrale schubben aantreffen (Tabel 1). Vier van deze zes onregelmatige schubben werden gevonden tussen de anale schub en de naastliggende eerste of tweede schub. Bij het vierde exemplaar troffen we niet alleen een halve schub aan tussen anale en laatste schub, maar nog twee extra op het middendeel van het lichaam (Figuur 3). Op een ander dier zagen we een ventrale schub die slechts half gedeeld was, terwijl bij weer een ander exemplaar de eerste twee ventrale schubben bij de keel totaal gespleten waren.

Anale schub

Een misvormde anale schub werd slechts in één geval waargenomen, waarbij de schub in twee afzonderlijke delen was verdeeld (Figuur 4, chart 1).

Pariëtaalia

Bij het onderzoeken van de grote schubben op de kop kwamen we slechts twee gevallen van misvormde pariëtale schubben tegen. Normaal liggen er twee pariëtaalia achter de frontale schub, maar hier waren deze pariëtaalia opgesplitst in drie of vier delen (Tabel 1). De pariëtaalschubben konden slechts bekeken worden bij negen dieren, want de verwondingen aan de kop van het dood gevonden dier maakten dit onmogelijk.

Supralabialia

Een onvolkomen groei van een supralabiale schub zagen we bij drie dieren. Steeds waren er twee afzonderlijke supralabialia aan elkaar gegroeid (Figuur 5, Tabel 1). Een dergelijke supralabiale misvorming werd besproken door Jooris

alies / Results

Ventralia

Among the ten examined specimens we found half ventral scutes in four cases, which spread from the joining section of the ventral and dorsal sides halfway down the abdomen. Such a scute could be observed in the case of the three above mentioned specimens, whereas in the fourth case we found three half ventral scutes (chart 1). Four of these six irregular scutes were found between the anal and the next first or second scute. On the fourth adder we did not only find a half scute between the anal and the last scute, but we found two more on the middle section of the body (fig. 3) as well. On a further specimen we observed a ventral scute which was only half divided, while in the case of another animal, the first two ventral scutes at the throat were completely split.

Anale

A malformed anal scute has been observed in only one case, in which the scute was divided into two separate parts (fig. 4, chart 1).

Parietalia

Observing the large scutes of the top of the head, we came across only malformed parietal scutes in two cases. Normally two parietal scutes can be found behind the frontal scute, but here in the above mentioned cases these parietal scutes were divided into three or four sections (chart 1). The features of the parietal scute could be observed only on nine specimens, since the perished animal's head injuries made such observations impossible.

Supralabialia



in 1994. In dat werk beschrijft hij het onregelmatige schubbenpatroon van een adder, gevangen in Lombardije in 1869. Net zo als bij het dier in het onderzoek van Jooris (1994), bleken de misvormingen in de gebieden onder en achter de ogen te liggen.

Sublabialia

Een afwijking van een sublabiale schub vonden wij bij één exemplaar. In dit geval vertoonden drie schubben van de zesde labiale schub een gebrekkige groei (Figuur 6, Tabel 1).

Vergelijking met literatuurgegevens en conclusie

Straub (1968) beweert na onderzoek van de pariëtaalschubben van 55 adders uit Tsjechië, een groot aantal gedeelde of half gedeelde schubben gevonden te hebben. Slechts 25% van de onderzochte dieren bleek normale pariëtalia te bezitten. Volgens Biella (1990) wisselde het aantal gedeelde pariëtale schubben met het onderzochte gebied. Aan de oostkant van het Eertsgebergte is dit bijvoorbeeld 61%, terwijl dit percentage aan de westkant slechts 28 is. Zijn bevindingen zijn gebaseerd op een onderzoek dat zich uitstrekte over het gehele gebied van het voormalige Oost-Duitsland, en dat gegevens van 155 levende en opgezette dieren betrof, met gedetailleerde foto's van 72 dieren. Of-schoon Straub (1968) vond dat slechts 76% van de canthale schubben van de door hem onderzochte dieren normaal waren (2/2), zagen wij dat het aantal en de verdeling van de canthale schubben bij ál onze dieren normaal was. Volgens Straub (1968) varieerde het aantal intercanthale schubben van de Tsjechische exemplaren van één tot dertien. Bij onze steekproef van Finse

Defective growth of the supralabial scute could be observed in three cases. In each case two separate supralabial scutes had grown together (fig. 5, table 1). A supralabial scute malformation of this kind was discussed by JOORIS in 1994. In his work he describes the irregular scale pattern of an adder captured in Lombardy in 1869. Similarly to JOORIS' (1994) observations, the anomalies could be seen in the areas under and behind the eyes in our cases too.

Sublabialia

Deformity of the sublabial scute was observed on one specimen. In this case three scales of the sixth sublabial scute showed defective growth (fig. 6, table 1).

Comparing the findings to the literature / Historical data and conclusions

Based on the examination of 55 adders from Czeckia, Straub (1968) claims that having observed parietal scutes he has found a great number of divided or half divided scutes. Only the 25% of the examined animals were recognised to have regular parietal scutes. According to Biella (1990) the percentage of divided parietal scutes on a given territory was rather varied. (For example, on the Eastern side of the Erzgebirge it is 61%, while on the Western side this percentage is only 28%. His findings are based on a research covering the whole territory of the former East-Germany, which processed data from 155 living animals and taxidermic preparations, as well as detailed photographs of 72 animals.) Although Straub (1968) found that only 76% of the canthal scutes of the animals examined by him were regular (2/2), we have observed that the number and distribution of the canthal scutes in each of

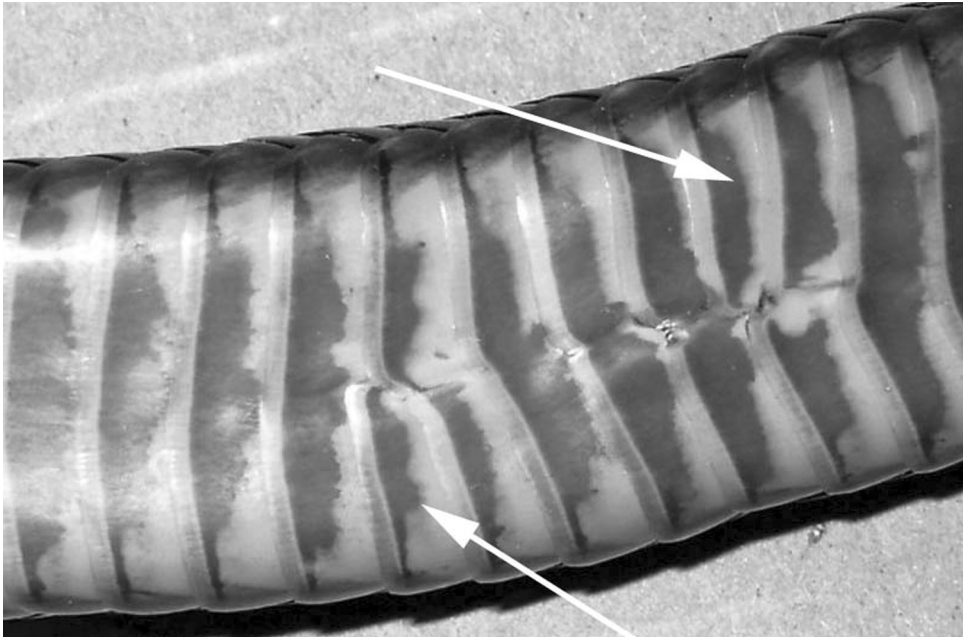


Fig. 3. Afwijkingen van de ventrale schubben, exemplaar no. 4
Figure 3. Anomalies of the ventral scutes, specimen No. 4.



Fig. 4. Afwijking van de anale schub, exemplaar no. 1
Figure 4. Anomaly of the anal scutes, specimen No. 1.

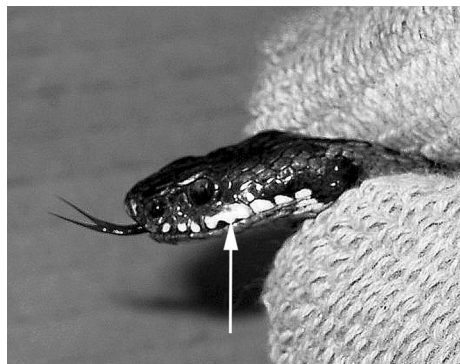


Fig. 5. Afwijking van de supralabiale schubben, exemplaar no. 3
Figure 5. Anomaly of the supralabial scutes, specimen No. 3.

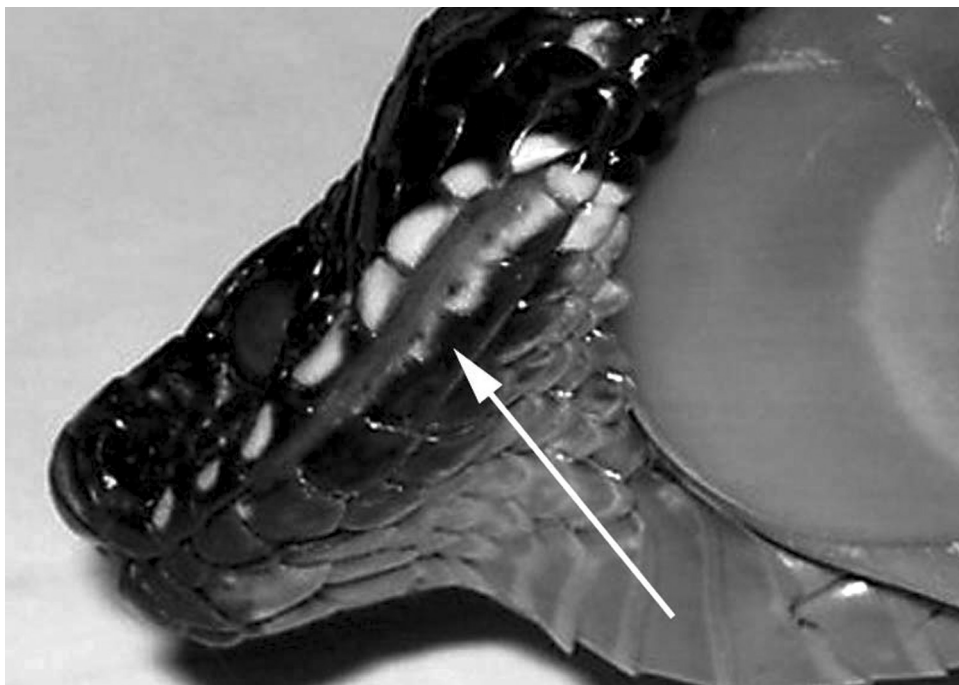


Fig. 6. Afwijking van de sublabiale schubben, exemplaar no. 6.
6. Anomaly of the sublabial scutes, specimen No. 6.

adders echter was de variatie kleiner: van zes tot negen. Gezien onze waarnemingen kunnen wij de resultaten van Biella (1990) niet geheel accepteren. Hij claimt, dat het aantal schubben op de kop bij verplaatsing van noord naar zuid toeneemt en het percentage gedeelde schubben eveneens. Biella stelt voor, dat schubveranderingen klimaatafhankelijk zijn, maar onze bevindingen ondersteunen deze theorie niet. Wij zijn van mening dat er meer bewijsmateriaal nodig is voor beide hypothesen.

Ofschoon Forsman et al. (1994) een negatieve correlatie tussen afwijkingen van de ventrale schubben en diverse fitheidsparameters liet zien, gebaseerd op de resultaten van onderzoek bij

our cases were regular. According to Straub (1968) the number of intercanthal scutes of the specimens in Czeckia fell between one and thirteen. However, in our sample of adders in Finland this number showed a narrower range, varying between six and nine. With the given results, we cannot fully accept all the findings of Biella (1990). He claims that the number of scales of the head scute (pileus) increases moving from North to South and the proportion of divided scutes increases in this direction too. Biella proposes that scale changes are climate dependant, but our findings do not support this theory. We believe that both hypotheses need further evidence. Although Forsman et. al. (1994) show a

Scandinavische adderpopulaties, vertoonden deze kenmerken een lage mate van erfelijkheid. Daarom worden schubafwijkingen waarschijnlijk veroorzaakt door omgevingsstress, die de individuele ontwikkeling van dieren beïnvloedt, wat het grote aantal afwijkingen in dergelijke populaties verklaart. Merilä et al. (1992) vonden bij Scandinavische adders in 40% van de gevallen schubafwijkingen. Bij onze steekproef vonden wij eveneens 40%. Wij zagen relatief vaak een verschillend aantal kopschubben aan beide zijden van de kop (Tabel 1). De beschikbare gegevens staan geen statistische analyse toe, maar de verschillen in aantallen kopschubben betreffen waarschijnlijk een fluctuerende asymmetrie. Hierbij wordt uitgegaan van de veronderstelling, dat de omvang van de asymmetrisch ontwikkelingsvormingen toeneemt bij noordelijke randpopulaties die zijn blootgesteld aan extreme omgevingsomstandigheden (in zulke gebieden loopt het aantal dagen met sneeuw op tot 200 per jaar - zie bijvoorbeeld Møller, 1995; Siikamäki & Lammi, 1998), net zo als bij populaties die geïsoleerd zijn en er genetisch op achteruit gaan (Clarke, 1995; Parsons, 1992; Újvári, 2000; Újvári et al., 2002). Wij zijn verheugd hier ook melding te kunnen maken van de langste adder ooit in Finland gevangen. Terwijl volgens Vainio (1932) en Schiemenz (1985) de lengte van de ooit in Finland gevangen langste adder 74.5 cm bedraagt, was het langste exemplaar in onze verzameling 75.8 cm lang. Met uitzondering van twee dieren bleken onze dieren ook melanistisch te zijn, hetgeen verklaard kan worden door het positieve effect van melanisme op de thermoregulatie (Forsman, 1995).

Dankzegging

negative correlation between ventral scute anomalies and several fitness components based on results from Scandinavian adder populations, these features showed a low rate of inheritability. Therefore scute anomalies are probably due to the environmental stress influencing ontogeny, which explains the high rate of such anomalies in the populations. Merilä et al. (1992) found a proportion of 40% of scute anomalies after having examined Scandinavian adder populations. In the sample taken by us this proportion was the same (40%).

We could observe a different number of bilateral head scales between the two sides relatively frequently (table 1). The available data do not allow a statistic analysis, but the differences in the number of head scales go probably down to the matter of fluctuating asymmetry. This presumes that the number of asymmetric developmental malformation increases in northern marginal populations that are exposed to extreme environmental circumstances (in such territories the number of snowbound days reaches up to 200 per year) (e.g. Møller, 1995, Siikamäki and Lammi, 1998), as well as in populations that are isolated thus genetically decreasing (Clarke, 1995, Parsons, 1992, Újvári, 2000, Újvári et al. 2002).

In this report we are also glad to give news of the longest adder ever recorded in Finland. While, according to Vainio (1932) and Schiemenz (1985), the longest adder captured in Finland had been 74.5cm, the longest specimen of our sample measured as long as 75.8cm. Except for two specimens, our adders also appeared to be melanistic, which might be explained by the positive effect melanism has on thermoregulation (Forsman, 1995).



Wij zijn het LAPBIAT Access to Facilities (HPRI-CT-2001-00132) ondersteuningsprogramma voor onderzoek erkentelijk voor de verregaande hulp. We willen ook Pirkko Siikamäki en Antti Huttunen, de vertegenwoordigers van het Oulanka National Park, danken voor het delen van hun lokale kennis met ons, en tevens Szabolcs Závoczký voor zijn onmisbare assistentie bij het veldwerk.

Vertaling uit het Engels door Ruud de Lang.

Bibliography

- Antal, Á.; GÁL, J.; Jakab, CS. (2003): Developmental malformations of snakes. - Magyar Állatorvosok Lapja 125 (4): 233-238 in *Hungarian*.
- Biella, H.-J. (1988): Untersuchung zur Variation der Kopfbeschilderung von Kreuzottern aus dem Süden der DDR. - Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 62 (10): 29-38.
- Biella, H.-J. (1990): Zur Variation eidonomischer Merkmale bei Kreuzottern (*Vipera b. berus*) aus dem Gesamtgebiet der DDR. - Zool. Abh. Dresden 45 (13): 127-135.
- Brodmann, P. (1987): Die Giftschlangen Europas und die Gattung *Vipera* in Afrika und Asien. - Kümmerly + Frey, Bern, pp. 148.
- Clarke, G. M. (1995): Relationships between developmental stability and fitness: application for conservation biology. - Cons. Biol., 9: 18-24.
- Forsman, A. (1995): Heating rates and body temperature variation in melanic and zigzag *Vipera berus*: does colour make a difference? - Ann. Zool. Fennici. 32: 365-374.
- Forsman, A.; Merilä J.; Lindell L. E. (1994): Do ventral scale anomalies cause differential survival in adders, *Vipera berus*? - J. Herp. 28: 435-440.
- Grossenbacher, K.; Brand, M. (1986): Schlüssel zur Bestimmung der Amphibien und Reptilien der Schweiz. - Naturhistorisches Museum der Berger-gemeinde Bern, pp. 65.
- Jooris, R. (1994): Bemerkenswerter Pileus bei einer Kreuzotter (*Vipera berus berus*). - Salamandra 30 (1): 84-85.
- Merilä, J.; Forsman, A.; Lindell, L.-E. (1992): High frequency of ventral scale anomalies in *Vipera berus* populations. - Copeia 1992:1127-1130.
- Møller, A. P. (1995): Patterns of fluctuating asymmetry in sexual ornaments of birds from marginal and central populations. - Am. Nat. 145: 316-327.
- Parsons, P. A. (1992): Fluctuating asymmetry - biological monitor of environmental and genomic stress. - Heredity 68: 361-364.
- Schiemenz, H. (1985): Die Kreuzotter. Die Neue Brehm Bücherei 332. - A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, p. 108.
- Siikamäki, P.; LAMMI, A. (1998): Fluctuating asymmetry in central and marginal populations of *Lychnis viscaria* in relation to genetic and environmental factors. - Evolution, 52: 1285-1292.
- Straub, R. (1968): Variabilität im Bau des Pileus bei der mitteleuropäischen Kreuzotter, *Vipera berus berus* (LINA-EUS). - Acta Soc. Zool. Bohem. 32 (3): 293-299.
- Újvári, B. (2000): Conservational research of the Hungarian Meadow Viper (*Vipera ursinii rakosiensis*) - Doctoral thesis, pp. 105 in Hungarian.
- Újvári, B.; Madsen, T.; Kotenko, T.; Olsson, M.; Shine, R.; Wittzell, H. (2002): Low genetic diversity threatens imminent extinction for the Hungarian meadow viper (*Vipera ursinii rakosiensis*). - Biol. Cons. 105: 127-130.
- Vainio, I. (1932): Zur Verbreitung und Biologie der Kreuzotter, *Vipera berus* (L.) in Finnland. - Ann. Soc. zool.-bot. Fenn. 12: 1-19.