© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Bonn. zool. Beitr.	Bd. 42	H. 1	S. 67—73	Bonn, März 1991

Karyologische Untersuchungen an der Omaneidechse *Lacerta jayakari* Boulenger, 1887

Barbara Fritz, Wolfgang Bischoff & Johannes-Peter Fritz

Abstract. The diploid chromosome complement of *Lacerta jayakari* consists of 38 chromosomes with 36 acrocentric macrochromosomes and 2 microchromosomes. The presence of female heterogamety (ZZ/ZW system), where W is a microchromosome, is reported. One of the small pairs (probably the 15th) are the NOR bearing macrochromosomes. The DNA content/cell is 3.03 pg in the female and 2.88 pg in the male. *L. jayakari* is not closely related to the genus *Gallotia* but to the modern majority of the Lacertidae.

Key words. Sauria, Lacertidae, *Lacerta jayakari*, karyotype, NOR.

Einleitung

Die Omaneidechse *Lacerta jayakari* Boulenger, 1887 gehört zu den vielen Endemiten der Arabischen Halbinsel. Bis vor kurzem war über dieses Tier, von den morphologischen Angaben Boulengers (1887, 1920) abgesehen, kaum etwas bekannt (Bischoff & Schmidtler 1981). Dies hat sich in den letzten Jahren grundlegend geändert. Auf der Basis neuen Sammlungsmaterials wurden die morphologischen und anatomischen Merkmale genauer beschrieben (Arnold 1972, 1973, 1989). Auch wurden erste ökologische Daten (Arnold 1972, Arnold & Gallagher 1977) und Beschreibungen des Verhaltens und der Fortpflanzungsbiologie veröffentlicht (Bischoff 1981, 1987).

Die systematische Stellung von *L. jayakari* war lange Zeit unklar und wurde demzufolge unterschiedlich bewertet (vgl. den Überblick bei Lutz et al. 1986). Analysen des Paarungsverhaltens zeigten Parallelen zu den Kanareneidechsen der Gattung *Gallotia* (Böhme & Bischoff 1976, Bischoff 1981) und ließen eine sehr lange Isolationszeit vermuten. Dem widersprachen erste immunologische Tests (Engelmann 1982). Albumin-immunologische sowie protein-elektrophoretische Untersuchungen zeigten schließlich, daß die Art zusammen mit der Mehrzahl der rezenten Lacertiden einer Radiation entstammt, die vor etwa 17 bis 20 Mio. Jahren begann (Lutz et al. 1986). Danach hat sie keine nähere Beziehung zu den Kanareneidechsen der Gattung *Gallotia* (seit ca. 33—35 Mio. Jahren isoliert), auch nicht zu den Smaragdeidechsen (*Lacerta* s. str.) (ca. 24 Mio. Jahre isoliert). Nächstverwandt ist sie mit der ebenfalls im Oman-Gebirge endemischen *Lacerta cyanura*. Für beide Arten wurde das Subgenus *Omanosaura* aufgestellt (Lutz et al. 1986). Möglicherweise wäre hier auch die völlig isoliert im Südosten Irans lebende, kaum bekannte *Lacerta mostoufi* anzuschließen. Jedenfalls ist dies unter zoogeographischen und ökologischen Gesichtspunkten wahrscheinlicher als vermutete Beziehungen zum *L. saxicola*-Komplex (Baloutch 1976).

In den letzten Jahren wurden zunehmend karyologische Daten zur Beurteilung systematischer Fragen herangezogen. Ziel dieser Arbeit ist es, entsprechende Daten auch für *Lacerta jayakari* mitzuteilen und zu diskutieren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Material und Methoden

Zwei Weibchen und ein Männchen von *L. jayakari* standen für die Untersuchungen zur Verfügung. Es sind F_1-Nachkommen von Tieren aus dem Wadi Siji bei Masafi im Oman-Gebirge (Vereinigte Arabische Emirate) (vgl. Bischoff & Schmidtler 1981, Bischoff 1981). Jedem Tier wurden ca. 0.5 ml Blut mittels einer zuvor mit 0,5 ml einer 3,18 %igen Natriumcitratlösung gefüllten 5 ml-Spritze steril entnommen. Aufarbeitung des Vollblutes, Anlegen von Kurzzeit-Leucozytenkulturen und anschließende Chromosomenpräparation erfolgten nach Fritz & Fritz (im Druck), die Färbung der Nucleolus Organisator Region (NOR) nach Howell & Black (1980). Von jedem Individuum wurden mindestens 30 Metaphaseplatten ausgewertet. Die Messung des DNA-Gehaltes nach Ulrich et al. (1988) wurde mittels eines PAS-II-Durchflußzytophotometers (Fa. Partec Münster) durchgeführt.

Ergebnisse

L. jayakari besitzt einen diploiden Karyotyp von 2n = 38. Die männlichen Tiere haben 36 akrozentrische Makro- und 2 Mikrochromosomen (Abb. 1), während bei den Weibchen 35 Makro- und 3 Mikrochromosomen zu finden sind (Abb. 2, 3). In diesen Verhältnissen kommt das Vorliegen von weiblicher Heterogametie zum Ausdruck (ZZ/ZW System). Die $AgNO_3$-positive NOR-Region läßt sich auf einem der kleineren Makrochromosomen (wahrscheinlich Paar 15) terminal lokalisieren (Abb. 4).

Der DNA-Gehalt je Zelle beträgt 3.03 pg bei den Weibchen, bzw. 2.88 pg beim männlichen Tier (Abb. 5).

Diskussion

Die diploide Chromosomenzahl 2n = 38 ist der bei Lacertiden häufigste Karyotyp (Capula et al. 1982, Olmo 1986). Er tritt in der Sammelgattung *Lacerta* und vielen anderen Gattungen der Familie auf. Als Beispiele seien hier genannt: *L. viridis* (Matthey 1949, de Smet 1981, Olmo et al. 1986), *L. agilis* (Matthey 1949, de Smet 1981), *L. trilineata* (Kupriyanova 1986, Gorman 1969 [zit. nach Gorman 1973]) sowie alle bisher untersuchten Arten der Gattungen *Podarcis, Algyroides* und *Eremias* (Olmo et al. 1990). Ausnahmen von dieser Regel finden sich bei einigen Populationen von *L. strigata* (Orlowa & Orlow 1969) sowie bei *L. lepida* (Matthey 1949, Olmo et al. 1986), *L. pater* (Olmo 1990) und *L. princeps* (Olmo 1986, Rykena & Nettmann 1986), die neben nur 32 akrozentrischen noch 2 metazentrische Makrochromosomen sowie 2 Mikrochromosomen besitzen (2n = 36). Damit spricht nichts gegen eine Einbindung von *L. jayakari* in die vor 17 bis 20 Mio. Jahren beginnende Radiation des Großteils der heutigen Lacertiden (vgl. Lutz et al. 1986). Auch die etwas entfernter stehenden Arten der Smaragdeidechsengruppe (übrigens ohne *L. lepida* und *L. princeps* sensu Arnold 1973), mit Ausnahme der sicher sekundär abweichenden *L. strigata* weisen hier keinen Unterschied auf. Dagegen sind engere Beziehungen von *L. jayakari* zu den *Gallotia*-Arten, wie sie zuletzt noch von Lopez-Jurado et al. (1986) diskutiert wurden, auszuschließen. Nach den immunologischen Untersuchungen (Lutz et al. 1986) sind letztere schon seit langer Zeit vom größten Teil der übrigen Lacertiden isoliert. Auch im Karyotyp weichen sie mit 2n = 40 (Cano et al. 1984, Lopez-Jurado et al. 1986, Olmo et al. 1986) deutlich vom Rest der Familie ab.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

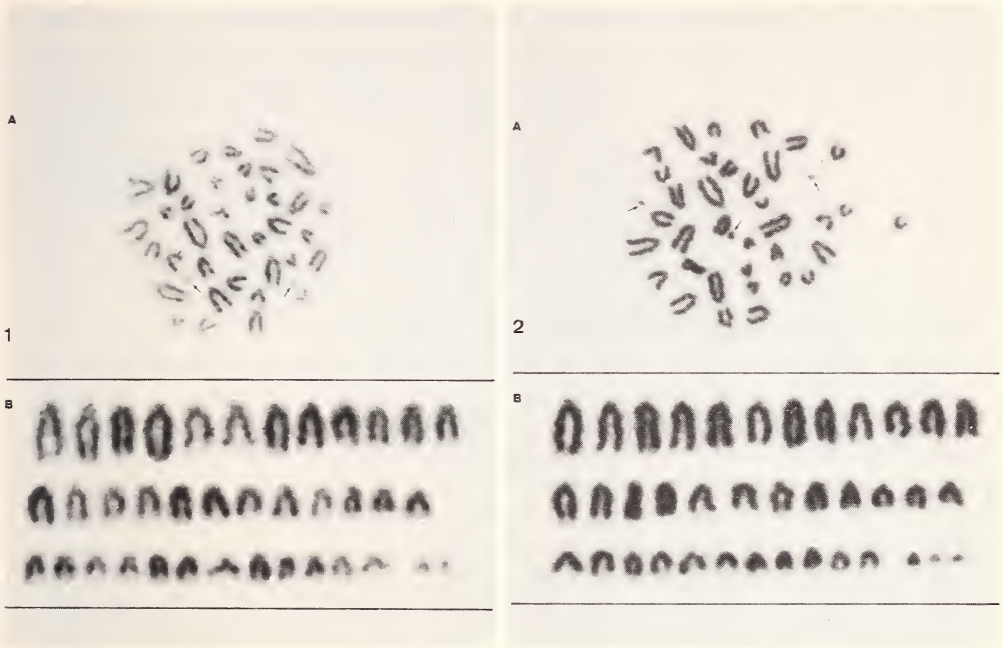


Abb. 1-2: Giemsa-gefärbte Chromosomen einer männlichen (1) und weiblichen (2) *jayakari*. A: Metaphaseplatte, B: Karyotyp.

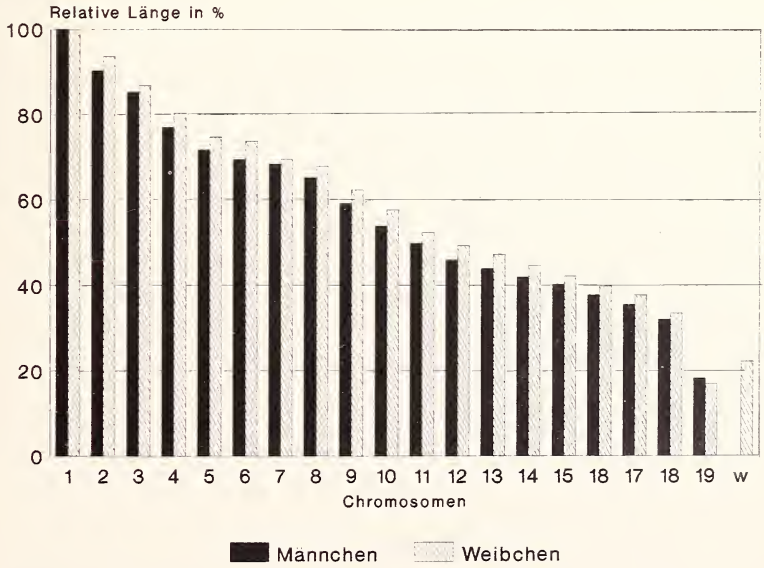


Abb. 3: Relative Chromosomenlängen (Chromosom 1 = 100 %) von *L. jayakari*.

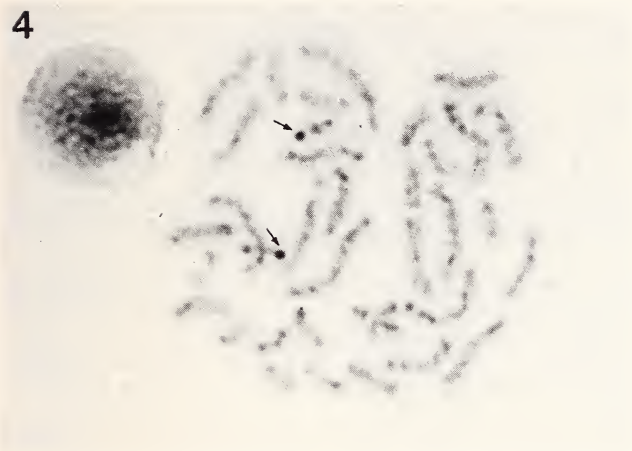
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Auch der vorliegende Mechanismus der Geschlechtsbestimmung mit weiblicher Heterogametie (ZW) weist *L. jayakari* eher als eine Vertreterin der phylogenetisch progressiveren Lacertiden aus; im Gegensatz dazu verfügt *Gallotia* über ein System, das mit seinen euchromatischen Z- und heterochromatischen W-Chromosomen als ursprünglich innerhalb der Lacertidae gilt (Olmo et al. 1984, Olmo et al. 1987, Lopez-Jurado et al. 1986). Ausgehend von dieser Form der Geschlechtsbestimmung, die auch für die Gattung *Takydromus*, für die Arnold (1984, 1989) eine frühe Abspaltung von den übrigen Lacertiden annimmt, beschrieben wurde (Olmo et al. 1984), führte die Evolution der Geschlechtschromosomen über eine fortschreitende Reduktion des W-Chromosoms bis hin zum mikrochromosalen Habitus (Olmo et al. 1987). Diese Autoren nennen *L. viridis* als Beispiel einer intermediären Entwicklungsstufe. Das könnte ein weiterer Hinweis auf die oben erwähnte frühzeitige Abspaltung von *Lacerta* s. str. vom gemeinsamen Lacertiden-Ast sein. Dagegen weisen *L. jayakari* wie auch *L. lepida* (Typ II sensu Olmo et al. 1987) und andere Lacertiden mikrochromosomale W-Chromosomen auf. In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß für einige *Lacerta*-Arten intraspezifische Variationen der Morphologie der Geschlechtschromosomen bekannt sind (Olmo et al. 1987); daher muß die aufgezeigte Situation nicht unbedingt für alle Freilandpopulationen der Omaneidechse charakteristisch sein. Weiterhin muß in Betracht gezogen werden, daß es sich bei der Differenzierung der Geschlechtschromosomen um Prozesse handelt, die durchaus voneinander unabhängig in verschiedenen Taxa abgelaufen sein können. (Olmo 1986).

Erwähnt sei zudem noch, daß innerhalb der untersuchten männlichen Metaphaseplatten eine einzelne ein weiteres Mikrochromosom enthielt, während bei den Weibchen nie mehr als drei zu beobachten waren. Olmo et al. (1986) nennen auch für *L. lepida* das Auftreten solcher B-Chromosomen im männlichen Diplotän der Meiose.

Bis auf wenige Ausnahmen (*L. pater, Pedioplanis*) ist für die Lacertiden eine einzelne Nucleolus Organisator Region (NOR) pro Chromosomensatz die Regel. Bei den bisher untersuchten Arten ließen sich verschiedene Typen, die durch die Lage der NOR auf unterschiedlichen Chromosomenpaaren charakterisiert sind, nachweisen. Dabei ist von besonderem Interesse, daß innerhalb von taxonomisch klar definierten Einheiten die NOR-Position konstant bleibt (z. B. *Podarcis, Gallotia*, aber auch *Lacerta* s. str.) (Olmo et al. 1990, Odierna et al. 1987). Da bei *L. jayakari* die NOR auf einem der kleineren Chromosomen liegt, erscheinen vom zytogenetischen Standpunkt bei Anwendung dieses Prinzips direkte verwandtschaftliche Beziehungen zu *Podarcis* (NOR auf mittelgroßen Makrochromosomen), zur *L. lepida*-Gruppe und zu *Lacerta* s. str. (NOR auf großen Makrochromosomen) eher unwahrscheinlich. In diesem Zusammenhang sei die Vermutung (Kupriyanova 1990) erwähnt, daß phylogenetisch ursprünglichere Formen sich durch einen Karyotyp auszeichnen, bei dem die NOR auf einem der kleinen Makro- oder den Mikrochromosomen lokalisiert ist. Als Beispiele führt Kupriyanova (1990) *Gallotia* und *Takydromus amurensis* an und folgert, daß daher auch die Gattung *Eremias* eine stammesgeschichtlich alte Gruppe repräsentiert. Innerhalb der Sammelgattung *Lacerta* ist eine entsprechende NOR-Position bisher für *L. monticola, L. vivipara* und *L. parva* (alle part II sensu Arnold 1973) beschrieben. Da sie sich aber durch andere diploide Karyotyen bzw. eine andere

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at



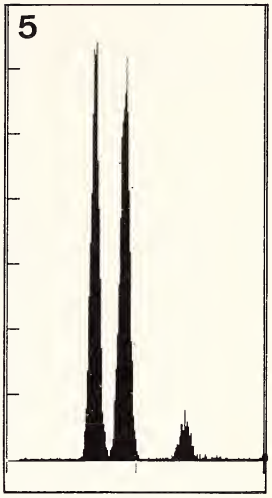


Abb. 4: NOR-tragende Chromosomen (Pfeile) in einer Metaphase von *L. jayakari* (♀).

Abb. 5: Durchflußzytophotometrische Messungen des DNA-Gehaltes von DAPI-gefärbten weiblichen *L. jayakari*-Blutzellen. Durch Vergleich mit dem bekannten Wert für Erytrozyten aus Hühnerblut (linker Peek) kann der entsprechende Wert für die Omaneidechse ermittelt werden.

Morphologie der Geschlechtschromosomen sowohl untereinander als auch in Relation zu *L. jayakari* unterscheiden, bilden diese Arten keineswegs eine einheitliche monophyletische Gruppe.

Der chromosomale Geschlechtsdimorphismus spiegelt sich in den gemessenen DNA-Mengen je Zelle wider. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern beruht dabei aber sicherlich nicht auf einem wirklich absolut höheren DNA-Wert des weiblichen Karyotyps, sondern ist vermutlich methodisch bedingt auf stark DAPI positive Regionen im Genom zurückzuführen. Dies konnten Olmo et al. (1987) auch für das Heterochromatin des W-Chromosoms bei verschiedenen Eidechsen nachweisen. Vergleichbare DNA-Daten anderer hier interessierender Lacertiden finden sich in der Literatur nur spärlich: Olmo (1981) nennt für *Gallotia galloti* 4.66 pg/Nucleus, bzw. für *L. viridis* 5.88 pg/Nucleus. Hingegen geben Grosset & Odartchenko (1975) für die letztere Spezies 3.20 pg/Kern an.

Die hier aufgeführten Befunde sprechen aus karyologischer Sicht nicht für engere Beziehungen von *L. jayakari* zu den Kanareneidechsen. Genotypisch und im Mechanismus der Geschlechtsbestimmung liegen Verhältnisse vor, wie sie von der Mehrzahl der übrigen Lacertiden bekannt sind. Die karyologischen Ergebnisse widersprechen also nicht den Aussagen von Lutz et al. (1986), die der Art ausdrücklich engere Beziehungen zu den phylogenetisch „modernen" Lacertiden zusprechen.

Zusammenfassung

Lacerta jayakari hat einen diploiden Karyotyp von 2n = 38. Die Männchen haben 36 akrozentrische Makro- und 2 Mikrochromosomen, die Weibchen 35 Makro- und 3 Mikrochromoso-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

men. Die NOR liegt auf einem der kleineren Makrochromosomenpaare (wahrscheinlich Paar 15). Der DNA-Gehalt je Zelle beträgt 3.03 pg bei den Weibchen und 2.88 pg beim Männchen. Die Ergebnisse zeigen, daß *L. jayakari* keine nähere Beziehung zu den Kanareneidechsen der Gattung *Gallotia* besitzt, sondern enger mit dem Großteil der modernen Lacertiden verwandt ist.

Literatur

Arnold, E. N. (1972): Lizards with northern affinities from the mountains of Oman. — Zool. Meded. 47: 111—128.

Arnold, E. N. (1973): Relationships of the Palaearctic lizards assigned to the genera *Lacerta, Algyroides* and *Psammodromus* (Reptilia: Lacertidae). — Bull. Brit. Mus. nat. Hist. (Zool.) 25: 291—366.

Arnold, E. N. (1984): Variation in the cloacal and hemipenial muscles of lizards and its bearing of their relationship. — In: Ferguson, M. W. J. (ed.): The structure, development and evolution of reptiles. — Symp. zool. Soc. Lond. 52: 47—85.

Arnold, E. N. (1989): Towards a phylogeny and biogeography of the Lacertidae: Relationships within an Old-World family of lizards derived from morphology. — Bull. Brit. Mus. nat. Hist. (Zool.) 55: 209—257.

Arnold, E. N. & M. D. Gallagher (1977): Reptiles and amphibians from the mountains of northern Oman. — Sci. Res. Oman Flora and Fauna Survey 1975: 59—80.

Baloutch, M. (1976): Une nouvelle espèce de *Lacerta* (Lacertilia, Lacertidae) du sud-est de l'Iran. — Bull. Mus. natn. Hist. nat. Paris, 3e sér., n° 417, Zool. 294: 1379-1384.

Bischoff, W. (1981): Freiland- und Terrarienbeobachtungen an der Omaneidechse *Lacerta jayakari* Boulenger, 1887 (Reptilia: Sauria: Lacertidae). — Z. Kölner Zoo 24: 135—143.

Bischoff, W. (1987): *Lacerta (Omanosaura) jayakari* Boulenger. — Amph.-/Rept.-Kartei, Beilage in: Sauria (Berlin) 9 (1): 65—70.

Bischoff, W. & J. F. Schmidtler (1981): Bemerkungen zur Herpetofauna der Vereinigten Arabischen Emirate, insbesondere zur Omaneidechse (*Lacerta jayakari*). — Herpetofauna, Weinstadt 11: 12—16.

Böhme, W. & W. Bischoff (1976): Das Paarungsverhalten der kanarischen Eidechsen (Sauria, Lacertidae) als systematisches Merkmal. — Salamandra 12: 109—119.

Boulenger, G. A. (1887): Catalogue of the lizards in the British Museum (Natural History), ed. 2, vol. 3. — London.

Boulenger, G. A. (1920): Monograph of the Lacertidae, vol. 1. — London.

Cano, J., M. Báez, L. F. López-Jurado & G. Ortega (1984): Karyotype and chromosome structure in the lizard *Gallotia galloti* in the Canary Islands. — J. Herpetol. 18: 344—346.

Capula, M., G. Nascetti & E. Capanna (1982): Chromosome uniformity in Lacertidae: New data on four Italian species. — Amphibia-Reptilia 3: 207—212.

De Smet, W. H. O. (1981): Description of the Orcein stained karyotypes of 36 lizard species (Lacertilia, Reptilia) belonging to the families Teidae, Scincidae, Lacertidae, Cordylidae and Varanidae (Autarchoglossa). — Acta Zool. Pathol. Antverp. 76: 73—118.

Engelmann, W.-E. (1982): Der Einsatz serologisch-immunologischer Methoden in der Lacerten-Taxonomie. — Acta Vert. Hung. 21: 111—115.

Fritz, J.-P. & B. Fritz (im Druck): Chromosomes and DNA content of the Yemen Monitor, *Varanus yemenensis*, with some comments on related species. — Mertensiella 2.

Gorman, G. C. (1969): New chromosome data for 12 species of lacertid lizards. — J. Herpetol. 3: 49—54.

Gorman, G. C. (1973): The chromosomes of the Reptilia, a cytotaxonomic interpretation. — In: Chiarelli, A. B. & E. Capanna (eds.) Cytotaxonomy and vertebrate evolution. — Acad. Press, London & New York, 783 pp.

Grosset, L. & N. Odartchenko (1975): Relationship between cell cycle duration, S-period and nuclear DNA content in erythroblasts of four vertebrate species. — Cell Tissue Kinet. 8: 81—90.

Howell, W. M. & D. A. Black (1980): Controlled silver-staining of nucleolar organizer regions with protective colloidal developer: A l-step method. — Experientia 36: 1014.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Kupriyanova, L. A. (1986): Possible pathways of karyotype evolution in lizards. — Tr. Zool. Inst. Akad. Nauk. SSSR 157: 86—100 (Russisch).

Kupriyanova, L. A. (1990): Cytogenetic studies in lacertid lizards. — In: Olmo, E. (ed.): Cytogenetics of amphibians and reptiles. — Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, S. 241—245.

López-Jurado, L. F., J. Cano & M. Báez (1986): Estudios sobre la herpetofauna canaria I. El cariotipo de *Gallotia simonyi stehlini* y de *G. atlantica* ssp. en poblaciones de la Isla de Gran Canaria. — Amphibia-Reptilia 7: 259—270.

Lutz, D., W. Bischoff & W. Mayer (1986): Chemosystematische Untersuchungen zur Stellung von *Lacerta jayakari* Boulenger, 1887 sowie der Gattungen *Gallotia* Boulenger und *Psammodromus* Fitzinger (Sauria; Lacertidae). — Z. Zool. Syst. EvolForsch. 24: 144—157.

Matthey, R. (1949): Les chromosomes des vertébrés. — Librairie de l'Universite, F. Rouge, Lausanne.

Olmo, E. (1981): Evolution of genome size and DNA base composition in reptiles. — Genetica 57: 39—50.

Olmo, E. (1986): Animal cytogenetics. Vol. 4: Chordata 3 A. Reptilia. — Berlin & Stuttgart (Gebr. Borntraeger).

Olmo, E., O. Cobror, A. Morecalchi & G. Odierna (1984): Homomorphic sex chromosomes in the lacertid lizard *Takydromus sexlineatus*. — Heredity 53: 457—459.

Olmo, E., G. Odierna & T. Capriglione (1987): Evolution of sexchromosomes in lacertid lizards. — Chromosoma 96: 33—38.

Olmo, E., G. Odierna, T. Capriglione & A. Cardone (1990): DNA and chromosome evolution in lacertid lizards. — In: Olmo, E. (ed.): Cytogenetics of Amphibians and Reptiles. — Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, S. 181—204.

Olmo, E., G. Odierna & O. Cobror (1986): C-band variability and phylogeny of Lacertidae. — Genetica 71: 63—74.

Orlowa, W. F. & N. F. Orlow (1969): Chromosome complements and some questions of systematics of lizards of genus *Lacerta*. — Russk. Zool. Zhurn. 48: 1056—1060.

Rykena, S. & H. K. Nettmann (1986): The karyotype of *Lacerta princeps kurdistancia* and its meaning in phylogeny. — In: Rocek, Z. (Ed.), Studies in Herpetology, Prague: 193—196.

Ulrich, W., B. Fritz & J. P. Fritz (1988): Durchflußzytophotometrische DNA-Bestimmungen bei ausgewählten Amphibien- und Reptilien-Arten. — Bonn. zool. Beitr. 39 (1): 49—58.

B. & J.-P. Fritz, Walbrunnenstraße 6, W-7000 Stuttgart 70. — W. Bischoff, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Adenauerallee 150—164, W-5300 Bonn 1.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Bonn zoological Bulletin - früher Bonner Zoologische Beiträge.

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 42

Autor(en)/Author(s): Fritz Barbara, Bischoff Wolfgang, Fritz Johannes-Peter

Artikel/Article: Karyologische Untersuchungen an der Omaneidechse Lacerta jayakari Boulenger, 1887 67-73